

INTRODUCCIÓN

En las páginas anteriores hemos ido viendo como los distintos planes de estudios y propuestas de la administración educativa no aportaron grandes novedades en la orientación general de la enseñanza de la Física y Química en el bachillerato. El plan Callejo de 1926 introducía por primera vez algunos contenidos de la disciplina en el grado elemental, sin que esto supusiera una ruptura con planteamientos metodológicos anteriores. Habrá que esperar al plan de 1934 para encontrar novedades importantes tanto en el currículum propuesto, como en la forma de impartir las materias de Física y Química. Este plan recogía algunos aspectos esenciales de la fundamentación pedagógica y la práctica desarrollada por el Instituto-Escuela, intentando así trasladar al sistema público de enseñanza la experiencia educativa desarrollada en este centro. Por otra parte, gracias a la actuación de la J.A.E., un número apreciable de profesores de Física y Química de Instituto pudieron conocer los planteamientos didácticos y los nuevos enfoques que se daba a la enseñanza de las ciencias experimentales en distintos países europeos. Todo esto hará posible que, hacia el final del periodo estudiado, nos encontremos con un colectivo de profesores y unas disposiciones oficiales que favorecerán la introducción, en la práctica, de una nueva visión de la enseñanza de las ciencias en los Institutos.

En este capítulo queremos fundamentar y desarrollar los aspectos más significativos del cambio experimentado, aquellos por los que podemos afirmar que se produjo una renovación en la enseñanza de la Física y Química. Para ello, tomaremos como primer marco de referencia las distintas propuestas curriculares habidas entre 1900 y 1936, intentando resaltar las innovaciones y cambios experimentados en los elementos que conforman el currículum de ciencias en general y de la Física y Química en particular.

A la hora de estudiar la evolución del currículum de una disciplina, parece necesario considerar en primer lugar los cambios que se han ido produciendo en las propuestas de selección y secuenciación de sus contenidos. Como ya vimos, los contenidos propuestos para la segunda enseñanza fueron evolucionando desde una visión inicial puramente descriptiva de los fenómenos y principios físicos y las

sustancias y reacciones químicas, a concepciones disciplinares formalmente más estructuradas. Al mismo tiempo, los programas establecidos fueron aproximándose progresivamente a los intereses de los alumnos, proponiendo actividades en relación con las experiencias de la vida cotidiana y contemplando el desarrollo de actitudes y el dominio de procedimientos como objetivos educativos en la enseñanza de las ciencias experimentales, sin perder nunca de vista la estructura lógica de las disciplinas de referencia¹. De forma consecuente, se produjo una evolución en el enfoque y planteamiento de las experiencias y trabajos prácticos, como ya se ha puesto de manifiesto al hablar de los laboratorios y gabinetes de los Institutos, dando cada vez más importancia a la participación de los alumnos en la realización de actividades.

Otro elemento importante a considerar en el estudio de la evolución del currículum es el cambio en los objetivos que se plantean en distintos momentos para la enseñanza de la Física y Química. Las finalidades educativas que se confieren a la disciplina, las metas que se pretenden alcanzar con su inclusión en los distintos niveles, mostrarán la concepción que se tiene de la misma tanto desde la administración educativa como por parte del profesorado. Esta es la cuestión que abordamos en el primer apartado de este capítulo.

En los siguientes apartados analizaremos la importancia que se confería al trabajo de campo, las excursiones y las salidas educativas fuera del centro en la enseñanza de la Física y Química, así como el papel que se otorgaba a la evaluación en la formación de los alumnos desde distintas propuestas, como algo más que la realización de exámenes y la certificación de una nota. A lo largo de todo el capítulo, iremos mostrando también la evolución de otra serie de aspectos, no menos importantes para la puesta en práctica del currículum, tales como los enfoques y los nuevos estilos de enseñanza, las estrategias didácticas puestas en juego, las características de los alumnos, la organización de la enseñanza, el papel desempeñado por el profesor y el alumno, las relaciones de comunicación que se establecen entre ambos, etc.

¹ Sobre el nuevo papel de los contenidos en la enseñanza de la Física y Química realizamos un estudio preliminar en: BERNAL MARTÍNEZ, J. M. Y LOPEZ MARTÍNEZ, J. D., “Una nueva concepción del papel de los contenidos en la enseñanza de las ciencias? El Instituto-Escuela de Madrid y la enseñanza de procedimientos en la Física y Química de secundaria”, en *VI Simposio de Enseñanza e Historia de las Ciencias. Ciencia y técnica en el 98: entre la liberación y el desastre*, Jaca, 1998 (en prensa).

1. EVOLUCIÓN EN LOS OBJETIVOS PROPUESTOS PARA LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA Y QUÍMICA

Los objetivos programados para las ciencias experimentales, y concretamente para la Física y Química, estuvieron siempre íntimamente relacionados con los objetivos generales que se plantearon para la enseñanza secundaria en su conjunto. Como se puso de manifiesto en otro capítulo, podemos afirmar que, en general, para los sectores progresistas, la segunda enseñanza debía ser una prolongación de la primera, mientras que para los conservadores constituía una barrera que separaba unas clases de otras; la enseñanza secundaria se circunscribía a ser fuente de prestigio e influencia, de dominio de los aparatos de poder, e incluso de un modelo de socialización clasista². La posición del profesorado en este sentido fue heterogénea, encontrando argumentos a favor y en contra de ambas posturas³. Para unos sectores, tal y como fue planteado por el gobierno provisional en el Sexenio revolucionario a partir de 1868, Chao en la I República y los institucionistas, a ella debía acceder una amplia mayoría. Para otros, debía ser privilegio de las clases acomodadas y elitistas, por lo cual la tenencia del título de Bachiller era más cuestión de las posibilidades económicas de las familias que de otras razones. Evidentemente, estas diferentes concepciones sobre el carácter que debería conferirse a un mismo tramo educativo implicaban, a su vez, el establecimiento de distintos objetivos específicos para las materias incluidas en los planes de estudios.

Si se consideraba la segunda enseñanza como un período para el “*estudio elemental y progresivo de todas aquellas ciencias y problemas que la cultura humana exige al hombre que ha de vivir en una sociedad regularmente ilustrada (...) según los adelantos y progresos científicos, políticos y sociales vayan abriendo nuevos*

² MARTÍN JIMÉNEZ, I., *El sistema educativo de la Restauración en el distrito universitario de Valladolid (1875-1900)*, Junta de Castilla y León, Valladolid, 1994, p. 135.

³ En uno de los extremos, vemos como los profesores del Instituto de Alicante, en 1855, se mostraron en consonancia con las propuestas educativas de los progresistas, demandando que a la enseñanza secundaria se le diera en la Ley de Instrucción Pública la importancia que merecía: “*los que han pensado sobre la instrucción han reconocido que, así como la primera debe generalizarse hasta el punto de que todos la adquieran si posible fuese, así también la secundaria conviene extenderla a muchos, con el objeto no sólo de que sirva de base y fundamento a la instrucción superior, sino para que la mayoría tenga los conocimientos indispensables al acertado manejo de los negocios y a la buena solución de las cuestiones que con más frecuencia se presentan en la vida*” (Exposición a las Cortes Constituyentes de los catedráticos del Instituto de Segunda Enseñanza de Alicante, Alicante, 21 de mayo de 1855. Recogido por ESTEVE GONZÁLEZ, M. A., *La enseñanza en Alicante durante el siglo XIX*, Instituto de Cultura Juan Gil-Albert, Diputación de Alicante, Alicante, 1991, p. 109).

horizontes, nuevas necesidades y problemas a que atender y resolver”⁴, parece claro que su práctica no debería incidir únicamente en el desarrollo de los contenidos científicos propios de las disciplinas, sino que debería, al mismo tiempo, tratar de familiarizar a los alumnos con la forma de trabajar peculiar de los científicos, dándoles a conocer las interacciones entre ciencia, tecnología y sociedad, enfatizando el carácter de las ciencias como elemento fundamental de la cultura, los principales avances científicos necesarios para comprender la sociedad en que se vive, cuidando que los alumnos adopten una actitud positiva hacia el aprendizaje de las ciencias, etc.

Si, por el contrario, la concepción dominante sobre la segunda enseñanza consistía en considerar estos cursos simplemente como un período de preparación para los estudios superiores⁵, los objetivos propuestos y la forma de abordar los contenidos de las materias de ciencias tendrán que ser diferentes. Se planteará esencialmente la transmisión de los contenidos necesarios para el paso, en las mejores condiciones posibles a la Universidad⁶. Es importante incidir en este aspecto. Si un sistema educativo pretende, como objetivo fundamental la formación de los futuros ciudadanos en la asimilación de la cultura en que viven -artística, científica, etc.-, es decir, en la información y conocimiento de las distintas áreas, pero, además, considera trascendente la adquisición y el desarrollo de unas capacidades generales de aprendizaje, de estrategias que les permitan ser críticos, tener su propio punto de vista ante determinados problemas o situaciones y capaces de buscar, seleccionar e interpretar distintas fuentes de información, capacidades todas ellas necesarias para que los alumnos accedan a formas de pensamiento que no serían posibles sin la enseñanza de las ciencias, se planteará esta enseñanza de forma totalmente diferente. Si sólo se asume la primera finalidad, los objetivos de la enseñanza secundaria serán, fundamentalmente, los que propicien preparar exclusivamente para la enseñanza superior, es decir, poner el

⁴ Memoria acerca del estado del Instituto Local de 2ª Enseñanza de Lorca leída en la solemne apertura del curso académico de 1873 a 1874, Imp. de la Viuda e Hijos de Campoy, Lorca, 1873, pp. 6-7.

⁵ Como por ejemplo manifestaba Gil y Morte en el Congreso de los Diputados en la sesión del jueves 1º de diciembre de 1903, al hablar de la distinta finalidad de los estudios de enseñanza secundaria, los de Magisterio y los de las Escuelas de Artes e Industrias y Comercio: “La enseñanza que se da en los Institutos de segunda enseñanza, es complemento de educación y preparación para las facultades” (“La Instrucción pública en el Congreso”, *La Segunda Enseñanza*, 43, 1904, pp. 335-338 (referencia en p. 337).

acento en el aprendizaje del mayor número de conocimientos posibles sobre las distintas disciplinas, seleccionando al mismo tiempo al alumnado de acuerdo con el nivel de los contenidos exigidos en la Universidad. En cambio, si se considera la enseñanza secundaria como un período esencialmente formativo y extendido al mayor número posible de ciudadanos, con lo cual se pierde prácticamente la función selectiva de la que hablábamos, se incidirá más en el segundo de los aspectos citados anteriormente, lo cual no quiere decir que no se le conceda la importancia debida o se abandonen los contenidos, ni, como afirma J. I. Pozo, que se les conviertan en meros pretextos, “*sino más bien su subordinación -en la secuenciación, el trabajo en el aula y la evaluación- al logro de esas metas más generales (...) los contenidos son un medio para lograr el desarrollo de esas capacidades, más que un fin en sí mismos*”⁷. Como veremos, de forma paulatina se hicieron esfuerzos por considerar a la enseñanza secundaria como un tramo educativo con sustantividad propia, con un fin en sí mismo: la educación de la adolescencia. Para ello, sería preciso que se acomodaran los programas y planes de estudio a las aspiraciones y necesidades de los alumnos, a las condiciones personales y psicológicas de estos⁸.

1.1. Las ventajas educativas de introducir la enseñanza científica desde los primeros niveles de secundaria

Dos argumentos esenciales se esgrimieron a la hora de plantear la necesidad de la enseñanza de la Física y de la Química en la educación secundaria. Uno, en aras al valor útil y de aplicación que tenían estas disciplinas, lo cual suponía dar respuesta a los

⁶ SOLBES, J, Y HERNÁNDEZ, J., “El papel de las ciencias en la enseñanza secundaria: un análisis sobre los cuatro años de experimentación”, *Enseñanza de las ciencias*, 13 (2), 1995, pp. 257-260 (referencia en p. 257).

⁷ POZO, J. I., “La crisis de la educación científica ¿volver a lo básico o volver al constructivismo?”, *Alambique*, 14, 1997, pp. 91-104 (referencia en p. 99).

⁸ Teniendo siempre presente que en muchas ocasiones -tal y como denunciara en reiteradas ocasiones Lorenzo Luzuriaga- sucedía todo lo contrario (LUZURIAGA, L., *La escuela nueva pública*, editorial Losada, Buenos Aires, 1948., p. 56).

demandas planteadas por el progreso científico y tecnológico. Otro, por el valor formativo y educador que podía tener la enseñanza de estas materias en sí misma⁹.

En el plan general de estudios de 1845, a pesar del reconocimiento inicial de que las materias científicas debían ser consideradas adecuadamente en la enseñanza secundaria, el espacio que se les concedió realmente en las disposiciones fue más bien exiguo. F. Vea explica que se ofreció “*un plan de restringido contenido científico y regresivo frente a la situación de planes anteriores*”¹⁰. De hecho, el estudio de contenidos científicos quedaba restringido a los últimos cursos. Similares condiciones encontramos al analizar el Reglamento de 19 de agosto de 1847. El secular olvido que se hizo respecto a la primera enseñanza superior condicionaba que los contenidos científicos se pospusieran al último curso de la segunda enseñanza y, por tanto, que sólo fuera accesible a una minoritaria población escolar.

El plan de estudios del 28 de agosto de 1850 expresaba -al menos en sus intenciones teóricas- la necesidad de potenciar los estudios de ciencias, entre otras cosas “*porque de ellas en gran manera depende el porvenir de nuestra industria, harto necesitada de los auxilios de la ciencia*”¹¹. Como señala F. Vea, aunque se planteaba la necesidad de potenciar los estudios científicos, tan sólo en 40 Institutos se podía cursar la asignatura de Elementos de Física y nociones de Química, junto a las Nociones de Historia Natural, teniendo en cuenta, además, que cinco de estos centros no contaban con el material preciso para estas enseñanzas y que otros cinco sólo poseían lo

⁹ Ya en el Plan de estudios de 1836 se contemplaba la importancia de la formación científica en cuanto que ayudaba a una mejora de los medios de producción y de la calidad de vida. Era preciso cultivar las ciencias: “*si se quiere llegar a resultados importantes y aplicables a la industria. Abandonada esta a sí misma, permanece en breve estacionaria; las teorías abstractas son las que nos conducen al conocimiento de métodos nuevos, las que nos revelan verdades altamente útiles, cuya aplicación cambia a veces la faz de la civilización material del mundo y produce revoluciones completas y felices en el modo de vivir de los hombres* (Plan de estudios de 4 de agosto de 1836). Como afirma F. Vea, se trataba de una idea fundamentada en el desarrollo abstracto de la ciencia como punto de partida de la ciencia aplicada. Aunque también es verdad que esta idea no fue respaldada en los planes de estudios ni en los objetivos marcados respecto a la enseñanza de las ciencias (VEA MINUESA, F., “Las Matemáticas en la enseñanza secundaria en España en el siglo XIX”, *Cuadernos de historia de la ciencia*, 9, v. I, 1995, p. 220).

¹⁰ VEA MINUESA, F., “Las Matemáticas en la enseñanza secundaria en España en el siglo XIX”, ob. cit., v. I, p. 343.

¹¹ Además, al manifestar la necesidad de los estudios especiales, se decía respecto a las ciencias que “*han sido (estos estudios) los más abandonados en nuestra patria, siendo escasísimas las ramas que se han cultivado creciendo la necesidad de su planteamiento cada día señaladamente el de aquellos sin los cuales la industria no puede desarrollarse ni tomar incremento*” (Real Decreto de 28 de agosto de 1850).

estrictamente necesario¹². Antes de la Ley de Instrucción Pública de 1857, surgieron otras propuestas de ampliación de las Ciencias Físico-Naturales, debido a la utilidad profesional y el progreso material que generaban -sirva de ejemplo también el Real Decreto del Ministerio de Gobernación de 8 de junio de 1843, por el que se creaba una Facultad completa de Filosofía en Madrid-, pero también, y así lo expresa F. Sanz¹³, recogiendo palabras de González Soto, al interés que tienen esos conocimientos en sí mismos, a lo ligado que están al aprendizaje espontáneo en los primeros años aunque después se utilizaran de manera más sistemática. En 1848, Joaquín de Hysern también reivindicaba conceder una mayor extensión a las materias de ciencias físico-naturales distribuyéndolas a lo largo de cuatro cursos, ya que, “*son amenas (...) atraen la atención, y educan y fijan la observación, imprimen (...) las inclinaciones a la investigación (...) a la inducción y a la deducción; le acostumbran insensiblemente al orden y a los métodos científicos*”¹⁴. Asimismo, Gil de Zárate, consideraba las ventajas de la educación científica de los ciudadanos¹⁵. Bien es verdad que también proponía que su estudio fuese al final de este período educativo y no desde el comienzo, aumentando su intensidad y dificultad paulatinamente. En esa línea se mostraba también el que sería posteriormente catedrático de Física y Química de Instituto, Manuel Hernández Marín, cuando en el programa que presentaba a las oposiciones a cátedras vacantes en los Institutos, manifestaba que dada la contribución de las ciencias físico-químicas a los adelantos en la industria moderna, era preciso difundir los conocimientos de estas disciplinas entre todas las clases sociales, indicando que “*a esta necesidad obedece la inclusión de la asignatura de Elementos de Física y Química en los planes de 2ª enseñanza*”¹⁶.

¹² VEA MINUESA, F., “Las Matemáticas en la enseñanza secundaria en España en el siglo XIX”, ob. cit., v. I, p. 360.

¹³ SANZ DÍAZ, F., *La Segunda Enseñanza Oficial en el Siglo XIX*, MEC, Madrid, 1985, pp. 210-211. Recoge el testimonio de González Soto.

¹⁴ “Estudio a que propende naturalmente el hombre desde que comienza a ejercitar sus sentidos”, *Boletín Oficial de Instrucción Pública*, t. III, 1842, pp. 406-416.

¹⁵ Era importante, “*viviendo el hombre en el globo terráqueo (el conocimiento de) las sustancias que le componen, los seres vivos que le pueblan, y las plantas (...) los diferentes fenómenos que ofrece el universo y de las leyes que le rigen (...) ¿qué persona bien educada puede dispensarse de estudiar la física? ¿quién no se avergüenza de ignorar sus más sencillos elementos?*” (GIL DE ZÁRATE, A., *De la Instrucción Pública en España*, t. II, Pentalfa ediciones, Oviedo, 1995, pp. 5-6).

¹⁶ ACMEC, Legajo 5742-14.

A pesar de todas estas propuestas no fue ese el camino seguido, puesto que el porcentaje de tiempo dedicado a la Física y Química resultó ser sensiblemente menor que el correspondiente a otras materias del bloque de Letras o incluso a la Religión. Al analizar los planes de estudio para la enseñanza secundaria en nuestro país ya hemos mostrado como desde tendencias progresistas y liberales se incluyeron asignaturas como Ciencias Naturales, Física, Química, etc., con la intención de contribuir al progreso y avance científico, mientras que, desde posiciones conservadoras, se insistía en unos contenidos donde la hegemonía residía en el estudio de la Lengua y el Latín, siendo minoritarios aquellos planes en los que se pretendió conjugar adecuadamente ambas posturas, con un número de horas lectivas ponderado tanto para las asignaturas de corte científico como humanístico¹⁷.

Tampoco el currículum establecido por la Ley Moyano y los sucesivos planes de estudios derivados de la misma, supusieron potenciación alguna de los estudios de ciencias. Será necesario esperar al Sexenio para encontrar de nuevo en un texto legal la demanda de introducir en la segunda enseñanza “*ciertos estudios sobre materias que en España han sido frecuentemente olvidadas y aún despreciadas en la educación pública*”¹⁸. En el Plan Chao de 1873 se observa también un mayor interés por las ciencias como base de una instrucción integral¹⁹. Los planes restantes hasta el comienzo de siglo XX -estando al frente del ministerio Orovio o Pidal y Mon-, constituyen un claro retroceso, exceptuando el de Groizard, de signo liberal, de 16 de septiembre de 1894, que no llegó a aplicarse y que planteaba un período para el bachillerato de seis años, destinando cuatro a los estudios generales (10-14 años), en donde la Física y la Química se impartían como asignaturas separadas en tercero y cuarto cursos, dirigidas al “*estudio de las leyes más generales y sencillas, y también el de las de mayor aplicación y más vulgar uso, añadiendo a este estudio cuantas prácticas y*

¹⁷ NEGRIN FAJARDO, O., “Algunas características de la enseñanza secundaria española decimonónica a través de la Legislación”, *Historia de la Educación*, 2, Universidad Salamanca, 1983, pp.275-286 (referencia en p. 279). Baste como ejemplo la R. O. de 10 de septiembre de 1850, en la que se decía que “*la enseñanza del Latín y Castellano ocupa la mayor atención de las disposiciones dictadas, manteniendo así la predilección por dichas enseñanzas*”.

¹⁸ UTANDE IGUALADA, M., *Planes de estudio de enseñanza media (1787-1963)*, Dirección General de Enseñanza Media, Publicaciones de la revista "Enseñanza Media", Ministerio de Educación Nacional, Madrid, 1964., pp. 247-248.

¹⁹ SANZ DÍAZ, F., *La Segunda Enseñanza Oficial en el Siglo XIX*, ob. cit., p. 359.

conocimientos experimentales sean posibles en esta enseñanza”²⁰, contribuyendo así a la formación científica de los jóvenes que luego han de *“llenar las profesiones industriales, los escritorios mercantiles, las fábricas, las granjas, los talleres, en sus funciones técnicas y periciales”*²¹. Los otros dos años eran de preparación para los estudios universitarios. Las protestas de los conservadores, colegios privados, etc., no hicieron posible desarrollarlo.

Como comenta F. Vea, el plan de 1894 supuso una gran oportunidad perdida para la modernización del sistema educativo español en la segunda enseñanza en general y, en particular, en la implantación de un currículo de marcado contenido científico general y, específicamente, para quienes desearan una formación con tal orientación, puesto que en los estudios generales se pretendía hacer una introducción a las ciencias desde el punto de vista práctico y experimental, orientándolas hacia su utilidad inmediata y más habitual, mientras que en los estudios preparatorios se trataba de asentar, profundizar y ampliar los conceptos científicos. Ello suponía, por un lado, una *“popularización de la ciencia, superando los límites de la primera enseñanza y, por otro, la formación científica con la mirada puesta en los estudios superiores, cubriendo así el doble objetivo de la segunda enseñanza dentro de sus contenidos científicos”*²².

Es significativo el juicio crítico que, sobre las numerosas reformas habidas a lo largo del siglo XIX, hacía el catedrático de Física y Química de Instituto Ricardo Becerro de Bengoa. En su opinión en la mayor parte de estas reformas se daba *“mayor importancia a los estudios literarios que a los científicos, y se atiende de preferencia más a lo tradicional que a lo presente”*. Becerro citaba, entre aquellos planes que planteaban una enseñanza moderna, el Plan Pidal de 1845, que además de los conocimientos de la enseñanza clásica, también incluía la Química general, mineralogía, botánica, zoología, astronomía y otras materias relacionadas con las ciencias. También valoraba positivamente en este sentido el segundo plan de 1868 - aunque a consecuencia de tener tantas asignaturas hizo que los alumnos no lo siguieran-

²⁰ *Real Decreto de 16 de septiembre de 1894*, edición oficial, Imprenta de la vda. de M. Minuesa, Madrid, 1894, p. 20.

²¹ *Ibidem*.

²² VEA MINUESA, F., “Las Matemáticas en la enseñanza secundaria en España en el siglo XIX”, ob. cit., v. II, pp. 571-572.

, el de E. Chao en 1873, que no se puso en práctica, el proyecto de Moret de 1893, clásico a la vez que moderno, sin bifurcación, íntegro e igual para todos los alumnos, concéntrico o progresivo, sin exámenes de curso pero con pruebas para los grados de cada uno de los dos períodos, que quedó sin aplicar por el cese del ministro, el de Groizard de 1894, así mismo de carácter mixto, clásico-moderno, más clásico que técnico y con el inconveniente de la bifurcación, y el de Gamazo de 1898, inspirado también en los propósitos de renovación y modernización. Como decía Becerro de Bengoa, “*después del plan del Sr. Chao, de 1873, la primera campaña para el establecimiento de las prácticas de la enseñanza o educación moderna se debió a la Institución Libre de Enseñanza (...)*”²³. El primero, como ya se vio anteriormente, porque demandaba una verdadera importancia para la enseñanza de las ciencias en este nivel, y la ILE porque de ella surgirían propuestas reformadoras e innovadoras -como veremos detenidamente más adelante- para la enseñanza de las ciencias experimentales en la enseñanza secundaria. Por ejemplo, ante la reforma de Pidal y Mon en 1899, Giner criticaba que se adoptara “*exclusivamente la enseñanza clásica en su forma más vieja (...) cuando todos los pueblos van poco a poco gravitando hacia la llamada enseñanza moderna o realista (...) Nada dice en efecto de métodos realistas; sigue el verbalismo prehistórico. Nada de división de las clases numerosas; siguen las hordas de oyentes (...) Nada de enseñanza de laboratorio, de colecciones, de excursiones (...)*”. Y añadía: “*La pretensión de que disminuyendo las ciencias, (...) y cargando la mano en la Historia Sagrada y el Latín se rehaga la enseñanza, parece una broma siniestra*”²⁴

Fundamentalmente, a lo largo de todo este período siempre hubo que luchar contra fuertes resistencias a la mayor y mejor implantación de los estudios científicos en el bachillerato. Resistencias que el catedrático universitario Emilio Jimeno citaba, en 1940, como motivos principales de la deficiente situación de la enseñanza de las ciencias experimentales en nuestro país: “*por una parte, el hecho de que no se haya logrado introducir, en el ambiente literario que siempre ha dominado, la justa apreciación de la importancia de esos estudios científicos; por otra, el coste elevado de*

²³ BECERRO DE BENGOA, R., *La enseñanza en el siglo XX*, E. Capdeville, Madrid, 1899-1900., pp. 230-233.

la enseñanza de esas materias”²⁵. Bastantes años más tarde, en 1961, el catedrático de Física y Química del Instituto Luis Vives de Valencia, Severiano Goig, que había sido aspirante al Magisterio secundario en el Instituto-Escuela de Madrid y becado por la J.A.E., en una conferencia pronunciada ante los profesores de Física y Química del distrito universitario de Valencia, insistía en las mismas ideas:

*“Durante mucho tiempo se ha subestimado en nuestro país el valor educativo de las Ciencias físicas; la orientación fundamentalmente humanista ha imperado largos años en nuestros planes de estudios, acaso por ser la más acorde con nuestra idiosincrasia espiritual. Pero quizá también, por razones que es el caso analizar ahora, por nuestro aislamiento del clima intelectual del exterior”*²⁶.

Efectivamente, aún a pesar del reconocimiento del papel fundamental que las ciencias físicoquímicas podían desempeñar en la educación del alumnado, siempre se subestimó su valor formativo frente a otras materias. Sin embargo, las ventajas educativas de la introducción de la enseñanza de las ciencias experimentales en los niveles elementales, eran reconocidas desde el siglo XIX:

*“Suministra una serie de verdades, argumentos y conclusiones, sobre que el espíritu puede trabajar, y nos conduce a examinar objetos, en los cuales, sin error posible, puede aplicarse el lenguaje y ejercitarse la razón (...) ejercitan la observación, la descripción exacta de lo observado y el correcto razonamiento sobre esto (...) desenvuelven habilidad en la experimentación y manipulación”*²⁷.

En 1886, Francisco Quiroga señalaba que existían dos razones poderosas para dar un mayor desarrollo a la enseñanza de la Química, y en general, de las ciencias experimentales. Una, decía él, era de índole pedagógica:

“Exige la química una precisión, una determinación tan clara, un concretismo, en fin, en todas sus cuestiones, en los datos de los problemas, en los resultados a que aspira, así en el proceso del pensamiento, como en los procedimientos manuales, que no puede menos de influir

²⁴ GINER DE LOS RÍOS, F., “El decreto de segunda enseñanza”, *La Escuela Moderna*, XVI, 100, 1899, pp. 1-10 (referencia en p. 7).

²⁵ JIMENO, E., *Ciencia y Técnica*, SAETA, Madrid, 1940, p. 152. Aunque respecto a esto último Giner también decía: *¡Qué contraste con los aumentos en los gastos militares, hijos de la servil adulación en que todos nuestros partidos rivalizan para con estas clases (...)!* (GINER DE LOS RÍOS, F., “El decreto de segunda enseñanza”, ob. cit., p. 9).

²⁶ GOIG BOTELLA, S., “Metodología y didáctica de las ciencias físicas”, *Enseñanza Media*, 73-75, 1961, pp. 86-94 (referencia en p. 86).

²⁷ WORMELL, Dr. “La enseñanza de la Química elemental”, *B.I.L.E.*, X, 1886, pp. 267-269 y 301-303 (referencia en p. 268).

ventajosamente en la educación, tanto en la inteligencia, como de la mano, dando al trabajo de una y otra fijeza, precisión, limpieza”²⁸.

La otra razón era de naturaleza puramente cultural: “*no puede considerarse medianamente educado e instruido un hombre que no esté en disposición de darse cuenta clara, por elemental que sea, de los fenómenos químicos y productos que le rodean (...)*”²⁹. Edmundo Lozano se hacía eco de cómo en Inglaterra, la Comisión nombrada por la Asociación británica encargada de investigar los métodos de enseñanza de la Química en los niveles elementales, en 1887, destacaba que las ciencias físicas deberían enseñarse, “*desde el primer momento, como una forma de educación mental, y no únicamente como medio de adquirir conocimientos útiles*”³⁰.

El reconocimiento cada vez más generalizado -sobre todo en otros países- del progreso, como algo estrechamente vinculado a la adquisición de una cierta “cultura científica” que permitiera el acceso a la utilización de tecnologías cada vez más modernas, no encontró una respuesta adecuada en nuestro país³¹. De hecho, aunque algunos profesores -como el catedrático de Instituto Francisco Cánovas Cobeño, director del Instituto de Lorca (Murcia) en 1866- pensaban que la enseñanza en los Institutos “*versa con preferencia sobre las ciencias exactas, físicas y naturales*”³², realmente en España, durante un largo periodo, las ciencias experimentales sufrieron una situación de marginalidad en los estudios de la educación secundaria.

²⁸ QUIROGA F., “La enseñanza de la Química”, *B.I.L.E.*, IX, 1885, pp. 318-320, 334-336, 364-366 (referencia en p. 319).

²⁹ *Ibidem*, p. 319.

³⁰ LOZANO, E., “La enseñanza elemental de la Física y de la Química en la escuela”, *B.I.L.E.*, XXXIV, 1910, pp. 366-372 (referencia en pp. 366-367).

³¹ Idea aceptada actualmente, a tenor de lo manifestado en el Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la educación para el siglo XXI: “*en todas partes, pero sobre todo en los países pobres, la enseñanza de las ciencias deja mucho que desear, cuando el papel de la ciencia y la tecnología, como es bien sabido, es determinante para vencer el subdesarrollo y luchar eficazmente contra la pobreza. De ahí que sea importante, sobre todo en los países en desarrollo, subsanar las deficiencias de la enseñanza de las ciencias y la tecnología en los niveles elemental y secundario (...)*” (VV. AA., *Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la educación para el siglo XXI, presidida por J. Delors. La educación encierra un tesoro*, Santillana, ediciones UNESCO, 1996., pp. 172-173).

³² *Memoria del Instituto Local de 2ª Enseñanza de Lorca leída en la solemne apertura del curso académico de 1866 a 1867*, Imp. de D. Juan Bautista Campoy, Lorca, 1866, p. 8.

1.2. La necesidad de encontrar una alternativa al modelo universitario para la enseñanza secundaria

Como ya se ha apuntado anteriormente, creemos que un factor esencial en la limitación de objetivos atribuidos a la segunda enseñanza, fue la marcada tendencia a considerar este período educativo como un tramo dirigido exclusivamente a aquellos alumnos que debían ser preparados para los estudios superiores. En varias ocasiones, Giner de los Ríos, al referirse a la situación de la enseñanza secundaria en nuestro país, argumentaba como un factor problemático en este nivel educativo el que hubiera “*conservado su filiación esencialmente universitaria, en su sentido, su estructura, su organización pedagógica, sus métodos, y hasta muchas veces en la formación de su profesorado (...)*”³³. En esta misma línea se mostraba también Cossío, cuando manifestaba que la segunda enseñanza se acercaba más estructuralmente a la universitaria que a la primaria³⁴. También el profesor universitario Lázaro Ibiza se expresaba en un sentido análogo:

*“Planteados por el mismo patrón de la enseñanza superior, los institutos son en realidad pequeñas universidades y tienen todos los defectos de éstas. Los libros en ellas usados son extensos y complicados y aún, en algunos casos, los mismos que se utilizan en algunas universidades. Se explican las materias con amplitud y con altura, acaso excesivas, pero en sus extensos planes de enseñanza y en sus horarios promulgados desde arriba, no hay lugar para los ejercicios de razonamiento y de labor individual”*³⁵

Asimismo, Blas Cabrera desde la *Revista de Pedagogía*, al hablar de los defectos fundamentales de los Institutos de segunda enseñanza decía que se debían “*gran parte de ellos, si no todos, a la concepción equivocada de este período de la educación que*

³³ GINER DE LOS RÍOS, F. “Grados naturales de educación”, *Obras completas de Francisco Giner de los Ríos*, t. X, Espasa-Calpe, Madrid, 1924, pp 17-18. También publicado en el *B.I.L.E.*, XXI, 1897. Anteriormente, ya afirmaba que: “*tanto la organización de nuestros Institutos, como los métodos que hasta cierto punto nacen de esa organización con fatalidad casi invencible, son exactamente los mismos de las Universidades. Profesores particulares para cada enseñanza; clases numerosísimas de la misma factura y duración; explicaciones, preguntas, libros de texto, apuntes, estudio individual del alumno fuera de las aulas (...)* todo es análogo, casi siempre idéntico a lo que en la enseñanza superior acontece” (GINER DE LOS RÍOS, F., “Discurso pronunciado por Don Francisco Giner de los Ríos, rector de la Institución Libre de Enseñanza, en la inauguración del curso académico de 1880 a 1881”, *B.I.L.E.*, IV, 1880, pp. 137-143. Recogido también por JIMÉNEZ LANDI, A., *La Institución Libre de Enseñanza*, v. II, Taurus, Madrid, 1987, pp. 693-703).

³⁴ OTERO URTAZA, E., *Manuel Bartolomé Cossío: pensamiento pedagógico y acción educativa*, MEC, CIDE, 1994, p. 277.

³⁵ LÁZARO IBIZA, B., “Estado actual de nuestras universidades”, *B.I.L.E.*, XXVI, 1902, pp. 289-297, 328-337, 353-369 (referencia en p. 363).

ha presidido el nacimiento y evolución de dichos organismos docentes, convertidos en un anticipo de la Universidad en vez de ser una prolongación de la Escuela”³⁶. Efectivamente, desde los ámbitos institucionistas se consideraba que había prevalecido una concepción equivocada, que implicaba que los contenidos y los planteamientos didácticos fueran más cercanos a los usuales en las universidades que a los de la escuela:

*“programa de asignaturas sueltas, estudiadas sólo durante uno, o a lo más dos años; lecciones y explicaciones en forma de conferencia o discurso durante una hora y aprendizaje de memoria en libros de texto; poco tiempo de comunicación del profesor con los alumnos, y casi ninguna relación con ellos fuera de clase; falta de permanencia de los mismos en el local; de recursos educadores, fuera del trabajo en los libros y de las lecciones de clase, y de locales a propósito para realizar toda esta obra”*³⁷.

También E. Nelson era partidario de desligar la enseñanza secundaria de la universitaria. Pensaba que la salvación de la escuela secundaria había que buscarla en el abandono de los modelos universitarios *“para valorar la educación primaria y la secundaria, en afirmar positivamente sus propios tipos de cultura, fundados en la perfección de aquellas actividades, cuyo ejercicio hace que alcance el hombre toda su talla espiritual”*³⁸. L. García-Alas, en el Discurso inaugural del curso 1922-23, insistía en los mismos planteamientos:

*“Uno de los vicios y aquel que mejor podría combatir el profesorado, es el de considerar la segunda enseñanza como un grado que se diferencia radicalmente de la enseñanza primaria y, en cambio, se diferencia apenas de la llamada superior. Nuestros institutos son, en realidad, Facultades menores, como la antigua Facultad de Artes (...) nada diferencia a un Instituto de segunda enseñanza de una facultad universitaria”*³⁹.

³⁶ CABRERA, B., “La reforma de la segunda enseñanza”, *Revista de Pedagogía*, 29, 1924, pp. 180-186 (referencia en p. 180).

³⁷ INSTITUCIÓN LIBRE DE ENSEÑANZA, “Informe presentado a la Comisión del Consejo de Instrucción Pública por la Institución Libre de Enseñanza”, *Revista de Educación* 238, 1975, pp. 108-119 (referencia en p. 113).

³⁸ “(...) la Universidad, la institución educativa por excelencia, y por tanto, sus métodos, objetos y resultados han llegado a ser, tácitamente, tipos de educación universales, los que siempre hay que tener en cuenta en las tareas educativas. De esta manera, la Universidad ha tendido a perpetuar, fijar y consagrar, por decirlo así, la idea de que la educación debe primariamente relacionarse con la posesión de cierta suma de conocimientos” (NELSON, E., “La escuela secundaria y la Universidad”, *B.I.L.E.*, XLII, 1918, pp. 129-133 (referencia en pp. 130 y 133).

³⁹ GARCÍA ALAS Y G. ARGUELLES, L.. *Discurso leído en la solemne inauguración del curso académico de 1922-23 por el Doctor D. Leopoldo García Alas y G. Arguelles*, Universidad de Oviedo, Tip. Flórez, Gusano y Cia, Oviedo, 1922. p. 25.

Proponía que, al menos en los primeros años, la segunda enseñanza debería parecerse más a la que practicaba en las escuelas que a la docencia universitaria.

En definitiva, a pesar de las numerosas propuestas de revisión del modelo de enseñanza -realizadas en su mayor parte por personas muy próximas a la I.L.E.-, dado que la enseñanza de la Física y Química se posponía sistemáticamente en los distintos planes de estudios hasta los últimos cursos del bachillerato, con el fin de servir de preparación exclusivamente para los estudios universitarios, nada mejor en la práctica de la enseñanza que adoptar los mismos planteamientos didácticos y casi la misma estructura organizativa y de funcionamiento que en la Universidad. Como veremos más adelante, estos planteamientos incidirán negativamente en el proceso de renovación de la enseñanza de las ciencias experimentales durante todo el período estudiado.

1.3. La escasa tradición de la enseñanza de las ciencias en la instrucción primaria

Una de las razones que se aducía con frecuencia desde la administración para relegar la enseñanza de las ciencias a los últimos cursos de la educación secundaria, es la escasa preparación inicial que habían recibido los alumnos en estas materias. ¿Con qué preparación científica básica llegaban los alumnos a los Institutos? Si consideramos cuál era la formación que realmente podían poseer los maestros en el área de ciencias, la escasa atención que se prestaba a la instrucción primaria -menos aún a la primaria superior- desde los distintos estamentos y cuáles eran los contenidos científicos exigidos en los exámenes de acceso de los alumnos a los Institutos, la pregunta tiende a transformarse en otra mucho más inquietante: ¿Existía realmente la enseñanza de las ciencias experimentales en la instrucción primaria?

Según Macías Picavea, hasta se podría dudar de la existencia de la propia instrucción primaria: realmente poco se podía esperar de unas escuelas -cuadras destartaladas, decía él- con unos maestros precariamente formados y mal pagados, “maestros ignorantes, cuasi mendigos, desprovistos de todo prestigio e influencia social, desconsiderados por la plebe y maltratados por los cacicuelos”⁴⁰. Tengamos en cuenta, circunscribiéndonos a la formación de los maestros en las disciplinas científicas,

⁴⁰ MACÍAS PICAVEA, R., *El problema nacional*, editorial Biblioteca nueva, Madrid, 1996, pp. 98-99.

que -como pone de manifiesto Mariano Bernal- entre 1843 y 1898 aproximadamente, la presencia de los contenidos de ciencias en la formación de los maestros españoles era muy escasa por lo que la enseñanza de las ciencias físico-naturales en las escuelas estaba restringida, hasta principios de siglo, al grado superior limitada a las escuelas de niños⁴¹. De hecho, en el plan de estudios que conducía al título de maestro de grado elemental no existió ninguna disciplina relacionada con el área de las ciencias experimentales, que en cambio sí figuraría en el plan para la obtención del título de maestro de grado superior, aunque con unas condiciones y recursos materiales lamentables. De manera que poco se podía esperar de unos niños que habían tenido unos maestros con esas características. Es decir, los alumnos accedían a los Institutos con una mínima o nula formación científica. Sería ya a finales del siglo XIX, en 1898, cuando se introduciría una asignatura del área, Física y Química, Historia Natural y trabajos manuales en la preparación de los maestros de grado elemental. La formación de éstos mejoraría sustancialmente con la reforma de 1914 y, por tanto, era de esperar que también los alumnos alcanzarían una mejor preparación en la escuela respecto a las asignaturas de corte científico. La situación había sido criticada años antes desde distintos sectores. Por ejemplo, por Pedro Muñoz Peña, catedrático y director del Instituto de Lorca, cuando manifestaba en 1873 que:

*“a la primera enseñanza le falta mucho que adelantar en el camino de las reformas para producir buenos resultados (...) Urge, pues, reformar la primera enseñanza principalmente en los métodos y sistemas pedagógicos, procurando que los niños salgan de las escuelas, no hechos máquinas de repetir palabras, sino lo que deben ser inteligencias racionales, que empiezan a desarrollarse, si, pero inteligencias al fin”*⁴².

De hecho, la prensa periódica de esta ciudad, como *El Obrero*, recogía en 1901 que había escuelas en las que se cobraba y no se abrían, dado que el maestro -que realmente residía en otra ciudad-, debido al favor del caciquismo reinante, ni asomaba por su escuela en todo el año, de manera en las otras escuelas había *“niños de pobres que no se admiten porque la escuela está repleta de niños de paga (...) niños de pobre que se admiten para que sirvan de barrenderos y mandaderos, (...)”*⁴³.

⁴¹ Véase el capítulo II del trabajo de BERNAL MARTÍNEZ, J. M., *La renovación de las orientaciones para la enseñanza de las ciencias en la educación primaria en España (1882-1936)*, Tesis doctoral. Universidad de Murcia, 1999.

⁴² *Memoria acerca del estado del Instituto de 2ª Enseñanza de Lorca leída en la solemne apertura del curso académico de 1873 a 1874*, ob. cit., p. 4.

⁴³ Archivo Municipal de Lorca. *El Obrero*, 2 de 31-10-1901.

Otro porcentaje minoritario de niños, a los nueve años –siempre que residieran en capitales o municipios suficientemente populosos- podía cursar el nivel superior de la primera enseñanza. El plan de Instrucción Primaria de 1838 establecía que las ciudades con 1.200 habitantes debían tener una escuela primaria superior, aunque, como era norma habitual, si los recursos económicos no lo permitían, donde no fuese posible establecer una escuela elemental completa, se debía procurar el establecimiento de una incompleta, en la que se enseñaran las partes consideradas como más indispensables, a saber, leer, escribir y doctrina cristiana⁴⁴. La Ley Moyano determinaba en su artículo 4º que en la primera enseñanza superior además de ampliar las materias que se daban en la primera enseñanza elemental, se enseñarían Nociones generales de Física y de Historia natural, acomodadas a las necesidades más comunes de la vida, aunque quedaban excluidas las niñas puesto que su estudio se reemplazaría por Labores o Higiene. Sobre este nivel de la enseñanza primaria, Becerro de Bengoa, decía al finalizar el siglo XIX que:

*“para la mayoría de los alumnos no existe más que la enseñanza elemental, y que, desgraciadamente, desde los diez años en adelante, unos porque se dedican al aprendizaje de los oficios, y otros porque pasan a estudiar la Segunda Enseñanza, no completan en manera alguna la primera enseñanza superior, prescindiendo en la mejor edad de la niñez y de la juventud, en los años en que la inteligencia empieza verdaderamente a desarrollarse, de una serie de conocimientos, ya nuevos o ya ampliados, que constituyen el fundamento de la instrucción general”*⁴⁵.

Ricardo Becerro destacaba la importancia de prestar la debida atención al nivel superior de primera enseñanza, tan poco difundido en nuestro país, planteando la oportunidad de considerarlo como un período obligatorio antes de ingresar en la segunda enseñanza. También Macías Picavea se preguntaba por qué no se exigía el nivel correspondiente a la enseñanza primaria superior, en vez de la primera instrucción

⁴⁴ Plan de Instrucción Primaria de 21 de julio de 1838. Enrique Guerrero Salom comenta que entre 1850 y 1870 las escuelas superiores aumentaron en 85 aunque disminuyeron en seis el año 1885 (GUERRERO SALOM, E., “La Institución, el sistema educativo y la educación de las clases obreras a finales de siglo”, *Revista de Educación*, 243, pp. 64-81 (referencia en p. 66). Fueron muchas las ciudades que tuvieron que esperar bastante tiempo para poder contar con ese nivel de enseñanza. Por ejemplo, en Palencia, debido a la escasez de recursos económicos del Ayuntamiento, fue considerado inútil este tipo de escuela porque ya había -como comenta M^a Concepción Álvarez- dos elementales completas y un Instituto de Segunda Enseñanza, de manera que con ellas se “absorbía la totalidad del presupuesto destinado a educación: 41.000 reales anuales” (ÁLVAREZ GARCÍA, M^a C., *La enseñanza secundaria en Palencia durante el siglo XIX (1845-1901)*, Diputación Provincial de Palencia, 1997, p. 41).

⁴⁵ BECERRO DE BENGOA, R., *La enseñanza en el siglo XX*, ob. cit., pp. 115-116.

elemental, como nivel mínimo para el examen de ingreso a los Institutos⁴⁶. Pese a todas estas demandas, realmente no era preciso cursar la primera enseñanza superior para poder acceder a la segunda enseñanza, lo cual suponía, como explica F. Veá, “*la pérdida casi total de conocimientos científicos dentro de la primera enseñanza*”⁴⁷. Además, los escasos alumnos que sí cursaban la primaria superior, tampoco obtenían un rendimiento adecuado debido al carácter que se daba a la enseñanza de las ciencias en estos niveles:

*“en vez de multiplicar los trabajos prácticos, que tanto facilitan el trabajo didáctico y que tanto contribuyen a ahondar y arraigar lo que se estudia, se multiplican las lecciones de los programas, y se deja a la memoria el encargo de realizar toda tarea. La enseñanza superior primaria, así entendida, ni prepara a los alumnos en los términos que puedan utilizarse como base y fundamento de la Segunda enseñanza, ni se conserva más tiempo que el que dura la impresión pasajera de la memoria en los jóvenes que se dedican a oficios y profesiones”*⁴⁸.

Tampoco se establecía relación alguna entre esta enseñanza primaria superior y la enseñanza secundaria de los Institutos. El objetivo a conseguir mediante la enseñanza de la Física y Química en ese nivel era que su estudio se concretara “*a lo puramente práctico y utilizable, dentro del sistema progresivo*”, a través de “*una acertada y distribución y selección de las materias que comprende, para que la juventud deduzca de ella sólo lo que le interesa en los casos más comunes de la vida, y prescindiera del inmenso cúmulo de trabajos y de aplicaciones de otra categoría, que están reservados a los estudios especiales*”⁴⁹. En ello estaba precisamente la dificultad metodológica para el profesor puesto que había que conseguir que “*haciéndola fácil, práctica e inmediatamente utilizable, no resulte confusa y estéril para los escolares, en gran parte de su contenido*”⁵⁰. Evidentemente, poner en práctica planteamientos de este tipo exigía una preparación científica y didáctica que es difícil suponer a los maestros de la época. El programa para las oposiciones a las escuelas de grado superior era exigente en cuanto a los conocimientos exigidos de ciencias físico-naturales. Incluía 35 temas relativos a Física, 20 de Química y 28 de Historia Natural, por lo cual, al menos sobre el papel, los

⁴⁶ MACÍAS PICAVEA, R., *El problema nacional*, ob. cit., p. 101.

⁴⁷ VEA MUNIESA, F., “Las Matemáticas en la enseñanza secundaria en España en el siglo XIX”, ob. cit., v. II, p. 471.

⁴⁸ BECERRO DE BENGOA, R., *La enseñanza en el siglo XX*, ob. cit., p. 161.

⁴⁹ *Ibidem*, p. 308.

⁵⁰ *Ibidem*, p. 309.

maestros de esas escuelas debían tener una buena preparación. Otra cosa era lo que realmente sucedía. Margarita Comas, una de las principales protagonistas de la renovación de las orientaciones para la enseñanza de las ciencias en España, cuando busca las razones para que aún en 1936 la enseñanza de las ciencias en las escuelas españolas siguiera siendo fundamentalmente libresca y memorística, a pesar de las numerosas publicaciones que ya existían reclamando un cambio de metodología, explica con precisión cual era el principal motivo: la escasa preparación de los maestros y profesores de Normales⁵¹.

Desde la Institución Libre de Enseñanza, recogiendo la concepción de las escuelas inglesas, se recomendaba incluir cuanto antes las materias de ciencias en los programas: “nuestra conclusión es que se debe enseñar la química pronto y en unión con otras ramas de las ciencias. La ciencia de la vida diaria, incluyendo la química, es la ciencia de las escuelas (...) en forma de lecciones de cosas comunes”⁵². Francisco Quiroga propondría la realización en la escuela primaria de experiencias de Química relacionadas con la vida cotidiana, tratando de incrementar el interés del alumno hacia el aprendizaje de las ciencias en un contexto que le fuera familiar y conocido. Pese a la difusión que tuvieron sus cursos de experiencias de Química dirigidos a maestros, organizados por el Museo Pedagógico Nacional y publicados en el *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza*, sus ideas tendrían poca incidencia en la práctica habitual de nuestras escuelas.

Para acceder a los Institutos era preciso realizar un examen de ingreso que, en general, siempre fue poco exigente. A partir de 1845 se circunscribía a cuestiones sobre escritura, gramática y ortografía; en 1861 se reguló que las preguntas debían ser sobre doctrina cristiana, gramática, un dictado y una operación de aritmética⁵³. Aunque el plan de 1873 planteaba en principio mayores exigencias para el ingreso, puesto que las preguntas versaban sobre la enseñanza primaria superior y no sobre la elemental, dado que no se puso en práctica, todo seguiría igual durante un buen número de años. Así, en 1882, R. Sanjurjo decía que la prueba de ingreso consistía simplemente en algunas

⁵¹ “La -causa- más importante es que todos, maestros y profesores de Normales, hemos carecido hasta hace poco de la preparación objetiva suficiente. Precisamente por esto interesa discutir el problema y buscar orientaciones” (COMAS CAMPS, M., “Las Ciencias Naturales en la escuela”, *Revista de Pedagogía*, 171, 1936, pp. 97-104 (referencia en p. 97).

⁵² WORMELL, Dr., “La enseñanza de la Química elemental”, ob. cit., p. 303.

⁵³ R. O. Circular de 22 de agosto de 1861.

cuestiones de gramática, religión, aritmética y un dictado⁵⁴. Los claustros de los Institutos de Burgos, Bilbao, Santander, Valladolid, Palencia, Reus, Baleares, etc., demandaban que el examen de ingreso se hiciese con mayor rigor e incluso que el maestro de primera enseñanza certificara que el niño se hallaba instruido en la primera enseñanza elemental completa⁵⁵.

De esta forma, los alumnos que entraban en los institutos, a una edad excesivamente temprana⁵⁶, carecían en la mayoría de los casos de una preparación científica básica, puesto que, como decía Rafael Candel Vila, profesor del Institut-Escola de Barcelona, las ciencias de la naturaleza, “*a pesar de su importancia formativa, no figuraban en los programas de la enseñanza primaria*”⁵⁷. En este sentido, M. Bernal ha puesto de manifiesto que la enseñanza de las ciencias en la educación primaria muestra una situación irregular y aparece en una posición de atraso con respecto a lo que sucedía en otros países. Las materias que se enseñaban eran fundamentalmente religión, lengua (lectura y escritura) y aritmética elemental con algunas nociones de geometría, no enseñándose, por lo general, la geografía, la historia o las ciencias físico-químicas y naturales⁵⁸. Las palabras de Cossío pueden ser fiel testimonio de la situación existente:

“Las ciencias físicas y naturales tienen escaso cultivo. En algunas escuelas existen ciertos aparatos pero muy escasos y de poco uso. Más frecuentes son los cuadros para la zoología, con las especies vulgares, y siempre sin condiciones para la enseñanza, la cual se hace, por lo general,

⁵⁴ “consta de unos cuatro renglones escritos al dictado y de una de las cuatro cuentas fundamentales con los enteros; de un ligero análisis gramatical por palabras y alguna pregunta de doctrina”, decía R. Sanjurjo en 1882, en SANJURJO, R., “Reflexiones sobre la segunda enseñanza en España y en el extranjero”, *Gaceta de Fomento*, 1, Tip. del Asilo de Huérfanos del S.C. de Jesús, Madrid, 1882, pp. 3- 6 (referencia en p. 5).

⁵⁵ MARTÍN JIMÉNEZ, I., “La figura del Bachiller en el Distrito universitario de Valladolid: 1875-1900”, *Educació i Història*, 2, 1995, p. 45.

⁵⁶ La edad mínima de ingreso en los Institutos fue uno de los aspectos que más polémica suscito. Baste como ejemplo la crítica realizada por Ricardo Becerro de Bengoa en el Congreso de 1892: “*La edad para el ingreso de los alumnos será de once años cumplidos*”. Y criticaba la actitud de los padres “*que dedican a sus hijos antes de tiempo a estudios superiores a su tierna inteligencia (...) se les lleva al Instituto para agobiarlos con estudios impropios de sus pocos años*”. Véase LABRA, R. M^a de, *El Congreso Pedagógico hispano-portugués-americano de 1892*, Librería de la viuda de Hernando y Cia, Madrid, 1892, p. 63.

⁵⁷ CANDEL VILA, R., “Las Ciencias de la Naturaleza y las realidades de la escuela activa”, En *La publicitat*. Este artículo se recogió en *Institut-Escola, Revista de l’Institut-Escola de la Generalitat*, 10, 1933, pp. 9-12.

⁵⁸ Véase el capítulo II sobre la formación científica del Magisterio en BERNAL MARTÍNEZ, J. M., *La renovación de las orientaciones para la enseñanza de las ciencias en la educación primaria en España (1882-1936)*, Tesis Doctoral. Universidad de Murcia, 1999.

*teóricamente, mediante la lectura y con muy poca explicación. Lo mismo ocurre con la agricultura*⁵⁹.

Los contenidos científicos apenas contaban en la primera enseñanza. Sólo se contemplaron algunas asignaturas como la llamada “*Nociones de física e historia natural, acomodadas a las necesidades comunes de la vida*”, que, como se ha dicho, sólo cursaban los chicos puesto que las niñas seguían estudios de labores e higiene doméstica. Paulatinamente se fue estimando la conveniencia de su enseñanza, a pesar de las reticencias religiosas al analizar algunas teorías bajo el prisma de la doctrina católica o simplemente porque se explicaban algunas nociones sobre organografía y fisiología humanas. También tendría un efecto positivo el que en la reforma de Groizard se exigieran por vez primera a lo largo del siglo XIX los conocimientos de la enseñanza primaria superior en el examen de acceso a los Institutos. Como comenta F. Vea, supuso “*eleva el punto de partida del desarrollo curricular de la segunda enseñanza, puesto que el aprendizaje del alumno no parte de cero*”⁶⁰. Pidal, en 1899, de nuevo disminuía el nivel de exigencia académico en el examen de ingreso, criticando el alto nivel de contenidos exigidos por el plan de 1898, de manera que proponía un nivel más elemental, sólo “*los conocimientos indispensables y suficientes para que el alumno pueda comenzar con fruto sus estudios*”⁶¹.

En 1901 -recordemos que los estudios de Magisterio fueron asumidos por los Institutos Generales y Técnicos⁶²-, se dispuso que el alumno, para ingresar en el Instituto, tenía que haber cumplido los diez años y aprobar un examen escrito sobre un dictado de un pasaje del Quijote y unas operaciones de aritmética, una prueba oral sobre nociones generales de aritmética, geometría, religión y conocimientos útiles (naturaleza, ciencias, artes e industrias) y por último, una prueba práctica sobre el examen de un objeto sencillo, explicando sus cualidades, nociones de Geografía sobre un mapa y

⁵⁹ COSSÍO, M. B., *La enseñanza primaria en España*, 2ª edición renovada por Lorenzo Luzuriaga, Museo Pedagógico Nacional, Imprenta R. Rojas, 1915, pp. 115-116.

⁶⁰ VEA MUNIESA, F., “Las Matemáticas en la enseñanza secundaria en España en el siglo XIX”, ob. cit., v. II, p. 572.

⁶¹ UTANDE IGUALADA, M., *Planes de estudio de Enseñanza Media (1787-1963)*, ob. cit., pp. 343-344.

⁶² El plan de 1901 supondría un incremento del número de asignaturas de ciencias en la formación de los maestros, aunque en 1903 se simplificaría el programa de estudios con la reforma de Bugallal.

lectura, explicación y análisis gramatical⁶³. La realidad continuaba siendo en 1915, como manifestaba Cossío, que muchas de las escuelas servían nada más que para enseñar a leer, escribir, contar y rezar⁶⁴. Será a partir de los años 20 cuando se encuentran referencias de maestros que incluían en sus programas y en su práctica habitual las lecciones de ciencias, aunque todavía en 1936 existen testimonios sobre la escasa implantación que la enseñanza de las ciencias tenía en la enseñanza primaria.

Por lo tanto, los alumnos de los Institutos durante el primer tercio de este siglo se iban a encontrar por vez primera con el estudio de la Física y de la Química en el penúltimo y último cursos del bachillerato con los planes entonces en vigor, si es que llegaban a estos cursos, con el único objetivo de servir de preparación para las carreras universitarias y especiales. A finales del siglo XIX, el catedrático de Física y Química, Primitivo Sotes, señalaba que cuando los alumnos iniciaban el estudio *“de la Física y Química en los Institutos de segunda enseñanza, han cursado la aritmética y Algebra y la Geometría y Trigonometría rectilínea. La extensión que ordinariamente se da a tales asignaturas en dichos establecimientos es la base para el desarrollo de nuestro programa”*⁶⁵. Esta situación -corroborada por Francisco Quiroga en el *B.I.L.E.*⁶⁶- continuó, prácticamente sin cambios, hasta 1926, cuando se propuso en el bachillerato elemental la asignatura “Nociones de Física y Química”. El propio catedrático de Física y Química de Instituto, Juan María Bofill, manifestaba que *“el desconocimiento casi completo (que hemos tenido ocasión de observar por nosotros mismos) por parte de los alumnos, obligaba al profesor a una explicación compendiada, elemental, rudimentaria, en cuanto al fondo; y concisa, clara, vulgar algunas veces, en cuanto a la forma”*⁶⁷. Recordemos que en los planes de estudio durante el primer cuarto del siglo XX la Física y Química se cursaba en:

⁶³ *Anuario legislativo de Instrucción Pública correspondiente a 1901*, Publicado por la Sección de Estadística de Instrucción Pública, Madrid, 1902, pp. 302-316. R. D. de 10 de mayo de 1901.

⁶⁴ COSSÍO, M. B., *La enseñanza primaria en España*, ob. cit., p. 110.

⁶⁵ ACMEC, Legajo 5924-39. Expediente de Primitivo Sotes. El subrayado es nuestro.

⁶⁶ QUIROGA F., “La enseñanza de la Química”, ob. cit.

⁶⁷ ACMEC, Legajo 5622-32. Expediente personal de Juan María Bofill.

Cuadro IV. 1.

Curso en el que se estudiaba la Física y Química en el primer cuarto de siglo			
Plan	Vigencia	Curso	
		Química	Física
García Alix	Un curso	5º	5º y 6º
Romanones	Dos cursos	5º	5º
Bugallal	Veintitrés cursos	5º	6º

Fuente: elaboración propia a partir de los planes de estudio.

Es decir, si el alumno había ingresado una vez cumplidos los diez años, como era preceptivo, y si había superado los distintos procedimientos selectivos (externos e internos), sería a los 15 o 16 años, en el mejor de los casos, cuando se enfrentaba al estudio de la Física y de la Química desde que en la escuela -si es que ello había tenido lugar, que en muchos casos no lo era- había sido introducido en el estudio de las ciencias experimentales. No se tuvieron en cuenta otros planteamientos mucho más positivos de cara a la formación científica de los ciudadanos, como el del citado Becerro de Bengoa⁶⁸. Para él, la Física y la Química debían ser objeto de estudio debido a su valor formativo y a los continuos progresos y aplicaciones de estas disciplinas, por el carácter práctico y útil que tenían. Además, deberían estudiarse en varios años y con un carácter cíclico y progresivo⁶⁹. Pero, como ya hemos mencionado anteriormente, a lo largo del periodo estudiado las asignaturas de ciencias experimentales se impartieron esencialmente en los últimos cursos y con un marcado carácter de preparación para los estudios universitarios.

⁶⁸ “El estudio de los conocimientos de las ciencias físico-químicas y naturales, dentro del carácter muy elemental, pero práctico y de aplicación, ha adquirido hoy, en los cuadros de enseñanza de todas las naciones cultas, una enseñanza extraordinaria. No se puede admitir ya el que conocimientos tan extensos y complejos, siquiera se concreten todo lo necesario, como los de historia natural y los de fisiología, se estudien en un solo curso; ni que suceda lo mismo con la física y la química, cada una de cuyas materias exigiría dos o tres por lo menos. Dentro del sistema progresivo, esta labor se distribuye con todo acierto, y poco a poco se logra adquirir su conocimiento elemental práctico, lo más completo posible” (BECERRO DE BENGOA, R., *La enseñanza en el siglo XX*, ob. cit., p. 303).

⁶⁹ De la misma opinión era Macías Picavea cuando manifestaba que las asignaturas: “corresponden todas a cursos únicos y cerrados, diarios en su mayoría. Todo eso de procedimientos progresivos y cíclicos de edificación intelectual (...) son métodos de pedagogía civilizada que no caben en nuestra barbarie; molestan además a los padres de familia, y los ponen en solfa ministros de Fomento que así entienden de estos achaques como de esquilarle el rabo a la burra de Balán” (MACÍAS PICAWEA, R., *El problema nacional*, ob. cit., p. 101).

1.4. El creciente interés por la formación científica en los niveles intermedios

La necesidad de introducir el estudio de las ciencias en todos los niveles de la instrucción pública española, fue asumida de manera progresiva no solo por los científicos, sino también desde los ámbitos pedagógicos. El trabajo ya citado de Mariano Bernal, muestra -recogiendo y analizando textos de Avendaño, Carderera, Aguilar, P. de Alcántara, Rufino Blanco, etc.- las razones que se aducían desde la teoría pedagógica para la inclusión de las materias de ciencias en los programas escolares: porque aumentaban la curiosidad y el interés por el aprendizaje, porque se reconocía que las ideas científicas de los niños se construyen durante los años de la enseñanza primaria, por la utilidad y aplicaciones que tenía el conocimiento científico, porque contribuyen al desarrollo intelectual del niño, porque podían favorecer el desarrollo de valores religiosos, etc. En este sentido, en 1894, Ricardo Terrades, en los programas que los opositores a las cátedras de Instituto presentaban al tribunal correspondiente, consideraba que los objetivos que deberían alcanzarse con las materias de Física y Química en la segunda enseñanza debían ser los de⁷⁰:

- 1) Dar a conocer los fundamentos de la Física y de la Química para que los alumnos -con suficiente base- pudieran proseguir estos estudios.
- 2) Exponer sus múltiples aplicaciones y la deducción sencilla de los principios experimentales o teóricos que son de uso continuado en la vida diaria.

Posteriormente, la tendencia a una mayor universalización de los estudios de segunda enseñanza, la influencia -como comentaremos más adelante- en la política educativa de sectores más progresistas, la creación del Museo Pedagógico Nacional y de la Junta de Ampliación de Estudios, la puesta en funcionamiento del Instituto-Escuela de Madrid, la presencia de profesores innovadores -tanto en la enseñanza primaria como en la secundaria- el conocimiento de propuestas extranjeras sobre la importancia concedida a la enseñanza de las ciencias a la hora de conformar las denominadas “humanidades modernas”, etc., propiciarían una evolución en los planteamientos y objetivos perseguidos con la enseñanza de la Física y Química en particular y de la enseñanza de las ciencias en general, tendente a propiciar una

⁷⁰ ACMEC, Legajo 5930-30. Expediente de Ricardo Terrades Pla.

preparación científica básica que contribuyera a una formación integral de los ciudadanos. Cuando analizamos las finalidades educativas que se atribuían a la enseñanza de la Física y Química en el Instituto-Escuela de Madrid, encontramos muestras evidentes de esa evolución en la concepción de los objetivos⁷¹:

- A) Familiarizar a los niños con las leyes de la materia mediante manipulaciones que sensiblemente las revelen.
- B) Aclararles, mediante experimentos, los procesos de los fenómenos naturales y de los productos industriales más corrientes.
- C) Abrir en su espíritu la visión lejana de los grandes problemas científicos que en ese orden tiene ante sí la humanidad.

Se trataba de ofrecer a los alumnos una cultura científica, pero también unos instrumentos y unos modos de actuación que les permitieran comprender el mundo que les rodeaba, el progreso y aplicaciones de la ciencia y la adopción de un espíritu abierto y crítico. Era preciso no sólo “*que los niños aprendan lo que se les enseña y repitan lo aprendido, sino (...) que reflexionen, constaten y ejecuten (...); se le incita a que piense, que reflexione, que mida sus fuerzas, que investigue, que anhele, que dude, para rendirse al fin, a la evidencia de la verdad*”⁷². No se pretendía sólo el aprendizaje de una serie de conceptos para superar un determinado examen -porque tampoco los había-, con vistas a los posteriores estudios universitarios, sino que se trataba de propiciar, a través de un aprendizaje realmente significativo, una formación científica que permitiera a los alumnos interpretar lo que ocurría a su alrededor a través del desarrollo de estrategias y procedimientos habituales en la actividad científica: curiosidad, reflexión, espíritu crítico, etc. Los programas propuestos por los profesores Catalán y León para los alumnos del tercer grado -en los grados 1º y 2º no se daban enseñanzas de Física y Química-, reflejan fielmente cuales eran sus finalidades educativas:

Cuadro IV.2.

⁷¹ Reglamento del Instituto-Escuela de Madrid.

⁷² MAEZTU, M^a de, “Enseñanza y métodos. Sección Preparatoria”, “en JUNTA PARA AMPLIACION DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES CIENTIFICAS, *Un ensayo pedagógico. El Instituto-Escuela de Segunda Enseñanza de Madrid (Organización, métodos, resultados)*, Tip. de la Revista de Archivos, Madrid, 1925, pp. 31-37 (referencia en p. 32).

Contenidos de Física y Química en el tercer grado de la sección de primaria en el Instituto-Escuela de Madrid	
Propiedades generales de los cuerpos	Impenetrabilidad. Divisibilidad. Porosidad. Inercia. Gravitación. Elasticidad.
Medida de longitud con el doble decímetro	Apreciación de longitudes a simple vista. Medida de líneas curvas con hilos y alfileres.
Medida de volúmenes con la probeta o vasos graduados	Apreciación de volúmenes a simple vista. Medida de sólidos irregulares por desplazamiento.
Vasos comunicantes	Surtidor. Manantiales de agua.
Existencia del aire y otros gases	
Efectos generales del calor. Variaciones de tamaño.	Cambios de estado. Cambios de temperatura. Cuerpos buenos y malos conductores del calor.
Propagación de la luz en línea recta.	
Magnetismo.	
Efectos de la corriente eléctrica	Efectos magnéticos, caloríficos, luminosos, químicos, fisiológicos.
Solubilidad	Sólidos solubles e insolubles. Disolución de líquidos. Disolución de gases. Disoluciones saturadas.
Ácido sulfúrico	Acción sobre el cinc. Hidrógeno. Agua.
Oxidaciones y combustiones	Combustión del fósforo. Elementos activos del aire. Oxígeno. Elemento inactivo. Nitrógeno.

Fuente: *Un ensayo pedagógico. El Instituto-Escuela de Segunda Enseñanza de Madrid (Organización, métodos, resultados)*, pp. 118-122.

La puesta en práctica se hacía desde enfoques metodológicos y didácticos coherentes con los objetivos propuestos. Así, los alumnos participaban activamente en la realización de numerosas experiencias prácticas, siendo protagonistas importantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje: “*El primer principio educador consiste en inducir al alumno a la actividad de sus propias fuerzas (...) La mejor enseñanza es aquella que coloca al discípulo en disposición de alcanzar el conocimiento por el ejercicio de sus facultades naturales (...)*”⁷³. Lamentablemente, la experiencia acumulada a través del ensayo pedagógico llevado a cabo en este centro, así como el estudio y análisis de la situación de la enseñanza secundaria en otros países⁷⁴, tuvieron poca repercusión en la reforma promulgada durante la dictadura de Primo de Rivera. De esta forma, las propuestas y ensayos para la renovación de la enseñanza de las ciencias experimentales

⁷³ *Ibidem*, p. 31.

⁷⁴ Por ejemplo, José Castillejo ya decía, en 1919, que en Inglaterra: “*Crearon en aquellas Higher Grade Schools una forma de enseñanza secundaria breve, para niños de doce a quince años, que, por ser esencialmente de ciencias y de carácter popular, contrastaba con la enseñanza clásica, de preparación para las universidades, dada en las grandes escuelas secundarias, y podía servir para las clases modestas que no pueden procurar a sus hijos una enseñanza superior por tener que aplicarlos a ganar su vida desde la edad de catorce o quince años*”. (CASTILLEJO, J., *La educación en Inglaterra*, Ediciones de la lectura, 1919, pp. 124-125).

no se verían reflejadas ni en las disposiciones oficiales, ni -lo que es más importante- en la práctica educativa de los centros, hasta el final del periodo estudiado.

1.5. Los objetivos de la Física y Química en el plan de 1926

Como decíamos anteriormente, a pesar de los planteamientos ofrecidos desde el Instituto-Escuela de Madrid, basados en los principios pedagógicos institucionistas y del conocimiento de otros sistemas educativos extranjeros, el Plan Callejo de 1926 establecía un Bachillerato Elemental de cultura general, de sólo tres cursos, dirigida a un alumnado heterogéneo⁷⁵. Además, se planteaba una prematura especialización en Ciencias y Letras, con lo cual, entre otras cosas, sesgaba la posibilidad de una educación más completa e integrada⁷⁶. Aunque el plan de 1926 supuso introducir por primera vez la enseñanza de las ciencias en este período del bachillerato elemental, en poco contribuiría a la formación científica básica de los ciudadanos el desarrollo de una asignatura como “Nociones de Física y Química” en el segundo de los tres años que conformaban ese bachillerato, dado que era en un solo curso cuando se abordaban las nociones fundamentales de la Física y de la Química.

No se contempló, por tanto, un planteamiento cíclico y gradual de los contenidos a lo largo de más cursos, y se seguía insistiendo más en la asimilación de conceptos - dado que la selección y organización de los contenidos de Física y Química seguida se basaba en la selección de unos conocimientos básicos, organizados y estructurados de forma análoga a como lo hacían las disciplinas de referencia- que no en la contribución a una formación científica de los alumnos teniendo en cuenta las capacidades a desarrollar, basada en procesos importantes como la realización de actividades o la identificación de problemas⁷⁷.

⁷⁵ “Para aquellos que no han de proseguir nuevos estudios; para los que se encaminan a Escuelas especiales: civiles, militares y navales; para las profesiones no universitarias; para muchos funcionarios del Estado; para gran número de las señoritas que asisten a los Institutos; para todos, en fin, los que, sin aspirar a ingresar en las Universidades deseen mejorar la cultura que en la Primera enseñanza obtuvieron” (Plan de estudios de 25 de agosto de 1926).

⁷⁶ “La cultura general que la Segunda enseñanza debe proporcionar está en absoluto reñida con esa instrucción parcial”, decía Becerro de Bengoa, mostrándose ya entonces en contra de un período general -aunque fuese de cuatro años- y otro bifurcado en Ciencias y en Letras. (BECERRO DE BENGOA, R., *La enseñanza en el siglo XX*, ob. cit., p. 260).

⁷⁷ En este aspecto, a lo sumo, se proponían estudios experimentales, por ejemplo, sobre el péndulo, hechos que mostraran la transformación del calor en trabajo, la exposición cualitativa de fenómenos como la refracción, o comentar las aplicaciones cotidianas e industriales de algunos de los contenidos desarrollados.

En cualquier caso, hay que valorar positivamente la evolución que supuso el nuevo plan en comparación con anteriores planes de estudios en los que ni siquiera se consideraba en el curriculum la enseñanza a esas edades de estas materias, sino que se postergaban al final de los estudios de Bachillerato⁷⁸.

1.6. Un cambio significativo en los objetivos de la enseñanza de las ciencias: la propuesta republicana

Será durante el período republicano cuando, por fin, las disposiciones de la administración educativa planteen un estudio cíclico y progresivo de la Física y Química o de las Ciencias físico-naturales en el marco de un Bachillerato unitario y no bifurcado. En los tres primeros cursos de que constaba el primer ciclo del bachillerato se destacaba la contribución de estas disciplinas a la formación del alumno y se recomendaba que, partiendo de la observación directa de los hechos, aquél fuese capaz de inducir principios generales. Era a través de *“el espíritu de observación, el poder de abstracción y el juicio crítico (que) se ejercitan en aquel proceso activo de elaboración, aún en el plano elemental que la disciplina debe situarse dada la edad y preparación de los alumnos”*, como las ciencias físico-naturales debían adquirir un valor formal que estaría ausente si se las limitaba a una mera exposición de sus contenidos. De este modo, *“al mismo tiempo que la formación clásica, los métodos de investigación y el conocimiento de las Ciencias naturales y experimentales darán una cultura integral a todos los alumnos, sea cual fuere la orientación de sus estudios superiores”*⁷⁹.

⁷⁸ Lo mismo ocurría con otras materias, por ejemplo, Matemáticas, sobre las que J. R. Pascual Ibarra, profesor y catedrático de Instituto durante esos años, decía que *“no suministraba a los bachilleres elementales los conocimientos necesarios, como útiles imprescindibles, para el ejercicio calificado de determinados oficios o profesiones (PASCUAL IBARRA, J. R., “El Bachillerato y la enseñanza de la matemática (1931-1981), en HARO, J. Y OTROS (Eds.), Instituto de Bachillerato Cervantes. Miscelánea en su cincuentenario, 1931-1981, MEC, 1982, pp. 541-552 (referencia en p. 542).*

⁷⁹ Además se pretendía que el alumno fuese capaz de alcanzar: *“una precisión en el examen de los hechos o en la adquisición de los datos concretos sobre los que los alumnos han de inducir sus incipientes y sencillas hipótesis o explicaciones, ejercita y adiestra la actuación de los sentidos. Abstraer de lo concreto lo que es general a casos particulares, desarrolla la capacidad y la visión certera que elimina lo accesorio y fija lo fundamental. Rectificar explicaciones o hipótesis erróneas o carentes de la amplitud necesaria para abarcar hechos nuevos, imprevistos o insuficientemente analizados, presta al juicio la objetividad y plasticidad indispensables para razonar correcto. La posición de los alumnos ante los pequeños problemas naturales que el profesor hará desfilar ante ellos es la del investigador, aunque sea en el tono menor que la realidad impone”* (Cuestionario de

Esta orientación que establecía el nuevo plan, de conducir a los alumnos a un “proceso activo de elaboración”, a un proceso de elaboración personal, de construcción de la propia ciencia, representaba un cambio importante en el reconocimiento de los objetivos que la enseñanza de las ciencias podía cubrir en la educación secundaria. Eran orientaciones en la línea de las contenidas en los objetivos generales del área de Ciencias Naturales en la actual E.S.O., pero planteados casi sesenta años después (“*Valorar el conocimiento científico como un proceso de construcción ligado a las características y necesidades de la sociedad en cada momento histórico y sometido a evolución y revisión continua*”). Por otra parte, también se planteaba en el nuevo plan la importancia de conectar la enseñanza de las ciencias experimentales con las actividades de la vida cotidiana de los alumnos: “*aún cuando reconocemos que en un estudio elemental lo importante es conocer los principios generales de las ciencias, no deberá olvidarse la importancia de las aplicaciones prácticas de estos principios a la vida corriente*”⁸⁰. Con lo que se incidía en su carácter útil y de aplicación, de modo similar, asimismo, a los objetivos generales planteados para la actual E.S.O.⁸¹.

Estas ideas se pueden ver reflejadas en la concepción disciplinar que presentaban los catedráticos de Física y Química en sus oposiciones. Así, en 1932, José Font explicaba cómo el estudio de las ciencias físico-naturales contribuía de forma decisiva a la formación del alumno por la propia importancia que habían adquirido esas disciplinas y porque se adaptaban perfectamente a su gradual evolución intelectual: “*El valor pedagógico formativo de cualquier rama científica o literaria reside en ser materia adecuada de trabajo en armonía con el grado progresivo en el desarrollo intelectual de*

Ciencias físiconaturales publicados en el *Boletín Oficial de Instrucción Pública* de 4 de enero de 1935). Es decir, entre los objetivos marcados para la enseñanza de las ciencias físico-naturales destacaba la importancia dada a despertar aptitudes y actitudes acordes con este área, considerando trascendentes los procesos que implicaban análisis de hechos, emisión de hipótesis, capacidad de abstracción, la importancia de la rectificación de las creencias e hipótesis que en principio se creen correctas, la tendencia a ser objetivos y en definitiva, adoptar la situación propia a la de un científico.

⁸⁰ *Ibidem*.

⁸¹ “a) Utilizar los conceptos básicos de las Ciencias de la Naturaleza para elaborar una interpretación científica de los principales fenómenos naturales, así como para analizar y valorar algunos desarrollos y aplicaciones tecnológicas de especial relevancia. b) Aplicar estrategias personales, coherentes con los procedimientos de la Ciencia, en la resolución de problemas: identificación del problema, formulación de hipótesis, planificación y realización de actividades para contrastarlas, sistematización y análisis de los resultados y comunicación de los mismos, etc.” (R. D. de 4 de agosto de 1995 por el que se modifica y amplía el de 6 de septiembre de 1991, por el que establece el currículo de la E.S.O.).

que es capaz de alcanzar el alumno”⁸². Hecho que pone de manifiesto como era tenido en cuenta el proceso evolutivo del alumno a la hora plantear la metodología de estas disciplinas y qcomo, en ese proceso de elaboración personal de la ciencia que planteaba este profesor mediante su enseñanza a través de la observación y de la experimentación, el alumno adoptaba el papel análogo al de un investigador. Ahí estaba la clave del inmenso valor formativo de las ciencias experimentales en éste y en otros niveles educativos. Algunos catedráticos de Física y Química consideraron importante que, a través de la enseñanza de esas materias, se incidiera en la adopción de actitudes y valores y se fomentara la formación social del alumnado, puesto que, como ahora, se tendía más a fomentar el individualismo, la emulación, el deseo de triunfo personal, la eficacia y la competitividad permanente⁸³. Por ello Guillermo Mur planteaba que el profesor de Física y Química, poniendo de relieve cómo había tenido lugar el progreso científico, sus ventajas y desventajas, las aplicaciones industriales de la Física y de la Química y el consiguiente cambio en las condiciones de vida de los trabajadores, podía contribuir a educar el sentido social de los jóvenes. En su opinión, las clases prácticas “invitan ya a la cooperación de los alumnos en las experiencias y en la limpieza de aparatos, colocación, etc.”, hecho importante puesto que consideraba que la enseñanza de la Física y Química, además de permitir la adquisición de conceptos y del uso y dominio de procedimientos, también debía fomentar el desarrollo de actitudes y valores acordes con ideales democráticos, de respeto, tolerancia, y trabajo colaborativo en equipo.

En definitiva, a lo largo del primer tercio de este siglo se observa una clara evolución en los objetivos que perseguía la enseñanza de la Física y la Química en la educación secundaria. De no ser considerada prácticamente como objeto de estudio, o serlo en los últimos años del bachillerato, se pasó, primero, a ser incluida de forma tímida en el bachillerato elemental del plan Callejo de 1926 y, después, a reconocer su

⁸² ACMEC, Legajo 8046. Expedientes de oposiciones a cátedras. Concepto y metodología de la Física y Química, realizado por el catedrático José Font Bosch en 1932.

⁸³ “En cambio, nada se les ha dicho de los deberes sociales, y menos se ha tratado de darles una formación social que fuera infiltrando en ellos un hábito de cooperación en la gran obra del bienestar y de la prosperidad común (...) es necesario que los alumnos adquieran ya en este grado de enseñanza y de su vida, cuando empiezan a nacer hábitos y la formación, un ideario de fraternidad y de entusiasmo que les lleve más tarde a cooperar en las obras sociales” (MUR ESTEVAN, G., “El sentido especial de la enseñanza secundaria en las ciencias físico-químicas”, *Revista de Institutos*, 12, 1935, pp. 44-51 (referencia en p. 44).

importante aportación formativa en los planes del Instituto-Escuela o en el plan republicano de 1934 por su valor educativo en cuanto que permitía comprender los fenómenos cotidianos que ocurren en nuestro entorno, adquirir conceptos relevantes que implicaban una mejor comprensión del mundo físico y de la naturaleza, adoptar procedimientos habituales en la actividad científica que capacitaban para adoptar una actitud crítica, disponer de estrategias que posibilitaban afrontar una situación de forma rigurosa y comprender la importancia de estas materias en el progreso científico y tecnológico.

2. LA RENOVACIÓN DE LAS ORIENTACIONES PARA LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA Y QUÍMICA

2.1. La enseñanza de la Física y Química en los Institutos del siglo XIX

Cuando buscamos los antecedentes, las primeras orientaciones metodológicas para la enseñanza de las ciencias experimentales, encontramos que a lo largo de todo el periodo estudiado, pero fundamentalmente en el siglo XIX, el profesor tiende a ser el centro de todo el proceso docente. Desde una visión de la enseñanza como transmisión de conocimientos, las principales cuestiones didácticas que pueden plantearse están siempre relacionadas con problemas de comunicación. El profesor selecciona los contenidos, prepara la exposición y -en su caso- las demostraciones que deban acompañarla. El profesor toma todas las decisiones y asume todos los papeles en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Es fundamental por tanto, más que nunca en este periodo, considerar quiénes eran los profesores, qué teoría pedagógica sustentaban y qué preparación habían recibido⁸⁴.

⁸⁴ Como vimos en el capítulo II, eran muchos los profesores de Física y Química que tenían una titulación acorde para el desempeño de las cátedras de estas materias. Pero también encontramos otros que, quizá por la celeridad en la puesta en funcionamiento de los nuevos Institutos, carecían de una formación académica en los contenidos científicos sobre estas materias. Así, cuando se puso en marcha el Instituto de Almería, en 1845, para desempeñar la cátedra de Física y Química se nombró a D. Vicente Pérez, sacerdote y catedrático del Seminario, que no había cursado estudios fuera de dicha ciudad, por lo que difícilmente podría estar capacitado para el desempeño de dicha cátedra. De hecho, cuando ese centro pudo otorgar el grado de Bachiller, uno de los aspirantes fue el propio catedrático interino de Física y Química. Por ello, a partir de 1846, “*el Claustro de Catedráticos del Instituto, contó con un bachiller en Filosofía*” (SANZ SALVADOR, R., “Los primeros años del Instituto de Almería”, en LEAL MARTÍNEZ, F. (Coord.), *150 aniversario del Instituto de Bachillerato de*

Si nos remontamos a los primeros años de funcionamiento de los Institutos, por medio de los informes sobre el desarrollo de la asignatura a lo largo del curso podemos observar cómo, durante el curso 1845-46, el catedrático del Instituto de Tarragona, Francisco Javier Bru, que era farmacéutico y que compartía la enseñanza de la Física y Química con la de Historia Natural, fundamentaba su práctica docente en las demostraciones por parte del profesor, considerando tanto más satisfactorio el desarrollo del programa en cuanto más demostraciones hubiese podido realizar⁸⁵. De acuerdo con los planteamientos de la enseñanza como transmisión de conocimientos, se consideraba el desarrollo de la observación como la mejor contribución que pueden prestar las experiencias prácticas en la formación de los alumnos. Por lo tanto, asumiendo el papel de la experimentación como medio para enseñar por los ojos, las actividades experimentales que se proponían eran siempre demostraciones o experiencias de cátedra, como el mejor complemento de las explicaciones del profesor:

“el profesor cuidará de mostrar prácticamente todas aquellas (lecciones) que el tiempo y medios materiales que estén a su disposición se lo permitan, y en defecto de aquéllas su representación en la pizarra aprovechará más a los alumnos que la explicación desnuda aunque sea minuciosa, pues es bien sabido que cuanto mayor es el número de sentidos que concurren o transmiten las sensaciones tanto mejor quedan impresos en nuestro entendimiento (...) los alumnos escribirán un extracto de la misma lección; enseguida el profesor la explanará suficientemente después de haber resumido la del día anterior, empleando el tiempo que dejen dichos ejercicios en conferencias sobre las materias atrasadas cuya importancia lo reclame”⁸⁶.

Almería. *Actas. I. B. Nicolás Salmerón y Alonso, 1845-1995*, Instituto de estudios almerienses, Diputación de Almería, 1995, pp. 127-213 (referencia en pp. 154-155 y 187). Presumiblemente, esto ocurriría en más centros que el de Almería. Los centros privados tampoco contaban con un buen plantel de profesores. Por ejemplo, en Palencia, como narra M^a Concepción Álvarez, “*los profesores del Seminario no reunían los requisitos académicos legales exigidos para tal cometido, llegando incluso a seguir currícula no vigentes*” (ÁLVAREZ GARCÍA, M^a C., *La enseñanza secundaria en Palencia durante el siglo XIX (1845-1901)*, ob. cit., p. 123).

⁸⁵ “*Cuando ha sido imposible obtener los objetos materiales, su representación en la pizarra acompañada de una explicación minuciosa y repetida ha suplido sus faltas, de modo que si las lecciones de Física se han resistido en la parte demostrativa, de las circunstancias que acompañan a un establecimiento reciente, la cooperación y celo de todos los encargados de la educación ha subsanado en gran parte dichos inconvenientes. Las demostraciones en la parte de Química han sido suficientes (...)*” (SALVAT, A. Y SÁNCHEZ, J., “La enseñanza de la Física y de la Química en los Institutos hace 150 años”, en JIMÉNEZ R. Y WAMBA, A. M^a, (Eds.), *Avances en la Didáctica de las Ciencias Experimentales*, XVII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Servicio de publicaciones de la Universidad de Huelva, Huelva, 1997, pp. 269-276 (referencia en pp. 272-273).

⁸⁶ *Ibidem*, p. 276.

En el Informe sobre el contenido de las asignaturas y de los procedimientos docentes de los catedráticos del Instituto Provincial de Gerona, realizado a petición de la Dirección General de Instrucción Pública en julio de 1849, que recoge en su tesis doctoral Joan Olòriz Serra, el profesor José Llach y Soliva señala que el catedrático de Física y Química se ceñía al programa publicado por el gobierno, desarrollando el contenido en el mismo orden que aquél. En cuanto a la parte correspondiente a la Física, su primer cuidado es, con la anticipación debida, preparar los aparatos y demás que necesitaba para las experiencias de cada lección, diseñando también en la pizarra todo lo que no era necesario practicarlo ante los alumnos para su mejor comprensión, todo ello con el objeto de no interrumpir la marcha de la lección y no perder el tiempo. Comenzaba la explicación haciendo un resumen de la lección del día anterior. Al explicar la lección correspondiente ponía sumo cuidado en la presentación con claridad y exactitud de los principios, desarrollando las causas y leyes. Procuraba servirse de demostraciones matemáticas pero sin sobrepasar los límites de conocimientos de esta materia que tenían los alumnos. Pasaba a la confirmación experimental, tomando el mayor empeño en que los alumnos se formaran una idea exacta de los aparatos en conjunto y de cada una de sus partes, procurando que comprendieran bien la marcha de los experimentos y de la teoría. Para ello utilizaba los abundantes medios materiales que poseía el gabinete de la asignatura. El profesor creía de sumo interés deducir de las leyes físicas, después de su corroboración teórica y experimental, las aplicaciones más importantes de las mismas a las demás ciencias, a las artes y a los usos más comunes de la vida. Por lo que respecta a la Química, después de explicadas las generalidades, estudiaba los cuerpos simples y compuestos, examinando sus propiedades físicas y químicas, su estado natural, su obtención y sus usos. Las principales propiedades las demostraba experimentalmente a través de la obtención de alguno de dichos compuestos si es que había tiempo suficiente para desarrollar esta parte de la asignatura. En cuanto a las explicaciones no contenidas en el libro de texto, los alumnos disponían de un cuaderno de anotaciones.

El tiempo que destinaba a las explicaciones era de una hora a tres cuartos de hora, empleando el restante a preguntar a los alumnos. También les pedía que expresaran sus dudas acerca de la materia explicada. El profesor indicaba el objeto de la lección siguiente a fin de que los alumnos vinieran ya preparados para la explicación que iban a

oir en clase. Cada diez lecciones dedicaba una a repaso y antes de los exámenes de febrero destinaba cuatro días también a repasar. Asimismo, procuraba que le quedaran unos quince días lectivos antes de la conclusión del curso para poder repasar⁸⁷.

Como indica F. Hernández -en carta enviada por el Director del Instituto de Murcia al Ministro, el 7 de julio de 1849⁸⁸-, el método de enseñanza empleado por los profesores de dicho centro se reducía a señalar lecciones en los libros de texto de un día para otro, obligando a los alumnos a que aprendieran de memoria aquellos párrafos que contenían definiciones o doctrinas importantes. En la primera parte de la clase el profesor preguntaba a tres o cuatro alumnos la lección señalada de antemano. Concluido esto, a él concernía ampliar la lección en aquellos aspectos que consideraba dignos de destacar, terminando con la repetición por algún alumno de lo dicho por el profesor. Periódicamente se asignaba un tiempo prudencial al repaso. Como veremos más adelante, casi cien años más tarde se seguían todavía procedimientos similares por algunos componentes del profesorado de Física y Química de segunda enseñanza⁸⁹. De hecho, en las propias reflexiones de los catedráticos de Física y Química de Instituto, se hace evidente la tendencia a una enseñanza por transmisión-recepción a través de lecciones magistrales o conferencias -término éste muy utilizado-, como decía Rodrigo Sanjurjo⁹⁰. Como proponía Primitivo Sotes, en la Memoria que presentaba a las oposiciones a cátedras de Física y Química, en la segunda enseñanza “*la exposición debe durar tres cuartos de hora, todo lo más una hora, más tiempo fatiga al alumno. El resto se dedica a preguntar, pues de este modo se obliga al alumno al estudio particular y constante (...)*”⁹¹.

También es cierto que algunos catedráticos trabajaban con sus alumnos en la realización de murales y cuadros con fórmulas o leyes de Física, como José Alcolea en

⁸⁷ OLÒRIZ SERRA, J., *Política i educació. L'Institut de Segon Ensenyament de Girona 1845-1900*, Tesis doctoral, Universidad de Gerona, 1999, pp. 288-289.

⁸⁸ HERNÁNDEZ PINA, F., *La enseñanza media en Murcia en el siglo XIX: El Instituto Alfonso X El Sabio*, Mvrgetana, 53. Murcia, 1978, p. 27.

⁸⁹ En este sentido, podemos comprobar la metodología seguida en distintos centros. Así, en el Instituto de Sevilla, según se refleja en la Memoria del curso 1858-59, citada por Josefina Reyes: “*El catedrático explicaba la lección e invertía el tiempo que quedaba en preguntar a sus discípulos y obligarles a que se ejercitaran en la pizarra, a que demostraran aquellas verdades donde tenían aplicación los cálculos matemáticos aprendidos en los años precedentes. Un día a la semana se destinaba a comprobar las enseñanzas teóricas con las experiencias. Creían que así se aprovechaba más el tiempo, porque no se interrumpían las explicaciones con las máquinas y aparatos, y al mismo tiempo aprendían experiencias con desahogo y mejor acierto*”, (REYES SOTO, J., *Segunda enseñanza en Andalucía: Orígenes y consolidación*, Publicaciones de la Universidad de Sevilla, 1989, pp. 108-109).

⁹⁰ SANJURO, R., “Reflexiones sobre la Segunda enseñanza en España y en el extranjero”, ob. cit., p. 5.

⁹¹ ACMEC, Legajo 5924-39. Expediente personal de Primitivo Sotes.

el Instituto de Cádiz en 1866. Incluso, el trabajo desarrollado por algunos de esos catedráticos les hacía merecedores de ser calificados como “*profesor distinguidísimo e ilustrado y celoso para la enseñanza*” porque “*imprime a sus explicaciones un colorido de sencillez y claridad adecuado a la inteligencia de sus jóvenes alumnos*”⁹².

Otro dato significativo, relacionado con los métodos puestos en práctica, es de tipo organizativo. El aula tipo era aquella con los bancos puestos como anfiteatro o de bancos corridos dispuestos “*en forma de anfiteatro y numerados, y la cátedra del Profesor con alguna elevación para que pueda descubrir a todos sus discípulos y ser oído con claridad*”⁹³, en las que el profesor ocupaba una posición elevada respecto a los alumnos, propia del magistrocentrismo. Las demostraciones prácticas de los hechos ya explicados, si se hacían, tenían lugar en dichas aulas, mediante la utilización de los numerosos aparatos de demostración con que contaban los gabinetes y laboratorios de los centros. No pasaría mucho tiempo para que, desde las propias disposiciones administrativas, se recordara que era preciso disminuir el exceso de discurso y verbalismo proclive a las expansiones oratorias y retóricas:

*“por consiguiente los discursos pomposos, las frases estudiadas, las digresiones inútiles, el prurito de ostentar profundo saber, formando juicios prematuros para los niños sobre puntos intrincados sobre la ciencia, son otros tantos medios seguros, infalibles, de ofuscar sin pensarlo en el no desarrollado entendimiento de aquéllos, recargar su memoria con multitud de ideas no comprendidas, y por lo tanto difíciles de conservar en ella, y de malograr, tal vez para siempre, entendimientos tardíos pero seguros y de grandes esperanzas para el país y para sus familias”*⁹⁴.

Gil de Zárate pensaba que una de las dificultades que encontraron los profesores de segunda enseñanza era no saber cuáles eran los límites y la verdadera índole de sus enseñanzas: “*La mayor parte de ellos les dieron en un principio más latitud de la que convenía, haciendo explicaciones más propias de facultad que de instituto*”⁹⁵, y eso se vio reflejado en los deficientes programas que prepararon los profesores ante la petición de la Dirección General de Instrucción Pública. De hecho, ya en el plan de 1845 se recogía que el profesorado debía “*acomodar sus explicaciones a la capacidad de sus*

⁹² ACMEC, Expediente de J. Banús. Calificación del Rector de la Universidad de Valencia en abril de 1886.

⁹³ R.D. de 22 de mayo de 1859.

⁹⁴ R. O. de 18-8-1849. Recogido en I. B. FRAY LUIS DE LEÓN, *150 años de enseñanzas medias. La enseñanza ayer y hoy*, Salamanca, Marzo de 1995, pp. 16-17.

⁹⁵ GIL DE ZÁRATE, A., *De la Instrucción pública en España*, t. II, ob. cit., p. 45.

alumnos, no remontándose a teorías impropias de su corta edad, y explicando las doctrinas más útiles y necesarias con la claridad y sencillez debidas”⁹⁶. A veces, como recogía el R. D de 4 de septiembre de 1850, debido a “la inexperiencia y a veces a la vanidad de los profesores, les han hecho dar a esas materias en sus explicaciones una extensión y profundidad incompatibles con la capacidad de los niños (...)”. Pocos años después, en el Reglamento de Segunda enseñanza de 1859, era preciso recordar que los profesores

“cuidarán muy particularmente de acomodar su enseñanza a la capacidad de los alumnos, no remontándose a teorías superiores a su alcance y procurando que alternen la explicación y la conferencia a fin de mantener viva su atención. Procurarán también excitar la emulación con certámenes que pongan a prueba el aprovechamiento de sus discípulos”⁹⁷.

El profesor, además de explicar, debía pasar lista diariamente, tomar la lección anotando las respuestas de los alumnos a las preguntas de clase, registrar “los actos de inquietud y travesura que hayan cometido”, realizar ejercicios prácticos y procurar terminar la asignatura veinte días antes de concluir el curso para dedicar las lecciones restantes a un repaso general que preparara a los alumnos para el examen final. Todo ello sin que los alumnos pudieran consultar sus dudas hasta que finalizara la clase puesto que no podían “tomar la palabra ni levantarse de su asiento sin licencia del profesor”. El Reglamento de segunda enseñanza de 15 de julio de 1867 otorgaba, como comenta F. Vea, un papel absolutamente pasivo al alumno, debía escuchar al profesor y contestar cuando le preguntara la lección correspondiente, de manera que sólo al final de las clases podía preguntar al profesor las dudas que tuviera⁹⁸.

En este ambiente dominado por la lección magistral, la conferencia o las demostraciones de cátedra, Pedro Marcoláin, catedrático de Física y Química de Instituto, comentaba en 1877 que una de las cualidades de un profesor era “que posea también ciertas condiciones de oratoria, que jamás deberá descuidar; su expresión ha de reunir todas las condiciones literarias, la propiedad, precisión y claridad principalmente”. Sin embargo, este profesor se mostraba partidario de la realización de

⁹⁶ Real Decreto de 22 de octubre de 1845.

⁹⁷ *Compilación legislativa de Instrucción Pública, Tomo III, Segunda Enseñanza*, edición oficial. Imprenta de Fortanet. Madrid, 1879, p. 28. También en CASTRO MARCOS, M. de, *Legislación de Instrucción Pública referente a los Institutos Generales y Técnicos*, Tip. de la Revista de Archivos, Madrid, 1921, p. 123. R. D. de 22 de mayo de 1859.

⁹⁸ VEA MUNIESA, F., “Las Matemáticas en la enseñanza secundaria en España en el siglo XIX”, ob. cit. v. II, p. 465.

experiencias prácticas: “la explicación teórica sirve solamente para iniciar a los alumnos en los conocimientos relativos a una lección determinada, siendo indispensable que a la explicación teórica acompañen o subsigan las experiencias correspondientes”. Por ello hablaba de “explicación teórico-práctica” y de la conveniencia de que los alumnos inspeccionaran por sí mismos los aparatos y máquinas y que las hicieran funcionar, eso si, siempre en presencia del profesor. También consideraba conveniente la realización de un resumen de la lección precedente antes de exponer la siguiente⁹⁹. Es decir, que junto a la propuesta de conferencia-explicación del profesor y a la utilización de los resúmenes como recurso didáctico, también reconocía la importancia de que los propios alumnos adoptaran un papel más activo en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Desde una perspectiva metodológica similar desarrollaba su enseñanza Francisco Cánovas Cobeño, catedrático de Historia Natural y encargado de la de Física y Química durante varios años, en el Instituto de Murcia casi a finales del siglo XIX. Preparaba meticulosamente sus clases y las demostraciones que realizaba. Resumía detalladamente los contenidos a desarrollar en las clases por medio de guiones en los que se pueden apreciar todos y cada uno de los contenidos abordados. Por ejemplo, al estudiar en Física el tema relativo al rozamiento, en el guión expresaba¹⁰⁰:

1. Definición: resistencia que ofrece un cuerpo a otro que se mueve sobre él. Divídese en rozamiento por deslizamiento y por rotación.
2. Causas: La presión que los cuerpos ejerzan y las asperezas de su superficie.
3. Coeficiente de rozamiento: El esfuerzo que es necesario hacer para vencerlo.
4. Leyes:
 - 1ª. Es proporcional a la densidad de los cuerpos.
 - 2ª. También lo es al área de las superficies puestas en contacto.
 - 3ª. Está en razón inversa del pulimento de las superficies.
 - 4ª. Y en razón del tiempo de contacto.

Así procedía con todos y cada uno de los principios y teorías abordados durante el curso. Es presumible pensar que esos resúmenes -similares a los que hablaba

⁹⁹ ACMEC, Legajo 5780-16.

¹⁰⁰ Archivo Municipal de Lorca. Caja dedicada a la documentación relativa a Francisco Cánovas Cobeño.

anteriormente Pedro Marcolain- serían leídos para que los alumnos los copiaran y desarrollados con las explicaciones de este polifacético catedrático.

También otro futuro catedrático de Física y Química, Manuel Hernández Marín, explicaba en 1890 que *“la experiencia nos ha demostrado la utilidad de compendiar las explicaciones dadas en resúmenes, poniendo de manifiesto los puntos culminantes de cada lección”*, pero este profesor iba más allá, consideraba necesario conocer lo antes posible la capacidad de sus alumnos, para *“dar la conveniente extensión a las explicaciones”*. También manifestaba que *“nunca debe perder de vista el profesor, y más dirigiéndose a principiantes, que su misión no está reducida a recitar con más o menos facundia una lección preparada, sino más bien a desarrollar el recto criterio y espíritu de observación en el alumno, aprovechando cuantas ocasiones se presenten para ello”*¹⁰¹.

De nuevo, en 1898, se decía a los catedráticos que debían exponer las asignaturas que tuvieran a su cargo con arreglo a su propio criterio científico, pero procurando dar a las lecciones el carácter elemental que requería la segunda enseñanza. Se proponían una serie de reglas observaciones metodológicas, en cuanto al concepto y exposición de las respectivas materias: *“El estudio de la Física y el de la Química ha de ser eminentemente experimental y práctico”*¹⁰². Lo mismo decían los propios catedráticos al programar los contenidos de estas asignaturas. Aunque con algunas diferencias de matiz. Por ejemplo, Mariano Domínguez, en 1894, comentaba que era preciso que *“que los alumnos aprendan a priori lo que después por medio de problemas teóricos, donde no sea posible problemas o experimentos prácticos, han de ver precisamente comprobado”*. Es decir, aún reconociendo la importancia de la experimentación, siempre se dejaba un cierto margen de duda a las posibilidades reales de poner en práctica lo programado. De hecho, la realidad era que la mayoría de los catedráticos de Física y Química tendían a dar a estas materias un carácter enciclopédico, desarrollando todos los conocimientos posibles de estas disciplinas a lo largo del curso, de tal forma que no podían dedicar a las experiencias prácticas el mínimo tiempo necesario. Prácticas que, cuando se realizaban, consistían siempre en experiencias de cátedra.

¹⁰¹ ACMEC, Legajo 5742-14.

¹⁰² Real Decreto de 13 de septiembre de 1898, Art.4º.

Posteriormente, el decreto publicado en la *Gaceta* el 30 de mayo de 1899, con motivo de la instauración de otro nuevo plan de estudios, establecía el índice de materias que luego debían desarrollarse en los programas y mencionaba que “*los catedráticos expondrán sus respectivas asignaturas, procurando dar a las lecciones el carácter elemental y práctico que requiere el segundo grado de enseñanza (...)*”. ¿Qué era lo que hacía que continuamente hubiese que estar recordando lo dicho al profesorado? : la tendencia dominante en los Institutos a reproducir el modelo de enseñanza universitaria. Giner lo resumiría en el texto siguiente:

*“en el sistema reinante, la segunda enseñanza no sólo se halla separada de la primera bruscamente, sino que, por su origen, como un desprendimiento de la antigua facultad de artes (...), ha conservado su filiación esencialmente universitaria, en su sentido, su estructura, su organización pedagógica, sus métodos y hasta muchas veces (entre nosotros, por ejemplo) en la formación del profesorado, (...)”*¹⁰³.

Se trataba de una cuestión que siempre ha estado -y está- presente al considerar la enseñanza secundaria: la falta de definición de este tramo educativo, la dificultad de encontrar una identidad propia para la enseñanza en los niveles intermedios reaparecerá constantemente durante el período estudiado¹⁰⁴. La visión de la enseñanza secundaria como un nivel más próximo en métodos y en estructura organizativa a la universidad es lo que hacía que lo importante fuese suministrar al alumno mucha información y el cultivo excesivo de la memoria, aunque realmente ese volumen de asuntos quedara sin asimilar, no organizado e incomprendido.

Los propios catedráticos se encontraban en una situación contradictoria ante esta cuestión. Por una parte, consideraban que durante la segunda enseñanza los contenidos de Física y de Química debían ser de carácter general y sencillo. Por otra, la mayoría pensaba que su estudio debía ser lo más completo posible. Con lo cual, al tener que elegir entre una simplificación de los programas -imprescindible si se quería dar un carácter más accesible a la asignatura- o mantener las lecciones tradicionales respetando la estructura formal de las disciplinas de referencia, se optaba casi siempre por la

¹⁰³ GINER DE LOS RÍOS, F., *Ensayos*, Alianza editorial, Madrid, 1969., pp. 97-98

¹⁰⁴ No olvidemos que en el Congreso Pedagógico de 1882 Cossío, decía que “*no hay más que estos períodos en la educación del hombre: primero, educación integral, educación general, educación de todo el individuo; segundo, educación especial, facultativa, técnica, universitaria, cualesquiera que sean sus clases. Dentro del primer período entran las conocidas hoy con los nombres de primera y segunda enseñanza*” (COSSÍO, M. B., *Actas del Congreso Pedagógico de 1882*, p. 83).

solución menos comprometida: mantener la extensión de los cuestionarios, pese al riesgo evidente de que estos se hiciesen incomprensibles para los alumnos¹⁰⁵. De manera que era preciso

“la organización de un programa comprensivo de trabajo constructivo y de investigación en lenguaje, número, ciencia y literatura, que debería ser realizado por los alumnos en las escuelas primaria y superior. Esas operaciones serían cada vez más completas, según los grados, y abarcarían todas las asignaturas, cuya sólo enseñanza es el objeto del mecanismo educacional de la época”¹⁰⁶.

Hemos subrayado esas características que apuntaba Nelson por representar en la actualidad uno de los focos de discusión respecto a la E.S.O.: el constructivismo como fundamentación del proceso de enseñanza-aprendizaje en todas las áreas de este nivel educativo e investigación como proceso, hábito y actitud a conseguir a través de la enseñanza de las ciencias experimentales.

La tendencia a trasladar a la enseñanza secundaria los modelos y los métodos utilizados en los niveles superiores, estaba fuertemente arraigada entre el profesorado.

Es decir, las indicaciones de carácter metodológico y las propuestas de las disposiciones administrativas, recomendando obviar “la conferencia” del profesor y darle un carácter elemental y práctico a la enseñanza de las ciencias, no tendrían demasiado eco entre el profesorado. Algo que, por otra parte, no era nada extraño puesto que al poco tiempo de establecerse esas disposiciones no se cumplían, debido, como decía Sánchez de la Campa, a “*la natural impaciencia de los que mandan (...) a la intranquila obediencia de los que obedecer debían (...)*”¹⁰⁷.

¹⁰⁵ Como diría J. Caso, desde las páginas del *B.I.L.E.*: “*Cualquiera lo diría a juzgar por la organización de la segunda enseñanza. Por lo menos desde que se traspasan los umbrales del instituto, no vuelve a hablarse de pedagogía; no se habla más que de Latín, de Matemáticas, de Retórica, de Física(...) o de (...) exámenes de Física, (...) Creeríase que todos los problemas pedagógicos estaban resueltos, y que no se trataba de hacer de los niños hombres sino sabios*” (CASO, J., “Relación de la segunda enseñanza con la primaria. ¿son ambos períodos de un mismo grado de cultura?, *B.I.L.E.*, XVI, 1892, pp. 357-362 (referencia en p. 357).

¹⁰⁶ NELSON, E., “La escuela secundaria y la Universidad”, ob. cit., p. 163.

¹⁰⁷ SÁNCHEZ DE LA CAMPA, *Historia filosófica de la instrucción pública en España*, t. II, Imprenta de D. Timoteo Arnaiz, Burgos, 1871, p. 277. En cualquier caso, no sería correcto circunscribir a los límites del país la deficiente situación de la enseñanza de las ciencias. El profesor J. Hadamard comentaba en 1923 que también a principios de siglo en Francia la enseñanza de las ciencias experimentales “*consistía únicamente en dictar las lecciones. ¡Extraña manera de enseñar una ciencia experimental!*” (HADAMARD, J., “La reforma de la enseñanza”, *B.I.L.E.*, XLVIII, 1924, pp. 81-88 (referencia en p. 88).

También es cierto que hubo profesores que sí intentaban darle a sus explicaciones el nivel adecuado a la capacidad de sus alumnos; por ejemplo, el rector de la Universidad de Valencia comentaba al referirse a Jaime Banús, catedrático de Física y Química del Instituto de esa ciudad, que “*imprime a sus explicaciones un colorido de sencillez y claridad adecuado a la inteligencia de sus jóvenes alumnos*”. Hecho que junto a otros merecimientos le hizo ser considerado como “*profesor distinguido e ilustrado y celoso para la enseñanza*”¹⁰⁸. La preocupación por la mejora de los métodos empleados en la enseñanza se fue extendiendo entre determinados sectores del profesorado. Algunos catedráticos de Física y Química publicaron artículos sobre este particular¹⁰⁹. Destacan las aportaciones del catedrático de Física y Química del Instituto de Bilbao, Tomás Escriche, que publicó distintos artículos de carácter didáctico¹¹⁰. En 1888 expresaba críticamente cuál era la situación de la enseñanza de las ciencias experimentales en los Institutos:

*“el método y los procedimientos de enseñanza son en gran manera deficientes: Es que ambas cosas se van transmitiendo, como por una especie de herencia, de generación en generación; el discípulo se asimila (tanto mejor cuanto más aplicado es) las ideas vertidas por su profesor, y acepta naturalmente las demostraciones y razonamientos con la misma forma en que se le presentan, puesto que siendo legítimos, no le ocurre siquiera poner en tela de juicio lo que es cosa ya juzgada”*¹¹¹.

Criticaba además las disposiciones oficiales, “*dictadas algunas veces a la ligera y sin conocimiento de causa*”¹¹². Según Escriche, el profesorado hacía la enseñanza excesivamente teórica y poco intuitiva y, a pesar del entusiasmo mostrado en esos tiempos por el método baconiano, la experimentación no se utilizaba en las clases de ciencias. Incluso en los centros que contaban con buenos gabinetes las experiencias que se realizaban eran escasas, no se ejercitaba a los alumnos en trabajos prácticos de

¹⁰⁸ ACMEC, Legajo 5607-2.

¹⁰⁹ CABELLO ROIG, J., *Del método en las Ciencias Físicas*, Imprenta de la Viuda e hijos de Iturbe, Vitoria, 1881. ESCRICHE MIEG, T., “La Física y su enseñanza”, *Crónica científica*, XI, 256, 1888, pp. 281-284; XI, 258, 1888, pp. 321-325; XI, 265, 1888, pp. 473-483; XI, 266, 1888, pp. 497-512. MONZON GONZALEZ, J., *Guía de la enseñanza de la Física*, Imprenta Andrés Iglesias, Salamanca, 1907.

¹¹⁰ ESCRICHE MIEG, T., “La Física y su enseñanza. I-IV”, *Crónica científica*, Tomo XI, 1888, 256, pp. 281-284; 258, pp. 321-325; 265, pp. 473-483; 266, pp. 497-512.

¹¹¹ ESCRICHE MIEG, T., “La Física y su enseñanza”, *Crónica científica*, XI, 256, 1888, pp. 281-284 (referencia en p. 281).

¹¹² ESCRICHE MIEG, T., “La Física y su enseñanza. I.”, *Crónica científica*, XI, 258, 1888, pp. 321-325 (referencia en p. 321).

Física, los experimentos de cátedra dejaban mucho que desear y -algo que consideraba muy importante- no se hacía una elección adecuada del material para los gabinetes de Física. Criticaba a los profesores que exhibían una vez al año una locomotora a sus alumnos que *“apenas sacarán más fruto que la pueril fruición de haber visto andar un pequeño tren; porque en la complicación de órganos de una máquina tan acabada y completa, apenas si le será posible desentrañar y aislar con el pensamiento lo que hay en ella de esencial”*¹¹³. Por contra, pensaba que aún a pesar de la puesta en práctica de las demostraciones de cátedra, había que esforzarse en la realización de experiencias sencillas que todos pudieran repetir y recomendaba -siempre que fuese posible- construir los propios aparatos, aunque eso significase perder algo de la solemnidad que se suponía al catedrático: *“entregarse, en fin, no pocas veces a faenas más propias de un mozo de limpieza que de un hombre de carrera, supone un trabajo por todo extremo penoso, que ninguna utilidad personal reporta al profesor, al que ni gloria da, puesto que se verifica en el silencioso retiro del laboratorio, sin testigos, y el alumno por su parte está lejos, al presenciar fenómenos que en pocos minutos se desarrollan a su vista, de sospechar el mucho tiempo y fatigosa preparación que han exigido”*¹¹⁴. Escribía planteaba la necesidad de utilizar -siempre en el marco de la demostración o conferencia del catedrático- otros medios didácticos como eran las proyecciones. Infatigable profesor, diseñó y construyó numerosos aparatos destinados a la enseñanza de la Física (aparato para la caída libre de los cuerpos, aparato para la demostración de las leyes de la fuerza centrífuga, modelo para explicar el principio de la prensa hidráulica, etc.), siendo premiado en varias de las Exposiciones Universales realizadas durante esos últimos años del siglo XIX¹¹⁵.

Los rasgos más destacados de la concepción de la enseñanza de las ciencias experimentales de Tomás Escribá y otros profesores de Física y Química -que

¹¹³ *Ibidem*, p. 323.

¹¹⁴ *“entregarse, en fin, no pocas veces a faenas más propias de un mozo de limpieza que de un hombre de carrera, supone un trabajo por todo extremo penoso, que ninguna utilidad personal reporta al profesor, al que ni gloria da, puesto que se verifica en el silencioso retiro del laboratorio, sin testigos, y el alumno por su parte está lejos, al presenciar fenómenos que en pocos minutos se desarrollan a su vista, de sospechar el mucho tiempo y fatigosa preparación que han exigido”* (*Ibidem*, p. 324).

¹¹⁵ ACMEC, Legajo 5680-20. Hoja de servicios fechada el 14-8-1889.

podríamos considerar entre la vanguardia innovadora de su época¹¹⁶-, son los siguientes:

- Recomiendan limitar el componente teórico y la exposición verbal en las clases de ciencias.
- Establecen la necesidad de incrementar el componente práctico y experimental.
 - Realizando más experiencias.
 - Implicando a los alumnos en su realización.
- Orientan hacia la utilización de nuevos medios y recursos didácticos (proyecciones, colecciones didácticas).
- Introducen cambios en la concepción del material. En lugar de aparatos sofisticados, que sólo se utilizaban una vez a lo largo del curso, se recomienda el uso de otros más sencillos y fáciles de manejar, que permitían una mejor observación por parte de los alumnos.

En definitiva, aunque al finalizar el siglo XIX seguimos encontrando testimonios muy críticos sobre cuál era la práctica más extendida en las clases de ciencias¹¹⁷, con un

¹¹⁶ En esa misma línea se mostraba, entre otros, el que había sido catedrático de Física y Química de Instituto y ya entonces catedrático universitario, Eduardo Lozano y Ponce de León, cuando comentaba que el único medio de estudiar con provecho esta ciencia, era el de ejercitar a los alumnos en la práctica de la Química (LOZANO Y PONCE DE LEÓN, E., *Elementos de Química*, 6ª edición, Establecimiento tipográfico de Jaime Ratés, Madrid, 1911, p. 56). También desde las disposiciones administrativas se instaba a seguir el método experimental, puesto que “*los modernos principios pedagógicos que evidencian las ventajas del método experimental, de observación y de inspección directa para imprimir firmeza y realce a los conocimientos, método dispuesto ya para los Institutos de segunda enseñanza (...)*” (*Anuario legislativo de Instrucción Pública correspondiente a 1895*, publicado por la Inspección General de Enseñanza, J. Baquedano, Madrid, 1896, p. 49).

¹¹⁷ Francisco Quiroga realizaba en el *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza*, un análisis minucioso y crítico sobre la situación de la enseñanza de las ciencias a finales del XIX: “*la enseñanza de las ciencias naturales, ha venido hasta ahora siendo relegada a los grados más superiores de la instrucción a los dos últimos años de la segunda enseñanza. Y en lo que se refiere a química, bien puede decirse que aún en ese período, no siendo en los dos Institutos de Madrid y desde hace muy pocos años, tal enseñanza no pasa de figurar en el nombre de la asignatura, porque casi nunca llega a realizarse; cuando más, el profesor dedica algunos días de los últimos del mes de mayo a una narración rapidísima de los hechos, más o menos fundamentales, de la química, narración no muy acompañada de experimentos, y perfectamente ininteligible para todos los alumnos, que sacan de la clase de física y química, y por tanto de la segunda enseñanza, nada menos, la idea de que la química es una cosa muy difícil, para lo cual se necesita una gran memoria - su mayor empeño ha sido aprenderse al pie de la letra, sin cambiar el orden de ninguno, los nombres de los elementos y a veces acompañados de los números que representan sus equivalentes y pesos atómicos - muchos instrumentos y sustancias, y un local a propósito donde hacer con ellos operaciones y trabajos raros, verdaderas nigromancias, útiles, si acaso, tan sólo a los boticarios*” (QUIROGA, F., “La enseñanza de la Química”, ob. cit., pp. 318-319).

dominio claro entre nuestros profesores de la concepción de la enseñanza como transmisión de conocimientos¹¹⁸, también es cierto que se empezaron a proponer nuevas orientaciones didácticas para la enseñanza de las ciencias y -lo que es tanto o más importante- se llevaron a la práctica los nuevos enfoques metodológicos, como en el caso de Tomás Escriche.

2.2. La renovación pedagógica y la enseñanza de las ciencias en el primer tercio del siglo XX

El carácter que debería tener la enseñanza de las ciencias en los Institutos seguía ocupando espacio en las disposiciones del recién creado Ministerio de Instrucción pública. En la exposición de motivos del R.D de 19 de julio de 1900, sobre Reforma de la Segunda Enseñanza -con García Alix al frente del Ministerio-, se indicaba que los dos cursos que comprendía la enseñanza de la Física y el de Química, deberían tener un *“carácter experimental, práctico, aplicado con pocas teorías y basado en la labor adicional que puede realizarse en los gabinetes y laboratorios, en la clase y en casa, con la resolución de problemas”*. Así mismo, en la disposición adicional se reflejaba que los programas y libros de texto de las asignaturas que constituían la segunda enseñanza, se debían ajustar *“al carácter de la misma, que debe ser concreta, elemental, práctica y sin pretensiones de extensión que la hagan incompatible con el espíritu predominante en ella de cultura general y preparación para estudios superiores”*. Posteriormente mediante una Real orden de 18 de agosto de 1900, dedicada a la amplitud y concepto sobre la explicación de las asignaturas, se establecía lo siguiente con respecto a la Física y Química:

“se estudiarán en un curso de lecciones alternadas, con marcado carácter experimental y positivo, fijándose principalmente en las leyes científicas más generales y de mayor aplicación; que por lo que toca a la Física serán después objeto de una ampliación de conocimientos más especializados, requerida por los asombrosos progresos de esta ciencia”.

¹¹⁸ El profesor como un mero proveedor de conocimientos ya elaborados y aceptados por todos y el alumno, en el mejor de los casos, sería el consumidor de esos conocimientos acabados. Se trataba de enseñar los saberes puramente conceptuales a través de una exposición lo más clara posible del conocimiento que el alumno tiene que aprender (POZO, J. I. Y GÓMEZ CRESPO, M. A., *Aprender y enseñar ciencia*, Morata S.L., Madrid, 1999, pp. 268-269).

Pocos meses después, el Reglamento para el régimen y gobierno de los Institutos de Segunda enseñanza, aprobado en 1901, como recogía Miguel de Castro, especificaba que los catedráticos, además de pasar lista diariamente

“cuidarán de acomodar sus enseñanzas a la capacidad de sus alumnos, estimulando su aplicación con preguntas frecuentes, certámenes, observaciones y aclaraciones de todas clases, tomando nota de todo cuanto pueda contribuir a formar acertado juicio de las condiciones del alumno (...) no remontándose a teorías superiores a su alcance, y procurando que alternen la explicación y la conferencia a fin de mantener viva su atención”

¹¹⁹

Por tanto, había que procurar que la enseñanza fuese de carácter práctico y que los alumnos trabajaran por sí mismos, resolviendo problemas, haciendo traducciones, analizando textos, practicando ejercicios de laboratorio, realizando excursiones a museos y monumentos, haciendo visitas a fábricas y talleres, escuelas y bibliotecas, etc.¹²⁰ En 1903 el ministro Bugallal manifestaba que todavía la organización de la segunda enseñanza tenía, entre otros inconvenientes, el de un enfoque excesivamente expositivo:

*“la dirección excesivamente teórica que se da a los estudios de los alumnos, sólo comunicados con el Profesor, en la mayoría de los casos, a través de una explicación solemne y fría, que difícilmente penetra en espíritus jóvenes, poco apropiados para una atención sostenida cuando no la estimula ningún accidente ni ninguna intervención personal en el acto que se realiza”*¹²¹.

Para ello, con una visión un tanto superficial del problema, se creaban las salas de estudio con el fin de posibilitar la organización de trabajos prácticos, de repaso, excursiones y visitas a fábricas¹²².

¹¹⁹ CASTRO MARCOS, M. de, *Legislación vigente de Instrucción Pública referente a los Institutos Nacionales de Segunda Enseñanza*, 3ª edición. Imprenta de L. Rubio, Madrid, 1927., p. 29. También en *Anuario legislativo de Instrucción Pública correspondiente a 1901*, ob. cit., p. 621.

¹²⁰ Aunque es preciso recordar que en las clases prácticas que requerían material fungible, los alumnos que querían experimentar por sí mismos tenían que pagar un cantidad. Un ejemplo más de las contradicciones que se encuentran entre las exposiciones de motivos y las disposiciones de la propia administración (R. D. de 29 de septiembre de 1901. Art. 62).

¹²¹ Recogido de *La Segunda enseñanza*, 43, 1903, p. 268. R.D. de 6 de noviembre de 1903 por el que se creaban en los Institutos las salas de estudio.

¹²² De nuevo, los alumnos debían pagar como derecho de prácticas y vigilancia la cantidad de 10 pesetas. El profesorado de Física y Química reclamaba que las enseñanzas fuesen realmente prácticas, pero para que eso fuese así se necesitaban más medios materiales: *“pedimos gabinetes y laboratorios para las ciencias experimentales, y a su falta achacamos nuestro atraso, olvidándonos de que la Gramática, la Historia y las Matemáticas no necesitan de aquéllos, y sin embargo, nuestros alumnos*

¿En qué seguía consistiendo la enseñanza durante la primera década de este siglo? Continuaban las prácticas apuntadas anteriormente: explicación de las lecciones de los programas a través del discurso del profesor, pregunta sobre lo explicado a los alumnos y, a lo sumo, realización de demostraciones de cátedra. Un testimonio significativo lo encontramos en A. Galí. Afirmaba que, en Cataluña, la enseñanza secundaria no sólo no había experimentado mejoras con el paso de los años sino que había empeorado. Estaba basada en la explicación de lecciones *ex cathedra*, enseñando a los alumnos las mismas disciplinas anacrónicas, sin ofrecer nunca la posibilidad de realizar trabajos prácticos¹²³.

Paulatinamente fueron introduciéndose cambios en la metodología puesta en práctica. Fue evolucionando la concepción sobre la enseñanza de la Física y Química en los Institutos: desde la posición inicial, donde la conferencia diaria y la realización de demostraciones de cátedra exclusivamente por el profesor eran los rasgos dominantes, se fueron abriendo paso propuestas a favor del reconocimiento del papel del alumno en la elaboración de sus aprendizajes, de la concesión de un mayor protagonismo a la actividad del alumno, procurando que éste interviniera más en las tareas de enseñanza en el aula y en el laboratorio.

“Las cátedras experimentales que, en mayor o menor grado, deben serlo casi todas, tienen un carácter puramente teórico, porque ni el profesor se atreve a tocar un aparato por temor a que se descomponga, ni menos a dejarlo tocar a un alumno, por miedo a que lo inutilice. Cuando más, realiza sus experimentos a guisa de prestidigitador encaramado en la plataforma de la clase o del laboratorio, y la enseñanza tiene forzosamente que tomar el carácter memorista que con tanta razón es por todos criticado. Esto no puede ni debe seguir así; es preciso que el alumno de Física maneje el microscopio, y que el de Química prepare por sí mismo el cuerpo que sirva de base a la lección del día (...)”¹²⁴.

En las conclusiones de la Asamblea de Catedráticos de Instituto de 1904, al hablar sobre el carácter de la enseñanza, se decía una vez más que *“se procurará dar a la enseñanza de las asignaturas en los Institutos el carácter más sencillo, práctico y sintético posible, evitando también los excesos del memorismo y la tendencia a*

están en estas materias a la misma altura que en Física y en Química” (COMAS, J., “El microbio de las cátedras”, *La Segunda Enseñanza*, 34, 1903, pp. 265-267 (referencia en p. 265).

¹²³ GALÍ, A., *Historia de les institucions i del moviment cultural a Catalunya, 1900-1936*, v. II y III, Fundació A. Galí, Barcelona, 1979-88, pp. 225.

¹²⁴ ARAUJO, F., “Las enseñanzas prácticas”, *La Segunda enseñanza*, 40, 1903, pp. 242-243.

convertir la cátedra en tribuna”¹²⁵, pese a lo cual los mismos catedráticos, cuando escribían manuales para ser utilizados como textos, desarrollaban unos contenidos desorbitados, haciendo referencia a multitud de leyes, teorías y conceptos. Se adoptaba más un carácter enciclopédico que el sencillo y práctico tantas veces demandado. Se producía así un distanciamiento entre las intenciones educativas anunciadas, la realidad de los materiales elaborados para la enseñanza y la propia práctica habitual¹²⁶.

Progresivamente fue extendiéndose entre el profesorado de ciencias experimentales el convencimiento de que era necesario huir de una enseñanza esencialmente teórica, centrada en la memorización de conceptos por parte del alumno. En los Institutos se intentaban asumir las nuevas propuestas dirigidas a prestar más atención a la actividad del alumno. Narciso Puig Soler, catedrático de Física y Química del Instituto de Huesca, durante el curso 1917-18, afirmaba que en los Institutos “*se trabaja y se hace que el alumno se ponga en contacto con la verdad por sí mismo, procurando que realicen experiencias en cuanto lo permiten los medios de que dispone, y ampliando los conocimientos todo lo posible (...)*”¹²⁷. Para ello, se aumentó en quince minutos el tiempo destinado a las clases. En horarios extraordinarios se realizaban experiencias prácticas en los laboratorios, aunque también continuaban realizándose demostraciones de cátedra sobre “*todos aquellos experimentos comprobantes de leyes,*

¹²⁵ De este modo podemos ver que en las conclusiones de la Asamblea de Catedráticos de Instituto de 1905, al comentar la conveniencia de crear en los Institutos clases prácticas y de repaso a cargo de Auxiliares y Ayudantes, se indicaba: “*Cada profesor destinará media hora por lo menos a ejercicios prácticos y de preguntas, y si los alumnos de la clase exceden de 50, serán divididos en secciones para este trabajo, a cargo de Auxiliares numerarios y de los Ayudantes y Repetidores que sean precisos a juicio del Claustro y siempre bajo la dirección del Catedrático de la Asignatura, a quien incumbe la responsabilidad de los resultados que se obtengan. Para atender el gasto que originen los experimentos y prácticas, y para ofrecer al personal auxiliar alguna recompensa de su trabajo, todos los alumnos oficiales y los libres que dejen asistir como oyentes, abonarán, como derechos de prácticas, cinco pesetas por una sola vez, y para todas las asignaturas del curso, destinadas íntegramente a la adquisición y reposición de material (...)*” (ASOCIACIÓN DE CATEDRÁTICOS NUMERARIOS DE INSTITUTO, *Asamblea general de 1905, Conclusiones*, Imprenta y encuadernación de Eustaquio Raso López, Madrid, 1905. p. 5. También en *La Segunda Enseñanza* de 15 de mayo de 1904, pp. 448 y 452). Como comentaremos después, la ratio profesor-alumno era muy elevada; lo usual era que las clases fueran de 50 a 100 alumnos con lo cual era imposible “*atenderlos con la atención necesaria en el desarrollo teórico de las lecciones, y mucho menos en las aplicaciones prácticas*” (*Ibidem*, p. 6).

¹²⁶ *Ibidem*, p. 6.

¹²⁷ PUIG, N., CASTAÑOS, E. Y JULIÁ, E., *Curso de 1917 a 1918. Labor verificada en el Instituto General y Técnico de Huesca. Cátedras de Física y Química, Historia Natural y Lengua y Literatura Castellanas, desempeñadas por D. Narciso Puig Soler, D. Emiliano Castaños Fernández y D. Eduardo Juliá Martínez*, Talleres tipográficos de Justo Martínez, Huesca, 1918.

compatibles con lo elemental de la disciplina y con los medios de que se dispone en nuestro Instituto”.

Sin embargo, seguían siendo mayoría los centros donde la enseñanza de las ciencias se impartía desde el enfoque tradicional. Las dificultades para poner en práctica las nuevas metodologías eran muchas: falta de material y lugar adecuado para las prácticas, excesivo número de alumnos y sobre todo, la resistencia del profesorado a asumir innovaciones en su práctica habitual. Fundamentalmente –como hemos mostrado con numerosos testimonios-, se enseña de forma semejante a como uno mismo ha sido enseñado, se tiende a poner en práctica las estrategias de enseñanza ya conocidas. Esto hace posible que todavía en el curso 1920-21 se puedan encontrar testimonios, referidos en este caso al Instituto S. Isidro de Madrid, sobre una enseñanza que tenía un *“carácter escolástico, en buena parte memorístico y tradicional, salvo profesores que daban un aire más movido y vivo a sus explicaciones y métodos”*¹²⁸. Concretamente al referirse al profesor de Química, Luis Olbés, decía, un antiguo alumno del centro, que era enérgico y que *“si algún curioso turista extranjero hubiera entonces visitado aquella clase hubiese llevado a su país la mejor impresión de la disciplina escolar española”*¹²⁹. Hacía en clase experimentos y algunos de los realizados sobre la combustión de azufre, provocaban ataques violentos de tos entre los alumnos. Es decir, se seguía en el enfoque tradicional. Asimismo, Ramón Ezquerro Abadía, recordaba sus tiempos como alumno del Instituto de San Isidro de Madrid y manifestaba sobre este profesor que *“era un hombre rígido, seco, severo, autoritario, nada afable - todo hay que decirlo -, que tenía la clase en un puño, sin que nadie osara desmandarse (...) Explicaba muy ampliamente la Física y no había aparato mencionado en el texto que no lo sacara en clase y experimentara con él (...) En Química hacía que un grupo selecto de alumnos realizara prácticas en el laboratorio (...)”* Y referente a la metodología puesta en práctica, manifestaba: *“En mi tiempo las clases seguían con tono tradicional. Se limitaban a la mañana, pues el número de alumnos no requería la división, aunque hubiera sido conveniente. No pasaban las clases de los primeros cursos de cincuenta a sesenta matriculados, cantidad que fue creciendo y en los últimos llegó al centenar, pero no por eso hubo división, que ya era indispensable. Salvo las*

¹²⁸ GAVIRA MARTIN, J., “Diario de un estudiante del Instituto San Isidro.(1920-21)”, en *Anales del Instituto de Estudios madrileños*, t. IX, CSIC, Madrid, 1973, pp. 521-613 (referencia en p. 528).

prácticas de Física, Química y Ciencias Naturales, no se daban proyecciones ni películas ni había visitas a museos u otras entidades, ni excursiones ni deportes (...) Pero la renovación se hizo notar en los métodos después que terminé. Se dieron conferencias extraordinarias, veladas musicales y literarias, se potenció el Centro de Ampliación, se efectuaron visitas a museos y otras entidades y excursiones, tanto de carácter naturalista y geográfico como artístico a las poblaciones próximas, viajes más lejanos y representaciones teatrales”¹³⁰.

En otros centros, como refleja el testimonio de un alumno del Instituto de Almería, posteriormente docente también, durante los años que van desde 1926 a 1932, el profesorado seguía aferrado a métodos trasnochados y caducos:

“La pedagogía que en el Instituto se aplicaba dejaba mucho que desear, marginada, como estaba de las renovadoras corrientes de la ciencia didáctica. De la escuela activa, por ejemplo, cuyos postulados presidían la metodología más avanzada del mundo educativo occidental. Tales métodos, salvo un par de tímidas excepciones, no hallaron acomodo en los profesores de mi bachillerato -¿por inercia? ¿por rechazo?-, que siguieron aferrados a rancios sistemas, en los que el clásico binomio enseñanza-aprendizaje potenciaba en exclusividad el papel del maestro, norte y guía de la primordial actividad que conlleva el acto educativo”¹³¹.

Continuaba explicando el papel pasivo otorgado al alumnado: *“los alumnos éramos sujetos pasivos que nos limitábamos simplemente a escuchar la lección magistral y a repetirla memorísticamente, sin creatividad y sin aportación personal”¹³²*. Es probable que influyera en este apego a una metodología tradicional la presencia en el claustro de profesores que seguían desempeñando su función docente a pesar de haber cumplido 80 años¹³³, unida a su escasa preparación en el trabajo experimental -como hemos visto, la

¹²⁹ *Ibidem*, p. 531.

¹³⁰ EZQUERRA ABADÍA, R., *Recuerdos del Instituto de San Isidro*, Artes gráficas municipales. Ayuntamiento de Madrid. Delegación de Cultura. Instituto de Estudios Madrileños del CSIC. Aula de Cultura. Ciclo de conferencias sobre Madrid en el primer tercio de siglo XX, Madrid, 1984. p. 17. Ramón Ezquerro nació en Almuniente (Huesca) el 22-1-1904. Era catedrático de Geografía e Historia desde 1930. Ejerció, entre otros, en los Institutos de Tortosa, Bilbao, Murcia, Barcelona y Alcalá de Henares.

¹³¹ MEDINA PADILLA, A., “El Instituto en mi recuerdo”, en LEAL MARTÍNEZ, F., (Coord.), *150 aniversario del Instituto de Bachillerato de Almería. Actas. I. B. Nicolás Salmerón y Alonso, 1845-1995*, Instituto de estudios almerienses, Diputación de Almería, 1995, pp. 227-233 (referencia en pp. 229-230).

¹³² *Ibidem*, pp.129-130.

¹³³ Por ejemplo, Luis M^a Arigó, solicitaba su permanencia en la cátedra de Física y Química del Instituto de Almería contando la citada edad pero el Consejo de Instrucción Pública en sesión celebrada en Madrid, en julio de 1918, opinó que procedía jubilar a dicho catedrático (ACMEC, Legajo 5596-2.

mayoría de los laboratorios de las Facultades de Ciencias no presentaban las condiciones adecuadas- y la inexistencia de una formación pedagógica y didáctica. Miguel Adellac, catedrático de Agricultura del Instituto Cardenal Cisneros de Madrid, afirmaba que todos o casi todos los catedráticos tenían conocimientos más que sobrados para la enseñanza de las asignaturas del correspondiente plan de estudios, pero, añadía que

*“la dificultad reside en el cómo y el cuanto de tal enseñanza, es decir, en el procedimiento y en la extensión. Para algunos la pedagogía es cosa baladí o invención de pedantes. Quien así discurre cree sin duda que se nace maestro, como se nace de temperamento sanguíneo o nervioso, y no se considera este noble oficio nuestro como todos los demás, necesitados de aprendizaje (...) qué aptitudes se nos exigieron y qué capacidad juzgadora vieron aquellos Tribunales de oposición que al votarnos para una cátedra, pusieron una clase de Instituto en nuestras manos. Debemos preguntarnos si hay a nuestro alcance adecuada manera de intentar el remedio a ese mal que se deriva de nuestra autodidáctica profesional”*¹³⁴.

Otro impedimento a la introducción de innovaciones en las actividades de enseñanza en ciencias, surgía de la concepción que sobre el trabajo práctico tenían los propios profesores. Un ejemplo ilustrativo nos lo proporciona el mencionado Narciso Puig cuando, en el curso 1917-18, afirmaba que realizaba *“experimentos comprobantes de leyes, compatibles con lo elemental de la disciplina y con los medios de que dispone nuestro instituto”*. Es decir, se seguían contemplando las experiencias y trabajos prácticos desde un enfoque que implicaba una visión reduccionista de su valor pedagógico¹³⁵.

Por otra parte, como ya comentamos, la media de alumnos por profesor tampoco facilitaba el empleo de otras metodologías que no fuesen la lección magistral y las experiencias de cátedra. Cuando terminaba la primera década de este siglo la “ratio” alumnos/profesor presentaba cifras desiguales, en general, elevadas:

Cuadro IV.3

Dictamen del Consejo de Instrucción Pública el 12 de julio de 1918 con asistencia de los consejeros siguientes: Gómez de Baquero, Cortazar, Vincenti, Calvo, Conde de Lizarraga, Marqués de Retortillo, Fernández Cuesta y Marqués de Gerona).

¹³⁴ ADELLAC, M., “La formación del profesorado de institutos”, *La Segunda Enseñanza*, 1, 1922, pp. 5-8 (referencia en p. 5).

¹³⁵ Cosa, por cierto, que también ocurría en otros países. Ruben Landa, catedrático del Instituto de Salamanca, comentaba desde el *B.I.L.E.* que en Portugal, *“En las clases de Física y Química, el profesor hace experimentos delante de los alumnos (...) En dos clases de Química del curso general se trató de experimentos (hechos por el profesor) en días anteriores”* (LANDA VAZ, R., “Estado actual de la Segunda enseñanza en Portugal. (Lo que he visto en los liceos portugueses), (I)”, *B.I.L.E.*, XLVI, 1922, pp. 237-246 (referencia en p. 240).

Ratio alumnos/profesor en los Institutos (1910)	
Instituto	Ratio alumnos/profesor
Valencia	235
Barcelona	214
Madrid (C. Cisneros)	216
Córdoba	150
Madrid (S.Isidro)	145
Jaén	106
Palencia	107
Guadalajara	102
Vitoria	100
Ciudad Real	83
Huelva	83
Logroño	83
Gerona	77
Cádiz	76
Castellón	56

Fuente: *Memoria elevada a las Cortes por el Excmo. Sr. Ministro de Instrucción Pública en que se expone como antecedentes del proyecto de presupuestos...*, Madrid, 1910.

En 1915 algunos catedráticos de Instituto solicitaron que fuese 50 la ratio alumno-profesor: “*Con 50 alumnos aún puede el profesor conocer el grado de aplicación de cada uno, disponer los trabajos peculiares de la asignatura, escogiendo los más aptos y estimulando a los rezagados para que activen su labor(...)*”¹³⁶. Posteriormente, en 1930, se demandará la creación de más Institutos y el desdoblamiento de las clases de modo que el número de alumnos fuera de 30 a 40 como máximo, para “*que la enseñanza sea realmente formativa, educativa y no una serie de magistrales conferencias pronunciadas e irremisiblemente perdidas en la desatención general de centenares de alumnos indiferentes cuando no totalmente ajenos a las enseñanzas del maestro*”¹³⁷.

Con todo este tipo de circunstancias, las condiciones de trabajo se hacían muy difíciles para la mayoría del profesorado. Así lo expresaba Ernesto Caballero, catedrático de Física y Química del Instituto de Pontevedra, al solicitar su renuncia al cargo de director en dicho centro, después de más de veinte años ejerciendo como tal y

¹³⁶ PÉREZ MÍNGUEZ, F., “Los catedráticos de instituto”, *Revista General de Enseñanza y Bellas Artes*, 126, 1915, pp. 1- 2 (referencia en. p. 2).

casi cuarenta de catedrático, cuando calificaba de “*trabajo penoso*” el que venía desempeñando desde hacía tanto tiempo, y solicitaba el nombramiento de un Auxiliar o Ayudante “*por el carácter práctico y experimental que acostumbra a dar a sus lecciones que exigen preparación previa*”¹³⁸.

Por todas estas razones, como decíamos, el modelo mayoritario para la enseñanza de la Física y Química en los Institutos continuara siendo –prácticamente durante la totalidad del periodo estudiado- similar al modelo universitario, centrado en el aprendizaje memorístico y receptivo. Sin embargo, a pesar de todas estas dificultades, también es cierto que en este periodo se produce una renovación de las orientaciones para la enseñanza de las ciencias experimentales y -lo que es más importante- se ponen en práctica, en bastantes centros, estas orientaciones didácticas innovadoras.

¿Cómo fue posible una renovación metodológica en la enseñanza de la Física y Química a pesar de las dificultades indicadas? Como iremos viendo en los siguientes apartados, son varios los elementos que influyeron de forma decisiva en este proceso de renovación:

- La difusión y aceptación de las ideas de Cossío y Giner, los cursos experimentales auspiciados por el Museo Pedagógico Nacional, la difusión de nuevas orientaciones desde el B.I.L.E., en definitiva, la labor que de forma general desarrollo la Institución Libre de Enseñanza para conseguir la modernización de nuestro sistema educativo, tendrá especial incidencia en la renovación de la enseñanza de las ciencias.
- Dentro de esta serie de actuaciones, llevadas a cabo directamente por la ILE o impulsadas y coordinadas desde la Institución, tendrá especial relevancia la creación de la Junta de Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas que facilitará la difusión en nuestro país de las corrientes renovadoras europeas.
- La creación de los Institutos-Escuela de Madrid, Barcelona, Sevilla y Valencia, ofrecerá a los profesores de ciencias un modelo pedagógico alternativo y una experiencia contrastada de la que podrán extraer nuevos planteamientos para el desarrollo de sus enseñanzas.

¹³⁷ CHOUSA, C., *La reforma de la segunda enseñanza*, Imprenta de F. Ruiz, Antequera, 1930, p. 11.

¹³⁸ ACMEC, Legajo 5631-3. Expediente personal.

- El movimiento de la Escuela Nueva -que se difunde con gran profusión en nuestro país a partir de los primeros años veinte-, al destacar la importancia de la actividad del alumno, creará un marco pedagógico favorecedor de la renovación de la enseñanza de las ciencias.
- Paralelamente a las actuaciones de organismos e instituciones, la aparición en el cuerpo de catedráticos de Instituto de figuras relevantes, con un talante siempre innovador, como J. Estalella, o del prestigio de Catalá, facilitará la adopción de las nuevas propuestas.
- Finalmente, habría que incluir la influencia de otros profesores ajenos a los Institutos. Las innovaciones propuestas por Modesto Bargalló, Vicente Valls, Enrique Rioja o Margarita Comas –profesores de las Escuelas Normales y de La Escuela Superior del Magisterio-, también contribuyeron a la renovación indicada.

2.3. La influencia de las ideas pedagógicas institucionistas

El papel que jugó la Institución Libre de Enseñanza en todo el movimiento de renovación pedagógica que se produjo en España, a lo largo del primer tercio de siglo, ha sido objeto de numerosas e importantes investigaciones, en las que queda bien establecida su influencia en la modernización de nuestro sistema educativo¹³⁹. Desde la Institución -recogiendo las ideas de Giner, Cossío o Castillejo- se planteaba la necesidad y urgencia de efectuar una reforma general de la instrucción pública española. Había que renovar la concepción general que se tenía sobre la enseñanza a fin de hacerla integral, humanista y social. Era preciso renovar los métodos haciéndolos activos, personales. Intuición, actividad y comunicación eran los tres principios a considerar.

En Giner se observa la influencia de Pestalozzi, de su propuesta de llevar a la práctica nuevos métodos basados en la intuición, método que pone al entendimiento en

¹³⁹ Véase entre otros los trabajos de JIMÉNEZ-LANDI, A., *La Institución Libre de Enseñanza*, v. I y II, Taurus, Madrid, 1987, JIMÉNEZ-LANDI, A., *La Institución Libre de Enseñanza y su ambiente*, v. I-IV, editorial Complutense, Madrid, 1996 y VV.AA., *En el centenario de la Institución Libre de Enseñanza*, Tecnos, Madrid, 1977,

contacto directo con la realidad misma: intuir es, en sentido lato, ver la realidad de las cosas, lo que implica seguir el principio de la graduación en los estudios, subordinando lo accesorio a lo esencial, siguiendo un orden natural¹⁴⁰. También son claras las influencias de Froebel, que fue quien enfatizó la idea de actividad, o de Comenio, a quien había estudiado por referencia de Krause. Para Giner, el alumno debía aprender en contacto directo con la realidad:

“(...) este método intuitivo, realista autóptico, de propia vista y certeza, el método, en suma, de Sócrates no es un proceso particular, empírico, ni mejor entre otros, sino el único autorizado en todo linaje de enseñanza. No es pues, maravilla si, aplicado a la infancia en los tiempos modernos, merced a los esfuerzos de Rousseau, de Pestalozzi, de Froebel, va poco a poco extendiéndose a diversos estudios, en los cuales la indagación familiar ha de sustituir a aquellas antiguas formas expositivas (...)”¹⁴¹.

La enseñanza debería basarse en la actividad del alumno y no en la pasividad y la rutina. Para conseguir este objetivo es necesario cambiar la visión tradicional del aula y del profesor: *“la cátedra es un taller y el maestro un guía en el trabajo”¹⁴²*, decía Giner, con los mismos términos que, como veremos, serán utilizados años después por José Estalella. El alumno, lejos de utilizar los libros de texto, creará sus propios apuntes, ejercicios, prácticas, etc.

Era preciso, además, superar los viejos moldes sobre la relación profesor-alumno. La relación de poder y sumisión debía ser cambiada por otra en la que el afecto y la camaradería fueran esenciales y donde no existiera aislamiento sino un trabajo colaborativo y cooperativo:

“Transformad esas antiguas aulas; suprimid el estrado y la cátedra del maestro, barrera de hielo que lo aísla y hace imposible toda intimidad con el discípulo; suprimid el banco, la grada, el anfiteatro, símbolos perdurables de la uniformidad y del tedio. Romped esas enormes masas de alumnos, por necesidad constreñidas a oír pasivamente una lección, o alternar en un interrogatorio de memoria, cuando no a presenciar desde distancias increíbles ejercicios y manipulaciones de que apenas logran darse cuenta”¹⁴³.

¹⁴⁰ CAPITÁN DÍAZ, A., *Historia del pensamiento pedagógico en Europa*, v. I, Dykinson, Madrid, 1984, p. 758.

¹⁴¹ GINER DE LOS RÍOS, F., *Ensayos*, ob. cit., p. 106.

¹⁴² *Ibidem*, p. 107.

¹⁴³ GINER DE LOS RÍOS, F., “Discurso pronunciado por Don Francisco Giner de los Ríos, rector de la Institución Libre de Enseñanza, en la inauguración del curso académico de 1880 a 1881”, *B.I.L.E.*,

Giner conocía experiencias llevadas a cabo en centros extranjeros, por ejemplo las llamadas “Escuelas del Pueblo” de Search en Colorado, sobre las que decía que “*la característica fundamental (...) es la más celosa protección y conservación de la individualidad*”¹⁴⁴. Había visitado centros educativos franceses, belgas, holandeses o ingleses. Giner pretendió incorporar a la enseñanza un mayor protagonismo para el alumno y menor para el maestro, pasar de “*la exposición oral, doctrinal y sistemática del maestro, que el alumno recibe y se asimila para formar su conocimiento, a la investigación y construcción personal de este conocimiento por el alumno mismo*”¹⁴⁵. El alumno debía desarrollar actividades como la observación o la experimentación, semejantes a lo que era el trabajo real de un científico en su gabinete o laboratorio.

La segunda enseñanza debía ser general y útil, atendiendo al desarrollo de todas las facultades humanas y educando para la vida en sociedad. Antonio Jiménez Landi, dice M. de Puelles, “*recuerda que el institucionismo debe encuadrarse dentro del movimiento europeo que alumbró la enseñanza activa, configurándose dentro del mismo como precursor de la escuela nueva (...) no sólo se adelantó a la escuela nueva, sino que en cierto modo la superó*”¹⁴⁶. Para Ivonne Turín, la Institución “*aportó procedimientos pedagógicos nuevos; fue un centro en que se fomentaban gran cantidad de ideas nuevas e interesantes que esparció por toda España*”¹⁴⁷. Asimismo, desde la *Revista de Pedagogía* se decía en 1926 que “*los principales caracteres que poseen las escuelas nuevas se hallan, casi desde su creación, en la Institución Libre: en ella se encuentran los principales puntos que para calificar a una escuela nueva señala el “Bureau International des écoles nouvelles (...)”*”¹⁴⁸. No olvidemos, por último, el excelente plantel de profesorado con el que contó la I.L.E. en relación con las ciencias

1880, pp. 137-143. Recogido también por JIMÉNEZ LANDI, A., *La Institución Libre de Enseñanza*, v. II, ob. cit., pp. 693-703.

¹⁴⁴ GINER DE LOS RÍOS, F., *Obras completas de Francisco Giner de los Ríos, Educación y enseñanza*, XII, Espasa-Calpe, Madrid, 1933, p. 301.

¹⁴⁵ *Ibidem*, p. 208.

¹⁴⁶ PUELLES BENÍTEZ, M. de, *Educación e ideología en la España contemporánea*, Labor, Barcelona, 1991, p. 290.

¹⁴⁷ TURÍN, I., *La educación y la escuela en España. De 1874 a 1902*, Aguilar, Madrid, 1967, p. 218.

¹⁴⁸ “El cincuentenario de la Institución Libre de Enseñanza”, *Revista de Pedagogía* 59, 1926, pp. 510-512 (referencia en p. 511).

experimentales: González Linares, Salvador Calderón, Luis Simarro, Francisco Quiroga o Edmundo Lozano. Por todo ello, Francisco Laporta sostiene que “no es ninguna exageración afirmar que la pedagogía de la Institución puede ser considerada como un episodio de vanguardia de todo ese movimiento europeo cuyos efectos están aún consolidándose hoy”¹⁴⁹.

2.4. El Museo Pedagógico Nacional y la enseñanza de las ciencias experimentales¹⁵⁰

En 1882, aprovechando la coyuntura favorable del gobierno liberal de Sagasta, el ministro Albareda con la colaboración del entonces Director General de Instrucción Pública, Juan Facundo Riaño, creó el Museo Pedagógico, aunque su primitivo nombre era Museo de Instrucción Primaria, al estilo de los existentes en otros países europeos, conocidos por M. B. Cossío -que fue su director casi vitalicio-, al haber sido pensionado por la ILE en 1880¹⁵¹. Las ideas de Cossío serán siempre el punto de referencia a tener en cuenta en todo lo que ocurra en torno al Museo. El Museo, además de la formación de maestros, propició ciclos de conferencias, cursos y publicaciones que fueron fuente de discusión de problemas educativos, que, como decía Luzuriaga, hicieron de él el

¹⁴⁹ Más adelante explica que: “por ello se oponen claramente a todas aquellas cosas que tendían, y todavía tienden, a producir esa pasividad. Se oponen a los procedimientos de “estampación” de conocimientos memorísticos mediante premios, castigos o repeticiones mecánicas y alienantes. Se oponen al libro de texto. Se oponen a la masificación en las aulas. Se oponen a los exámenes. Se oponen a la perorata retórica del maestro ante la inacción de los estudiantes (...)” (LAPORTA, F., “Francisco Giner de los Ríos en la modernización de España”, *B.I.L.E.*, 18, 1993, pp. 17-26 (referencia en p. 25).

¹⁵⁰ Sobre el Museo Pedagógico se han publicado distintos trabajos. Citaremos los de GARCÍA DEL DUJO, A., *Museo Pedagógico Nacional (1882-1941). Teoría educativa y desarrollo histórico*, ediciones Universidad de Salamanca, Salamanca, 1985, “Manuel B. Cossío y el Museo Pedagógico Nacional”, *Bordón*, 258, 1985, pp. 367-383, “El Museo Pedagógico Nacional y las corrientes pedagógicas contemporáneas”, *Historia de la Educación*, 4, 1985, pp. 169-182 y “Aportaciones del Museo Pedagógico Nacional al estudio de los problemas modernos de la pedagogía”, *Studia Paedagogica*, 13, 1984, pp. 75-84.

¹⁵¹ Cossío tenía conocimientos amplios del funcionamiento de los centros de enseñanza de otros países, así, en 1881 estudió el funcionamiento de las escuelas inglesas, en 1884, asistió como delegado a la Conferencia Internacional de Educación de Londres. Analizó a partir de 1886 los principales centros

centro consultivo pedagógico más importante de España y el organismo que promocionaría la renovación metodológica y pedagógica en nuestro país. El Museo Pedagógico, como comenta A. Capitán, “conectó pronto con las nuevas tendencias de la pedagogía contemporánea europea - sobre todo, con las que prepararon el camino de la escuela nueva (...)”¹⁵². En definitiva, el Museo Pedagógico tendrá un notable incidencia como lugar desde el que emanaron unas orientaciones pedagógicas renovadoras tendentes a propiciar una modernización de la enseñanza en general y de la Física y la Química en particular. Por otra parte, utilizando el laboratorio de Física y Química se ofertaron cursos con una concepción moderna e innovadora, tendentes a la formación de profesores en estrategias experimentales enfatizando el carácter práctico que debía tener la enseñanza de estas disciplinas.

El primero en organizar cursos relacionados con la enseñanza de la Química fue Francisco Quiroga. De sus publicaciones en el *B.I.L.E.* acerca de la enseñanza de esta materia, destaca en primer lugar su visión innovadora sobre los trabajos prácticos de ciencias experimentales -de los que hablaremos más adelante- tratando de relacionar éstos con situaciones comunes de la vida cotidiana¹⁵³. Por otra parte, para Quiroga, la observación de determinados hechos o fenómenos, por medio de las demostraciones o experiencias de cátedra, eran el mejor medio de facilitar el aprendizaje de los alumnos. Justificaba las demostraciones porque “no es lo mismo saber una cosa, que tener noticias de ella. Saberla supone habérsela apropiado, asimilado, dándole el sello de la inteligencia individual”¹⁵⁴. Mediante las demostraciones, se ofrecía a los alumnos la oportunidad de examinar críticamente aquello que observaban y escuchaban. Los medios para desarrollar estas demostraciones, siguiendo los criterios pedagógicos de Cossío, debían ser lo más sencillos y cercanos al alumno:

“Deben proscribirse los aparatos complicados y especiales, que corresponden a la enseñanza superior de la investigación química. Los mismos aparatos especiales para la demostración de principios muy fundamentales, que por lo tanto han de ser objeto de enseñanza en las

de enseñanza de Francia, Bélgica e Inglaterra y en 1888, asistió al Congreso internacional de Colonias escolares de vacaciones celebrado en Zurich, visitando también centros de enseñanza de Escocia.

¹⁵² CAPITÁN DÍAZ, A., *Historia del pensamiento pedagógico en Europa*, v. I, ob. cit., p. 260.

¹⁵³ QUIROGA, F., “El aire: lección experimental de química en la escuela”, *B.I.L.E.*, XXIII, 1899, 33-36. “El agua: lección experimental de química en la escuela”, *B.I.L.E.*, XXIII, 1899, 265-268. “Carnes y pescados: lección experimental de química en la escuela”, XXIV, 1900, 33-35. “La sal común y el salitre: lección experimental de química en la escuela”, *B.I.L.E.*, XIV, 1900, 199-203. “El azufre: lección experimental de química en la escuela”, *B.I.L.E.*, XXIV, 1900, 232-234. “Los metales: lección experimental de química en la escuela”, *B.I.L.E.*, XXVI, 1902, 39-44. “El hierro y el cobre: lección experimental de química en la escuela”, *B.I.L.E.*, XXV, 1901, 296-300. “El alimento del hombre: lección experimental de química en la escuela”, *B.I.L.E.*, XXV, 1901, 193-199.

¹⁵⁴ QUIROGA, F., “La enseñanza de la Química (I)”, ob. cit., p. 319.

*escuelas, no deben emplearse, aunque se pudiera, y es necesario sustituirlos por procedimientos de demostración hechos con el material más vulgar y corriente, con las mismas cosas con que juega el niño, cuerdas, palos, clavos, tablas, cartones, ruedas de sus carros, tubos de vidrio, vasos, etc.”*¹⁵⁵

De forma coherente, los contenidos de Química a impartir en los primeros niveles deberían estar siempre relacionados con lo que es familiar y conocido a los alumnos:

*“Al niño no le preocupan ni el hidrógeno, ni el oxígeno, ni la electrolisis; pero sí se puede hacer fijar su atención en el aire y en el agua, en el pan, en la bujía que arde y la leña o carbón que se queman. La química que se realiza en los cuerpos y fenómenos más vulgares de que les rodean, es la primera que hay que enseñarle, porque es la única que llama su atención”*¹⁵⁶.

Como veremos más adelante, sus propuestas acerca del material necesario para llevar a cabo la experimentación, los contenidos a desarrollar en los niveles intermedios de la enseñanza, y la proximidad de éstos a la vida cotidiana del alumno, serán aspectos sobre los que incidiría especialmente José Estalella. En este mismo sentido, Enrique Moles también destacaba la importancia del estudio de la química de la vida cotidiana cuando, en una conferencia radiofónica a través de la Unión Radio, trató de llamar la atención de la audiencia *“sobre una serie de hechos de nuestra vida diaria, que por su misma frecuencia nos pasan desapercibidos casi y en los que, sin que quizá se hayan ustedes dado cuenta, la Química interviene como factor preponderante”*¹⁵⁷, hablando sobre los ladrillos, las arcillas, la celulosa, la leche, los jabones, etc.

Posteriormente sería Edmundo Lozano¹⁵⁸, también profesor del Museo Pedagógico y de la Institución, quien propondría otra serie de innovaciones en la enseñanza de la Física y Química. Lozano sigue las directrices de Giner cuando éste se manifestaba contrario a esas demostraciones de cátedra ante cientos de alumnos que se hacían en los gabinetes y laboratorios de los Institutos, con una estructura organizativa

¹⁵⁵ *Ibidem*, p. 320.

¹⁵⁶ *Ibidem*, p. 320. Desde estos planteamientos surgía el énfasis que ponía en la enseñanza de la Química de la vida cotidiana, que, en definitiva, venía a recoger las influencias de Cossío, de la educación intuitiva y del modelo de enseñanza de las ciencias en Inglaterra, basado en enfoques experimentales y de laboratorio. Wormell proponía una metodología similar: *“Nuestra conclusión es que se debe enseñar la química pronto y en unión con las otras ramas de las ciencias físicas. La ciencia de la vida diaria, incluyendo la química, es la ciencia de las escuelas. Los hechos sobre sustancias y elementos se aprenden mejor en forma de lecciones sobre cosas comunes”* (WORMELL, D., “La enseñanza de la química elemental”, ob. cit., p. 268).

¹⁵⁷ MOLES, E., “La Química en la vida diaria”, *Residencia*, v. II, 1, 1927, pp. 66-70.

¹⁵⁸ Edmundo Lozano comenzaría los cursos de Química en el Museo a partir de 1906, siendo nombrado en 1913 profesor de Metodología de las ciencias físico-químicas.

condicionada por las gradas y anfiteatros. Por ello manifestaba que era preciso hacerles “medir, pesar, descomponer, crear y disipar la materia en el laboratorio (...)”¹⁵⁹.

Lozano consideraba que la enseñanza de la Física y de la Química era preciso realizarla en el laboratorio:

*“La enseñanza elemental de las ciencias físico-químicas ha de hacerse, por tanto, en el laboratorio. Los alumnos deben ejecutar todos los experimentos seleccionados por el maestro; construir los aparatos, razonando sus detalles; observar cuidadosamente todas las circunstancias del experimento y su resultado, anotando en el cuaderno de laboratorio todas sus observaciones y ejecutando los cálculos, dibujos y gráficas con el mayor esmero”*¹⁶⁰.

Lozano proponía que fuesen los propios alumnos los que realizaran aquellos experimentos que previamente seleccionaba el profesor¹⁶¹. Que ellos mismos construyeran los aparatos necesarios, de manera que observando cuidadosamente la experiencia y su resultado, anotando en el cuaderno todas las observaciones y ejecutando los cálculos, dibujos y gráficas necesarios, especificaran las conclusiones. Lo que Lozano estaba proponiendo, como ya comentamos, era que los alumnos fuesen protagonistas activos de su propio aprendizaje. Era preciso pasar de las exposiciones a cargo del profesor, fundamentadas en las demostraciones de cátedra, a otros métodos que estimularan la iniciativa y desarrollaran el hábito del trabajo reflexivo y ordenado en el alumno:

*“A diferencia del método usual de lecciones orales, acompañadas de experimentos ejecutados por el profesor en presencia de los alumnos, el método que yo me proponía seguir era enteramente heurístico: los alumnos debían trabajar en el laboratorio, bajo mi dirección, y construir por sí mismos la poca o mucha química que permitiera su formación, su tiempo disponible y los medios puestos a su alcance”*¹⁶².

¹⁵⁹ GINER DE LOS RÍOS, F., “Discurso pronunciado por Don Francisco Giner de los Ríos, rector de la Institución Libre de Enseñanza, en la inauguración del curso académico de 1880 a 1881”, *ob. cit.*, pp. 137-143. Recogido también por JIMÉNEZ LANDI, A., *La Institución Libre de Enseñanza*, v. II, *ob. cit.*, pp. 693-703.

¹⁶⁰ LOZANO, E., “Pedagogía de las ciencias físico-químicas”, *B.I.L.E.*, XXXVI, 1912, pp. 289-293 (referencia en p. 292).

¹⁶¹ LOZANO, E., “La enseñanza de la Química en la Institución”, *B.I.L.E.*, XXXI, 1907, pp. 167-168. Podemos observar las experiencias propuestas para el curso 1906-1907 realizadas en 40 sesiones y 10 clases. Se trataba de la preparación de sustancias simples y compuestas, electrolisis, análisis cualitativo de sustancias, experimentos de espectroscopia y determinaciones cuantitativas. También en LOZANO, E., “La Química en la Institución”, *B.I.L.E.*, XXXII, 1908, pp. 161-162.

¹⁶² LOZANO, E., “Las prácticas de laboratorio en el Museo Pedagógico Nacional”, *B.I.L.E.*, XXXVI, 1912, pp. 232-234 (referencia en p. 232).

Para Lozano, era preciso huir del aprendizaje memorístico, centrado en el libro de texto y recargado de contenidos:

*“Los alumnos de algunas clases de química agotan la memoria -y la paciencia- aprendiendo, ad pedem litterae, los pesos atómicos, las densidades (...) y otras muchas constantes físicas de los ochenta y tantos cuerpos simples, amen de otros datos numéricos concernientes a los compuestos, siempre para responder a las preguntas de examen”*¹⁶³.

En aquellos casos en los que existía precariedad de medios consideraba que era preciso hacer uso de *“los trebejos del desván, de los cacharros de la cocina”*, lo que, sin duda, contribuiría a construir *“un gabinete de Física, un laboratorio químico de un valor pedagógico infinitamente superior al de la más brillante colección de aparatos producidos por la quincallería extranjera”*. Además, exigía que si:

*“el maestro no tiene vocación o carece de aptitud para esta obra, preferible es que borre de su programa esta enseñanza a que intente realizarla ex cathedra, utilizando alguno de los Manuales que tan profusamente circulan en nuestro país, extractados del vetusto y siempre remozado libro de Ganot o de otros análogos”*¹⁶⁴.

Tenía muy claro el déficit en la formación experimental tanto de los maestros como de los profesores de Instituto (de hecho a sus cursos asistían alumnos de la Facultad de Ciencias, de la Escuela Superior del Magisterio, maestros, etc.), por lo que a lo largo del programa desarrollado en sus cursos procuraba mejorar el desarrollo de destrezas y habilidades básicas necesarias en el ámbito de las ciencias experimentales. A través de estos planteamientos didácticos los alumnos trataban de adquirir los hábitos propios del trabajo científico y de cultivar un método -el científico- que promovería de manera importante su formación general. Es decir, *“el alumno, en lugar de recibir la enseñanza pasivamente, debe colocarse en actitud de descubridor, siendo necesario que experimente, mida e imagine hipótesis”*¹⁶⁵.

¹⁶³ *Ibidem*, p. 233.

¹⁶⁴ LOZANO, E., “Pedagogía de las ciencias físico-químicas”, ob. cit., p. 293.

¹⁶⁵ LOZANO, E., “La enseñanza elemental de la Física y de la Química en la escuela”, ob. cit., p. 367. Otros profesores, como Ernesto Nelson, proponían años después un cambio similar en el planteamiento didáctico de las actividades en la enseñanza en este nivel educativo: *“(…) la educación secundaria se organizaría como un sistema de actividades, por las cuales el alumno no pudiera menos que obtener por sí mismo la información que vertemos en su mente con libros y conferencias”* (NELSON, E., “La escuela secundaria y la Universidad. Conclusión”, *B.I.L.E.*, XLII, 1918, pp. 163-166, referencia en p. 163).

Como veremos posteriormente, Edmundo Lozano contribuyó notablemente a posibilitar un cambio en la percepción de los trabajos y experiencias prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias experimentales y, además, a propiciar que los contenidos de ciencias debían ser considerados como trascendentes en el desarrollo intelectual de los alumnos. Las ideas de Lozano sobre la importancia de la metodología científica, serán recogidas y desarrolladas por otros protagonistas de la renovación de la enseñanza de las ciencias en nuestro país, como Vicente Valls Anglés o Modesto Bargalló.

Los trabajos de Quiroga y Lozano fueron apareciendo regularmente en el *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza*. La revista de la Institución -desde su primer número, en marzo de 1877-, se convirtió en medio difusor de las nuevas teorías y métodos educativos¹⁶⁶. Hasta 1889 tuvo trece secciones, entre ellas una relativa a Física y Química y otra a Educación y Enseñanza. A partir de 1889 se reducirían a tres, una de ellas era la de Pedagogía¹⁶⁷. Desde sus páginas se presentaron trabajos originales de los propios profesores de la Institución, críticas de libros e investigaciones realizadas dentro y fuera de nuestro país, extractos de temas desarrollados en los cursos organizados, catálogo de los gabinetes de la Institución, noticias sobre conferencias, reformas de la segunda enseñanza, la enseñanza universitaria, etc. Un numeroso grupo de los artículos publicados, correspondían a los institucionistas más significativos como Giner, Cossío, Altamira o Posada, aunque no faltaron tampoco artículos de María Montessori, Dewey, Ferrière, etc., que informaban del acontecer pedagógico fuera de nuestras fronteras¹⁶⁸.

Entre los numerosos artículos relacionados con la investigación y enseñanza de las ciencias experimentales podemos citar los de Francisco de las Barras Aragón, Salvador Calderón, Augusto González Linares, Eduardo Hernández Pacheco, Blas

¹⁶⁶ En el Programa de la Institución se incluía una referencia al *Boletín*, en la que se explicaba cuales eran sus objetivos: “una Revista científica, órgano oficial de la Institución, y consagrada, tanto a la difusión de la cultura general, insertando artículos sobre cuestiones de interés público, cuanto, muy especialmente, al estudio de las cuestiones pedagógicas, salvando así, por una activa propaganda, los límites en que por fuerza han de encerrarse la obra que realiza la Institución” (INSTITUCIÓN LIBRE DE ENSEÑANZA, “Programa de la Institución Libre de Enseñanza”, *B.I.L.E.*, XLVIII, 1924, pp. 25-32 (referencia en pp. 31-32).

¹⁶⁷ ESTEBAN MATEO, L., *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza, Nómina bibliográfica (1877-1936)*, Universidad de Valencia, 1978, p. 19.

¹⁶⁸ Contraportada del número 1. Recogido por ESTEBAN MATEO, L., *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza, Nómina bibliográfica (1877-1936)*, ob. cit. p. 18.

Lázaro Ibiza, Margarita Comas o Modesto Bargalló. Y, en cuanto a la Física y a Química se refiere, destacaremos dos grupos: uno, más en consonancia con la enseñanza de estas disciplinas en los estudios superiores, como son los artículos de A. García Varela¹⁶⁹, E. Moles¹⁷⁰, José Casares Gil¹⁷¹, A. Madinaveitia¹⁷², J. A. Izquierdo Gómez¹⁷³, J. Moreno Villa¹⁷⁴ o M. Y. Mayor¹⁷⁵ y otro, más en consonancia con la enseñanza secundaria.

Cuadro IV.4.

Publicaciones en el B.I.L.E. relacionadas con la enseñanza de la Física y Química	
Autor	Localización en el B.I.L.E.
Francisco Quiroga	Química. t. I, 1877, 2-3; La enseñanza de la Química. t. IX, 1885, 318-320; 334-336; 364-366; El aire: lección experimental de química en la escuela. t. XXIII, 1899, 33-36; El agua: lección experimental de química en la escuela. t. XXIII, 1899, 265-268; Carnes y pescados: lección experimental de química en la escuela. t. XXIV, 1900, 33-35; La sal común y el salitre: lección experimental de química en la escuela. t. XIV, 1900, 199-203; El azufre: lección experimental de química en la escuela. t. XXIV, 1900, 232-234; Los principios de las plantas. lección experimental de química en la escuela. t. XXIV, 1900, pp. 321-324; Grasas y aceites. Jabones y bujías: lección experimental de química en la escuela, t. XXV, 1901, pp. 33-37; El alimento del hombre: lección experimental de química en la escuela. t. XXV, 1901, 193-199; El hierro y el cobre: lección . experimental de química en la escuela, t. XXV, 1901, 296-300; Los metales: lección experimental de química en la escuela, t. XXVI, 1902, 39-44 y 65-68; La química en la escuela, Lecciones experimentales. (Los álcalis), t. XXVII, 1903, 257-262.
Edmundo Lozano	Enseñanza de la Física, t. XI, 1887, 199-200; Notas sobre la enseñanza de la Química. t. XXX, 1906, 102-103; La enseñanza de la Química en la Institución t. XXXI, 1907, 167-168; Prácticas de Física y Química en la escuela primaria. t. XXXII, 1908, 193-201; 205-231; La Química en la Institución. t. XXXII, 1908, 161-162; Prácticas de Física y Química en la escuela primaria. t. XXXIII, 1909. 3-6; 80-85; 233-238; La enseñanza de la Física y Química. t. XXXIV, 1910. 366-372; Prácticas de Física y Química en la escuela primaria. t. XXXVI, 1912, 137-142; 257-259; Pedagogía de las ciencias físico-químicas, t. XXXVI, 1912, 289-293; El Laboratorio y gabinete de Física en la escuela. t. XXXVI, 1912, 321-326; Nota sobre la enseñanza de las ciencias físico-químicas en la escuela primaria. t. XXXVII, 1913, 289-291; Prácticas de Física y Química en la escuela primaria. t. XXXVII, 1.913, 105-

¹⁶⁹ GARCIA VARELA, A., "La enseñanza en la Facultad de Ciencias", *B.I.L.E.*, XXXV, 1911, pp. 289-297, 331-338.

¹⁷⁰ MOLES, E., "Tres semestres de Químico-Física en Leipzig", *B.I.L.E.*, XXXV, 1911, 129-136.

¹⁷¹ CASARES GIL, J., "El estudio de la Química", *B.I.L.E.*, XLVI, 1922, 330-334.

¹⁷² MADINAVEITIA, A., "Problemas de la enseñanza de la Química Orgánica", *B.I.L.E.*, LI, 1927, 300-306; 330-336.

¹⁷³ IZQUIERDO GÓMEZ, J. A., "De la enseñanza de la Física en la Facultad de Ciencias", *B.I.L.E.*, XLI, 1917, 325-330; 363-367.

¹⁷⁴ MORENO VILLA, J., "El estudio de la Química en las universidades alemanas", *B.I.L.E.*, XXXI, 1907, 257-258.

¹⁷⁵ MAYOR, M. Y., "Los componentes últimos de la materia y de la energía, según la teoría de los "Quanta" y la mecánica ondulatoria", *B.I.L.E.*, LVII, 1933, 220-224.

	108; Las prácticas de laboratorio en el Museo Pedagógico Nacional. t . XXXVI, 1912, 232-234.
Salvador Calderón	La liquefacción del oxígeno, la liquefacción y solidificación del hidrógeno y las teorías sobre los cambios de estado, t . II, 1878, 42-43.
Margarita Comas	La enseñanza elemental de las ciencias en Inglaterra, XLVI, 1922, 80-83.
Blas Lázaro Ibiza	La enseñanza de la Física, t. IX, 1885, 382-384.
Martín Navarro	Metodología de las Ciencias físicas, t. XLIV, 1920, 366-372.
Ramiro Suárez	Curso práctico de Química, t. XXIX, 1905, 246-267.
Vicente Valls	Metodología de las Ciencias Naturales, LVI, 1932, 174-181.
Modesto Bargalló	La enseñanza experimental en la escuela. Su relación con el desarrollo histórico de la Física y Química, LVI, 1932, 262-269; Las leyes y las teorías físicas,, XLIII, 1919, 311-313.
E. Winter	Valor pedagógico de las prácticas de laboratorio, t. XXXIV, 1910, 33-38; 65-69.
Dr. Wormell	La enseñanza de la Química elemental, t. X, 1886, 267-269; 301-303.

Fuente: *B.I.L.E.*

En cuanto a artículos de catedráticos de Física y Química de Instituto, sólo hemos constatado los que publicaron dos de ellos, Enrique Serrano Fatigati y Ricardo Becerro de Bengoa.

Cuadro IV.5.

Publicaciones en el B.I.L.E. de catedráticos de Física y Química de Instituto	
Autor	Localización en el B.I.L.E.
Ricardo Becerro de Bengoa.	Estudios agrícolas, t. XIII, 1889, 56-60.
Enrique Serrano Fatigati.	Astronomía: química y espectroscopia de las estrellas, t. V, 1881, 46-47; Influencias físicas en el desarrollo de los seres inferiores, t. V, 1881, 135-136; La sal común y la difteria, t. VI, 1882, 10-11; Química por los bacterios, t. VI, 1882, 37-38; Papel incombustible, t. VI, 1882, 38; Adulteraciones de la manteca, t. VI, 1882, 38; Cristalización del zinc, t. VI, 1882, 98; Envenenamiento con el clorato de potasa, t. VI, 1882, 98; Bronce de manganeso, t. VI, 1882, 99; Corrientes eléctricas en el campo del microscopio, t. VI, 1882, 132; Imágenes luminosas en las burbujas y células, t. VI, 1882, 132-133; Liquefacción del ozono, t. VI, 1882, 133-134.

Fuente: *B.I.L.E.*

2.5. Los primeros pasos en la construcción de la didáctica de las ciencias experimentales: la personalidad y la labor profesional de José Estalella.

José Estalella fue catedrático de Física y Química de Instituto por oposición desde 1905, siendo el Instituto de Gerona su primer destino y en el que trabajó hasta 1918¹⁷⁶. Durante los cursos de 1910 a 1914 impartió además -de manera gratuita- la asignatura de “Nociones de Ciencias físicas y naturales con aplicación a la industria y a la Higiene” de los estudios de Magisterio, lo que puede dar idea de su interés por todos los aspectos de la enseñanza¹⁷⁷.

Ya durante su estancia en Gerona mostraba cuales serían sus principios pedagógicos: decía a sus alumnos que su laboratorio era el campo, la naturaleza. Realizaba excursiones en las que habituaba a los estudiantes a la observación directa, como forma de iniciarlos a la investigación. En clase utilizaba, como libro de texto, el

¹⁷⁶ Sobre el profesor José Estalella pueden consultarse distintas obras y artículos, entre ellas, hemos trabajado con: CARDÚS BADÍA, M., *Josep Estalella i L'Institut-Escola, de la ciencia a la pedagogia*, Ajuntament de Vilafranca del Penedés, Comissió de Cultura, 1980, VV. AA., *Cinquantenari de la mort del Dr. Josep Estalella (1879-1938)*, Gráficas Canuda, Barcelona, 1990 y VV. AA., *Vida i obra del Dr. Josep Estalella*, edició patrocinada per la Caixa d'Estalvis del Penedés, Gràfiques Tordera, Vilafranca del Penedés, 1979. Entre los artículos citaremos los de DELGADO, B., “Josep Estalella Graells”, en DELGADO, B., (Coord.), *Historia de la educación en España y América. La educación en la España contemporánea. 1789-1975*, v. 3, Fundación Santa María, Morata, S. L., Ediciones S.M., 1994, pp. 754-755, y algunos de los publicados en los libros citados anteriormente, como los de: BALLESTER BOIX, M., “La tasca científica del Dr. Josep Estalella i Graells”, en VV. AA., *Vida i obra del Dr. Josep Estalella (1879-1938)*, ob. cit., pp. 15-19, CARDÚS BADÍA, M., “La humanitat del Dr. Josep Estalella”, en VV. AA., *Cinquantenari de la mort del Dr. Josep Estalella (1879-1938)*, ob. cit., pp. 18-23, CARDÚS BADÍA, M., “Esbós biogràfic del Dr. Josep Estalella”, en VV. AA., *Vida i obra del Dr. Josep Estalella*, ob. cit., pp. 8-14, CASASSAS, E., “Aspectes científics de l'activitat professional del Dr. Josep Estalella i Graells (1879-1938)”, en VV. AA., *Cinquantenari de la mort del Dr. Josep Estalella (1879-1938)*, ob. cit., pp. 8-13, FERRER SENSAT, M^a A., “En el centenari del Dr. Estalella. La seva obra i la seva figura”, en VV. AA., *Vida i obra del Dr. Josep Estalella*, ob. cit., pp. 22-29, MATA I GARRIGA, M., “El pensament i el lexic pedagògics del Dr. Estalella”, en VV. AA., *Cinquantenari de la mort del Dr. Josep Estalella (1879-1938)*, ob. cit., pp. 14-17, SAAVEDRA, A. M^a de, “Treballs literaris i pedenesencs”, en VV. AA., *Dr. Josep Estalella i Graells. L'obra dispersa*, edició patrocinada per la Caixa d'Estalvis del Penedés, imprés a Gràfiques Tordera, pp. 55-100, SOLÉ BORDES, J., “Aproximació a la personalitat i obra del Dr. Josep Estalella”, en VV. AA., *Vida i obra del Dr. Josep Estalella*, sin número de página, SOLÉ SABARÍS, L., “L'obra dispersa del Dr. Josep Estalella”, en VV. AA., *Dr. Josep Estalella i Graells. L'obra dispersa*, ob. cit., pp. 9-10, y SOLÉ SABARÍS, L., “Treballs pedagògics” en VV. AA., *Dr. Josep Estalella i Graells. L'obra dispersa*, ob. cit., pp. 109-211.

¹⁷⁷ Natural de Vilafranca del Panadés, Barcelona. Nació el 23-6-1879 y murió en 1938. Cursó en la Universidad de Barcelona la licenciatura en Ciencias Físico-Químicas que finalizó en 1898 con premio extraordinario. Obtuvo el título de Doctor en Ciencias físico-químicas en 1903. En 1899 era ayudante de la cátedra de Física de la Universidad cuyo titular era el profesor Eduardo Lozano. Allí realizaría su Tesis Doctoral sobre “La transparencia de la materia para los rayos X y su aplicación a la elección de pesos atómicos”. La leyó el día 18 de octubre de 1902 en la Universidad de Madrid. Posteriormente fue auxiliar numerario de esa Facultad hasta 1905.

de Kleiber y Karsten -traducido por él-, hecho que suponía una innovación en esa época, dadas las características de los manuales que se utilizaban en otros centros. Era considerado entre sus alumnos como un profesor afable, sencillo, siempre accesible y trabajador infatigable¹⁷⁸. Algo usual en el profesorado próximo a la I.L.E. Recordemos como antiguos alumnos de la Escuela Superior del Magisterio -en plena sintonía con el ideario institucionista- manifestaban que también “*los profesores eran accesibles en el aula, en los pasillos, en la biblioteca, en sus casas*”¹⁷⁹. Igualmente, en la monografía realizada sobre el Instituto de Tarragona se dice que era un profesor “de trato llano y agradable”¹⁸⁰.

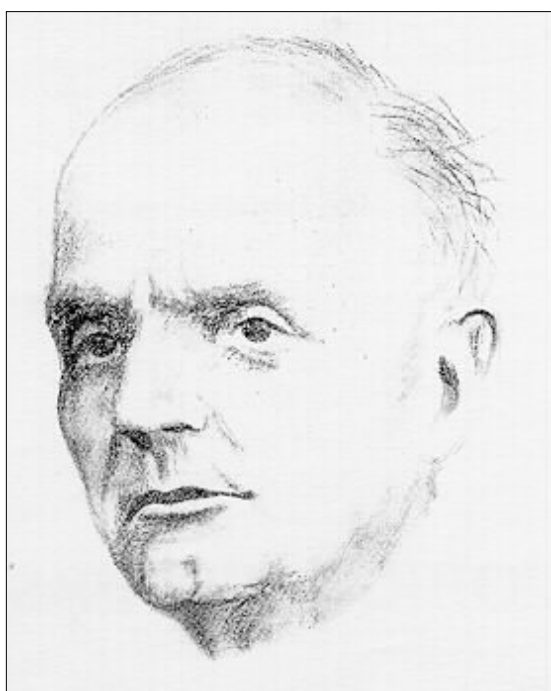


Figura IV.1: J. Estalella. (De Dr. Josep Estalella i Graells. *L'obra dispersa*)

A partir de 1919 se incorporó al Instituto-Escuela de Madrid. Carracido le animaba a tomar esta decisión: “*En la última sesión de la Junta para Ampliación de Estudios hemos hablado mucho de usted para las cátedras del Instituto-Escuela, y creo que no debe vacilar en la aceptación. Se pide mucho trabajo, es verdad, pero el propósito de la Junta es remunerarlo debidamente*”¹⁸¹.

El primer paso antes de su plena incorporación al Instituto-Escuela fue visitar Liceos y Escuelas de Segunda enseñanza del sur de Francia, Suiza y norte

¹⁷⁸ Ya en los años que estuvo en el Instituto de Gerona tenía fama de buen profesor y de innovador. Según el testimonio de distintos alumnos, el profesor Estalella se apartaba de lo corriente, por ejemplo, un alumno suyo de Tarragona decía que era: “*un profesor con métodos pedagógicos distintos a los que estábamos acostumbrados. Nos obligaba a anotar sus explicaciones en una libreta que teníamos que entregarle al objeto de calificar nuestro trabajo. Recuerdo que con él visitamos algunas veces el gabinete para sacar máquinas y experimentar con ellas. Por ejemplo, una dinamo de escobillas impulsada a mano, una botella de Leyden, un galvanómetro, entre otras muchas cosas que se me han ido de la memoria*” (RECASENS COMAS, J. M^a Y SÁNCHEZ DEL REAL, J., *El Instituto de Enseñanza Media “Antonio Martí y Franqués” de Tarragona (1845-1965)*, Instituto de Enseñanza Media “Antonio Martí y Franqués”, Tarragona, 1969. p. 102).

¹⁷⁹ Testimonio del profesor J. Bueno Ortuño, recogido en ESTEBAN, L. Y MAYORDOMO, A., *El Instituto-Escuela de Valencia (1932-1939). Una experiencia de renovación pedagógica*, ob. cit., p. 35.

¹⁸⁰ RECASENS COMAS, J. M^a Y SÁNCHEZ DEL REAL, J., *El Instituto de Enseñanza Media “Antonio Martí y Franqués” de Tarragona (1845-1965)*, ob. cit., p. 87.

¹⁸¹ CARDÚS, M^a, *Josep Estalella i L'Institut-Escola, de la ciencia a la pedagogía*, ob. cit., p. 19.

de Italia para conocer las instalaciones y métodos de laboratorio de esos centros¹⁸². Durante el curso 1919-20 impartió también enseñanzas de Física y Química en la Residencia de señoritas instalada en la calle Fortuny. Se relacionó con buen número de científicos e intelectuales de la época, principalmente con los que colaboraban con la I.L.E.. El mismo decía que en esa época comenzó a tomar interés por la enseñanza. Fue director del Instituto-Escuela en el primer trimestre del curso 1921-22, último año que permaneció en Madrid, volviendo al Instituto de Tarragona, donde permanecería hasta 1930¹⁸³. En enero de 1922 Estalella solicitaba a Castillejo la baja en el Instituto-Escuela interinamente debido al delicado estado de salud de su padre. Consideraba que Catalán y los aspirantes podían dar los cursos de Física y Química en ese centro, aunque dejaba abierta la posibilidad de que Castillejo tomara una solución definitiva desligándolo de ese Instituto. Será en marzo de 1922 cuando Estalella cuente a Castillejo *“los puntos capitales de la desorientación que vengo padeciendo y que se ha exacerbado desde que en enero tuve que quedarme aquí”*¹⁸⁴. El problema sustancial que tenía era económico, debido a que había tenido que hacer pagos relacionados con el negocio familiar que regentaban sus padres y hermana. Incluso le resultaba imposible el mantenimiento de su hija María en el Instituto-Escuela de Madrid, que era el centro donde estudiaba desde octubre de 1919. Por todo ello Estalella permanecería en Tarragona. Castillejo le contestaba que para *“el Instituto-Escuela la ausencia de usted es una tremenda crisis. Usted había inaugurado un método de enseñar la física y la química que requería una continuidad de varios años y que no pienso que pueda proseguir otra persona (...) me es personalmente muy doloroso perder la compañía y la colaboración de un amigo con quien me hallé siempre tan identificado”*¹⁸⁵.

Desde el Instituto de Tarragona pasó en 1919 al Instituto-Escuela de Barcelona, siendo su primer director¹⁸⁶. Participó, a través del Seminario de Pedagogía de la Universidad de Barcelona, en los cursos y conferencias programadas sobre metodología de la segunda enseñanza destinadas a jóvenes licenciados y a los profesores encargados

¹⁸² JUNTA PARA AMPLIACION DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES CIENTIFICAS, *Memoria correspondiente al curso 1918 y 1919*, ob. cit., pp. 262-263.

¹⁸³ Recordemos que el Instituto-Escuela, durante sus primeros años de andadura no tuvo director alguno; posteriormente la Junta mantuvo la figura del profesor-delegado, elegido por el claustro y con una duración de su mandato que varió con los años. Algo que evidentemente tuvo que ver con la huella que dejaron en la mente de José Castillejo cuando en sus visitas a distintos centros europeos.

¹⁸⁴ Archivo de la J.A.E., Caja 48-136. Carta a José Castillejo.

¹⁸⁵ Archivo de la J.A.E., Caja 48-136. Carta fechada el 15-3-1922.

de curso del propio Institut-Escola, así como en el Congreso de la Asociación Internacional de la Educación Nueva, celebrado en Niza en agosto de 1932, presentando el tema de las nuevas orientaciones de la Segunda enseñanza en Cataluña, junto a Margarita Comas, Rosa Sensat, Joaquin Xirau, etc.¹⁸⁷ También intervino en la Escuela de Verano organizada por la Escuela Normal de la Generalitat e impartió diversas conferencias en Gerona, Tarragona, Vilafranca con la finalidad de difundir las nuevas orientaciones pedagógicas¹⁸⁸.

Era considerado un “*pedagogo notable*”¹⁸⁹. En él podemos observar la influencia de los principios pedagógicos de Giner, Cossío, Lozano, etc. Recoge para el Instituto-Escola los rasgos esenciales de las “escuelas nuevas”, establecidos por el Bureau International des Ecoles Nouvelles en su Congreso de Calais en 1921: la enseñanza, más que consistir en la acumulación de conocimientos memorizados, debe proporcionar a los alumnos una cultura y un espíritu crítico, de tal forma que genere ciudadanos con una formación integral; la enseñanza debe estar basada en la experiencia de hechos a través de la observación, fundamentada en la permanente actividad del alumno por medio de la investigación de hechos y fenómenos, a través de un trabajo colaborativo con los compañeros, en régimen de coeducación y tolerancia frente a las diversas creencias religiosas, recurrir a los trabajos manuales, la educación física, los juegos, la música colectiva, y fomentar las excursiones y visitas al campo durante uno o varios días (colonias escolares), etc. Si comparamos estas ideas con los principios generales del Institut-Escola de Barcelona -que resumía María A. Ferrer Sensat-, se encuentran grandes similitudes: el profesor como compañero del alumno - con el que comparte el trabajo, los juegos, etc.-; el niño como actor constante con una iniciativa personal; el profesor como orientador en el camino de descubrimiento e investigación; continuidad

¹⁸⁶ CARDÚS, M^a, “Esbós biogràfic del Dr. Josep Estalella”, en VV. AA., *En el centenari del naixement del Dr. Josep Estalella*, ob. cit., pp. 8-14.

¹⁸⁷ “L’Institut-Escola al Congrés de Niça”, *Institut-Escola, Revista del Institut-Escola de la Generalitat*, 5, 1932, p. 10.

¹⁸⁸ CARDÚS, M^a, *Josep Estalella i L’Institut-Escola, de la ciencia a la pedagogia*, ob. cit., p. 56.

¹⁸⁹ GONZÁLEZ AGÁPITO, J., “Cronología, bibliografía i proleg” en *L’ Escola Nova catalana. 1900-1939*, Eumo editorial, Diputació de Barcelona, Textos pedagògics, 1932, p. X.

entre la primera y la segunda enseñanza; formación integral del alumno para la vida; sustitución del discurso del maestro por el coloquio que estimula a pensar y el trabajo personal del alumno, supresión de los exámenes, de los libros de texto y de las lecciones de memoria; coeducación; cultivo del espíritu y sentido moral; visitas a bibliotecas, parques y museos, procurando el contacto con la naturaleza y realizando numerosas manifestaciones deportivas, musicales, trabajos manuales, dibujo, pintura, etc.¹⁹⁰

Entre sus publicaciones, cuyo contenido pedagógico-didáctico analizamos a continuación, destacamos las siguientes:

¹⁹⁰ FERRER SENSAT, M^a A., “En el centenari del Dr. Estalella, la seva obra y la seva figura”, en VV. AA., *En el centenari del naixement del Dr. Josep Estalella*, ob. cit., pp. 22-29.

Cuadro IV. 6.

Artículos de carácter didáctico de José Estalella Graells	
Publicadas en la Sección “Notas de enseñanza” de <i>Anales de la Sociedad española de Física y Química</i>	
Título	Localización
“Determinación, sin aparatos, del diámetro aparente del sol”,	tomo XXII, 1924, p. 234.
“Propagación de las ondas”	tomo XXII, 1924, pp. 573-575.
“Aparatos universales”	tomo XXIII, 1925, pp. 242-244.
“Experimentos sencillos con papel electrizado”	tomo XXIII, 1925, pp. 290-296.
“El contador eléctrico en la enseñanza elemental de la física”	tomo XXIII, 1925, pp. 496-498.
“Caída de los cuerpos”	tomo XXIV, 1926, pp. 106-108.
“Brújulas de tangentes”	tomo XXIV, 1926, pp. 336-337.
“Graduación de los estudios de Física y de Química”	tomo XXIV, 1926, pp. 567-571.
En la <i>Revista de Segunda Enseñanza</i>	
Título	Localización
“Recreaciones científicas”	15, 1925, pp. 382-385.
“Unos artículos de Estalella”	17, 1925, p. 502.
“La simplificación escolar de Física y Química”	18, 1925, pp. 563-588
“Musa, musae”	21, 1926, pp. 102-104.
“Un gabinete escolar”	22, 1926, pp. 164-166.
“Graduación de los estudios de Física y Química”	28, 1927, pp. 19-22.

Fuente: *Anales de la Sociedad Española de Física y Química* y *Revista de Segunda Enseñanza*.

Cuadro IV.7.

Obras de carácter didáctico de José Estalella
<i>Colección de tarjetas para facilitar el estudio de la química</i> . Ed. G. Gili, Barcelona, 1911; 2ª edición, 1914. Una caja de 328 tarjetas a 4 colores y con un folleto explicativo.
<i>La simplificación del material escolar de Física y Química</i> , Imprenta La Enseñanza, Publicaciones de la Revista de Segunda Enseñanza, Madrid, 1925.
<i>Ciencia recreativa. Enigmas y problemas, observaciones y experimentos, trabajos de habilidad y paciencia</i> , Imp. Moderna de Guinart y Pujolar, Ed. G. Gili, Barcelona, 1918, 1ª edición.

Fuente: elaboración propia.

Cuadro IV.8.

Artículos de José Estalella en el Boletín del Institut-Escola de Barcelona	
Título	Localización
“Invitació”	1, marzo de 1932, p. 2.
“La possibilitat”	2, abril de 1932, p. 2.
“El professorat”	3, mayo de 1932, p. 1.
“Substitucions”	4, junio de 1932, p. 2.
“Educació i energia”	4, junio de 1932, pp. 4-5.
“El canemàs”	5, verano de 1932, p. 2.
“L’ alenguisme”	6, octubre de 1932, p. 2.
“De la formació”	7, noviembre de 1932, p. 2.
“Girona”	8, diciembre de 1932, p. 2.
“Problemes de Geografia”	8, diciembre de 1932, pp. 4-5.
“De la personalitat”	9, enero de 1933, p. 2.
“Ciències físiques y naturals”	9, enero de 1933, pp. 4-5.
“Polidesa”	10, febrero de 1933, p. 2.
“Col’ laboracions”	11, marzo de 1933, p. 2.
“Deseducar”	12, abril de 1933, p. 2.
“No encara”	13, mayo de 1933, p. 2.
“Vacances”	14, junio de 1933, p. 2.
“Treballs manuals”	14, junio de 1933, p. 4-5.
“Al’ llindar”	15, verano de 1933, p. 2.
“El Baxillerat a l’ Institut-Escola”	16, primavera de 1934, pp. 5-7.
“Les possibilitats”	17, mayo de 1934, pp. 2-3.
“Incompatibilitats”	18, verano de 1934, pp. 2-3.
“La colònia de can Surell”	18, verano de 1934, pp. 7-9.
“El secret de l’ èxit”	19, mayo de 1935, p. 2.
“L’ assaig de Colònia”	19, mayo de 1935, pp. 5-6.
“Textos, programes”	20, noviembre de 1935, pp. 2-3.

Fuente: *Institut-Escola 1932-1937*, Generalitat de Catalunya, Barcelona.



Figura IV.2: Portada de la revista del Instituto-Escuela de Barcelona (1932)

2.5.1. Principios que sustentan la concepción de la enseñanza de las ciencias en José Estalella

Mediante el análisis de los distintos trabajos didácticos de Estalella intentamos determinar los principios esenciales que guían el pensamiento pedagógico de este catedrático y su enfoque particular sobre cómo debía ser la enseñanza de la Física y Química. Para Estalella, los aprendizajes de los alumnos, si se quiere que sean fructíferos y significativos, han de propiciarse mediante tareas en las que desarrollen destrezas y habilidades de investigación: *“Ciencia no vista nacer y formar por quien en ella va a iniciarse, es ciencia muerta. El estudiante ha de sentir la creación del*

conocimiento”¹⁷⁴. Con el estudio de la Física y de la Química no se trataba de demostrar ni de comprobar leyes, sino de aprenderlas y, quizá mejor, descubrirlas: “*Las leyes se inventan; se investigan. Así se forma la ciencia. Y así se aprende. En la investigación debe basarse todo sólido aprendizaje*”¹⁷⁵.

El alumno debe ser el protagonista en el proceso de enseñanza-aprendizaje, construido a través de una serie de experiencias que, planteadas para despertar su curiosidad, propicien su intervención activa en el mismo. Proponía, de manera coherente con sus planteamientos, estrategias experimentales para las clases de Física y Química, de forma que “*en todos los grados, esas enseñanzas, como las demás, deben ser esencialmente experimentales o, mejor dicho, deben siempre basarse en la investigación*”¹⁷⁶, en la línea de las propuestas de Edmundo Lozano que comentábamos anteriormente. Pero además, para Estalella, la enseñanza de la Física y Química no consistía en inculcar conocimientos sino:

*“en recrearlos, como no es plantar un bosque llenar un campo de ramaje, que a los dos días se habrá secado. El origen de los conocimientos físicos está en la investigación (observación y experimento), y no está en la explicación o en la lectura. Ni el libro, ni el profesor pueden nunca substituir a la actividad del estudiante”*¹⁷⁷

Es decir, está considerando la importancia de la ciencia como proceso y no sólo como producto a la hora de la planificación y desarrollo de la enseñanza¹⁷⁸. Es usual

¹⁷⁴ ESTALELLA GRAELLS, J., “La simplificación del material escolar de Física y Química”, en VV. AA., *L’Obra dispersa del Dr. Estalella*, ob. cit., p. 125.

¹⁷⁵ *Ibidem*, p. 124.

¹⁷⁶ ESTALELLA GRAELLS, J., “Graduación de los estudios de Física y de Química”, ob. cit., p. 567. Tanto o más importantes que el contenido de sus propuestas, es el hecho de que sus planteamientos didácticos los ponía realmente en práctica, como podemos encontrar en numerosos testimonios. Así, al hablar sobre Estalella, Recasens y Sánchez, en una monografía sobre el Instituto de Tarragona, decían que “*(...) sus explicaciones destilaban lógica y sentido común. La Física y la Química las enseñaba experimentalmente; transcurría plácidamente el curso manejando aparatos e instrumentos, pero exigía del alumno reseña escrita y detallada del funcionamiento de dichos aparatos*” (RECASENS COMAS, J. M^a Y SÁNCHEZ DEL REAL, J., *El Instituto de Enseñanza Media “Antonio Martí y Franqués” de Tarragona (1845-1965)*, ob. cit., p. 87.

¹⁷⁷ ESTALELLA GRAELLS, J., “La simplificación del material escolar de Física y Química”, en VV. AA., *L’Obra dispersa del Dr. Estalella*, ob. cit., p. 127. En consonancia la línea mantenida actualmente por W. Harlen: “*el sujeto del aprendizaje juega un papel mentalmente activo y creativo en la construcción de su propia comprensión*” (HARLEN, W., “Desarrollo e investigación de las Ciencias en la Enseñanza Primaria”, *Alambique*, 2, 1994, pp. 69-81 (referencia en p. 71).

¹⁷⁸ En el sentido que sostienen actualmente Pozo y Gómez Crespo: “*la adquisición del conocimiento científico requiere un cambio profundo de las estructuras conceptuales y las estrategias habitualmente utilizadas en la vida cotidiana, y que ese cambio, lejos de ser lineal y automático, debe ser el producto laborioso de un largo proceso de instrucción. En otras palabras, parece que la adquisición del conocimiento científico, lejos de ser un producto espontáneo y natural de nuestra*

entre el profesorado que se centre toda la información suministrada a los alumnos en los resultados, en las conclusiones, permitiendo así resumir en corto espacio de tiempo algo que se gestó en mucho más tiempo, de modo que a la propia dificultad de la transmisión y de la información se sumen los problemas de comprensión. Por ello, como apunta J. Otero, es preciso la reformulación del conocimiento científico para facilitar la comprensión de los alumnos teniendo en cuenta no sólo el producto final sino también el proceso, qué problema se pretendía resolver y el contexto en el que surge. De esa forma el alumno se ve animado a superar las dificultades de comprensión que supone el aprendizaje de determinados conceptos, teorías o leyes científicas¹⁷⁹.

Estalella adoptaba una postura en consonancia con la perspectiva de considerar el aprendizaje como una actividad constructiva que, como indica J. I. Pozo, es el resultado de un proceso individual de elaboración de conocimientos. Con ello superaba claramente la visión reduccionista que suponía la mera asimilación de conocimientos ya elaborados. Es decir, para Estalella, como hoy para J. I. Pozo, aprender y enseñar no eran meros procesos basados en poder repetir y acumular unos determinados conocimientos, sino que implicaban transformar la mente del que aprende, que debe “reconstruir” personalmente todos los productos y procesos culturales con el fin de apropiarse de ellos¹⁸⁰.

R. Driver, en uno de los trabajos más citados en didáctica de las ciencias en estos últimos años, contempla el aprendizaje científico como resultado de un proceso individual de elaboración de conocimientos, en el que interaccionan las estructuras mentales de los alumnos con la información que procede del medio que les rodea. Se trata, por lo tanto, de un proceso activo en el que el aprendiz utiliza un conjunto de ideas previas, esquemas u otras representaciones mentales internas, que le permiten hacer predicciones e interpretar las características del medio, generar expectativas y evaluarlas y, en consecuencia, cambiar su representación mental¹⁸¹. También Estalella, consideraba los conocimientos que tenían los alumnos sobre Física y Química, aún

interacción con el mundo los objetos, es una laboriosa construcción social, o mejor aún reconstrucción, que sólo podrá alcanzarse mediante una enseñanza eficaz que sepa afrontar las dificultades que ese aprendizaje plantea” (POZO, J. I. Y GÓMEZ CRESPO, M. A., Aprender y enseñar ciencias, ob. cit., p. 265).

¹⁷⁹ OTERO, J., “La producción y la comprensión de la ciencia: la elaboración en el aprendizaje de la ciencia escolar”, *Enseñanza de las Ciencias*, 3, (7), 1989, pp. 223-228 (referencia en p.225).

¹⁸⁰ POZO, J. I., “La crisis de la educación científica ¿volver a lo básico o volver al constructivismo?”, ob. cit., p. 93.

¹⁸¹ DRIVER, R. Y MILLAR, R., “Beyond processes”, *Studies in Science Education*, 14, 1987, pp. 33-42.

antes de abordar su estudio en la Segunda enseñanza. Conocimientos que procedían del ámbito personal, de fuera de la escuela, de las experiencias de su vida cotidiana:

*“Sírvale de laboratorio el ambiente en que vive; está de mañana a la noche ejecutando operaciones de Física y de Química: la locomotora, el automóvil, el alumbrado, la bicicleta, el balón de fútbol (...) cuanto le rodea y le interesa le habla de conocimientos físico-químicos y se los inculca. Así, insensiblemente, va formando el bagaje con que llega a nuestras clases (...) creado por verdaderas y vivas lecciones de cosas, exento de toda reminiscenciaseudocientífica (...)”*¹⁸².

Consideraba, de manera implícita, que el aprendizaje también dependía de esas representaciones e ideas científicas que el alumno ya poseía al iniciar sus estudios, y que podían tener, como señala J. I. Pozo, un origen sensorial, cultural o analógico¹⁸³. Algo totalmente en consonancia con la perspectiva actual de la didáctica de las ciencias experimentales, desde la que se considera que los estudiantes están comprometidos de forma activa en la construcción de significados y que comprenden e interpretan las nuevas situaciones en función de sus concepciones previas, de manera que el aprendizaje supone la modificación de esas ideas al interactuar con las experiencias propuestas por el profesor tendentes a que ese cambio tenga lugar. La mente del alumno no es un recipiente vacío de conocimientos que debe ser llenado de conocimientos científicos transmitidos por el profesor tal y como éste los concibe.

Como vemos, la mayoría de los principios didácticos que sustentaba Estalella, están en consonancia con las directrices y orientaciones actuales para la enseñanza de las ciencias. Sin embargo, el modelo de enseñanza que presenta Estalella, muestra claramente el dominio de una concepción inductivista del proceso de construcción del conocimiento científico. Pone el énfasis en la observación y experimentación, en el “descubrir por sí mismo”, como actividades completamente autónomas, como únicos procesos esenciales de la actividad científica, desde una visión del método científico como método único de trabajo en las materias experimentales. Bien es verdad que, en consonancia con las actuales propuestas de la didáctica de las ciencias, también incidía en aproximar el aprendizaje de las ciencias a otros aspectos de la actividad científica, a la familiarización con las actividades del trabajo científico, a la adquisición de un hábito

¹⁸² ESTALELLA GRAELLS, J., “Graduación de los estudios de Física y Química”, ob. cit., p. 21.

¹⁸³ POZO, J. I., *Psicología de la comprensión y el aprendizaje de las ciencias*, Curso de actualización científica y didáctica. Ciencias de la Naturaleza, MEC, 1992, p. 21

de investigación, de una actitud por parte del alumno que le llevará a ser capaz de plantearse problemas, de experimentar, de interpretar sus resultados, establecer conclusiones, y en definitiva, generar actitudes positivas hacia la ciencia y sus métodos¹⁸⁴. Estaba reconociendo la importancia de considerar la ciencia como un proceso más que como un mero producto acumulado de teorías, leyes o modelos.

Dentro de las orientaciones que surgen de las corrientes educativas innovadoras de la época, Estalella se verá influenciado por las metodologías propias de la Escuela Nueva. En su opinión, la práctica de la enseñanza de las ciencias debería basarse en los principios de actividad y desarrollo de la intuición en los alumnos, rechazando las lecciones magistrales como sistema habitual de conducir las clases de ciencias.

- **Actividad del alumno**

“El principal precepto de nuestra pedagogía puede ser condensado en esta breve expresión: vitalizar la clase”¹⁸⁵; es decir, actividad frente a la pasividad propiciada por la enseñanza por transmisión-recepción. María Cardús explica que, contrariamente a la costumbre de la época, Estalella hacía que el alumno tomase parte activa en su aprendizaje: cada alumno tenía su trabajo concreto de investigación directa sobre los objetos¹⁸⁶. Manuel Ballester ofrece un testimonio en el mismo sentido: “una pieza fundamental del método pedagógico del doctor Estalella fue la participación activa de los alumnos en su propia enseñanza”¹⁸⁷. Estalella tenía la idea de que los conocimientos científicos no se aprendían con la exposición de teorías, sino con la puesta en práctica de esos conocimientos. Por lo tanto, convertía sus clases en talleres. Nada de discursos o lecciones magistrales, el profesor se convertía en guía del trabajo que realizaban los mismos alumnos¹⁸⁸. Prefería partir de los hechos y de las observaciones de los alumnos antes que de teorías y abstracciones. Los propios hechos cotidianos (“haberse helado el agua de la fuente, el brotar de un árbol, abrirse una

¹⁸⁴ GIL PÉREZ, D., “La metodología científica y la enseñanza de las ciencias. Unas relaciones controvertidas”, *Enseñanza de las ciencias*, 4 (2), 1986, pp. 111-121 (referencia en p. 111). GIL PÉREZ, D., “Contribución de la historia y filosofía de las ciencias a la transformación de la enseñanza de las ciencias”, *Congreso internacional de Historia de las ciencias Físico-matemáticas y enseñanza de las ciencias*, publicado por European Physical Society, Madrid, 1992, pp. 61-85 (referencia en p. 64).

¹⁸⁵ ESTALELLA GRAELLS, J., “Problemes de Geografía”, *Institut-Escola, Revista de l’Institut-Escola de la Generalitat*, 8, 1932, pp. 4-5.

¹⁸⁶ CARDÚS, M^a, *Josep Estalella i L’Institut-Escola, de la ciencia a la pedagogía*, ob. cit., p. 17.

¹⁸⁷ BALLESTER BOIX, M., “La tasca científica del Dr. Josep Estalella i Graells”, en VV. AA., *Vida i obra del Dr. Josep Estalella (1879-1938)*, ob. cit., p. 19.

¹⁸⁸ CARDÚS BADÍA, M., *Cinquantenari de la mort del Dr. Josep Estalella (1879-1938)*, ob. cit., pp. 19 y siguientes.

flor”¹⁸⁹), eran aprovechados para su estudio, aunque esto supusiera una alteración ocasional del programa establecido.

- **El método intuitivo**

En la obra de Estalella se encuentra una clara influencia del pensamiento pedagógico de Cossío. Uno de los aspectos que revela esta influencia es su concepción del método intuitivo en el desarrollo de la enseñanza de las ciencias. Es preciso partir de la observación de la realidad. Es necesario, dice Estalella, enseñar al niño a “ver” para comprender, porque viendo se interroga, duda y comprueba. Todo ello reclama un esfuerzo personal, una clara libertad en el curso del aprendizaje y una motivación atrayente para el escolar. El niño es un indagador nato, hasta cierto punto un investigador espontáneo, por eso hay que dejarle un amplio marco de iniciativas que faciliten su propio autodescubrimiento de las cosas¹⁹⁰.

Sus lecciones estaban llenas de sentido común, vivas, partiendo de las realidades del hecho cotidiano de la vida. Evidentemente esta concepción implica favorecer en primera instancia una actitud de búsqueda. Una visión que está en consonancia con lo planteado por Daniel Gil cuando apunta la necesidad de favorecer, en una primera fase, el razonamiento típico de la vida ordinaria, fruto de la multiplicidad de actividades y de problemas prácticos y preguntas que los mismos alumnos se plantean, realizando predicciones, estableciendo comparaciones, intentando progresivamente explicar los cómo y también los por qué¹⁹¹.

- **Ineficacia de las lecciones magistrales.**

Para Estalella la práctica docente en el aula debe alejarse de la influencia de los pomposos discursos por parte del profesor, ante un sumiso y callado auditorio de alumnos; por ello a los profesores noveles les aconsejaba huir “*de la clase centrada alrededor de un discurso (...) El discurso o clase magistral, si se daba alguna vez,*

¹⁸⁹ ESTALELLA GRAELLS, J., “El batxillerat a l’Institut-Escola”, *Institut-Escola, Revista de l’Institut-Escola de la Generalitat*, 16, 1934, pp. 5-8 (referencia en p. 6).

¹⁹⁰ Por lo tanto, el análisis de los fenómenos físico-naturales debía ser directo, real: “*El estudio de una cosa era directo, sobre la cosa, y se evitaba que fuese de segunda mano o por remotas referencias*” (ESTALELLA GRAELLS, J., “El secret de l’èxit”, *Institut-Escola, Revista de l’Institut-Escola de la Generalitat*, 19, 1935, p. 2). De esta forma el análisis de un fenómeno consistía en “*encararse con el objeto de estudio; es observarlo (...) es descomponerlo y recomponerlo, analizarlo y sintetizarlo*”. El libro era sólo un auxiliar: “*hacer radicar el estudio en la lectura, por más que se llegue a combinar esta forma de instrucción con alguna vergonzante `lección de cosas’, es un absurdo que hay que borrar del pensamiento de todo aquel que intervenga en el Instituto-Escola: sea alumno, padre o profesor*” (Recogido en *L’Escola Nova catalana 1900-1939*, ob. cit., p. 170).

¹⁹¹ GIL PÉREZ, D., “Los errores conceptuales como origen de un nuevo modelo didáctico: de la búsqueda a la investigación”, *Investigación en la escuela*, 1, 1987, pp. 35-41.

sonaba a algo exótico y mítico”¹⁹². Evidentemente, la puesta en práctica de las nuevas orientaciones metodológicas implicaba una nueva visión en el papel de los contenidos; si el alumno tiene que intervenir activamente en la realización de las experiencias propuestas por el profesor para el aprendizaje de los distintos contenidos, será necesario dedicar a ello el tiempo adecuado si se quiere evitar una enseñanza superficial de las ciencias:

“A un profesor ‘antiguo régimen’ le exponía yo un día esa misma operación, que acababan de realizar mis alumnos (se refiere al estudio de la palanca). - ¿Y qué tiempo han empleado - preguntóme - para realizar toda esa manipulación?. Dos días: dos sesiones de una hora. Pues en sólo diez minutos yo les explico a mis alumnos esta ley y se la compruebo. Magnífico, amigo mío. ¿Pero puede usted asegurarme que el conocimiento adquirido por sus alumnos es comparable al adquirido por los míos?”¹⁹³

Como sigue ocurriendo en la actualidad, la enseñanza que parte de la experiencia práctica planteada al alumno requiere más tiempo que aquella en la que el profesor “explica” o “demuestra”.

- Cambio en el papel del profesor

Puesto que, para Estalella, el alumno debía tener el protagonismo esencial en el proceso de enseñanza-aprendizaje, era necesario que el profesor adoptara un papel diferente. Desde este enfoque “*el papel del profesor es muy análogo al del guía que acompaña al excursionista (...) si el guía, prudente, psicólogo, maestro, acierta a retirarse en la penumbra*”¹⁹⁴. No obstante, era preciso tener en cuenta que

“tenemos demasiado acentuada la tendencia a olvidar el factor humano: el más poderoso, el más eficiente de todos los factores que interesan en la enseñanza. No es tal materia, no es tal método, sino tal personalidad: no es el “qué”, ni es el “cómo”, es el “quién” que forma. No métodos, sino profesores. No materias sino maestros (...) Que el secreto del éxito no está en el método, sino en el hecho de que el profesor sea superior al método”¹⁹⁵.

¹⁹² “la clase no tiene que ser una sala de audiciones, que se evite el que los alumnos se dejen seducir por el profesor que hace de la clase un discurso al igual que hace un prestidigitador, (...) porque el conocimiento ha de nacer en el chico y no hay que aplicárselo, tal como el agricultor cultiva el huerto, en el que los árboles se llenan de frutos y no va a colgarlos en las ramas” (“Directrius”, Institut-Escola, Revista de l’Institut-Escola de la Generalitat, 16, 1934, p. 2).

¹⁹³ ESTALELLA GRAELLS, J., “La simplificación del material escolar de Física y Química”, en VV. AA., *L’Obra dispersa del Dr. Estalella*, ob. cit., pp. 126-127.

¹⁹⁴ *Ibidem*, p. 125.

¹⁹⁵ ESTALELLA GRAELLS, J., “De la formación”, *Institut-Escola, Revista de l’Institut-Escola de la Generalitat*, 7, 1932, p. 2.

La clase era un taller y, por ello, “en las clases todos los chicos tenían sitio y asiento, pero el profesor no”, siendo éste el que “tenía que controlar el trabajo del chico, tal y como lo hace el encargado con el trabajo de los obreros”¹⁹⁶.

El profesor, por tanto, no era el centro de la clase sino que dirigía y orientaba el trabajo que realizaban los alumnos. Su papel era el de motivador. Pensaba Estalella que había que vencer el tedio que suponía la utilización de un mismo material que dejaba de motivar e interesar a los alumnos. Por ello, al plantear una nueva lección era preciso también encontrar un nuevo instrumental. Consideraba necesario una plena dedicación del profesor a la tarea de despertar el entusiasmo en los alumnos; el secreto del éxito era el entusiasmo que se ponía en el trabajo: “¿Cómo encender la llama del entusiasmo en un alumno, si en el alma del profesor no hay rescoldo?”¹⁹⁷. Basándose, además, en el interés y motivación de sus alumnos les planteaba una serie de actividades con las que trataba que éstos plantearan nuevas alternativas y que fuesen capaces de “producir conocimientos”.

Una de las propuestas de la Escuela Nueva, como afirma J. Palacios, era que la relación profesor-alumno de la denominada escuela tradicional fuese sustituida por una relación de afecto y camaradería que incluso se prolongara más allá del horario escolar¹⁹⁸. En este sentido, Estalella proponía que el Instituto fuese un hogar; de hecho el Instituto-Escuela no era un edificio, sino una corporación de estudiantes y profesores. La jerarquía era sustituida por la familiaridad, por un trato respetuoso; el mandato y la orden, por el consejo, nunca por el castigo¹⁹⁹.

2.5.2. Importancia de las actividades de enseñanza en ciencias experimentales

Estalella, al plantear las actividades de enseñanza, recogiendo la concepción pedagógica de Cossío, consideraba esencial el hecho de promover el interés de los

¹⁹⁶ ESTALELLA GRAELLS, J., “El Baxillerat a l’Institut-Escola”, ob. cit., p. 6.

¹⁹⁷ ESTALELLA GRAELLS, J., “El secret de l’èxit”, ob. cit., p. 2.

¹⁹⁸ PALACIOS, J., *La cuestión escolar*, Ed. Laia, colección papel 451, Sevilla, 1978, p. 32.

¹⁹⁹ “Era impresionante el contraste entre su alegría y la rígida seriedad de los antiguos establecimientos. Se jugaba, se cantaba, se bailaba. Los profesores participaban en los juegos, en los cantos y en los bailes de los niños. ¡No hacía muchos años que en un Instituto del antiguo régimen, el proyecto de comprar un piano había sido vetado con burlas e ironías!”. Aunque desde distintos sectores también surgieron críticas a este nuevo sistema de relaciones profesor-alumno: “se ha querido suponer que el Instituto-Escuela, por hacer el estudio agradable, lo libraban de dificultades, inculcaban los conocimientos sin exigir esfuerzos por parte de los chicos. Es otra lamentable equivocación (...) No liberamos a los chicos de esfuerzos, pero hacemos crecer su voluntad y su potencial para vencerlos. No le quitamos dificultades, pero le damos medios, y sobre todo, le despertamos el afán para dominarlos” (ESTALELLA GRAELLS, J., “El Batxillerat a l’Institut-Escola”, ob. cit., p. 7).

alumnos, la motivación de éstos. Sus clases de Física y Química procuraban una constante recreación, aplicando cada vez un tratamiento didáctico completamente original²⁰⁰. Su espíritu innovador se manifiesta siendo todavía catedrático en Gerona, en 1911, cuando publica su *Colección de tarjetas para facilitar el estudio de la química*, en una caja que disponía de 328 tarjetas de colores, para hacer más ameno y agradable el estudio de la formulación química a sus alumnos, representando “los átomos de los distintos cuerpos simples por tarjetas de anchura proporcional a la respectiva cuantivalencia”²⁰¹.

En las actividades planteadas a los alumnos el problema suscitado era vital y nunca ficticio, sentido antes que planteado, harto de urgencia y de aplicación inmediata²⁰². Es decir, recaía sobre algo real y en contacto con la realidad, por lo que los alumnos podrían reconocerlo como algo útil y con sentido. Algunas de las experiencias que proponía a sus alumnos, que fueron publicadas en la Sección de Notas de enseñanza de los *Anales de la Sociedad española de Física y Química*, trataban cuestiones tales como medir el diámetro aparente del sol sin aparatos, la propagación de las ondas utilizando como recurso didáctico el patio del Instituto y los propios alumnos o la determinación del volumen de un sólido en el campo por medio de una báscula y un cubo o pozal. Todo este tipo de tareas hacían posible que “la actividad y el entusiasmo de los chicos” fueran considerados ejemplares por el propio Estalella²⁰³. Indudablemente, estas actividades tendrían un fuerte componente motivador para los alumnos, permitiendo un desarrollo simultáneo de conceptos, procedimientos y actitudes.

Como el alumno aprendía “haciendo”, el material a utilizar para las actividades

²⁰⁰ Por ejemplo, del simple hecho de pedir una copa de anís y ver como resbalaba el espeso líquido y las irisaciones de los rayos de sol -decía un antiguo alumno- “*improvisó toda una lección de Física sobre la evaporación, la capilaridad, la refracción de la luz, etc.*” (SOLÉ SABARÍS, LL., “Treeballs pedagògics”, *L’Obra dispersa del Dr. Estalella*, ob. cit., p. 112). Otro antiguo alumno decía que aprender Física con él era un juego agradable. Lo mismo ocurría con la Química (Testimonios de antiguos alumnos: P. Pascual Carbó y de Lluís Pericot. Recogidos por SOLÉ SABARÍS, LL., *Ibidem*, pp. 113-114).

²⁰¹ ESTALELLA GRAELLS, J., *Colección de tarjetas para facilitar el estudio de la química*, Ed. G. Gili, Barcelona, 1911. La 2ª edición es de 1914. Una caja de 328 tarjetas a 4 colores y con un folleto explicativo. Un ejemplar está en la Residencia de Estudiantes de Madrid.

²⁰² ESTALELLA GRAELLS, J., “El Batxillerat a l’Institut-Escola”, ob. cit, p. 6.

²⁰³ ESTALELLA GRAELLS, J., “Aparatos universales”, Notas de enseñanza, *Anales de la Sociedad Española de Física y Química*, XXIII, 1925, pp. 242-244 (referencia en p. 243).

prácticas desarrolladas debía ser sencillo, próximo al entorno del alumno²⁰⁴. Estalella estaba en contra de la utilización para la enseñanza de los sofisticados aparatos de demostración que tenían los gabinetes y laboratorios de los Institutos:

*“Salvo rarísimas excepciones, cuantos aparatos se han construido y se construyen con destino a “la enseñanza” de la Física, adolecen del mismo error fundamental: sustituir lo natural por lo artificioso; lo usual por lo extraño, y determinar, junto con los libros en que tales instrumentos se describen, el mismo pernicioso efecto: desorientar al maestro respecto a cómo debe estudiarse la Física”*²⁰⁵.

De hecho, para el estudio del plano inclinado y el rozamiento, por ejemplo, los alumnos utilizaban el propio pupitre -con tapa y bisagras-. Para hacer evidente el principio de acción y reacción decía: colocar a un alumno *“con los ojos vendados y el brazo extendido horizontalmente, sostiene un peso de unos dos a cinco kilogramos, suspendido de un cordel. Quémese el cordel acercándole una llama, y en el momento que cae el peso, el brazo se levanta hacia el techo, decididamente, como arrastrado por un resorte”*²⁰⁶. Asimismo, cuando se trataba de estudiar la caída de los cuerpos, decía: *“Nos produce escalofrío el recuerdo de aquellas máquinas de Atwood y de Morin, armatostes cancerberos de la puerta del conocimiento de la gravedad. ¿Eran instrumentos de estudio o de tortura? ¿Qué justificación tenía su empleo?”*²⁰⁷.

Propuestas semejantes hacía para el material destinado a la enseñanza de la Química. En vez de usar los aparatos y materiales propios de los laboratorios, planteaba la utilización de los componentes de una batería de cocina; en vez de sustancias poco comunes, que utilizaran sustancias más corrientes: agua de mar, agua carbónica, sal común, trozos de mármol, alambre de cobre, azúcar, harina, alcohol, etc. En la concepción que Estalella tenía sobre el material escolar, aparece de nuevo reflejada la influencia de E. Lozano y Cossío.

²⁰⁴ *“las leyes físicas que no se puedan poner en claro con los instrumentos usuales (útiles, herramientas, aparatos empleados en las distintas profesiones), se estudiarán con preparaciones, lo más sencillas, lo más vulgares posibles, rehusando sistemáticamente el empleo de instrumentos especiales de demostración”* (ESTALELLA GRAELLS, J., “La simplificación del material escolar de Física y Química”, en VV. AA., *L’Obra dispersa del Dr. Estalella*, ob. cit. p. 122).

²⁰⁵ *Ibidem*, p. 118.

²⁰⁶ *Ibidem*, p. 131.

²⁰⁷ *Ibidem*, p. 132.

2.6. La experiencia del Instituto-Escuela de Madrid en el cambio de orientación de la enseñanza de la Física y Química

La creación del Instituto-Escuela fue un hecho realmente trascendente y relevante en el proceso de renovación pedagógica que tuvo lugar en España a partir del final de la segunda década de este siglo. En primer lugar porque, como su propio nombre indicaba, supo establecer un puente de unión entre las enseñanzas primaria y secundaria: “entre otras cosas y por fortuna, la organización de centros como el Instituto-Escuela, van salvando ese paso difícil del primer grado al segundo en la educación”²⁰⁸. De acuerdo con las ideas de Cossío y Giner, la enseñanza secundaria, no tenía como único fin suministrar conocimientos, sino:

*“formar el carácter, despertar las aptitudes y ejercitar al máximo las fuerzas de los niños en una etapa de su vida que tiene especiales características fisiológicas y anímicas, (...) favorecer lo más intensamente posible el desarrollo físico, moral e intelectual de sus alumnos hasta la edad mínima de los diez y siete años”*²⁰⁹.

Y ello se trataba de conseguir a través de un programa que, como ya se ha comentado, siguiera los principios planteados desde la Institución. Es decir, que tuviera: “una ordenación concéntrica de los asuntos, en la que todos se tratarían, con más o menos intensidad, durante varios cursos, acabando para siempre con los restos, aún tan numerosos, de asignaturas por años”²¹⁰. Los programas no eran cerrados sino que:

*“cada año fluctúa lógicamente, adaptándose a la preparación media de los alumnos de cada clase y a las características y gustos de cada profesor que lo desarrolla (...) Otras variaciones va sufriendo el programa año tras año, debidas a la creciente experiencia educativa de los profesores, que les permite graduar las materias con mayor precisión, y naturalmente también por su adaptación a las modificaciones que en otros países va sufriendo la enseñanza de la Física y de la Química tanto en sus métodos como en su contenido doctrinal”*²¹¹

²⁰⁸ BARTOLOMÉ DEL CERRO, B., *Discurso leído en la solemne inauguración del curso académico de 1933 a 1934 en la Universidad de Valladolid*, Talleres tipográficos Cuesta, Valladolid, 1933., p. 92.

²⁰⁹ JUNTA PARA AMPLIACION DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES CIENTIFICAS, *Un ensayo pedagógico. El Instituto-Escuela de Segunda Enseñanza de Madrid. (Organización, métodos, resultados)*, ob. cit., p. XI.

²¹⁰ “Informe presentado a la Comisión del Consejo de Instrucción Pública por la Institución Libre de Enseñanza”, *Revista de Educación*, 238, 1975, pp. 108-119 (referencia en p. 114).

²¹¹ LEÓN, A. Y CATALÁN, M. A., *Exposición de la enseñanza cíclica de la Física y Química (primer curso)*, JAE. Instituto-Escuela. Imp. de Lib. y Casa Edit. Hernando, Madrid, 1931., pp. 6-7.

Los métodos de enseñanza puestos en práctica implicaban²¹²:

1. La acción.
2. El estudio directo de la naturaleza de las cosas y el ejercicio de coordinar las observaciones.
3. Las lecturas convenientemente reelaboradas y asimiladas.
4. El diálogo entre profesor y alumno.
5. La exposición hecha por el maestro.

Desde esta visión de la enseñanza, el Instituto-Escuela contribuyó notablemente, como se puso de manifiesto en el capítulo anterior, a la formación del futuro profesorado de los Institutos que compartía la labor docente con excelentes profesores: “la preparación se hace en la práctica misma de las enseñanzas y mediante la participación en toda la función educativa”²¹³. Los alumnos admitidos eran clasificados según su preparación y se ubicaban en un determinado grupo, aunque podía ser alterada su pertenencia a dicho grupo pasando a otro de grado superior o inferior, según los informes de los respectivos profesores. No se concedía el título de Bachillerato hasta que el alumno tenía diecisiete años. El número de alumnos por aula - en régimen de coeducación- era de 30 para las clases teóricas y 15 para las prácticas.

Estas nuevas orientaciones supusieron un cambio de rumbo en las enseñanzas en general de este nivel educativo y, específicamente, en la enseñanza de la Física y Química. Se estableció, por primera vez en España, un auténtico sistema cíclico para el estudio de estas disciplinas²¹⁴, con una secuenciación que permitía una continuidad gradual desde la escuela primaria a la secundaria, de manera que cada año se ampliaban los contenidos tratando además de presentarlos de forma globalizada. Los programas fueron elaborados desde la primaria -tercer grado con niños de diez años, que era cuando se iniciaba a los alumnos en estas disciplinas- hasta el bachillerato, por los catedráticos M. A. Catalán y A. León. De manera que la enseñanza de la Física y Química se programó para los cinco últimos grados de la escuela secundaria, estando las edades de los alumnos comprendidas entre los doce y los diecisiete años. Como dijimos anteriormente, el número de horas que en cada uno de los grados de la sección

²¹² JUNTA PARA AMPLIACION DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES CIENTIFICAS, *Un ensayo pedagógico. El Instituto-Escuela de Segunda Enseñanza de Madrid. (Organización, métodos, resultados)*, ob. cit., p. 16.

²¹³ *Ibidem*, p. X.

²¹⁴ LEÓN, A. Y CATALÁN, M. A., *Exposición de la enseñanza cíclica de la Física y Química (primer curso)*, ob. cit., p. 5: “Implantada por vez primera en España la enseñanza, según plan cíclico, de la Física y de la Química en los estudios del Bachillerato en el Instituto-Escuela (...)”.

de secundaria se dedicaban al estudio de estas materias varió ligeramente a lo largo de los años. En el primer ciclo se seguía un programa común para todos los alumnos, siendo en 5º curso cuando se producía la bifurcación en Ciencias o Letras. Se intensificaba notablemente el número de horas para los alumnos de Ciencias, aunque es preciso destacar que los de Letras seguían teniendo dos horas de Física y Química. Como ya se comentó anteriormente, tanto Andrés León como Miguel Catalán, siguiendo el influjo de José Castillejo y otros institucionistas, conocían perfectamente las escuelas secundarias inglesas, encontrando en sus orientaciones claras influencias del modelo inglés de enseñanza de las ciencias²¹⁵.

Después de los años de estancia en el centro de J. Estalella, y siguiendo la línea trazada por éste, M. A. Catalán y A. León se encargaron -junto con los aspirantes al Magisterio secundario- de la enseñanza de estas disciplinas, ensayando nuevos planteamientos didácticos, basándose en su puesta al día en la didáctica de las ciencias a través de revistas especializadas españolas y extranjeras y en el pensamiento típicamente institucionista de Cossío o Giner. Así, todas las enseñanzas trataban de “poner al alumno en contacto directo con las cosas mismas y, en la medida posible, a hacer al niño activo y constructor (...) hacen manipulaciones de Laboratorio; construyen aparatos (...)”²¹⁶. Como hemos mencionado anteriormente en las clases prácticas se desdoblaban los grupos, aunque la

²¹⁵ De hecho para la confección de los programas hicieron uso de textos ingleses como el de Lionel M. Jones, *Introductory Chemistry for intermediate Schools*, reeditado en numerosas ocasiones desde su aparición en 1902, que, como decían A. León y M. Catalán “ha influido poderosamente en la confección de nuestro programa”, el de Gregory y Simmons, *Elementary Physics and Chemistry* (primer grado), de 1899 y reeditado en varias ocasiones, el de W. Cameron, *Elementary Physics*, de 1921, el de Zude y Satterbecy, *Matriculation Magnetisme and Electricity*, de 1921, en que se inspiraron para el desarrollo de los capítulos relativos a la electricidad y el magnetismo, el de Bailey y Bauser, *Chemistry for matriculation*, de 1920, de carácter eminentemente experimental, y el de Wilson y Hedley, *Elementary Chemistry*, de 1910, en dos tomos que describe, a base de experiencias que fácilmente pueden realizar los alumnos, los principios fundamentales físicos necesarios para iniciarse en la Química e intercala numerosas cuestiones que hacen que el alumno siga toda la experiencia sabiendo en todo momento lo que está realizando. De este último libro decían: “Su lectura ha influido grandemente en nuestro método de enseñanza, y muchos de sus ejercicios han servido de modelo para los que hemos puesto a nuestros alumnos”. También trabajaron con otros textos franceses como los de J. Tillicu, *Leçons élémentaires de Physique expérimentale selon les théories modernes*, de 1922, el de H. Abraham, *Recueil d'expériences élémentaires de Physique*, de 1904, y el de Lemoine y Vincent, *Cours élémentaire de Physique*. Como textos traducidos al castellano figuraban los de Ostwald, *Elementos de Química*, de 1917, traducido por Modesto Bargalló, el de Kleiber y Karsten, *Tratado popular de Física*, de 1919, traducido por José Estalella, y el de este mismo catedrático, *Curso de Química*, de 1921. Como vemos, su actualización y conocimiento de buenos libros y manuales extranjeros y españoles era evidente. (*Ibidem*, pp. 137-139).

²¹⁶ JUNTA PARA AMPLIACION DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES CIENTIFICAS, *Un ensayo pedagógico. El Instituto-Escuela de Segunda Enseñanza de Madrid. (Organización, métodos, resultados)*, ob. cit., prefacio, p. XII.

*“imposibilidad, por falta de local y material, de que los alumnos hagan las experiencias individualmente, éstas son hechas por el profesor y se procura entablar una conversación con los alumnos por medio de la cual se llegue a la interpretación del fenómeno. En esta forma se habitúa a los alumnos a reflexionar, pensar y profundizar en los fenómenos a fin de que adquieran nociones claras y justas y estén capacitados para el estudio que vendrá más tarde. En ocasiones son los alumnos mismos los que realizan las experiencias”*²¹⁷.

Se combinaban teoría y práctica utilizando frecuentemente los laboratorios, las salidas de campo, etc.; no había libros de texto, de manera que:

*“una vez terminada la explicación, y cuando ya no tienen los alumnos ninguna objeción que hacer, ponen el resumen en sus cuadernos, que les servirán después para el estudio en casa. En estos cuadernos resuelven problemas y cuestiones prácticas propuestas por el profesor, con lo cual el cuaderno expresará en todo momento el estado de formación del muchacho”*²¹⁸.

Los cuadernos de los alumnos adquirirían cierta importancia en el desarrollo de la enseñanza: eran de papel cuadriculado, para que les permitiera dibujar o hacer gráficos con facilidad, y en ellos anotaban las indicaciones que les daban para la realización de las experiencias, los resultados de éstas y redactaban los resúmenes de las explicaciones del profesor. El planteamiento didáctico difería según se refiriera a los alumnos de Bachillerato del primer ciclo -2º, 3º y 4º- o a los alumnos de los últimos años de Bachillerato; dicho planteamiento evolucionó, asimismo, en el transcurso de los años.

- **Primer ciclo: la importancia del desarrollo de la observación científica**

En estos niveles se buscaba esencialmente el desarrollo en los alumnos de la observación como proceso científico básico: *“El primer ciclo de la Química se dedica muy principalmente a despertar el espíritu de observación”*²¹⁹. Esta propuesta se podría incluir en la línea que establecen las orientaciones didácticas del currículo oficial actual del área de ciencias para la E.S.O. (*“parecen más adecuados para este primer ciclo aquellos procedimientos basados en la observación cualitativa y cuantitativa, (...)”*²²⁰), coincidiendo, además, con el sentido de recientes publicaciones hechas desde el ámbito de la didáctica de las ciencias experimentales (*“El tratamiento para este primer ciclo*

²¹⁷ CATALÁN, M. A. Y LEÓN, A., “La enseñanza de la Física y Química”, en JUNTA PARA AMPLIACION DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES CIENTIFICAS, *Un ensayo pedagógico. El Instituto-Escuela de Segunda Enseñanza de Madrid. (Organización, métodos, resultados)*, Tip. de la Revista de Archivos, Madrid, 1925, pp. 288-342, p. 288.

²¹⁸ *Ibidem*, p. 288.

²¹⁹ *Ibidem*, p. 289.

será así más global y cualitativo, dirigido fundamentalmente a despertar curiosidad científica y el interés por el mundo de las ciencias”²²¹). Esta observación cualitativa que se proponía en primera instancia, se debería hacer, concretamente en lo que a la enseñanza de la Química se refiere, a través de “la presentación de diversas sustancias vulgares para llegar así al conocimiento de sus propiedades”, procurando fundamentalmente “más hacer pensar que hacer retener propiedades”²²².

Cuadro IV. 9.

Actividades propuestas en el 1.º curso de Química para desarrollar la observación	
Observación de objetos: examen de algunas sustancias químicas.	Observación de la sal común Observación del amoníaco Observación del azufre Observación de Cobre, Hierro, Plomo, Cinc, Estaño, Magnesio y Aluminio.
Observación de cambios:	Combustión y oxidación: elemento activo del aire Examen de algunos metales: ductilidad, maleabilidad, acción de los ácidos y del agua sobre los metales.
Guía para realizar las observaciones	
La observación debe emplear todos los sentidos	Estado en que se encuentran las sustancias: sólido, líquido o gas. Sólidos: cristalino o amorfo. Transparente. Translúcido. Opaco. Brillo o no. Color. Olor.
La observación a través de la manipulación	Dureza. Solubilidad. Efecto del calor. Color a la llama

Fuente: Elaboración propia a partir de CATALÁN M. A. Y LEÓN A., “Enseñanza de la Física y Química”, en JUNTA PARA AMPLIACION DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES CIENTIFICAS, *Un ensayo pedagógico. El Instituto-Escuela de segunda enseñanza de Madrid.*

El dominio de la observación cómo contenido de enseñanza exigía que los alumnos, además de las actividades que vemos para el desarrollo de los procesos cualitativos, realizasen otras donde predominase la cuantificación, efectuando medidas con aparatos de observación elementales (probeta, pipeta, termómetro, etc.), incidiendo en la precisión y errores instrumentales y personales. También realizaban montajes de aparatos, manipulaban distintos materiales, etc. Es decir, ejercicios encaminados al

²²⁰ MEC, *Secundaria Obligatoria. Ciencias de la Naturaleza*, Madrid, 1992, p. 49.

²²¹ GIL D. Y GAVIDIA, V., *Propuestas de secuencia Ciencias de la Naturaleza*, MEC, Escuela española, Madrid, 1993, p. 18.

²²² CATALÁN M. A. Y LEÓN A., “Enseñanza de la Física y Química”, en JUNTA PARA AMPLIACION DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES CIENTIFICAS, *Un ensayo pedagógico. El Instituto-Escuela de Segunda Enseñanza de Madrid, (Organización, métodos, resultados)*, ob. cit., p. 289.

desarrollo de destrezas y habilidades manipulativas en relación con el trabajo científico de laboratorio. Como vemos, se trata de un enfoque coherente con las actuales teorías del aprendizaje científico, pues parece sensato que a esas edades el aprendizaje de las ciencias experimentales esté centrado en el desarrollo y adquisición de habilidades y destrezas como la observación y la manipulación de variables. Además, estas habilidades no deben enseñarse al margen de los contenidos conceptuales de la ciencia. En definitiva, se trataba de familiarizar a los alumnos con los hechos y fenómenos que se abordan con el estudio de la Física y la química. Se les habituaba a reflexionar, pensar y profundizar en esos fenómenos a fin de que adquiriesen nociones claras y capacitación para el estudio a desarrollar en los cursos siguientes.

- **La importancia de las experiencias realizadas por los alumnos**

En el Instituto-Escuela se plantearon también formas de trabajo basadas en la práctica experimental del alumno, diseñando un programa de Física y Química centrado fundamentalmente en la realización de actividades de laboratorio -a pesar de falta de unos locales adecuados- por los propios alumnos con un material muy sencillo, y procurando que fueran ellos mismos los que analizando y comparando con sus compañeros los resultados redescubrieran las leyes físicas. Los resultados obtenidos fueron satisfactorios. En la Memoria de la J.A.E. relativa al curso 1927-28, se reflejaba el trabajo realizado durante ese curso:

“La práctica adquirida por los escolares, niños de unos trece años, en el montaje de aparatos y el espíritu de observación que en ellos se desarrolló, han permitido avanzar con más velocidad y llegar a resultados de mucha mayor finura (...) y los resultados obtenidos en esta experiencia pedagógica encaminada a que los alumnos, en lo posible, observaran por sí mismos los fenómenos y llegaran a descubrir algunas de las leyes de la naturaleza”²²³.

Algo explicable en esos años puesto que la teoría asociacionista o behaviorista del aprendizaje, apoyada por los positivistas o empiristas, era punto de referencia para todos. No olvidemos la influencia de los planteamientos de Pearson en 1900 y de distintos filósofos de la Escuela de Viena. Ni tampoco las ideas de Dewey al respecto. Realmente, como afirma Novak, las ideas asociacionistas -apoyadas por Skinner en 1938 con su “Behavior of Organism” - dominaron la psicología y la educación hasta los

²²³ JUNTA PARA AMPLIACION DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES CIENTIFICAS, *Memoria correspondiente a los cursos 1926-7 y 1927-8*, ob. cit., p. 334 .

años 70²²⁴. De hecho, los proyectos basados en el aprendizaje por descubrimiento que surgieron fueron muchos: PSSC, BSCS, CBA, CHEM, Nuffield, etc.. En ellos “*se exige continuamente al niño que reaccione a las situaciones mediante el pensamiento; él aprende formulando hipótesis y discutiéndolas, experimentando, midiendo y reevaluando sus hipótesis a la luz de los resultados experimentales*”²²⁵. Recordemos en nuestro país los Programas Renovados en el currículo oficial para la Enseñanza General Básica de los primeros años de la década de los 80:

*“La metodología propugnada pretende ser experimental en todo lo posible, pues la experimentación aprovecha situaciones directamente conocidas de la vida ordinaria, o reproduce los fenómenos naturales, despertando la imaginación y el sentido práctico. Además del interés que este procedimiento conlleva, como iniciación a la actividad científica, es una irrefutable vía para potenciar la capacidad intelectual”*²²⁶.

Esta concepción de la enseñanza de las ciencias basada en el abandono de la ciencia como cuerpo de conocimientos establecidos en favor de la experiencia de la ciencia como método para validar y generar tales conocimientos²²⁷, aunque, como afirma D. Gil, constituyó un claro fracaso, entre otros motivos, por ofrecer una imagen distorsionada de la ciencia y de la metodología científica, supuso también que los alumnos se iniciaran en la investigación científica y se familiarizaran con las actividades propias del trabajo científico²²⁸. También R. Driver comentaba que esos métodos de descubrimiento fracasaron, no porque los alumnos no fueran capaces de investigar por sí mismos y extraer inferencias de sus observaciones, sino porque no “descubrían” necesariamente lo que se pretendía. Es decir, la experiencia por sí misma

²²⁴ NOVAK, J. D., “El constructivismo humano: hacia la unidad en la elaboración de significados psicológicos y epistemológicos”, en PORLÁN, R., GARCÍA, J. E., y CAÑAL, P., (Comp.), *Constructivismo y enseñanza de las ciencias*, Diada editoras, Sevilla, 1988, pp. 23-40 (referencia en p. 24).

²²⁵ Programa SED, 1969. Recogido por DRIVER, R. y MILLAR, R., “Beyond processes”, ob. cit., pp. 33-42.

²²⁶ *Programas Renovados de la Educación General Básica*, Editorial Escuela española, Madrid, 1981, p. 54.

²²⁷ HODSON, D., “Filosofía de la ciencia y educación científica” en PORLÁN, R., GARCÍA, J. E., y CAÑAL, P., (Comp.), *Constructivismo y enseñanza de las ciencias*, Diada editoras, Sevilla, 1988, pp. 5-21 (referencia en p. 12).

²²⁸ GIL PÉREZ, D., “Contribución de la historia de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación”, *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (2), 1993, pp. 197-212 (referencia en p. 198).

no basta²²⁹. Ya Ausubel fundamentaba la defensa de la enseñanza por transmisión en “la falta de capacidad de la mayoría de los alumnos para descubrir autónomamente todo lo que deben hacer”²³⁰. Evidentemente la experimentación tiene sentido dentro de un cuerpo de conocimientos teórico determinado, que, generalmente, no puede descubrir por sí mismo el alumno a través de la propia experimentación. El alumno puede descubrir, pero sólo en un contexto y no en su totalidad²³¹.

Como se puede apreciar, la propuesta llevada a cabo en el Instituto-Escuela se aproximaría en primera instancia a lo que se ha venido denominando corriente de aprendizaje por descubrimiento, caracterizado por unas fases -observación, formulación de hipótesis, contrastación de hipótesis, formulación de teorías- que ponían el acento en la importancia dada a la enseñanza a través de un enfoque experimental. Por otro lado, se observa también claramente la tendencia a la disminución del intervencionismo del profesor en el proceso de enseñanza-aprendizaje, tratando de no dar las leyes y principios científicos ya formulados, en consonancia con el método activo que se llevaba en la práctica, puesto que con ello se trataba de eliminar la pasividad de los alumnos. Se apostó también por el trabajo en grupo, con interacción entre los propios alumnos, discutiendo los resultados a los que se llegaba.

El planteamiento con los alumnos de los dos últimos cursos de bachillerato -5º y 6º- era diferente: el alumno tenía ya sus libros de estudio y se procuraba ir intensificando progresivamente el trabajo individual en casa. En el primero de esos cursos se procuraba desarrollar todas aquellas nociones más fundamentales que iban a servir de base para una mayor ampliación en el siguiente. Los programas del sexto grado estaban planificados con vista a tomar de ellos cada año más o menos materia, según la preparación media que aquel año habían alcanzado los alumnos, pues la práctica enseñaba que no todos los grupos de alumnos podían llegar al mismo nivel. Las clases se dividían en teóricas y prácticas. En las primeras se explicaban los contenidos de las materias, aclarando los conceptos y fijando la atención sobre aquellos aspectos más importantes, que eran preguntados al día siguiente. Se resolvían problemas a fin de

²²⁹ DRIVER, R., “Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias”, *Enseñanza de las ciencias*, 6 (2), 1988, pp. 109-120 (referencia en p. 116).

²³⁰ AUSUBEL, D. P., *Educational Psychology. A cognitive view*, Holt, Rinehart and Winston, Inc, N. York, 1968.

²³¹ SANMARTÍ, N. Y OTROS, “Los procedimientos”, *Cuadernos de Pedagogía*, 180, 1990, pp. 28-32.

dar una correcta interpretación a cada una de las magnitudes puestas en juego. En las clases prácticas, los alumnos en grupos reducidos realizaban experiencias. El profesor estaba continuamente conversando con los grupos sobre el trabajo que realizaban, pero con cierta libertad de desenvolvimiento. Para la realización de estas experiencias hacían uso de libros de prácticas en inglés o alemán, según el idioma que hubieran estudiado.

Un ensayo realizado por el profesor Catalán, también con alumnos de los últimos años del bachillerato, en la enseñanza de la Física, fue considerar unos centros de interés (el automóvil, la cámara fotográfica, la luz eléctrica, etc.) sobre los que construir el proceso de enseñanza, tratando de desarrollar la propia iniciativa y el trabajo personal de los alumnos. No hay que olvidar que los alumnos de cuarto y quinto del Bachillerato de Letras, desarrollaban además de contenidos que incluían la clasificación de los elementos químicos, la constitución de la materia y la radiactividad, otros referentes a una parte relativa a historia de la ciencia (con estudio de algunos científicos eminentes) y una parte aplicada (estudio de los combustibles, la calefacción, el agua, los alimentos, pinturas, fotografía, telegrafía y telefonía, etc.).

- **El planteamiento y resolución de problemas en las clases de ciencias**

Ya en 1931, con la experiencia acumulada de años anteriores y la puesta al día en el conocimiento de otras metodologías puestas en práctica en otros países y de publicaciones periódicas sobre didáctica de las ciencias experimentales, como *The Teaching of the Science*, Catalán y León adoptaron una metodología basada en que el profesor planteara un problema a los alumnos, formando grupos de uno a tres componentes, que mediante un trabajo colaborativo realizaban las experiencias de forma independiente para luego comparar y discutir entre sí los resultados. Normalmente la experiencia se realizaba en la propia clase, aunque cuando se necesitaba otro tipo de material tenía lugar en el laboratorio. El profesor no decía generalmente el resultado de la experiencia sino que iba dando indicaciones para su realización, resolvía las dificultades de ejecución que se planteaban, dejaba que se produjera la discusión entre los grupos conforme iba avanzando la experiencia llevando, a los alumnos al descubrimiento de los hechos o leyes que quería enseñar y ampliando y completando los resultados. Los alumnos redactaban en su cuaderno un resumen de la explicación.

Algunas de las experiencias eran realizadas por el profesor y otras por los propios alumnos, ya que “*experiencias recientes sobre la enseñanza de las Ciencias experimentales muestran que este sistema mixto es de mayor rendimiento que aquel que en los experimentos son realizados en su totalidad por los alumnos, y, naturalmente, de mucha mayor eficacia que el sistema en que solamente hace el profesor las experiencias*”²³². Por ejemplo, al desarrollar el tema relativo a la medida de longitudes, superficie y volumen a los alumnos del primer año de Física y Química, una de las actividades propuestas trataba de la determinación del diámetro de una moneda, dejando a la iniciativa del alumno la forma de realizar la medida. Los métodos que éstos utilizaban eran, por ejemplo, arrollar un hilo o una tira de papel alrededor de la moneda y hallar su longitud; hacer una señal con un lápiz y, haciéndola coincidir en un punto trazado en una línea recta, hacer rodar la moneda por la línea recta hasta que la señal tocara por segunda vez el papel. Posteriormente abría un debate entre los que habían utilizado diferentes sistemas de medida a fin de establecer cuál daría el valor más exacto. Se representaban los datos obtenidos en una tabla hallando el valor medio de cada uno de los alumnos y la media de todos estos valores. Como comentaremos posteriormente al hablar de las nuevas orientaciones sobre las experiencias y trabajos prácticos de Física y de Química, en los contenidos abordados se incidía no sólo en los conceptos, sino que también se consideraban importantes la enseñanza de procedimientos y actitudes.

Asimismo, para establecer el concepto de densidad comenzaban con la determinación de la masa de cubos de un centímetro de lado de plomo, corcho, hierro, parafina, etc., llegando a la conclusión de que cuerpos diferentes del mismo volumen tenían muy diferente masa; posteriormente, determinaban experimentalmente la densidad de un sólido utilizando una balanza y una probeta. También construían ellos mismos un ludión para estudiar la flotación de los cuerpos como aplicación del principio de Arquímedes, o un termómetro de agua salada basándose en la dilatación de los cuerpos por efecto del calor, etc.

²³² LEÓN, A. Y CATALÁN, M. A., *Exposición de la enseñanza cíclica de la Física y Química (primer curso)*, ob. cit. p. 9.

Consideramos que estas nuevas orientaciones metodológicas puestas en práctica,

2.º *Medida de la circunferencia de una moneda.* — También debe dejarse a la iniciativa individual. Hay que medir las circunferencias de todas las monedas cuyos diámetros se han determinado anteriormente.

Los métodos más empleados han sido:

- Aplicar el método del hilo, empleado para el caso de líneas curvas, dibujando antes en un papel el contorno de la moneda.
- Arrollar un hilo alrededor de la moneda y hallar su longitud.
- Hacer una señal en la moneda, con lápiz o navaja, y haciéndola coincidir en un punto trazado en una línea recta, hacer rodar la moneda por la línea recta hasta que la señal de ésta toque por segunda vez el papel.
- Arrollar una tira de papel sobre el contorno de la moneda y leer luego su longitud.

Una vez efectuadas las medidas, se debe hacer entablar una pequeña discusión, entre los que han empleado diferentes sistemas, sobre cuál de ellos dará el valor más exacto.

Con los datos obtenidos deberán hacer un cuadro semejante a éste:

Moneda.	Circunferencia en milímetros.	Diámetro en milímetros.	$\frac{\text{Circunferencia}}{\text{Diámetro}}$
5 cénts.			
1 peseta.			
10 cénts.			

Por último, será conveniente tomar el valor medio de cada alumno y hallar la media de éstos valores.

Los resultados encontrados para el número π oscilaron entre 3'12 y 3'16. Valor teórico. 3'14.

Figura IV.3: experiencia práctica planteada por A. León y M. A. Catalán en *Exposición de la enseñanza cíclica de la Física y Química. Primer curso*, JAE. Instituto-Escuela. Imp. de Lib. y Casa Edit.

teniendo en cuenta la época en que se diseñaron y aplicaron, están en consonancia con planteamientos plenamente vigentes:

*“La clase ideal es aquella en que, planteado el problema e indicados los medios de resolverlo, el profesor pasea por la clase resolviendo pequeñas dificultades de ejecución, y los alumnos, con el material necesario, laboran en la persecución de una ley”*²³³.

Es esta perspectiva, planteada desde la consideración del aprendizaje de las ciencias como investigación o resolución de situaciones problemáticas, la que en la

²³³ *Ibidem.* pp. 8-9.

actualidad es ampliamente aceptada en el campo de la Didáctica de las Ciencias²³⁴. Y como podemos observar, superando algunas diferencias, estaría muy en consonancia con la llevada a cabo en el Instituto-Escuela de Madrid, donde se intentaba, como señalan distintos autores, que el alumno - investigador novel - fuera construyendo su propia ciencia ayudado, en el transcurso de esa investigación dirigida, por un experto-guía que era el profesor²³⁵.

Nada ilustra mejor esta metodología que un testimonio de una antigua alumna, después profesora de los Institutos-Escuela de Sevilla y Valencia, Adela Gil Crespo, que narra su visión sobre los planteamientos didácticos que en este centro se seguían:

*“Las clases, aún teniendo una parte teórica básica, eran fundamentalmente prácticas (...) El trabajo en los laboratorios de Ciencias Naturales, Física, Química, se realizaba por equipos (...) Cada equipo debía llevar su cuaderno de prácticas. Las enseñanzas de Ciencias se completaban con visitas a los Museos de C. Naturales, Jardín Botánico y excursiones. Las de Física y Química, con visitas a fábricas, centrales eléctricas, etc. Innovó una enseñanza sin exámenes, sin premios ni castigos, preparándonos a conocer el entorno español a través de las excursiones meticulosamente preparadas, su pasado histórico, y a través de los trabajos en equipo en los laboratorios, a abrir el espíritu hacia los caminos de la ciencia”*²³⁶

Y para terminar, sirva de colofón la opinión de Lorenzo Luzuriaga sobre la influencia del Instituto-Escuela de Madrid en la renovación de la enseñanza española: *“estaba en camino de transformar toda la educación española, y en parte lo había logrado ya, cuando le sorprendió la última irrupción política, que se llevó por delante cuanto había de delicado y libre en aquella”*²³⁷.

2.7. De la instrucción primaria a la segunda enseñanza: influencia de las nuevas orientaciones para la enseñanza de las ciencias en los niveles básicos

²³⁴ WHEATLEY, G. H., “Constructivist perspectives on Science and Mathematic learning”, *Science education*, 75 (1), pp. 9-21 y GIL, D., CARRASCOSA, J. Y OTROS, *La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria*, Horsori, Barcelona, 1991.

²³⁵ Véase POZO, J. I., *Aprendizaje de la ciencia y pensamiento causal*, Visor, Madrid, 1987, o GIL, D., CARRASCOSA, J. Y OTROS, *La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria*, Horsori, Barcelona, 1991.

²³⁶ GIL CRESPO, A., “Metodología y enseñanza en los Institutos Escuelas”, en HARO SABATER, J. y OTROS (Coord), *Instituto de Bachillerato Cervantes. Miscelánea en su cincuentenario 1931-1981*, MEC, 1982, pp. 439-447 (referencia en pp. 442-443). Adela Gil Crespo era catedrática de Geografía e Historia en el Instituto Beatriz Galindo de Madrid, cuando escribió este artículo presentado en la Mesa redonda celebrada en el Instituto Cervantes sobre la educación en la 2ª República.

²³⁷ LUZURIAGA, L., *La escuela nueva pública*, ob. cit., p. 61.

La incorporación a las Escuelas Normales o a la Inspección de los que habían sido alumnos de la Escuela de Estudios Superiores del Magisterio iba a posibilitar el planteamiento de nuevas orientaciones sobre la manera de impartir las clases de ciencias tomando como base las propuestas de profesores como Enrique Rioja, Lázaro Ibiza, etc. Es el caso de alumnos que cursaron sus estudios en dicho centro entre los años 1912-15 -Margarita Comas y Modesto Bargalló- y 1918-21, como Vicente Valls. Nos vamos a centrar en la influencia ejercida por estos profesores -desde sus publicaciones en la *Revista de Escuelas Normales*, la *Revista de Pedagogía*, el *B.I.L.E.*, etc.-, en el proceso de renovación de la enseñanza de las ciencias en los Institutos.

Como ha puesto de manifiesto Antonio Viñao, “la *Revista de Pedagogía* constituye, en su ámbito, la empresa intelectual más importante del primer tercio del siglo XX en España”²³⁸. Ya desde el primer número, publicado a partir de 1922, aspiraba a reflejar el movimiento pedagógico contemporáneo y a contribuir a su desarrollo. La *Revista de Pedagogía* es fruto de todo el entramado existente alrededor de la denominada “Institución difusa”: Museo Pedagógico, Junta para Ampliación de Estudios, Escuela de Estudios Superiores del Magisterio, Instituto-Escuela, Residencia de Estudiantes, etc. Un buen número de los redactores y colaboradores de esta publicación fueron también alumnos de distintas promociones de la Escuela de Estudios Superiores del Magisterio; además de los ya citados podemos mencionar a Lorenzo Luzuriaga, María de Maeztu, ... Entre las publicaciones de la *Revista de Pedagogía* destacaremos, en el ámbito que nos ocupa, las de su Serie Metodológica, los Cuadernos de trabajo o los artículos en la propia revista.

Una de las propuestas más renovadoras para la enseñanza de las ciencias, aunque destinada fundamentalmente a la enseñanza primaria, la encontramos en los trabajos de Margarita Comas²³⁹. Esta profesora, desde la *Revista de Pedagogía*, así

²³⁸ VIÑAO FRAGO, A., “La modernización pedagógica española a través de la “Revista de Pedagogía”(1922-1936)”, *Anales de Pedagogía*, Universidad de Murcia, 1996, pp. 7-45 (referencia en p. 8).

²³⁹ Margarita Comas Camps nació en 1892 en la villa menorquina de Alayor. Obtuvo premio extraordinario en el título de Bachiller en Ciencias y, posteriormente, alcanza el de Maestra Superior. Ingresó en la Escuela Superior del Magisterio, obteniendo en 1915 el número uno de la sección de Ciencias. Realizó los estudios de licenciatura en Ciencias (sección de Naturales) tanto en Madrid como en Barcelona, obteniendo la calificación de sobresaliente y premio extraordinario en el Grado

como desde otras publicaciones²⁴⁰, contribuirá a la difusión de las nuevas orientaciones didácticas. Así, con respecto a la enseñanza de la Física, destacaba algunas de las recomendaciones recogidas en las disposiciones de la administración francesa:

*“Se basará (la enseñanza de la Física) siempre en la experiencia. El profesor tratará de multiplicar los experimentos y de realizarlos con objetos usuales, evitando, siempre que sea posible, el uso de aparatos complicados. Es preciso que los alumnos sean llevados a considerar los hechos de la vida corriente como los más instructivos y que aparezca siempre a sus ojos el lazo estrecho que une el trabajo hecho en clase con las realidades del exterior”*²⁴¹.

Como hemos visto anteriormente, asume planteamientos que coinciden con los de J. Estalella en cuanto al material a utilizar, a la proximidad al entorno del alumno y, en general, a la visión sobre los trabajos prácticos en su conjunto. Margarita Comas -como ampliamente trata J. M. Bernal en su Tesis Doctoral- ponía el énfasis en la importancia de ofrecer a los alumnos oportunidades de trabajar de forma similar a como lo hacen los científicos, reconstruyendo en ocasiones el camino seguido por éstos en la consecución de nuevos conocimientos, pero a diferencia de otras propuestas, no cree que su aplicación a la enseñanza deba tener como fin último la comprobación de leyes y principios mediante la observación y la experimentación. Para la profesora Comas el modelo a seguir en la enseñanza de las ciencias -modelo no exento de dificultades-,

de licenciado. En 1928 alcanza el grado de Doctor en Ciencias en la Universidad de Barcelona. Además de esta preparación, asistió paralelamente a cursos de Mineralogía y de Química en el Museo Pedagógico y en el Museo de Ciencias Naturales y estudió en centros extranjeros. Fue pensionada por la Junta en Londres y en París. Su carrera profesional la inició en 1915 como profesora de Escuela Normal de maestras de Santander y posteriormente en Tarragona. Sería Vicedirectora en el curso 1932-33 de la Escuela Normal de la Generalitat y en el siguiente curso, profesora de Biología Infantil en la sección de Pedagogía de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad Autónoma de Barcelona. Al comienzo de la Guerra Civil se trasladó a Bilbao y desde allí a Inglaterra. Falleció en 1973 como profesora de Biología en Devon. Véase MOREU A. C. Y VILAFRANCA, I. (Ed.), *Margarita Comas, pedagoga (1892-1973), Homenatge a la nostra primera professora*, Universitat de Barcelona, 1998 y BERNAL MARTÍNEZ, J. M., *La renovación de las orientaciones para la enseñanza de las ciencias en la educación primaria en España (1882-1936)*, Tesis Doctoral, Murcia, 1999.

²⁴⁰ Entre los numerosos trabajos publicados destacaremos los siguientes: COMAS CAMPS, M., *La enseñanza elemental de las ciencias en Inglaterra*, Tipografía de A. Andrey y C.^a, Reinosa, 1923; “Las ciencias en la escuela”, *Revista de Pedagogía*, 38, 1925, pp. 56-64; “La enseñanza de las ciencias físico-naturales en Francia”, *Revista de Pedagogía*, 58, 1926, pp. 448-453; “La enseñanza de las ciencias”, *Revista de Pedagogía*, 68, 1927, pp. 357-362; “Enseñanza de la Biología”, *Revista de Pedagogía*, 87, 1929, pp. 124-129; *Las escuelas nuevas inglesas*, Publicaciones de la Revista de Pedagogía, Madrid, 1930. *El método de proyectos en las escuelas urbanas*, Publicaciones de la Revista de Pedagogía, Madrid, 1931; *Las escuelas nuevas inglesas*, Publicaciones de la Revista de Pedagogía (Colección: La Nueva Educación, XIV), 2ª edición renovada, Madrid, 1935; “Las Ciencias Naturales en la escuela”, *Revista de Pedagogía*, 171, 1936, pp. 97-104.

²⁴¹ COMAS CAMPS, M., “La enseñanza de las ciencias físico-naturales en Francia”, ob. cit., p. 450).

debe centrarse en el diseño de tareas que posibiliten la actividad indagadora de los alumnos y la aplicación del conocimiento obtenido al planteamiento y resolución de nuevos problemas. Indica la importancia de adaptar la metodología de enseñanza sustentada en los principios de la realidad y disponibilidad de cada centro, así como al desarrollo intelectual de los alumnos²⁴². También incidía en algo que ya hemos comentado, la necesidad de que el profesorado contara con una preparación científica y didáctica adecuada.

Modesto Bargalló²⁴³, participó en las Escuelas d'Estiu de 1917 y 1918, colaboró en la revista *Quaderns d'Estudi*, organizó y participó en cursos de perfeccionamiento y actualización en la enseñanza de las ciencias, fue el fundador y primer director de la *Revista de Escuelas Normales* y también dirigiría la revista *Faraday*. Publicó distintos manuales de Física y Química²⁴⁴, así como otras publicaciones de carácter científico²⁴⁵. Sus trabajos abordaban tanto temas generales educativos²⁴⁶, como otros más dirigidos a proponer actividades experimentales para la enseñanza de la Física y Química, especialmente a la enseñanza secundaria²⁴⁷. En 1923 publicaría *Cómo se enseñan las ciencias físico-químicas*²⁴⁸.

²⁴² BERNAL MARTÍNEZ, J. M., *La renovación de las orientaciones para la enseñanza de las ciencias en la educación primaria en España (1882-1936)*, ob. cit., pp. 465 y siguientes.

²⁴³ Véanse, entre otros trabajos, los de BERNAL MARTÍNEZ, J. M., *La renovación de las orientaciones para la enseñanza de las ciencias en la educación primaria en España (1882-1936)*, el de DÍAZ TORRES, A., POZO ANDRÉS, M^a M. y SEGURA REDONDO, M., "Aportaciones a la Didáctica de las Ciencias Naturales de Modesto Bargalló durante su etapa de docencia en la Escuela Normal de Guadalajara (1914-1936)", *Actas del III Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias*, v. 3, San Sebastián, 1984, pp. 215-242 y la recopilación bibliográfica de HERRERO FABREGAT, C., "Índice de la Revista de Escuelas Normales (1923-1936. Reseñas bibliográficas)", *Revista de Educación de la Universidad de Granada*, 10, 1997, pp. 287-309; 11, 1998, pp. 295-328.

²⁴⁴ BARGALLÓ, M. Y MARTÍN, M., *Manual de Química*, Sardá, Reus, 1919, y BARGALLÓ ARDÉVOL, M., *Manual de Física*, Sardá, Reus, 1929; *Manual de Física y Química*, Sardá, Guadalajara, 1935.

²⁴⁵ BARGALLÓ ARDÉVOL, M., "Graptolites de Sierra Menera", *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 28, 1928, pp. 253-256; "Comunicación sobre yacimientos de vertebrados en las margas intracalizas de la Alcarria en Chiloeches (Guadalajara)", *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 31, 1931, pp. 162-165.

²⁴⁶ BARGALLÓ ARDÉVOL, M., "Cajal y sus ideas sobre educación", *Revista de Escuelas Normales*, Educación y enseñanza, 1, 1923, pp. 2-5; *Los pensamientos de Cajal sobre la educación*, Ediciones La Lectura, Madrid, 1923; "Las metodologías del profesor", *Revista de Escuelas Normales*, 88, 1932, pp. 106-108; "Circular del director de «Revista de Escuelas Normales», *Revista de Escuelas Normales*, Societarias, 48, 1927, pp. 326-327.

²⁴⁷ BARGALLÓ ARDÉVOL, M., "La enseñanza de la Química elemental. El átomo y la molécula", *Revista de Escuelas Normales*, 12, 1924, pp. 44-48; "Sobre la enseñanza experimental de la Física I. Aparatos auxiliares: un acumulador de laboratorio", *Revista de Escuelas Normales*, 21, 1925, pp. 22-23; "Sobre la enseñanza experimental de la Física II. Aparatos auxiliares: galvanómetro vertical", 22, 1925, pp. 54-55; "Sobre la enseñanza experimental de la Física III. Aparatos auxiliares: bobinas y accesorios para las experiencias de inducción", *Revista de Escuelas Normales*, 23, 1925, pp. 97-98; "Las experiencias clásicas de la Física I. La Ley de Mariotte", *Revista de las Escuelas Normales*, 27, 1925,

Bargalló opinaba que los contenidos de Física y Química en la enseñanza primaria no debían separarse de las demás Ciencias Naturales en los primeros cursos y que la Física y Química debía impartirse en todos los grados. La enseñanza de la Física y Química debía realizarse a través de la observación y experimentación, cualitativamente en principio y a nivel cuantitativo después. Posteriormente, en el grado superior, se pasaría al estudio de las leyes y teorías, requiriéndose para ello el trabajo de laboratorio. El modelo propuesto por Bargalló para el desarrollo de las actividades prácticas, evidencia un marcado tono tradicional, con un guión elaborado por el profesor, de manera que el alumno se limitaba a seguir las instrucciones marcadas.

Elaboró una serie de actividades prácticas publicadas en distintos libros de texto. En ellas el planteamiento didáctico implicaba inicialmente una presentación a los alumnos de la experiencia -motivación-, así como de los materiales a utilizar -aparatos sencillos-, para la realización de las experiencias por los propios alumnos, siguiendo la explicación pormenorizada de los ejercicios, buscando y aportando ellos mismos los componentes materiales para realizarlas y elaborando unas consideraciones finales a través de la redacción de informes como medio de fomentar la disciplina mental de los alumnos y comprobación de la exactitud de las observaciones realizadas.

Bargalló elaboró un programa para la enseñanza primaria, gradualmente ascendente en dificultad y de forma cíclica. En el segundo y tercer grado introducía los contenidos de Física y de Química a través de experiencias y trabajos prácticos: “*se introducirá, decía, la construcción de aparatos sencillos que debe poseer la Escuela y*

pp. 245-246; “Las experiencias clásicas de la Física II. Los ensayos de Otto Guericke en el vacío”, *Revista de las Escuelas Normales*, 28-29, 1925, pp. 286-288; “Las experiencias clásicas de la Física III. Experiencias de Lavoisier y de De Laplace para medir el calor”, *Revista de las Escuelas Normales*, 30, 1925, pp. 327—329; “Las experiencias clásicas de la Física IV. Experiencias de Lavoisier y de De Laplace para medir el calor”, *Revista de las Escuelas Normales*, 31, 1926, pp. 10-11; “Las experiencias clásicas de Física VI: La dióptrica de Johannes Kepler, 1611”, *Revista de las Escuelas Normales*, 32, 1926, pp. 48-49; “Las experiencias clásicas de Física. VI: La dióptrica de Johannes Kepler, 1611”, *Revista de las Escuelas Normales*, 41, 1927, pp. 9-10. “Las experiencias Clásicas de la Física VII. La «dióptrica» de Johannes Kepler, 1611”, *Revista de las Escuelas Normales*, 45, 1927, pp. 175-177; “Las experiencias clásicas de la Física. VIII. El «Traité de la Lumiere», de Christian Huygens, 1690”, *Revista de las Escuelas Normales*, 47, 1927, pp. 253-255; “La óptica de Euclides”, *Revista de las Escuelas Normales*, 83, 1931, p. 2; “Óptica de Euclides”, *Revista de las Escuelas Normales*, 84, 1931, pp. 22-25; “La catóptrica de Teón de Alejandría”, *Revista de las Escuelas Normales*, 89, 1932, p. 122; “La catóptrica de Teón de Alejandría”, *Revista de las Escuelas Normales*, 90, 1932, pp. 142-143; “Sobre los cuerpos flotantes de Arquímedes”, *Revista de las Escuelas Normales*, 93, 1932, p. 42; *El gabinete de Física en la Escuela Primaria*, Reus, Madrid, 1934; *Metodología de las Ciencias Naturales y de la Agricultura*, Sardá, Reus, 1932.

la experimentación cuantitativa, procurando que el alumno camine por su propio esfuerzo y haga algunas prácticas él solo”. En el tercer grado, introducía la medida de magnitudes por medio de nonius, calibrador, papel milimetrado, probetas, siendo alguno de esos aparatos contruidos por los propios alumnos, el estudio del movimiento a través del cálculo de la velocidad media analizando las propias carreras de los alumnos y los principios de Arquímedes y de Pascal de forma experimental, entre otros temas.

Otra de las aportaciones de Modesto Bargalló a la didáctica de las ciencias fue considerar la Historia de la ciencia como base para la enseñanza. Publicó en las páginas del *B.I.L.E.* un artículo sobre la enseñanza experimental en la escuela ²⁴⁹, en el que adoptaba una visión moderna de la ciencia como construcción social: “*La Historia de las ciencias ha de construirse, pues, en relación con la época y la situación especial de sus hombres (...) ha de relacionarse, pues, íntimamente el desarrollo de los conocimientos científicos con los Hombres y con los Pueblos*”²⁵⁰. Considera el conocimiento científico como un sistema que se reconstruye desde las diversas etapas del aprendizaje. La Historia de la Ciencia, a su juicio, podía aportar una ayuda importante mostrando el proceso de construcción del conocimiento científico, favoreciendo así la comprensión por parte del alumno. Bargalló consideraba que la labor del maestro debería consistir en proponer un programa para las ciencias físicas en la escuela primaria basado en la evolución de dichas ciencias, en estimular a los niños para que se planteen problemas dentro de ese programa previamente señalado, de manera que el maestro estudiaría el problema históricamente, seleccionando los hechos relevantes indispensables para su comprensión, procurando que el alumno fuera descubriendo esos principales hechos históricos mediante la observación y a la experimentación. Sin embargo, consideraba que “*sin que haya la necesidad de abusar de esta última (...) no podrá afirmarse que el procedimiento experimental sea superior al puramente lógico*”.

Es constatable la evolución en la fundamentación didáctica que se produce en este profesor. Unos años antes, en 1923, planteaba que la elaboración de los

²⁴⁸ BARGALLÓ ARDÉVOL, M., *Cómo se enseñan las ciencias físico-químicas*, Publicaciones de la Revista de pedagogía, Serie Metodológica, Madrid, 1923.

²⁴⁹ BARGALLÓ ARDÉVOL, M., “La enseñanza experimental en la escuela. Su relación con el desarrollo histórico de la Física y Química”, *B.I.L.E.*, LVI, 1932, pp. 262-269.

²⁵⁰ *Ibidem*, p. 262.

conocimientos físicoquímicos a través de la Historia pasa por tres fases (descriptiva o cualitativa; cuantitativa o científica y formación de leyes y teorías) y que estas fases serán por las que deba pasar la enseñanza de las ciencias experimentales, porque además, este proceso se acomoda perfectamente al desenvolvimiento del alumno (observación, experimentación, leyes y teorías). Pensaba que con la enseñanza de las ciencias físicoquímicas indudablemente el fin educativo principal era el de formar a los alumnos en el hábito científico, en la capacidad para investigar a través de la observación y experimentación -primero cualitativamente y cuantitativamente después-, para pasar con posterioridad a las leyes y teorías, y todo ello a través del trabajo de laboratorio²⁵¹. En definitiva, mostraba un modelo claramente inductivista de la construcción del conocimiento científico. Pocos años después, en 1932, hemos visto como manifestaba que no había que abusar de la experimentación, puesto que el procedimiento experimental no era superior al puramente lógico, con lo cual había que acudir a “*la combinación de procedimientos, sin olvidar jamás que tanto como espíritus observadores y experimentadores, ha de formarse espíritus de clara intuición*”²⁵².

No olvidemos que en el debate metodológico que se desarrollaba durante los años 30 -fundamentalmente en el entorno de las Escuelas Normales- se trató de dar una fundamentación científica de los métodos de enseñanza mediante el análisis de las características de la ciencia y de las condiciones psicológicas del niño en relación a ella, de manera que Modesto Bargalló aportó su propia metodología especial a través de la importancia que daba a la Historia de la Ciencia en la enseñanza de las ciencias experimentales, con una metodología activa basada en las experiencias de laboratorio y la importancia dada al proceso evolutivo del niño a la hora del planteamiento adecuado de los contenidos.

Vicente Valls Anglés²⁵³, realizó diferentes publicaciones sobre la enseñanza de las ciencias²⁵⁴. En 1932 publicó su *Metodología de las ciencias físicas*, texto en el que

²⁵¹ BARGALLÓ ARDÉVOL, M., *Cómo se enseñan las ciencias físicoquímicas*, ob. cit. p. 9.

²⁵² BARGALLÓ ARDÉVOL, M., “La enseñanza experimental en la escuela. Su relación con el desarrollo histórico de la Física y Química”, ob. cit., p. 268.

²⁵³ ACMEC, Legajo 4595. Vicente Valls nació el 3 de mayo de 1896 en Vinaroz (Castellón). Estudió en la sección de Ciencias en la Escuela de Estudios Superiores del Magisterio, donde fue alumno de Edmundo Lozano, quien le dejó una huella imborrable. Fue becado al extranjero por la J.A.E. y desarrolló buena parte de su actividad profesional como Inspector de 1ª enseñanza y como Inspector agregado al Museo Pedagógico. Fue también director de la Escuela Industrial de Obreros de León y

expone una serie de manipulaciones y medidas a realizar en la escuela y que comienza con unas normas didácticas a tener en cuenta para la enseñanza de las ciencias físicoquímicas en estos niveles que son todo un tratado de Didáctica. Se basaba fundamentalmente en textos de Modesto Bargalló, en los utilizados en el Instituto-Escuela de Madrid, en experiencias propuestas por Chanticleire y en otras de Edmundo Lozano sobre la enseñanza de las ciencias físicoquímicas. La visión y la concepción de Vicente Valls sobre la enseñanza de las ciencias eran, en síntesis, las siguientes:

- Escuela activa. Actividad del alumno ponderando equitativamente hacer con las manos y hacer con el pensamiento.
- Ciencias de la Naturaleza y no disciplinas separadas. Los fenómenos naturales deben aparecer integrados, por lo que proponía que en esos primeros años la presentación de una variedad de disciplinas ejercía una influencia negativa en el niño.
- Proceso de construcción del conocimiento científico. Al ser la ciencia la acumulación del esfuerzo humano, el niño tenía que revivir estos esfuerzos para *crear su propia ciencia*.
- Metodología didáctica. Ésta es función de la metodología de la investigación. Toda investigación escolar había de ajustarse a los métodos científicos (observación y experimentación es igual a experiencia científica).
- Aprendizaje significativo. Nuestro primer interés ha de consistir en promover relaciones, asociar los hechos con los recuerdos de hechos análogos, sugiriendo modalidades y problemas cuando éstos no sean planteados por el niño.
- Material de enseñanza. La naturaleza y la vida social nos ofrecen un buen caudal de medios de enseñanza, pero cuando sea preciso otro tipo de material, éste debe ser

participó activamente en las Misiones Pedagógicas. En 1934 fue nombrado Jefe de la Sección de Didáctica del Museo Pedagógico Nacional.

²⁵⁴ Entre sus publicaciones destacaremos: “Las ciencias inductivas en la escuela primaria”, *Revista de Pedagogía*, 73, 1928, pp. 5-10; “La educación nueva en la práctica. El estudio de la naturaleza y la escuela activa”, *Revista de Pedagogía*, 90, 1929, pp. 246-252; “El material y la enseñanza de las Ciencias físico-naturales en la Escuela Activa”, *Revista de Pedagogía*, 100, 1930, pp. 165-170; *Metodología de las ciencias naturales*, Publicaciones de la Revista de Pedagogía, Cuadernos de trabajo, Madrid, 1932; *Metodología de las ciencias físicas*, Publicaciones de la Revista de Pedagogía, Cuadernos de trabajo, Madrid, 1932; “Metodología de las actividades manuales”, *Revista de Pedagogía*, 147, 1934, pp. 120-124 y “La enseñanza de las Ciencias Experimentales en la Escuela Primaria”, en *Libro-guía del maestro*, Ed. Espasa-Calpe, S.A., Madrid, 1936, pp. 447-470.

obra del trabajo común del maestro y del alumno. En este gabinete de ciencias no quería aparatos comprados puesto que no los consideraba adecuados al fin de la educación activa; había de evitarse que fueran complicados y preferirse lo barato a lo caro, lo usual a lo extraordinario, lo que traigan los niños a lo comprado. El mejor material era el “hecho” y vivido por los mismos niños, o aportados por ellos mismos y que poco o nada costaban: trozos de madera, tapones, alambre, tubos de aspirina, cartón, etc.

- Trabajo colaborativo. Del trabajo en común, decía V. Valls, se obtiene un gran rendimiento moral: sentimientos de esfuerzo, de colaboración, curiosidad, etc. No cabe el desaliento en la enseñanza. De lo negativo puede obtenerse un gran partido: *probar lo que no es tiene tanto sentido como probar lo que es.*
- Debe evitarse un exceso de verbalismo. *Empleemos las palabras precisas para ayudar a los hechos a alumbrar las verdades.* Antes que el libro de texto, es útil el empleo de cuadernos de observaciones, el dibujo, la redacción de monografías sobre el agua, el aire, etc.

En Vicente Valls se pueden apreciar nuevos planteamientos didácticos puestos en práctica, tanto en lo concerniente a la enseñanza primaria como para lo que constituiría hoy el primer ciclo de la enseñanza secundaria, en los que se puede observar la influencia de Giner, Cossío, Quiroga, Lozano, Estalella, etc. Para Vicente Valls, como afirma J. M. Bernal, los principios generales que deben guiar la didáctica de las ciencias experimentales serán la ley biogenética (considerar el desarrollo intelectual del alumno) y el método científico como método didáctico. De acuerdo con ello, las actividades de enseñanza siempre tendrán como referencia la naturaleza del conocimiento científico, considerando las observaciones personales de los alumnos como punto de partida y también el ambiente en que viven, procurando que las actividades se desarrollen directamente en el medio natural, analizando los seres, hechos y fenómenos en su propio medio.

Al considerar el papel que deberían jugar las actividades de campo en la enseñanza de las ciencias, algo que trataremos posteriormente, una de las propuestas innovadoras

es la planteada por Enrique Rioja²⁵⁵. Frente a las excursiones que se realizaban con el fin casi único de formar colecciones, a través de la recolección de muestras u otros ejemplares, Rioja pensaba que el objetivo principal de las mismas debía ser el conocimiento de las relaciones entre los seres vivos y de éstos con el medio y que las actividades de campo debían estar plenamente relacionadas con el resto de las actividades de enseñanza²⁵⁶.

²⁵⁵ ACMEC, Legajo 5876. Enrique Rioja Lo Bianco nació el 16 de febrero de 1895 en Santander. Licenciado y Doctor en Ciencias, sección de Naturales en 1916. Catedrático de los Institutos de Mahón, Reus, Badajoz y San Isidro de Madrid. Profesor de la Escuela de Estudios Superiores del Magisterio y de la Sección de Pedagogía de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad Central.

²⁵⁶ Otras publicaciones de Enrique Rioja, relacionadas con la enseñanza de las ciencias son: *Trabajos del Museo Nacional de Ciencias Naturales, Serie Zoológica, Datos para el conocimiento de la fauna de Anélidos poliquetos del Cantábrico. 1.ª parte*, editada por la J.A.E., N.º 29, 1917; *Trabajos del Museo Nacional de Ciencias Naturales, Serie Zoológica, Datos para el conocimiento de la fauna de Anélidos poliquetos del Cantábrico 2.ª parte*, editada por la J.A.E., N.º 37, 1918; “Libros escolares”, *Revista de Pedagogía*, 5, 1922, pp. 194-195; *Trabajos del Museo Nacional de Ciencias Naturales, Serie Zoológica, Estudio sistemático de las especies ibéricas del suborden Sabelliformia*, editada por la J.A.E., N.º 48, 1923; “Cómo se enseñan las Ciencias Naturales”, *Revista de Pedagogía*, 15, 1923, pp. 102-107; “Indicaciones prácticas para la enseñanza elemental de los protozoos (I)”, *Revista de Escuelas Normales*, 16, 1924, pp. 182-186; *Trabajos del Museo Nacional de Ciencias Naturales, Serie Zoológica, Anélidos poliquetos de San Vicente de la Barquera (Cantábrico)*, editada por la J.A.E., N.º 53, 1925; “El Cuestionario de las oposiciones a escuelas. Ciencias Naturales”, *Revista de Pedagogía*, 45, 1925, pp. 411-413; “Revistas bibliográficas. Ciencias Naturales”, *Revista de Pedagogía*, 49, 1926, pp. 25-34; “Metodología de los “Estudios de la Naturaleza.” La labor de dentro y de fuera de la Escuela”, *Revista de Pedagogía*, 61, 1927, pp. 7-12; “Ignacio Bolívar”, *Revista de Escuelas Normales*, 51, 1928, pp. 42-44; “El coleccionismo y la enseñanza de las Ciencias Naturales”, *Revista de Pedagogía*, 75, 1928, pp. 104-108; *Los animales marinos*, Labor, S.A., Biblioteca de iniciación cultural, Barcelona, 1929; *El libro de la vida. Lecturas científiconaturales*, Publicaciones de la Revista de Pedagogía, Seix Barral, Barcelona, 1933; *Cómo se enseñan las Ciencias Naturales*, Publicaciones de la Revista de Pedagogía, serie metodológica, Madrid, 1933; *Enseñanza de las Ciencias Naturales en la escuela primaria*, Edit. Atlante, México, 1942. “La ecología y su valor en la enseñanza de las ciencias naturales”, *Educación y Cultura*, 11-12, 1949.

Rosa Sensat²⁵⁷, recogiendo las nuevas orientaciones para la enseñanza de las ciencias, adopta una visión globalizadora de las ciencias en la escuela, haciendo que dejen de ser materias compartimentadas para enlazarlas y relacionarlas con el resto de disciplinas escolares. De este modo, las lecciones de ciencias de la vida cotidiana serán –para Rosa Sensat– la mejor forma de orientar la enseñanza científica en los primeros niveles educativos²⁵⁸. Entre sus publicaciones destacaremos *La Naturaleza en las ciudades y en la escuela. Jardines y campos de juego para los niños. Escuelas de Bosque*²⁵⁹, *La escuela al aire libre*²⁶⁰, *Lecciones de ciencias en relación con la vida diaria*²⁶¹, *Momentos escolares*²⁶² o *Hacia la nueva escuela*²⁶³.

2.8. La difusión y puesta en práctica de los nuevos planteamientos metodológicos

Hasta aquí hemos ido viendo como desde distintos ámbitos educativos, pero con una especial relevancia desde el Instituto-Escuela, se fueron formulando y ensayando nuevas estrategias para la enseñanza de las ciencias experimentales. Las cuestión que

²⁵⁷ Rosa Sensat i Vilá nació en Masnou (Barcelona), el 17 de Junio de 1873. Finalizó con la máxima calificación sus estudios en la Normal de Barcelona. Con 15 años iniciaba su actividad docente al ser nombrada el 29 de Marzo de 1889, a propuesta de la Junta local de Instrucción pública, maestra suplente de Masnou. En 1892 conseguía la plaza por oposición como maestra de párvulos en Gerona. Obtuvo por concurso una plaza como maestra auxiliar de párvulos en una escuela de Madrid. Esta nueva estancia de Rosa Sensat en Madrid -cuatro años- implicaría una relación con el ámbito institucionista y con los movimientos pedagógicos renovadores madrileños: conoce a Giner y Cossío, asiste a los cursos de Química y de Botánica en el Museo Pedagógico Nacional, a las conferencias del Ateneo, participa en las excursiones dominicales de la Institución. Obtiene en el curso 1899-900 la plaza de profesora numeraria de la Escuela Normal de Alicante, que aunque la plaza era como profesora de Labores, realmente estuvo encargada de impartir las asignaturas de Física, Química e Historia Natural durante poco más de cuatro años: del 20 de Julio de 1900 al 14 de Septiembre de 1904. Solicitó el traslado a Barcelona, donde se incorpora como maestra a la escuela de Sant Martí de Provençals, pasando en 1908 a la escuela pública de la Diagonal. Visitó centros de Berlín, Dresde, Leipzig, Colonia, Bruselas, París, Bruselas, Colonia, Ginebra y Zurich. Fue directora de la Escuela de Bosque -un centro modélico- hasta 1931, año en el que pasó a dirigir el grupo escolar Milá y Fontanals.

²⁵⁸ Véase el trabajo realizado por BERNAL MARTÍNEZ, J. M., *La renovación de las orientaciones para la enseñanza de las ciencias en la educación primaria en España (1882-1936)*, Tesis Doctoral, Murcia, 1999, pp. 491-515.

²⁵⁹ SENSAT, R., “La Naturaleza en las ciudades y en la escuela. Jardines y campos de juego para los niños. Escuelas de Bosque”, en *Libro del Congreso Nacional de Educación convocado para 1920*, Establecimiento tipográfico de Francisco Soler Prats, Palma de Mallorca, 1921, pp. 73-74.

²⁶⁰ SENSAT, R., “La escuela al aire libre”, *Revista de Pedagogía*, 85, 1929, pp. 15-22.

²⁶¹ SENSAT, R., “Lecciones de ciencias en relación con la vida diaria”, *Revista de Pedagogía*, 94, 1929, pp. 439-448.

²⁶² SENSAT, R., “Momentos escolares”, *Revista de Pedagogía*, 101, 1930, pp. 196-204.

nos interesa esclarecer a continuación está relacionada con la trascendencia que tuvieron estos nuevos planteamientos. ¿Qué repercusión tuvo en otros centros la experiencia desarrollada en el Instituto-Escuela de Madrid? ¿Cuál fue la postura del profesorado ante las nuevas orientaciones para la enseñanza de la Física y Química?

Como ya comentamos anteriormente, parte del profesorado de Física y Química de los Institutos fue incorporando paulatinamente estos nuevos planteamientos a la enseñanza de estas disciplinas. Ahora bien, también en muchos casos se adoptó la postura más fácil, la pasividad, el continuismo, el apego al sistema tradicional. Era preciso, por tanto, vencer la resistencia al cambio que se mostraba por aquellos profesores que *“no estando nunca muy dispuestos a cambiar en nada ni a obedecer a nadie, y oponiendo siempre a la reforma y al mandato el arma de la pasividad, hacen que los mejores propósitos se malogren”*²⁶⁴. Esto pensaba Ricardo Becerro de Bengoa a finales del siglo pasado. Casi veinticinco años más tarde ante la reforma de 1926, y desde la *Revista de Pedagogía*, se insistía en la necesidad de superar estas dificultades:

*“lo decisivo será la actuación del profesorado; la reforma será, en último término, lo que ésta sea o quiera. Y aquí echamos también de menos el problema de la preparación y la selección de los profesores. El profesor de Instituto en España tiene que hacerse a sí mismo; nuestro país es el único del mundo en que no existe una preparación pedagógica para el Profesorado secundario. Y en tanto que ésta no se implante, las reformas no pasarán de la Gaceta, aunque se vuelquen en ella todas las disposiciones e imposiciones oficiales imaginables”*²⁶⁵.

Ahora bien, dentro del profesorado perteneciente al Cuerpo de Catedráticos de Instituto, además de las figuras relevantes que ya hemos señalado (J. Estalella, M. A. Catalán, A. León, etc.) otros grupos de profesores de Física y Química iban a asumir esos nuevos planteamientos. El propio J. Estalella manifestaba al referirse a otros Institutos: *“hemos podido ver renovar y humanizar los métodos, (...) todos aquellos pequeños detalles, el conjunto de los cuales daba carácter al Instituto-escuela, les hemos visto adaptados, más o menos parcialmente, en unos u otros establecimientos de segunda enseñanza”*²⁶⁶. No es posible realizar un seguimiento, centro por centro, para

²⁶³ SENSAT, R., *Hacia la nueva escuela*, Publicaciones de la Revista de Pedagogía, Madrid, 1934.

²⁶⁴ BECERRO DE BENGOA, R., *La enseñanza en el siglo XX*, ob. cit., p. 9.

²⁶⁵ “El nuevo plan de estudios del bachillerato”, *Revista de Pedagogía*, 57, 1926, pp. 414-415.

²⁶⁶ ESTALELLA GRAELLS, J., “El Batxillerat a l’Institut-Escola”, ob. cit., p. 8.

analizar el impacto de la renovación en la enseñanza de la Física y de la Química en los Institutos, pero sí es posible afirmar que se produjo un cambio, durante el período analizado, a cargo de todos esos jóvenes catedráticos que habían mantenido relaciones con la J.A.E. a través de las pensiones o de los laboratorios dependientes de ella, que habían pertenecido como profesores aspirantes al Magisterio secundario en el Instituto-Escuela de Madrid, que habían colaborado en el Institut-Escola de Barcelona como profesores encargados de curso, que fueron nombrados para los Institutos-Escuela de Sevilla, Valencia, etc., o que habían asumido esos principios pedagógicos aún a pesar de haberlos seguido a una cierta distancia.

Así, podemos constatar como el catedrático José de la Puente Larios, desde la *Revista de Segunda enseñanza*, publicaba -siguiendo la concepción de José Estalella-, distintos artículos relativos al material de laboratorio utilizado en las clases de Física y Química, mostrándose a favor de la utilización y construcción de un material sencillo a base de alambre, cajas de tabaco, tubos de medicamentos, etc. que posibilitaba la realización de distintas experiencias prácticas sobre electroquímica, electricidad, etc. Recomendaba la utilización de materiales de uso cotidiano y sencillos de construir por los propios alumnos²⁶⁷. En el mismo sentido, encontramos numerosos testimonios. (Véase Anexo IV.I.) El alcance que tuvieron las nuevas orientaciones lo estudiamos recurriendo a su influencia en el plan de estudios de 1934, las experiencias desarrolladas por otros Institutos-Escuela y la repercusión en los centros oficiales de segunda enseñanza.

2.8.1. Las corrientes renovadoras para la enseñanza de la Física y Química en las disposiciones educativas de la II República

El plan de estudios de 1934 contribuiría notablemente al cambio de enfoque en la enseñanza de las ciencias experimentales. De hecho, durante el período republicano la renovación metodológica de la enseñanza secundaria estuvo muy influida por las experiencias del Instituto-Escuela. Se buscaba esencialmente proyectar, sobre el siempre polémico nivel secundario, el espíritu innovador que se había difundido ya en

²⁶⁷ PUENTE LARIOS, J. de, "El material de nuestras clases", *Revista de Segunda enseñanza*, 21, 1926, pp. 107-109.

la enseñanza primaria. Una enseñanza cíclica, activa, que contemplara el uso de laboratorios y la realización por los alumnos de experiencias de toda índole, debía sustituir a la enseñanza memorística tradicional. Para el primer curso del Bachillerato se propugnaba que los métodos utilizados estuviesen en relación con los de la enseñanza primaria. Así, una Orden de 21 de septiembre de 1932 especificaba que “*el contenido y los métodos de estas enseñanzas deberán ser concordantes en todo lo posible con los más autorizados pedagógicamente que se emplean en la Escuela primaria*”²⁶⁸ y en las instrucciones al profesorado dadas mediante la Orden de 28 de noviembre de 1932 se especificaba que era preciso seguir las recomendaciones que sobre métodos y procedimientos de enseñanza establecieran de forma consensuada el Consejo Nacional de Cultura y el profesorado, pero debido a la premura de tiempo, era preciso dar algunas indicaciones acerca de la orientación que había que seguir en la enseñanza de las distintas disciplinas, concretamente en el área de Ciencias Naturales, poniendo el acento en el carácter experimental que debería tener su enseñanza²⁶⁹. El nuevo estilo metodológico que se quería imprimir a la enseñanza secundaria se reflejaba ya ante el inicio del nuevo curso, con estas instrucciones mandadas a los directores de los centros. En ellas, se recordaba la orientación cíclica de las asignaturas, más formativa que instructiva, que inspiraba los proyectos que se estaban gestando²⁷⁰.

Con el nuevo plan de 1934 se subrayaba que “*en el primer ciclo se dará a la enseñanza un carácter elemental e intuitivo*”, sin separar las clases teóricas de las prácticas. Los cuestionarios, publicados el 17 de octubre de 1934 en la *Gaceta* y el 4 de enero de 1935 en el *Boletín de Instrucción Pública*, sobre la enseñanza cíclica de la Física y de la Química en los primeros cursos del Bachillerato, mostraban una clara influencia de los principios pedagógicos sostenidos por el Instituto-Escuela de Madrid y

²⁶⁸ *Gaceta* del 22 de septiembre de 1932. Art. 3º.

²⁶⁹ “*la observación de seres y fenómenos naturales se realizará de un modo habitual y sistemático. Para precisar y dar mayor vigor a la labor de los alumnos, éstos ejecutarán gráficos, esquemas y dibujos en los que se consignen los detalles y pormenores de los seres o fenómenos sometidos a estudio; como complemento indispensable redactarán descripciones de los hechos observados, que el Profesor cuidará se hagan respetando, hasta donde sea posible, las iniciativas individuales en la manera de redactar estas composiciones (...) Después de conseguido cierto caudal de observaciones personales, se iniciará una etapa experimental, en la que el alumno tomará una parte activa y directa*” (*Gaceta* del 1 de diciembre de 1932).

²⁷⁰ SUREDA, B., VALLESPÍR, A., Y ALLES, E., *La producción de obras escolares en Baleares (1775-1975)*, Universitat de les Illes Balears, Palma, 1992, p. 71.

recomendaciones análogas a las establecidas por el currículo oficial de la actual Educación Secundaria Obligatoria:

- El primer paso debe consistir en fomentar el espíritu de observación de los niños: *“debe darse mucha más importancia a despertar las aptitudes y el espíritu de observación del niño que a la cantidad de conocimientos”*. De acuerdo con esto, se recomendaba la observación de propiedades generales de la materia, cambios de estado, de fenómenos como la propagación rectilínea de la luz, eléctricos o magnéticos sencillos.
- El alumno debe tener un papel activo en el proceso de enseñanza: *“se ha de procurar un contacto personal del niño con los fenómenos, (...) las experiencias que mejor pueden servir para formar el espíritu de observación serán las que preferentemente deban hacer los alumnos”*. En este sentido se propugnaba la verificación por los alumnos de medidas de la temperatura, la realización de prácticas sobre disoluciones, cristalizaciones y separaciones de mezclas y el examen de elementos o compuestos químicos sencillos.
- Como metodología a llevar en la práctica en los tres primeros cursos se proponía *“el método directo experimental”* puesto que sólo *“las teorías deducidas experimentalmente tienen valor para el principiante (...) las teorías en las ciencias Físico-químicas tienen siempre una base experimental”*.
- Se trataba de concatenar las actividades-investigaciones desarrolladas y no plantearlas de forma aislada: *“cada experimento no debe ser un hecho aislado, sino un eslabón de una cadena de investigaciones, llegando hasta encontrar importantes principios químicos”*. Para ello, en el tercer curso, la enseñanza había de hacerse prácticamente en el laboratorio.
- Se insistía en la utilización de aparatos sencillos y no en los que componían los antiguos gabinetes: *“los experimentos deben hacerse con aparatos sencillos, contruidos a ser posible, por los mismos alumnos. Hay que sustituir los antiguos gabinetes de Física, escaparates de aparatos complicados, por laboratorios de trabajo”*.

Asimismo, se proponía la determinación experimental de magnitudes utilizando distintos aparatos de medida (metros, probetas, buretas, etc.), la verificación de pesadas de sólidos y líquidos, la determinación de densidades, las experiencias que pusieran de

manifiesto los principios de Pascal y Arquímedes, prácticas sencillas con imanes artificiales, de electrización por influencia, de acción de los ácidos sobre los metales, de destilación, de experiencias para distinguir mezclas de combinaciones, etc.

Para el segundo ciclo, cuyo fin era dar a conocer los principios generales de las ciencias, en el que se separaban ya las clases teóricas de las prácticas, se especificaba que *“no deberá olvidarse la importancia de las aplicaciones prácticas de estos principios a la vida corriente”*. Para ello se indicaba que se deberían visitar fábricas en las que se desarrollara algún proceso físico o químico. También que la medición de diversas clases de magnitudes debía ser uno de los fines principales de estos trabajos prácticos, siendo preferible que los alumnos construyeran los aparatos a que utilizaran los existentes en el laboratorio. Uno de los medios didácticos que frecuentemente se utilizaba en los Institutos fue el del cinematógrafo. Su uso permitía a los alumnos, como ocurrió en el Instituto de Lorca durante el curso 1934-35, la observación de industrias, depuración de aguas residuales, abastecimiento de aguas potables, etc.²⁷¹

2.8.2. La nueva concepción de la enseñanza de la Física y Química en otros Institutos-Escuela

De la misma forma que estas directrices metodológicas estaban directamente influenciadas por los principios pedagógicos ensayados en el Instituto-Escuela de Madrid, lógicamente en los Institutos-Escuela creados en Barcelona, Valencia o Sevilla se puede apreciar también la presencia de esos mismos principios metodológicos. Es necesario considerar, por otra parte, la creación de otros órganos que influyeron en el proceso de renovación. En el caso concreto de Cataluña, el Consell Regional de segunda enseñanza -creado por decreto de 27 de julio de 1933- y la presencia en él de personas como Cándido Bolívar, Enrique Rioja, José de la Puente, Margarita Comas, José Estalella y Juan Estevan Ochoa, entre otros, incidiría en una mejora de la calidad de la enseñanza: creación de nuevos Institutos, organización -con la participación del Seminario de Pedagogía- de cursos de perfeccionamiento destinados al profesorado de

²⁷¹ INSTITUTO NACIONAL DE SEGUNDA ENSEÑANZA DE LORCA, *Memoria del curso académico 1934-1935*, Imp. Montiel, Lorca, 1936, p. 7.

enseñanza secundaria, puesta al día en innovaciones pedagógicas, etc.²⁷² Si el Instituto-Escuela de Madrid constituyó una solución excelente al problema de la enseñanza secundaria en España, como decía José Estalella en el Congreso de la Asociación Internacional de la Educación Nueva de 1932, el Institut-Escola de Barcelona se creó siguiendo los mismos principios que habían servido de base al de Madrid, adaptándolos a las necesidades de la enseñanza en Cataluña y coordinando esta enseñanza con las instituciones de enseñanza primaria sostenidas por el Patronato Escolar de Barcelona²⁷³. En la portada de uno de los números de la *Revista del Institut-Escola*, en 1937, se comentaba que se utilizaban tres nombres para referirse a dicho centro: Institut-Escola del Parc, Institut-Escola de la Generalitat y también Institut-Escola Giner de los Ríos. Explicaba a continuación el origen de esta última denominación: “*Nuestro instituto, como su hermano grande de Madrid, es hijo del pensamiento creador -creador más allá de los años, más allá de la muerte- de don Francisco Giner de los Ríos y de sus discípulos predilectos*”²⁷⁴. Efectivamente, el pensamiento pedagógico de Giner influyó notablemente en la concepción de la enseñanza que se desarrollaba en este centro. Para el Institut-Escola, igual que para su homónimo de Madrid, una de sus finalidades primordiales era la de ensayar, contrastar y criticar métodos de enseñanza, así como la preparación pedagógica del futuro profesorado de segunda enseñanza: “*El I-E es un ensayo. El I-E es un experimento*”²⁷⁵.

Los rasgos distintivos de la enseñanza desarrollada en este centro eran los siguientes²⁷⁶:

- Continuidad entre la escuela primaria y la secundaria a través de la coordinación de los programas y de los métodos empleados, “*constituyendo una de las funciones principales del Institut-Escola*”²⁷⁷.

²⁷² GALÍ, A., *Historia de les institucions i del moviment cultural a catalunya, 1900-1936*, v. II y III, Fundació A. Galí, Barcelona, 1979-88.pp. 282-283. El presidente era Domingo Barnés y sus miembros Joaquim Xirau, Joaquim Balcells, Josep Botella, Jaume Serra Hunter, Bartomeu Darder y Pere Mestres.

²⁷³ “L’Institut-Escola en el Congreso de Niza”, *Institut-Escola, Revista de l’Institut-Escola de la Generalitat*, Noticiari, 5, 1932, pp. 9-10.

²⁷⁴ “Els nostres tres noms”, *Institut-Escola, Revista de l’Institut-Escola de la Generalitat*, 22, 1937, p. 1.

²⁷⁵ ESTALELLA GRAELLS, J, “Les possibilitats”, *Institut-Escola, Revista de l’Institut-Escola de la Generalitat*, 17, 1934, p. 3.

²⁷⁶ “Règim intern de l’Institut-Escola”, ob. cit., p. 5).

²⁷⁷ *Ibidem*, p. 4. En este sentido, el profesor de Ciencias de la Naturaleza, Rafael Candel Vila, decía que el sistema pedagógico puesto en práctica en ese centro tendía a aminorar la distancia existente entre la escuela primaria y el Instituto, argumentando que porque un alumno hubiera pasado al Instituto

- Un bachillerato constituido por seis cursos académicos en el que el alumno debía haber cumplido los 17 o 18 años antes de finalizar.
- La enseñanza secundaria debería tener un carácter esencialmente formativo. Puig Adam comentaba lo siguiente, en este sentido: *“La finalidad de la enseñanza secundaria es más formativa que informativa, educativa mas que instrumental; por eso, la suma de conocimientos suministrados al alumno tiene menos importancia que los métodos empleados para suministrarlos”*²⁷⁸.
- Cada año debían cursarse las mismas disciplinas, aumentando paulatinamente el alcance y extensión de los contenidos.
- En los dos últimos cursos se establecía una optatividad en algunas materias, pero sin producirse un abandono total de las otras.
- La actividad escolar se fundamentaba en el siguiente orden de prioridades:
 1. Acción.
 2. Observación y control de los hechos.
 3. Conversación con el profesor y los otros alumnos.
 4. Consulta de libros.
 5. Explicación del profesor

Los alumnos eran asignados a un determinado grado -realmente lo que existía eran nombres de los cursos (Montseny, Puigmal, etc.) y no los usuales de 1º, 2º, etc.- pero podían ser cambiados a otro –aunque el curso se encontrara en pleno desarrollo- si el juicio de la Junta de profesores así lo determinaba, puesto que el carácter provisional y dinámico era el que prevalecía a la hora de su ubicación en un nivel determinado: *“Aquí no existe el concepto de curso superior. Cada grupo será más o menos superior según el trabajo que en el se realice”*²⁷⁹. Se procuraba dar a cada uno de los grupos una cierta homogeneidad que posibilitara los mejores resultados. A cada alumno se asignaba el lugar que mejor le podía corresponder, de acuerdo con su preparación y teniendo en

Nacional de Segunda Enseñanza superando el tradicional examen de lectura, doctrina y las cuatro reglas aritméticas, *“el niño que cursa el bachillerato es y ha de seguir siendo el mismo que el que va a la escuela primaria, y no valen diferenciaciones basadas en la edad o en un principio de libertad mal entendida (...) Ha de existir un paso insensible en la graduación de los estudios hechos por el niño, a fin de que pueda asumir el debido nivel de formación y de información”* (CANDEL VILA, R., “Les Ciències de la Naturalesa i les realitats de l’escola activa”, *La Publicitat* de 21 de enero de 1933. Recogido en *Institut-Escola, Revista de l’Institut-Escola de la Generalitat*, 10, 1933, p. 12).

²⁷⁸ PUIG ADAM, P., “El què podria ésser l’ensenyament de la Matemàtica a l’Institut-Escola”, *Institut-Escola, Revista de l’Institut-Escola de la Generalitat*, 22 1937, pp. 6-13 (referencia en p. 6).

cuenta que sus potencialidades fuesen semejantes a las del resto del grupo, a fin de aprovechar mejor el tiempo y no constituir una rémora para sus compañeros de clase. Se pretendía que cada grupo llevara su paso y su ritmo²⁸⁰.

El número de alumnos por aula no debía ser nunca superior a 30. Por las tardes los alumnos participaban en distintas actividades: trabajos de laboratorio, biblioteca, deportes, etc. Se hacían excursiones a fábricas, jardines, se visitaban museos, y había sesiones de cine y música. Una de las normas clave de este centro era el espíritu cooperativo, la libertad y la confianza mutuas entre profesores y alumnos.

Entre las asignaturas programadas figuraban las de Ciencias físicas y químicas y Ciencias naturales. Concretamente, Rafael Candel Vila manifestaba, al hacer algunas observaciones metodológicas para la enseñanza de la Historia Natural, que en las asambleas internacionales del profesorado de enseñanza secundaria uno de los debates establecidos era la adaptación de los principios de la escuela activa a este grado de enseñanza y que, aunque se habían hecho experiencias satisfactorias, todavía era una minoría el número de centros oficiales en los que el nuevo sistema podía ser empleado debido a la rigidez de los programas²⁸¹. Precisamente por la libertad que se respiraba en este centro se planteaba que:

*“La enseñanza de la Historia Natural comenzará por la observación de los seres y fenómenos naturales más comunes, porque, a través de una experimentación escogida, se llega a una concepción fundamentada de los problemas de la vida (...) De manera semejante se desarrollará el estudio de la Física y de la Química con tal de llegar al establecimiento de las leyes de la materia y de la energía, y a la aclaración de los procesos naturales e industriales más corrientes, y se hará que quede abierto al espíritu del alumno la amplia visión de los problemas trascendentales que en este orden suponen una preocupación universal”*²⁸².

Se propuso una enseñanza práctica y personal, empleando asimismo el método intuitivo, de observación y práctica, en contacto con la realidad, siguiendo el procedimiento cíclico, sustituyendo el material pedagógico ya preparado por el elaborado por los propios alumnos. Se puso en práctica una enseñanza activa, con la

²⁷⁹ “Directrius”, *Institut-Escola, Revista de l’Institut-Escola de la Generalitat*, 7, 1932, p. 3.

²⁸⁰ “Organització”, *Institut-Escola, Revista de l’Institut-Escola de la Generalitat*, 8, 1932, p. 3.

²⁸¹ CANDEL VILA, R., “Algunes observacions sobre l’ensenyament de la Història Natural”, ob. cit., p. 4.

²⁸² “Régim intern de l’Institut-Escola”, ob. cit, p. 6.

observación de hechos reales, vividos experiencialmente por los alumnos y guiados por el profesor mediante una continua conversación entre éste y aquéllos. A. Galí comenta que el Institut-Escola era un campamento en plena actividad, en pleno frente de batalla. Lo cierto era que el alumnado de ese centro, además de la formación conceptual científica, tenía una aptitud para el trabajo, un verdadero método, desarrollándose el espíritu de iniciativa²⁸³. La prensa recogía con interés la experiencia del Institut-Escola. Por ejemplo desde *L'Opinió* se decía:

*“El sistema pedagógico empleado en el Institut-Escola es moderno y de una gran eficacia: se practica un tipo de enseñanza desconocida en nuestra tierra: el desarrollo integral de todas las posibilidades latentes -espirituales y físicas - en la edad crítica. Se ha dejado de lado aquel sistema arcaico del bachillerato que hemos padecido nosotros, a base de recitar de memoria, textos pedantes y sin sustancia (...)”*²⁸⁴.

Entre el profesorado de Física y Química, además del catedrático J. Estalella y del mencionado Candel Vila, estaba también Manuel Mateo Martorell -procedente del Instituto de Manresa-. Entre el profesorado complementario figuraban, entre otros, Angeleta Ferrer Sensat, Emilia Fustegueras Juan y A. Sanromá Nicolau²⁸⁵.

En el I-E de Sevilla, como menciona C. Algora, el catedrático de Física y Química era Raimundo Rodríguez Rebollo. En principio fue seleccionado Francisco Poggio, pero su traslado al Instituto-Escuela de Madrid, donde fue nombrado -después de estar en comisión durante tres años- catedrático definitivo de Física y Química de dicho centro²⁸⁶, hizo posible que accediera Rodríguez Rebollo, que había sido profesor aspirante durante el curso anterior²⁸⁷. La enseñanza de la Física y de la Química - aunque en principio se pensó iniciarlas a partir de 2º, se desarrolló de hecho a partir de

²⁸³ GALÍ, A., *Historia de les institucions i del moviment cultural a catalunya, 1900-1936*, ob. cit., pp. 266 y 273-274.

²⁸⁴ “L’ I-E i la premsa”, *Institut-Escola, Revista de l’Institut-Escola de la Generalitat*, 3, 1932, pp. 10-11. También desde las páginas de *El Día Gráfico*, L. Almeric decía: “Poco más de tres meses de creado lleva el Institut-Escola y la profunda transformación pedagógica que supone ya su actuación, justificaba sobradamente la visita de la prensa, que se había señalado para hoy y a la que quisieron sumarse el señor Maciá y el consejero de Cultura, señor Gassol”. También es cierto que hubo críticas desde otros sectores. Por ejemplo se criticaba que en el Institut-Escola se olvidaban de la técnica moderna en favor de la cultura clásica, que daban más horas de francés que de castellano, etc.

²⁸⁵ GALÍ, A., *Historia de les institucions i del moviment cultural a catalunya, 1900-1936*, v. II y III, ob. cit., p. 259.

²⁸⁶ Archivo de la J.A.E., Caja 116 - 477. Carta al Presidente de la J. A.E. fechada el 25 de enero de 1936.

²⁸⁷ ALGORA ALBA, C., *El Instituto-Escuela de Sevilla (1932-36). Una proyección de la Institución Libre de Enseñanza*, ob. cit., p. 165. El citado catedrático fue el que dirigió, en el verano de 1933, la

1º- partía de la observación, de la experimentación sencilla y del estudio de campo como principales recursos de aprendizaje. En este centro se trataba de relacionar los contenidos de Física y Química con la asignatura de Iniciación a la Cultura Técnica. Así, al visitar algunas fábricas e industrias se estudiaban los principios físicos o químicos en que se basaban los procesos industriales, como ocurría, por ejemplo, en el caso de la elaboración de la cerveza. Se proponían prácticas de laboratorio, sencillas y realizadas de forma individual, considerando tanto los aspectos químicos como físicos de determinadas cuestiones²⁸⁸.

Según Algora Alba, los rasgos más sobresalientes de las estrategias metodológicas utilizadas en el Instituto-Escuela de Sevilla fueron las siguientes:

- Desarrollo del trabajo personalizado por el alumno y orientado por el profesor.
- Planteamiento cíclico de la enseñanza.
- Evaluación continua del alumno, sin exámenes y con reuniones semanales de todos los profesores.
- Sistematización de las salidas y excursiones, llegando a formar parte del currículo escolar.
- Adecuado clima de aprendizaje debido a la comunicación fluida profesor-alumno.
- Mayor número de asignaturas, como consecuencia del planteamiento cíclico.

Una vez más podemos observar que los principios metodológicos puestos en práctica por J. Estalella en el Instituto-Escuela de Madrid se trasladaron a otros centros similares. Las opiniones de antiguos alumnos reflejan claramente el clima de colaboración entre los entusiastas profesores -que evidentemente habían sido seleccionados por compartir un mismo proyecto pedagógico- y un alumnado motivado para trabajar activamente en las clases: *“No me costaba trabajo ir al Instituto todos los días, parecía que íbamos a jugar, no a trabajar (en casa cuando mi madre nos reñía por algo, la amenaza era mañana os castigo sin ir al Instituto)”*²⁸⁹.

Planteamientos similares encontraremos en el Instituto-Escuela de Valencia. L. Esteban y A. Mayordomo recogen los testimonios de un antiguo alumno y

primera colonia escolar del Instituto-Escuela de Sevilla y se encargó desde ese año del grupo de niños de la Residencia.

²⁸⁸ Por ejemplo, se realizaron diversos experimentos eléctricos con las cajas de electricidad Siemens, para montar timbres, aparatos de galena, etc. (*Ibidem*, pp. 194-198).

²⁸⁹ *Ibidem*, p. 213.

posteriormente catedrático de la Universidad de Valencia, Fernando Montero²⁹⁰. Destaca este antiguo alumno que la finalidad más importante era el pleno desenvolvimiento de la personalidad del alumno. Era primordial conseguir que los alumnos fueran a la vez libres y responsables, “*dar al niño la posibilidad de desarrollar su personalidad de manera que al abandonar este Centro tenga una sólida conciencia social, una inteligencia cultivada y pronta a la comprensión y un cuerpo fortificado por los juegos y deportes realizados en campos adecuados*”²⁹¹. Para ello se estimulaba la libre iniciativa y el espíritu crítico, por lo que se rechazaba la enseñanza puramente memorística, procurando “*que el alumno no sea un almacén de cosas mal aprendidas, sino que los conocimientos tengan la consistencia precisa para su posterior utilidad*”²⁹². Lo que importaba era formar hábitos y actitudes que implicaran la creación de formas de conducta constructivas y eficaces, así como fomentar unos valores humanísticos y culturales que permitieran la formación integral.

Igual que ocurría en los otros centros estudiados, la enseñanza en el Instituto-Escuela de Valencia se basaba en unos programas cíclicos, aumentando la complejidad de los contenidos de forma progresiva. Se proponían contenidos bien secuenciados y con continuidad, sin barreras entre los distintos niveles educativos. Se fomentaba un auténtico estudio de los idiomas -dos modernos y latín-, una formación artística a través de la enseñanza del Dibujo y de la Música, la adquisición de habilidades manuales. El estudio de la Física, de la Química y de las Ciencias Naturales, debía realizarse desde la práctica continua en los laboratorios, en los Museos o en el Jardín Botánico²⁹³. Se procuraba que la Historia no se aprendiese de memoria, a través de manuales rutinarios, sino mediante la lectura de biografías o narraciones, y que la Literatura se aprendiese en una experiencia viva mediante la lectura de los textos clásicos o la práctica de redacciones personales comentadas y discutidas públicamente. En definitiva, en la línea del centro madrileño, el trabajo realizado en las aulas adquiriría en el Instituto-Escuela de Valencia “*formas innovadoras de indudable interés y que suponían un esfuerzo por*

²⁹⁰ En ESTEBAN MATEO, L. Y MAYORDOMO PÉREZ, A., *El Instituto-Escuela de Valencia (1932-1939). Una experiencia de renovación pedagógica*, ob. cit., pp. 70-74.

²⁹¹ *Ibidem*, p. 41.

²⁹² *Ibidem*, p. 9

²⁹³ Para ello, en la metodología puesta en práctica destacaba el carácter activo e intuitivo de las enseñanzas, basadas en el trabajo personal del alumno, ejercitando la observación y su acercamiento a la realidad y la investigación: “*Para las Ciencias Físico-Naturales, los procedimientos utilizados son intuitivos y prácticos fundamentalmente (...) En Física, Química y Mineralogía se procede al*

cumplir y experimentar las más modernas consideraciones didácticas y las recientes orientaciones que la política educativa republicana propiciaba”²⁹⁴.

El laboratorio y las actividades extraescolares eran recursos muy utilizados (visitas al Museo de Ciencias Naturales de Onda, a los Astilleros de Levante, a los Altos hornos de Sagunto, etc.) ya que el profesorado asumía que la labor docente no radicaba sólo en la labor de cátedra. El profesor de Física y Química fue Juan A. Alfaro Ramo²⁹⁵, quien en el curso 1936-37 ejercería como director del centro. Sería nombrado Presidente de la Junta de Organización de la Inspección de 2ª Enseñanza de Valencia. Como Ayudante estaba Miguel Morro, más tarde catedrático.

Se cuidaron las relaciones personales fomentando el trabajo en equipo y la convivencia diaria entre profesores, alumnos y padres a través de actividades programadas tales como teatro, exposiciones, bailes, etc., en un ambiente de mutua confianza y de libertad. Asimismo, la coeducación y la ausencia de libros de texto eran fundamentales en una enseñanza con estos principios educativos. Como indican los distintos testimonios de antiguos alumnos de los distintos Institutos-Escuela, la labor realizada contribuyó notablemente a la renovación pedagógica en la enseñanza secundaria. Así, en palabras de Fernando Montero,

*“los Institutos Escuelas han constituido una de las experiencias pedagógicas más importantes, en el nivel de la Enseñanza Media o Bachillerato, que ha tenido lugar en España. Desgraciadamente fueron suprimidos después de la Guerra Civil, pues su espíritu y funcionamiento estaba en abierta contradicción con las directrices sociológicas y políticas que dominaron en la postguerra. Sólo esporádicamente, en gran parte por la iniciativa particular de quienes vivieron aquella experiencia, algo de lo que fue la docencia de los Institutos Escuelas se ha ido incorporando a la Enseñanza Media actual”*²⁹⁶.

2.8.3. El alcance de las propuestas innovadoras en otros centros oficiales

conocimiento de la naturaleza y de la vida de diferentes cuerpos, aparatos y fenómenos; contando para ello con el auxilio didáctico de sencillos experimentos y ejemplos, lectura, (...)” (Ibidem, p. 54).

²⁹⁴ *Ibidem*, p. 49.

²⁹⁵ Licenciado y Doctor en Ciencias, Sección Físicas, en 1906 por la Universidad de Barcelona. Ejerció como Jefe de prácticas de Física de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Barcelona durante el curso 1907-8. Ayudante y Auxiliar de la sección de Ciencias del Instituto de Figueras desde 1909. Vicesecretario y Bibliotecario del Instituto de Figueras en el curso 1914-15. Director en Figueras de la Academia Politécnica para carreras especiales civiles y militares. Catedrático por oposición desde 17-2-1916 en el Instituto de Teruel. Vicesecretario y Bibliotecario de este Instituto a partir de 15-10-1918. Pasó a Albacete por concurso previo a traslado en octubre de 1919.

²⁹⁶ En ESTEBAN MATEO, L. Y MAYORDOMO PÉREZ, A., *El Instituto-Escuela de Valencia (1932-1939). Una experiencia de renovación pedagógica*, ob. cit, p. 71.

El cambio en la concepción de la enseñanza de las ciencias experimentales, se extendió también a la práctica docente que se realizaba habitualmente de estas disciplinas en los centros oficiales. Así, podemos ver como el catedrático de Física y Química del Instituto de Lérida, José Font, consideraba en 1932 que la enseñanza de las ciencias físico-naturales debía plantearse procurando el contacto del alumno con la realidad de su entorno a través de su propia actividad:

“si imaginamos al alumno sabiamente dirigido frente a frente a la Naturaleza, en contacto íntimo con los seres que en ella habitan y en presencia de los admirables fenómenos que la ornamentan, indudablemente enfocará su atención hacia el examen de los hechos que el Maestro cuidará que sean correctamente observados. Así, de una manera activa irá el alumno descubriendo la verdad y elaborando, por decirlo así, su ciencia personal”²⁹⁷.

De esta manera se podía conseguir que el alumno se sintiera protagonista de su propio aprendizaje, adoptando un papel semejante al de los científicos en el proceso de construcción de nuevos conocimientos²⁹⁸. Para la enseñanza de las Ciencias Naturales consideraba esencial la observación directa de los fenómenos y seres en su propio ambiente. El papel del profesor lo concebía como el de un *“guía inteligente que desbroce el camino, con el fin de que lo accesorio no suplante a lo fundamental”*. De la experimentación -que consideraba más propia de la Física y de la Química- decía que su fin primordial consistía en *“el desarrollo del juicio crítico y de la conciencia propia personal”*. Para ello se hacía necesario que los alumnos tomaran parte activa en las manipulaciones, que por sí mismos construyeran aparatos y dispositivos para realizar los experimentos, ya que *“sólo lo que sabemos hacer es realmente lo que sabemos”*. De este modo los alumnos además de hacer los trabajos que les proponía el profesor, *“estarán en condiciones de idear otros nuevos e interesantes”*. Acorde con este

²⁹⁷ACMEC, Expedientes de oposiciones a cátedras en 1932. Concepto y metodología de la Física y Química, memoria presentada por José Font Bosch.

²⁹⁸ *“Desde el primer momento la situación del alumno será la del investigador, que irá descubriendo y observando directamente los hechos, y experimentando después, para luego, más tarde, vislumbrar las leyes que ordenan y rigen los hechos de la Naturaleza. Este es el único modo de que la verdad, costosamente conquistada en virtud del trabajo propio, goce del relieve y calor que le presta al haber sido alcanzada por el esfuerzo personal, cualidad que carece el conocimiento adquirido de segunda mano en las páginas de un libro o mediante la explicación, fatigosamente escuchada” (Ibidem).*

planteamiento didáctico era la consideración relevante acerca de los aspectos procedimentales puestos en juego:

*“Que el alumno mediante datos tomados por si mismo sobre observaciones realizadas o experimentos hechos sobre un mismo fenómeno, construye una tabla tomando como variable, sujeta a medida, una de las circunstancias del fenómeno, y como función, otro hecho, también variable, ligado con la primera al fenómeno estudiado. Con esta serie de datos y comprobaciones correspondientes construirá una gráfica (...)”*²⁹⁹.

Una vez asimilados los conceptos tratados, pensaba que el planteamiento de una serie de problemas servirían para conocer el grado de comprensión por parte del alumno, procurando la comprobación y exactitud de dichos problemas mediante la comprobación experimental.

En otros centros también se observó una evolución en la metodología puesta en práctica. Así, A. Navarro comenta que en el Instituto S. Isidro, por ejemplo, se fue sustituyendo progresivamente la lección magistral por otras estrategias didácticas basadas en el método de proyectos y en los centros de interés, destacando, así mismo, el cambio que se produjo en la concepción y el uso que se daba a los gabinetes y laboratorios de ciencias³⁰⁰. Además, en algunos casos, el profesorado de Física y Química conocía y estaba interesado por las nuevas metodologías puestas en práctica en centros extranjeros. Valga como ejemplo lo que manifestaba Guillermo Mur, catedrático de Física y Química en 1935: *“El desarrollo de la enseñanza en “Les Roches” (Francia), Wendover (Inglaterra), Lagrange City y Cottage School, en Estados Unidos, es hoy día objeto de estudio para los profesionales de todo el mundo”*³⁰¹. Asimismo, como decía Rafael Candel Vila,

²⁹⁹ *Ibidem*

³⁰⁰ *“Respecto a los métodos y técnicas, se fue pasando de la lección magistral casi exclusivamente a algunos que podríamos denominar ‘métodos de proyectos’, ‘métodos estructurales’, ‘métodos por centros de interés’, que no eran sino recursos, acomodados cada vez más al alumno y provenientes del activismo pedagógico (...) Un paso importante dentro de la metodología fue el de dejar de considerar las salas de Física, de Química, (...) como gabinetes, y la de Historia natural como Museo. Aunque a veces los alumnos pasaban a esas salas, sin embargo, los instrumentos estaban más de exposición, con la consiguiente infrutilización. En torno a los años treinta, el Instituto comenzó a convertir sus gabinetes y museo en laboratorios y taller, de tal forma que parece que se invirtieron las acciones: estos pasaron a ser en alguna medida la causa y aquéllos el efecto”* (NAVARRO, A., *Historia del Instituto de Segunda Enseñanza San Isidro de Madrid (1845-1936)*, tomo III, ob. cit., pp. 747 y siguientes).

³⁰¹ MUR ESTEVAN, G., *“El sentido especial de la enseñanza secundaria en las ciencias físico-químicas”*, ob. cit., p. 44).

“las orientaciones de la moderna Pedagogía ha venido a transformar la escuela verbalista y centralizada en la escuela activa de la actualidad. Habíamos pasado un tiempo en que lo máximo que podía hacer un profesor era explicar como se hacía una cosa - en muchos casos experimentando delante de los alumnos - al tiempo de hoy, en que los niños hacen todo (...) de la forma más práctica posible, mientras el profesor se limita a ordenar el trabajo y dirigirlo. Desde el maestro que explicaba a los niños las fases de la luna o la manera de comprobar la presión atmosférica, al que hoy le da plantas para clasificar o les propone la construcción de un reloj de sol; desde el que hacía unos cuantos experimentos (...) al que asiste simplemente como un ordenador de las tareas de una escuela-taller, va todo un período de evolución metodológica”³⁰².

El cambio observado en las orientaciones y planteamientos didácticos en el profesorado de enseñanza primaria también era evidente. Por ejemplo, Arturo Martorell, un maestro que trabajaba en Barcelona y que también era profesor de la Escuela Normal de la Generalitat, escribía años después, refiriéndose a la evolución experimentada esos años anteriores a 1936, que:

“Uno de los principios de la nueva educación es que el maestro ha de ceder el lugar al alumno como eje de la escuela, que el alumno es el agente activo en su propia educación y que el maestro ha de inhibirse, ha de quedarse apartado al margen muchas veces, dejando que el alumno haga sus conquistas educativas. Ya no es el maestro quien explica la lección, impone criterios, pronuncia discursos o hace sermones; no es el maestro quien transmite sus conocimientos a los discípulos, sino que es el maestro quien prepara los caminos, quien impulsa los trabajos, quien estudia las características y posibilidades de sus alumnos, pero como si no hiciera nada. No es el maestro autoritario, elevado encima de la tarima que domina olímpicamente la clase (...)”³⁰³.

Durante estos años próximos a la contienda civil coexistían en nuestros Institutos al menos dos tipos de profesores: por una parte, aquellos que mostraban su insatisfacción con la marcha de sus clases -quizá también por la inexperiencia de un buen número de los que habían accedido entre 1932 y 1935-, por otra, catedráticos con una actitud pasiva que seguían teniendo una concepción tradicional de la enseñanza de la Física y Química. Constatamos como se seguían dividiendo las clases teóricas en dos partes bien diferenciadas: en una se explicaban los contenidos desarrollados y en la otra se preguntaba a los alumnos. Las experiencias y trabajos prácticos se realizaban “sin

³⁰² CANDEL VILA, R., “Les Ciències de la Naturalesa i les realitats de l’escola activa”, ob. cit., p. 10.

más finalidad que la comprobatoria” de los hechos abordados en el aula, de manera que las experiencias que debían realizar los alumnos eran sobre cuestiones “no son muy delicadas. Puesto que no tienen otro valor que el de iniciación del manejo de los aparatos”³⁰⁴.

Así, Ramón de los Ríos Romero, a pesar de manifestar que “el método de enseñanza en toda ciencia de observación, tiene que ser práctico hasta donde sea posible; lo que por esencia es práctico sólo se aprende prácticamente”, posteriormente, manifestaba que realizaría “clases prácticas extraordinarias y trabajos de laboratorio tan frecuentes como lo permitan las circunstancias” para complementar el programa. Con lo que se está exponiendo claramente una concepción del trabajo práctico totalmente al margen de las orientaciones comentadas anteriormente. Por otra parte, comentaba que era preciso

“adoptar un texto en el que se encuentren las preguntas del programa, señalar lección diaria a los alumnos, cerciorarse si la han estudiado preguntándoles y acto seguido conferencia del profesor sobre el mismo estudio hecho por el alumno, volviendo a preguntar nuevamente para formar juicio del aprovechamiento de cada cual”

¿Qué pretendía con las conferencias de las que habla?. Familiarizar al alumno con la experiencia, el conocimiento de aparatos, las propiedades de los cuerpos y el empleo de reactivos y teorías de forma que esas explicaciones serían más fructíferas “si el alumno ve probado lo que oyó a su maestro”³⁰⁵.

Otro catedrático, Ramón Trujillo Torres, que trabajaba en el Instituto de La Laguna (Canarias), comentaba -a la hora de solicitar una pensión para estudiar en centros extranjeros- que sus clases se centraban en las explicaciones y el planteamiento de ejercicios, utilizando las actividades prácticas para demostrar o comprobar las leyes o principios desarrollados teóricamente³⁰⁶. En cualquier caso, es necesario destacar la

³⁰³ MARTORELL, A., “Cómo realizar prácticamente una escuela nueva”, *L’Escola Nova catalana 1900-1939*, ob. cit., pp. 309-326 (referencia en p. 317).

³⁰⁴ ACMEC, Legajo 8046. Expedientes de oposiciones a cátedras. Memoria pedagógica presentada por Enrique Latorre García en 1932

³⁰⁵ ACMEC, Legajo 5876-23. Expediente de oposiciones a cátedras. Programa y razón del método a cargo de Ramón de los Ríos Romero.

³⁰⁶ Señala como “*explicaba diariamente las lecciones teniendo a la vista el material que existe en el Establecimiento, acompañando la parte teórica con numerosos problemas acerca de las cuestiones tratadas. De las distintas partes de cada asignatura se hicieron exámenes parciales que sirvieron para orientar al profesor del grado de aprovechamiento alcanzado por los alumnos. Los aparatos*

insatisfacción que mostraba este profesor con sus propios planteamientos didácticos, con la práctica de la enseñanza que realizaba, algo que no ocurría en otros muchos casos.

Del análisis de los distintos testimonios, se deduce que bastantes profesores seguían con las mismas prácticas docentes que en las últimas décadas del siglo pasado, que había catedráticos que seguían aferrados a métodos decimonónicos basados en la *conferencia* del profesor, apoyados en demostraciones de cátedra o en las experiencias realizadas por los alumnos con el único objetivo de la comprobación de lo previamente explicado y que, en el mejor de los casos, éstos adquirieran destrezas en el manejo de aparatos y otro material de laboratorio. En ocasiones, los centros adquirirían colecciones de láminas destinadas a la “*demonstración de las diferentes combinaciones atómicas*” e, incluso, láminas para la descripción de la obtención del azufre, del hierro, de la sal común, de la fabricación de ácido sulfúrico, etc., que además venían rotuladas en alemán³⁰⁷. Mariano Velasco³⁰⁸, catedrático de Física de la Universidad de Zaragoza, señalaba que con lamentable frecuencia se encontraba con alumnos que habían cursado estas disciplinas en centros docentes oficiales y que ni habían manejado aparato alguno en el laboratorio, ni resuelto ningún problema, ni habían visto jamás comprobar ni una sola ley, por lo cual se preguntaba: “¿*Qué clase de Física le han enseñado a este muchacho?. Indudablemente una Física de encerado (...) la labor de cátedra, muy especialmente en los institutos, hay que darle un carácter puramente experimental*”. Para ello enfatizaba que “*hay que despertar en los alumnos, curiosidad primero, e interés después, por esta ciencia, facilitándoles su comprensión, con la realización en la clase teórica y en momento oportuno, de experiencias que sirvan de comprobación a lo que se acaba de decir*”. Pero, a pesar de todas estas dificultades, también es cierto que –en los últimos años del periodo estudiado– las nuevas orientaciones para la enseñanza de las ciencias experimentales se habían difundido entre el profesorado y

utilizados en las explicaciones eran luego manejados por los alumnos en las clases prácticas, quiénes comprobaban así el funcionamiento de los mismos y las leyes que en ellos se demuestran” (Archivo de la J.A.E., Caja 144 - 206. Solicitud de pensión a la JAE fechada el 25 de mayo de 1933).

³⁰⁷ *Material pedagógico para Institutos, Escuelas Normales, escuelas nacionales y demás centros docentes*, Cultura, Eimler-Basanta- Haase (S.L.), Madrid, 1932.

³⁰⁸ VELASCO, M., “La enseñanza de la Física”, *Revista del Centro de Estudios Científicos (Sección de Física y Química)*, 1, 1934, pp. 1-3.

eran muchos los centros que planteaban las materias de ciencias desde las nuevas perspectivas metodológicas.

2.9. Franquismo y represión pedagógica: vuelta a los planteamientos teóricos iniciales

Hasta aquí hemos visto como los planteamientos didácticos innovadores fueron extendiéndose a los Institutos-Escuela de Barcelona, Valencia y Sevilla, siendo recogidos y aplicados también por profesores de Física y Química de otros centros oficiales. Como dice Adela Gil Crespo -antigua alumna del Instituto-Escuela de Madrid desde la preparatoria hasta el bachillerato y después profesora en los Institutos-Escuela de Sevilla y de Valencia-, lo más probable es que también se habrían ido “*extendiendo a todo el ámbito nacional los métodos experimentados de no haberse truncado su continuidad en el año 1939*”³⁰⁹. Pensemos que un gran número de los que eran aspirantes al Magisterio secundario en el Instituto-Escuela de Madrid al finalizar el período analizado eran ya catedráticos de Física y Química de Instituto: Agustín G. Mallo Lescún, Delio Mendaña Álvarez, Manuel Mateo Martorell, Ernesto Rivera Grau, José Hernández Almendros, Francisco Poggio Mesorana, José Barceló Matutano, etc.

La labor de formación del profesorado en el Instituto-Escuela de Madrid o de Barcelona, puede ser comparable con la llevada a cabo en la Escuela de Estudios Superiores del Magisterio. En ésta y con un plantel de profesorado excelente (Luis de Zulueta, Domingo Barnés, etc.) se formaron profesores de la talla de Lorenzo Luzuriaga, María de Maeztu, Rodolfo Llopis, Modesto Bargalló, Margarita Comas, etc., que además frecuentaban el ambiente del Ateneo y la I.L.E., asistían a los cursos ofertados desde el Museo Pedagógico, y que, esparcidos luego por las provincias, llevaron a ellas un impulso renovador e inquieto³¹⁰.

Además, como sucedía en el Institut-Escola de Barcelona, eran frecuentes las visitas que efectuaban a ese centro distintos profesores y catedráticos de otros Institutos. Por ejemplo, de los de Huelva, Tarragona, Manresa, Gerona, Balmes de Barcelona, de

³⁰⁹ GIL CRESPO, A., “Metodología y enseñanza en los Institutos Escuelas”, en HARO SABATER, J. y OTROS (Coord.), *Instituto de Bachillerato Cervantes. Miscelánea en su cincuentenario 1931-1981*, ob. cit., p. 441.

³¹⁰ DÍAZ TORRES, A., POZO ANDRÉS, M^a del MAR Y SEGURA REDONDO, M., “Aportaciones a la didáctica de las Ciencias Naturales de Modesto Bargalló durante su etapa de docencia en la Escuela Normal de Guadalajara (1914-1936)”, ob. cit., pp. 216-217.

los Institutos-Escuela de Madrid, Valencia o Sevilla, etc. También lo hacían profesores de otros centros, como las Escuelas Normales, e incluso de otros países, así como personalidades de la talla de Ramón Menéndez Pidal, Lorenzo Luzuriaga, Blas Cabrera y Enrique Rioja, entre otros. Todo ello supondría un foco expansivo de conocimiento del cambio metodológico llevado a cabo en dichos centros³¹¹.

Además, distintos profesores, como el citado José Estalella, y otros como José de la Puente -uno de los catedráticos pensionados por la Junta de los citados anteriormente- publicaron y participaron en cursillos y conferencias que propiciaron la difusión de estas nuevas orientaciones didácticas. Concretamente, este último catedrático publicó en *El Liberal* de Barcelona un conjunto de artículos sobre la enseñanza de las Ciencias Físicas, alguno de los cuales reprodujo la *Revista de Segunda Enseñanza*. Fue conferenciante en “La Institución cultural Pedagogium”, en el Instituto “Francisco Giner de los Ríos”, en la Asociación de Profesores particulares de Cataluña y en los cursillos de selección del Magisterio primario sobre la enseñanza de la Física y de la Química en la enseñanza secundaria³¹². Asimismo, Manuel Mateo Martorell fue designado por el Consejo Regional de Segunda enseñanza de Cataluña para realizar un trabajo sobre “Aplicación de planes de estudio, enseñanza cíclica, programas, instrucciones a profesores, unidad de nomenclatura, etc.”, en colaboración con otros profesores. Dio conferencias pedagógicas en Radio Barcelona y Radio Asociación de Cataluña. También fue invitado por el Seminario de Pedagogía de Barcelona para dar un cursillo en la Universidad durante el curso 1935-36 sobre temas relacionados con la enseñanza de la Física y Química³¹³. Todo ello nos puede dar idea de la expansión de las nuevas orientaciones metodológicas por parte de estos profesores.

Aunque queremos obviar al profesorado de otras disciplinas, para que nos demos cuenta de la difusión de las nuevas orientaciones metodológicas en la enseñanza secundaria, citaremos las palabras de un antiguo alumno del Instituto de San Lorenzo de El Escorial, Ángel Rubio Maroto, cuando al hablar de Rubén Landa Vaz³¹⁴ manifestaba

³¹¹ “Visites”, *Institut-Escola, Revista de l’Institut-Escola de la Generalitat*, 11, 1933, p. 9; 13, 1933, p. 9; 16, 1934, p. 12.

³¹² Archivo de la J.A.E., Caja 118-584. Solicitud de pensión fechada en mayo de 1933.

³¹³ Archivo de la J.A.E., Caja 97- 443. Hoja de servicios fechada el 17-3-1936.

³¹⁴ Rubén Landa Vaz fue Auxiliar de la Secretaría de la J.A.E. y de la Residencia de Estudiantes, pensionado para estudiar temas relativos a la segunda enseñanza en Inglaterra, Francia, Suiza y Portugal. Era aspirante al Magisterio Secundario en el Instituto-Escuela. Ocupó la cátedra de

que el “profesor Rubén Landa era todo espíritu y de él aprendí en sus maravillosas clases en el jardín la mejor profesión que es enseñar y a hacerlo con cariño y respeto a los alumnos”³¹⁵. También nos encontramos con ejemplos de profesores que, aún a pesar de quedar al margen del plan de formación ofertado desde los Institutos-Escuela o de las pensiones concedidas por la J.A.E. -a pesar de haberlo solicitado varias veces- estaban interesados y se encontraban al día en las nuevas orientaciones que se daba a la enseñanza de la Física y de la Química. Por ejemplo, Guillermo Mur publicaba en la *Revista de Institutos*, en diciembre de 1935, un trabajo sobre “El sentido especial de la enseñanza secundaria en las Ciencias físicoquímicas”, dando pruebas de su actualización en la didáctica de las ciencias experimentales³¹⁶.

Este profesorado podría haber llevado a cabo una renovación de la enseñanza de las ciencias en la educación secundaria, extendiendo a un buen número de Institutos las nuevas orientaciones y planteamientos didácticos. Sin embargo, el inicio de la guerra civil española en 1936 -y el movimiento represor organizado durante y tras ella- hizo imposible la continuidad y la extensión de esta renovación. Es significativo que años después, a consecuencia del tímido aperturismo durante los años sesenta del régimen franquista y a través de revistas profesionales publicadas por el Ministerio de Educación como *Enseñanza Media*, salieran de nuevo a la luz artículos ya mencionados en este trabajo, como el de J. Estalella sobre “La simplificación del material escolar de Física y Química”, publicado por primera vez en 1926 en la *Revista de Segunda enseñanza* o el del antiguo catedrático del Instituto-Escuela de Madrid, y entonces en el Beatriz Galindo de Madrid, Andrés León Maroto sobre la enseñanza de la Física y Química en el Bachillerato. Se retomaron planteamientos didácticos llevados a cabo cuarenta años antes por aquellos catedráticos que eran innovadores. Por ejemplo, el propio Andrés León comentaba desde la citada revista lo siguiente:

“A nosotros nos parece natural hablar a alumnos de trece-catorce años del oxígeno gaseoso y del hidrógeno también gaseoso en las condiciones de presión y temperatura corrientes y que en su unión química formen el agua, que es líquida en esas condiciones. ¿Como recibirán este hecho alumnos

Psicología del Instituto de Salamanca y durante los cursos 1934-36 trabajó en el Instituto de San Lorenzo de El Escorial. Se exiló a México, donde falleció en 1974.

³¹⁵ Testimonio oral del citado profesor recogido por DOMÍNGUEZ RODRÍGUEZ, E., “La Institución Libre de Enseñanza y su repercusión en Extremadura”, *B.I.L.E.*, 24-25, 1996, p. 69.

³¹⁶ MUR ESTEVAN, G., “El sentido especial de la enseñanza secundaria en las Ciencias físicoquímicas”, *ob. cit.*, pp. 44-51.

*tan jóvenes? Del oxígeno, puede que tengan alguna idea (por el aire), pero el hidrógeno será un ente para ellos completamente desconocido. Lo mismo les pasará si se les habla del nitrógeno, (...) Cuando un profesor de Ciencias Naturales les habla de animales o vegetales, el alumno siempre tiene puntos de referencia; pero si el profesor de Química empieza hablándoles del ácido sulfúrico, del clorhídrico, etc., ninguno de estos cuerpos puede el alumno relacionarlos con nada que haya tropezado en su vida material o intelectual”*³¹⁷

Un texto a comparar con el de Francisco Quiroga, profesor de la I.L.E. y del Museo Pedagógico a finales del siglo pasado, publicado en 1885:

*“Al niño no le preocupan ni el hidrógeno, ni el oxígeno, ni la electrolisis; pero si se puede hacer fijar su atención en el aire y en el agua, en el pan, en la bujía que arde y la leña o carbón que se queman. La química que se realiza en los cuerpos y fenómenos más vulgares de que les rodean, es la primera que hay que enseñarle, porque es la única que llama su atención”*³¹⁸.

La comparación revela la similitud en cuanto a los principios pedagógico-didácticos que debían regir la enseñanza en los niveles de iniciación al estudio de la Física y de la Química. Pero, es más, los planteamientos que proponía Andrés León eran totalmente análogos a los que se propusieron en el Instituto-Escuela de Madrid donde él trabajaba cuarenta años antes. Es decir, se retomaban los mismos planteamientos didácticos que años atrás se llevaban a la práctica en los Institutos más innovadores. ¿Qué hubiese ocurrido sin los avatares bélicos y sin la depuración ejercida por un gobierno dictatorial como la sufrida en y tras la guerra civil?

El profesor León Maroto decía -una vez más- en la revista *Enseñanza Media* que “la enseñanza media no tiene como fin único suministrar conocimientos, sino algo más importante, como es formar el carácter, despertar aptitudes y ejercitar al máximo la fuerza creadora del alumno (...)”³¹⁹, y concretamente que, en la enseñanza de la Física y Química, debía haber una primera fase dedicada a presentar hechos y cuerpos para que se *familiaricen con ellos*, a través de un desarrollo *exclusivamente experimental*, dedicado preferentemente a *despertar el espíritu de observación y de investigación*. Algunas páginas antes mencionábamos que en el Instituto-Escuela madrileño, “el

³¹⁷ LEÓN MAROTO, A., “La enseñanza de la Física y Química en el Bachillerato”, *Enseñanza Media*, 89-91, 1961, pp. 1462-1488.

³¹⁸ QUIROGA, F., “La enseñanza de la Química (I)”, ob. cit., pp. 318-320.

primer ciclo de la Química se dedica muy principalmente a despertar el espíritu de observación con la presentación de diversas substancias vulgares, para llegar así al conocimiento de sus propiedades”³²⁰, o como “la enseñanza ha consistido casi exclusivamente en trabajos de laboratorio realizados por los mismos discípulos con un material muy sencillo”³²¹. Es decir, León Maroto planteaba lo que ya había hecho años atrás, a saber:

- La no interposición sistemática del profesor entre la realidad y el alumno, sino el encauzamiento, dirección y guía de aquella tendencia espontánea del joven a enterarse de las cosas que le rodean

- La realización de experiencias prácticas individualmente, o en grupos de a dos, en las que el profesor guíe al alumno a que sea él mismo quien llegue a sacar las conclusiones de la experimentación:

“No se concibe hoy la enseñanza de la Física y de la Química como una mera exposición de fenómenos y leyes, y mucho menos como una exposición de aparatos, los cuales sólo deben servir para la comprobación de leyes y fenómenos. Es imperdonable que el profesor prescindiera de la experimentación en sus explicaciones y las haga sólo con la ayuda del encerado”³²².

- La ausencia de libro de texto en estos cursos de iniciación, anotando en el cuaderno los resultados obtenidos una vez discutidos, con lo cual será el cuaderno, en todo caso, el que exprese la formación del alumno.

- Una enseñanza cíclica.

- El apoyo para que el alumno aprenda por su cuenta, más que para retener explicaciones dadas por el profesor o leídas en los libros.

- La utilización de un material económico.

Para el segundo ciclo este excelente profesor planteaba de nuevo que las experiencias de clase son de enorme interés, pero que no tienen nunca el mismo valor que el de las prácticas hechas por los propios alumnos, que los aparatos que se les proporcionen sean lo más sencillos posible y que, durante su desarrollo, los alumnos

³¹⁹ LEÓN MAROTO, A., “La enseñanza de la Física y Química en el Bachillerato”, ob. cit. p. 1462.

³²⁰ JUNTA PARA AMPLIACION DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES CIENTIFICAS, *Un ensayo pedagógico. El Instituto-Escuela de Segunda Enseñanza de Madrid (Organización, métodos, resultados)*, ob. cit., p. 289.

³²¹ JUNTA PARA AMPLIACION DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES CIENTIFICAS, *Memoria correspondiente a los cursos 1926-7 y 1927-8*, ob. cit., p. 314.

deben tomar notas de los hechos, observaciones y medidas en su cuaderno. Proponía además que las realizaran en grupos de dos o tres para que pudieran discutir entre ellos.

Otros catedráticos de Física y Química de Instituto como Severiano Goig, que por los años 60 estaba en el Instituto “Luis Vives” de Valencia, y que como vimos fue aspirante al Magisterio secundario en el Instituto-Escuela de Madrid y pensionado por la J.A.E., comentaba que la enseñanza de la Física y de la Química no podía quedar circunscrita a una exposición dogmática de hechos, leyes y principios, puesto que ello aburría al alumno, le hacía ver antipáticas estas disciplinas y le inducía a retener, sin asimilar, las ideas que recibía, con el fin exclusivo de poderlas repetir en el acto puntual del examen. Bien al contrario, y aquí podemos constatar la influencia de esas figuras relevantes de las que hemos hablado anteriormente,

“es necesario despertar y mantener el interés del alumno por la materia que se enseña, y para ello nada mejor que hacerle sujeto activo de la elaboración de sus conocimientos. La enseñanza debe conducirlo a crear de nuevo la ciencia que aprende, redescubriendo sus secretos y sus leyes; sólo no podrá hacerlo; guiado por el profesor, si”³²³.

En el escenario del aula, *“la hora de clase es la hora creadora del profesor”*. Severiano Goig planteaba que la clase debía ser una clase activa y *“dialogada, donde el profesor analiza un hecho experimental, ejecuta un razonamiento, apoya un conocimiento anterior la idea que desenvuelva y deja sacar al alumno la conclusión oportuna”³²⁴*. Pone un ejemplo al desarrollar la experiencia de Torricelli, llegando a la misma conclusión que antes comentábamos al hablar de Estalella: *“Ya sé que el primer sistema consume más tiempo, pero es más eficaz, sobre todo si la experimentación es cuantitativa”*.

También nos habla sobre el material en términos similares a como lo hacía aquél catedrático:

“El material necesario, particularmente en el curso de iniciación, debe ser sencillo, y si es improvisado, mejor; la experimentación espectacular, con aparatos ad hoc, tiene cierto aire de prestidigitación que regocija, más que enseña, al alumno, especialmente cuando no funciona”³²⁵.

³²² LEÓN MAROTO, A., “La enseñanza de la Física y Química en el Bachillerato”, ob. cit. p. 1463.

³²³ GOIG BOTELLA, S., “Metodología y didáctica de las ciencias físicas”, *Enseñanza Media*, 73-75, 1961, pp. 86-94 (referencia en p. 88).

³²⁴ *Ibidem*, p. 88.

³²⁵ *Ibidem*, p. 90.

Indudablemente se puede apreciar la influencia en la concepción que sobre el material científico adopta este catedrático de otros profesores mencionados anteriormente. Más clara es la influencia de Estalella en lo que sigue:

*“A veces oímos a algunos Profesores lamentarse de que no pueden dar enseñanza experimental por carecer de aparatos y laboratorios. ¡Pero si los aparatos existen por todas partes!: romanas, poleas, termómetros, espejos, lentes de miope (...)”*³²⁶, frase comparable con la famosa respuesta que Estalella dio en una ocasión al padre de un alumno que decía que en su pueblo no había aparatos para estudiar Física:

*“¿qué queréis decir con estas palabras: “en el pueblo no tenemos aparatos”? Pues ¿no tiene yunque y fragua el herrero, balanzas el panadero, niveles y plomadas el albañil, sierras el carpintero, arados el labrador? ¿No tienen cerraduras las puertas, cuevas los caminos? ¿No hay norias en las acequias, bombas en las cisternas, porrón en la mesa, regaderas en el jardín, grifos en las fuentes (...)”*³²⁷.

Severiano Goig insistía en cómo preparar material científico a base de ingenio con materiales de uso corriente, y *“cómo puede conducirse en clase la investigación de las leyes físicas siguiendo la metodología propia de esta ciencia. Algunos servirán de base experimental para la explicación del profesor; otros podrán constituir el objeto de una práctica realizada por los alumnos”*. De forma que cuando la experimentación directa no fuera posible, podía suplirse con otros hechos familiares al alumno:

“No olvidemos que los niños traen abundante caudal de ideas adquiridas en su cotidiano contacto con el mundo exterior. Muchas de estas ideas son imperfectas o erróneas, pero analizadas, depuradas o corregidas por el Profesor se convertirán en conceptos claros y definitivos”.³²⁸

Este enfoque, que asume la necesidad de partir de las concepciones previas de los alumnos, está perfectamente integrado en la visión actual que se ofrece desde el campo de la Didáctica de las Ciencias experimentales a la hora de proponer un planteamiento didáctico coherente para la enseñanza de la Física y de la Química.

³²⁶ *Ibidem*.

³²⁷ ESTALELLA GRAELLS, J., “La simplificación del material escolar de Física y Química”, *Revista de Segunda enseñanza*, 21, 1926, pp. 563-588 (referencia en p. 564).

³²⁸ GOIG BOTELLA, S., “Metodología y didáctica de las ciencias físicas”, ob. cit., pp. 91-92.

También proponía este catedrático un estudio de la Física gradual y escalonado a lo largo de los niveles entonces establecidos (Grado elemental, Superior y Preuniversitario), que concuerda con otros de los planteamientos analizados con anterioridad.

Por último, Severiano Goig señalaba algo que realmente ha sido objeto de estudios recientes en la investigación llevada a cabo sobre la enseñanza de estas disciplinas: el lenguaje empleado por el profesor a la hora de utilizar analogías que ayuden a comprender o aclarar ciertos conceptos. Este catedrático aconsejaba “*al Profesorado que analice las imágenes que haya que utilizar, a fin de hacer una aplicación correcta de las mismas y evitar que los alumnos adquieran ideas defectuosas o equivocadas*”. Hecho relevante y que en muchas ocasiones no se tiene lo suficientemente en cuenta a la hora de analizar o explicar determinados hechos o fenómenos físico-químicos, de manera que en aras a presentar el hecho en cuestión de forma accesible, se produce una conceptualización errónea por parte del alumnado. Es evidente, como afirma I. Pozo, que muchos de los términos científicos (fuerza, energía, reacción, etc.) poseen un significado diferente en el lenguaje cotidiano, por lo que la enseñanza de esos conceptos debería partir de un conocimiento de los significados culturalmente compartidos y transmitidos a través del lenguaje. De manera que es preciso actuar con precaución a la hora de utilizar como recurso didáctico modelos o analogías ya formadas -que suelen acarrear a medio plazo errores conceptuales- o ayudar a los alumnos a formarlas por sí mismos³²⁹. También Solomon propone que es preciso resaltar a los alumnos la existencia de términos que son empleados por la ciencia con un sentido distinto, especial, y que no siempre coincide con su uso cotidiano³³⁰.

Por otra parte, en la reunión internacional para el estudio de la evolución de la enseñanza de la Química, organizada por la OECE (Organización Europea de Cooperación Económica), celebrada en Irlanda, en 1961 y de la que recogía algunos hechos relevantes Andrés León desde la revista *Enseñanza Media*, se decía una vez más que

³²⁹ POZO, I. Y OTROS, “Las ideas de los alumnos sobre la ciencia: una interpretación desde la psicología cognitiva”, *Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), 1991, pp. 83-94.

³³⁰ SOLOMON, J., “Una perspectiva social de los esquemas conceptuales”, *Investigación en la escuela*, 5, 1988, pp. 17-19.

*“el método tradicional de la enseñanza de la Química en las Escuelas Secundarias estaba fundado en la descripción y estudio de las propiedades de los elementos y sus compuestos. Era éste un método que ponía a prueba la memoria del alumno dando sólo una ojeada superficial del método científico, sin ninguna llamada a su imaginación”*³³¹.

Dada la importancia, añadía, de la Química en la vida diaria y en el progreso económico era preciso modernizar su enseñanza. Y apuntaba como notas relevantes para propiciar esa modernización:

- la necesidad de suscitar el interés de los alumnos por esta disciplina,
- que los estudios de Química fuesen realizados desde el primer curso y por lo menos durante cinco años.

Nos imaginamos al profesor Andrés León Maroto acordándose de la enseñanza realizada en el Instituto-Escuela bajo estas premisas y quizá, no entendiendo muy bien lo del “método tradicional”, puesto que no sería muy tradicional el planteamiento didáctico que él llevaba a cabo en dicho centro a partir de 1920. Y es que al hablar de “enseñanza tradicional” se solía -y se suele- confundir con enseñanza memorística por transmisión-recepción, cuando, como estamos viendo, han habido propuestas viejas en el tiempo que siguen estando en la vanguardia pedagógica actual.

Otro ejemplo de como se volvieron a proponer algunos planteamientos, que ya habían sido tenidos en cuenta años atrás, nos lo ofrecía J. Vicenta Arnal desde la revista *Bordón* en 1953. Como hemos visto, ella fue una de las primeras catedráticas de Física y Química de Instituto y había sido becada por la Junta de Ampliación de Estudios años atrás³³². En el artículo al que nos referimos planteaba inicialmente que los fines de la enseñanza de las ciencias persiguen:

- a) dar al escolar una práctica sistemática en la observación cuidadosa, en la experimentación y en la estimación del valor relativo de los resultados.
- b) un fin cultural: proporcionar el conocimiento del mundo material, de los descubrimientos que han afectado a la evolución de la humanidad.
- c) un fin utilitario: ofrecer al alumno la base necesaria para futuros estudios y la aplicación de los principios científicos a los problemas más comunes de la vida.

³³¹ LEÓN MAROTO, A., “Conferencias y coloquios: una proposición española aprobada por unanimidad”, *Enseñanza Media*, 67-69, 1960, pp. 1543-1554.

³³² ARNAL YARZA, J. V., “La selección y ordenación del contenido de la enseñanza elemental de las Ciencias físico-naturales”, *Bordón*, t. V, 34, 1953, pp. 118-139.

Para conseguir esos fines consideraba necesario efectuar una adecuada selección y ordenación de los contenidos que iban a ser objeto de enseñanza. Basándose en investigaciones realizadas en Estados Unidos (Anuario de la Sociedad Nacional para el estudio de la educación en Estados Unidos, de 1932, trabajos de Dowing (1934), de Robertson (1933) y otros posteriores sobre el estudio del desarrollo evolutivo del alumno y de su psicología), proponía que la selección de los contenidos científicos debían efectuarse en términos de:

- amplios conceptos y principios científicos,
- las necesidades generales y específicas de los niños,
- la atención a los intereses del niño,
- la atención al desarrollo físico y al nivel intelectual del niño,
- el grado de dificultad de cada materia.

De esta manera los contenidos del programa de Ciencias debían ser organizados como parte integrante del programa total y no como una entidad separada. De acuerdo a como se realizara esa selección, conseguiremos, decía, *“una enseñanza seca, demasiado formal, a menudo aburrida y falta de interés para el alumno”*, o se *“correrá al peligro de restringir el contenido de la ciencia limitándolo a la experiencia del alumno y de enseñar una ciencia fragmentaria formada de retazos sin conexión lógica alguna”*³³³. Esta profesora abogaba, junto a otros pedagogos, por un criterio mixto. Planteaba los contenidos de la enseñanza de las ciencias en los diferentes grados de la escuela elemental. Al analizarlos observaremos claramente la influencia de propuestas anteriores que ya hemos comentado y que ella evidentemente conocía. Así, por ejemplo, proponía para el primero de los grados:

*“Es función del maestro hacer entrar al niño en contacto con el tipo adecuado de experiencias; animarle a que observe, a que experimente, a que descubra (...) Nada de lecciones formales sino solamente experiencias activas (...) en contacto con la naturaleza y hasta fuera de la escuela: el campo, el bosque, el huerto o jardín escolar, el arroyo, el estanque, la costa o la playa serán el campo de observación y de experiencia”*³³⁴.

Para el segundo:

“A esta edad se debe perseguir, mantener vivo y agudizar el espíritu de curiosidad y de investigación que existe en todos los niños. Teniendo presente estas consideraciones, constituirán el contenido de estos cursos: Experimentos sencillos sobre respiración y combustión; observaciones

³³³ *Ibidem*, p. 121.

³³⁴ *Ibidem*, pp. 124-125.

sobre el crecimiento de las plantas (...) propiedades físicas del agua, sus cambios de estado y sus propiedades en cualquiera de ellos, así como su acción disolvente son objeto de la observación diaria del niño. Estudiarlos experimentalmente no exige ni material escolar especial, ni aparatos: la calle, la escuela, la casa, nos proporcionan muchísimas ocasiones de observarlos, de comentarlos, de experimentar con ellos (...) La enseñanza de las ciencias debe ser eminentemente práctica. Cuando el alumno en su clase de ciencias no esté haciendo, estará observando, (...) nunca inactivo y menos estudiando de memoria en un libro de texto o enciclopedia, y menos aún aprendiendo definiciones, fórmulas y clasificaciones”³³⁵.

Para el grado de orientación profesional, de 12 a 15 años, consideraba que era preciso dar al alumno conocimientos básicos dirigidos a la aplicación práctica de las ciencias, así como crear y despertar aficiones. En cuanto a los contenidos de Química, manifestaba:

“hay muchísimos temas que se prestan a hacer un estudio experimental con material escasísimo y barato. El agua, el azufre, el carbón, los metales vulgares, la cal, la caliza, los combustibles, la sal, son muy fáciles de estudiar directamente experimentando con ellos (...) La Química de algunas cosas familiares al alumno, como la madera, el pan, la mantequilla, el aceite, las materias plásticas, etc. (...) si bien deberá huirse de hacer un estudio formal de las mismas, tomándolos como temas de química pura”³³⁶.

Sus observaciones, realizadas en 1953, recuerdan en definitiva, las propuestas realizadas desde el Museo Pedagógico por F. Quiroga en 1885, años antes.

A la hora de indicar la metodología puesta en práctica para desarrollar los contenidos que previamente fueron seleccionados, hablaba del método de ordenación lógico, tradicional o académico, del que no se considera partidaria, puesto que considerar a toda la clase como una unidad y someter a todos los alumnos a las mismas enseñanzas, sin tener en cuenta sus diferentes capacidades y sus diferentes preferencias, no lo consideraba adecuado. También citaba el método de proyectos, que empezaba a ser abandonado en algunos países, fundamentado en desarrollar una tarea útil por todo el grupo de alumnos trabajando cooperativamente, en el que los alumnos aprenden mientras trabajan los conocimientos teóricos necesarios, y el método de grupos o equipos de trabajo, dividiendo la clase en grupos de cuatro o cinco alumnos que realizan tareas diferentes e independientes. Por último, se refería al método de organización en unidades didácticas o áreas de actividad, que tiende a construir los programas a base de

³³⁵ *Ibidem*, pp. 126-127.

³³⁶ *Ibidem*, p. 132.

señalar varios puntos de partida escogidos en el mundo real de las cosas y de las ideas, y alrededor de ellos, con una extensión variable según los grados, desarrollar áreas de conocimiento sin separar los correspondientes a una u otra ciencia. Este método exigía tener en cuenta los principios científicos que se consideran fundamentales para la comprensión del tema, las lecturas previas, el planteamiento de problemas y preguntas como base para propiciar las conversaciones y el diálogo con los alumnos, la búsqueda y colección de datos e información adecuada, los experimentos a realizar, las construcciones, la deducción de conclusiones, la selección del material audiovisual, los trabajos e investigaciones personales o en equipo, e incluso la preparación de las pruebas para determinar el rendimiento escolar, así como que exista una continuidad que asegurara que la misma unidad podía desarrollarse a lo largo de varios cursos³³⁷.

Como vemos, en las propuestas formuladas por esta catedrática se contemplaban enfoques sobre la enseñanza de las ciencias que ya fueron considerados y puestos en práctica años atrás y que de nuevo se formularon con aires renovadores en nuestro país a partir de la década de los años 60. De hecho, como demuestran Laporta y Zapatero, parecen claras algunas similitudes entre las directrices de la Ley General de Educación de 1970 y las citadas en el R. D. de creación del Instituto-Escuela en 1918, que muestran como, *“veladamente, con ocultación y nocturnidad, se están intentando copiar ya cosas de la Institución”*. Lo que implicaba también heredar, *“algunas insuficiencias y limitaciones que hoy, a nuestra altura, se podrían reprochar a la propia Institución”*³³⁸.

³³⁷ ARNAL YARZA, J. V. “Las unidades didácticas en la enseñanza elemental de las Ciencias”, *Bordón*, t. V, 34, 1953, pp. 166-174.

³³⁸ LAPORTA, F. J., Y ZAPATERO, V., “Por qué los jóvenes de hoy sin Institución”, en VV. AA., *En el centenario de la Institución Libre de Enseñanza*, Tecnos, Madrid, 1977, pp. 221-235 (referencia en p. 232 y siguientes).

3. EVOLUCIÓN EN LA CONCEPCIÓN DE LOS TRABAJOS Y EXPERIENCIAS PRÁCTICAS

Es un hecho incuestionable la importancia de los trabajos prácticos para la enseñanza de las ciencias experimentales, algo que ha sido reconocido y ampliamente reivindicado por profesores, alumnos, y también por la propia administración educativa desde muchos años antes al período estudiado en este trabajo³⁵⁵. Los trabajos y experiencias prácticas han sido -y son- fuente de interés y discusión desde diversos enfoques. Lo cierto es, como afirman Schmidt y otros³⁵⁶, que las discusiones metodológicas mantenidas a lo largo del tiempo no han sido acompañadas, de forma generalizada, por cambios significativos en las prácticas llevadas a cabo en el aula. Es decir, existe entre el profesorado una aparente inercia que le obliga a seguir con los planteamientos tradicionales, produciendo una resistencia al cambio que supone contemplar las experiencias y trabajos prácticos desde enfoques en consonancia con concepciones innovadoras en su momento, o desde las que actualmente emanan de la investigación en el campo de la Didáctica de las Ciencias experimentales.

En los siguientes apartados trataremos de mostrar la evolución experimentada en la concepción del trabajo práctico, a lo largo del periodo estudiado. Para ello, analizaremos en primer lugar, la orientación que se daba a las actividades de laboratorio en las disposiciones de la administración educativa. A continuación, estudiaremos el tipo de trabajo práctico que realmente se realizaba -cuando se hacía alguno- en los Institutos, mostrando como desde unos planteamientos iniciales centrados esencialmente en las demostraciones del profesor, se va evolucionando hacia propuestas en las que dominan las actividades de comprobación realizadas por los alumnos. Finalmente, consideraremos las propuestas renovadoras que irán surgiendo a lo largo del periodo estudiado, para el diseño de este tipo de actividades desde nuevos enfoques metodológicos; propuestas que serán realizadas esencialmente desde el ámbito del Instituto-Escuela. Dentro de este proceso de renovación veremos, una vez más, la importancia y la influencia que tendrán las ideas y las aportaciones del profesor Estalella.

³⁵⁵ GARCÍA BARROS, S. Y OTROS, “Innovar el trabajo práctico desde la formación permanente. Presentación de una intervención concreta”, *Enseñanza de las ciencias*, número extra, V Congreso internacional sobre investigación en la Didáctica de las Ciencias, Murcia, 1997, p. 107.

³⁵⁶ SCHMIDT, I. P. Y OTROS, “Actividades experimentales y sus dicotomías en las prácticas pedagógicas de los profesores”, *Enseñanza de las ciencias*, número extra, V Congreso internacional sobre investigación en la Didáctica de las Ciencias, 1997, p. 127.

3.1. La orientación de los trabajos prácticos en las disposiciones de la administración educativa

En los distintos reglamentos, planes de estudios, etc., dispuestos por la administración educativa, se encuentran siempre referencias a la importancia de considerar el trabajo experimental en la enseñanza de las ciencias³⁵⁷. Ya en el plan de estudios de 1852, se especificaba que los establecimientos de enseñanza deberían estar dotados de “*gabinetes, laboratorios, jardines botánicos, instrumentos, máquinas, colecciones y cuanto sea necesario para la enseñanza de las ciencias que en él se expliquen*”³⁵⁸. En el mismo sentido, cuatro años después, el Reglamento sobre Segunda enseñanza de 1859 recogía que en los Institutos debían existir “*un Gabinete de Física y un laboratorio químico con los aparatos e instrumentos indispensables para dar con fruto esta enseñanza*”³⁵⁹. En los planes de estudios en los que tenían un mayor peso específico las asignaturas de corte humanista, como el de Manuel de Orovio de 1866, donde asignaturas como Retórica, Poética, Catecismo e Historia Sagrada alcanzaban un papel relevante, se seguía insistiendo en la necesidad de “*un Gabinete de Física y un laboratorio químico con los aparatos e instrumentos indispensables para dar con fruto esta enseñanza*”³⁶⁰. En el Plan Chao de 1873, que suponía un mayor reconocimiento en los horarios las asignaturas relacionadas con las ciencias experimentales, se especificaba que además de abordar el estudio de las teorías modernas, a la enseñanza oral debían acompañar “*experimentos y ejercicios prácticos necesarios para que los alumnos se familiaricen con el uso de los aparatos y procedimientos correspondientes*”³⁶¹, admitiéndose la necesidad de la realización de trabajos prácticos.

En el plan de 1894, respecto a la materia de Física se especificaba que debía ser abordada añadiendo a su estudio cuantas prácticas y conocimientos experimentales fueran posibles en esta enseñanza y, respecto a la Química, que en lo posible implicara la práctica manual y el ejercicio técnico, fijándose siempre en aquellas materias de más

³⁵⁷ Esto es algo que no ocurrió únicamente en España, igual sucedió en otros países. Así ya en 1882 en el Código del *Education Department* inglés se señalaba que *la enseñanza de los alumnos en materias científicas se llevara a cabo principalmente con experimentos*. La diferencia básica estriba en que mientras en Inglaterra las propuestas de la administración tuvieron su reflejo en las aulas, en nuestro país, se establece siempre una gran distancia entre las orientaciones administrativas y la práctica real de la enseñanza (HODSON, D., “Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio”, *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3), 1994, pp. 299-313, referencia en p. 301).

³⁵⁸ *Colección legislativa de España*, tomo 75, p. 25. Plan de estudios de 10 de septiembre de 1852.

³⁵⁹ *Compilación legislativa de Instrucción Pública, Tomo III, Segunda Enseñanza*, ob. cit., p. 30. Reglamento de Segunda enseñanza de 22 de Mayo de 1859.

³⁶⁰ *Ibidem*, p. 87. Reglamento de Segunda enseñanza de 15 de Julio de 1867, bajo el ministerio de Orovio.

³⁶¹ *Ibidem*, p. 125. Decreto de 3 de Junio de 1873 de Eduardo Chao.

útil y corriente aplicación. En 1898 se hicieron algunas observaciones metodológicas relativas a que el estudio de la Física y el de la Química había de ser eminentemente experimental y práctico.

Ya en 1900, siendo Ministro de Instrucción Pública Antonio García Alix, se contemplaba que tanto la enseñanza de la Física como de la Química deberían tener “*carácter experimental, práctico, aplicado, con pocas teorías y basado en la labor adicional que puede realizarse en los gabinetes y laboratorios*”³⁶². En el Real Decreto de 29 de septiembre de 1901 podemos leer algunas consideraciones sobre cómo desarrollar la labor de cátedra:

*“En todas las clases ha de procurarse que la enseñanza sea de carácter práctico y que los alumnos trabajen por sí mismos, resolviendo problemas, haciendo traducciones, analizando textos, practicando ejercicios de Laboratorio y de Gabinete, realizando excursiones a Museos y monumentos, haciendo visitas a fábricas y talleres, escuelas y bibliotecas, etc.”*³⁶³.

En la reforma sobre la segunda enseñanza de 1926 se establecieron, como se ha dicho, las “permanencias” y las prácticas de algunas materias tanto durante el año común como en cada una de las especialidades del Bachillerato. En el plan de 1934 se planteaba que:

*“la enseñanza ha de hacerse prácticamente en el laboratorio (...) mediante la realización de experiencias (...) Los experimentos deben hacerse con aparatos sencillos, contruidos a ser posible, por los mismos alumnos. Hay que sustituir los antiguos gabinetes de Física, escaparates de aparatos complicados, por laboratorios de trabajo”*³⁶⁴.

En definitiva, en la mayoría de las disposiciones decretadas desde la administración educativa relativas al establecimiento del currículo correspondiente al área de ciencias experimentales, tanto desde los planes de estudio programados por gobiernos conservadores como en los de claro signo progresista, se insistía en la importancia que tenía la realización de trabajos prácticos de laboratorio para el aprendizaje de estrategias investigadoras o para que el alumno pudiera formarse una idea adecuada de qué es y cómo se construye la ciencia. Es decir, el reconocimiento de la

³⁶² GARCÍA ALIX, A., *Disposiciones dictadas para la reorganización de la enseñanza*, Imprenta del Colegio Nacional de sordomudos y de ciegos, Madrid, 1900, p. 142. Ante la situación, el profesor Eduardo Lozano se congratulaba de que “*era ya tiempo de que pensáramos seriamente los españoles en dar un carácter práctico y experimental a los estudios que han de servir para educar a la nueva generación*” (LOZANO Y PONCE DE LEÓN, E., *Prácticas de Física*, 3ª ed., Hijos de J. Jepús impresores, Barcelona, 1900, p. V).

³⁶³ *Anuario legislativo de Instrucción Pública correspondiente a 1901*, ob. cit., pp. 599-626. Art. 62 del Reglamento para el régimen y gobierno de los Institutos Generales y Técnicos, p. 623.

³⁶⁴ *Boletín Oficial de Instrucción Pública*, 4 de enero de 1935.

importancia del trabajo práctico era una constante, aunque como vamos a ir viendo, estas disposiciones tuvieran poca repercusión en la práctica habitual de la enseñanza. En unas ocasiones porque “*se olvidaron de facilitar a los claustros los medios necesarios para cumplimentar estos buenos deseos*”³⁶⁵ y, en otras, por la divergencia existente entre las directrices administrativas y la realidad de los centros y la falta de preparación pedagógica y didáctica del profesorado, etc.

3.2. Las demostraciones y experiencias de cátedra en los Institutos: el profesor como único protagonista de la actividad docente

Lo usual en la mayoría de nuestros Institutos, tanto durante el siglo pasado como a comienzos del actual, cuando los locales y el material científico existente lo permitía, era la realización de demostraciones por parte del profesor con los aparatos con que contaban los gabinetes y laboratorios y cuya finalidad consistía, generalmente, en comprobar alguna ley o principio. Era la herencia más clara de una enseñanza de las ciencias anclada en el pasado y en las reminiscencias escolásticas propias de la antigua Universidad. No muchos años antes, en el Plan General de Enseñanza para todas las Universidades, decretado por Carlos IV en 1807, en cuanto a enseñanza de la Física se decía que:

*“se enseñará únicamente en la cátedra conocida hasta aquí con el nombre de experimental, porque dándose en el teatro propio de su Instituto, hace patentes con experiencias y observaciones prácticas las verdades que de otra suerte quedan envueltas en confusión y oscuridad (...) deberá detenerse más cuando lo exigiere la necesidad de hacer experimentos, a fin de completar las explicación de los puntos que sin ellos quedan oscuros, y mucho más cuando en cumplimiento de su ministerio haga experiencias públicas, citando a ellas por impresos como hasta aquí”*³⁶⁶.

En términos semejantes se hablaba de la enseñanza de la Química. De hecho, los propios catedráticos, en los programas que presentaban a las oposiciones, manifestaban una y otra vez que la enseñanza de la Física y de la Química debían ser acompañadas

³⁶⁵ BONET BONET, B., *Discurso leído en la solemne inauguración del curso académico de 1907 a 1908*, Universidad Central, Imprenta Colonial, (Estrada Hermanos), Madrid, 1907, p. 17.

³⁶⁶ Publicado en el *Boletín Oficial de la Dirección General de Instrucción Pública*, año 3º, cuaderno 5º, 1895, pp. 1-27.

*“(...) de las necesarias demostraciones experimentales, que tan buenos frutos producen, hacen penetrar los conocimientos por los ojos, a la vez, de la materia y del espíritu”*³⁶⁷.

En este tipo de actividades los alumnos, colocados normalmente en asientos de dobles filas o con los bancos en semicírculo alrededor de la cátedra o en forma de anfiteatro, se limitaban a presenciar las operaciones que con las máquinas y aparatos sofisticados realizaba el profesor. Por ejemplo, en el Instituto de Toledo, se invertía, hacia 1863, en la *“colocación de asientos nuevos de dobles filas, de menor a mayor, desde los cuales los alumnos pueden presenciar con comodidad y a la vez las operaciones al funcionar las máquinas y aparatos bajo la dirección del profesor”*³⁶⁸.

En nuestras universidades pasaba lo mismo: *“contando con pocos aparatos y ejecutándose los experimentos ante centenares de espectadores, como si fueran juegos de prestidigitación, más propios para divertir que para auxiliar a los jóvenes e iniciarlos en un estudio serio y digno de toda su atención”*³⁶⁹. Gil de Zárate, en 1855, al referirse a los aparatos y otro material científico existente en aquéllas, manifestaba que *“la mayor parte ni rastro tenían de ellos, y en ninguna había que pedir gabinetes regulares de física, laboratorios (...)”*³⁷⁰. También Blas Cabrera recordaba años más tarde que en la Universidad Central, el único laboratorio de Física existente era un barracón situado en el viejo patio del convento de la Trinidad³⁷¹ y Gumersindo Vicuña comentaba, en 1875, como *“la experimentación está reducida a aparatos sencillísimos,*

³⁶⁷ ACMEC, Legajo 5494-58. En cuanto a las características del material científico que podía ser utilizado, como ya se trató de poner de manifiesto con anterioridad, podemos resumirlas con las palabras de José Cabello, catedrático de Física y Química del Instituto de Cabra: *“los que han tenido a su disposición los gabinetes de nuestros establecimientos de enseñanza se han encontrado con existencias en su mayor parte formadas por aparatos adquiridos de Real orden, duplicados e inútiles no ya para investigaciones de alguna importancia sino para la demostración en las clases (...)”* (CABELLO ROIG, J., *Del método en las ciencias físicas*, ob. cit., p. 3). A pesar de que la propia administración educativa alardeaba de tener unos *“preciosos gabinetes de Física; diez y nueve los tienen al completo; a 11 les falta muy poco para lo mismo; 5 hay que sólo tienen lo preciso y otros 5 únicamente carecen de estos medios de enseñanza (...)”* (R.D. de 4 de septiembre de 1850), la realidad era, dada la carencia de aparatos, que los propios profesores acudían al extranjero para su adquisición o había que depender de las donaciones de particulares. Recordemos que los catedráticos además de la enseñanza de sus materias tenían la obligación de cuidar de sus respectivos gabinetes y de procurar su aumento aunque, en 1851, esta obligación pasaría a los ayudantes.

³⁶⁸ *Memoria acerca del estado de la enseñanza en la Universidad Central y en los establecimientos de su distrito durante el curso de 1863 a 1864*, Imprenta de José M. Ducazcal, Madrid, 1865 p. 36.

³⁶⁹ LOZANO Y PONCE DE LEÓN, E., *Prácticas de Física*, ob. cit. p. VI.

³⁷⁰ GIL DE ZÁRATE, A., *De la instrucción Pública en España*, tomo II, ob. cit., p. 318,

³⁷¹ CABRERA, B., *Evolución de los conceptos físicos y lenguaje*, Madrid, 1936, p. 12.

que la mayor parte se muestran tan sólo a los alumnos, si es que no están desvencinados y rotos”³⁷².

La tendencia dominante entre el profesorado a realizar demostraciones como principal soporte práctico en las clases de ciencias se confirma cuando estudiamos las peticiones de material científico que hacían los profesores, fundamentalmente dirigidas a la adquisición de aparatos “para observar”, “para hacer ostensible”, es decir, que permitieran la demostración de algunos principios y leyes sobre fenómenos físicos o químicos³⁷³. Entre las peticiones de los catedráticos al Instituto de Material Científico, como ya comentamos con anterioridad, podemos observar esta misma concepción sobre los aparatos utilizados en la enseñanza de la Física y Química.

También a través de los testimonios de antiguos alumnos, podemos comprobar que los catedráticos de ciencias experimentales desarrollaban sus lecciones mediante demostraciones de las teorías y principios de la Física. Por ejemplo, un antiguo alumno del profesor Cánovas Cobeño, catedrático de Historia Natural que también tuvo que hacerse cargo durante los cursos 1885-1891 de la cátedra de Física y Química en el Instituto de Murcia, recordaba con agrado las charlas con este profesor mientras le ayudaba en la preparación “de los cachivaches necesarios para sus explicaciones de

³⁷² VICUÑA, G., *El cultivo actual de las ciencias físico-matemáticas en España. Discurso de apertura del curso 1875-76 en la Universidad Central*, Imprenta de José Ducazcal, Madrid, 1875, pp. 37-39. Esta visión del trabajo práctico centrada en las demostraciones de cátedra era generalizada. El catedrático del Instituto de Tarragona durante los cursos 1845-47, Francisco Javier Bru, comentaba sobre ello lo siguiente: “La Muy I. Junta Inspector, por su parte, y el profesor por la suya, han apurado los medios que ha estado a su alcance a fin de procurarse los instrumentos y máquinas más indispensables para la demostración práctica de las lecciones de Física (...) se han demostrado los diferentes efectos de los imanes artificiales, el desarrollo de la electricidad por la máquina eléctrica, la electricidad por influencia a favor de la botella de Leyden (...) El profesor por su parte ha improvisado algunos aparatos por cuyo medio han podido ver los alumnos, los efectos de la capilaridad, las propiedades ideoelectricas y anaelectricas de los diferentes cuerpos, (...) Las demostraciones en la parte Química han sido suficientes para que los alumnos adquiriesen una idea exacta del análisis y síntesis, pues no sólo se han efectuado diferentes combinaciones y descomposiciones a su vista, sino que a beneficio de aparatos improvisados por el profesor se han obtenido en presencia de los alumnos: el hidrógeno, oxígeno, (...)” (SALVAT, A. Y SÁNCHEZ, J., “La enseñanza de la Física y de la Química en los Institutos hace 150 años”, en JIMÉNEZ R. Y WAMBA, A. M^a, (Eds.), *Avances en la Didáctica de las Ciencias Experimentales*, ob. cit., pp. 272-273).

³⁷³ Por ejemplo, un aparato para demostrar las leyes de la reflexión y refracción de la luz, aparato para demostrar que la acción del imán persiste al través del fuego, aparato de Mr. Magnus para demostrar las corrientes termoeléctricas, un voltímetro de demostración, un aparato para demostrar la resultante de varias fuerzas, una estación telegráfica de demostración, un aparato para demostrar las leyes de la palanca, un aparato para demostrar el principio de Torricelli, un aparato para demostrar la transmisión de las vibraciones longitudinales de los cuerpos, la máquina de Atwood o el tubo de Newton para demostrar las leyes de caída de los cuerpos, los hemisferios de Maddebourg, que demostraban la existencia de la presión atmosférica, el aparato de Oersted para determinar el coeficiente de compresibilidad de los líquidos, aparato para demostrar la diferente conductividad de los cuerpos con el calor, tribómetro de Coulomb para demostrar las leyes del rozamiento, aparato para el estudio del choque, etc.

Física”³⁷⁴. Este polifacético catedrático realizaba un resumen descriptivo, presumiblemente para preparar sus clases de Física, de los aparatos que iba a utilizar durante sus explicaciones. Son interesantes sus notas sobre el funcionamiento de

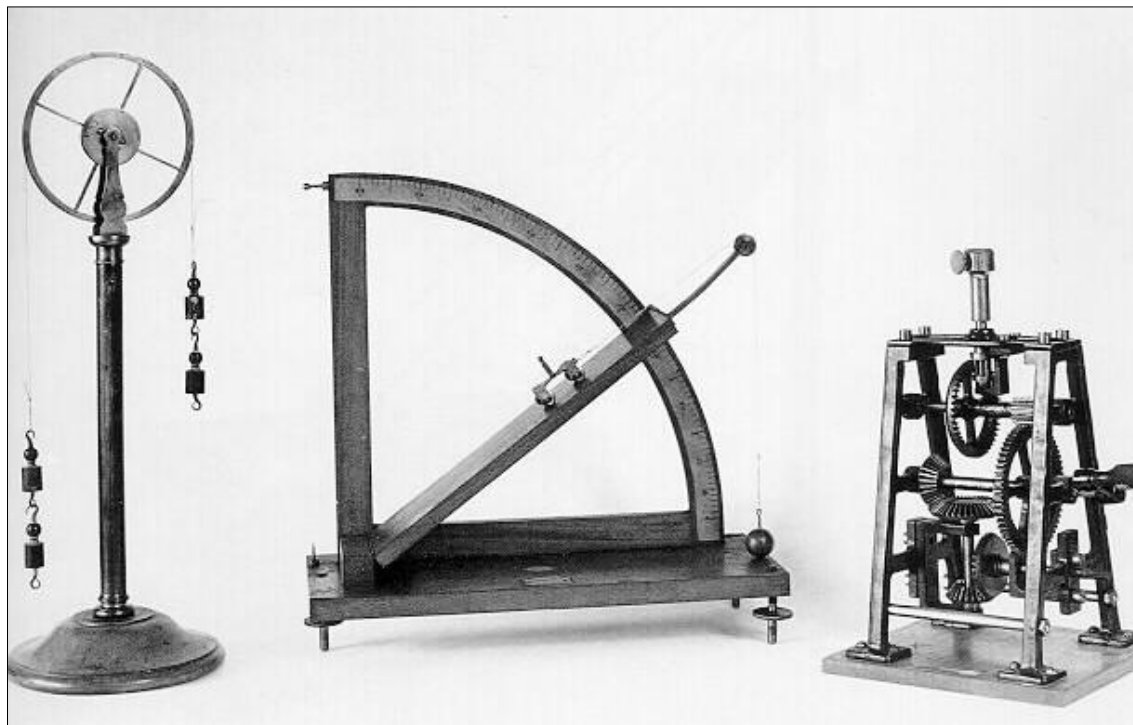


Figura IV.4: Polea fija con pie de madera, plano inclinado y aparato universal de ruedas dentadas (para demostrar la ley de la palanca, la ley del equilibrio y la transmisión del movimiento). Tomado de *150 años de Enseñanza Media. Instituto Alfonso X El Sabio. Murcia*.

algunos de ellos: máquina de Atwood, molinete de Watman, sirena acústica, etc.³⁷⁵.

Otro dato revelador sobre la concepción de los trabajos y experiencias prácticas nos la suministran los libros de texto. En los manuales y libros de texto utilizados a finales del siglo XIX y principios del XX, es usual encontrar numerosos grabados y dibujos de aparatos que servían para demostrar propiedades, leyes o principios. Así, en el texto de Bartolomé Felú -*Curso elemental de Física experimental y aplicada y nociones de Química inorgánica*³⁷⁶-, se exponen numerosos ejemplos de aparatos que “demuestran” la porosidad (aparato para la lluvia de Diana), la dilatibilidad (anillo de S’Gravesande), la caída de los cuerpos (tubo de Newton), las leyes del rozamiento

³⁷⁴ Archivo Municipal de Lorca. Caja dedicada a distinto material de Francisco Cánovas Cobeño. Carta fechada el 15 de enero de 1902.

³⁷⁵ Archivo Municipal de Lorca. Caja dedicada a documentación de Francisco Cánovas Cobeño.

³⁷⁶ FELÚ PÉREZ, B., *Curso elemental de Física experimental y aplicada y nociones de Química inorgánica*, Imprenta de Jaime Jepús, Barcelona, 1886.

(tribómetro de Coulomb), la incomprensibilidad de los líquidos (piezómetro de Oersted), etc. Asimismo, se incluyen dibujos sobre diferentes montajes para la obtención de sustancias químicas como SO_2 (aparato de Woolf), para la obtención del “anhídrido hipocloroso”, para determinar arsénico (aparato de Marsh), etc.



Figura IV.5. Fuente: MARCOLAÍN SAN JUAN, R.P.. *Curso elemental de Física moderna*, Tipografía de Emilio Casañal, Zaragoza, 1900, p.66

Ello reafirma la concepción dominante del trabajo experimental como experiencias de cátedra realizadas únicamente por el profesor. Cosa lógica teniendo presente el modelo de enseñanza que sustentaba la concepción de las experiencias

planteadas. De características similares son los manuales de R. Pedro Marcoláin³⁷⁷, que utilizaba también un numeroso grupo de aparatos demostrativos de leyes físicas, de Bernardo Rodríguez Largo³⁷⁸ o el relativo a Química de Basilio Márquez Chaparro³⁷⁹.

Un hecho también a destacar es el de los numerosos nombres de aparatos descritos en esos textos, nombres debidos a distintos científicos, y que presumiblemente debían memorizar los alumnos: balanza de Frick, regulador de Watt, rueda dentada de Savart, aparato de Grimsehl, aparato de Haldat, picnómetro de Regnault, balanza de Jolly, aparato de Bohn, etc.

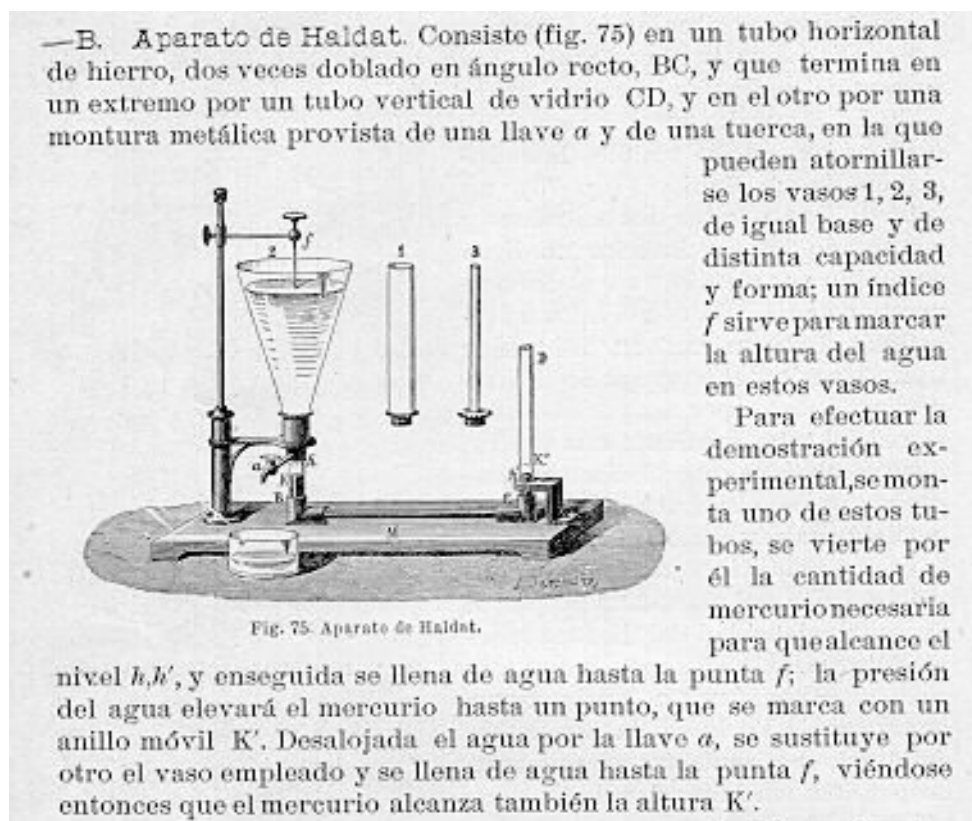


Figura IV.6: Fuente: MARCOLAÍN SAN JUAN, R. P., *Curso elemental de Física moderna*, Tipografía de Emilio Casañal, Zaragoza, 1900, p. 80

Además, las explicaciones teóricas se hacían unos días y, una vez a la semana, se realizaban experiencias para comprobar las enseñanzas teóricas, es decir, “no se

³⁷⁷ MARCOLAÍN SAN JUAN, R. P., *Curso elemental de Física moderna*, Tipografía de Emilio Casañal, Zaragoza, 1900.

³⁷⁸ RODRÍGUEZ LARGO, B., *Elementos de Física y nociones de meteorología*, Establecimiento tipográfico Sucesores de Rivadeneyra, Madrid, 1901.

³⁷⁹ MARQUEZ CHAPARRO, B., *Nociones de Química*, Librería e imprenta de Izquierdo y C^a, Sevilla, 1896.

*interrumpían las explicaciones con las máquinas y aparatos, y al mismo tiempo aprendían experiencias con desahogo y mejor acierto*³⁸⁰.

En estas demostraciones de cátedra el profesor presidía la ceremonia y el alumno observaba lo que acontecía, por ello, además del mencionado anteriormente relativo al Instituto de Toledo, las aulas tienen dispuestos los bancos en semicírculo alrededor de la cátedra, o incluso a veces, como en el Instituto de Albacete, en forma de anfiteatro. La tendencia a adquirir fundamentalmente aparatos de demostración como único medio para el desarrollo de experiencias prácticas en las clases de ciencias, llega hasta bien entrado el siglo XX. Eran instrumentos y aparatos que implicaban un “*costoso entretenimiento para las demostraciones de las Cátedras que tienen Gabinete*”³⁸¹.

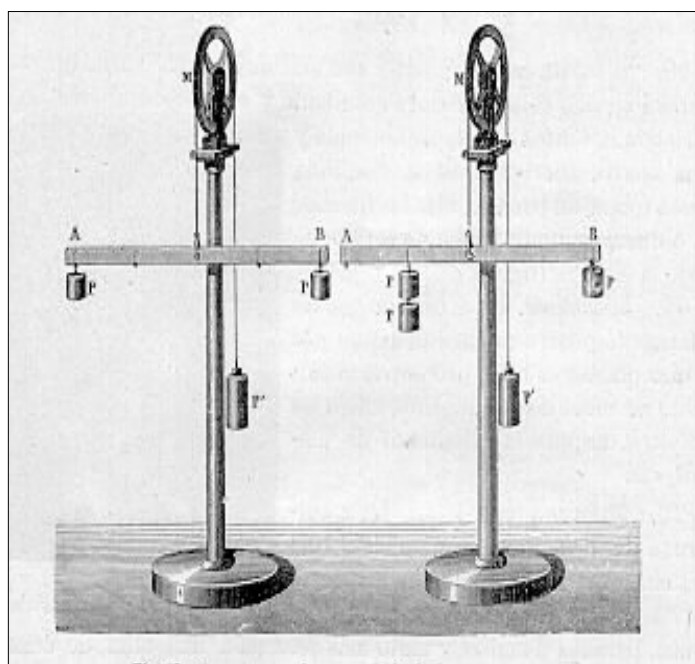


Figura IV.7: Fuente: MARCOLAÍN SAN JUAN, R. P., *Curso elemental de Física moderna*, Tipografía de Emilio Casañal, Zaragoza, 1900, p. 22.

Si se hace un análisis superficial de la cuestión, la existencia de este material podría inducir a pensar que los numerosos aparatos que llenaban los gabinetes de los centros, podrían implicar realmente el desarrollo de una enseñanza centrada en la realización de

³⁸⁰ REYES SOTO, J., *Segunda enseñanza en Andalucía: Orígenes y consolidación*, ob. cit., p. 108 y sig.

³⁸¹ INSTITUTO PROVINCIAL DE VALENCIA, *Memoria del curso 1899 a 1900*, Imprenta de Manuel Alufre, Valencia, 1901, p. XIV.

experiencias y prácticas por parte de los alumnos³⁸². Nada más lejos de la realidad. Las experiencias que se llevaban a cabo en los gabinetes, laboratorios y cátedras de Física y Química de la época, tenían al profesor como peculiar protagonista: “*Cuando más, realiza sus experimentos a guisa de prestidigitador encaramado en la plataforma de la clase o del laboratorio, y la enseñanza tiene forzosamente que tomar el carácter memorista que con tanta razón es por todos criticado*”³⁸³.

Se creyó que para dar un carácter práctico a la enseñanza de las ciencias era necesario la adquisición de máquinas, utensilios y aparatos sofisticados, para que el profesor demostrara ante sus discípulos los principios y leyes de estas materias³⁸⁴. Pero su utilización, en lugar de favorecer los aprendizajes de los alumnos, llegaría a no ser recomendable, porque implicaría que los alumnos no conocieran aparatos más modernos, atribuyendo a los existentes cierto grado de competencia científica, cuando en realidad se trataba de material obsoleto. Por otra parte, la enseñanza impartida por medio de estos materiales no se correspondía con el estado de desarrollo de conocimientos teóricos y experimentales de la Física. Además, y como se desprende de otras manifestaciones, era difícil que un catedrático dejara manipular por sí solos a los alumnos este vetusto y frágil material científico. A pesar de la relevancia que se le concedía a la experimentación, fundamentándose en el método baconiano y empirista, la realidad, como comentaba también el catedrático de Física y Química de Instituto Tomás Escriche, era que esa experimentación no había llegado a la enseñanza de las ciencias: “*poseemos numerosos gabinetes de Física, y algunos verdaderamente ricos,*

³⁸² “*Parece a primera vista que este gabinete posee suficientes aparatos; pero si se tiene en cuenta la respetable antigüedad de su creación, reflejada en muchos de sus instrumentos, descúbrese enseguida que gran parte de ellos sirven sólo para la historia de la ciencia, y son por su antigüedad dignos de conservarse, más no para la enseñanza en el estado actual de la Física*” (SANTISTEBAN, M., *Breve historia de los Gabinetes de Física y Química del Instituto de San Isidro de Madrid*, Imprenta de la Viuda de Aguado, Madrid, 1875, p. 133).

³⁸³ ARAUJO, F., “Las enseñanzas prácticas”, *La Segunda Enseñanza*, 40, 1903, pp. 242- 243 (referencia en p. 243). Poca consideración tuvieron enfoques como los planteados por Antonio Libes en su *Tratado de Física* -cuya segunda edición se publicaba en 1821 traducida por Pedro Vieta-, profesor de la Junta de Comercio de Barcelona, cuando manifestaba en los preliminares de la obra que: “*el discípulo no debe contentarse con la lectura de la fría descripción en el libro cuyo texto haya adaptado. Es necesario que conozca la construcción de las máquinas, que se familiarice con los aparatos (...) la enseñanza de la física no consiste en la exposición de algunos fenómenos particulares, ni de las hipótesis imaginadas para explicarlos. Los que siguiesen este método serían a mi ver muy parecidos a aquellos maestros de música, que despreciando o desdeñándose de enseñar los verdaderos principios, llegan después de mucho tiempo a formar algunos cantores, pero jamás un músico*” (LIBES, A., *Tratado de Física*, t. I, 2ª edición, imprenta de A. Brusi, Barcelona, 1821, pp. XI -XII).

³⁸⁴ También es cierto que algunos catedráticos -como el citado Pedro Marcolain- propugnaban, ya en 1877, que sería conveniente que los alumnos “*inspeccionen por sí mismos los aparatos y máquinas en todos sus fenómenos y que las hagan funcionar a presencia del profesor. Esta conveniencia resalta de las mismas declaraciones de los alumnos, a quienes no satisfacen por punto general los grabados del texto por bien ejecutados que estén*” (ACMEC, Legajo 5780-16).

así lo reconozco; y sin embargo sostengo que la enseñanza que se da tiene muy poco de experimental y de intuitiva”³⁸⁵. Tomás Escriche, proponía en 1888 que era preciso efectuar una adecuada elección del material que iba a servir como demostración a través de las experiencias de cátedra³⁸⁶.

Por tanto, era preciso realizar una adecuada selección del material a la hora de su adquisición, tratando de realizar experiencias más sencillas y curiosas para los alumnos y que no exigieran aparatos costosos. Casi veinte años después sería el profesor José Estalella quien les denominara “aparatos universales”: aparatos universales de mecánica, de hidrodinámica, de acústica, etc., “que están esperando todo un año la llegada del día en que, desempolvadas, salen a comprobar tal ley, para recomenzar después su absoluto quietismo”³⁸⁷. Opinaba que tales aparatos eran detestables porque adolecían del mismo error fundamental: “sustituir lo natural por lo artificioso; lo usual por lo extraño, y determinar, junto con los libros en que tales instrumentos se describen, el mismo pernicioso efecto: desorientar al maestro respecto a como debe estudiarse la Física”³⁸⁸. Otra razón que movía a Estalella a desaconsejar su utilización, era el hecho de “siempre quedará en su empleo un elemento pernicioso, olvidado por los inventores y por los compradores, (...) el tedio”, ya que consideraba preciso “variar el instrumental en la enseñanza elemental de la física y de la química, a ser posible, todos los días”³⁸⁹.

³⁸⁵ ESCRICHE MIEG, T., “La Física y su enseñanza. I”, *Crónica científica*, t. XI, 258, 1888, p. 322. Como afirmaba Macías Picavea -al finalizar el siglo XIX- al hablar sobre los gabinetes y laboratorios de los Institutos: “Son los eternos Gabinetes de Física e Historia Natural, decoración egipcia del Instituto y que sólo en verdad para tal efecto decorativo sirven. En cuanto a bibliotecas, museos, laboratorios, colecciones (...), no se hable; de medios, instrumentos y recursos para prácticas, excursiones y visitas, tampoco se hable” (MACIAS PICAVEA, R., *El problema nacional*, ob. cit., p. 100).

³⁸⁶ “Yo estoy profundamente convencido de que con unos pocos miles de pesetas, y aún de reales, si se me apura, puede tenerse un gabinete de Física mucho más útil y apropiado a las necesidades de la enseñanza, que esos suntuosos gabinetes, bello ideal de algunos, y que no se forman con pocos miles de duros. Yo me atrevo a preguntar si existe proporción entre el sacrificio pecuniario que supone la adquisición de un gran carrete de Ruhmkorff, de una magnífica máquina Gramme, de una soberbia locomotora, y la utilidad que a la enseñanza, sobre todo elemental, prestan estos objetos. La locomotora funcionará una vez en todo el curso, y el alumno apenas sacará más fruto que la pueril fruición de haber visto andar un pequeño tren (...) Resulta de esta desacertada elección, que catedráticos a cuya disposición se hallan gabinetes abundantemente provistos, que encantan y fascinan al visitante desconocedor de la materia, dan sus lecciones la mayor parte de los días sin aparatos; y cuando presentan algunos, se reduce todo muchas veces a una simple exhibición, porque ni hay tiempo, ni, aunque lo hubiera, reúne la cátedra condiciones para hacerlos funcionar o trabajar con ellos” (ESCRICHE MIEG, T., “La Física y su enseñanza. I”, ob. cit., pp. 323-324).

³⁸⁷ ESTALELLA GRAELLS, J., “La simplificación del material escolar de Física y Química”, ob. cit., p. 565.

³⁸⁸ *Ibidem*, p. 564.

³⁸⁹ ESTALELLA GRAELLS, J., “Aparatos universales”, ob. cit., pp. 242-244.

El propio Estalella en 1905, con motivo de sus oposiciones a cátedra de Instituto, censuraba la atención excesiva que en los textos y cursos se concedía a esos aparatos de demostración. Una vez más podemos contrastar las ideas de dinamización, de actualización y renovación de la enseñanza científica de Estalella -en este caso sobre el material experimental- frente al inmovilismo de otra buena parte de nuestros catedráticos³⁹⁰. Eran estas experiencias de cátedra que el profesor hacía observar a sus alumnos las prácticas -sobre todo relativas a Física- que más se llevaban a cabo en los Institutos. De hecho, ya en 1927, en los catálogos de material pedagógico editados por distintas casas comerciales³⁹¹, podemos observar entre los listados de material científico de Física, los siguientes:

Cuadro IV.10.

Material científico ofrecido en el catálogo de la casa comercial Cultura (Eimler-Basanta-Haase, S.L.) en 1927.
Aparatos de Física
Aparato para verificar la ley del péndulo, con timbre
Aparato para la demostración de palancas, poleas, polipastos, máquina de caída sencilla, polea diferencial, pesos y plano inclinado.
Balanza de Frick, para demostrar que la fuerza centrífuga es proporcional al cuadrado de la velocidad de rotación.
Aparato para demostrar la ley de Coulomb
Aparato para demostrar la ley de conservación de la energía
Aparato para demostrar las leyes de la palanca
Aparato para la demostración de la presión de abajo arriba
Aparato para mostrar la tensión de vapor de agua en un espacio lleno de aire
Aparato para hacer visible en poco tiempo la difusión de los gases a través de paredes porosas
Aparato para demostrar los tubos de Geissler
Tubo para la demostración de la carga negativa de los rayos catódicos
Aparato para mostrar la escasa conductibilidad calorífica de los líquidos

Fuente: *Catálogo de material pedagógico moderno*. Tomo III, Física, Madrid, 1927

³⁹⁰ Este puede ser el caso de Luis Olbés, que permaneció en el de San Isidro de Madrid desde 1905 hasta su jubilación treinta años después, sobre el que un antiguo alumno de ese centro decía que “*explicaba muy ampliamente la Física y no había aparato mencionado en el texto que no lo sacara en clase y experimentara con él, pues el gabinete de Física del Instituto estaba muy bien surtido y quizá fuera de los mejores entre todos los centros análogos. Es de notar que en él se conservaban aparatos de la época del Colegio Imperial y de los Reales Estudios, por lo cual constituye un pequeño museo de la Ciencia*” (EZQUERRA ABADÍA, R., *Recuerdos del Instituto de S. Isidro*, ob. cit., pp. 13 y 14).

³⁹¹ *Catálogo de material pedagógico moderno*. Tomo III, Física, Cultura, Eimler-Basanta- Haase (S.L.), Madrid, 1927.

En 1934 los catálogos de material científico para centros de segunda enseñanza seguían incluyendo un conjunto de cien aparatos divididos en las secciones de medición, mecánica de cuerpos sólidos, líquidos y gaseosos, fuerza molecular, calor, luz, magnetismo, electrostática, galvanismo, electromagnetismo, dinámica e inducción, integrado por los mismos aparatos que citábamos anteriormente. Además podían adquirirse -como ampliación- otros “*recomendables para la demostración de las leyes fundamentales de la Física*”. El precio de la colección, con vitrina incluida, era de 1.295 pts.³⁹².

Las demostraciones de cátedra no tienen porqué ser desechadas de la práctica de la enseñanza de la Física y Química. Pueden y deben realizarse en el aula -siempre que se elija el momento adecuado- para ilustrar un determinado concepto. De hecho, en publicaciones que recogen la visión actual de la didáctica de las ciencias, se considera que las demostraciones pueden ser un complemento importante para la enseñanza si van acompañadas de una implicación de los alumnos en la actividad mediante la observación, el planteamiento de hipótesis, el análisis de resultados y la obtención de conclusiones. No deben consistir en un mero “entretenimiento científico” para los alumnos³⁹³. Se trata de utilizarlas como complemento al trabajo a realizar por los alumnos. En la misma línea, Anxella Bugallo, al referirse al material de los gabinetes de Historia Natural, apunta también que los alumnos pueden participar en la planificación, montaje y explicación, mediante material escrito, de exposiciones que se hagan con ese material³⁹⁴.

3.2.1. La utilidad didáctica de las demostraciones

Como ha señalado, entre otros, A. Vázquez, refiriéndose al material científico del Instituto Balear, la utilización didáctica que se hacía de los aparatos era

³⁹² *Material pedagógico moderno*, Cultura, Eimler-Basanta- Haase (S.L.), Madrid, 1934.

³⁹³ COROMINAS, J. Y LOZANO, M° T., “Trabajos prácticos para la construcción de conceptos: experiencias y experimentos ilustrativos”, *Alambique*, 2, 1994, pp. 21-26 (referencia en p. 25).

³⁹⁴ BUGALLO RODRÍGUEZ, A., *Alambique*, “Los gabinetes de Historia Natural. Un instrumento didáctico del ayer, ¿y del hoy?”, 2, 1994, pp. 119-126 (referencia en p.125). Como manifiesta en 1984 el profesor Peinado, catedrático de Física y Química del Instituto de Granada, al referirse al material científico conservado en dicho centro, cabe destacar piezas como el fonógrafo para cilindros de cera, una bomba de vacío manual, un proyector de arco con equipo óptico, etc. que son altamente curiosos. Otros, pese a su antigüedad, pueden utilizarse aún para experiencias de cátedra, favoreciéndose doblemente su labor didáctica MOLINA MORALES, A. M. Y MARTÍN MARTÍN, J., “El Instituto Padre Suárez de Granada”, *Nueva revista de Enseñanzas Medias*, 5, 1984, pp. 103-111 (referencia en p. 106).

esencialmente “a través de demostraciones de cátedra, es decir, demostraciones en las que el profesor exhibía y explicaba el funcionamiento y los efectos del aparato, así como los principios físicos que ilustraba, y que normalmente constituían la base de su funcionamiento”³⁹⁵. Las demostraciones de cátedra -sobre todo de Física-, tenían como finalidad esencial la de servir para confirmar la teoría que previamente había sido enseñada y que -como opinan Garret y Roberts- es algunas veces necesaria y deseable, particularmente, cuando se consideran materiales de elevado costo, procedimientos peligrosos o es difícil el manejo del equipo por los propios alumnos³⁹⁶. Además, como manifiestan también Johnston y Wham, la demostración “es fuerte en su capacidad para ilustrar la teoría”³⁹⁷.

En muchas ocasiones se hacía uso de la espectacularidad de la demostración



Figura IV.8: Es un folleto que incluye distintos aparatos eléctricos de la casa concesionaria para las instalaciones de luz eléctrica en Barcelona.

Fuente: Sociedad Anglo-española de Electricidad, Barcelona.

³⁹⁵ VÁZQUEZ ALONSO, A., “Arqueología científica en el Instituto balear: Mecánica y fluidos”, *Revista de Ciència (IEB)*, 13, 1993, pp. 67-80 (referencia en p. 79).

³⁹⁶ GARRET, R. M. Y ROBERTS, I. F., “Demonstration vs small group practical work in Science Education: a critical review of studies since 1900”, *Studies in Science Education*, 9, 1982, pp. 109-146.

³⁹⁷ JOHNSTON, A. Y WHAM, A., “A case for variety in practical work”, *Science School Review*, 61, 217, 1980, pp. 762-764.

realizada, por ejemplo, con las máquinas electrostáticas de rozamiento, tanto la de Ramsden como la de Carré, las de influencia -máquina de Wimshurst-, los condensadores, las bobinas de inducción -carrete Ruhmkorff-, etc, visualizando de manera muy perceptible para el auditorio el fenómeno mostrado.

Era una forma también, como comenta A. Vázquez, de enfatizar en la enseñanza de la Física su relación con el progreso de la técnica y las aplicaciones prácticas al servicio de los ciudadanos³⁹⁸.

En los programas que los aspirantes a las cátedras de Física y Química de Instituto presentaban en las oposiciones, como el de Luis Buil en 1892, podemos apreciar el sentido que atribuía a las demostraciones en la aplicación de la teoría a la práctica: *“hemos procurado alternar las aplicaciones con los conocimientos teóricos adquiridos porque además de servir aquellas de repaso a éstos, ayudarán a fijarlos en la memoria por que siempre se recuerda mejor un principio fácilmente utilizable que otro puramente abstracto”*³⁹⁹. Y eso se hacía a través de demostraciones realizadas por el profesor ante los alumnos, que implicaban o no el establecimiento de discusión con los que la observaban.

Hemos constatado, a través de los libros de texto para la segunda enseñanza, Memorias de los centros, catálogos de material científico, etc., que las demostraciones eran el procedimiento más utilizado en los Institutos de comienzo de siglo. Es el énfasis que se haga sobre la posibilidad de ser fuente o no para propiciar la discusión y asimilar la experiencia de Física o de Química planteada, es decir, su uso, lo que implicará que sea un medio por el que, como afirman Woolnough y Allsop, los alumnos obtengan una aproximación al fenómeno que conducirá a su comprensión y creencia⁴⁰⁰ o que implique que los alumnos sean simples observadores de algo que sólo comprueba lo que ya fue establecido por tal físico o cual químico. Valgan como ejemplo las numerosas referencias en las fuentes documentales a los aparatos para demostrar algún principio o ley física o comprobar las propiedades de algunas sustancias químicas. Pero hay algo más que debemos considerar; uno de los más importantes factores de la formación de un alumno a través de la enseñanza de la Física, como opinaba J. Estalella, no está en la comprobación de la ley, sino en la preparación para descubrirla, hecho especialmente relevante a la hora de considerar la insuficiencia de la utilización de las demostraciones de cátedra por medio de esos aparatos sofisticados, puesto que *“tampoco se trata de*

³⁹⁸ VÁZQUEZ ALONSO, A., “Arqueología científica en el Instituto Balear: la corriente eléctrica”, *Revista Ciència (IEB)*, 12, 1993, pp. 65-72.

³⁹⁹ ACMEC, Expedientes de oposiciones. Legajo 5494-43.

⁴⁰⁰ WOOLNOUGH, B. E. Y AALSOP, T., *Practical work in science*. CUP, Cambridge, 1985.

“demostrar” ni de “comprobar” leyes, sino de aprenderlas, y quizás mejor de descubrirlas”⁴⁰¹.

Como afirma R. Grau, los trabajos prácticos pueden constituir un instrumento valioso para acercar a los alumnos a la actividad de la ciencia, dado que ésta es también la exploración e investigación para resolver problemas que la gente se plantea. Por ello, pueden utilizarse desde otra perspectiva, la de tratar de incluir tareas de investigación, de presentar problemas cuya solución exija la planificación y desarrollo de una metodología experimental, en las que el profesor sea un elemento facilitador de esa tarea, un guía en el trabajo a desarrollar, de acuerdo con las capacidades del alumno⁴⁰². En este mismo sentido, Adolf Cortel sostiene que las investigaciones prácticas deben constituir el núcleo central de la enseñanza de las ciencias porque el alumno se implica en su propio aprendizaje, favoreciendo que éste desarrolle habilidades, aprenda técnicas elementales y se familiarice con el manejo de instrumentos y aparatos⁴⁰³.

3.3. El siguiente paso en la concepción del trabajo experimental: los alumnos ya pueden manipular... siempre que sigan fielmente las instrucciones del profesor

Como hemos mencionado anteriormente, las experiencias prácticas relativas a temas de Física se reducían, tanto en los Institutos como en las universidades, a demostraciones de cátedra. En cambio, ya durante el siglo XIX en las experiencias de Química eran los propios alumnos los que las realizaban, así Gumersindo Vicuña, decía al comparar la utilización del material de los gabinetes y laboratorios referente a experiencias de Física con las de Química que “*jamás los alumnos hacen con ellos lo que tan fructuosamente realizan en nuestros laboratorios químicos, que es ejecutar por*

⁴⁰¹ ESTALELLA GRAELLS, J., “La simplificación del material escolar de Física y Química”, ob. cit., p. 568. Valga como ilustración, por la similitud de planteamientos a la hora de analizar las deficiencias de las demostraciones de cátedra, lo que proponía ya en 1881 el catedrático de Física y Química de Instituto José Cabello, cuando, al referirse a los defectos de la segunda enseñanza, manifestaba que: “*nos han presentado el conocimiento hecho de una pieza sin cuidarse de mostrarnos su origen, ni el modo como se formara. Nos han enseñado, por ejemplo, cómo las leyes del movimiento uniformemente acelerado se comprueban por medio de la máquina de Atwood, pero no como de la observación de la caída de los cuerpos se ha llegado a establecer una ley. Nos han enseñado cómo de la hipótesis de Symer se deducen toda serie de los fenómenos que constituyen la electricidad estática, pero no nos han hecho ver cómo de la observación de los fenómenos generales de la electricidad se ha llegado al establecimiento de dicha hipótesis. Nos han enseñado sintéticamente, aplicando el procedimiento deductivo, una ciencia eminentemente analítica que se forma por inducción y no hemos podido dar un paso sin llevar un guía o tropezar y caer*” (CABELLO ROIG, J., *Del método en las ciencias físicas*, ob. cit., pp. 3-4).

⁴⁰² GRAU, R., “¿Qué es lo que hace difícil una investigación?”, *Alambique*, 2, 1994, pp. 27-35.

⁴⁰³ CORTEL ORTUÑO, A., “El trabajo experimental”, *Cuadernos de Pedagogía*, 281, 1999, pp. 60-63.

sí mismos los experimentos un día y otro (...)”⁴⁰⁴. Será en el transcurso de las dos primeras décadas del siglo XX, cuando los profesores se planteen la necesidad de hacer manejar a sus alumnos distintos aparatos de medida, como balanzas, cronómetros, nonius, esferómetros, dinamómetros, voltímetros, etc. Las experiencias de Química trataban fundamentalmente sobre la preparación de sustancias químicas. Primero se exponía la teoría y después se ilustraba con prácticas de laboratorio como aplicación⁴⁰⁵. Fernando Araujo decía, en 1903, que era

*“preciso que el alumno de Física maneje el microscopio y que el de Química prepare por sí mismo el cuerpo que sirva de base a la lección del día, y que el de Agricultura analice tierras y abonos, y que el de Historia Natural aprecie por sí mismo los diversos grados de resistencia a la fractura o de dureza de los minerales tipos; y si se rompe en el ensayo una retorta o se descompona una máquina o se inutiliza un tornillo, o si hace falta comprar un ácido o reponer una sal o adquirir un aparato, que haya recursos para todo (...)”*⁴⁰⁶.

Si se pretendía cambiar el enfoque que se daba al trabajo práctico, dando un mayor nivel de participación a los alumnos en las actividades, la inversión en material científico para los Institutos debía aumentar considerablemente. Recordemos que ya en 1903 la situación de los gabinetes y laboratorios, como reflejaba el propio Fernando Araujo, no era todo lo deseable en cuanto a material científico se refiere: *“Las cátedras experimentales (...) tienen un carácter puramente teórico, porque ni el profesor se atreve a tocar un aparato por temor a que se descomponga, ni menos dejarlo tocar a un alumno, por miedo a que lo inutilice”*⁴⁰⁷. Para que el profesorado pudiese proponer actividades prácticas desde un nuevo enfoque era necesario superar una serie de requisitos: adquirir productos químicos y material fungible, aparatos para las experiencias de Física, completar los recursos didácticos y medios materiales y contar con un presupuesto adecuado para las reparaciones del instrumental. A continuación analizamos cada uno de estos aspectos.

⁴⁰⁴ VICUÑA, G., *El cultivo actual de las ciencias físico-matemáticas en España*, ob. cit., pp. 37-39

⁴⁰⁵ No olvidemos que la enseñanza era predominantemente oral, lo que daba lugar según el profesor Emilio Jimeno a que *“el vulgo, los gobernantes y hasta una parte del Profesorado, piensen y crean que en el desarrollo de las clases orales estriba la única obligación del Profesor. Las prácticas de laboratorio, de taller o de fábrica, los trabajos de seminario, los clínicas, el trabajo tutorial, etc. etc. se presentan como cosa secundaria, y sólo en los casos particulares de gran vocación profesional son estas funciones debidamente atendidas por el Profesor, lo que motiva, naturalmente, que en gran parte sean ineficaces”* Por ello reclamaba la importancia debida a los trabajos prácticos: *“Estos trabajos no son secundarios, y si su necesidad es evidente en todas las materias como complemento de las clases orales, en algunas disciplinas, y particularmente en las de enseñanza de técnica, son más fundamentales que las mismas clases teóricas”* (JIMENO, E., *Ciencia y técnica*, ob. cit., p. 102).

⁴⁰⁶ ARAUJO, F., “Las enseñanzas prácticas”, ob. cit., p. 243).

⁴⁰⁷ *Ibidem*, p. 243.

A) Productos químicos y material fungible.

Evidentemente, dado el carácter experimental que se trataba dar a la Química, el material más solicitado eran los productos químicos y el material de vidrio. Son numerosos los ejemplos que describen la adquisición de reactivos y distinto material de vidrio para las experiencias de Química. Metales como aluminio, hierro, sodio, mercurio, etc. Material como campanas de cristal, cápsulas de porcelana, vasos de precipitados resistentes al fuego, probetas, buretas, etc., que ampliamente venían relacionados en los catálogos de material científico de casas comerciales⁴⁰⁸. En las Memorias anuales de los Institutos se puede comprobar este hecho. Valgan, como ejemplo, el caso del Instituto San Isidro de Madrid que en el curso 1923-24 adquirió para la cátedra de Física y Química “*tintura de tornasol, agua oxigenada, almidón, tiras de tornasol, ácido sulfúrico, limaduras de cinc, (...)*”⁴⁰⁹, lo que nos induce a pensar en el desarrollo práctico de experiencias sobre ácidos y la acción de éstos sobre metales. Y en el Instituto de Almería donde, en 1920, se adquirió una numerosa cantidad de reactivos -más de cien productos diferentes-, junto a matraces, vasos de precipitados, etc., en número suficiente para la realización por los alumnos de actividades prácticas de laboratorio⁴¹⁰. En otros centros también ocurría lo mismo⁴¹¹.

⁴⁰⁸ *Material pedagógico para Institutos, Escuelas Normales, escuelas nacionales y demás centros docentes*, ob. cit.

⁴⁰⁹ *Resumen acerca del estado del Instituto de San Isidro de Madrid en el curso de 1923 a 1924*, Imprenta, librería y encuadernación de Rafael Gómez-Menor, Toledo, 1925, p. XIV.

⁴¹⁰ INSTITUTO GENERAL Y TÉCNICO DE ALMERÍA, *Memoria acerca del estado del Instituto General y Técnico de Almería durante el curso 1920-21*, Imprenta Tierra, Almería, 1922, pp. 12-17. INSTITUTO DE SAN ISIDRO, *Resumen acerca de su estado en el curso de 1923 a 1924*, Talleres gráficos de Rafael Gómez Menor, Toledo, 1925.

⁴¹¹ En el Instituto de Huelva, durante el curso 1920-21, se adquirieron esencialmente productos químicos y material fungible: tubos de seguridad, frascos lavadores, etc. (*Memoria del Instituto General y Técnico de Huelva perteneciente al año académico de 1920 a 1921 leída en el solemne acto de apertura del curso de 1921-22*, Imprenta de Antonio Plata, Huelva, 1922). En el de Córdoba, los productos y reactivos necesarios para las clases experimentales y las prácticas de laboratorio. (INSTITUTO GENERAL Y TÉCNICO DE CÓRDOBA, *Memoria leída en el solemne acto de apertura del curso de 1921 a 1922 acerca de su estado en el curso académico de 1920-21*, Imprenta Moderna, Córdoba, 1922). E igual en otros centros: el número de unidades adquiridas en el Instituto de Málaga en 1922 -36 aerómetros, 10 termómetros, 26 cápsulas, etc.-, también nos puede dar una idea de la participación del alumnado en las experiencias de laboratorio. En el Instituto de Oviedo (curso 1926-27), con el presupuesto extraordinario concedido por R. O. de 12-12-1926, 1.087 pts., para material científico, a la cátedra de Física y Química le correspondieron 300 pts, con las que se adquirieron reactivos (ácido sulfúrico, agua oxigenada, gasolina) y también un condensador, un transformador, etc. (INSTITUTO NACIONAL DE SEGUNDA ENSEÑANZA DE OVIEDO. *Memoria del curso de 1926 a 1927*, Imprenta “La Cruz”, Oviedo, 1927). En otros lugares se adquirieron aparatos de electrólisis, como en Guadalajara en 1928, material de análisis, como en el Instituto de Bilbao, una balanza de precisión, como en Lérida, o un horno de combustión para sustancias orgánicas, como en Huesca. (INSTITUTO NACIONAL DE SEGUNDA ENSEÑANZA DE ALFONSO XIII DE BILBAO, *Memoria. Curso de 1927 a 1928*, Imprenta de José Ausín, Bilbao, 1929; INSTITUTO NACIONAL DE 2ª ENSEÑANZA DE GUADALAJARA, *Memoria acerca del estado del Instituto Nacional de 2ª Enseñanza de Guadalajara durante el curso de 1927 a 1928*, Imprenta Gutenberg, Guadalajara, 1928).

B) Aparatos para las experiencias de Física

Para las cátedras de Física se adquirirían fundamentalmente aparatos de medida: balanzas (balanzas de precisión “Sartorius”, balanzas hidrostáticas, etc.) cronómetros, metrónomo con timbre, palmer de precisión, micrómetro ocular y objetivo, termómetros vacíos, termómetro de aire y termómetros clínicos; aparatos de medida de pesos específicos, densímetros, dinamómetros; aparatos de medida eléctricos como voltímetros, amperímetros; generadores eléctricos, acumuladores, baterías a pilas, baterías Nife cajas de resistencias eléctrica; instrumentos de óptica, escala oftálmica, disco de colores, un banco óptico de Weinhold, juegos de lentes; un aparato de Telégrafo Morse, un aparato Tesla para experimentos de corrientes de alta frecuencia, un modelo de motor Diesel, un modelo de convertidor Bessemer, un estesiómetro Caroll taquitoscopio escolar, un pentágono Ziehen, un sacarímetro Winkel, una aguja de declinación e inclinación⁴¹², etc., que denotan, por el número de ejemplares que se compraban, que además de realizar experiencias de cátedra, serían los propios alumnos los que realizaran las actividades experimentales propuestas.

C) Otros recursos didácticos y medios materiales

Otro capítulo de las adquisiciones relativas a material científico lo constituía la inversión en aparatos de proyección o diapositivas para su utilización en algunos centros. En el Instituto de Huesca ya en el curso 1906-07 se adquiría un aparato de proyecciones. En el Instituto de Zaragoza, durante el curso 1916-17, de las 2.973'30 pts. que fueron sufragadas por el Tesoro Público, aparte del material científico comprado durante ese curso con cargo al material ordinario y el fondo común de certificaciones y derechos de expedientes, parte de ese presupuesto se destinó a la adquisición de 1.227 diapositivas para el aparato de proyecciones. En el Instituto de Castellón ese mismo año se gastaron 4.655,46 pesetas en material científico, adquiriendo, entre otras cosas, 62 diapositivas de proyecciones. En el Instituto de Pontevedra durante el curso 1920-21, los aumentos de material científico lo constituyeron, entre otras cosas, 384 diapositivas y un aparato de proyección para cuerpos opacos marca Sirius. En el Instituto de Figueras,

⁴¹² INSTITUTO GENERAL Y TÉCNICO DE ALMERÍA, *Memoria acerca del estado del Instituto General y Técnico de Almería durante el curso 1920-21*, Imprenta Tierra, Almería, 1922. INSTITUTO NACIONAL DE 2ª ENSEÑANZA DE MURCIA, *Memoria correspondiente al curso académico de 1927 a 1928*, Tip. Suc. de Nogués, Murcia, 1928. INSTITUTO NACIONAL DE 2ª ENSEÑANZA DE HUESCA, *Memoria correspondiente al curso académico de 1927 a 1928*, Imprenta Viuda de M. Aguaron, Huesca, 1929. INSTITUTO NACIONAL DE 2ª ENSEÑANZA DE LÉRIDA, *Memoria correspondiente al curso de 1928 a 1929*, Imprenta Mariana, Lérida. INSTITUTO NACIONAL DE 2ª ENSEÑANZA DE TERUEL, *Memoria reglamentaria relativa al curso de 1928-29*, Imp. de Arsenio Perruca, Teruel.

durante el curso 1927-28, para la clase de Física, se adquiere un aparato de cine para películas de paso universal con motor eléctrico. También era adquirido, incluido normalmente en el capítulo de material ordinario, otro tipo de material como pupitres. Así, en la Memoria del Instituto de Córdoba del año 1928-29, se reflejaba que “*en la clase de Física se ha dotado a los bancos que sirven de asiento a los alumnos, de pupitres, que a más de ofrecerles mayor comodidad, les facilitan el medio de poder tomar apuntes, resolver individualmente los problemas, realizar ejercicios escritos,(...)*”⁴¹³.

D) Reparaciones del instrumental

También era necesario reparar parte del instrumental y material de vidrio. En el Instituto General y Técnico y Sección Universitaria de Canarias, de los gastos en material científico, que fueron de 2.312'86 pts. de los fondos ordinarios y de 1.514 pts. concedidas por R. O. de 23-2-1.921, parte se invirtieron “*habiéndose reparado algunos aparatos y adquiridos otros nuevos para las Cátedras de Física y Química (...)*”⁴¹⁴. Eran los propios catedráticos, como ya se indicó anteriormente, los que dedicaban parte de su tiempo al arreglo de los materiales de laboratorio. Así, destacan casos como los de Cándido Aguilar Paesa⁴¹⁵ o de Luis Buil⁴¹⁶, cuyo trabajo le agradeció el director del Instituto de Huesca, puesto que también se dedicó a la catalogación y arreglo del material de los Gabinetes y Laboratorios de Física y Química. Otros, como Severiano Goig⁴¹⁷ en el Instituto de Almería, también proyectaron y dirigieron la construcción de laboratorios de Química anexos a los locales existentes en los centros. Asimismo, en el Instituto de Pontevedra se construían en los propios laboratorios distintos aparatos útiles

⁴¹³ INSTITUTO NACIONAL DE 2ª ENSEÑANZA DE CÓRDOBA, *Memoria leída en el solemne acto de apertura del curso 1929-30 acerca del estado en el curso académico 1928 a 1929*, Tipografía Artística, Córdoba, 1930, p. 33. INSTITUTO GENERAL Y TÉCNICO DE ZARAGOZA, *Memoria del curso 1916 a 1917*, Artes Gráficas G. Casañal, Zaragoza, 1918, p. 53-54. INSTITUTO GENERAL Y TÉCNICO DE PONTEVEDRA, *Memoria correspondiente al curso de 1920 a 1921*, Imprenta de Celestino Peón, Pontevedra, 1922, pp. 50 y 57. INSTITUTO GENERAL Y TÉCNICO DE CASTELLÓN, *Memoria del curso de 1920 a 1921*, Imprenta de Severino Mercé, Castellón, 1922. INSTITUTO NACIONAL DE 2ª ENSEÑANZA DE FIGUERAS, *Memoria del curso de 1927 a 1928*, Tip. Viuda de José Masdevall, Figueras, 1928, p. 6.

⁴¹⁴ INSTITUTO GENERAL Y TÉCNICO Y SECCIÓN DE ESTUDIOS UNIVERSITARIOS DE CANARIAS, *Memoria correspondiente al curso de 1920 a 1921*, Imprenta de Sucesores de M. Curbelo, La Laguna de Tenerife, 1921, p. 64.

⁴¹⁵ ACMEC, Legajo 5579-16 y . Expediente del concurso previo a traslado de la cátedra vacante en el Instituto de Zaragoza. Hoja de servicios fechada el 15-1-1919. Servicios que son reconocidos de mérito para su carrera y de aquellos eminentes prestados a la enseñanza por el Claustro del Instituto de Burgos el 18-2-1918.

⁴¹⁶ ACMEC, Legajo 5629-8 y . Expediente del concurso previo a traslado de la cátedra vacante en el Instituto de Zaragoza. Hoja de servicios fechada el 2-1-1.912.

⁴¹⁷ ACMEC, Legajo 7483-39 y 8046. Hoja de servicios fechada el 14-11-1.931. El proyecto constaba de toda una seriación del material de laboratorio y utensilios necesarios.

para la enseñanza, como “una pantalla para proyecciones, un interruptor Veinhelt, un excitador para un carrete de inducción, tres sistemas para proyección de espectros magnéticos y dos cubetas de vidrio de caras paralelas”⁴¹⁸.

3.3.1. Las prácticas de laboratorio desde el nuevo enfoque: importancia de las comprobaciones

Analizando las experiencias prácticas publicadas por algunos de los catedráticos, podemos confirmar que se trataban de prácticas encaminadas fundamentalmente a la familiarización de los alumnos con algunos fenómenos químicos, que permitían también el desarrollo de técnicas y destrezas de laboratorio, con una finalidad clara: la comprobación de un hecho, fenómeno, principio o ley. Narciso Puig⁴¹⁹, catedrático de Física y Química durante estos años, realizaba experimentos comprobantes de leyes, compatibles con los medios de que disponía, realizando también en clases extraordinarias distintas experiencias prácticas. Por ejemplo, hacía manejar a sus alumnos en la asignatura de Física diferentes aparatos y, a los de Química, preparar sustancias químicas “procurando que realicen experiencias en cuanto lo permiten los medios de que dispone”⁴²⁰.

Describe este profesor una serie de catorce prácticas de Física que realizaban sus alumnos -en el Instituto de Huesca durante el curso 1917-18-, sobre utilización de distintos aparatos de medida (nonius, esferómetro), medida de densidades, destilación, microscopía y electricidad. También realizaban experiencias prácticas de Química. Por tanto, además de la utilización de esos aparatos sofisticados para la demostración de cátedra ante los alumnos, los profesores trataban de simultanear los contenidos teóricos con los trabajos prácticos en los laboratorios. Los alumnos mediante estas experiencias realizadas hacían observaciones, medían, manipulaban aparatos, comprobaban leyes y comprendían mejor algunos conceptos físicos. No obstante, como hemos mencionado, también se siguieron adquiriendo colecciones de aparatos para demostraciones prácticas sobre distintas leyes físicas.

⁴¹⁸ INSTITUTO GENERAL Y TÉCNICO DE PONTEVEDRA, *Memoria correspondiente al curso de 1913 a 1914*, Imprenta de Celestino Peón, Pontevedra, 1914, p. 45.

⁴¹⁹ ACMEC, Legajo 5864-15 y . Hoja de servicios fechada el 1-2-1919. Expediente del concurso previo de traslado para proveer la cátedra de Física y Química del Instituto de Zaragoza.

⁴²⁰ PUIG, N., CASTAÑOS, E. Y JULIÁ, E., *Curso de 1917 a 1918. Labor verificada en el Instituto General y Técnico de Huesca. Cátedras de Física y Química, Historia Natural y Lengua y Literatura Castellanas, desempeñadas por D. Narciso Puig Soler, D. Emiliano Castaños Fernández y D. Eduardo Juliá Martínez*, ob. cit., p. 1.

Un aspecto a considerar es el hecho de que en muchos casos la realización de prácticas de laboratorio se hacía en horas extraordinarias. Por ejemplo, algunos de los profesores que daban clases prácticas a sus alumnos en horas extra eran además del mencionado Narciso Puig Soler⁴²¹, Luis Olbés Zuloaga⁴²², Cándido Aguilar Paesa⁴²³, Vicente Francia⁴²⁴ y Juan A. Alfaro Ramo⁴²⁵. Es decir, los profesores conscientes de la importancia de la realización de experiencias prácticas, y debido fundamentalmente al exceso de contenidos teóricos que se tenían que desarrollar en las horas lectivas, no dudaban en realizar un trabajo suplementario que, desde luego, no tenían porqué hacerlo. En algún caso, como hacía Luis Olbés en Madrid, las prácticas en el laboratorio eran realizadas únicamente por un grupo privilegiado de alumnos que él seleccionaba⁴²⁶.

Comprobamos asimismo que en otros países los planteamientos eran también similares. Por ejemplo, Rubén Landa, profesor del Instituto de Salamanca, recogía sus impresiones al visitar como pensionado por la J.A.E. distintos centros de Portugal, de manera que al hablar sobre la enseñanza de la Física y Química comentaba que en las clases de estas materias, el profesor hacía los experimentos delante de los alumnos, comentando en días sucesivos lo tratado en dichos experimentos. De hecho las instalaciones donde se desarrollaban las enseñanzas de Física y de Química constaban de laboratorios y de “anfiteatros dispuestos para hacer experimentos”. También se realizaba todas las semanas hora y media de trabajos prácticos individuales⁴²⁷.

El plan de 1926, como ya hemos comentado, introdujo las “permanencias” y las prácticas de algunas materias. En el Bachillerato Elemental -más en consonancia con la actual enseñanza secundaria obligatoria- las permanencias se centraron más en otras disciplinas. Para la realización de esas actividades se contaba con el profesorado auxiliar. Además, por R. O. de 24-9-1927 se decretó que los Auxiliares y Ayudantes no fuesen meramente sustitutos del catedrático en sus enfermedades, ausencias y vacantes,

⁴²¹ ACMEC, Legajo 5864-15 y . Hoja de servicios fechada el 1-2-1919. Expediente del concurso previo de traslado para proveer la cátedra de Física y Química del Instituto de Zaragoza.

⁴²² *Resumen acerca del estado del Instituto de San Isidro de Madrid en el curso de 1923 a 1924*, ob. cit., p. XV.

⁴²³ ACMEC, Legajo 5579-16 y . Expediente del concurso previo de traslado para proveer la cátedra de Física y Química del Instituto de Zaragoza. Hoja de servicios fechada el 15 de enero de 1919.

⁴²⁴ ACMEC, Legajo 5698-14. Hoja de servicios fechada el 2-7-1931.

⁴²⁵ ACMEC, Legajo 5582-34. Hoja de servicios del expediente de concurso de traslado a la cátedra de Física y Química de S. Sebastián, fechado en 20-11-1918.

⁴²⁶ EZQUERRA ABADÍA, R., *Recuerdos del Instituto de S. Isidro*, ob. cit., pp. 13 y 14.

⁴²⁷ LANDA VAZ, R., “Estado actual de la Segunda enseñanza en Portugal”, *B.I.L.E.*, XLVI, 1922, pp. 237-246.

sino colaboradores constantes y diarios en el aula y en los gabinetes. Entre los libros entonces catalogados como de texto oficial para el Bachillerato Elemental hemos citado anteriormente el de Julio Monzón González⁴²⁸. Éste contiene -a lo largo de los distintos capítulos tratados- una serie de experiencias concatenadas con el desarrollo de los contenidos conceptuales tratados. Algunas de las experiencias son de fácil ejecución y con una material sencillo. Por ejemplo, al tratar sobre la diferencia entre los fenómenos físicos y químicos decía:

“Fenómeno químico: Experiencias. a) Se raspa la cabeza de una cerilla, hasta que empieza a arder. Aunque se apague luego, no vuelve a lo que antes fue. b) En una disolución de sal común se echan unas gotas de otra de nitrato de plata. Aunque se deje de echar en seguida, el color blanco, que apareció al punto, no se desvanece y la diafanidad de las sustancias mezcladas no vuelve a presentarse”.

El material utilizado era en la mayoría de los casos material fungible normal en cualquier laboratorio: probetas, tubos de ensayo, etc., utilizando algunos aparatos sencillos como voltímetros, etc., procurando que las ejemplificaciones fuesen sobre hechos cotidianos familiares al alumno. En menor medida se requería la utilización de aparatos y montajes más complicados o que implicaban el uso de los que hemos denominado “aparatos de demostración”. En la mayoría de las experiencias se explicaban las consecuencias que se extraían de su realización.

En el libro escrito por Julio Monzón en colaboración con Arturo Pérez Martín⁴²⁹ -que como vimos también fue declarado texto oficial-, dirigido a los alumnos del Bachillerato Universitario, se intercalaban en las lecciones experimentos que se podían efectuar sobre los temas desarrollados. El de Ricardo Montequi⁴³⁰, declarado asimismo de texto para este Bachillerato, dedicaba también un capítulo a “Nociones preliminares prácticas”, con un buen número de actividades para realizar. En cada tema se van proponiendo experiencias para ser realizadas, que se van intercalando en el texto escrito en los capítulos tratados, señalándose con un asterisco “*las cuestiones genuinamente experimentales*”.

Otros textos seguidos en los Institutos, aunque no estaban exclusivamente dedicados a prácticas de laboratorio, incluían algún capítulo al respecto. El texto de J. Domenech Llompart, describe el material de uso más frecuente: matraces, retortas, cápsulas, etc. Así mismo, describe el desarrollo experimental de procesos sencillos como son la fusión, evaporación, destilación, precipitación, filtración, etc. No propone

⁴²⁸ MONZÓN GONZÁLEZ, J., *Nociones de Física y Química*, Sucesores de Rivadeneyra, artes gráficas, Madrid, 1929.

⁴²⁹ MONZÓN GONZÁLEZ, J. y PÉREZ MARTÍN, A., *Física*, edición oficial, Madrid, 1929.

⁴³⁰ MONTEQUI, R., *Química*, edición oficial, Madrid, 1928.

una serie de prácticas concretas para realizar en el laboratorio, aunque a lo largo de los capítulos tratados se pueden observar numerosos diseños que pueden ser utilizados en las actividades prácticas. Asimismo, el texto de José V. Rubio Esteban⁴³¹ incluye un capítulo dedicado exclusivamente a explicar el material y operaciones más frecuentes que se pueden realizar en el laboratorio. No describe experiencias para ser realizadas en él, tan sólo en algunos temas aparecen dibujos de los aparatos que se utilizan.

Los textos específicos sobre prácticas de Física y Química, como el publicado por José Barceló⁴³², recogen una serie de experiencias “*realizadas con mis alumnos durante siete años de labor en la cátedra*”, explicando minuciosamente su modo de realización, a pesar de que el autor manifieste que lo importante es dejar “*al alumno en condiciones de hallar por sí solo el resultado*”. Son los guiones utilizados años atrás y todavía en la actualidad, que limitan tanto los procedimientos a desarrollar en el proceso de enseñanza-aprendizaje. La mayoría de las actividades propuestas en el libro de J. Barceló son de fácil realización, aunque otras no tanto y además con productos peligrosos y tóxicos, aunque con un material económico. El alumno, además, recoge en un cuaderno sus observaciones personales así como los cálculos que necesita realizar. Las prácticas relativas a Física tratan sobre la utilización de aparatos de medida para determinar espesores, superficies, volúmenes o densidades, la representación de curvas de ebullición o solidificación de sólidos o líquidos, la construcción de una pila Volta o experiencias sobre la inducción magnética. Las relativas a Química son en su mayoría de análisis cualitativo de aniones y cationes, de reacciones de neutralización o de preparación de distintas sustancias. Plantean más dificultades de realización y otras están claramente descontextualizadas respecto al currículo actual de la enseñanza secundaria, aunque en los contenidos de los últimos años del Bachillerato de entonces (Plan de 1934) podían tener cabida. Los recursos materiales utilizados están alejados de aquéllos que se exponían a modo de escaparate a los alumnos, tratando de demostrar principios y leyes de las materias tratadas, siendo manipulados personalmente por los alumnos a fin de desarrollar procesos tendentes a la asimilación de los contenidos conceptuales.

Otro texto de prácticas de Física y Química fue el escrito por el catedrático Rafael Escriche con el título de “*Diario de Laboratorio*”, que presentó a informe de la Real Academia de Ciencias Exactas Físicas y Naturales. En su informe ésta decía que

⁴³¹ RUBIO ESTEBAN, J. V., *Elementos de Química*, editorial La moderna, Murcia, 1936.

⁴³² BARCELÓ, J., *Prácticas de Física y Química*, Talleres gráficos Marsiega, Madrid, 1939.

contenía una “numerosa colección de preguntas, problemas, pequeños asuntos y experimentos fáciles”⁴³³. Es una obra que recoge las experiencias planteadas por este profesor después de varios cursos de experiencia como catedrático de instituto.

En definitiva, comprobamos que se adquiriría material fungible y reactivos en número considerable, lo que confirma que se realizaban experiencias prácticas de laboratorio por los alumnos y no sólo demostraciones por parte del profesor⁴³⁴. Las experiencias de laboratorio que se desarrollaron eran aquellas en las que los alumnos seguían unas claras y precisas instrucciones manipulando aparatos de medida -nonius, tornillos micrométricos, balanzas, areómetros, termómetros, amperímetros, etc.- u otro instrumental, que permitiría el desarrollo en los alumnos de algunas destrezas y habilidades científicas prácticas aumentando la motivación. El valor didáctico que se le concede a este tipo de experiencias prácticas, por algunos especialistas, es bajo. Hodson⁴³⁵, por ejemplo, manifiesta que la adquisición de técnicas o destrezas de laboratorio tiene poco valor en sí misma. También Gil y Payá⁴³⁶ muestran que en ellas existe una ausencia de aspectos fundamentales, como son la emisión de hipótesis o el propio diseño a realizar. En general, podemos afirmar que el nivel participación en procesos de indagación por parte del alumno era bajo.

3.4. Las nuevas orientaciones para la realización de experiencias y trabajos prácticos

Ya hemos comentado que el Instituto-Escuela permitió llevar a la práctica las ideas institucionistas. La I.L.E., cuyos estatutos fueron aprobados en 1876, postulaba una enseñanza activa, basada en el método intuitivo, con una visión directa de la

⁴³³ ACMEC, Legajo 8815-1 y 5749-19. Informe de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales fechado el 23-3-1923.

⁴³⁴ ESCUELA GENERAL Y TÉCNICA DE MELILLA, *Orientaciones de este centro. Memoria de los cursos académicos de 1923-24 y 1924-25*, Artes Gráficas Postal Expres. INSTITUTO NACIONAL DE 2ª ENSEÑANZA DE GUADALAJARA, *Memoria acerca del estado del Instituto Nacional de 2ª Enseñanza de Guadalajara durante el curso de 1927 a 1928*, Imprenta Gutenberg, Guadalajara, 1928. INSTITUTO NACIONAL DE 2ª ENSEÑANZA DE HUESCA, *Memoria correspondiente al curso académico 1928-29 del Instituto Nacional de Segunda enseñanza de Huesca*, Imprenta Vda. de M. Aguarón, Huesca, 1930. INSTITUTO NACIONAL DE 2ª ENSEÑANZA DE LÉRIDA, *Memoria correspondiente al curso de 1928 a 1929*, Imprenta Mariana, Lérida. INSTITUTO NACIONAL DE 2ª ENSEÑANZA DE TERUEL, *Memoria reglamentaria relativa al curso de 1928-29*, Imp. de Arsenio Perra, Teruel. *Memoria del Instituto Nacional de 2ª enseñanza de Málaga correspondiente al curso de 1928 a 1929*, “La española”, Málaga, 1930.

⁴³⁵ HODSON, D., “Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio”, ob. cit., p. 301.

⁴³⁶ GIL, D. Y PAYÁ, J., “Los trabajos prácticos de Física y Química y la metodología científica”, *Revista de Enseñanza de la Física*, 2(2), 1988, pp. 73-79.

realidad concreta de las cosas, y una segunda enseñanza articulada con la primera e independizada de la enseñanza universitaria. Desde esta perspectiva, a finales del XIX, como se vio, se proponen otros modelos de enseñanza de las ciencias. En este apartado vamos a estudiar el enfoque que se dio al trabajo práctico en el Instituto-Escuela y la repercusión que las nuevas propuestas tendrían en otros centros, considerando inicialmente algunos antecedentes innovadores -en cuanto a los trabajos y experiencias prácticas se refiere- que, surgidos en el ámbito institucionista, influyeron posteriormente en los planteamientos del Instituto-Escuela.

3.4.1. La concepción de las prácticas de laboratorio en Francisco Quiroga: Química de la vida cotidiana y materiales sencillos

Desde el Museo Pedagógico se plantearon cursos, dirigidos fundamentalmente a maestros, que se basaban también en las demostraciones de cátedra. Quiroga opinaba que la información a través de los textos o por medio de la comunicación oral del profesor era poco o nada significativa. Asimismo, cuando el profesor aborda la enseñanza de la Química es indispensable no hablar de nada que no se pueda demostrar. El alumno aprende con la observación de los hechos por medio de las demostraciones del profesor, ve unas experiencias que realiza el profesor y en el mejor de los casos, repetirá esas demostraciones cuando tenga la suficiente preparación. Justificaba así la realización de demostraciones, aunque sin la utilización de aparatos complicados y especiales para que no se confundiera al profesor de Química con un ilusionista o prestidigitador.

Para Quiroga era preciso abordar el estudio de la Química con un material poco costoso. No debían utilizarse aparatos que sólo demostraran un principio o fenómeno. La observación y la experimentación propias de esta disciplina las reducía a demostraciones sobre fenómenos químicos de la vida cotidiana, proponiendo lecciones sobre el agua, el aire, los alimentos, etc. Es decir, la Química de la vida cotidiana. Con lo cual planteaba, aunque fuera desde la perspectiva de las demostraciones de cátedra, un cambio en la concepción de esta actividad. Era preciso utilizar aparatos y materiales distintos y centrar el desarrollo de las en los hechos de la vida cotidiana, más próximos al alumno.

Con una perspectiva similar Ricardo Becerro de Bengoa planteaba que había que procurar que los alumnos se ejercitaran *“en la construcción de sencillos aparatos, que sirvan para las demostraciones de las leyes y aplicaciones de la Física, sin necesidad de*

que sean tan complicados y costosos como los de la fabricación especial⁴³⁷. Es decir, poniendo en práctica las demostraciones de cátedra, pero utilizando otro material más sencillo y menos sofisticado que los aparatos de demostración⁴³⁸. En cuanto a la Química este catedrático proponía que su estudio “ha de ser práctico y muy repetido en materia de experimentación el estudio de la Química, concretándose en lo elemental, a lo puramente útil, y no ocupándose de cuanto no tenga este carácter”⁴³⁹.

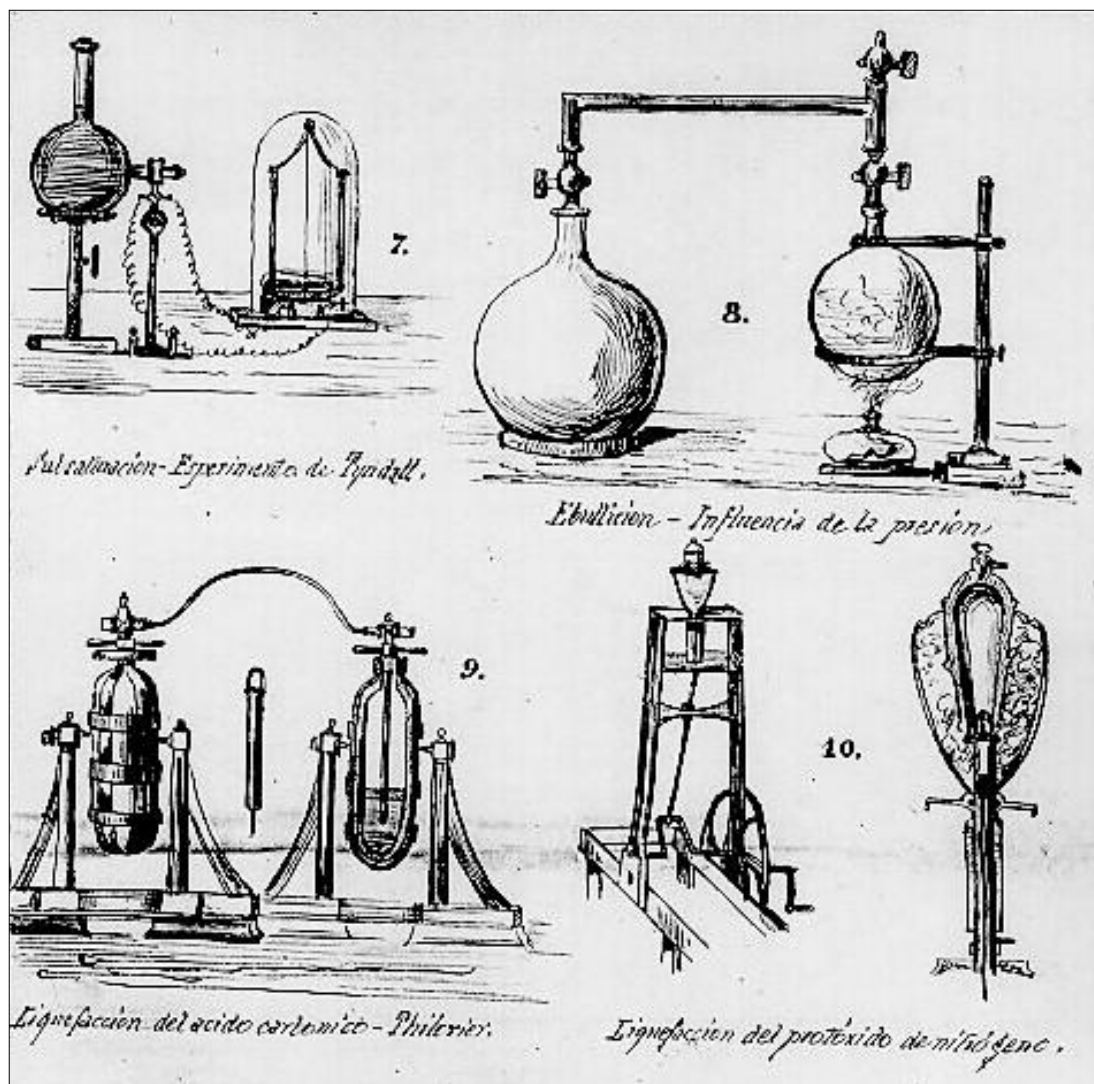


Figura IV.9. Dibujos realizados por Ricardo Becerro de Bengoa en un trabajo sobre el cambio de estado de los cuerpos.

⁴³⁷ “Sabido es que, en muchas de las lecciones de la Física, cabe realizar esas demostraciones y aplicaciones por medio de ingeniosos y sencillos aparatos, que son como un intermedio entre el aparato complicado, perfecto y costoso, y el juguete físico; y que tanto el profesor entusiasta como los alumnos (...) pueden construirlos, ejercitándose de este modo en el trabajo manual de diversas clases de materiales, y aprendiendo al mismo tiempo multitud de manipulaciones prácticas, que después son de gran provecho en diversas necesidades de la vida” BECERRO DE BENGEOA, R., *La enseñanza en el siglo XX*, ob. cit., p. 307.

⁴³⁸ *Ibidem*, p. 307.

⁴³⁹ *Ibidem*, p. 308.

3.4.2. Edmundo Lozano y la propuesta de cambio metodológico: el protagonismo pasa a los propios alumnos.

Profesor del Museo Pedagógico, Edmundo Lozano Cuevas impartía los cursos prácticos de Química que organizaba dicho centro. Lozano les proponía a los alumnos que fuesen *protagonistas activos* de su propio aprendizaje. Pasaba de los enfoques expositivos centrados en el libro de texto, con unos contenidos cerrados y recargados, apoyados en experiencias de cátedra, a otros métodos que propiciaran más la participación de los alumnos. Frente a la enseñanza puramente verbalista proponía capacitar a los alumnos para el trabajo científico. En primera instancia era necesario desarrollar habilidades y destrezas para la construcción del material de laboratorio preciso, para pasar posteriormente a la realización de experiencias, mayoritariamente adaptadas, en su caso, a partir de fuentes inglesas.

Consideraba que las materias científicas podían aportar el método que les era propio y característico, el método científico, la formación del hábito científico, el cultivo de un método y de una orientación del pensamiento. Proponía concebir el trabajo experimental no sólo como recurso en la enseñanza de las ciencias, sino como medio de incentivar el trabajo personal del alumno. Trataba, en definitiva, de evitar que el alumno aprendiera una Física de gabinete o de laboratorio sin ninguna relación con sus experiencias e ideas de la Física de la vida cotidiana. Esta nueva visión viene a recoger, para la enseñanza secundaria, las propuestas que Cossío y el Museo Pedagógico Nacional hacían sobre el material escolar, dirigidas a la utilización de materiales alternativos del entorno escolar y a la construcción de aparatos sencillos en el aula, en las que, como veremos, hará especial hincapié J. Estalella. Lozano criticaba las colecciones de material de enseñanza que se adquirían en los centros por su incongruencia y *“presentación teatral, pintorescas panoplias de chirimbolos de juegos malabares; además, los diferentes artilugios que las constituyen son de naturaleza tan deleznable y frágil, que suelen quedar lisiados en la primera manipulación”*⁴⁴⁰. Además, comentaba la negativa influencia que podían tener estas actividades en la mente del alumno: *“Después de contemplar estos ingeniosísimos y complicados artificios, no es extraño que el alumno asocie todas sus concepciones del mundo físico, con extraordinarios conjuntos de ruedas dentadas, resortes, poleas, tubos y recipientes”*⁴⁴¹. Por contra, apostaba que para la enseñanza a nivel elemental de estas disciplinas no se utilizaran sino

⁴⁴⁰ LOZANO, E., “El laboratorio y el gabinete de Física en la escuela”, *B.I.L.E.*, XXXVI, 1912, pp. 321-326 (referencia en p. 321).

⁴⁴¹ *Ibidem*, p. 322.

“otros aparatos que los construidos en clase, valiéndose de materiales y medios asequibles al maestro (...) También es preciso tener en cuenta que los experimentos con aparatos sencillos, construidos con objetos y materiales de uso corriente, y en los que no existen relaciones complicadas, son más accesibles al alumno que los que se ejecutan con los más lujosos y acabados del gabinete importado (...)”⁴⁴².

El catedrático José Estalella recogerá esta concepción del profesor Edmundo Lozano sobre las experiencias y trabajos prácticos, material a utilizar, etc. De las propuestas de Estalella nos ocupamos a continuación.

3.4.3. Las experiencias y trabajos prácticos desde la perspectiva del profesor Estalella

Cuando se constituye en 1918 el Instituto-Escuela, como centro pionero en el ensayo de metodologías innovadoras y como escenario de experimentación para la posterior elaboración de nuevos planes de estudios, en el cuadro horario relativo a la Sección de Secundaria, los trabajos prácticos y de laboratorio así como las salidas de campo y otras visitas, gozaban de una gran importancia:

Cuadro IV.11.

Horario de la Sección de Secundaria del Instituto-Escuela de Madrid				
Actividades prácticas	Cursos			
	1º	2º	3º	4º
Laboratorio y trabajos prácticos	5 horas	5 horas	5 horas	5 horas
Excursiones y visitas	3 horas	3 horas	3 horas	3 horas

Fuente: JUNTA PARA AMPLIACION DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES CIENTIFICAS, *Un ensayo pedagógico. El Instituto-Escuela de Segunda Enseñanza de Madrid (Organización, métodos, resultados)*, Tip. de la Revista de Archivos, Madrid, 1925.

José Estalella Graells, como ya hemos comentado, fue seleccionado para incorporarse al Instituto-Escuela en 1919, basándose la comisión en sus méritos, en *“las publicaciones científicas o pedagógicas, los trabajos realizados en laboratorios, centros docentes o privadamente, el conocimiento de idiomas y la práctica docente”⁴⁴³*. También influyó su actividad como pensionado (R. O. de 19 de mayo de 1919) visitando Liceos y Escuelas de Segunda enseñanza del sur de Francia, Suiza y norte de

⁴⁴² *Ibidem*, pp. 321-322.

⁴⁴³ PALACIOS BAÑUELOS, J., *Instituto-Escuela. Historia de una renovación educativa*, ob. cit., p. 104.

Italia, con el objeto de conocer las instalaciones y “*métodos de laboratorio*”⁴⁴⁴. Accedió al Instituto-Escuela con el beneplácito de José Castillejo, al que le había gustado su forma de dar las clases de Ciencias Naturales. Estalella será el responsable directo a la hora de introducir en el Instituto-Escuela el cambio de orientación en la concepción del trabajo práctico.

Para Estalella, también era necesario un cambio metodológico de forma que las experiencias propuestas despertaran la curiosidad del alumno y propiciaran su intervención, incidiendo en la importancia de los procedimientos de indagación puestos en juego con esas actividades. La clase, en contra de lo usual, no tenía porqué ser un auditorio donde se oyera sólo una voz, era preciso evitar -decía él- que los alumnos se dejaran seducir por el profesor que hace de la clase diaria un discurso al igual que hace un prestidigitador, porque “*el conocimiento ha de nacer en el chico y no hay que aplicárselo, tal como el agricultor cultiva el huerto, en el que los árboles se llenan de frutos y no va a colgarlos en las ramas*”⁴⁴⁵. Como ya comentamos, propuso sustituir en la enseñanza de la Física y Química los denominados “aparatos de demostración” -tan utilizados en las aulas y laboratorios de la época-, que eran complicados, de elevado coste y, por tanto, de difícil adquisición, por los construidos en el aula: *¡Construidlos; ¡Haced que los construyan vuestros alumnos!*⁴⁴⁶.

Estalella subrayó la importancia de utilizar en las experiencias materiales de uso cotidiano y otros de desecho, aparatos construidos por el propio alumno, desterrando los aparatos complicados de los antiguos gabinetes de Física, que ejercían fundamentalmente de escaparate, de mera exposición y de motivo casi idolátrico para aquellos que los contemplaban. Las clases planteadas por Estalella quieren convertirse en auténticos talleres, laboratorios de trabajo donde el papel importante lo representa el alumno: “*les hacía hacer mil cosas, obtener almidón, destilar vino, hacer tinta o jabón, grabar metales o vidrio, purificar sales...*”, cuenta María Cardús⁴⁴⁷. El material pedagógico del Instituto-Escuela de Barcelona, centro que dirigiría posteriormente este

⁴⁴⁴ JUNTA PARA AMPLIACIÓN DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS, *Memoria correspondiente al curso 1918 y 1919*, Madrid, 1920, pp. 262 y 263.

⁴⁴⁵ ESTALELLA GRAELLS, J., “Directrius”, *Institut-Escola, Revista de l’Institut-Escola de la Generalitat*, 16, 1934, p. 2.

⁴⁴⁶ ESTALELLA GRAELLS, J., “Aparatos universales”, ob. cit., p. 242. Esos aparatos, como ya puso de manifiesto anteriormente Tomás Escriche, resultaban para los alumnos instrumentos complicados, enigmáticos y que servían para que el profesor verificara experimentos, es decir, si se utilizaba tal aparato se producía tal fenómeno, atribuyendo al aparato propiedades de las que realmente carecía, pero que apenas si valía para explicar otras conclusiones más importantes.

⁴⁴⁷ CARDÚS, M., *Josep Estalella i L’Institut-Escola, de la ciència a la pedagogia*, Ajuntament de Vilafranca del Penedés, 1980, p. 25.

catedrático, se obtenía de forma diversa: “de las excursiones los niños vienen cargados de minerales, fósiles, plantas,(...) los tubos de aspirina vacíos hacen un buen servicio para las clases de Química y de Zoología, las cajas de cartón y metálicas son un excelente material de aritmética, de geometría, de mecánica, de electricidad, de dibujo”⁴⁴⁸, y los propios hechos cotidianos, “haberse helado el agua de la fuente, el brotar de un árbol, abrirse una flor”⁴⁴⁹, eran aprovechados para su estudio, alterando totalmente el orden de los programas.

Los problemas planteados a los alumnos eran reales, estaban relacionados también con aspectos de la vida cotidiana, olvidando aquellos otros que resultaban totalmente ficticios, con supuestos y datos arbitrarios⁴⁵⁰. La siguiente idea puede resumir significativamente la orientación didáctica de los trabajos y experiencias prácticas de este catedrático: “Estudiar física no consiste en inculcar conocimientos, sino en re-crearlos (...) El origen de los conocimientos físicos está en la investigación (observación y experimento) y no está en la explicación o en la lectura”⁴⁵¹.

Estalella mostró otra forma de considerar las experiencias prácticas de laboratorio: la inclusión de aspectos procedimentales y actitudinales como algo importante a considerar, la participación activa del propio alumno en la construcción de los aparatos y con materiales de uso cotidiano, etc. En su concepción de los mismos, aparecen unos rasgos distintivos o aspectos trascendentales que, sin embargo, habían sido ignorados anteriormente. A partir de la creación del Instituto-Escuela de Madrid y, posteriormente, a través de la propia labor docente de Estalella u otros innovadores como Andrés León, Miguel A. Catalán y José de la Puente Larios⁴⁵², se iba a propiciar un cambio en la concepción de las experiencias de laboratorio y de la enseñanza de la Física y Química: “Si rehusamos por un lado a nuestros escolares los aparatos hechos, tampoco hemos de darles por otro lado las leyes hechas. Ciencia no vista nacer y formar por quien en ella va a iniciarse, es ciencia muerta. El estudiante ha de sentir la

⁴⁴⁸ “Organització”, *Institut-Escola, Revista de l’Institut-Escola de la Generalitat*, 11, 1933, p. 3.

⁴⁴⁹ ESTALELLA GRAELLS, J., “El Batxillerat a l’Institut-Escola”, *Institut-Escola, Revista de l’Institut-Escola de la Generalitat*, pp. 5-8 (referencia en p. 6).

⁴⁵⁰ *Ibidem*, p. 5.

⁴⁵¹ ESTALELLA GRAELLS, J., “Aparatos universales”, *ob. cit.*, p. 242.

⁴⁵² Quien publicaba también en la *Revista de Segunda Enseñanza* sobre el material en las clases de Física y Química, describiendo sencillos aparatos, contruidos con materiales barato, como un desecador, un refrigerante, una pila Daniell, etc. (PUENTE LARIOS, J. de la, “El material de nuestras clases”, *Revista de Segunda Enseñanza*, 21, 1926, pp. 107-109).

creación del conocimiento”⁴⁵³. Es decir, era preciso que el alumno realizara por sí solo -ayudado por el profesor- todo el proceso experimental, que se habituara a construir sus aparatos y así llegar a poder establecer, por su propia iniciativa, las relaciones existentes en un determinado fenómeno.

Lo que ocurría en muchos casos, como narra el catedrático José de la Puente ya en 1933, era que las clases prácticas en la enseñanza de las ciencias físicas adolecían fundamentalmente de una deficiencia importante, la de los propios laboratorios y aulas, de manera que por ello las clases no tenían “*la intensidad que habían de tener, habiendo de contentarse el profesor en muchos casos con verificar los experimentos, medidas, obtenciones, etc., a presencia de los alumnos, tomando estos apenas parte activa en los mismos*”⁴⁵⁴. Se había asumido la necesidad de propiciar una mayor actividad del alumno en la realización de experiencias y trabajos prácticos, que como decíamos anteriormente, se propugnaba desde el Museo Pedagógico con Edmundo Lozano y posteriormente con José Estalella.

Estalella era, además, autor del texto *Prácticas de Física*, un texto con claras diferencias respecto a los demás, puesto que suponía una total innovación en la concepción y planteamiento de las experiencias prácticas. A. León⁴⁵⁵ comentaba, desde la *Revista de Pedagogía*, que para preparar un primer curso de prácticas de Física no conocía en castellano libro mejor, y a la altura de la Física de su época, que *Ejercicios prácticos de Física*⁴⁵⁶ del Dr. José Estalella, en los que, con un material muy pobre, se indicaba la forma de realizar una serie de ejercicios despertando en el niño el espíritu de observación⁴⁵⁷.

⁴⁵³ ESTALELLA GRAELLS, J., “La simplificación del material escolar de Física y Química”, publicado en *L’obra dispersa del Dr. Josep Estalella*, ob. cit., p. 569.

⁴⁵⁴ Archivo de la JAE. Caja 118 - 584. Solicitud de pensión realizada en mayo de 1933.

⁴⁵⁵ *Revista de Pedagogía*, 51, 1926, p. 125.

⁴⁵⁶ ESTALELLA GRAELLS, J., *Ejercicios prácticos de Física elemental*, Imprenta de Guinart y Pujolar. Ed. G. Gili, Barcelona, 1914.

⁴⁵⁷ La *Revista de Segunda Enseñanza*, recogido de *Anales de la Sociedad Española de Física y Química* por la citada revista, R. Salvia escribía sobre esta obra lo siguiente : “*Este (el alumno) encuentra en la obra cuantos consejos y detalles necesita para la construcción de los aparatos que ha de utilizar en las medidas, es digna de notarse esta cualidad recomendable del sistema y de la obra, porque es indudable que arraiga, mucho más profundamente, en la mente del alumno, el fundamento del método empleado en cada caso, si él mismo ha tenido que prepararse y acondicionarse los aparatos, que si se limita a la utilización del material ad hoc, ya dispuesto para las medidas. Merece también alabanzas el propósito del autor, que se manifiesta repetidamente en la obra, de habituar al alumno a traducir gráficamente los resultados de sus trabajos, e interpretar los gráficos, así como de discutir el grado de precisión alcanzado en las medidas y a señalar hasta donde puede responder de sus resultados*” (*Revista de Segunda Enseñanza*, 21, 1926, Sección Bibliografía, pp. 133-134).

También escribió Estalella *La simplificación del material escolar de Física y Química*⁴⁵⁸, texto del cual se decía en la *Revista de Segunda Enseñanza* que “puede ser de gran utilidad para el profesorado y de muy beneficiosa influencia en la enseñanza”⁴⁵⁹, en el que se demuestra que para la experimentación en los fenómenos físicos de observación más frecuente, y la comprobación de las leyes que los rigen, se pueden utilizar sencillos aparatos, aprovechando para su construcción utensilios y objetos de uso corriente. Este libro representó un salto importante en la concepción de las prácticas y experiencias de laboratorio. Andrés León en la *Revista de Pedagogía* comentaba acerca de él, que mostraba cómo no son necesarios grandes gabinetes ni laboratorios de Física y de Química para iniciar a los niños en los estudios de estas ciencias, utilizando material de uso frecuente, frente a los antiguos aparatos de demostración, artilugios sofisticados que se encontraban encerrados en las vitrinas de los laboratorios para ser utilizados una vez al año con el objetivo de demostrar alguna cosa. Comentaba además el valor educativo que tales materiales estaban en plena actividad y no eran materia muerta encerrada en las vitrinas.

También desde el Museo Pedagógico Nacional, además de otras acciones de interés, se facilitaba a los centros de enseñanza, tanto Institutos como escuelas, publicaciones del Museo sobre distintos temas. Estas publicaciones eran enviadas a los centros y así aparecen en las Memorias anuales de los Institutos de Segunda enseñanza cuando se cita las obras donadas a sus bibliotecas⁴⁶⁰. Entre esas publicaciones que realizaba el Museo Pedagógico⁴⁶¹, se halla un libro sobre bibliografía y material de enseñanza, que ayudaba a la adquisición del material a los profesores analizando el precio, elementos de que constaba, productos químicos, etc. del material para los laboratorios de varios autores como Melde, Bopp, Johnston Schroeder, Armengaud y Volkert. Además se facilitaba también una detallada lista de textos, tanto teóricos como prácticos, y de problemas, que eran considerados de interés para la enseñanza de la Física y de la Química. Entre ellos citaremos los de Tomás Escriche, Luis Olbés, Pedro Marcolain o la traducción de José Estalella del texto alemán de Kleiber y Karsten.

⁴⁵⁸ ESTALELLA GRAELLS, J, *La simplificación del material escolar de Física y Química*, editado por Revista de Segunda Enseñanza, Madrid, 1925.

⁴⁵⁹ *Revista de Segunda Enseñanza*, 21, 1926, pp. 133-134.

⁴⁶⁰ INSTITUTO GENERAL Y TÉCNICO DE TARRAGONA, *Memoria del curso de 1920 a 1921*, Imp. Vda de J. Gibert Miró, Tarragona, 1922. INSTITUTO GENERAL Y TÉCNICO DE PONTEVEDRA, *Memoria correspondiente al curso de 1920 a 1921*, Imprenta de Celestino Peón, Pontevedra, 1922. INSTITUTO GENERAL Y TÉCNICO DE CÓRDOBA, *Memoria leída en el solemne acto de apertura del curso de 1921 a 1922 acerca de su estado en el curso académico de 1920-21*, Imprenta Moderna, Córdoba, 1922. INSTITUTO GENERAL Y TÉCNICO DE ALICANTE, *Memoria correspondiente al curso académico de 1922 al 1923*, Renovación tipográfica, Valencia, 1924. INSTITUTO NACIONAL DE 2ª ENSEÑANZA DE MURCIA, *Memoria correspondiente al curso académico de 1928 a 1929*, Tip. Suc. de Nogués, Murcia, 1929.

⁴⁶¹ MUSEO PEDAGÓGICO, *Bibliografía y material de enseñanza. Física. Química*, 1913.

3.5. La difusión y aceptación de las nuevas ideas sobre el trabajo práctico

La labor de Estalella en el Instituto-Escuela fue proseguida por los profesores Andrés León y Miguel Catalán. Éstos trataron de conseguir una continuidad entre la enseñanza primaria, la secundaria y los estudios universitarios. Siguieron en la línea planteada ya en los primeros años de estancia de de Estalella, tratando de huir de las demostraciones con aparatos costosos, raros y desconocidos para los alumnos y apostándose por la construcción de materiales por parte del alumnado o la utilización de materiales sencillos. El planteamiento didáctico cambiaba según se desarrollara con los alumnos de Bachillerato del primer ciclo -2º, 3º y 4º- o con los alumnos de los últimos años. Recordemos que en el Instituto-Escuela el estudio de la Física y Química en el período del Bachillerato general se extendía desde el segundo hasta el cuarto curso, es decir, se dirigía a alumnos de edades comprendidas entre los doce y dieciséis años. Ese planteamiento evolucionó en el transcurso de los años:

- a) En el primer ciclo se buscaba, fundamentalmente, despertar el espíritu de observación tratando de familiarizar a los alumnos con fenómenos científicos sencillos.

Cuadro IV. 12.

Algunos de los contenidos propuestos en el Instituto-Escuela de Madrid para el primer curso de Química	
Examen de algunas sustancias.	Observación de la sal común Observación de la sal amoníaco Observación del azufre
Examen de algunos metales. Oxidación.	Cobre. Hierro. Plomo. Cinc. Estaño. Magnesio. Aluminio.
Combustión y oxidación.	Elemento activo del aire.
Observación de algunos ácidos.	Acción de los ácidos sobre los metales.
Agua.	Acción del agua sobre los metales.

Fuente: *Un ensayo pedagógico. El Instituto-Escuela de Segunda Enseñanza de Madrid*, Madrid, 1925, pp.293-295.

Asimismo, entre las indicaciones que se ofrecían a los alumnos para la realización de ese examen de las sustancias, destacaremos las siguientes:

Cuadro IV.13.

Guía de observación para el examen de algunas sustancias
Estado en que se encuentra. Sólido, líquido o gas.
Color.
Transparente. Translúcido. Opaco.
Brillo o no.
Cristalino o amorfo.
Olor.
Dureza.
Solubilidad.
Efecto del calor.
Color a la llama

Fuente: LEÓN, A. Y CATALÁN, M., *Exposición de la enseñanza cíclica de la Física y Química*, Madrid, 1931.

Ante la imposibilidad, por falta de locales y material, de que los alumnos hicieran las experiencias individualmente (aunque ese era el deseo de los profesores), éstas eran hechas por el profesor procurando entablar un diálogo con los alumnos por medio del cual se llegara a la interpretación del fenómeno. Ese diálogo era una fuente que propiciaba la discusión, lo que implicaba que fuese un medio por el que, “*los estudiantes obtienen un acercamiento al fenómeno que conducirá a la comprensión*”⁴⁶². Se planteaba la observación no como una actividad puramente sensorial sino como una actividad intelectual, haciendo que los alumnos no fuesen simples observadores de algo que “sólo comprueba” lo establecido anteriormente por tal o cual ley física. De esta forma se habituaba a que reflexionaran, pensaran y profundizaran en los fenómenos a fin de que adquiriesen nociones claras y una capacitación fundamental para el estudio a desarrollar en los cursos siguientes. En otras ocasiones eran los propios alumnos los que realizaban las experiencias, individualmente o trabajando en grupos pequeños.

b) Como dijimos anteriormente, plantearon formas de trabajo basadas en la práctica experimental del alumno, diseñando un programa de Física y Química centrado en la realización de actividades de laboratorio por los propios alumnos, utilizando un material sencillo.

Se asumía lo que J. J. Thomson decía en 1931, al plantear las diferencias existentes entre los objetivos a conseguir en los laboratorios universitarios y los laboratorios exclusivamente de investigación, cuando comentaba que, dadas las características de

⁴⁶² WOOLNOUGH, B. E. Y AALSOP, T., *Practical work in science*. CUP, Cambridge, 1985.

algunos alumnos, era el laboratorio el lugar ideal, en la universidad, para el aprendizaje de la teoría y de la práctica, ya que *“siendo en la cátedra absolutamente inmune a toda posible infección producida por una idea física, podrá coger la gripe de algunos principios físicos si éstos llegan a él en forma de experimento hecho por sus propias manos”*⁴⁶³.

Al Instituto-Escuela, como comentamos, no se le dotó de un gabinete de Física lleno de aparatos, como era habitual en esos años. Se consideraba que la utilización de un material alternativo, construido por los propios alumnos, podía ser más adecuado para la enseñanza que las máquinas y aparatos que solían usarse para hacer demostraciones⁴⁶⁴. En la Memoria de la J.A.E. relativa al curso 1927-28 se reflejaba el trabajo realizado durante ese curso:

*“La práctica adquirida por los escolares, niños de unos trece años, en el montaje de aparatos y el espíritu de observación que en ellos se desarrolló, han permitido avanzar con más velocidad y llegar a resultados de mucha mayor finura (...) y los resultados obtenidos en esta experiencia pedagógica encaminada a que los alumnos, en lo posible, observaran por sí mismos los fenómenos y llegaran a descubrir algunas de las leyes de la naturaleza”*⁴⁶⁵.

Como se ve, consideraban como objetivo principal intentar llegar al descubrimiento de leyes físicas. Algo que se aproximaría en primera instancia a lo que posteriormente se ha venido denominando corriente de aprendizaje por descubrimiento, que aunque no llegó a consolidarse y presentaba claras contradicciones, supuso como afirma Daniel Gil,

*“desarrollar plenamente la idea de que los estudiantes debían familiarizarse con las actividades del trabajo científico para poder comprender los conocimientos alcanzados (...) (y contribuyó a ser) un elemento dinamizador de una enseñanza que permanecía anclada en tradiciones asumidas acriticamente”*⁴⁶⁶.

⁴⁶³ “Misión de los laboratorios universitarios”, *Residencia, Revista de la Residencia de estudiantes*, v. II, 3, 1931, p. 165.

⁴⁶⁴ *“La enseñanza de la Física y Química (...) ha consistido casi exclusivamente en trabajos de laboratorio realizados por los mismos discípulos con un material muy sencillo. Se procuró ponerles en condiciones de que fueran ellos mismos los que, observando el resultado de sus manipulaciones y discutiendo con sus compañeros las medidas y números obtenidos, razonasen sobre los nuevos fenómenos que se les presentaban y llegasen, en cierto modo, a descubrir las leyes físicas. Los resultados obtenidos superaron en mucho las esperanzas puestas en el ensayo, a pesar de que la falta de local suficiente y de material adecuado dificultó muchas veces el completo desarrollo del plan”* (JUNTA PARA AMPLIACIÓN DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS, *Memoria correspondiente a los cursos 1927-28*, ob. cit., p. 334).

⁴⁶⁵ *Ibidem*.

⁴⁶⁶ GIL PÉREZ, D., “Contribución de la historia de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación”, *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (2), 1993, pp. 197-212 (referencia en p. 198).

Esta visión inductivista se extendió también a otras asignaturas, por ejemplo, a la Psicología. De hecho, algunos profesores de esta disciplina manifestaban que el laboratorio debía servir fundamentalmente para el alumno y no para el profesor, que el trabajo a desarrollar en el laboratorio debía consistir en observar y en experimentar, por lo cual los trabajos a realizar debían ser sencillos y elementales. Era preciso que el alumno se adiestrara en el hábito de la observación y que fuese capaz, con iniciativa propia, de experimentar por sí mismo a fin de comprobar lo que previamente había supuesto. Para esto se necesitaba hacer uso del laboratorio. Es decir, el fin principal del laboratorio en la segunda enseñanza era *“que el alumno se habitúe a investigar fenómenos y tenga de esta manera acentuada disposición para resolver los complicados problemas que la realidad le planteará en el continuo desarrollo de su vida”*⁴⁶⁷. Para cumplir con ese fin, Vicente Feliu, profesor de Psicología en el Instituto de Barcelona, manifestaba haber:

*“transformado la cátedra en un taller-aula, del que nosotros no somos más que un operario de mayor experiencia, que, a la vez, que estudia y aprende, vigila y dirige atenta y prudencialmente a los reflexivos escolares, que, con entusiasmo inesperado, van descubriendo por sí solos las relaciones íntimas de los fenómenos psíquicos, moldeándose de esta manera un concepto sólido y fecundo del espíritu humano”*⁴⁶⁸.

Desde este enfoque, se planteaba un problema a los alumnos. Éstos reflexionaban y trataban de inducir las leyes de ese fenómeno estudiado. Inventaban los instrumentos necesarios para poder comprobarlo, exponían la solución a la que habían llegado ante el resto de compañeros y éstos planteaban otro procedimiento o criticaban lo realizado por los compañeros:

*“El alumno efectúa “su experimento”. Suyo porque él es el descubridor del procedimiento demostrativo; suyo, porque él es el constructor de sus aparatos, y suyo, porque él es quien experimenta (...) De esta manera el alumno se da perfecta cuenta de que no hay solución de continuidad alguna entre la investigación que él ha realizado y la que se realiza en los laboratorios superiores; está convencido de que, utilizando elementos más perfectos y con una superior habilidad que con el tiempo irá adquiriendo, llegaría también él a resultados exactos y precisos, puesto que domina el procedimiento y tiene una visión clara del camino que hay que seguir para descubrir las relaciones íntimas de la naturaleza”*⁴⁶⁹.

⁴⁶⁷ FELIU EGIDO, V., “Labor docente en nuestros institutos. El laboratorio en la Segunda Enseñanza. II”, *Revista de Segunda Enseñanza*, 12, 1924, pp. 148-156 (referencia en pp.148-149).

⁴⁶⁸ *Ibidem*, p. 149.

⁴⁶⁹ *Ibidem*, pp. 151 y 153.

El planteamiento del Instituto-Escuela de Madrid con los alumnos de los dos últimos cursos de Bachillerato -5º y 6º- era diferente: las clases eran divididas en teóricas y prácticas, siendo en éstas donde los alumnos, en grupos de a dos, realizaban trabajos prácticos y construían sencillos aparatos. El profesor estaba en contacto con los grupos, dialogaba con ellos sobre el trabajo que realizaban, pero dejándoles libertad de desenvolvimiento. En ello se observa una tendencia a plantear actividades que podían ser desarrolladas con esa libertad a la que se aludía anteriormente, versando algunas de ellas, sobre temas de la vida cotidiana.

Los alumnos hacían uso de la bibliografía relativa al caso, siendo el profesor un guía en el trabajo realizado. Entre los libros de consulta que los alumnos manejaban en el laboratorio figuraban los de los profesores J. Estalella, *Ejercicios prácticos de Física elemental*, Palacios, *Radiodifusión*, Eduardo Victoria, *Prácticas químicas para cátedras y laboratorios* y del propio Miguel A. Catalán, *Ejercicios prácticos de Química*. Este libro desarrollaba un curso elemental de prácticas de laboratorio, en el que, como comentaba A. León, “a semejanza de los de prácticas ingleses y americanos, intercala en cada preparación una serie de preguntas que, a poder ser contestadas por el alumno, prueban se ha dado cuenta exacta de lo que está haciendo”⁴⁷⁰. Trataba de presentar una serie de experiencias que, con el menor material posible, pudieran servir para estudiar las propiedades más importantes de las sustancias. Al final del libro incluía una lista de material. Los demás textos de consulta eran ingleses, franceses o alemanes, idiomas que los alumnos estudiaban en el centro :

Cuadro IV.14.

Libros de consulta para los trabajos prácticos en el Instituto-Escuela de Madrid
Física
Gregory and Hadley : A class book of Physics
H. N. Chute : Physical Laboratory Manual.
C. E. Linebarger: A Laboratory Manual of Physics
A. Robson : Practical exercises in heat.
H. E. Hadley : Practical exercises in Magnetism and Electricity
Clay : Practical exercises in light
Paul Niel : Manuel de Travaux Practiques de Physique
Weston Electrical Instrument Cº Monographs : Elementary electrical testing and the high school laboratory
Franck Duroquier : La F. S. F. des amateurs
Albert Turpain : Recueil de Manipulations élémentaires de Physique.

⁴⁷⁰ LEÓN MAROTO, A., Revistas bibliográficas. Física y Química, *Revista de Pedagogía*, 51, 1926, p. 124.

Química
Ullmann : Travaux pratiques de Chimie Organique
Newell : Experimental Chemistry
Wilson and Hadley : Elementaire Chemistry. Progressive Lessons in experiment and theory
Orndorff : A Laboratory Manual of Organic Chemistry
L.Gattermann : Die Praxis des organischen Chemikers

Fuente: LEÓN, A. Y CATALÁN, M. A., “En señanza de la Física y la Química”, en J.A.E., *Un ensayo pedagógico. El Instituto-Escuela de Segunda Enseñanza de Madrid (Organización, métodos, resultados)*, Tip. de la Revista de Archivos, Madrid, 1925, pp. 340-341.

Las actividades prácticas propuestas incluían la determinación de la sensibilidad de una balanza, del calor de fusión del hielo, el peso de un litro de aire, del rendimiento de un calentador eléctrico, el coste de hacer un huevo pasado por agua con electricidad, el gasto de una plancha o el montaje de timbres, lámparas y enchufes, la medida de resistencias por el puente de Wheatstone, de la velocidad del sonido en el aire, etc. En las relativas a Química, se hacía mayor hincapié en la parte relativa a análisis cualitativo y cuantitativo inorgánico y orgánico, además de fabricar jabón o hacer perlas de bórax.

c) Con la experiencia en la práctica docente de años anteriores y la puesta al día en el conocimiento de publicaciones extranjeras sobre didáctica de las ciencias experimentales, no todas las experiencias eran realizadas por los alumnos debido a la peligrosidad que algunas conllevaban, a la escasez de material, al difícil manejo del instrumental o a su elevado coste. En esos casos eran realizadas por el profesor.

Las que fundamentalmente realizaban los alumnos eran “*aquellas que mejor pueden servir para formar el espíritu de observación*”, ya que “*experiencias recientes sobre la enseñanza de las Ciencias experimentales muestran que este sistema mixto es de mayor rendimiento que aquel que en los experimentos son realizados en su totalidad por los alumnos, y, naturalmente, de mucha mayor eficacia que el sistema en que solamente hace el profesor las experiencias*”⁴⁷¹. El profesor planteaba una situación problemática a los alumnos que, trabajando en grupo, realizaban las experiencias de forma independiente para luego discutir entre sí los hallazgos obtenidos. Estas experiencias tenían lugar en el laboratorio cuando se necesitaba material específico para ello. El profesor daba indicaciones, ayudaba a resolver las dificultades y propiciaba la discusión entre los grupos de trabajo conforme iba avanzando la experiencia, llevando a los alumnos “*al descubrimiento de los hechos o leyes que quiere enseñar en aquel momento*”, ampliando y completando los resultados. Los alumnos redactaban en su

⁴⁷¹ LEÓN, A. Y CATALÁN, M. A., *Exposición de la enseñanza cíclica de la Física y Química (primer curso)*, ob. cit., p. 8.

cuaderno un resumen de la explicación. Consideramos que estas actividades proporcionaban al alumno la oportunidad de enfrentarse a pequeñas investigaciones, de planificar un experimento, de utilizar su propia iniciativa, de realizar su propio diseño, y de recoger los datos e interpretar los resultados, suponiendo un claro avance en el planteamiento de las experiencias y trabajos prácticos.

Como vemos, además de las experiencias que ponían en juego tareas de observación, realización de medidas, manipulación de distintos aparatos y notificación de los resultados alcanzados, pensamos que estas experiencias ponían de manifiesto otros procesos que implican un nivel de indagación mayor.

Superando algunas diferencias, la visión que en la actualidad es ampliamente aceptada en el campo de la didáctica de las ciencias estaría muy en consonancia con la llevada a cabo en el Instituto-Escuela de Madrid, pudiéndose establecer, por lo tanto un cierto paralelismo con la propuesta de Furió, Gil y otros, en cuanto al planteamiento de una investigación dirigida: “*un trabajo de investigación en el que constantemente se cotejan los resultados de los distintos equipos y se cuenta con la inestimable ayuda de un experto*”⁴⁷². Un hecho también relevante era como se fomentaba el trabajo en grupo. Algo que, como es puesto de manifiesto actualmente, supone un elemento facilitador de la adquisición y construcción del conocimiento, que fomenta un ambiente de trabajo agradable en el aula y que motiva y genera actitudes positivas hacia el área, etc.⁴⁷³

En el Anexo IV.2 se pueden observar algunas de las prácticas planteadas. En principio parecen en algunos casos excesivas por la profundidad de algunos de los contenidos implicados y la peligrosidad de algunas de las experiencias desarrolladas, aunque evidentemente el planteamiento y realización de esas actividades prácticas, suponían un cambio importante respecto a la programación de contenidos procedimentales y actitudinales además de los propiamente conceptuales, con una secuenciación que, en conjunto, era apropiada para los alumnos a los que iba destinada. Es destacable cómo se consideraban importantes en los contenidos tratados el empleo adecuado de aparatos de medida, la construcción de gráficas a partir, por ejemplo, de la observación semanal de la presión y temperatura, o la realización de problemas numéricos sobre algunos temas como el relativo a fuerza, trabajo y potencia. Es decir, en los trabajos planteados se ponían en juego tareas de observación, realización de medidas, manipulación de distintos aparatos y notificación de los resultados alcanzados,

⁴⁷² *Materiales didácticos. Ciencias de la Naturaleza. Primer ciclo ESO*, MEC, Madrid, 1995, p. 17.

⁴⁷³ TERWEL, J. Y OTROS, “Cooperative Learning and Adaptive Instruction in a Mathematics Curriculum”, *Journal of Curriculum Studies*, 26, 2, 1994, pp. 217-233. NICHOLS, J. D. y MILLER, R., “Cooperative Learning in Student Motivation”, *Contemporary Education Psychology*, 19, 2, 1994, pp. 167-178.

por lo que se ponían de manifiesto procesos que como P. Tamir y M. Pilar García⁴⁷⁴ aseveran, implican un nivel de indagación mayor: planteamiento de hipótesis, diseño de experimentos, etc. Se trataba, por tanto, de adquirir una serie de procedimientos acordes con estas disciplinas científicas. Podemos apreciarlo si comparamos algunos de los procedimientos propuestos en el currículum oficial para la E.S.O. con las experiencias desarrolladas en el Instituto-Escuela:

Cuadro IV.15.

Contenidos procedimentales propuestos en la enseñanza de la Física y Química en el Instituto-Escuela de Madrid y en la E.S.O.	
Instituto-Escuela	E.S.O.
Manejo y calibrado de distintos instrumentos de medida (nonius, palmer, esferómetro, probeta, bureta, balanza, balanza hidrostática, areómetros, termómetros,...)*.	Manejo de instrumentos de medida sencillos (balanza, probeta,...) estimando el error cometido.
Construcción individual y graduación de un dinamómetro. Lectura de barómetros y construcción de la gráfica de la variación semanal	Diseño y realización de máquinas sencillas y aparatos de medida para el aprovechamiento eficaz de las fuerzas y para la medida de éstas y de otras magnitudes como la presión.
Construcción de una gráfica con las presiones de un líquido a distintas profundidades. Experiencias sobre el principio de Arquímedes.	Diseño y realización de experiencias, con emisión de hipótesis y control de variables para determinar los factores de que dependen determinadas magnitudes como la presión o la fuerza del empuje debida a los fluidos.
Problemas numéricos y gráficos sobre movimientos y fuerzas.	Utilización de técnicas de resolución de problemas para abordar los relativos a movimientos y fuerzas.
Comprobación de la dilatación para sólidos, líquidos y gases. Determinación del punto de fusión de la naftalina y de ebullición del agua. Ver la influencia de la presión en la ebullición. Determinación del coeficiente de dilatación aparente de un líquido.	Realización de experiencias sencillas dirigidas a analizar y cuantificar algunos efectos del calor sobre los cuerpos (cambios de estado, dilataciones,...)
Construcción de un electroscopio Descomponer electrolíticamente agua.	Identificación de algunos procesos en los que se ponga de manifiesto la naturaleza eléctrica de la materia
Construcción individual de una pila Volta, de un galvanómetro, de un solenoide. Comprobación de la ley de Ohm y de Joule. Imantación de un trozo de acero.	Realización de experiencias sencillas dirigidas a explorar y analizar diferentes procesos y fenómenos relacionados con la electricidad y el magnetismo.
Demostración individual experimentalmente de las leyes de la reflexión y refracción. Resolución gráfica de focos e imágenes con papel milimetrado. Experiencias individuales sobre la refracción a través de caras paralelas. Marcha de la luz en un prisma.	Planificación y realización de experiencias sencillas dirigidas a analizar la descomposición de la luz blanca, a explorar los efectos de las mezclas de colores así como la reflexión y refracción de la luz.

⁴⁷⁴ TAMIR, P. Y GARCÍA, M^a P., “Características de los ejercicios de prácticas de laboratorio incluidos en los libros de texto de Ciencias utilizados en Cataluña”, *Enseñanza de las Ciencias*, 10, 1, 1992, pp. 3-12.

Cuadro IV.15. (Continuación)

Hacer filtros de pliegues y sencillos. Hacer filtraciones. Cristalización individual de sulfato de cobre. Montar un aparato de destilación y destilar agua.	Utilización de procedimientos físicos basados en las propiedades características de las sustancias puras, para separar éstas de una mezcla.
Examen de algunas sustancias: sal común, amoníaco, azufre, metales comunes, etc. Experiencias para diferenciar entre mezclas y combinaciones. Preparación y montaje de sencillos aparatos para la obtención de sustancias puras en el laboratorio observando su acción y propiedades frente al agua, metales, etc. Preparar agua de cal. Fabricar jabón. Investigación de las impurezas de un agua. Destilación y determinación de la riqueza alcohólica de un vino.	Identificación de elementos, sustancias puras y algunas mezclas químicas importantes para su utilización en el laboratorio, la industria y la vida diaria.
Realizar neutralizaciones de ácidos y bases. Grabar cobre.	Realización de experiencias que permitan reconocer las reacciones más características y algunas de sus propiedades

Fuente: *Un ensayo pedagógico. El Instituto-Escuela de Segunda Enseñanza de Madrid*, Madrid, 1925 y R. D. 1390/1995 de 4 de agosto por el que se modifica y amplía el currículo de la E.S.O.

* Algunos de esos instrumentos eran contruidos y calibrados por los propios alumnos.

Además se procuró una correcta secuenciación de los procedimientos. Por ejemplo, si nos centramos en uno de los procedimientos propuestos en el currículo de la E.S.O. como es el “Manejo de instrumentos de medida sencillos (balanza, probeta...) estimando el error cometido”, podremos observar que la secuenciación en la programación del Instituto-Escuela implicaba un grado de complejidad creciente, de acuerdo con la edad de los alumnos y con el grado de dificultad de las actividades propuestas:

- Alumnos de 12-13 años:
 - Medida de longitudes, superficies y volúmenes en líquidos (empleo de vasos graduados), determinación del volumen de cuerpos sólidos irregulares por medio de la probeta.
 - Lectura individual de barómetros, de termómetros durante una semana y construcción de la gráfica de la variación semanal.
 - Determinación individual de la densidad de un sólido y de un líquido, determinando su peso con la balanza y su volumen con la probeta.

- Construcciones gráficas: determinar volúmenes y pesos del alcohol y hacer una gráfica.
- Alumnos de 14-15 años:
 - Determinación de densidades de sólidos y líquidos por el frasco y balanza hidrostática.
- Alumnos de 15-16 años:
 - Calibrado de una pipeta, bureta o frasco.
 - Construcción y empleo del nonius. Medidas con el calibrador.
 - Media de espesores con el palmer y esferómetro. Determinar el radio de una esfera con el esferómetro.
 - Determinar la densidad de sólidos y líquidos por medio de areómetros, vasos comunicantes y la balanza de Mohr-Wesphal.

Lo que claramente podemos observar es el alejamiento de las meras demostraciones de cátedra, basadas en la utilización de los “aparatos de demostración” realizadas anteriormente o que todavía se desarrollaban en algunos Institutos, que tan sólo tenían en cuenta experiencias encaminados a la demostración y comprensión de conceptos, leyes o principios y, lo que es más importante, la aproximación a un proceso de enseñanza-aprendizaje que suponía un cambio drástico respecto a un modelo de transmisión de conocimientos ya elaborados en forma libresca o verbal. La llegada de la II República permitió que las experiencias desarrolladas en el Instituto-Escuela de Madrid y que hasta la fecha habían sido obviadas, fuesen fundamentales a la hora de programar la reforma de 1934. El número de trabajos prácticos que se realizaban en los centros aumentó considerablemente.

3.6. El plan de 1934 y el aprendizaje de procedimientos en Física y Química

En este plan de estudios se planteó la enseñanza de la Física y Química con una secuenciación similar a la ensayada en el Instituto-Escuela fundamentada en el contacto personal del niño con los fenómenos, dado que *“las experiencias que mejor pueden servir para formar el espíritu de observación serán las que preferentemente deban hacer los alumnos. Aquellas otras de difícil ejecución, escasez de material, coste del*

mismo o peligro en las manipulaciones, serán las que realizará el profesor”⁴⁷⁵. Los alumnos debían realizar una serie de experiencias que permitieran su familiarización con los instrumentos de uso más frecuente (por ejemplo, en Física: nonius, tornillos micrométricos, balanzas, areómetros, termómetros, amperímetros, ...).

Recogiendo las ideas puestas ya de manifiesto anteriormente por el profesor Estalella, se planteó que los “*experimentos deben hacerse con aparatos sencillos, contruidos a ser posible, por los mismos alumnos. Hay que sustituir los antiguos gabinetes de Física, escaparates de aparatos complicados, por laboratorios de trabajo*”. Para ello se dispuso que los claustros organizaran por las tardes prácticas de laboratorio⁴⁷⁶. Los contenidos procedimentales que se plantearon implicaban la adquisición y desarrollo de destrezas, habilidades, técnicas o estrategias a través de experiencias y trabajos prácticos tales como:

- La medida de la temperatura utilizando termómetros corrientes.
- La realización de cristalizaciones y separaciones de mezclas por disolución y filtración.
- La realización de transformaciones físicas (fusión o disoluciones) y químicas (combustiones).
- La determinación experimental de magnitudes lineales, áreas y volúmenes de cuerpos sólidos, líquidos y gases utilizando aparatos de medida como metros, doble decímetros, probetas, buretas, pipetas, etc.
- Prácticas sobre pesadas de sólidos y líquidos.
- La determinación de densidades.
- La medida del tiempo con relojes y contadores de segundos.
- El estudio experimental de algunas sustancias químicas.
- La determinación de densidades por medio de la balanza de Mohr, densímetros, etc.

Para su realización se indicaba que era preferible que los alumnos construyeran “*los alumnos los aparatos de su uso a que (utilizaran) los existentes en el laboratorio*”⁴⁷⁷. Como Mariano Velasco comentaba “*no para tener herméticamente cerrados en armarios los aparatos. !No más gabinetes pródigamente enriquecidos en cuyos armarios los aparatos, mejor o peor acondicionados, lloran su inmovilidad con lágrimas de óxido!*”⁴⁷⁸. Por otra parte, se intentaba también acercarse al entorno

⁴⁷⁵ Gaceta de 17 de octubre de 1934. Cuestionarios del nuevo plan del Bachillerato.

⁴⁷⁶ Colección legislativa de Instrucción Pública, Año 1934, ob. cit., p. 703. Orden de 1 de noviembre de 1934.

⁴⁷⁷ Gaceta de 17 de octubre de 1934.

⁴⁷⁸ VELASCO, M., “La enseñanza de la Física”, *Revista del Centro de Estudios Científicos (Sección de Física y Química)*, 1, 1934, pp. 1-3.

próximo del alumno a fin de proporcionarle no solo el simple ejercicio de la memoria, sino una serie de habilidades y estrategias que permitieran el desarrollo de otras facultades y ser capaces de emitir juicios críticos por sí mismos⁴⁷⁹.

En definitiva, como afirman Miguens y Garret⁴⁸⁰, hasta el comienzo de este siglo las prácticas jugaron fundamentalmente un papel de apoyo, siendo mayoritariamente utilizadas para corroborar y confirmar la teoría ya enseñada. Un ejemplo claro de ello era -y es- la realización de las demostraciones de cátedra o las prácticas de laboratorio a modo de receta culinaria que se seguía -y se sigue- en los Institutos. Sin embargo, como hemos podido observar, existe, durante el período analizado, existe una clara evolución en la concepción de las prácticas y experiencias de laboratorio relacionadas con la Física y Química que seguidamente sintetizamos en sus diversos aspectos:

A. Respecto a la consideración de las propias actividades prácticas:

- Son experiencias de cátedra con aparatos de los gabinetes.
- Las explicaciones teóricas se hacen unos días y en otros se realizaban las experiencias para comprobar las enseñanzas teóricas. En algunos casos se hacen en horarios extraordinarios.
- Se demuestra el fenómeno físico y la solución al problema.
- Separadas de las clases teóricas pero relacionadas con ellas. Primero se expone la teoría y después se ilustra con prácticas de laboratorio.
- Se contempla dentro de las horas destinadas a la asignatura. Están involucradas en el proceso de enseñanza: no hay teoría y práctica de forma separada.
- Como resolución de una situación problemática planteada.

B. Respecto al material utilizado:

- Aparatos que demuestran alguna ley o principio.
- Son sofisticados, de difícil construcción.

⁴⁷⁹ Ahora bien, un aspecto deficiente en algunos de los Institutos era, por ejemplo en el Instituto de Lorca, que al estar vacante la cátedra de Física y Química, para ayudar en la labor docente a la profesora encargada de curso, Carmen García Amo, una vez anunciado el oportuno concurso para la provisión de Ayudantes interinos, se seleccionaron además de varios licenciados en Farmacia, Medicina o Derecho, a maestros nacionales, un capitán de la Guardia Civil, otro de Infantería o Bachilleres. Igual sucedió en otros centros, de manera que no poder disponer de un personal docente cualificado para afrontar las nuevas orientaciones metodológicas supuso un grave tropiezo (INSTITUTO NACIONAL DE SEGUNDA ENSEÑANZA DE LORCA, *Memoria del curso académico 1934-1935*, Imp. Montiel, Lorca, 1936, pp. 3-4).

⁴⁸⁰ MIGUENS, M. y GARRET, R. M., "Prácticas de enseñanza de las ciencias. Problemas y posibilidades", *Enseñanza de las Ciencias*, 9 (3), 1991, pp. 229-236.

- Se trabaja exclusivamente en el laboratorio disponiendo del material de éste. Aparatos similares a los que utilizan los científicos en sus laboratorios.
 - Se utilizan artículos que el alumno conoce de su vida diaria o los construye.
 - La clase es también un laboratorio, un taller.
- C. Respecto al papel del profesor:
- Demuestra la ley o principio.
 - Elabora un guión que debe seguir escrupulosamente el alumno.
 - Guía las actividades realizadas con libertad por los alumnos en pequeños grupos.
- D. Respecto al papel de los alumnos:
- Mero observador de las demostraciones. Observa, ¿pero constata lo observado?.
 - Participa o no todo el alumnado.
 - Está realmente implicado en la realización de las actividades prácticas.
 - Observa y experimenta. Trabajo individual o en grupos pequeños.
 - El alumno es el propio científico investigador.
 - Plantea hipótesis, trata de contrastarlas a través de la experimentación.
 - Diseña el material que pueda solucionar la situación problemática planteada.
 - Se trabaja en grupo de forma colaborativa.

Asimismo, como hemos visto, podemos distinguir claramente a la hora del planteamiento de las actividades y experiencias prácticas al menos tres tipos o formas:

1. Demostraciones.

Realizadas por el profesor ante los alumnos que implicaban o no discusión con quiénes la observaban. Hemos constatado a través de los libros de texto para segunda enseñanza, memorias de los centros, etc., que era el procedimiento más utilizado en los Institutos de comienzo de siglo. Es el énfasis que se haga sobre la posibilidad de ser fuente o no de discusión para asimilar por la experiencia de Física o de Química planteada, lo que implicará que la demostración sea un medio por el que, como afirman Woolnough y Allsop, “*los estudiantes obtienen un acercamiento al fenómeno que conducirá a la comprensión y creencia*”⁴⁸¹, o el que haga que los alumnos sean simples observadores de algo que “sólo comprueba” algo que ya fue establecido por tal o cual físico. Valgan como ejemplo las numerosas referencias que se hallan en las fuentes documentales a los aparatos para demostrar algún principio o ley física o a la comprobación de las propiedades de algunas sustancias químicas. O, incluso, las

⁴⁸¹ WOOLNOUGH, B. E. Y AALSOP, T., *Practical work in science*, ob. cit.

demostraciones realizadas en el Instituto-Escuela de Madrid, donde se pretendía “*que los alumnos hagan las experiencias individualmente*”, pero que ante la falta de local y material suficientes, son hechas por el profesor tratando de establecer un diálogo con los alumnos “por medio del cual se llegue a la interpretación del fenómeno”⁴⁸². Por lo menos se hacía énfasis en el establecimiento de un diálogo sobre el fenómeno analizado y no en una mera observación sensorial de dicho fenómeno.

2. Experiencias de laboratorio.

Las experiencias que se desarrollaron ya a comienzos del siglo XX eran aquellas en las que los alumnos seguían unas claras y precisas instrucciones, que implicaban la manipulación de aparatos de medida u otro instrumental -por lo que desarrollaban algunas destrezas científicas prácticas-, y aumentaban la motivación, aunque el valor que se le concede a este tipo de experiencias prácticas por algunos especialistas, es bajo. Hodson⁴⁸³ manifiesta que la adquisición de técnicas o destrezas de laboratorio tiene poco valor en sí misma y Gil y Payá⁴⁸⁴, por ejemplo, muestran que en ellas existe una ausencia de aspectos fundamentales como son la emisión de hipótesis o el propio diseño a realizar.

Otra concepción de las prácticas de laboratorio, que todavía las consideraba separada de las clases teóricas (en éstas se explicaban los conceptos), suponía que en aquéllas el profesor dejaba cierta libertad para la realización de las experiencias propuestas -utilizando la bibliografía que proporcionaba-, conversando continuamente con los grupos de trabajo que se formaban. Los alumnos llevaban a cabo pequeñas investigaciones y diseñaban sencillos aparatos, por lo que, salvando algunas dificultades, podríamos decir, asumiendo las palabras de R. Driver⁴⁸⁵, que los alumnos tenían la posibilidad de planificar un experimento, utilizar su propia iniciativa, enfocar el diseño del experimento, elegir y usar los recursos, recoger cuidadosamente los datos, e interpretar los resultados.

Otra versión en la concepción de las experiencias de laboratorio la tenemos en la consideración como objetivo principal de las mismas el de intentar llegar al descubrimiento de leyes físicas:

⁴⁸² JUNTA PARA AMPLIACION DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES CIENTIFICAS, *Un ensayo pedagógico. El Instituto-Escuela de Segunda Enseñanza de Madrid (Organización, métodos, resultados)*, ob. cit., p. 288.

⁴⁸³ HODSON, D., “Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio”, ob. cit., p. 301.

⁴⁸⁴ GIL, D. Y PAYÁ, J., “Los trabajos prácticos de Física y Química y la metodología científica”, *Revista de Enseñanza de la Física*, 2(2), 1988, pp. 73-79.

⁴⁸⁵ DRIVER, R., *The pupil as Scientist?*, Milton Keynes, 1983, p. 81.

*“se procuró ponerles en condiciones de que fueran ellos mismos los que, observando el resultado de sus manipulaciones y discutiendo con sus compañeros las medidas y números obtenidos, razonasen sobre los nuevos fenómenos que se les presentaban y llegasen, en cierto modo, a descubrir las leyes físicas”*⁴⁸⁶.

Esta concepción se aproximaría, en primera instancia, a lo que se ha venido denominando corriente de aprendizaje por descubrimiento, que aunque constituyó un claro fracaso (epistemológicamente equivocado, psicológicamente erróneo y pedagógicamente impracticable) supuso intentar como afirma Daniel Gil, *“desarrollar plenamente la idea de que los estudiantes debían familiarizarse con las actividades del trabajo científico para poder comprender los conocimientos alcanzados (y supuso) un elemento dinamizador de una enseñanza que permanecía anclada en tradiciones asumidas acríticamente”*⁴⁸⁷.

3. Pequeñas investigaciones.

Por último, las actividades y experiencias prácticas que cabría considerar más cercanas, salvando la distancia con la época estudiada, a los planteamientos actualmente más innovadores en la didáctica de las ciencias, es la que, tal y como la narran M. Catalán y A. León, fue desarrollada en el Instituto-Escuela varios años después de su creación :

*“La clase ideal es aquella en que, planteado el problema e indicados los medios de resolverlo, el profesor pasea por la clase resolviendo pequeñas dificultades de ejecución, y los alumnos, con el material necesario, laboran en la persecución de una ley”*⁴⁸⁸.

Es esta perspectiva planteada desde la consideración del aprendizaje de las ciencias como investigación o resolución de situaciones problemáticas, la que en la actualidad es ampliamente aceptada en el campo de la Didáctica de las Ciencias. Y como podemos observar, superando algunas diferencias, estaría muy en consonancia con la llevada a cabo en el Instituto-Escuela de Madrid. Se trata de que, como señalan Pozo⁴⁸⁹, Daniel Gil⁴⁹⁰ y otros, el alumno -investigador novel- vaya construyendo su

⁴⁸⁶ JUNTA PARA AMPLIACIÓN DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS, *Memoria correspondiente a los cursos 1926-27*, ob. cit., p. 314.

⁴⁸⁷ GIL PÉREZ, D., 1993, “Contribución de la historia de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación”, ob. cit., p. 198.

⁴⁸⁸ LEÓN, A. Y CATALÁN M. A., *Exposición de la enseñanza cíclica de la Física y Química (primer curso)*, ob. cit., p. 8.

⁴⁸⁹ POZO, J. I., *Aprendizaje de la ciencia y pensamiento causal*, Visor, Madrid, 1987.

⁴⁹⁰ GIL PÉREZ, D., CARRASCOSA, J. Y OTROS, *La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria*, Horsori, Barcelona, 1991.

propia ciencia pero no de un modo autista, sino ayudado en el transcurso de esa investigación dirigida por un experto-guía que es el profesor.

Como hemos podido observar existe una clara evolución en la concepción de las prácticas y experiencias de laboratorio relacionadas con la Física y Química, evolución que, aunque pasa por varios estadios, podemos ejemplificarla a modo de resumen en el cuadro siguiente:

Cuadro IV.16.

Cuadro resumen de los diferentes enfoques sobre los trabajos y experiencias prácticas de laboratorio



4. LA IMPORTANCIA DE LAS ACTIVIDADES DE CAMPO, SALIDAS, VISITAS Y EXCURSIONES EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA Y QUÍMICA

Aunque el *Diccionario de Pedagogía Labor* de 1936 señale que “como medio sistemático de educación, la excursión ha sido incorporada en época reciente a los fenómenos educativos y de formación cultural”⁴⁹¹, la utilización de las visitas y excursiones como recurso didáctico y su valiosa contribución a la formación integral del alumno parte de las propuestas que surgen desde la I.L.E., basándose tanto en Rousseau como en Pestalozzi, que ya las habían propuesto o utilizado con fines eminentemente pedagógicos. Según Jiménez Landi, fue en diciembre de 1878 -como novedad traída por Torres Campos desde París- cuando se realizaron las primeras excursiones de la primera y segunda secciones de la Institución: las visitas se realizaron al Laboratorio de Sanidad militar y al Museo de Escultura con los profesores Flórez y, presumiblemente, Cossío: “Los primeros hacen ejercicios de pesas y medidas; a los segundos se les enseña en qué consiste un museo, los materiales usados por los escultores (...) no sólo se explica a los alumnos el objeto principal de la excursión, sino también los accidentes, el entorno, la circunstancia que lo rodea”⁴⁹².

Rafael Torres Campos daba una conferencia el 8 de abril de 1882 sobre “Viajes escolares” en la que manifestaba la importancia de las excursiones en la formación de los alumnos -a semejanza de las realizadas a partir de 1876 en las escuelas municipales superiores de París- y exponía distintos itinerarios a seguir tanto de carácter artístico (Catedral de Toledo, Alcalá, etc.) como relacionados con las ciencias naturales (Museo de Historia Natural, Antropológico, Jardín Botánico, Parque de Madrid, fábricas de harina, de chocolate, de fundición de hierro, de moneda, de jabón, de papel, de pieles, etc.) con profesores de la talla de Quiroga, Macpherson o Lázaro Ibiza. En las excursiones los alumnos recogían fósiles, rocas, minerales o ejemplares de distintas especies vegetales o animales para la confección de colecciones y herbarios:

“Cada piedra, fósil o planta representa así un grato recuerdo, un incidente de la excursión, un día de goce, un pequeño descubrimiento que complace en extremo traer a la memoria. Así, de esta suerte, se forman colecciones de estudio que los alumnos miran con verdadero amor, como cosa propia,

⁴⁹¹ *Diccionario de Pedagogía*, v. I, Labor, 1936, p. 1359.

⁴⁹² JIMÉNEZ LANDI, A, *La Institución Libre de Enseñanza*, v. 1, ob. cit., p. 385.

conservan con el mayor cuidado y estudian con afán para poder apreciar la importancia del hallazgo”⁴⁹³.

El Programa de la Institución Libre de Enseñanza recogía que las excursiones escolares eran un “*elemento esencial del proceso intuitivo, forman una de las características de la Institución desde su origen (...) porque ellas ofrecen con abundancia los medios más propicios, los más seguros resortes para que el alumno pueda educarse en todas las esferas de la vida*”⁴⁹⁴. A finales del siglo pasado desde las páginas del B.I.L.E. se comentaba también que “*las excursiones escolares han sido desarrolladas por la Institución en grande escala y en condiciones muy económicas. Son principalmente arqueológicas, geográficas, agrícolas, botánicas e industriales (...)*”⁴⁹⁵. Eran frecuentes las visitas al Museo de Historia Natural, al Laboratorio de Sanidad militar, al Jardín Botánico, al Observatorio Astronómico y Meteorológico, al Laboratorio Químico del Ayuntamiento, a fábricas de curtidos, de harinas y de papel y a museos, monumentos, centros oficiales, etc., tanto de Madrid como de otras ciudades. Entre los profesores que programaban esas excursiones nos encontramos de nuevo a González Linares, Giner, Cossío, Quiroga, Lozano, Simarro, Macpherson o Barajas. En el curso 1878-79 se contabilizaron 111 excursiones, 229 el curso siguiente y 233 hasta mayo de 1881⁴⁹⁶. Y es que, como comenta atinadamente Julia Melcón, entre las actividades educativas de la Institución Libre de Enseñanza, las excursiones escolares constituyen uno de los rasgos distintivos de la pedagogía institucionista⁴⁹⁷.

⁴⁹³ TORRES CAMPOS, R., “Conferencia sobre viajes escolares pronunciada el día 8 de abril de 1882 por D. Rafael Torres Campos (conclusión)”, *Boletín de la Sociedad Geográfica de Madrid*, XIII, 5, 1882, pp. 350-372 (referencia en p. 357).

⁴⁹⁴ INSTITUCIÓN LIBRE DE ENSEÑANZA, “Programa de la Institución Libre de Enseñanza”, ob. cit., p. 28).

⁴⁹⁵ “Organización y enseñanzas de la Institución”, *B.I.L.E.*, XXII, 1898, p. 28.

⁴⁹⁶ JIMÉNEZ LANDI, A., *La Institución Libre de Enseñanza*, v. II, ob. cit., pp. 723-726.

⁴⁹⁷ MELCÓN BELTRÁN, J., “Las excursiones escolares y la educación integral”, *Estudios geográficos*, LII, 203, 1991, pp. 239-261 (referencia en p. 244). Se consideraba importante que el alumno aprendiera a observar el mundo que le rodeaba: “*El mundo debe ser, desde el primer instante, objeto de atención y materia de aprendizaje para el niño, como lo sigue siendo, más tarde, para el hombre. Enseñarle a pensar en todo lo que le rodea y a hacer activas sus facultades racionales (...) las tres cuartas partes, y aún es poco, de lo que llega a saber el hombre culto, no lo aprende en los libros, sino viendo las cosas, quiero decir, sabiendo verlas (...)*” (COSSÍO, M.B., “Carácter de la Pedagogía contemporánea. El arte de saber ver”. Recogido por JIMÉNEZ LANDI, A., *La Institución Libre de Enseñanza*, ob. cit., pp. 464-468). Algo que bastantes años después recordará la Comisión Internacional sobre la educación para el siglo XXI al aconsejar que “*los docentes deben procurar también prolongar el proceso educativo fuera del establecimiento escolar, organizando experiencias de aprendizaje practicadas en el exterior (...) estableciendo un vínculo entre las asignaturas enseñadas y la vida cotidiana de los alumnos*” a fin de aminorar la separación entre el aula y el mundo exterior. Para ello, las excursiones, visitas, etc. son un excelente recurso didáctico. (VV. AA., *Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la*

La influencia en este campo de la Institución se puede ver de manifiesto también en la obra de Pedro de Alcántara García; por ejemplo, en su libro *Educación intuitiva, lecciones de cosas y excursiones escolares*, en el que los rasgos fundamentales de la enseñanza activa aparecen de forma embrionaria y vinculada a las excursiones escolares. Éstas, decía, eran el principal medio por el que se abordaban todos los aspectos de la educación integral: educación moral, estética, intelectual y física. Asimismo, en 1894, ante una nueva reforma de la segunda enseñanza, siendo Eduardo Vincenti Director General de Instrucción Pública, se recomendaba a través de una Circular fechada el 20 de octubre de ese año, la realización de excursiones o visitas a monumentos artísticos, museos, fábricas, talleres, etc. a fin de complementar la labor educativa en este nivel de enseñanza⁴⁹⁸.

4.1. Las salidas de campo y visitas educativas en los Institutos

Remitiéndonos al área de ciencias físiconaturales, existen suficientes testimonios sobre la realización de visitas, excursiones y trabajos de campo durante las primeras décadas del siglo actual en los Institutos. Así, en la Memoria del Instituto General y Técnico de Huesca, relativa al curso 1905-06, se dice que los alumnos de la asignatura de Física, acompañados de su profesor, habían realizado una excursión a la fábrica de energía eléctrica instalada en Anzánigo, “*donde pudieron examinar detalladamente la toma del agua del río Gallego, las turbinas, las dinamos y los transformadores. Los alumnos más aventajados publicaron reseñas en varios periódicos; ejercicios útiles los dos; aprender viendo y reseñar claramente lo visto*”⁴⁹⁹. Alfonso Navarro Jurado comenta también que en el Instituto de San Isidro de Madrid era frecuente la realización de excursiones de carácter científico, histórico, artístico y literario. Se trataba de un trabajo interdisciplinar organizado por el claustro del centro. Se preparaba la salida que

educación para el siglo XXI, presidida por J. Delors. La educación encierra un tesoro, ob. cit., pp. 162-163).

⁴⁹⁸ *Anuario legislativo de Instrucción Pública correspondiente a 1894*, publicado por la Inspección General de Enseñanza, Establecimiento tipográfico Viuda e Hijos de Manuel Tello, Madrid, 1895, p. 709.

⁴⁹⁹ INSTITUTO GENERAL Y TÉCNICO DE HUESCA, *Memoria correspondiente al curso de 1906-1907*, Tipografía de Leandro Pérez, Huesca, 1907, p. 6

se iba a realizar, procurando que el alumno aprendiera a realizar una observación sistemática y efectuando informes y resúmenes de lo observado⁵⁰⁰.

Pero cuando más relevancia van a alcanzar las excursiones y visitas será a partir de la puesta en marcha del Instituto-Escuela de Madrid. En ese centro se las consideraba de la mayor importancia y, a pesar de las dificultades con que tropezaban para su organización, cada año se iban intensificando: *“En el último curso han pasado de 500 las excursiones y visitas realizadas”*⁵⁰¹, se decía en el Informe presentado por la Junta en 1925 después de seis años de funcionamiento del centro. Se hacían semanalmente y desde el tercer grado de enseñanza de la Física y Química.

Las excursiones o la realización de trabajos de campo eran cuidadosamente preparadas por los respectivos catedráticos y aspirantes al Magisterio secundario. Tenían como objetivos, además de facilitar y proporcionar conocimientos, completar o servir de ampliación al trabajo efectuado en las clases, desarrollar el poder de observación, fomentar el espíritu de colaboración y cooperación entre profesores y alumnos, y, en definitiva, contribuir a la formación integral del alumnado. Por todo ello es claro el interés didáctico de su desarrollo. Después de los primeros años de funcionamiento de este centro la Junta decía que *“el sistema seguido por el Instituto-Escuela de llevar a los alumnos en grupos pequeños a hacer excursiones y visitas, de modo que cada alumno recibe la clase un día de cada semana en los museos, en los talleres o en el campo, ha dado resultados excelentes y debe considerarse como factor esencial”*⁵⁰². Algunas de las excursiones realizadas, que normalmente se repetían todos los cursos fueron:

⁵⁰⁰ *“El instituto, fiel a los métodos intuitivos y activos de enseñanza, organizó excursiones, preparadas al efecto, de carácter cultural, costumbre inveterada recogida de los métodos institucionistas. Al final de las mismas, los alumnos hacían un ejercicio donde se reflejaba lo aprendido en la excursión. Se trataba de clases prácticas interdisciplinarias, realizadas sobre un centro de interés que se analizaba desde diversos aspectos culturales (...) Mención aparte merecen las salidas culturales que realizaban profesores y alumnos y que tanto gustaron a los institucionistas. Toda excursión necesitaba de una cuidada preparación. Después de solicitar los medios económicos, se proyectaba, se organizaba, se ejecutaba, se seguía y se evaluaba. El método seguido siempre fue el mismo. En 1905, cuando no era muy corriente y menos en capitales de importancia, llevar la obra didáctica más allá de las aulas, se verificó una importante excursión a Sigüenza para estudiar el eclipse de sol de ese año. Toledo, Alcalá, Segovia, Ávila, Guadarrama, El Escorial, Aranjuez, fueron siempre lugares familiares para los alumnos oficiales del Instituto”* (NAVARRO JURADO, A., *Historia del Instituto de Segunda enseñanza S. Isidro de Madrid (1845-1936)*, Tomo II, ob. cit., pp. 605-606; 739 y siguientes).

⁵⁰¹ JUNTA PARA AMPLIACION DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES CIENTIFICAS, *Un ensayo pedagógico. El Instituto-Escuela de Segunda Enseñanza de Madrid (Organización, métodos, resultados)*, ob. cit., p. XII.

⁵⁰² *Ibidem*, p. 387.

a) En Madrid: Observatorio Central Meteorológico, Observatorio Astronómico, Laboratorio de Investigaciones Físicas, Taller del Instituto del Material Científico, Instituto de la Radiactividad, Central telegráfica del Palacio de Comunicaciones, talleres de la Casa de la Moneda y de “Espasa-Calpe”, aeródromo de Cuatro Vientos, fábricas del Gas, de cervezas “Mahou” y “El Águila”, de perfumería “Floralia” y “Gal”, de vidrio “La Unión Vidriera”, fábrica de cemento de Vicálvaro, fábrica de tapices y alfombras, de vidrios artísticos “La Vidriera Artística”, fábrica “La Papelera Madrileña”, talleres de fundición “Grasset y Cia”, Escuela Municipal de Cerámica y los talleres de “Abc” y “El Sol”.

b) En Segovia: Fábrica de cerámica “La segoviana”, fábrica de neumáticos y pisos de goma “Klein y Cia”, taller de cerámica artística de Zuloaga y fábrica de vidrio plano.

c) En Guadalajara: Talleres de Ingenieros militares y de la “Hispano Suiza”.

d) En Zaragoza : Fábrica “Unión Química Zaragozana” y talleres “Carde y Escoriaza”.

e) En Sagunto : “Siderúrgica del Mediterráneo”.

Asimismo, se calificaron como “grandes excursiones” las realizadas a Levante y Sureste, Cataluña, País Vasco, Zaragoza y Alto Aragón, Andalucía, Galicia, Asturias, León, Burgos, etc. y las visitas al extranjero, como las realizadas a Alemania, Inglaterra, Portugal y Francia (el Embajador de Francia sufragaba en ocasiones los gastos)⁵⁰³. Además se hacían otras los domingos, fundamentalmente a la sierra madrileña y a ciudades históricas próximas.

Normalmente estas visitas y excursiones se realizaban en pequeños grupos. Un hecho relevante era la participación masiva del profesorado, encontrándonos con que todos los catedráticos y profesores ayudantes participaban activamente. Era usual que los profesores de Física y Química, A. León y M. A. Catalán, participaran junto a los de otras materias como Barnés, Montequí, Marín, Lluca, Crespí, etc. en las visitas realizadas durante la semana y los domingos a la sierra de Madrid. Para la realización de algunas de esas excursiones el Instituto-Escuela recibía del Ministerio subvenciones que llegaban hasta las 2.500 pesetas⁵⁰⁴.

Paulatinamente, como se puede ver en las memorias de los centros, los claustros de los demás Institutos asumieron mayoritariamente la importancia de la realización de estas

⁵⁰³ JUNTA PARA AMPLIACION DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES CIENTIFICAS, *Memoria correspondiente a los años 1918 y 1919*, Madrid, 1920, p. 271; *Memoria correspondiente a los años 1926-27 y 1927-28*, Madrid, 1929, pp. 309, 332 y siguientes.; *Memoria correspondiente a los años 1928-29 y 1929-30*, Madrid, 1930, pp. 332, 336; *Memoria correspondiente a los años 1931 y 1932*, S. Aguirre impresor, Madrid, 1933, pp. 307; 310, 324 y siguientes.

⁵⁰⁴ Archivo de la JAE. Carta fechada el 9 de mayo de 1932 firmada por el profesor-delegado Luis Crespí al Secretario de la Junta.

salidas y visitas para la formación de los alumnos. Por ejemplo, en la Memoria del Instituto de Huelva correspondiente al curso 1920-21 se reflejaba también la realización de excursiones a las Minas de Río Tinto. En este caso es de destacar la colaboración que se tenía con la Facultad de Ciencias de Sevilla⁵⁰⁵. En la Memoria del curso 1923-24 en el Instituto S. Isidro de Madrid, se recogía la realización de excursiones: “*bajo la dirección de D. Antonio Martínez y Fernández Castillo, y con la asistencia de los demás profesores, se hicieron excursiones escolares a Alcalá de Henares (con la valiosa cooperación del Catedrático de la Universidad D. Andrés Ovejero), al Alto de León, a Navacerrada, al Cerro de los Angeles, al Plantío y a Torreldones*”⁵⁰⁶. No se especificaban los fines de tales excursiones ni las actividades que se desarrollaron, aunque como el profesor citado era de Historia Natural y de Fisiología e Higiene, parece lógico pensar que serían temas relacionados con tales materias los tratados en esas excursiones. En la Memoria del Instituto de Huesca del curso 1927 a 28 se manifestaba también que: “*Convencido este Instituto de los provechosos frutos que se obtienen con las excursiones científicas que pueden ser base de una importante adquisición de conocimientos, ha continuado durante el curso último la serie de excursiones con los alumnos que ya había iniciado en cursos anteriores*”⁵⁰⁷.

Otro ejemplo de la importancia que le dieron a las visitas y excursiones los claustros de algunos Institutos, es el del Instituto de Villacarrillo:

⁵⁰⁵ Memoria del Instituto General y Técnico de Huelva perteneciente al año académico de 1920-1921 leída en el solemne acto de apertura del curso de 1921-22, Imp. de Antonio Plata, Huelva, 1922, p. 8.

⁵⁰⁶ INSTITUTO DE SAN ISIDRO, *Resumen acerca de su estado en el curso de 1923 a 1924*, Talleres gráficos de Rafael Gómez Menor, Toledo, 1925, p. XV.

⁵⁰⁷ INSTITUTO NACIONAL DE SEGUNDA ENSEÑANZA DE HUESCA, *Memoria correspondiente al curso académico de 1927 a 1928*, Imprenta Viuda de M. Aguarón, Huesca, 1929, p. 7. En la del Instituto de Córdoba correspondiente a ese mismo curso académico, se decía: “*Deseoso el Instituto de que su acción sobre el alumno no se limite a las materias que han de ser objeto de examen, sino queriendo llevar su misión más allá, a desarrollar en el alumno una cultura más amplia y más real, haciéndole vivir, por decirlo así, la naturaleza tal cual es ella y no tal cual la pintan los libros, ha fomentado todo lo posible todo cuanto el trabajo diario de las asignaturas del plan y los medios económicos lo consienten, las excursiones, fuentes de inagotables enseñanzas, y que acostumbran al alumno a estudiar en el gran libro de la naturaleza (...) En noviembre, visita al Pantano de Guadalmellato, con asistencia de los catedráticos señores Vázquez Aroca y Camacho. En enero visita a las minas de Cerro Muriano (...) recolección de minerales de cobre y su ganga. En el mismo mes visita a las minas de mercurio de Almadén (...) En marzo, visita detenidísima a la grandiosa factoría metalúrgica de la Sociedad de Construcciones Electro-Mecánicas (...) En abril, expedición en autos a las minas de Linares. De este viaje dieron cuenta en la prensa algunos alumnos (...) También organizó una exposición con los ejemplares recogidos y coleccionados por los alumnos, y que estuvo abierta al público en este Instituto, aunque desgraciadamente no fue visitada como hubiera sido de desear y como se merecía” (INSTITUTO NACIONAL DE 2ª ENSEÑANZA DE CÓRDOBA, *Memoria leída en el solemne acto de apertura del curso de 1928 a 1929 acerca del estado en el curso académico de 1927 a 1928*, Tipografía Artística, Córdoba, 1929, pp. 15-16).*

“Convencido el profesorado de este Instituto de la gran eficacia que tienen las excursiones científicas, como factor educativo y base importante para la adquisición de conocimientos, se realizaron algunas por las proximidades de la localidad, con objeto de que en el campo se ponga el alumno en contacto con el gran libro de la Naturaleza (...) se organizó una excursión a Linares y su zona minera (...) Por último se visitaron las minas de fundición "La Cruz" y la de "Arrayanes". Resultando muy instructivas todas las manipulaciones para la extracción del plomo”⁵⁰⁸.

Narciso Puig, catedrático de Física y Química en Huesca, también realizaba visitas con sus alumnos a las fábricas de electricidad, a la estación telegráfica y a la fábrica de carburo cálcico y productos químicos de la región cuando estaba en el Instituto de dicha ciudad⁵⁰⁹. En la Memoria correspondiente al curso de 1928-29 del Instituto de Tortosa, al hablar de las excursiones realizadas, se especificaba que los alumnos de las clases de Agricultura y Química habían visitado *“fábricas de ladrillos, de extracción de aceite de orujo, de sulfuro de carbono y la Granja agrícola de D. Ramón Anguera; el antiguo molino de aceite (...)”*⁵¹⁰. En la del Instituto Local de Requena, de 1927-28, se reflejaba la realización de *“una excursión a Buñol, donde se visitaron los monumentos artísticos de aquella población y distintas fábricas de papel, cemento, etc., dándose explicaciones sobre su funcionamiento y aplicación y utilidad de sus productos, quedando los escolares altamente satisfechos”*⁵¹¹. En la Memoria del Instituto de Zafra del curso 1932-33 también se especificaba que *“como complemento adecuado de las enseñanzas recibidas en el Instituto, se organizaron algunas pequeñas excursiones, en las que los alumnos pudieron obtener excelentes frutos (...)”*⁵¹². En la del Instituto Nacional de 2º enseñanza “Ramón y Cajal” de Huesca, de los cursos 1933-34 y 1934-35, se recogía asimismo la excursión

⁵⁰⁸ INSTITUTO LOCAL DE 2ª ENSEÑANZA DE VILLACARRILLO, *Memoria del curso académico de 1928 a 1929*, Imprenta y Encuadernación Viuda de Diego Rojas Martorell, Villanueva del Arzobispo, pp. 7-8.

⁵⁰⁹ PUIG, N., CASTAÑOS, E. Y JULIÁ, E., *Curso de 1917 a 1918. Labor verificada en el Instituto General y Técnico de Huesca. Cátedras de Física y Química, Historia Natural y Lengua y Literatura Castellanas, desempeñadas por D. Narciso Puig Soler, D. Emiliano Castaños Fernández y D. Eduardo Juliá Martínez*, ob. cit., pp. 5-6.

⁵¹⁰ INSTITUTO NACIONAL DE 2ª ENSEÑANZA DE TORTOSA, *Memoria del curso escolar 1928-29*, 1929, p. 9.

⁵¹¹ INSTITUTO LOCAL DE SEGUNDA ENSEÑANZA DE REQUENA, *Memoria del curso académico 1928 a 1929 leída en el solemne acto de apertura del curso 1929 a 1930*, Tip. San Francisco, Murcia, 1929, p. 11.

⁵¹² INSTITUTO NACIONAL DE 2ª ENSEÑANZA DE ZAFRA, *Memoria del curso académico 1932 a 1933*, Imprenta Rodríguez, Villafranca, p. 6.

realizada a Monte Aragón, Cuevas de Villanúa, Alquézar y Barbastro, y a Jaca, Sabiñánigo y San Juan de la Peña, a las que asistían los profesores de Física y Química Mendiola y Mur⁵¹³. En la del Instituto de Huelva, del año 1932 a 1933, se afirmaba que “*se han realizado excursiones escolares, algunas a sitios cercanos; a la Rábida en el día de la fiesta de la Raza; a Riotinto por los alumnos de los últimos años. De gran importancia fue la realizada a Granada por su interés geográfico y artístico*”⁵¹⁴.

A partir de los años treinta observamos como los centros recibían una subvención para realizar estas actividades extraescolares. En el Instituto Nacional de Segunda Enseñanza de Huesca, durante el curso 1930-31, con cargo al capítulo y concepto del presupuesto correspondiente a “Educación y Cultura”, se recibieron 2.500 pesetas para destinarlas a gastos relativos a excursiones, realizándose éstas a las industrias químicas de Sabiñanigo⁵¹⁵. Ya en la etapa republicana, heredando plenamente los principios institucionistas, se intensificaron las salidas y trabajos de campo en los Institutos. En la Memoria del Instituto de Castellón del curso 1932 a 1933 se reflejaba también que “*con la*

⁵¹³ INSTITUTO NACIONAL DE 2ª ENSEÑANZA “RAMÓN Y CAJAL” DE HUESCA, *Memoria correspondiente a los cursos académicos de 1933-34 y de 1934-35*, Editorial V. Campo y Comp^a, Huesca, 1936, pp. 8-49.

⁵¹⁴ INSTITUTO NACIONAL DE 2ª ENSEÑANZA DE HUELVA, *Memoria del curso escolar 1932 a 1933*, Imp.de Diario de Huelva, pp. 5 y sig. En la del Instituto de Ciudad Real, del curso 1932-33, se reflejaba que las salidas realizadas habían sido “*A Puertollano y Peñarroya-Pueblo Nuevo del Terrible, acompañados por los profesores de la Sección de Ciencias, visitando las instalaciones de la Compañía Peñarroya afectas a la estilación de las pizarras vituminosas, (...) pudieron apreciar intuitivamente desde el mineral mate prima a destilar, hasta los productos derivados de aceites grasos, gasolina, benzoles (...) invirtiendo en tal forma el centro del día y oyendo las conferencias que a tales efectos les daban en los respectivos departamentos desde el Ingeniero Director hasta los Capataces de Grupo; apreciaron asimismo la transformación de la energía de calor en electricidad a través de la combustión del polvo y granilla de la hulla en los gigantes hornos, que produciendo gran cantidad de vapor a alta tensión movían una serie de dinamos de los tipos más modernos de la industria belga y alemana, que a su vez determinaban un inmenso voltaje para el uso industrial y para el alumbrado (...) Dos días se invirtieron en la visita a una serie de instalaciones industriales y fabricaciones que tanto en hierros, carbones, plomo, plata e industrias derivadas así como en la fabricación de abonos de papel, de briquetas, etc., siendo de advertir que sobre el experimento y la marcha industrial la conferencia de los respectivos Ingenieros y de los Profesores del Instituto indagados constantemente por la curiosidad de los alumnos haciendo pedagógicamente sumamente provechosa la excursión. Un grupo de 62 alumnos de los cursos tercero y cuarto y acompañados por el Director y los profesores D. Eusebio León Díaz-Peco (Prof. de Física y Química) y otros visitaron Puertollano y Almadén, mostrándonos el primer pozo de cinabrio donde se pudo apreciar las cantidades y clases del cinabrio elevados por las jaulas, de unos 300 m de profundidad y bajo la fuerza de una potente maquinaria recién instalada (...) vimos la destilación del cinabrio para la obtención del mercurio*”. INSTITUTO NACIONAL DE SEGUNDA ENSEÑANZA DE CIUDAD REAL, *Memoria del curso académico de 1932-33*, Talleres tipográficos Alpha, Ciudad Real, pp. 11-12.

⁵¹⁵ INSTITUTO NACIONAL DE 2ª ENSEÑANZA DE HUESCA, *Memoria correspondiente al curso académico de 1930 a 1931*, Editorial V. Campo y C^a, Huesca, 1933, p. 6

subvención de 2.500 pesetas concedida por el Ministerio y las aportaciones de los alumnos y de la Junta económica de este centro, el Claustro organizó dos excursiones con los de quinto año una y los de sexto la otra, acompañados por los Catedráticos (...)” Algunas de las mencionadas salidas tenían un claro matiz de viaje de estudios en plan turístico visitando Palma de Mallorca, Toledo, Madrid, Peñíscola, Barcelona o Sitges⁵¹⁶. De las salidas realizadas quedaba constancia, en algunos casos, en la prensa local; así, por ejemplo, en el semanario de izquierdas *República* -según se especificaba en la portada-, del 18 de marzo de 1934, se informaba de la excursión escolar realizada por los alumnos del Instituto de Lorca el 10 de marzo de ese año, a Orihuela, Elche, Santa Pola y Alicante⁵¹⁷.

Queremos también destacar determinados hechos que se produjeron en algunos de los centros relacionados con el tema que nos ocupa. Por ejemplo, en aquellos casos en los que los alumnos no tenían suficientes medios económicos, no podían asistir. Así, en la Memoria del del Instituto de Córdoba del curso 1928-29, se reflejaba que eran muchas las excursiones realizadas, preferentemente por la Cátedra de Historia Natural, aunque el Secretario manifestaba lo siguiente: “*Los alumnos que carecen de padres afortunados económicamente, tienen que abstenerse de tomar parte en ellas. ¿No habría medio de consignar alguna cantidad para aquellos altos fines, que constituyen siembra la más pródiga en frutos?*”⁵¹⁸. Otro hecho, que sucedía frecuentemente, como

⁵¹⁶ PUBLICACIONES DEL INSTITUTO NACIONAL DE SEGUNDA ENSEÑANZA DE CASTELLÓN DE LA PLANA, *Memoria del curso de 1932 a 1933*, Emilio Ballester, Castellón, 1934, pp. 6-7. Algunos centros se jactaban de haberse adelantado a que se declarara obligatoria su realización. Así, en la Memoria del Instituto de Castellón correspondiente al curso 1931 a 1932, se explicaba como: “*Adelantándose este Instituto a las disposiciones oficiales que ahora obligan a hacer excursiones con los alumnos de segunda enseñanza, realizó en el pasado curso varias, gratuitas, de evidente aprovechamiento y utilidad. Tales fueron las de Valencia, Peñíscola, Desierto de Las Palmas, Pantano de Benadresa, San Mateo, Fuente de la Salud, Onda y Tortosa. En todas ellas los alumnos, según los casos, visitaron Museos, Iglesias, Fábricas, centros docentes, lugares pintorescos, etc.*” (PUBLICACIONES DEL INSTITUTO NACIONAL DE SEGUNDA ENSEÑANZA DE CASTELLÓN DE LA PLANA, *Memoria del curso de 1931 a 1932*, Librería de Emilio Ballester, Castellón, 1933, p. 8).

⁵¹⁷ Archivo Municipal de Lorca. Semanario *República* de 18-3-1934.

⁵¹⁸ INSTITUTO NACIONAL DE 2ª ENSEÑANZA DE CÓRDOBA, *Memoria leída en el solemne acto de apertura del curso de 1928 a 1929 acerca del estado en el curso académico de 1927-28*, Tipografía Artística, Córdoba, 1929, p. 14. En otras ocasiones eran personas ajenas al centro las que ayudaban económicamente para poder realizarlas: “*Las excursiones hechas en este curso son de dos clases: instructivas las unas, de expansión y descanso las otras. Entre las primeras figuran las visitas hechas por nuestros alumnos acompañados de sus profesores a las fábricas de Gas, de Aceites de orujo de Homedes y de Aceites Bau, S.A. y a la importante Fundación de Sales, todas estas en Tortosa. También hemos visitado la fábrica de curtidos de Santiago y Juan Mayor, la de cementos de Manuel Sanz y de Electricidad de Juan Mayor, todas estas en Cherta, habiendo realizado estas excursiones gracias a la espléndida colaboración del Profesor de Inglés Sr. Bau, benemérito protector de este Instituto que sufragó de su peculio particular los gastos de automóvil*”.

ya se puso de manifiesto, era que ante la convocatoria de oposiciones muchos catedráticos se ausentaban de los centros, aunque “a pesar de estar la mayoría de los Catedráticos en oposiciones, no dejaron de hacerse algunas excursiones con los alumnos de este centro, de carácter pedagógico, cumpliendo con ello lo que aconseja la moderna pedagogía, así como seguir la inspiración del actual plan de estudios”⁵¹⁹, lo que prueba el interés y voluntarismo por parte del profesorado para la realización de estas salidas con los alumnos.

Una visión general de las salidas y excursiones realizadas durante el curso 1932-33 puede ser indicativa de como era éste un recurso didáctico utilizado en la mayoría de los Institutos de nuestro país:

Cuadro IV.17.

Visitas y excursiones realizadas (1932-33)	Total
Excursiones a núcleos urbanos	730
Excursiones al campo	1.232
Visitas a fábricas y talleres	642
Visitas a Museos y Exposiciones	501
Lugares artísticos o históricos	604
Otros centros culturales	246

Fuente: *Estadística de los establecimientos de enseñanza*, A. Boué, Madrid, 1935, pp 42-45

Destacaban por el número de actividades realizadas los Institutos de:

Cuadro IV. 18.

Institutos con mayor número de visitas y excursiones realizadas (1932-33)			
Instituto	Excursiones al campo	Instituto	Visitas a fábricas y talleres
Guadalajara	82	Cardenal Cisneros	32
Lugo	45	Cádiz	21
Algeciras	40	I-E de Sevilla	20
Oviedo	40	Cuevas de Almanzora	20

(INSTITUTO NACIONAL DE 2ª ENSEÑANZA DE TORTOSA, *Memoria del curso escolar 1928-29*, p 9).

⁵¹⁹ *Memoria de los cursos escolares 1929-1930, 1930-1931, 1931-1932 en el Instituto Nacional de 2ª Enseñanza de Tortosa*, Imp. Heraldo de Tortosa, .p. 22.

Baeza	42	Balmes de Barcelona	20
Tarragona	38	Torrelavega	20
Pontevedra	38	Fregenal de la Sierra	17
Figueras	32	Segovia	16

Fuente: *Estadística de los establecimientos de enseñanza*, A. Boué, Madrid, 1935, pp. 42-45.

Si comparamos estas cifras con las ofrecidas por los Institutos-Escuela, exceptuando el de Madrid del que no se suministran datos en la estadística citada, podemos observar:

Cuadro IV.19.

Visitas y excursiones realizadas en los Institutos-Escuela (1932-33)		
Instituto-Escuela	Excursiones al campo	Visitas a fábricas y talleres
Barcelona	13	4
Sevilla	10	20
Valencia	12	5

Fuente: *Estadística de los establecimientos de enseñanza*, A. Boué, Madrid, 1935, pp. 42-45.

que son inferiores sensiblemente a las de los centros señalados más arriba, aunque consideramos que la estadística no refleja exactamente la realidad porque acudiendo a la *Revista del Institut-Escola de Barcelona* o a las *Memorias de la J.A.E.*, el número de excursiones realizadas era significativamente mayor al reflejado. Lo que si parece claro era la extensión que habían alcanzado las actividades extraescolares en los Institutos.

También el análisis de los gastos de los Institutos en el capítulo dedicado a “Educación y Cultura”, que era el concepto en el que se incluían las salidas y visitas, puede aportar información sobre la situación estas prácticas en los centros de segunda enseñanza:

Cuadro IV.20.

Gasto de los Institutos en el capítulo de Educación y Cultura (1932-33)	
Gastos en Educación y Cultura	Total (pts)
Cardenal Cisneros de Madrid	114.404
“Luis Vives”, de Valencia	64.118
I-E de Barcelona	47.458

I-E de Valencia	36.369
I-E de Madrid	27.374
“San Isidro”, de Madrid	27.010
Cáceres	25.226
I-E de Sevilla	21.750
Ceuta	20.645
Salamanca	18.137
Oviedo	17.810
Lugo	16.868
Málaga	16.750
Bilbao	15.915
León	15.865

Fuente: *Estadística de los establecimientos de enseñanza*, A. Boué, Madrid, 1935, pp. 42-45.

Como vemos, los Institutos-Escuela figuran entre los centros que más gastaban en el capítulo relativo a salidas y excursiones junto a los Institutos Cardenal Cisneros y San Isidro de Madrid, así como el Luis Vives de Valencia y los de Cáceres, Ceuta y Salamanca. Todo esto nos da idea de como las excursiones y salidas de campo eran utilizadas con frecuencia en los Institutos durante el primer tercio de este siglo.

Como es lógico, la concepción o el enfoque que se daban a la salidas era diferente en unos centros o en otros. Uno de los problemas esenciales a la hora de plantear las salidas de campo, como han puesto de manifiesto M. Jaén y J. M. Bernal, es la importancia de la contextualización de la salida y su grado de integración en el desarrollo del currículum, hecho que motiva que los alumnos sólo vean, a veces, una lejana relación entre la salida realizada y los contenidos curriculares⁵²⁰. De esta forma se reducen en gran medida las posibilidades que tienen las salidas de campo. Si los procesos subyacentes en la visita, por ejemplo, a una fábrica de cerveza no están contemplados en los contenidos abordados en un determinado curso, el valor educativo de la salida será realmente bajo⁵²¹. En esta misma

⁵²⁰ JAÉN, M. Y BERNAL, J. M., “Integración del trabajo de campo en el desarrollo de la enseñanza de la Geología”, *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 1 (3), 1993, pp. 153-158 (referencia en p. 153).

⁵²¹ Sobre los distintos tipos de salidas de campo que se pueden organizar en la enseñanza de las ciencias, véanse los trabajos de BRUSI, D., “Reflexiones en torno a la didáctica de las salidas de campo en Geología (I): Aspectos funcionales”, *Actas VII Simposio Enseñanza Geología*, pp. 363-389; y, “Reflexiones en torno a la didáctica de las salidas de campo en Geología (II): Aspectos metodológicos”, *Actas VII Simposio Enseñanza Geología*, pp. 391-405.

línea y, como hemos visto también, en algunas salidas y excursiones, el objetivo esencial era que el alumno se pusiera en contacto con la naturaleza. En otros casos, era el profesor o el personal de los lugares visitados el que actuaba de auténtico “cicerone”, explicando todo lo que había que ver y su correspondiente interpretación. Como afirman Anguita y Ancochea, en estos casos los alumnos no saben por qué tienen que observar puesto que disponen de alguien que lo hace por ellos, un observador profesional⁵²², de manera que, como manifiestan E. Pedrinaci y otros, el protagonismo esencial corresponde al profesor, que será el que transmitirá los correspondientes conocimientos sobre el tema abordado, de manera que los alumnos se limitan a tomar notas, hacer esquemas o recoger muestras de rocas, fósiles, etc.. Se trataría, pues, de un tipo de salida de campo en consonancia con el modelo de enseñanza por transmisión verbal, que era, generalmente, el más frecuentemente utilizado⁵²³.

Realmente, cuando consideramos las salidas de campo a la luz de las orientaciones ofrecidas actualmente desde la didáctica de las ciencias, indicando que la organización del trabajo de campo debe enmarcarse como solución a un problema que pueda resultar significativo para los alumnos, puesto que así se conecta con las ideas que previamente poseen, y que ellos mismos deben estar implicados de forma activa en la elaboración de las guías de observación a utilizar, en las estrategias de contrastación, etc, serían las llevadas a cabo desde el Instituto-Escuela de Madrid -y posteriormente en los de Barcelona, Valencia y Sevilla- las que más en consonancia estarían con estos planteamientos.

4.2. La difusión de la nueva orientación del trabajo de campo en los Institutos-Escuela

Como hemos visto en el apartado anterior, la labor del Instituto-Escuela de Madrid fue esencial de cara a la aceptación y difusión de una nueva orientación didáctica del trabajo de campo. Las prácticas desarrolladas en este centro, irían extendiéndose progresivamente a otros Institutos y, fundamentalmente, a los demás Institutos-Escuelas que se irían creando. Así, en el Institut-Escola de Barcelona, el Reglamento de régimen interno de del centro establecía lo siguiente:

⁵²² ANGUITA, F. Y ANCOECHEA, E., “Prácticas de campo: alternativas a una excursión tradicional”, *I Simposio de Enseñanza de la Geología*, Madrid, 1980, pp. 317-326 (referencia en p. 319).

⁵²³ PEDRINACI, E., SEQUEIROS, L., GARCÍA DE LA TORRE, E., “El trabajo de campo y el aprendizaje de la Geología”, *Alambique*, 2, 1994, pp. 37-45 (referencia en p. 39).

“31. Se procurará que cada semana, cada curso o grado realice una excursión corta, en sustitución de una o dos clases: visita a museos, talleres fábricas, jardines, monumentos, etc. Se considerarán como unas sesiones de clases celebradas fuera del local del Instituto.

32. A parte del horario, se organizarán las excursiones y los viajes colectivos que se consideren necesarios para la formación de los alumnos”⁵²⁴.

Las salidas, visitas, excursiones o colonias escolares durante el período estival, fueron siempre actividades a las que se les dio gran importancia en el Institut-Escola y respondían fielmente a los principios de actividad e intuición en los que se fundamentaba la enseñanza que se ofrecía. El plan de excursiones y visitas disfrutaba también de flexibilidad. Para aprovechar una invitación, por ejemplo, se interrumpían las clases y se alteraba el horario: *“Todas la excursiones tienen en el I-E una preparación (...) Hay mucha gente, de dentro y de fuera de esta casa, que todavía no se ha dado cuenta del trabajo delicado, complicado e ímprobo que supone la preparación de las excursiones”⁵²⁵*. Este trabajo era minucioso y comprendía la confección de itinerarios, de material para los participantes y de mapas, fotografías, dibujos, etc., realizados por los propios alumnos:

“Muy a menudo se veía a los niños trabajando en las terrazas, entre los parterres del Parque o delante de las jaulas de la colección zoológica, o de los estanques del acuario, o en las playas, o mar adentro o en las montañas: El Montseny, Poblet, Girona, Olot, Montserrat, (...) se convertían familiares a los estudiantes y se encendía su amor por las tierras catalanas (...)”⁵²⁶.

Los alumnos estaban plenamente implicados en la planificación de las actividades de este centro (biblioteca, actividades deportivas, excursiones, etc.); *“La intervención de los alumnos en cada una de estos servicios está fundamentada en la necesidad de que el alumno llegue a considerarse centro de la vida escolar, y no, meramente, un instrumento al servicio del profesor (...)”⁵²⁷*. De hecho, era *“norma de nuestra*

⁵²⁴ “Règim intern de l’Institut-Escola”, *Institut-Escola, Revista de l’Institut-Escola de la Generalitat*, 15, 1933, p. 8.

⁵²⁵ “Itineraris”, *Institut-Escola, Revista de l’Institut-Escola de la Generalitat*, 18, 1934, p. 1

⁵²⁶ ESTALELLA GRAELLS, J., “El Batxillerat a l’Institut-Escola”, ob. cit., pp. 6-7.

⁵²⁷ “Organització”, *Institut-Escola, Revista de l’Institut-Escola de la Generalitat*, 1, 1932, p. 3.

*Institución el reconocimiento de la máxima intervención del escolar en toda la estructuración y dirección de las clases, juegos, excursiones, asociaciones, etc.”*⁵²⁸.

A través de las excursiones, además de los conocimientos propios del tema que se trataba de desarrollar, afianzar o completar, se despertaban en los alumnos actitudes de respeto y cuidado del medio ambiente así como el conocimiento de su patrimonio histórico-artístico y de sus costumbres. En las salidas de campo los alumnos aprendían a valorar el paisaje. Los lugares que visitaban los dejaban más limpios de lo que los encontraban al llegar. Se respetaba el medio ambiente, las plantas, los animales e incluso las piedras. No se maltrataba nada, de hecho sólo se sacrificaba estrictamente lo que se necesitaba para el estudio que se tenía que realizar⁵²⁹. Los alumnos anotaban datos, pedían explicaciones, etc.⁵³⁰

Son innumerables las visitas y excursiones, estrechamente relacionadas con la enseñanza de las ciencias físiconaturales, realizadas para estudiar “in situ” temas de botánica, zoología, geología, física o química. Entre ellas, por ejemplo, destacamos las visitas efectuadas a una planta embotelladora de agua mineral, a la fábrica de esencias y jabones “Myrurgia”, a una fábrica de cerámica, a los laboratorios de Química inorgánica y orgánica de la Universidad de Barcelona, al Instituto Nacional de Física y Química de Madrid -actuando como guía el catedrático Catalán-, a la Estación Enológica de Vilafranca del Penedés, a un taller para observar la fabricación del vidrio, a la fábrica de cerveza “Dam” para estudiar la elaboración de la cerveza y la fermentación, etc. Es importante destacar que en cada una de las visitas realizadas los alumnos redactaban un informe de lo acontecido y también exponían los minerales u otros materiales recogidos.

Siguiendo la pauta marcada por el Instituto-Escuela de Madrid, también el Instituto-Escuela de Valencia hizo de las actividades extraescolares programadas un eficaz medio de formación de los alumnos a través de una didáctica basada en la actividad y en el método intuitivo. Como indican L. Esteban y A. Mayordomo, se hacían salidas semanales dentro de la ciudad a museos, jardines, fábricas u otros lugares que pudieran servir de confirmación de lo explicado en clase y de fomento de la observación y

⁵²⁸ “Organització”, *Institut-Escola, Revista de l’Institut-Escola de la Generalitat*, 3, 1932, p. 3.

⁵²⁹ ESTALELLA GRAELLS, J., “El Batxillerat a l’Institut-Escola”, ob. cit., p. 7.

⁵³⁰ “Excursió a Tarragona, Poblet i Santes Creus”, *Institut-Escola, Revista de l’Institut-Escola de la Generalitat*, 9, 1933, pp. 7-8.

la crítica. En lo que se refería a las Ciencias físico-naturales, se realizaron visitas al Museo de Ciencias Naturales de Onda (Castellón), a los Astilleros de Levante, los Altos Hornos de Sagunto, fábricas de cemento, etc.⁵³¹. Al igual que en el de Madrid, se constituyó una “Sociedad Cooperativa de Excursiones” integrada por todos los alumnos de Bachillerato, para la programación y financiación de dichas salidas:

*“El claustro del Instituto-Escuela tiene el mayor interés en completar esta formación del muchacho con visitas y excursiones fuera de la ciudad, en las que siguiendo un plan cíclico - en lo que se refiere a la importancia de la excursión y su contenido - y tenida en cuenta la edad de los alumnos y el grado de sus conocimientos, pueda conseguirse a lo largo de todo el Bachillerato, que los alumnos del Instituto-Escuela de Valencia hayan completado las explicaciones de clase y conozcan su propio país, bajo la guía segura de los profesores con quien conviven”*⁵³².

Algo semejante ocurría en el Instituto-Escuela de Sevilla. Carlos Algora muestra cómo las salidas suponían una concepción renovadora ya que el aula quedaba desplazada como exclusivo lugar de aprendizaje, siendo las propias fábricas, los museos y la naturaleza los escenarios ideales para desarrollar las clases: *“las salidas y excursiones están tan integradas en el currículo que podemos darles también el carácter de Enseñanzas, al convertirse en vehículo esencial de algunas de ellas”*⁵³³. En los cursos 1932-33 y 1933-34 sólo las visitas realizadas a fábricas fueron respectivamente 20 y 50. En el Instituto-Escuela de Sevilla también se procuró dar un carácter globalizador a las actividades extraescolares. Había una interrelación entre *“la enseñanza de la física y química con la Iniciación a la Cultura Técnica, ya que al visitar algunas fábricas y talleres artesanos se estudiaba también el proceso de elaboración de aquello que se producía, como se hizo por ejemplo con la cerveza”*⁵³⁴. Las excursiones relacionadas con la enseñanza de las ciencias físiconaturales implicaban la realización de un estudio de campo y la recogida de muestras: hojas, insectos, etc. Asimismo, se llevaban a cabo prácticas de investigación e identificación de especies animales y vegetales, etc.⁵³⁵.

⁵³¹ ESTEBAN, L. Y MAYORDOMO, A., *El Instituto-Escuela de Valencia (1932-1939). Una experiencia de renovación pedagógica*, ob. cit., p. 56.

⁵³² *Instituto-Escuela de Valencia. Sociedad Cooperativa de Excursiones. Curso 1933-34*, Tip. de A. Badía, p. 1.

⁵³³ ALGORA ALBA, C., *El Instituto-Escuela de Sevilla (1932-36). Una proyección de la Institución Libre de Enseñanza*, Diputación de Sevilla, Sevilla, 1996, p. 209.

⁵³⁴ *Ibidem*, p. 280.

⁵³⁵ *Ibidem*, p. 279.

Igual que en el Instituto-Escuela de Madrid, en el de Sevilla también se constituyó la “Cooperativa de Excursiones”, integrada por todos los alumnos de Bachillerato. Ello ayudaba a recoger fondos para, junto a otras subvenciones, poder realizar cantidad de visitas y salidas que se hacían. Según apunta Carlos Algora no hubo discriminación económica por la que algún alumno no pudiese realizar las salidas al carecer de medios, de manera que cuando era este el caso ayudaba la “Sociedad de Amigos del Instituto-Escuela”. Esta sociedad se constituyó en 1932 a fin de prestar ayuda -becas, por ejemplo- y colaborar con la obra realizada desde el centro.

En definitiva, a lo largo del período de tiempo analizado, las nuevas orientaciones sobre la utilización didáctica de las salidas de campo, visitas y excursiones fueron afianzándose como un recurso cada vez más utilizado en nuestros Institutos. Los objetivos que trataban de cumplir también fueron cambiando desde ser meras actividades a las que el alumno acudía de forma pasiva a ser resultado de una adecuada contextualización con los contenidos desarrollados en cuya preparación participaban ellos mismos.