

# LA FÍSICA EN LOS MANUALES ESCOLARES: UN MEDIO RESISTENTE A LA RENOVACIÓN (1845-1900)

*The physics in the textbooks:  
a resistant medium to renovation (1845-1900)*

Antonio MORENO GONZÁLEZ  
*Universidad Complutense*

Fecha de aceptación de originales: Junio de 2000  
Biblid. [0212-0267 (2000) 19; 51-93]

RESUMEN: Los libros de texto de física y química utilizados en la segunda enseñanza en España, impuestos por el Estado o elegidos libremente por los profesores, ya fueran de autores extranjeros o españoles, tienen una evidente influencia francesa, tanto porque los autores lo fueran como por la estructura y contenidos de los libros escritos en castellano y por autores españoles. El estereotipo de libro difundido a mediados del siglo XIX por los Institutos de Segunda Enseñanza se mantuvo con pocas variaciones hasta finales de siglo, y en muchos casos no sólo la estructura del índice, que casi idénticamente ha llegado a nuestros días, sino los contenidos mismos, lo que ha supuesto un retraso en la incorporación de novedades científicas. Entre otras explicaciones a este hecho, hay que señalar los escasos cambios introducidos por los responsables educativos en los programas oficiales a que aquellos libros habían de responder.

PALABRAS CLAVE: secularización, fluidos imponderables, modernidad científica.

ABSTRACT: The Physics and Chemistry text books used in the secondary and high schools in Spain, imposed by the Government or freely chosen by the teachers, have an evident French influence. The stereotype of these books was spread from the middle of the nineteenth century to the end of the century, more or less, in the same way. The structure of the index, and many contents have arrived at today without variations. This condition in the scientific text books supposed a delay in the incorporation of the scientific newnesses. One of the reasons of this delay is in some way produced by the compulsory official programmes.

KEY WORDS: secularization, imponderables fluids, scientific modernity.

## Consideraciones iniciales

LAS CIENCIAS de las que preferentemente voy a tratar son la física y, algo más por encima, la química, calificadas en sus orígenes como *experimentales*, atributo que actualmente se aplica a otras disciplinas y áreas de conocimiento, a veces, con el engañoso prurito de prestigiarlos, como si sólo en lo científico cupieran el rigor y la garantía de fiabilidad. Así, por ejemplo, se pretende incluir en los presupuestos universitarios el plus de *experimentalidad* allí donde otrora fuera impensable, porque se habla de ciencias del lenguaje, ciencias de la salud, ciencias teológicas, ciencias del comportamiento, ciencias de la información, ciencias políticas, ciencias sociales... Y quizá sea inexorable la extensión del *experimento* a ámbitos que en sus orígenes no le fueron propios, pero en cualquier caso, y para evitar confusiones —a las que tan proclive están siendo los últimos años de esta centuria— sería deseable una mayor cautela a la hora de discernir entre las múltiples “ciencias”, sobre todo por los posibles efectos perniciosos que acarrearán en el mundo académico. Al margen de éste, el atrevimiento es aún mayor cuando se habla de ciencias funerarias, ciencias ocultas, ciencias astrológicas, religión de la ciencia cristiana, salón de ciencia y belleza... impregnando gratuitamente de “ciencia” facetas del comportamiento humano que tienen su propia identidad y desde luego nada que ver con el significado que por ahora se le viene dando a tan, al parecer, anhelado término.

Incluso en la terminología de quienes pretenden hacer énfasis en la bondad y beneficios de algo, suele recurrirse a analogías científicas. Por ejemplo, en un informe publicado en *Comunidad Escolar* (16/10/1996) titulado “Una cuestión de química”, se cita la siguiente opinión de Gilbert M. Grosvenor, presidente de la National Geographic Society: “Es evidente que la escuela Waldorf de High Mowing ha sido un éxito para mi hijo. En tres años, el profesorado ha dirigido su actitud y energías hacia una responsabilidad cívica. Creo que es la química del lugar lo que hace que este colegio sea especial”. Y para nada más se menciona la química anunciada en el título. Otros ejemplos, sacados del mundo de la política son ilustrativos de este abuso lingüístico. Decía Kohl, a propósito de la visita de Aznar a Alemania: “La *química* funciona de forma extraordinaria y quise traer a mi amigo, el presidente, a mi *patria chica*”. Cumplido al que Aznar respondió: “Funciona la *química*, y también la *física*”, quizá ellos sepan lo que quisieron decir. O la rotunda afirmación del ex-presidente González: “Mi eje de rotación no se ha movido”. Y muchos más ejemplos que podríamos entresacar de los lenguajes coloquial, periodístico, deportivo, etc.

Más alarmante aún, y a la larga más perjudicial, es la ostentación “científica” de quienes alineados en la condición de postmodernos<sup>1</sup> insertan en sus escritos la terminología propia de las ciencias con una absoluta carencia de significado, cuando no cargada de errores: “Su finalidad parece ser la de amedrentar al lector inexperto con una escritura impenetrable y oscurecer, con apariencia de rigor, textos que envuelven en una impresionante parafernalia de nociones fractales, no lineales, multidimensionales, topológicas, transfinitas, hadrónicas, complejas, turbulentas, no numerables, gödelianas, incomensurables, multirreferenciales, no computables, con simetría de escala, transversales, no deterministas, irreversibles, cuánticas o caóticas, deprovistas de sentido en el contexto en el que son usadas”<sup>2</sup>. Alarde que nos trae a la memoria aquel divertimento

<sup>1</sup> SOKAL, A. y BRICMONT, J.: *Imposturas intelectuales*. Barcelona, Paidós, 1999.

<sup>2</sup> LÓPEZ, C.: “Usar la Jerga Científica en Vano”. Babelia. *El País*, 15/3/1999.

que el coronel José Cadalso (1741-1782) publicara en Madrid (1772) “en obsequio de los que pretenden saber mucho, estudiando poco”<sup>3</sup>, o la sátira de Leandro Fernández de Moratín (1760-1828) “contra los zafios ingenios que por entonces monopolizaban las tablas de la escena y los estantes de las librerías”<sup>4</sup>.

Esta presencia de lo “científico” en la sociedad de hoy y según los testimonios antedichos en las de otros tiempos, calificada, la actual –igual que puede atribuírseles a épocas precedentes– como acientífica, por algunas opiniones dignas de crédito, como es el caso del premio Nobel de Física Richard Feynman<sup>5</sup>, reclama una mediana formación científica de los ciudadanos que les capacite para distinguir el grano de la paja, para que puedan hablar y entender de los hechos científicos con la comprensión exigible al tratar de otros bienes culturales, y para que cuando la ocasión lo requiera se pronuncien con cierta convicción a favor o en contra de la ciencia y sus repercusiones sociales. En este sentido se manifiesta el Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la educación para el siglo XXI presidida por Jacques Delors<sup>6</sup>. A tal capacitación está llamada la inclusión, antes y ahora, de las ciencias, que en adelante ya no llamaré experimentales dándolo por supuesto, en los currículos de las enseñanzas obligatorias y de bachillerato. Y a este requerimiento deberían responder, por tanto, entre otras exigencias, los libros de texto de ciencias, de los que el conocimiento de su evolución proporciona una muestra fiable de lo que, al menos, se ha pretendido que sean las ciencias para la formación de la ciudadanía.

Si bien los comentarios precedentes aluden a la sociedad actual, veremos que en el pasado las cosas no fueron muy distintas. En lo sucesivo me ocuparé, básicamente, de los libros de texto de física y química del siglo XIX, en el nivel de la segunda enseñanza, dejando para otra ocasión el primer tercio del XX y la educación científica en la Segunda República, que si bien, en un principio, iban a formar parte de este artículo, no ha sido posible por la extensión que dicho plan requiere. Respecto al periodo del que me ocuparé, creo adecuado considerar los siguientes momentos históricos: el movimiento ilustrado; la política liberal y el Plan Pidal; y las crisis finiseculares del XIX.

Por último, unas palabras sobre las expectativas puestas en este trabajo. Dada la precariedad de estudios sobre los textos de ciencias, hube de plantearme optar entre la selección de algunos textos en un espacio corto de tiempo, o intentar dar una panorámica más amplia de los textos y sus contextos, espigando entre algunos, a costa de ser menos profundo, o si se quiere más incompleto, en el análisis de los textos mismos. He preferido esta última opción porque está más próxima a lo que hasta ahora he venido haciendo respecto a la historia de la física en España, y por tanto para la que puedo encontrarme medianamente capacitado, con la esperanza de entrar en la segunda en cuanto me sea posible. Realmente, el asunto no ha hecho más que empezar, y afortunadamente son motivo de investigación los textos de ciencias, lo que alienta a pensar que pasado algún tiempo podamos disponer de un conocimiento satisfactorio de cómo fueron las enseñanzas de las ciencias en España, en sí misma, y respecto a otros países que es la única forma de situarnos en la realidad de cada momento histórico.

<sup>3</sup> Edición consultada: CADALSO, J.: *Los eruditos a la violeta, o curso completo de todas las ciencias, dividido en siete lecciones para los siete días de la semana. Publícase en obsequio de los que pretenden saber mucho, estudiando poco.* 9ª ed. París: Bobée é Hingray Libreros, 1827.

<sup>4</sup> FERNÁNDEZ DE MORATÍN, L.: *La derrota de los pedantes.* Madrid, 1789.

<sup>5</sup> FEYNMAN, R.: *Qué significa todo eso. Reflexiones de un científico-ciudadano.* Barcelona, Crítica, 1999.

<sup>6</sup> DELORS, J.: *La educación encierra un tesoro.* Madrid, Santillana, Ediciones Unesco, 1996.

## I. Antecedentes: entre antiguos y modernos

El secular antagonismo entre lo antiguo y lo moderno en lo tocante a la filosofía de la naturaleza, de la que con el tiempo se desprenderían las actuales ciencias física y química, se empezó a manifestar con más radicalidad a partir de las intervenciones del canciller de la Universidad de Oxford, el franciscano Robert Grosseteste c. 1175-1253), y del barón de Verulamio, Francis Bacon (1561-1626). Al primero se le atribuyen los incipientes cimientos de las ciencias experimentales, por la formalización matemática con que enfocó el empirismo aristotélico y el razonamiento inductivo. En él se basó el segundo, aspirante a sistematizar una metodología científica en su ambicioso e inconcluso proyecto –*Instauratio magna* (La gran instauración del saber)– de la que forma parte el célebre *Novum Organum, sive indicia vera de interpretatione naturae et regno hominis* (Nuevo Órgano o verdaderas nociones de la interpretación de la naturaleza y del reino del hombre)<sup>7</sup>, con el que pretendía erradicar la corrupción que, en su opinión, había introducido Aristóteles de Estagira (384-322 a.C.) con su dialéctica –el *Organum*– en las formas de orientar la filosofía natural<sup>8</sup>.

El camino hacia la consolidación de la física como área de conocimiento específica y como disciplina académica, desgajada de la filosofía, empieza a vislumbrarse. El principio de *autoridad* que por siglos había mantenido incólume la visión aristotélica del mundo –salvo las limitadas rebeliones de los heterodoxos– inicia su decadencia. Para hacer ciencia, de aquí en adelante, ya no sería suficiente contar con el respaldo de algún poder religioso, que hasta entonces acaparaba la cuna del saber, será el *prestigio* ganado a base de una sólida fundamentación del conocimiento el que ponga a cada cual en su sitio. Ya no se trata de custodiar los otrora herméticos saberes revelados; serán los *conocimientos útiles* los que empezarán a imponerse como marchamo de la sabiduría. Se produce un contraste metafísico entre el pensamiento medieval y el pensamiento moderno: para aquél, el hombre era más significativo y determinante que la naturaleza física, de aquí la concepción antropomórfica del Universo, y consecuentemente la centralidad de la Tierra –lugar habitado por el hombre–, principios básicos de la física

<sup>7</sup> BACON, F.: *Novum Organum*, introducción de Teixeira de Bastos. Barcelona, Fontanella, 1979.

<sup>8</sup> Respecto a la contribución científica de Aristóteles es preciso hacer algunos comentarios. En el capítulo “De Aristóteles a la mecánica del impetus” de *Psicogénesis e historia de la ciencia* (Madrid, Siglo XXI, 1981), del que son autores Jean Piaget y Ronaldo García, físico de formación este último, y discípulo de los positivistas lógicos Carnap y Reichenbach, aparece el estagirita etiquetado con un marchamo perverso, desde el punto de vista de la génesis de la ciencia, del que al parecer la humanidad ha de ser liberada para acercarla a la “verdadera” ciencia. “En el caso de Aristóteles –dicen los autores– la metodología se reduce a un cierto número de observaciones inmediatas y bastante pobres y limitadas por el proceso que llamaremos ‘seudonecesidad’... Las posiciones epistémicas quedan pues alteradas desde el comienzo, en ausencia de toda experimentación”. Tras achacarle a Aristóteles que no hubiera procedido como Galileo hiciera en su tiempo, inexorablemente sucede que “las conclusiones a las cuales arriba –al maltrecho Aristóteles se refieren– son increíblemente erradas”. Conclusión obviamente excesiva y anacrónica. Algunos autores (nota 15) consideran que las supuestas trabas atribuidas por historiadores y filósofos de la ciencia al aristotelismo reinante durante siglos, impidiendo el surgimiento de la ciencia moderna, se deben al papel algo bufo con que Galileo hace manifestarse en sus *Diálogos sobre los dos principales sistemas del mundo* (1632) a Simplicio, el portavoz escolástico del aristotelismo, por otra parte, cargado de razón en muchas ocasiones (DRAKE, S.: *Galilean Studies. Personality, Tradition, and Revolution*. USA, The University of Michigan Press, 1970). Lo cierto es que se ha extremado tanto la nefanda influencia aristotélica que hay quienes con contundencia y pesadumbre lamentan que “Aristóteles no ha muerto” (WHITAKER, R. J.: “Aristotle is not dead: student understanding of trajectory motion”. *American Journal of Physics*, 51, 1983, pp. 352-357; DISESSA, A. “Unlearning aristotelian physics: a study of knowledge-based learning”, *Cognitive Science*, 4(3), 1982, pp. 199-309).

aristotélica; para los modernos, la naturaleza pasa a ocupar un puesto más autónomo, determinante y permanente que el hombre<sup>9</sup>.

Las raíces epistémicas se modifican y con ellas el carácter del pensamiento científico. En el tránsito se fueron produciendo algunas alteraciones conceptuales y metodológicas. Frente al más puro estilo escolástico, el de los tomistas, basado en las *lectio*, *questio* y *disputatio* y en la consideración del movimiento como una cualidad del móvil, es decir como algo más que el mero cambio de lugar, se sitúan otros escolásticos no tomistas, críticos con el aristotelismo medieval, que aplican métodos matemáticos y objetivos sin prejuicios metafísicos a la cinemática, el *movimiento geometrizado*<sup>10</sup>, incluso se atreven a sostener algunas ideas poco menos que heréticas, como la del “impetus”, para cuantificar las causas del movimiento que ya no se vincularía con la acción providente de Dios sino con la propia naturaleza. En este proceso, del que resultaría la *física moderna*, en realidad la primera física, tal como hoy la entendemos, fueron decisivas, más que las nuevas observaciones o pruebas inusitadas, “las transposiciones que estaban teniendo lugar en las mentes de los propios hombres de ciencia”<sup>11</sup>. Se trataba de situar datos y hechos ya conocidos, tanto de la física celeste como de la terrestre, según la división heredada del mundo griego, en un sistema de relaciones completamente nuevo, donde el mundo era único y única también habría de ser la física que tratara de descubrir su ser y sus mecanismos.

El cambio que se produce respecto a la idea de movimiento es crucial. La *ley de la inercia*<sup>12</sup>, la teoría moderna del movimiento consolidada en el siglo XVII, desmontó un mundo gobernado por espíritus sutiles a cambio de otro mecánico, preciso como un mecanismo articulado. Aunque sin abandonar la creencia en un dios creador y providente del mundo, se arriesgan a modificarle su papel: pasa de ser el *dios geómetra* de los antiguos al *dios relojero* de los modernos. “La fuerte discontinuidad entre la tradición medieval y la ciencia moderna”<sup>13</sup> legitima la opinión de que se produjo una auténtica “revolución científica”. Otro factor determinante de la nueva ciencia fue su carácter *experimental*: “La experiencia de que hablan los aristotélicos apela al mundo de lo cotidiano para ejemplificar o ilustrar teorías; las ‘experiencias’ de los modernos son *experimentos* elaborados artificialmente con el objeto de confirmar o falsar teorías”<sup>14</sup>.

La ciencia moderna acaba, por tanto, con la concepción del conocimiento de la naturaleza como una acumulación de saberes dados por definitivos y en muchos casos

<sup>9</sup> BURTT, E. A.: *Los fundamentos metafísicos de la ciencia moderna*. Buenos Aires, Editorial Sudamericana, 1960.

<sup>10</sup> Así puede denominarse la descripción que Nicolás de Oresme (c. 1320 -1382), matemático de la Universidad de París, hace del movimiento uniforme. Oresme comprobó que como el espacio recorrido resulta del producto de dos números  $v_0 t$ , dicho espacio podría representarse por el área de un rectángulo de lados de lados  $v_0$  y  $t$ . Ver: HOLTON, G.: *Introducción a los conceptos y teoría de las ciencias físicas*. Barcelona, Reverté, 1976.

<sup>11</sup> BUTTERFIELD, H.: *Los orígenes de la ciencia moderna*. Madrid, Taurus, 1982.

<sup>12</sup> Esta ley, al parecer introducida por Galileo, e incluida por Newton en los *Principia* como uno de los principios básicos de la dinámica, supone una ruptura radical con el planteamiento aristotélico del movimiento. La ley establece que puede existir movimiento sin necesidad de que intervenga una fuerza para mantenerlo, frente a la postura contraria de Aristóteles. Éste consideraba que la intervención de una fuerza proporciona a los cuerpos determinada velocidad; Newton propone que la actuación de una fuerza provoca en el objeto un cambio en la cantidad de movimiento ( $m v$ ), lo que supone en definitiva la aparición de una aceleración.

<sup>13</sup> ROSSI, P.: *El nacimiento de la ciencia moderna en Europa*, Barcelona, Crítica, 1997.

<sup>14</sup> ROSSI, P.: *Op.cit.*, p. 15.

herméticos. El conocimiento será tenido, en adelante, como algo modificable, ampliable y capaz de ser contrastado mediante la experimentación. Concretamente, los fundamentos de la física moderna se asientan en: la revisión conceptual de los antiguos; una nueva metodología; y el uso de instrumentos de observación y medida.

La revisión de significados fue complementándose con la introducción de nuevos conceptos, o conceptos que a partir de entonces adquirieron significación física, como el de *masa*, al que Isaac Newton (1642-1727) asigna la condición de variable esencial en la *dinámica*, ciencia completamente nueva, a diferencia de la *estática* originaria de los geómetras griegos, especialmente Arquímedes (287-212 a. C.). Ambas ciencias, o partes de la mecánica, son dos formas diferentes de considerar el papel de las fuerzas en la naturaleza. Otro concepto que adquiere rango matemático no alcanzado nunca, porque el matematismo pitagórico-platónico degeneró en una mística de los números, fue el de *tiempo*. Su consideración como variable en el cálculo infinitesimal que idearan Newton y Gottfried W. Leibniz (1646-1716), introdujo una auténtica revolución metodológica en la forma de describir los fenómenos: la relación funcional.

La metodología innovadora de la Revolución Científica del siglo XVII<sup>15</sup>, además de la formalización matemática y la experimentación –en la que destacó sobremanera Robert Boyle (1627-1691) con su *filosofía mecánica* basada en la teoría corpuscular de la materia– incluye el establecimiento de *modelos físicos* que, favorecidos por la abstracción que las matemáticas permiten, aumentaron las posibilidades de tantear en torno a hipotéticas manifestaciones naturales, inaccesibles a la observación con los medios entonces disponibles. A esta nueva metodología responde la idea de *punto material*<sup>16</sup> sobre la que Newton organiza su gran síntesis: una misma física para un único mundo real, en definitiva la unificación de los “cielos” y la “tierra”, regida por las leyes de la dinámica y la gravitación universal. El método o estilo newtoniano con el que “filosofó” aquel genio inglés fue dado a conocer por él mismo en los *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (1687), basándose en el racionalismo cartesiano y en el experimentalismo de Boyle.

Por último, la ideación y construcción de instrumentos científicos favoreció la pretendida objetividad de la actividad científica en el acercamiento a la realidad natural. Por ejemplo, el *perspicillum* o anteojo de Galileo, pronto mejorado por el telescopio reflector de Newton, ampliaron considerablemente el horizonte de observación de los cielos. Estos instrumentos junto con otros, fruto del interés de filósofos, científicos y artesanos, redundaron en la extensión de la experimentación a campos del saber cada vez más diferenciados: mecánica, electricidad, magnetismo, óptica, química, calor y otros fenómenos también asociados con la incipiente producción industrial y desarrollo del comercio.

La modernidad que arranca del siglo XVII no aspiraba, desde lo que fue configurándose como *ciencia física*, *filosofía natural* o *filosofía experimental* –nombres distintos para un mismo proyecto– a la pretendida globalidad del estilo griego; a partir de entonces se prefiere descubrir las leyes que rigen hechos particulares y concretos para, finalmente, establecer teorías globales o *unitarias*, como se llamaron en el siglo XIX<sup>17</sup>.

<sup>15</sup> SELLÉS, M. y SOLÍS, C.: *La Revolución Científica*. Madrid, Síntesis, 1994.

<sup>16</sup> Idealización propuesta por Newton, sobre todo en el estudio del movimiento de los cuerpos celestes, por la que considera la posibilidad de concebir los planetas como objetos puntuales –su propio centro donde estuviera concentrada toda la masa.

<sup>17</sup> En relación con la búsqueda de teorías unitarias de la naturaleza, una obra destacable, escrita en italiano, muy difundida en Francia y citada por autores españoles de la época y posteriores, fue la del astrónomo

Si éstas eran, a grandes rasgos, las señas de identidad de la modernidad científica generada en el siglo XVII, modernos serían los estudios que contemplaran tales caracteres, tanto en las actividades docentes como en los libros de texto utilizados para las mismas. Veamos, por tanto, en qué medida fue haciéndose patente aquella modernidad en los libros de texto utilizados en los estudios secundarios españoles, que es el objetivo central de este trabajo.

Antes de entrar en los estudios secundarios propiamente dichos, cuya implantación generalizada se produce a partir del Plan Pidal de 1845, es preciso recordar algunos antecedentes. Me refiero a los estudios preparatorios realizados en la facultades menores<sup>18</sup>, primero llamadas de Artes y luego de Filosofía. Las enseñanzas que en estos centros tenían que ver con las ciencias estaban contenidas en las materias *Física general* y *Física particular*<sup>19</sup>.

Por el carácter eclesiástico de la universidades, y existiendo una agresiva competencia entre las escuelas tomista, suarista y escotista, dominantes en los claustros, la física estuvo sometida a tensiones cuyo resultado fue un largo y tedioso mantenimiento de las formas medievales: lectura de un texto aristotélico, en versión escolástica, sobre la que se establecía una discusión en forma silogística. Todo ello en un latín cada vez más deteriorado e inadecuado para la incorporación de la terminología surgida de las novedades científicas. Por esta insuficiencia, los reformistas ilustrados de la España de Carlos III y años subsiguientes, pretendieron eliminar el latín como lengua académica obligatoria en las enseñanzas científicas, estimulando la publicación de textos en castellano, originales o traducidos. Este desbancamiento no fue fácil, pues todavía en el período absolutista de Fernando VII –desde su vuelta a España en 1814 hasta su muerte en 1833, con el paréntesis del trienio constitucional (1820-1823)– se impusieron nuevamente libros de física en latín<sup>20</sup> que fueron de texto en tiempos pasados, así como en las discusiones públicas que a modo de examen celebraban algunos profesores con los alumnos más aventajados. A título de anécdota, pero reveladora del

---

y jesuita italiano Pietro Angelo SECCHI (1818-1878), *L'Unité des Forces Physiques. Essai de Philosophie Naturelle*. Paris, Librairie F. Savy, 1874. La primera edición italiana fue en 1864. En la introducción a la edición francesa citada, dice el autor: “Estas leyes son ciertas, son inmutables, son la base de toda nuestra ciencia, esto es verdadero e indiscutible, pero esto no prueba más que ellas no podrían haber sido establecidas de otra manera que por el Autor de las cosas”.

<sup>18</sup> Facultades mayores eran las de Cánones, Leyes, Teología y Medicina, en las que se hacía “carrera”; las menores, eran preparatorias para aquellas.

<sup>19</sup> En el frustrado plan de estudios que Pedro Olavide propusiera en 1768 se dice: “Llámase Física general aquella parte de la Filosofía natural que considera el cuerpo tomado generalmente, sus afecciones, principios naturales de su composición y propiedades... y Física particular, la que procura investigar los cuerpos por sus diversos géneros, explorar y demostrar sus fuerzas, movimientos y efectos”. Algunos tópicos tratados en la primera son: Del cuerpo, espacio y movimiento; De la gravedad; De las máquinas; De los fluidos en general; Del equilibrio entre sólidos y fluidos. Tratado en la segunda: Del agua; Del fuego; De la luz, los colores y la visión; Del imán; De la electricidad; Del aire y del sonido; De los cuerpos celestes.

<sup>20</sup> GOUDIN, Fr. A.: *Philosophia Thomista, juxta inconcussa, tutissimaque divi Thomae Dogmata*. Matriti, MDCCLXII, la primera edición data de 1675 y en 1890 todavía se hizo alguna edición en latín; AMAT DE PALAU Y FONT, P. F.: *Physicae Generalis Institutiones*. Barcinone, MDCCLXXX, la primera edición es de 1779, en 1830 se reeditó por cuarta vez, siempre en latín; GUEVARA ET BASOZABAL, S. J. A. DE: *Institutionum Philosophiae* (T. III, *Physicam Generalem* y T. IV, *Physicam Particularem*). Matriti, 1829. Desconozco el año de la primera edición de este último, pero debió ser muy anterior ya que el autor, jesuita mejicano desterrado a Italia cuando se decretó en España la expulsión de los jesuitas durante el reinado de Carlos III, nació en Guanajuato, en 1748. En Madrid se hicieron varias ediciones entre 1824 y 1833. En 1826 se publicó en forma de diálogo.

contenido de aquellos textos, valgan las palabras de Vicente de la Fuente<sup>21</sup>: “El P. Goudin negaba con toda su alma la existencia del vacío, característica propia de la física cartesiana, entre otras razones peripatéticas porque el vacío sería una ofensa a la Omnipotencia de Dios. ¡Buena Física! y a mí me la enseñaron en 1827”. Recordemos que quien así se manifiesta estaba alineado con el exacerbado integrismo católico del último tercio del XIX español, y como tal se comportó en la célebre “cuestión universitaria”, tras la caída de la Primera República, que llevó a la separación de sus cátedras a distinguidos profesores universitarios y de bachillerato.

Frente al aferramiento al escolasticismo, fueron haciéndose patentes a lo largo del siglo XVIII síntomas de modernidad que de manera sutil iban arraigando en los ámbitos académicos españoles. Como más destacables, pueden señalarse los siguientes: escribir en castellano, la lengua vernácula de la unificación de España; aceptar el atomismo de Gassendi y Maignan; recurrir a la teoría de los fluidos imponderables (eléctrico, magnético, calórico y lumínico) para la descripción de los fenómenos eléctricos, magnéticos, caloríficos, luminosos y químicos; interesarse por las teorías unitarias de las fuerzas físicas; potenciar el fomento de las llamadas por los reformistas ilustrados *ciencias útiles* (matemáticas, física, química, metalurgia, agricultura y economía), necesarias para el progreso y la felicidad pública. Síntomas que en definitiva suponían el paso de una ciencia *providencialista*, en que Dios era la causa última y mantenedor del orden universal, a una ciencia *laica*, mecanicista, en que la naturaleza misma era causa y efecto de su propia actividad.

Entre los libros de texto escritos por autores españoles, el antecedente más sobresaliente es del médico valenciano Andrés Piquer (1711-1772), autor de *Física Moderna Racional y Experimental*, publicado en Valencia en 1745; obra que responde al movimiento “novator”<sup>22</sup> habido en España a finales del siglo XVII y primer tercio del XVIII en que se desencadenó lo que algunos autores<sup>23</sup> han calificado como “la primera crisis de la conciencia nacional”. En las órdenes de aprobación del libro se destaca que “es la primera Física Moderna que se ha trabajado en nuestra España” pero sin oponerse a la fe católica, aunque pudiera disgustar “a muchos españoles recelosos de las novedades”. También se hace una defensa de la *física experimental*, entre otras razones, por su utilidad para discernir los sucesos milagrosos de los puramente naturales. Que aquel libro recibiera los parabienes de las autoridades eclesiásticas es una muestra de que en la Iglesia también se respiraban aires de modernidad. Por otra parte, y casi huelga decirlo, contar con el “*nihil obstat*” era requisito imprescindible, como también solía serlo que los mismos autores manifestaran su sometimiento al veredicto de la Santa Iglesia Católica, o al menos el reconocimiento de un dios “como principio y fin de todas las cosas”. Baste recordar el público arrepentimiento de Galileo ante el Santo Oficio por manifestarse partidario de un sistema del mundo heliocéntrico, o las palabras de Newton en el “Escolio General” de los *Principia*:

<sup>21</sup> FUENTE, V. DE LA: *Historia de las Universidades, Colegios y demás establecimientos de enseñanza en España*, 4 vols., Madrid, 1889.

<sup>22</sup> Así fueron calificados por el mínimo Francisco Palanco en *Dialogus physicotheologicus contra Philosophiae Novatores sive thomista contra atomista*, publicada en 1714, a quienes entonces intentaron modificar el mundo de las ideas en España, enfrentándose al exceso de escolasticismo y dependencia eclesiástica de la enseñanza y la cultura en general.

<sup>23</sup> LÓPEZ, F.: *Juan Pablo Forner et la crise de la conscience espagnole au XVIII siècle*. Bordeaux, Institut d'Études Iberiques et Ibéro-américaines de l'Université, 1976.



“Este elegantísimo sistema del Sol, los planetas y los cometas sólo puede originarse en el consejo y dominio de un ente inteligente y poderoso... Éste rige todas las cosas, no como alma del mundo, sino como dueño de los universos. Y debido a esa dominación suele llamársele *señor dios* o *amo universal*”.

En cuanto al entendimiento que del estilo moderno tenía Piquer, veámoslo en sus propias palabras. Escribe en el Prólogo:

“No pretendo por esto hacer creer que todo lo que hay en esta obra es nuevo, pero son muchas cosas así las que pertenecen a los experimentos como a las opiniones. Por esto la nombro Moderna, y por seguir el común uso de los hombres de letras, que suelen llamar Nueva aquella Física que se ha introducido, o innovado de algunos años a esta parte, y sus máximas no pueden conformarse con la Física Aristotélica de las Escuelas, la cual justamente puede decirse Antigua”.

Piquer, siguiendo las clasificaciones al uso, divide a los Modernos en Sistemáticos y Experimentales, “aquéllos explican la naturaleza según algún sistema; éstos la descubren por la senda de la experiencia”. Entre los Sistemáticos cita a Descartes y Newton; entre los Experimentales a Boyle y Boherhave. Finalmente, refiriéndose a Newton destaca que “inventó un nuevo sistema, opuesto al de Descartes y Gassendi. Hoy logra muchos sectarios en su nación, que acaso han hecho política el seguir y ensalzar la Física Newtoniana”; sistema al que Piquer hizo poco aprecio. Por esta razón, la modernidad del valenciano, con ser bastante, no llegó a la altura que hubiera sido deseable para la introducción de la física moderna, la newtoniana, en los claustros universitarios españoles. En realidad se alineó con la forma de entender la física en Francia, donde la aceptación de la física de Newton fue tardía y desde luego polémica, enfrentada con la filosofía cartesiana de la que algunos hicieron cierto abanderamiento<sup>24</sup>.

En los inicios del XIX, una primera apreciación respecto a los textos propuestos frente a los escolásticos, en los planes de estudio previos al Plan Pidal, tanto para las facultades menores de Filosofía como para otras instituciones docentes no universitarias, donde tuvieron cabida las enseñanzas científicas con más decisión reformista que en las universidades<sup>25</sup>, es su procedencia francesa. Los más difundidos fueron los siguientes de los que sólo puedo hacer un breve apunte:

<sup>24</sup> Sobre cómo se entendió en España la filosofía de Descartes, véase: CEÑAL, R.: “Cartesianismo en España. Notas para su historia (1650-1750)”, *Revista de Filosofía y Letras*, Universidad de Oviedo, 1945. Fue ciertamente un cartesianismo muy particular, “dictado común –escribe Ceñal– a toda actitud antiescolástica y de adhesión más o menos amplia a las nuevas filosofías transpirenaicas”.

<sup>25</sup> Instituciones al margen de la Universidad, donde se impartieron con desigual éxito clases de física y de química con el propósito de formar profesionales fueron: las Sociedades Económicas de Amigos del País, instituidas por las provincias españolas a partir de 1774, ajustándose a los preceptos difundidos por Campomanes en sus *Discurso sobre el fomento de la Industria popular* y *Discurso sobre la educación popular de los artesanos y su fomento*; algunos Seminarios de Nobles, como el de Cordelles en Cataluña, o el Real Seminario Patriótico Vergara, fundado en 1777 por la Sociedad Vascongada de Amigos del País; el Real Instituto Asturiano de Náutica y Mineralogía o más conocido como Instituto de Gijón, fundado en aquella ciudad por Jovellanos. Instituciones todas que responden al espíritu ilustrado tan benéficamente alimentado por el “rey filósofo”, Carlos III y sus correligionarios. Véase: “La Física fuera de la Universidad” en el apartado “Importancia creciente de las llamadas ciencias útiles”, de la primera parte, “La Física como medio”, en: MORENO GONZÁLEZ, A.: *Una ciencia en cuarentena. La física académica en España (1750-1900)*. Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1988.

— MUSSCHENBROEK, Petro van: *Elementa Physicae conscripta in usus academicos*. La edición que he podido consultar es de 1794; la primera fue en 1734. Todavía se editaba en latín, que durante siglos fue la lengua culta y en la que fueron publicadas muchas obras básicas de la ciencia moderna. No obstante, el latín por su carácter de lengua muerta, resultó insuficiente para la expansión de la revolución científica. Ya Voltaire, en el prefacio a la traducción francesa de los *Principia* de Newton, advertía: “El latín no posee términos para expresar las verdades matemáticas y físicas que faltaban a los Antiguos. Ha sido preciso que los modernos creasen palabras nuevas para denotar esas ideas nuevas. Es un grave inconveniente en los libros de ciencias y hay que confesar que no vale la pena escribir esos libros en una lengua muerta, a la cual es preciso añadir siempre expresiones desconocidas para la Antigüedad, y que pueden causar perturbaciones”<sup>26</sup>. Por España circuló también, del mismo autor, *Essai de Physique*, publicado en Leiden en 1739. Ambos son libros con más tendencia experimental que sistemática, pero afines a las formas de filosofar propuestas por Newton —“el más grande Hombre de nuestro Siglo”, dice Musschenbroek— y por tanto calificables como modernos. Libros de los que el autor afirma que sus deseos se verían cumplidos “si pueden contribuir a dar a conocer la existencia de Dios y las grandes perfecciones de este Ser poderoso e infinito”. Fue libro de texto, para los estudios de la física del cielo o astronomía física, en el Real Instituto Asturiano de Náutica y Mineralogía que a instancias de Jovellanos se fundara en Gijón en 1792.

— SIGAUD DE LA FOND, J. A.: *Elementos de Física Teórica y Experimental*, Madrid, Imprenta Real, 1787. Traducido del francés por el Ingeniero Extraordinario de los Reales Ejércitos y profesor de Delineación en el Real Seminario de Nobles de Madrid, Tadeo Lope. El traductor añade “la descripción de las máquinas y modo de hacer experimentos; la Meteorología, el sistema del Mundo, y las causas físicas de los fenómenos celestes”. Añadidos que, en ocasiones, son el germen de autorías posteriores. Libro que sigue las pautas del de Musschenbroek y de las obras del abate Nollet, promotor de los experimentos físicos especialmente en electricidad. El *Ensayo sobre la electricidad de los cuerpos* de Nollet fue traducido por Vázquez y Morales en 1747, y las *Lecciones de Física* por Antonio Zecagnini en 1757. Tadeo Lope dedicó la traducción del “Sigaud” a don José Moñino, Conde de Floridablanca, a la sazón encargado de la cartera de Gracia y Justicia donde se dirimían los asuntos relativos a la enseñanza en todos los niveles. En ella dice: “Entre los desvelos y beneficios que han merecido a V.E. desde los primeros instantes de su feliz Ministerio los progresos de las Ciencias útiles, son tan grandes y tan distinguidos los que dispensa a la Física experimental, que V.E., más que digno Protector se ha manifestado eficaz Restaurador de ella. No parecerá exageración esta verdad si se consideran las acertadas providencias que toma V.E., así para el sólido establecimiento de la enseñanza, como para los adelantamientos de este ramo entre los Españoles”.

— LIBES. A.: *Tratado de Física Completo y Elemental presentado bajo un nuevo orden con los descubrimientos modernos*, 3 vols., Imprenta de D. Antonio Brusi, Barcelona, 1818. Traducido por Pedro Vieta, Dr. en cirugía-médica, catedrático perpetuo de física de la

<sup>26</sup> Citado en SARRAILLI, J.: *La España ilustrada en la segunda mitad del siglo XVIII*. México, Fondo de Cultura Económica, 1979, p. 404.

nacional junta de gobierno del comercio de Cataluña. La primera edición francesa está fechada en 1802. Escribe el traductor en el Prólogo: “Los adelantamientos con que cada día se enriquece el estudio de la naturaleza exigía que se pudiese en nuestro idioma una obra en que se viese fijado el estado actual de la física. Esta ciencia madre se cultivaba cada día en nuestra España con más generalidad y el convencimiento de sus utilidades ha hecho que el soberano Congreso y S.M. determinasen que constituyese parte de la común educación; desaparecerán con esto muchas preocupaciones dañosas, el genio de la observación se verá más familiarizado, y el espíritu de adelantamiento no se verá ridiculizado unas veces por la estúpida ignorancia y otras por el pedante charlatanismo<sup>27</sup>”. El “Libes” fue el primer libro de texto explícitamente recomendado en los planes de estudio para la enseñanza de la física experimental, asignatura que desde los primeros planes liberales desplazó a la llamada filosofía científica de los planes manifiestamente escolásticos. Es un libro destinado a formar en lo que el autor, en otra de sus obras<sup>28</sup>, llama la “bonne Physique”, es decir, aclara, “la fundamentada sobre la experiencia, la observación y el cálculo”. Física, acaso, la más actual de las aquí mencionadas para este período, a pesar de las limitaciones que Libes reconoce en el conocimiento de las leyes de la naturaleza: “El Criador estableciendo estas leyes, las cubrió de un velo impenetrable, para gozar del privilegio exclusivo de conocer la cadena entera de que ellas forman los primeros eslabones. El físico siempre prevenido contra los deslices de una imaginación exaltada, sabio y atento respeta esta sagrada barrera”.

Otra importante aportación de la obra de Libes al profesorado son sus consideraciones “sobre el verdadero modo de estudiar y enseñar física”. En primer lugar establece como requisito previo para los estudiantes que sean diestros en geometría y cálculo. Para centrarse después en los que él considera, con acierto, “los principios generales de la física”: las leyes y los fenómenos de la inercia, y las leyes y los fenómenos de la atracción considerada, sea en las grandes masas, sea en las moléculas elementales. Es decir, los principios de la mecánica newtoniana. Además, propugna una enseñanza participativa en los gabinetes de física yendo más allá de la mera lectura de los experimentos en los libros.

— DEGUIN, N.: *Curso Elemental de Física*, 3 vols., Imprenta de D. Ignacio Boix, Madrid, 1845. Traducido por Venancio González Valledor, catedrático de Física en los Estudios de San Isidro. Es la 2ª edición hecha con arreglo a la 4ª y hasta entonces última edición francesa; la primera edición francesa es de 1836, publicada en Toulouse, con el título *Cours élémentaire de Physique à l'usage des collèges et des autres établissements d'Instruction publique*. Es una obra muy francesa, con las mínimas alusiones a Newton, salvo en el capítulo dedicado a la óptica. En los capítulos sobre dinámica, es decir, sobre las fuerzas y sus efectos sobre los cuerpos, prefiere citar el *Tratado de Mecánica* de Poisson que los *Principia* de Newton. La definición de física y de química es la que todavía hoy podemos ver en libros de texto primarios y secundarios: “La física estudia especialmente los fenómenos, en los cuales, la naturaleza íntima de los cuerpos no sufre ninguna modificación; en química, al contrario, son objeto de su estudio, aquellos en que la naturaleza de los cuerpos es alterada de un modo cualquiera”.

<sup>27</sup> Recuérdense los comentarios hechos a propósito del “uso en vano de la ciencia” en las Consideraciones iniciales que abren este trabajo.

<sup>28</sup> LIBES, A.: *Histoire philosophique des progrès de la Physique*, 4 vols. París y La Haye, 1810.

— DESPRETZ, C.: *Tratado Elemental de Física*, 2 vols., Imprenta Fuentenebro, Madrid, 1844. Traducido por Francisco Álvarez, 3ª edición. La 1ª edición francesa es de 1825. Del prólogo del autor: “En el estado en que se encuentra en la actualidad la física no tiene más que el nombre de común con la física dicha escolástica que los preceptos de Bacon y los ejemplos de Galileo han desterrado felizmente de la enseñanza pública. Desde el tiempo de Newton, ya los talentos privilegiados tomaban la experiencia como base de sus trabajos, de los que nos ofrece un ejemplo bien notable la descomposición de la luz. ¡Pero cuántos hombres de mérito sufrían aún el yugo de la antigua rutina!... Si se estudia (la física) con dedicación y esmero, da, como todas las otras ciencias, vigor y precisión a los jóvenes, haciéndoles concebir la idea más sublime del poder y sabiduría del Criador, proporcionándoles métodos experimentales, aplicables en una porción de circunstancias e indicaciones útiles aun en los usos ordinarios de la vida”. La definición que da de física es más descriptiva que la citada del “Deguin”: “La física se ocupa especialmente de las modificaciones pasajeras que experimentan los cuerpos, en unos casos por influencia recíproca, y en otros por la acción de la luz, del calor, de la electricidad, etc. Más adelante veremos que estas modificaciones consisten en general en movimientos más o menos pronunciados”. El traductor añade comentarios de actualidad citando bibliografía, que no era habitual en las obras de la época, como las aquí reseñadas.

— BEUDANT, F. S.: *Tratado Elemental de Física*, Imprenta de Arias, Madrid, 1841. Traducido por el académico de Ciencias Naturales, Nicolás Arias, 3ª edición. Como en los textos precedentes orientados desde una perspectiva newtoniana, éste hace hincapié en el principio de *atracción*, que es la base de los *Principia*; atracción entendida como una *acción a distancia*, opuesta a las *acciones por contacto* en que Descartes basaba su sistema del mundo, un mundo, como el aristotélico, en el que no era concebible el vacío. En 1834 se publicó en Madrid, traducido también por Arias, *Nuevas adiciones al Tratado elemental de Física*, hechas por Beudant a la 5ª edición francesa. Dado que Beudant añadió poco a su texto original, Arias hace añadidos sobre gravitación, porosidad, sonido, presión atmosférica, etc. E incluye una introducción sobre el estado poco halagüeño de la enseñanza de la física en España. Lamenta que se cerrara en 1820 el laboratorio químico y el gabinete de física abiertos por el Infante D. Antonio en Palacio y se dispersaran por *sótanos y desvanes* todos los instrumentos<sup>29</sup>.

## 2. A partir de 1845: el Plan Pidal y sus secuelas

El sacudimiento del estilo escolástico de los claustros universitarios, resultó ser en España un proceso largo y dificultoso, que entre otras consecuencias acrecentó el atraso científico del país ya denunciado por novatores e ilustrados. Bien recogido está en el manifiesto de Antonio Gil de Zárate, artífice del Plan Pidal con el que definitivamente se extiende por todo el territorio nacional la creación de Institutos de Segunda Enseñanza, ocasionando importantes reformas en la educación en general y en la enseñanza de las ciencias en particular. Decía aquel político liberal:

<sup>29</sup> GIL DE ZÁRATE, A.: *De la Instrucción Pública en España*, 3 vols. Madrid. Imprenta del Colegio de Sordomudos, 1855.

“A todo permanecemos indiferentes, nada llegaba hasta nosotros, y estábamos disputando sobre la materia y la forma, sobre la forma racionante y racionada, sobre la ciencia media y física predeterminación, mientras en las demás naciones se descubría la aplicación del álgebra a la geometría y el análisis matemático, el cálculo de los logaritmos y el infinitesimal, las leyes de los movimientos de los astros y la atracción universal, las aplicaciones del péndulo, las propiedades de la luz y sus mágicos efectos a través del prisma y de los vidrios nuevos; con otros mil portentos que tanto engrandecen al hombre y tantos beneficios aportan a la sociedad... En el Siglo de los grandes descubrimientos matemáticos (XVII), en Europa no había nación, excepto la nuestra, que no tomase parte en ellos”.

Las expectativas que el movimiento ilustrado despertó respecto al fomento de las *ciencias útiles* pronto se vio truncado, tanto por los avatares que desembocaron en la Guerra de la Independencia como por la vuelta, en 1814, de Fernando VII, restaurando un período absolutista que se alargó casi veinte años, salvo el respiro que supuso el trienio constitucional (1820-1823). No obstante, hay que señalar que en el *Plan literario de estudios y arreglo general de las Universidades del Reino*, refrendado por Calomarde en 1824, se propone como texto en la todavía facultad menor de Filosofía, para la asignatura de *Física experimental*, allí donde hubiere cátedras, la *Física* de Libes y los *Elementos de química* de Mateo Orfila, lo que sin duda hubiera sido un considerable avance de haber existido tales cátedras en todas las universidades, pero no fue así. En cambio sí se volvió a implantar el texto escolástico y latino del Padre Guevara para los estudios generales de Física que los había en todas las universidades. El “Libes” fue propuesto como texto oficial para las enseñanzas de *Física experimental* establecidas en 1822 en la Universidad Central<sup>30</sup> por la Dirección General de Estudios, a cuyo frente estaba Manuel José Quintana. Disposición que no llegó a tener prácticamente efecto porque en 1823 la Universidad Central fue suprimida por la reacción absolutista. El “Libes” también fue el texto seguido por el profesor del Conservatorio de Artes, Antonio Gutiérrez.

En la frustrada reforma del trienio liberal ya se empezó a hablar de segunda enseñanza, aunque considerada todavía dentro de la institución universitaria, como lo estaban las facultades menores de Filosofía. Fue en el Plan del duque de Rivas de 1836 donde se dieron los primeros pasos en el establecimiento de una segunda enseñanza<sup>31</sup> con entidad propia (de entonces procede la denominación de *Institutos*, tomado posiblemente del proyecto de Condorcet *L'enseignement scientifique dans les instituts*, 1792), no necesariamente propedéutica para estudios posteriores, según la declaración de principios de los planes de estudio, aunque en la realidad fuera un paso preparatorio para estudios subsiguientes. En esta nueva y duradera presencia de los liberales en el

<sup>30</sup> El *Discurso pronunciado en la Universidad Central el día de su instalación* (7/11/1822) por Quintana es un canto a “los dos mayores bienes del hombre civilizado, LA INSTRUCCIÓN, LA LIBERTAD”; un canto a la sabiduría como un alto valor humano, a los estudios científicos que si bien “procuran los medios para desempeñar una profesión útil y decorosa en la sociedad, hay también no pocos que concurren (a tales estudios) con sólo el objeto de saber”. Un discurso en el que se mencionan con admiración a Galileo, Kepler, Newton, Leibnitz, Locke, Buffon, Linneo, Lavoisier, Condillac frente a aquellos que “podrán quemar un libro, matar un hombre; pero detener y torcer de madre el río de la ilustración... ¡insensatos!”.

<sup>31</sup> Sobre el establecimiento y evolución de la segunda enseñanza en España, cabe destacar el nº 17 (1998) de esta revista, *Historia de la educación*, donde a lo largo de los artículos contenidos en dicho número puede encontrarse la bibliografía que, hasta el momento, se ha ocupado de este nivel educativo. La obras de Viñao Frago, Díaz de la Guardia, Sanz Díaz, Heredia Soriano y Puelles Benítez, son básicas para conocer aquel proceso.

Gobierno de la nación, iniciada en 1836 y mantenida con altibajos o alternándose con los moderados como sucediera durante la Restauración, tuvo una influencia decisiva la *Exposición a S.M. la Reina Gobernadora* que el 9/8/1936 hiciera el duque de Rivas para la reforma de la instrucción pública.

De aquella *Exposición*, en la que se proclamara la libertad de enseñanza como requisito indispensable para modernizar la educación española, hay constantes referencias a la formación científica, como era esperable de quienes se consideraban seguidores de la política educativa ilustrada. No obstante, hay que destacar una diferencia esencial en el entendimiento de la ciencia expuesto por el duque de Rivas y los ilustrados. De éstos ya destacamos su tendencia al fomento de las *ciencias útiles*, fuente para el progreso social dicho en términos amplios. En el caso liberal, se distingue entre los saberes en sí mismos y los aplicables a otros fines. Se dice en la *Exposición*: “Con la industria no se atiende mas que a lo útil; en el saber hay además que considerar lo bello... Lo bello de la ciencia da impulso a la civilización moral, lo útil a la civilización material... Es preciso cultivar las ciencias por sólo el amor que se les tiene, si se quiere llegar a resultados importantes y aplicables a la industria”. Mas reconociendo las dificultades que supone la práctica de las ciencias por la ciencia misma –las posteriormente llamadas *ciencias inútiles*, no peyorativamente, sino en razón a su valor propio y no práctico– se insta a que el Gobierno las acoja bajo su protección pues “las ciencias sublimes, las que tienen un carácter puramente especulativo, exigen gastos y adelantos cuantiosos, y acaso pérdidas considerables”, refiriéndose seguidamente a las ciencias físicas y naturales. Finalmente, se alude a los libros de texto, eliminada la tendencia precedente a señalar *textos fijos*, en favor de la elección libre de los mismos por parte de los profesores. “El señalamiento de un texto fijo –dice la *Exposición*– favorece la pereza de los profesores, impide que la enseñanza camine a la par de apuntaciones, hacer extractos y consultar obras, como del otro modo tienen que hacerlo, ejercitando así con fruto su entendimiento”. Aspiración que, como veremos, no se vio cumplida sino todo lo contrario en detrimento del deseado avance en la formación científica de la ciudadanía. Lo que sí se extendió pronto fue la llamada de atención sobre el uso de la *lengua nacional*, tanto en explicaciones como en ejercicios, “esta práctica, admitida hoy en las naciones más cultas, es necesaria para deterrar hasta los últimos restos del escolasticismo”.

Entre 1836 y 1845, en que los Institutos de Segunda Enseñanza quedan al fin como centros docentes fuera de la universidad, se producen disposiciones, algunas llevadas a cabo, influyentes en la organización de las enseñanzas científicas. Destacable fue la propuesta, en la *Exposición* del duque de Rivas, de una Escuela Normal en cada provincia y una Central en Madrid para la formación de los profesores. Como lo fue la creación de una *Facultad completa de Filosofía*, con el rango de mayor, en Madrid, en 1843, por el ministro de la Gobernación, Pedro Gómez de la Serna, para formar profesores de filosofía y de ciencias físico-matemáticas y naturales de la educación secundaria<sup>32</sup>.

<sup>32</sup> Fueron nombrados catedráticos en propiedad de dicha Facultad: Vicente Santiago Masarnau (física experimental y química), Juan Cortázar (matemáticas), Andrés Alcón (química orgánica), Donato García (mineralogía), José Demetrio Rodríguez (botánica), Mariano de la Paz Graels (zoología), Joaquín Alfonso (física experimental y meteorología). Entre los catedráticos interinos nombrados se encontraba Julián Sanz del Río, para historia de la filosofía, “que tendrá la obligación de pasar a Alemania para perfeccionar en sus principales escuelas sus conocimientos en esta ciencia, donde deberá permanecer por espacio de dos años”. De aquí surgiría la importación del krausismo, tan influyente en la política educativa de años posteriores. Entre los profesores mencionados se cuentan los que por entonces iniciaron la publicación de textos para sus respectivas asignaturas.

Aunque parezca una perogrullada decir que un aspecto básico de toda reforma educativa debería ser la formación de los profesores, no lo es a juzgar por la confusión de que adolecen la mayor parte de las reformas educativas habidas en nuestro país en este aspecto. Puesto que ya me he ocupado de la frustrante formación del profesorado, en particular del de ciencias, en otras ocasiones<sup>33</sup>, lo obviaré ahora.

En aquellos prolegómenos de la enseñanza media o secundaria, en los que estaba abocada a desaparecer la facultad menor de Filosofía, se inician los intentos de separación de los estudios de ciencias y de letras. Ocupándose de la instrucción pública, el ministro de la Gobernación, Fermín Caballero, envió una circular (9/9/1843) a los rectores de las universidades del reino planteando un cuestionario con 14 preguntas, entre las que figuraban: “¿deberán ser unos mismos los estudios elementales de filosofía preparatorios para todas las facultades mayores, o será más conveniente modificar los cursos acomodando sus asignaturas a la mayor conexión con la Facultad a que esos mismos cursos hayan de servir de fundamento?, ¿hasta qué punto habrá de llegar, o qué extensión deberá darse al estudio de las buenas letras separadamente o en combinación con el estudio de ciencias de la facultad de filosofía?, ¿conviene este nombre al conjunto de las ciencias que en ella puedan admitirse, o será más adecuado el de facultad de ciencias y letras?”<sup>34</sup>.

Se polemizó entonces sobre la cantidad de asignaturas que de “ciencias” y de “letras” debería haber en los estudios todavía considerados preparatorios para las facultades mayores. Y al efecto se publicaron en el *Boletín Oficial de Instrucción Pública*, por parte de Javier de Quinto, propietario del mismo por algún tiempo, cómo eran los estudios en las facultades de Filosofía o similares en otros países europeos. En cuanto a nombres se refiere, no hay diferencias notables entre España y el resto de Europa, donde la *Física experimental* tiene un significado análogo al que se le dió aquí, del que bien puede servir como ejemplo el “PROGRAMA del curso de física experimental y elementos de química para el año 1842 a 1843, que explicará el catedrático D. Agustín Yáñez, bachiller en filosofía y doctor en farmacia, catedrático que fue de mineralogía y geología de esta universidad en el año 1822 al 23”<sup>35</sup>. Estaba destinado a los estudios secundarios o de filosofía de la Universidad de Barcelona.

El libro de texto que Yáñez dice seguir es el *Tratado elemental de física* de Despretz antes mencionado. Como quiera, considera el profesor, que la duración de un curso académico es corta, advierte que se centrará más en los principios elementales de física, valiéndose de experimentos según los medios “que pueden proporcionarse en el gabinete de la universidad y combinarlos con los recursos del cálculo compatibles con los conocimientos matemáticos de los alumnos”. Así, la parte de química queda muy reducida “y los alumnos tendrán que atenerse a las lecciones orales, que irán acompañadas con los debidos experimentos”. El programa es copia del libro elegido, comenzando por las llamadas propiedades generales de los cuerpos, seguidas de las propiedades

<sup>33</sup> MORENO GONZÁLEZ, A.: “La formación de los profesores de ciencias en España: Historia de una frustración”. *Revista Española de Física*, 4, 1 (1990), pp. 77-84. Este asunto es tratado con más detalle en la obra citada en nota 25.

<sup>34</sup> Del proceso que condujo a la división de los estudios en “letras” y “ciencias” en los estudios secundarios, culminado en 1857 con el establecimiento, por la Ley Moyano, de Facultades de Letras y Facultades de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, véase: HEREDIA SORIANO, A.: *Política docente y filosofía oficial en la España del siglo XIX. La era isabelina (1833-1868)*, Salamanca, Universidad de Salamanca, 1982. Sobre cómo fue este proceso en Francia, hacia donde tanto miraron nuestros legisladores, ver bibliografía citada en la nota 41.

<sup>35</sup> *Boletín de Instrucción Pública*, tomo V, 1842, pp. 279-283.

específicas de sólidos, líquidos y gases. El núcleo del programa, destinado al estudio de los fenómenos físicos se ocupa de las propiedades de los fluidos incoercibles, también llamados imponderables o dinámideos antes mencionados. La hipótesis de los fluidos imponderables por la que los fenómenos caloríficos, eléctricos, magnéticos y luminosos eran explicados mediante el movimiento de los fluidos etéreos calórico, eléctrico, magnético y lumínico, respectivamente, era un recurso para deshacerse de las causas primeras y formas sustanciales del escolasticismo, tantos años reinante en las explicaciones de los fenómenos naturales. A pesar de la artificiosidad de tales fluidos, al fin y al cabo eran modelos físicos que permitían explicar aquellos fenómenos como una extensión de la síntesis mecánica de Newton, prescindiendo así del poder divino como causante del devenir de la naturaleza. Esta versión mecanicista de los fenómenos era un síntoma de modernidad introducido en España por la vía de los programas y textos franceses principalmente.

El catedrático de física Juan de Dios de la Rada en sus *Principios Elementales de Química* (Granada, Imprenta de Benavides, 1839), uno de los textos pioneros en castellano, escribe: “Los cuerpos simples se dividen: 1º en imponderables, o gaseosos por sí: el lumínico, el calórico, el fluido eléctrico, y sus modificaciones el galvánico y magnético, jamás se hallan puros en otro estado que el de gas, se comprimen con violencia, y se rehacen con energía; y cuando se acumulan en los cuerpos los dividen y descomponen haciéndolos pasar del estado más sólido al más gaseoso; llámense imponderables porque no se ha hallado balanza para ellos, son eminentemente elásticos y comunican esta propiedad a los compuestos según los grados de combinación”. Y continúa hablando sobre dichos fluidos en una forma confusa respecto a la idea mecanicista antedicha, al considerarlos como gases que no era lo común en los libros citados, donde se entienden como “ciertos agentes, inseparables de los cuerpos ponderables, que producen en ellos modificaciones importantes”. En el Despretz se lee:

“En resumen, el principio general hacia el que hoy convergen las tres teorías parciales de la física [a la luz, el calor y la electricidad, se refiere], atribuye al éter, a su propia repulsión y a las acciones que sobre él ejerce la materia ponderable, la causa de todos los fenómenos que dependen de aquellas teorías, la propagación de las vibraciones del fluido etéreo produce la luz y las irradiaciones. El aumento o disminución de las masas de éter que forman las atmósferas de los átomos ponderables, da origen a la electricidad y fenómenos químicos y producen el calor los movimientos de vibración de estas atmósferas. Este principio resume en sí mismo todas las teorías inventadas por los sabios que se ocupan de las diversas partes de la física y abraza explicándolas todas, los fenómenos de cualquier clase que sean”.

Explicación que refleja la tendencia a las teorías unitarias que caracterizan la física del siglo XIX, en las que el éter que fue materia divina en la física de Aristóteles, al que se debía el giro de la esfera más externa de los cielos, la de las estrellas fijas, fue desposeído de tal divinidad y convertido en una “hipótesis” mecánica origen de polémicas entre los físicos, rayanas a veces en lo ideológico, incluso metafísico<sup>36</sup>.

La Dirección General de Instrucción Pública, estando al frente Antonio Gil de Zárate, dispuso por Real Orden de 24 de julio de 1846 la obligación de ajustarse los

<sup>36</sup> BÖHME, G.; BÖHME, H.: *Fuego, Agua, Tierra, Aire. Una historia de la cultura de los elementos*. Barcelona, Herder, 1996. Especialmente el apartado “Éter y luz en la Física moderna”, pp. 189-195.



profesores a los programas para las asignaturas de filosofía, aún se mantenía tal denominación para los que ya eran estudios secundarios, recomendando ajustarse “a la capacidad de los niños, que no tanto requieren doctrinas elevadas, cuanto explicaciones claras, sencillas y metódicas”. A su vez, dispone que en tanto no se escriban libros elementales ajustados a los programas, los profesores elijan los textos adecuados y señalen en ellos “las partes o trozos que más se acomoden a ellos, suprimir lo que sobre, añadir lo que falte, y hacer que sus discípulos tomen en las explicaciones las correspondientes notas, dispuestas con arreglo al orden establecido”. El programa de *Física experimental*, para 5º curso de la segunda enseñanza, cuyas lecciones eran diarias de hora y media de duración, comprendía los siguientes apartados: Prolegómenos, Propiedades generales de los cuerpos, Estática y Dinámica, Gravedad, Hidrostática e Hidrodinámica, Calórico, Electricidad, Galvanismo, Magnetismo, Electro-magnetismo, Acciones moleculares, Acústica, Óptica, Meteorología, Nociones de Química.

Este programa, parecido al de Yáñez, tiene algunas novedades. Prescinde en los enunciados de los fluidos imponderables, salvo el calórico, y en la enumeración de los contenidos de óptica elude hablar del lumínico. Pero lo más sobresaliente es el capítulo sobre “Electro-magnetismo” que contiene “Experimentos que demuestran la acción de las corrientes en los imanes, y la acción de las corrientes en las mismas”, incorporando así los descubrimientos hechos por el danés Hans Christian Oersted en 1819 y André Marie Ampère en 1823 que dieron origen al electromagnetismo, culminado por la teoría unificadora de Maxwell en torno a 1870<sup>37</sup>. También es una novedad la explicación de fenómenos mecánicos a partir de acciones moleculares, cuando la concepción atómica y molecular de la materia era tema de controversia. Similar era el *Programa de un curso de elementos de Física y Química* para los alumnos de segunda enseñanza del Instituto del Noviciado de Madrid (Madrid, 1865).

Una forma intermedia entre el mero enunciado de contenidos de los programas y el desarrollo de los mismos en libros de texto fue la adoptada por algunos catedráticos publicando programas con respuestas muy concretas a los contenidos. La finalidad de este procedimiento era simplemente servir a los estudiantes para preparar los exámenes<sup>38</sup>. Ejemplos de esta opción son: *Resumen de Física y nociones de Química*, Fernando Santos de Castro (Sevilla, 1865); *Programa explicado de Física y Química*, Francisco López Gómez (Valladolid, 1868); *Programa de la asignatura de Física y elementos de Química*, Juan Terrasa Gilabert (Barcelona, 1873). A estas alturas hay que destacar que se va prescindiendo de las alusiones a Dios como creador y providente del mundo. En el *Resumen* de

<sup>37</sup> James Clerk Maxwell (1831-1879), nacido en Edimburgo y muerto en Cambridge, donde fue profesor de Física experimental, formalizó matemáticamente las conjeturas del físico y químico Michael Faraday (1791-1867) sobre los fenómenos electromagnéticos descubiertos por Oersted y Ampère. Faraday propuso la existencia de campos magnéticos generados por la corriente eléctrica circulante por un conductor. Estos campos eran representados por lo que Faraday llamó líneas de fuerza. Con la introducción del concepto campo en la descripción del universo se iniciaba una nueva forma de entender la naturaleza diferente al mecanicismo procedente de la física de Galileo y Newton. La síntesis de Maxwell supuso reunir en una teoría unitaria los fenómenos eléctricos, magnéticos y ópticos.

<sup>38</sup> En el *Programa* de López Gómez, del Instituto de Valladolid, además de referirse a la utilidad del mismo para preparar exámenes, dice haber creído conveniente resumir el programa de sus lecciones “resumiéndolas sucintamente, proporcionando de este modo a mis alumnos un extracto exento de los inconvenientes que tienen las anotaciones hechas en la cátedra, que varían y desfiguran los hechos, a veces hasta convertirlos en absurdos”. Es decir, tratando de mejorar los “apuntes” de clase, dejando a su vez claro lo que “entra” en el examen, pervisión metodológica que dudo mucho proporcionara a los alumnos “una noción sana de las principales verdades físicas y químicas que deben conocer”, como decía proponerse el autor.

Santos de Castro, a la pregunta ¿qué es la *naturaleza*?, se propone la siguiente respuesta: “Esta palabra se usa en Física en dos acepciones diferentes; unas veces sirve para demostrar la *colección* de todos los cuerpos que componen el universo, y otra para significar el *poder invisible*, que gobierna el universo, e imprime a la materia movimientos sujetos a leyes invariables”. Y a la pregunta ¿qué se entiende por *agentes físicos*?, se responde que tales agentes (atracción universal, calórico, luz, magnetismo y electricidad) “cuya naturaleza nos es completamente desconocida”, son unas *fuerzas naturales* causantes de los fenómenos que presentan los cuerpos. En los mismos términos se manifiestan el resto de los programas.

Veamos algunos detalles de uno de aquellos programas traducido del francés. Se trata del *Programme d'un cours élémentaire de Physique, a l'usage des aspirants au baccalauréat ès-sciences et ès-lettres, et des établissements universitaires*, de A. Pinaud (3<sup>a</sup> ed., Toulouse, Paris, 1844) traducido de la 4<sup>a</sup> ed. francesa como *Programa de un curso elemental de Física* (Cáceres, 1847) por Florencio Martín Castro, profesor de física en el Instituto de Badajoz. Suponiendo que entre las ediciones 3<sup>a</sup> (que he consultado) y 4<sup>a</sup> francesas (que utilizó el traductor) no haya notables diferencias, la versión castellana es en buena medida literal, pero hay añadidos del traductor como el siguiente. Al referirse a los agentes naturales, el autor dice:

“Los agentes naturales pueden dividirse en tres clases, a saber:

- 1<sup>o</sup>. Las fuerzas vitales o de organización.
- 2<sup>o</sup>. La atracción universal, o acción de la materia sobre la materia, que comprende: la gravitación, la pesantez y la atracción molecular.
- 3<sup>o</sup>. Los fluidos imponderables, causas de todos los fenómenos caloríficos, magnéticos, eléctricos y luminosos”.

Y escribe el traductor:

“Las causas primeras de los fenómenos o de los agentes, cuya naturaleza íntima nos es desconocida, pueden dividirse en tres grandes clases, a saber:

- 1<sup>a</sup>. La *vida*, cuya acción misteriosa no es del dominio de las ciencias físicas.
- 2<sup>a</sup>. La *atracción universal*, en virtud de la cual todas las partes de la materia tienden a acercarse las unas a la otras. Comprende la gravitación..., la pesantez..., y la atracción molecular. (El traductor explica cada una de ellas tomando lo que el autor dice en otro apartado del programa).
- 3<sup>a</sup>. Los *fluidos imponderables*: calórico, magnetismo, electricidad, luz. (Describe cada uno como hace el autor). *Añadido del traductor*: Estos diferentes agentes, probablemente no son distintos unos de otros. El conjunto de hechos naturales tiende a probar que el calórico y la luz son dos modificaciones de un mismo principio; que el magnetismo y la electricidad apenas difieren el uno del otro. Muchos físicos creen que los progresos de la ciencia conducirán a demostrar la identidad de los agentes, y a reducirlos a uno solo. Independientemente de estos agentes inmediatos, observamos en la naturaleza muchas causas secundarias de movimiento, a las cuales se les da particularmente el nombre de *fuerzas*. Tales son la presión, el choque, la tracción, la elasticidad... Éstos son efectos producidos por la acción de nuestra voluntad sobre la materia, o por la de los agentes físicos, que son una emanación de la suprema voluntad del Criador”.

Añadido del traductor que por una parte es coherente con la tendencia hacia las teorías unitarias de las fuerzas físicas, ya comentadas (nota 17), pero con un final que echa por tierra el principio mecanicista con que la teoría de los fluidos imponderables pretendía describir los fenómenos naturales.

Hubo quienes hicieron una síntesis de distintos textos franceses. Tal es el caso del *Tratado elemental de física general y médica*, del doctor en medicina y cirugía Antonio Ribero Serrano (2 vols. Joaquín del Río, Madrid, 1844). El autor dice haber extractado las obras de Pelletan, Despretz, etc., en este su “primer trabajo literario”. Sus intenciones eran introducir “el método *newtoniano*” en las ciencias médicas, “para despojarlas de esa multitud de aberraciones que las deslustran, y que son consecuencias inevitables de un método falso de filosofar”. La cito porque es una de las escasas que en esos años habla tan directamente de Newton, tanto en “las reglas para filosofar” contenidas en los *Principia*, como en la ley de la atracción universal raramente citada hasta entonces.

En cuanto a los libros de texto, una situación intermedia entre la evitación del texto fijo y la libertad absoluta de elegir cualquiera, fue práctica común que una comisión dictaminara sobre los más recomendables, para que de entre ellos el profesor eligiera. La comisión constituida por la Dirección General de Estudios durante la Regencia de Espartero, estuvo formada por Francisco Travesedo y Joaquín Alonso, para Ciencias Exactas; Donato García y Pascual Asencia, para Ciencias Naturales. Los libros recomendados (Real Orden de 8/10/1841) fueron:

Matemáticas . . . . .	Lacroix ( traducido por Rebollo) José Mariano Vallejo José de Odriozola Onativia
Física . . . . .	Despretz (traducido por Álvarez) Beudant (traducido por Arias) Biot
Física experimental . . . . .	Despretz Beudant Libes (traducido por Vieta)
Química . . . . .	Thenard Mateo Orfila Francisco Álvarez

Entre los recomendados en la Real Orden de 30/10/1847, figuran: Deguin (traducido por Valledor); Beudant; *Notions Générales de Physique et de Météorologie a l'usage de la jeunesse*, M. Pouillet.; *Elementos de Química*, Bouchardart (traducido por Lezama y Chavarri); *Curso elemental completo de física experimental*, Santos de Castro; *Curso de Química teórico y práctico*, Kolppelin (traducido por Sáez Palacios). En la lista de libros presentados para su aprobación en 1848 figura *Astronomía física* de W. Herschell, traducido por Montejo, uno de los primeros libros de procedencia inglesa que he encontrado en estas relaciones.

De cómo se veía desde el Gobierno el estado de los libros de texto es clarificador el “Real Decreto promoviendo la formación de libros de texto para uniformar la enseñanza” (*Boletín Oficial del Ministerio de Comercio, Instrucción y Obras Públicas*, tomo VIII, 1849), refrendado por el ministro del ramo, Juan Bravo Murillo. Comienza así: “SEÑORA: Difícilmente alcanzará la enseñanza el grado de perfección que V.M. se propone y el Gobierno desea, mientras no se obtengan buenos libros de texto en donde los alumnos hallen expuestas con método y claridad las diferentes materias que deben ser obje-

to de su estudio”. Tras referirse a cómo “todos los países” han salvado las dificultades, continúa:

“Nuestro sistema general de educación científica y literaria está muy lejos de ofrecer tan satisfactorio resultado; y la segunda enseñanza, con especialidad, carece casi absolutamente de libros que se puedan poner, con esperanza de buen éxito, en manos de la juventud. Obras escritas años ha, sin haber entre ellas unidad de doctrina ni de método, opuestas las más a la índole de los estudios actuales, y tal vez en contradicción con los programas publicados por el Gobierno; extractos, epítomes, y compilaciones hechas sin discernimiento por manos imperitas en la materia; traducciones por fin, que en el fondo adolecen de iguales defectos, y que en materia de lenguaje presentan a los jóvenes ejemplos funestos de corrupción y mal gusto: tales son los libros que, por lo general y con algunas excepciones, figuran en nuestras listas de textos, aun después de haber elegido los menos defectuosos de entre ellos”.

Teniendo en cuenta el centralismo que caracterizó los planes de estudio, la búsqueda de “uniformidad en la doctrina y hasta en la exposición de ella”, Bravo Murillo trata de justificar que no se implante el mismo libro en todas partes porque sería “sumamente perjudicial a la ciencia y al progreso de las ideas”, siendo el programa dictado por el Gobierno al que “toca fijar los límites y el objeto que debe tener cada asignatura”. Y para el concurso abierto a quienes deseen presentar obras avaladas por el Gobierno como de texto, da algunas pautas:

“Los libros de texto sirven para propagar la ciencia, no para hacerla progresar; ni deben destinarse a nuevas investigaciones, sino a manifestar las ya conocidas, circunscribiéndolas a determinados fines. Bajo este supuesto la concurrencia habrá de ceñirse casi exclusivamente a la redacción didáctica, la cual no puede ser arbitraria, puesto que reconoce reglas muy estrictas, mereciendo por consiguiente más aprecio, y siendo asimismo más aceptable la obra que mejor las observe”.

Para evitar que los contenidos se queden obsoletos, se dispone que las obras seleccionadas en el concurso no tengan un tiempo de implantación en los institutos menor de tres años ni mayor de siete.

Relación de libros de texto seleccionados para la segunda enseñanza elemental (Real Orden de 22/9/1849):

Asignatura: Física experimental y nociones de química

- *Curso elemental de física y nociones de química*, Venancio González Valledor y Juan Chavarri
- *Elementos de física y nociones de química*, Genaro Morquencho
- *Curso elemental completo de física experimental*, Fernando Santos de Castro

Para la segunda enseñanza superior:

Asignatura: Ampliación de física

- *Tratado elemental de física*, Despretz
- *Tratado de física experimental y meteorología*, Pouillet (traducido por Pedro Vieta)
- *Curso de física*, Lamé

Asignatura: Astronomía física

- *Tratado elemental de astronomía física*, Biot (traducido por Francisco Grimaud)
- *Compendio de astronomía*, Herschell (traducido por Montojo)

Asignatura: Química general

- *Tratado de química general*, Antonio Casares
- *Tratado de química*, Thenard
- *Tratado de química*, Berzelius
- *Tratado de química*, Mateo Orfila
- *Tratado completo de química*, Lassaigue (traducido por Francisco Álvarez Alcalá)
- *Curso de química general*, Pelouze y Fremy
- *Curso elemental de química*, Regnault
- *Curso de química arreglada a las explicaciones de D. Vicente Masarnau*, José María Pérez y Benito Tamayo

Algunos libros seleccionados no estaban traducidos; en una nota aclaratoria se dice: “Aunque estas obras no estén traducidas al castellano, se señalan para texto, porque los discípulos deben saber francés cuando llegan a esta clase” (se refiere a la enseñanza secundaria superior).

De entre los traductores salieron los primeros autores de textos de física y química en castellano, como el citado de Valledor y Chavarri para la segunda enseñanza elemental, que se cursaba en el 5º año de filosofía en el Instituto de San Isidro, de la Universidad Central. Venancio González Valledor ejerció la enseñanza de la física y química también en la cátedra de Cirugía, en la Escuela preparatoria para Ingenieros y Arquitectos y en la Escuela especial de Ingenieros de Caminos; fue examinador de física de la Escuela Normal de segunda enseñanza y supervisor del Colegio Politécnico y miembro de tribunales de oposiciones a cátedras de física en las universidades del reino. Valledor y Chavarri, en Madrid; Pedro Vieta, en Barcelona; Manuel Rico Sinobas, en Valladolid; Fernando Santos de Castro, en Sevilla; Manuel Fernández de Figares, en Granada, y alguno más, son los pioneros en la organización de las enseñanzas de física y química en España, tanto desde su desempeño en las aulas como en la propuesta de programas oficiales, inspección de centros, selección del profesorado, elaboración de material docente, difusión de las ciencias en ámbitos no académicos, y cuantas acciones hubo asociadas a la consolidación de la enseñanza secundaria.

Del *Programa de un curso elemental de física y nociones de química*, de Valledor y Chavarri, editado por primera vez en 1848, en Madrid, veamos algunos detalles. La estructura del libro sigue las pautas de los textos franceses: Consideraciones generales acerca de la física; Propiedades de los cuerpos (extensión, impenetrabilidad, porosidad, divisibilidad, compresibilidad, elasticidad, inercia, movilidad y gravedad); Mecánica de sólidos; Mecánica de fluidos; Acciones moleculares; Del calor; De la luz; Del magnetismo; De la electricidad; Nociones preliminares de química; De los metaloides y sus principales combinaciones; Óxidos y ácidos metaloideos; Metales y compuestos metálicos. Idéntico al *Programa de la asignatura de física con nociones de química* (Barcelona, Tomás Gorchs, 1851) elaborado por Pedro Vieta —traductor del “Libes”— profesor de la asignatura de 5º de filosofía en el Instituto de segunda enseñanza de la Universidad Literaria de Barcelona.

Respecto al tratamiento de las fuerzas, en el “Valledor y Chavarri”, se las considera como “todo lo que comunica o tiende a comunicar un movimiento”, y representan la acción de una fuerza actuando sobre un cuerpo de masa  $m$  al que imprime una velocidad  $v$ , como  $f = mv$ , expresión que llaman *cantidad de movimiento*, siguiendo la concepción cartesiana del mundo físico. Recordemos que el principio de la dinámica newtoniana establece que el efecto de una fuerza es la *variación* de la cantidad de movimiento, lo que en la formalización matemática de la mecánica newtoniana hecha por Leonhard Euler, a mediados del siglo XVIII, se representa como  $f = ma$ , donde  $a$  es la aceleración adquirida por el cuerpo. En el texto de Valledor, como en el “Deguin” que Valledor tradujo en 1845 de la 4ª edición francesa (la 1ª data de 1836), no se habla directamente de *aceleración*, sino de *fuerza aceleratriz* o *retardatriz*, “la que podemos decir imprime carácter al movimiento”. El significado que al cabo tiene tal fuerza es el del concepto *aceleración*, de manera que las conclusiones a las que llegan, por planteamientos geométricos, no algebraicos, son correctas. Por ejemplo que *los espacios son entre sí como los cuadrados de los tiempos o de las velocidades*, dice Valledor a propósito del movimiento uniformemente acelerado.

No deja de ser sorprendente que a aquellas alturas del siglo no se hablara en los libros de texto con más propiedad de velocidad, aceleración y fuerza, sobre todo cuando circulaban, y al parecer con notable éxito, obras como la de Brisson<sup>39</sup> donde se dice: ACELERACIÓN. Es el aumento de velocidad en el movimiento de un cuerpo; FUERZA ACELERATRIZ. Potencia que añade velocidad al movimiento de un cuerpo.

De la ambigüedad con que se usaban los términos cinemáticos, como consecuencia del no uso de unidades de medida, es buen ejemplo también el siguiente, tomado de *Elementos de Física y nociones de Química*, de Genaro Morquencho Palma<sup>40</sup> (Pamplona, Longás y Ripa, 1847). Escribe a propósito del movimiento uniformemente acelerado,

<sup>39</sup> *Diccionario universal de Física*, Brisson, de la Real Academia de París, Maestro de Física de los Infantes de Francia, Profesor Real de Física Experimental, miembro del Instituto Nacional de Francia. Madrid, Imprenta de Don Benito Cano, 1796. La introducción hecha por los traductores, cuyas siglas no identifico, tiene una llamada de atención a la modernidad que, como hemos visto a propósito del movimiento, no acababa de entrar en los recintos docentes. Dicen: “Pero todo esto necesita todavía de otros auxilios, a saber, de libros metódicos y juiciosos, por los que puede la juventud española entrar en el santuario de la verdadera Física. Es cierto que ya se han dado a luz algunos Tratados elementales; pero ni éstos son los mejores, ni están traducidos con la exactitud debida, ni contienen los descubrimientos que se han hecho en estos últimos años; pues no deben llamarse Tratados de Física los que se dictan a los discípulos en gran número de Escuelas públicas, de donde todavía no ha podido desarraigarse enteramente el escolasticismo y la dominación de Aristóteles, a pesar del manifiesto deseo del Supremo Consejo de Castilla, que anhelando se generalice el estudio de la buena Física que enseñan los experimentos, ha dado a entender en varios métodos de estudios que ha aprobado y establecido que las *cualidades ocultas*, el *horror al vacío*, y otros principios de esta clase, son nombres vanos a que recurrió la ignorancia para explicar fenómenos cuyas causas desconocía”.

<sup>40</sup> En los Prolegómenos, escribe Morquencho: “...en todos los cuerpos encontramos una demostración de la grandeza y poder de Dios; en todos hallamos una perfección infinita y un orden sorprendente; y en un gran número de casos los resultados de nuestras observaciones se convierten en poderosos medios para hacer más satisfactoria y llevadera nuestra existencia fugaz”. Advocación que como he repetido era habitual. Además se manifiesta cauteloso sobre la *física sistemática*, la física que, como la newtoniana, aspira a dar una visión integrada del mundo desde las teorías y leyes físicas conocidas: “Cuando sin el suficiente número de observaciones –escribe–, el físico se apresura a formar una hipótesis, llevado solamente del prurito de querer explicar todos los fenómenos, en lugar de una física racional constituye una física sistemática que a nada bueno puede conducir: preciso es por lo tanto que la sagacidad y espíritu investigador del hombre se confiesen vencidos en muchas ocasiones; y tan preciso que en vano se intenta traspasar el límite que Dios ha puesto a nuestra ciencia”.

tras una elemental demostración matemática: “Esta última fórmula nos manifiesta desde luego que la velocidad en el movimiento variado se mide por el doble del espacio que corre el móvil en la unidad de tiempo”. Conclusión que algebráicamente es correcta pero confusa en cuanto a la identidad de las magnitudes que se mide, y más cuando todavía no se hablaba de la aceleración, como tal. Morquencho advierte en el prólogo que no pretende ser original y que ha tenido en cuenta los libros de Biot, Pouillet, Deguin, Beudant, Despretz, Libes, Berzelius, Kolppelin y otros. De manera que la posible originalidad de su obra hay que buscarla en la forma de organizar “todos los hechos y teorías”. Denuncia cómo otros libros tratan algunas materias con ligereza y otras casi exhaustivamente, como es el caso del electromagnetismo, que duda comprendan los alumnos.

Siguiendo con Valledor, en cuanto a los llamados *agentes* de la naturaleza o *fluidos imponderables*, Deguin (me refiero a él por ser, supuestamente, el libro francés más próximo a los traductores Valledor y Chavarri) considera que son seis (atracción, calor, magnetismo, electricidad, luz y organización), aunque advierte su reducción a cuatro porque calor y luz se funden en uno, al igual que electricidad y magnetismo. Valledor cita cuatro –calor, luz, magnetismo y electricidad–, reducibles a tres por la fusión de los dos últimos, e incluso dos por la agrupación de los dos primeros, “pero si bien esto puede admitirse como cierto, falta todavía en la ciencia una teoría general que ligue los fenómenos considerados bajo este aspecto, siendo más sostenible la opinión de no admitir más que un solo fluido, cuyas modificaciones dan lugar a los diversos fenómenos, ya caloríficos, ya luminosos, o ya eléctricos”. Y añade: “Para la explicación de estos fluidos... en nuestros días se admite un fluido eminentemente sutil y elástico, llamado *éter*, en el cual se producen vibraciones análogas a las que en el aire tienen lugar por la acción de los cuerpos elásticos”. Propuesta incurra en la tendencia unificadora de las fuerzas físicas que reiteradamente vengo mencionando. El libro de Valledor y Chavarri apenas tiene tratamiento matemático, las ilustraciones están concentradas al final, y cada “lección” se desarrolla de manera expositiva con mucha densidad de contenidos. En el índice asigna a cada lección una “numeración para los exámenes”.

En 1866 ya iba el libro por la 8ª edición, dedicada al que fuera profesor de física del Conservatorio de Artes, Antonio Gutierrez, sin diferencias apreciables con la primera. Por entonces ya circulaba, traducido al castellano, uno de los textos franceses más difundido en España y otros países europeos en la segunda mitad del XIX, me refiero al *Tratado elemental de física experimental y aplicada y de Meteorología*, de Adolphe Ganot (1804-1887), profesor libre de física y matemáticas; libro calificado por los estudiosos<sup>41</sup> de la instrucción pública en la Francia del XIX como de alta calidad, del que hablaré con más detenimiento. La reedición del “Valledor” de que dispongo tiene la curiosidad de estar anotado, supongo, por el estudiante que lo utilizó. Entre paréntesis acota lo que

<sup>41</sup> HULIN-JUNG, N.: *L'Organisation de l'Enseignement des Sciences: la voie ouverte par le Second Empire*. París: Editions du C.T.H.S., 1989. Analiza el proceso de institucionalización de la enseñanza secundaria en Francia, visto desde las ciencias experimentales, como resultado de la bifurcación de los estudios –en *letras y ciencias*– que en opinión de Robert Fox, en el Prefacio, es un trascendente síntoma de modernidad. BELHOSTE, B.: *Les Sciences dans l'enseignement secondaire français*. Textes officiels, tome 1 (1789-1914), Paris, Institut national de recherche pédagogique, 1995. Colección de documentos relativos a la enseñanza de las ciencias: disposiciones sobre programas y libros de texto, instrumentos científicos, distribución de contenidos por cursos, cuestiones de exámenes, etc. Publicaciones a tener en cuenta para hacer un estudio comparado de los casos francés y español, entre los que hay influencias evidentes.

realmente se debía estudiar; básicamente definiciones. Hay notas como “ni leído”, “no se da”, “no se da nada”, “no”, “no se estudia nada”, “no se estudia”, “nada”. Notas que afectan a buena parte de los contenidos. El apartado *De la electricidad* carece de cualquier tipo de anotación, como hay en el resto del libro, quizá pueda suponerse que no llegaron a aquellas lecciones. Aunque sea una obviedad, hay que decir que tales anotaciones reflejan cómo el libro no puede tomarse como un fiel indicador de los conocimientos adquiridos, ni siquiera impartidos en clase.

El mismo año de 1866 se publicó en castellano, en París (Hachette), *Nociones de Física*, de B. Boutet de Mouvel, traducido de la 7ª edición francesa por Ramón de la Sagra. El traductor era naturalista y economista, nacido en La Coruña; director del Jardín Botánico de La Habana y profesor en aquella Universidad; viajó por Estados Unidos y vuelto a España fue diputado a Cortes, explicó economía en el Ateneo de Madrid defendiendo las teorías sociales de Proudon y publicó entre otras obras: *De la industria española* (1842), *De la industria belga* (1842) y *De la industria alemana* (1843). La traducción del “Boutet” contiene definiciones de unidades como el kilográmetro (trabajo que representa elevar un kilogramo a un metro de altura en un segundo) y el caballo de vapor, equivalente a 75 kilográmetros, si bien la definición dada de kilográmetro corresponde a una unidad de potencia, como el caballo de vapor, no de trabajo. Más confusas son aún las definiciones dadas por Manuel Fernández de Figares en su *Manual de Física y nociones de Química* (Granada, Jerónimo Alonso, 1857) que dice: “Dos unidades son las que por regla general sirven para medir las fuerzas: el *kilográmetro* que equivale a elevar en un segundo un kilogramo a un metro de altura, y el *caballo de vapor* que es igual a levantar en el mismo tiempo 75 kilogramos a un metro de altura. También se miden las fuerzas en atmósferas, máxime si se trata de la elasticidad, o de las presiones ejercidas por los fluidos comprimidos”. Como se puede ver la mezcla de los conceptos fuerza, trabajo, potencia y presión, a la hora de hablar de unidades, evidencia una confusión mayor que la habida en el “Boutet”. En la traducción de éste hay numerosos grabados intercalados en el texto, y no al final como era común; incluye problemas resueltos; no menciona los fluidos imponderables al tratar del calor, la luz, la electricidad y el magnetismo; habla de “unidades de calor”; y no agrupa los contenidos en apartados, sino por capítulos numerados del I al XX. Quizá la condición del traductor, que no se dedicaba a la enseñanza, justifique la elección de este libro que, aunque escrito por un antiguo alumno de la Escuela Normal de París y profesor de física en un Liceo, tiene un estilo más divulgativo —el empleo de la formulación matemática es mínimo— que los comentados hasta ahora.

Otro libro del mismo corte que el de Valledor y Chávarri, de muy buena acogida entre el profesorado (todavía era el texto oficial en algunos institutos en 1893) fue *Manual de Física y Química*, de Manuel Rico Sinobas y Mariano Santisteban, catedráticos de la Universidad Central, profesores en el Instituto del Noviciado de Madrid. La primera edición, que no he consultado, fue en 1851; en 1869 iba por la 7ª edición (Madrid, Manuel Minuesa), que reseño aquí. El índice sigue siendo el mismo que el ya comentado. Considera como causas de los fenómenos físicos las *fuerzas moleculares*, la *pesantez*, el *calórico*, la *luz*, el *magnetismo* y la *electricidad*, atribuyendo a los cuatro últimos la condición de fluidos *incoercibles* o *imponderables*; otros autores, según hemos visto, tenían por imponderables a todos los citados. Y como también venimos viendo, considera la posibilidad de que todos sean manifestación de un único fluido. Al referirse a la electricidad y el magnetismo los considera como “cuestión importante de la física actual”, hecho que justifica en estos y otros autores la extensión dada a tales materias, como ya vimos



que alguien se quejaba. Dedicó algunos comentarios a los “Métodos de estudio” para adquirir conocimientos sobre las leyes de la naturaleza, que también aparecen en otros libros. El método con que desarrolla los contenidos es discursivo, raramente matemático, con explicación de múltiples experimentos, incluyendo las ilustraciones en el texto. Como era la norma, es un libro más fenomenológico que sistemático, más descriptivo que analítico. El desarrollo del libro se ajusta al *Programa de Física y elementos de Química*, publicado por los autores en 1856 y al *Programa de un curso de elementos de Física y Química*, de 1865. Tanto el libro como los programas incluyen nociones de meteorología.

En las disposiciones derivadas del Reglamento del marqués de Corvera, los textos de González Valledor y Chávarri, Rico Sinobas y Santisteban, y Manuel Fernández Figares, fueron propuestos para que de entre ellos el profesor eligiera obligatoriamente el más adecuado a su forma de entender la enseñanza de la física y la química. Aquel reglamento desarrollaba la primera ley de Instrucción Pública, la promovida por el ministro de Fomento, Claudio Moyano, dada en Palacio el 9/9/1857, tras la aprobación en el Congreso de una ley de bases ampliamente consensuada entre las diversas fuerzas políticas. En este marco de referencia legal se disponía que “como medios eficaces de ampliar y completar los progresos de las ciencias, el Gobierno procurará el aumento de las academias, las bibliotecas, los archivos y los museos, y creará nuevos establecimientos de enseñanza para los ramos más elevados de las ciencias, enlazando en lo posible su organización con la de los ya existentes”. La Ley Moyano que ha llegado a nuestros días con alteraciones poco significativas, creó al fin las facultades de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, donde en lo sucesivo se formarían bachilleres, licenciados y doctores en Ciencias, quedando definitivamente desvinculados entre sí los estudios de ciencias y de filosofía, que a partir de entonces se realizarían en la facultad de Filosofía y Letras, desaparecida ya aquella antigua y duradera distinción entre facultades mayores y menores.

La Ley Moyano puede considerarse como la síntesis de la política educativa liberal, tanto en lo que sus predecesores consiguieron poner en marcha como en lo que no pasó de meros proyectos. Si bien sigue siendo Francia el punto de mira de las influencias educativas, ya empiezan a vislumbrarse otros horizontes, al igual que pasaba en Francia; la universidad alemana gozaba de un marchamo menos rígido que la concepción napoleónica impuesta en Francia y, por simpatía, adoptada en España. Recordemos que Sanz del Río fue becado en 1844 para una estancia en Heidelberg, desde donde se carteó con José de la Revilla sobre la organización de aquellas universidades; es también un indicador de estos nuevos contactos las cartas de solidaridad que el mismo Sanz del Río recibió de W. Delffs, R. Bunsen, G. Kirchhoff, G. Wundt, M. Cantor y otros destacados científicos y profesores alemanes lamentando su separación de la Universidad Central, con motivo de las famosas circulares del ministro de Fomento, Manuel de Orovio, desencadenante de las mencionadas “cuestiones universitarias” en torno a las restricciones de la *libertad de ciencia* (entiéndase igualmente como libertad de cátedra o de enseñanza) contra la que arremetió el tristemente célebre Orovio. El mismo año de la promulgación de la Ley Moyano, Sanz del Río fue el encargado de pronunciar la lección inaugural del curso 1857-1858 en la recién estrenada Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad Central<sup>42</sup>.

<sup>42</sup> Para conocer la crispación en que se vió envuelta la instrucción pública por aquellos años es básica la obra: JIMÉNEZ-LANDI, A.: *La Institución Libre de Enseñanza y su ambiente*, 4 vols. Madrid, Ministerio de Educación y Ciencia y otros, 1996.

Pocos años antes de promulgarse la Ley Moyano empezó a circular por los Institutos de Segunda Enseñanza para la asignatura de física y química el citado “Ganot”, libro de texto que en Francia se editó por primera vez en 1851, y en 1887 iba por la 20ª edición en el país vecino. En España, fue texto en francés, y la primera edición en castellano se produjo en 1853; en 1923 se editó la 18ª, que es una corregida y aumentada por Pedro Roa Sáez, profesor mercantil y oficial del cuerpo de Telégrafos, de la hecha por el ingeniero de montes, Eugenio Guallart, en 1909; y en 1945 se hizo una 3ª tirada de la 18ª edición y una primera edición en Argentina (Ediciones Anaconda), que también circuló por España, impresa en San Sebastián y con el sello (supongo que por la propiedad de los derechos) del librero Carlos Bailly-Bailliere de París, con sucursales en Madrid, Londres y Nueva York, revisada y ampliada, ajustándose a los programas de segunda enseñanza, por Georges Maneuvrier y Marcel Billard. (Otro de los muchos asuntos que quedan pendientes en este trabajo es analizar la condición de los traductores e introductores de los textos extranjeros en España). El título del “Ganot”, *Tratado elemental de Física experimental y aplicada y de Meteorología*, fue siempre la traducción literal del francés. Si no el primero, si es de los iniciadores en la intercalación de grabados en el texto, como hemos visto en el caso del “Boutet” y en el añadido de problemas resueltos al final, salvo en las primeras ediciones. Sin seguridad, pero avalado por referencias e impresiones de otros colegas extranjeros, quizá sea éste el libro que más haya influido en la organización de las enseñanzas de la física en Europa y América, desde que tales enseñanzas tuvieron carácter curricular en los estudios secundarios, profesionales e incluso en los primeros años de las Facultades de Ciencias.

De los autores españoles, uno pionero en intercalar las ilustraciones en el texto es Miguel Ramos Lafuente, autor de *Curso de Física y Química en definiciones* para el grado de bachiller y exámenes de la referida asignatura, en los Institutos de Segunda Enseñanza (Madrid, Julián Peña, 1858), éste sin ilustraciones, en cuyas definiciones alfabetizadas no incluye la de “agentes físicos” en que tanto insisten los libros de texto, como los de él mismo, acaso porque a la hora del examen no le concedían importancia como saberes a adquirir; *Elementos de Física y Química* (Madrid, Eusebio Aguado, 1859), para Institutos y Escuelas Normales, con 144 grabados intercalados en el texto, al precio de 18 reales (dato que he obviado, en general, pero importante para estudiar en otra ocasión), con muchas notas en letra pequeña donde se da noticia de recientes aportaciones a las ciencias físicas, como las de Ampère<sup>43</sup>, Arago, Fresnel, Oersted, Pouillet; por último, *Elementos de Física*<sup>44</sup> (Madrid, Aguado, 1873) para los estudios de esta ciencia en los Institutos de Segunda Enseñanza, Escuelas profesionales y Seminarios Conciliares,

<sup>43</sup> Relacionado con las aportaciones de Ampère y Oersted, Ramos considera el magnetismo, por analogía con la electricidad (fluido vítreo o positivo y resinoso o negativo), originado por un fluido capaz de descomponerse en dos dotados de propiedades antagónicas: fluidos austral y boreal. Aunque advierte que se trata de una descripción sencilla, con más valor didáctico que realmente científico, ya que “los nuevos descubrimientos de la ciencia nos conducen a pensar que estos fenómenos dependen de la electricidad dinámica”. En el análisis de los libros de texto hay que prestar atención a esta advertencia del autor, que se da en otros libros, optando por mantener teorías obsoletas con la excusa de ser más “sencillas” que las aportadas por los renovadores de las mismas. Además estas notas suelen estar escritas en letra pequeña que, como sabemos, no solía “entrar” a la hora de estudiar y examinarse de los contenidos.

<sup>44</sup> He consultado la 5ª edición que es ampliación de la parte de física de la edición de 1859 de *Elementos de Física y Química*. Publican sólo los contenidos de física porque así lo pedían, al parecer, los profesores. Hicieron una tirada de 5.000 ejemplares porque en palabras del autor “ningún libro ha alcanzado en España acogida tan favorable”.

al precio de 5 pesetas en rústica, con una cromo-litografía del espectro de Fraunhofer del potasio, sodio y rubidio, sin cambios significativos respecto a las obras anteriores.

Volviendo al “Ganot”, del que en su día habrá de hacerse un estudio monográfico, veamos algunas características, además de las antedichas. Algunos traductores del mismo al castellano fueron A. Sánchez de Bustamante, 1860, 1871; José Monlau, revisada y aumentada por José Canalejas Casas, 1865; Eduardo Sánchez Pardo y Eduardo León Ortiz, 1873, 1876; Eduardo Sánchez Pardo, 1882; Eduardo Sánchez Pardo, revisada y ampliada por Ramón Escandón, 1896. En la 8ª edición española (1882), el traductor, Eduardo Sánchez Pardo, a la sazón auxiliar del Observatorio astronómico y meteorológico de Madrid, elogia la predisposición del editor Carlos Bailly-Bailliere de esta obra “muy estimada, dentro y fuera de Francia” por renovar las ediciones “agotadas, apenas publicadas”, para incorporar “los rápidos progresos que en nuestros días hace la ciencia física”.

La 2ª edición francesa, 1853, considera, acorde con lo visto en otros textos, como causas de los fenómenos los *agentes físicos* o *fuerzas naturales*, es decir, la *atracción universal* y los *fluidos imponderables* (recordemos que algunos autores incluían en éstos también la atracción universal). En la 6ª francesa, 1856, se pregunta si no procederán tales agentes de una fuente única, sin mencionar cuál podría ser ésta. La 4ª edición española, 1865, a este respecto, es traducción literal de la 6ª francesa. En cambio, en la 7ª española, 1876, en el apartado *Agentes físicos, éter*, plantea:

“Pero esta complicada teoría de los fluidos imponderables va desapareciendo de día en día, dejando su puesto a una doble hipótesis: 1º. la de un fluido único, el éter, elástico por demás, el cual llena todo el universo y penetra en la masa de todos los cuerpos; 2º. la de un movimiento propio de las moléculas materiales, el que, con forma y velocidad en cada caso distintas, transmítese al éter; así, un movimiento de determinada naturaleza constituye el calor; otro más rápido, la luz; otro diferente, por su forma o carácter, el magnetismo y la electricidad”.

A esta última, la llama *teoría dinámica* que “no viene a ser en último término más que transformaciones de movimiento”. Estos puntos de vista están alineados con la “hipótesis grandiosa”, dice Ganot, de la *correlación y unidad de las fuerzas físicas*, haciendo referencia a quienes considera promotores de la misma: Tyndall, Grove, Secchi, Moigno. De quienes cita sus obras más representativas, práctica poco habitual en otros autores y sobre todo entre los españoles.

En cuanto a la antigua física sistemática, la que intenta dar hipótesis sobre la naturaleza y estructura del universo donde tengan cabida las leyes físicas conocidas, denominación, aquella, apenas utilizada a estas alturas, en el “Ganot” subyace más la física cartesiana que la newtoniana. Veamos. A propósito de la atracción universal escribe: “Mas no señalaba Newton a dicha fuerza causa alguna, limitándose a decir que se producían los fenómenos *cual si la materia se atrajese*. Y en efecto, admitir que la materia es inerte y conceder que se atrae son dos cosas incompatibles, por cuya razón aunque se ignore a qué se deba la atracción a distancia, no se ha de considerar como causa oculta que de la materia emana”. Causas intrínsecas que Newton admitía, como la *fuerza insita*, y que Descartes negaba. Sin embargo, Ganot, al tratar de *Cuerpos, átomos y moléculas*, admite la existencia de tales elementos materiales pero en una nota a pie de página, al referirse al número de moléculas hipotéticamente existentes en un cubo de agua, según A. Dupré en *Théorie mécanique de la chaleur*, admite la proposición y posterior rectificación

del propio Dupré en “un trabajo posterior inédito aún sobre las atracciones en contacto”, que es el paradigma de la física cartesiana<sup>45</sup>.

Al comentario antedicho, añade Ganot el siguiente, relativo a la negación de la atracción universal por el abate Moigno en *Matière et Force*:

“Si algo de cierto en el mundo se sabe es que las moléculas de los cuerpos, y los mismos cuerpos, no se atraen en realidad; que la atracción, en vez de ser una fuerza real, es sólo una fuerza de explicación; que todo sucede como si los cuerpos se atrajeran, por mas que no quepa la menor duda de que no se atraen. Newton y Euler, y todos los filósofos dignos de este nombre, no han podido ver en la materia sino dos cosas, la inercia y el movimiento primitivamente impreso por una voluntad libre, motor primero e infinito. Y sólo con estos dos grandes conceptos, la inercia y el movimiento, la ciencia progresiva ha de poder explicar un día todos los fenómenos del mundo físico”.

Postura que recuerda los postulados cartesianos: “Toda mi física no es más que geometría”, “Toda mi física no es más que mecánica”, “El Universo entero es una máquina donde todo está hecho de figura y movimiento”. O el principio 36 de la segunda parte –Sobre los principios de las cosas materiales– de los *Principios de la filosofía*: “Dios es la primera causa del movimiento y mantiene constante la cantidad de movimiento en el universo”.

Que en las ediciones comentadas haya ambigüedades, falta de claridad en las proposiciones sobre la materia, los fenómenos y sus causas, es una característica de aquellos momentos en que se estaba consolidando la física como disciplina académica, y por tanto con una pretensión docente, no investigadora en que tendrían cabida disquisiciones más fundamentadas. Claro es que en aras de salvaguardar una aparente sencillez se caía en el exceso de mantener anacronismos que además de dificultar la comprensión podían ser contradictorios con otros contenidos del propio texto. Tal es el caso de la referida edición del “Ganot” de 1945, casi a 100 años de su primera edición. En las Nociones preliminares, las más confusas de todos los libros por lo que no hubiera estado de más, antes y ahora, eliminarlas, en *El éter* se dice:

“Las propiedades de la materia tangible no bastan para explicar la totalidad de los fenómenos que el mundo exterior presenta, y esto ha obligado a admitir la existencia de otras causas extrañas a ella, causas que en lo que se refiere a la materia inorgánica han podido, en el avance de la ciencia, reducirse a una sola sustancia, denominada éter, dotada imaginariamente de propiedades un tanto extraordinarias –debe ser discontinua, sutilísima, condensable y perfectamente rígida, es decir semejante a un gas rarificado, por un lado, y a un sólido más rígido que el acero, por otro–, pero no contradictorias en el fondo, pues no se debe pensar que el éter sea en cierto modo una continuación de los cuerpos que habitualmente manejamos. El éter, cuya existencia alcanza los límites de la certidumbre, se encuentra difundido por todo el espacio incluso entre las más pequeñas partículas de los cuerpos, y en unión de la materia constituye lo que se llama el *medio ambiente*”. (Eludo una nota en letra pequeña sobre el comportamiento del éter respecto de los cuerpos celestes, que añade todavía más deconcierto a lo antedicho).

Si ésto se dice en la página 3 del libro, en la 1.059 (tiene 1.149 páginas), donde da unas ligeras nociones de *Relatividad* –“una teoría, dice el autor, que anula todos los axiomas

<sup>45</sup> DESCARTES, R.: *Los principios de la filosofía*, edición de Guillermo Quintás, Madrid, Alianza, 1995.

y principios conseguidos merced a trabajos seculares”– al enumerar los fundamentos de dicha teoría, escribe: “3.º. Einstein *niega la existencia del éter*”. Dicho esto sin más comentarios, después de atribuir al éter en los preliminares tan prepotente papel causal, no facilita la comprensión al estudiante y tampoco al profesor que careciendo de información sobre las novedades científicas tiene el libro de texto, en muchos casos, como referencia única.

En cuanto al índice de materias del “Ganot”, puede decirse que por su influencia tipifica el índice que ya hemos visto en libros precedentes, quedando estructurados a su imagen y semejanza los libros en el futuro, y así casi todavía perduran en nuestros días. Sirva como ejemplo el de la 8ª edición española (1882):

- Libro I: Materia, Fuerzas y Movimiento
- Libro II: Atracción universal, Gravedad y Fuerzas moleculares
- Libro III: De los líquidos
- Libro IV: De los gases
- Libro V: Acústica
- Libro VI: Calor
- Libro VII: Luz
- Libro VIII: Magnetismo
- Libro IX: Electricidad estática
- Libro X: Electricidad dinámica

Más un añadido sobre Meteorología y Climatología, al que se le prestó mucha atención desde los primeros textos a principios del XIX, donde solía enunciarse con la terminología aristotélica “De los meteoros”, manteniéndose el apéndice sobre Meteorología en los textos españoles durante buena parte del siglo XX. Las últimas páginas están dedicadas al desarrollo de problemas resueltos, con una introducción metodológica sobre los objetivos de los problemas y pautas para resolverlos. Hay que destacar que a lo largo de todo el libro es abundante la descripción de aparatos, experimentos y aplicaciones relativos a los fenómenos estudiados. Siendo un libro pensado para niveles docentes diversos (Institutos de Segunda Enseñanza, Escuelas profesionales y primer curso de las Facultades de Ciencias) hay muchas notas en letra pequeña para categorizar los contenidos.

### 3. Momentos finiseculares: crisis en las ciencias físicas y segunda crisis en “la conciencia nacional”

En 1873 publicó Maxwell uno de los más famosos libros de la historia de las ciencias físicas –*A treatise on electricity and magnetism*– en el que formaliza matemáticamente las visiones intuitivas de Faraday sobre líneas y campos de fuerzas, integrando en un esquema único todos los saberes hasta la fecha sobre electromagnetismo. Además predijo el carácter electromagnético de la luz, produciendo una síntesis de los fenómenos magnéticos, eléctricos y ópticos equiparable en significación a la síntesis mecánica que Newton hiciera un siglo atrás. Maxwell, siguiendo a Faraday<sup>46</sup>, y con el propósito de

<sup>46</sup> Michael Faraday (1791-1867), mencionado en la nota 37, pretendió la unificación de las fuerzas físicas recurriendo a las líneas de fuerza introducidas por William Gilbert en *De Magnete* (1600). Ésta es una forma

interpretar mecánicamente el campo electromagnético, consideró que las acciones eléctricas y magnéticas son perturbaciones (presiones y tensiones) que se propagan en el éter en forma de ondas con velocidad constante. De esta manera aseguraba la continuidad de las acciones exigida por la filosofía materialista que atribuía cualquier acción al efecto recíproco de los entonces hipotéticos átomos. En su celebrada obra, Maxwell lo resumía así:

“Faraday, con los ojos de la mente, vió líneas de fuerza donde las matemáticas vieron centros de fuerza de atracción a distancia; Faraday vio un medio donde ellos no vieron más que distancia; Faraday buscó el soporte de los fenómenos en acciones reales yendo por un medio, ellos estaban satisfechos de haberlo encontrado con una fuerza de acción a distancia impresa en los fluidos eléctricos”.

La síntesis maxwelliana es el comienzo del declive del éter que acabaría finalmente en la rotunda afirmación de Einstein, desestimándolo por superfluo, a pesar de que Maxwell lo considerara ineludible para la descripción de los fenómenos electromagnéticos. Y digo *descripción* porque la tendencia mecanicista a dar *explicación* de los fenómenos cada vez se iba haciendo más insostenible en la física que se avecinaba. En este sentido, se recupera la filosofía newtoniana, pasando por alto las causas para explicar los hechos, en favor de la experimentación y las leyes matemáticas para describirlos. Fue precisamente en un estudio titulado *Sobre la electrodinámica de los cuerpos en movimiento* (1905) donde Einstein dio a conocer parte de su teoría de la relatividad, origen, junto con la teoría cuántica de la radiación propuesta por Max Planck en 1900, de la revolución científica que caracteriza el siglo XX, como salida a las crisis en que, tanto la teoría electromagnética como la de las radiaciones, habían sumido a la física finisecular.

Otra forma de ponerse de manifiesto la secular discrepancia entre la naturaleza continua o discontinua de la materia, que también puede plantearse como discrepancia entre las acciones por contacto o a distancia para la descripción de las interacciones físicas, fue la división producida en el mundo académico entre atomistas, partidarios de la estructura discontinua de la materia y con ella de las acciones newtonianas a distancia, y los energetistas que aceptando el continuismo en la naturaleza consideran los cuerpos como un conjunto de focos o centros de fuerzas, y prefieren para la descripción de los fenómenos recurrir a comportamientos energéticos o termodinámicos<sup>47</sup>. Controversia finalmente resuelta a favor de los atomistas tras el descubrimiento del electrón en 1897 por J. J. Thompson; partícula elemental constituyente de los átomos reales, no ficticios, como alegaban los energetistas quienes a pesar de reconocer las “deficiencias del atomismo”, seguían utilizando el lenguaje atomista porque, en palabras de Carracido, “muy lenta y difícil será esta tarea de reformar el lenguaje, porque todas las hipótesis y teorías fueron concebidas bajo el supuesto avasallador del átomo, y es necesario

---

de interpretar las interacciones físicas a través de un medio, los campos de fuerza, cuya manifestación se produce mediante las líneas de fuerza que definen y distinguen los campos entre sí. Es por tanto una interpretación cartesiana de la interacción, en tanto que continua y por contacto, contraria como ya hemos visto a las acciones a distancia newtonianas, modelo, éste, al que se adhirieron Coulomb y Ampère al considerar que entre cargas y corrientes eléctricas se ejercen fuerzas a distancia, sin necesidad de ningún medio propagador o sustentador de las mismas.

<sup>47</sup> Puede conocerse con algún detalle la polémica entre atomistas y energetistas en: MORENO GONZÁLEZ, A. (ed.): *José Rodríguez Carracido*. Madrid, Fundación Banco Exterior, 1991. Especialmente el capítulo “La innecesaria ficción de los átomos”.

para destronarlo rehacer desde la base toda la parte general de la ciencia". He aquí una vez más el dilema sobre lo que debe decirse y cómo decirlo, preocupación primordial de los libros de texto, para ser correctos, coherentes con los principios defendidos, y modernos. Combinación mal resuelta por lo general en los libros, lo que acaba por caracterizarlos como *resistentes a la renovación*.

De aquella situación crítica fueron conscientes algunos autores españoles, como es el caso del catedrático de Física y Química del Instituto de Cádiz, Vicente Rubio Díaz, autor de *Elementos de física experimental* (Cádiz, Federico Joly, 1882, 12,50 pesetas) "obra ilustrada con 550 hermosos grabados y dos láminas en cromo". Como una dificultad más a superar en la preparación de una obra elemental de física, dice en el prólogo: "No es la Física ciencia construida, hasta ahora, con el rigor lógico de las matemáticas; atraviesa en estos momentos un período crítico que tal vez conduzca a su renovación total". De por dónde pensaba que habrían de ir las soluciones, lo comenta en otro lugar de su obra: tras enumerar los *agentes físicos*, que tan familiares nos son ya, advierte, como muchos hicieran, sobre la unificación de los mismos en torno al *éter*, y cómo se avecina "una síntesis majestuosa que tal vez conseguirán [los físicos] y para la que ya tienen preparados ricos y numerosos materiales". Unificación que en el apéndice del libro, en el apartado "Oscuridades y lagunas", ve de momento como *verdades provisionales*, y al referirse a la "convertibilidad de las fuerzas físicas", denuncia cómo algunos (no da nombres) han querido extender tal unificación a otros ámbitos (voluntad, inteligencia, etc.) para acabar invocando al Supremo Hacedor, Eterno Arquitecto (según denominación encontrada en las obras de Secchi, Tyndall y Echegaray) como autor y providente de todo cuanto pasa en el universo mundo.

Si a estas crisis de las ciencias físicas añadimos, en el caso español, lo que se dio en llamar la "segunda polémica de la ciencia española"<sup>48</sup> producida tras el efímero y fracasado intento republicano (1873-1874), una nueva "crisis de la conciencia nacional" utilizando los términos de François López<sup>49</sup>, fácil es comprender que tanto el ambiente académico como el social estuvieran revueltos en todos los órdenes. En esta segunda polémica sobresalió, entre los litigantes, Marcelino Menéndez Pelayo, que junto con Gumersido Laverde, Alejandro Pidal y Mon y fray Jerónimo Fonseca abanderaron la facción ultramontana, aferrada a un contrarrevolucionario tradicionalismo enfrentado al progresismo liberal y laico representado por Manuel de la Revilla, Nicolás Salmerón, José del Perojo y Gumersindo de Azcárate, afines a las nuevas ideas derivadas del krausismo, el positivismo y el neokantismo importados de Europa. Era una nueva muestra del enfrentamiento ideológico-religioso ante lo que se ha dado en calificar como el "problema de España"<sup>50</sup> visto desde las antagónicas "dos Españas". Si bien la polémica fue un acicate para descargar, sobre todo en la prensa y foros de debate, el descontento de ambos bandos respecto a lo que España debía ser en sí misma y representar en la comunidad internacional, los manifiestos sobre el estado de la ciencia y su enseñanza en institutos y universidades también se estaban produciendo en el seno del mundo académico. Baste como indicador el discurso pronunciado en la apertura del curso

<sup>48</sup> En el apartado "El ser o no ser de la ciencia española: de la polémica sobre la utilidad de las *ciencias útiles* a la polémica sobre 'la *sublime utilidad* de la *ciencia inútil*'" de la publicación referida en la nota 25 doy cuenta de tales polémicas desde el punto de vista de las ciencias físicas, extractada de la bibliografía fundamental, citada allí mismo, para un mejor conocimiento de las mismas.

<sup>49</sup> Obra citada en nota 23.

<sup>50</sup> LAÍN ENTRALGO, P.: *España como problema*. Madrid, Espasa-Calpe, 1962.

académico 1875-1876, en la Universidad Central, por el entonces catedrático de Física Matemática, Gumersindo Vicuña. Un discurso donde invoca a “la sabia Alemania”<sup>51</sup> como ejemplo a seguir en el cultivo de las ciencias:

“Si nuestra patria –dice Vicuña– ha de adquirir la importancia a que su historia y condiciones le dan indiscutible derecho, si hemos de comulgar con la Europa sabia en los principios y temas es preciso dirigir la cultura nacional hacia las ciencias físico-matemáticas y naturales, hasta ponernos al nivel de las otras actividades del pensamiento y de la fantasía, y hasta hacernos dignos de lo que el moderno saber demanda y exige”.

Exponente claro de la llamada a la *europización* de España, que tan profusamente difundieron por entonces y bien entrado el siglo XX literatos, profesores, filósofos, políticos y cuantos se interesaron por remediar el “mal de España”. La insistencia krausista en la “redención de España por la ciencia”<sup>52</sup> traspasó los límites de aquella ideología y propagaron el mismo principio gentes tan dispares entre sí y respecto al institucionalismo como Azorín, Baroja y Maeztu, firmantes en 1901 del *Manifiesto de los Tres*<sup>53</sup>.

En el antes citado prólogo del libro de Vicente Rubio, en la medida en que un texto de física experimental puede contenerlas, se reflejan aquellas inquietudes:

“Pero hay un escollo superior a todos, y que deja confuso al que quiere escribir, con perfecta conciencia y espíritu independiente, un libro de Física con destino a la enseñanza, tratándose de un ramo del saber, que con la química, ha de intervenir, y no pasando mucho tiempo, aunque parezca extraño, en la resolución de las más grandes contiendas filosóficas y en los problemas sociales de mayor alcance. Modernas teorías indican nuevo rumbo y preparan modificación radical: si se toman como base para la enseñanza, se rompe con el pasado, se produce una revolución (que ya se inicia, pero que corresponde a otros de más vuelos) y se establece cierta solución de continuidad, pues quedan no pocos vacíos imposibles todavía de llenar.

<sup>51</sup> Sobre la influencia alemana, manifiesta en las disposiciones oficiales, la más sobresaliente fue el intento de reforma de la Ley Moyano acometido por el ministro de Fomento de la Primera República, Eduardo Chao, que por la corta duración de aquella no paso de las buenas intenciones. De la reforma de la segunda enseñanza en dicho plan, “acomodado a las exigencias de nuestra época y a las conclusiones pedagógicas”, dice el catedrático, académico de Ciencias y profesor del Ateneo de Madrid, Ricardo Becerro de Bengoa: “en el plan del Sr. Chao de 1873, adelantándose cerca de treinta años a las reformas de Inglaterra y Francia, quedaba formulado el cuadro de la enseñanza *moderna integral*” (*La enseñanza en el siglo XX*. Madrid, Eduardo Capdeville, 1900, p. 228). En la introducción al plan se menciona el deseo de combatir “la deplorable abundancia entre nosotros de los que con gráfica frase apellidó Cadalso *eruditos a la violeta*”, a que me referí al comienzo de este trabajo.

<sup>52</sup> Entre los muchos que se pronunciaron por la regeneración de España mediante la ciencia, hay que mencionar a uno de los “hombres del 98”, José Rodríguez Carracido (nota 47), a quien corresponden estas palabras: “No esperéis que en nuestro país puedan desarrollarse todas las ciencias con vida propia si no dotáis a las experimentales de su verdadero método; y esta afirmación no necesito sostenerla dogmáticamente, me basta que volváis los ojos a las demás naciones de Europa, fijándoos en su actual movimiento científico, y me diréis después si mis palabras son apasionamiento de especialista, o advertencia sincera de quien desea para su patria el esplendor que gozan otros países más afortunados” en RODRIGUEZ CARRACIDO, J.: “La enseñanza de las ciencias experimentales en España”, discurso leído en la Universidad Central en la inauguración del curso académico 1887-88. En: *Lucubraciones sociológicas y discursos universitarios*. Madrid, Hernando, 1893, pp. 125-174. Me he ocupado del “98” científico en “La España finisecular del XIX: ciencia, política y cultura”. *Revista Española de Física*, 12 (2) y 12 (3). Madrid, 1998.

<sup>53</sup> ESLAVA, J. y ROJANO, D.: *La España del 98*. Madrid, Edaf, 1997.



Si se prosigue la corriente ordinaria de la mayor parte de las obras que hoy se dedican a la instrucción de la juventud, se la priva de los adelantos modernos, se estanca en cierto modo la ciencia, y se expone al autor a la censura de los espíritus inquietos (ilustrados, pero idólatras incondicionales de todo lo nuevo) que quieren introducir en los libros, aunque sea de tan poco valor como el presente, las novedades y excursiones teóricas, no siempre ciertas, y difíciles de modelar a veces, en un curso claro, concreto, reducido, sencillo y ordenado; es decir en un libro propiamente didáctico”.

De este prólogo hay que reparar también en la preocupación por que los libros fueran “didácticos”, hecho poco considerado en épocas pasadas. Quizá con la intención más firme de que las ciencias formaran parte del bagaje cultural de la ciudadanía, y posiblemente influidos por la llamada que se hacía desde diversos sectores sociales a valorar la ciencia en sí misma, no sólo por su utilidad, como sucediera en los antepasados ilustrados, los autores reiteran su intención de hacer libros para aprender, no más, sino mejor. Los primeros textos de que me he ocupado pretendían servir tanto para la naciente segunda enseñanza como para los primeros cursos de las también recién estrenadas facultades de Ciencias, de ahí su voluminosidad, la distinción entre tipos de letra, y posiblemente la estructura; las secciones de los libros respondían en buena medida a lo que en aquellas facultades acabaron siendo asignaturas independientes. En estas últimas décadas del siglo, en cambio, cuando no faltaron quienes pusieron en cuestión la capacidad de los pueblos del sur para las ciencias, no pasaron desapercibidos, ni para los autores ni para los responsables de la instrucción pública, los libros de texto como medio para mejorar tal entredicha capacidad. Duda que Ramón y Cajal admite tener “un fondo de verdad”, reconociendo la condición “indisciplinada, novelera, fanfarrona e indócil de la raza latina, particularmente la hispana”, pero que a la vez no duda en que puede ser educada para la ciencia<sup>54</sup>.

Con ese mismo criterio didáctico, el catedrático de Física y Química del Instituto de Oviedo, Luis González Frades, publicó *Compendio de Física Elemental* (Valladolid, Luis N. de Gaviria, 1885) y un *Atlas de Física Elemental* aparte con los 430 grabados mencionados en el texto. En un *Prontuario de Física y Química* publicado en 1880 ya mencionaba la dificultad metodológica de escribir una obra de carácter elemental de estas ciencias “teniendo muy en cuenta el período tan crítico de organización en que [aquéllas] se hallan”. En el prólogo del *Compendio* advierte: “Si la Segunda Enseñanza se propone como principal objeto propagar aquel orden de conocimientos que el hombre necesita en sus múltiples relaciones sociales y que forman los elementos de la cultura general, desde luego se comprende que las ciencias, objeto de su estudio, no han de presentarse con aquella extensión y detalles de otra categoría educativa”. Se queja, asimismo, del excesivo número de asignaturas, y como dato del conocimiento de la física de su tiempo, aunque luego no se reflejara tanto en los contenidos del texto, hay que señalar la alusión a Maxwell, “notable profesor de la Universidad de Cambridge”, a

<sup>54</sup> RAMÓN Y CAJAL, S.: *Los tónicos de la voluntad. Reglas y consejos sobre investigación científica*, discurso leído en su recepción pública en la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (5/12/1987), Buenos Aires, Espasa-Calpe, 1941. Las palabras de Cajal recuerdan las contenidas en la *exposición de motivos* del Plan Pidal: “En España producen mal efecto métodos que en Alemania y Bélgica logran felices resultados” porque “estudios propios para los hijos del norte, más tardíos, sí, pero más atentos y meditabundos, no cuadran a ingenios vivos, ardientes y de imaginación fogosa, como son generalmente los que nacen en el mediodía”. Esto se decía para justificar que la segunda enseñanza elemental estuviera centrada en las humanidades y sobre todo en el estudio del latín a lo largo de toda la segunda enseñanza (elemental y superior).

propósito de los “Métodos de estudio de la Física”, no a su teoría electromagnética que supondría un avanzado nivel de actualidad científica del libro. La primera mención que he encontrado en la segunda enseñanza a la síntesis maxwelliana pertenece a la segunda edición de *Elementos de Física Moderna*, bajo el nuevo título *Curso Elemental de Física Moderna*, “ilustrado con 894 grabados de los mejores artistas y redactado con arreglo a los últimos puntos de vista científicos”, del catedrático de Física y Química del Instituto de Zaragoza y después de Ampliación de la Física de la Universidad de Granada y de Química General de la de Oviedo, R. Pedro Marcolain San Juan, (ambas ediciones en Zaragoza, Emilio Casañal, 1900). En el prólogo, acaso más moderno de cuantos libros he podido consultar hasta ahora, no sólo por el contenido científico sino por el entendimiento de la ciencia en sí y su impacto social, escribe Marcolain:

“Las ciencias físicas cambian y renuevan los modos de ser y de existir de las sociedades modernas. Sus procedimientos, sus trabajos, sus éxitos y sus consecuencias, en variedad indefinida, transforman el carácter, las fuerzas, las aptitudes, los gustos y el poder de cada generación. La ciencia de un siglo es un legado para la siguiente....

La ciencia es progresiva. Las verdades demostradas son inmovibles, es verdad; pero si nuevas verdades aparecen, nuevas aplicaciones se deducen y un nuevo edificio se fabrica...

A los antiguos moldes, fabricados al calor de antiguas hipótesis, nuevas hipótesis y nuevos moldes sustituyen en la historia de la ciencia. El FLOGISTO cae en el descrédito; ya es un delirio EL HORROR AL VACÍO y una realidad la pesantez del aire; el LUMÍNICO y el CALÓRICO desaparecen y ocupan su lugar las vertiginosas palpitations del éter; ya no tiene primacía el MAGNETISMO, porque es un subordinado de la energía eléctrica y hechura de ésta. A la identidad sustancial del calor y de la luz, magistralmente demostrada por Tyndall, sigue más tarde la consustanciabilidad de la electricidad y de la luz. Las oscilaciones eléctricas piden plaza por boca de Maxwell y, efectivamente, las radiaciones electromagnéticas y sus analogías con las radiaciones luminosas quedan demostradas y admitidas y obtienen puesto preeminente, a virtud de los trabajos de Hertz, el genio fundador de la ‘ELECTRÓPTICA’”.

La faz de la Física ha cambiado por completo... Dar idea de su actual situación es, por lo mismo, un trabajo difícilísimo, si ha de satisfacer además las exigencias de la crítica didáctica y literaria.

Un libro no es precisamente moderno, por haber sido confeccionado a la moda, sino por responder al sentir, al querer y al pensar de la sociedad actual. No sería moderno este libro, aunque en su pie de imprenta figure el año 1900, si por su contenido pudiera haber sido hecho en el 1880.

Siendo las dos leyes primordiales del Universo las relativas a la *Conservación de la energía* y a la *Conservación de la materia*, no se ha prescindido nunca en las páginas de este libro de confirmar estas leyes, especialmente la primera, considerando todo efecto físico, como una transformación de la energía y todo problema físico como un problema mecánico”.

Los programas y libros de texto fueron motivo de polémica desde los comienzos en que se empezó a legislar sobre ellos. Lorenzo Opando en una publicación privada<sup>55</sup> y de corta duración denuncia algunas perversiones —“la corruptela de los textos” dice— asociadas a la publicación de los mismos. Advierte cómo el catedrático que siendo autor, no obtenga que su obra sea declarada de texto, lo seguirá a hurtadillas, “y los

<sup>55</sup> OPANDO UCEDA, L.: “Programas y libros de texto”. *Revista de la Sociedad de profesores de Ciencias*, 3, 1876, pp. 232-235.

estudiantes y sus padres, que son perspicaces y sobre todo anhelan *salir bien* (no sabemos quién *sale* en esto peor parado), averiguan pronto el libro más conforme a las explicaciones, y se apresuran a comprarle a pesar de todas las leyes humanas en contrario dictadas”. Además, y en detrimento de la calidad del libro en lo que respecta a la introducción de novedades científicas, “el autor está más atento –escribe Opando– a que su obra *sea declarada de texto* que a procurar difundir ideas y métodos con arreglo a su iniciativa individual”.

Por otra parte, la rancia disyuntiva entre el señalamiento por parte del Estado de un texto único y obligatorio o dejar su elección a la libertad del profesor, uno de los motivos de las “cuestiones universitarias”, seguía dando que hablar. “Insistiremos en la completa libertad que debe dejarse al Profesor en la elección de libros y métodos de enseñanza... creemos inútil si no *perjudicial* y contrario al progreso de la enseñanza, la imposición por el Estado de textos obligatorios”, escribe Opando, que termina su artículo con la siguiente jaculatoria: “Y sobre todo pidamos al Cielo porque los altos funcionarios de la Instrucción procuren desviarse de la senda hasta ahora más trillada de buscar celebridad en flamantes reformas”. Es sabida la tendencia a prodigarse en legislación que se tuvo, y se tiene, por quienes asumen la responsabilidad educativa en España. Ya decía, por aquellos años, Sánchez de la Campa : “No hay nación donde más se legisle sobre todo y por todos, y no hay ley española que a los quince días de publicada, ni se entienda, ni se observe”<sup>56</sup>.

De postura intermedia puede calificarse la propuesta en la reforma Groizard (1894) de la segunda enseñanza, en relación con el texto único o la libertad de elección. En los comentarios a la misma, escribe Ricardo Becerro de Bengoa: “Todo catedrático puede, pues, si quiere, publicar su libro y enseñar con arreglo a él. *Ese derecho no le da el de imponerlo a sus alumnos*. La imposición la hace la bondad de la obra publicada. El alumno está en la obligación de estudiar y saber, al fin, la asignatura, empleando el libro que mejor le cuadre; pero es lo lógico que éste se halle en consonancia con la enseñanza oral que recibe, por lo cual, es lo común y corriente que estudie en el del profesor”<sup>57</sup>. No obstante, y en evitación de la profusión de libros inadecuados o para impedir que se obstaculizara la difusión de libros recomendables, aconseja que las críticas sobre libros de texto se hagan en la prensa, para que sea cosa pública lo que sobre los libros se diga y pueda crearse opinión entre los interesados. Así se evitarían males como el denunciado: “Con un criterio estrecho y venenoso, como el que caracteriza a bastantes supuestos sabios, en todas las categorías sociales, y que en suma no son más que autómatas, movidos por la hipocondría y la vanidad o el odio a todo el que se levanta, no hay obra que no pueda ser condenada”. Otras “¡funestas permisiones!”, dice Andrés de Montalvo<sup>58</sup>,

<sup>56</sup> SÁNCHEZ DE LA CAMPA, J. M.: *Historia filosófica de la Instrucción Pública en España*, 2 vols. Burgos, 1871. Obra fundamental para conocer el estado de la enseñanza de las ciencias en el primer tercio del siglo XIX. A propósito del atraso científico tantas veces denunciado, escribe de la Campa: “Mientras la lira española, cantaba melodiosos versos al amor y a las pasiones, al son que se producían, al derrumbarse los maltratados trozos de la nación de Carlos I y de Felipe II; y mientras la Europa se agitaba reconstruyendo la ciencia de Pitágoras y de Arquímedes, y el canciller Bacon y Descartes abrían nueva senda a los estudios filosóficos; y Newton y Leibnitz creaban un nuevo mundo que sometían a la acción del cálculo; España se entretenía con los Autos de Fe y con los Autos Sacramentales”. Manifiesto que bien podrían suscribir los científicos de la “generación de 98”.

<sup>57</sup> BECERRO DE BENGEOA, R.: *La enseñanza en el siglo XX*. Madrid, Edmundo Capdeville, 1900.

<sup>58</sup> MONTALVO, A.: *Reforma General de la Instrucción Pública y modificaciones administrativas y económicas que de ella se derivan*. Valladolid: André Martín, 1899.

autor de un libro de física que reseñaré más adelante, era la posibilidad de entrada al cuerpo de Catedráticos “por la puerta falsa”, y la práctica de los alumnos yendo “de Universidad en Universidad y de Instituto en Instituto para ir aprobando asignaturas” buscando el coladero de profesores poco rigurosos. Situaciones que justificaban urgentes reformas, “para salvar nuestra patria –dice Montalvo– del abismo a que camina”<sup>59</sup>.

La preocupación que manifestaban los legisladores por la idoneidad de los libros de texto produjo como queda dicho disposiciones múltiples, diversas y, a veces, contradictorias. Para animar a la producción de obras originales se concedieron premios; fueron subvencionadas algunas ediciones; y hubo libros que contaron con la declaración como “obra de mérito para el autor” por la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, además de su preceptiva aprobación, cuando lo fue, por el Consejo de Instrucción Pública. Pero la tendencia a “la uniformidad de doctrina” que se venía arrasando desde las disposiciones iniciadas en 1845, constriñeron el libro a dar respuesta a los programas oficiales, tomados por los autores como cuestionarios a cumplimentar. Aquella uniformidad, así como el excesivo número de manuales sin diferencias apreciables y el alto precio de muchos de ellos, llevó al ministro de Fomento, Segismundo Moret<sup>60</sup>, a disponer (R. O. 19/5/1893) que se hiciera un informe detallado sobre los textos en la segunda enseñanza y en las universidades. El director general Eduardo Vincenti, organizó (20/10/1894) y publicó la información<sup>61</sup>, ocupando la cartera el sucesor

<sup>59</sup> Los prólogos de las sucesivas ediciones de los libros son una buena guía para conocer la visión que el autor tenía, tanto del estado de la enseñanza como de la ciencia e incluso de la sociedad del momento. Como hemos visto, en algunos libros de finales del XIX se refleja aquella sensación “crítica” que la historiografía ha capitalizado en la “generación del 98” literaria, pero de la que no estuvo ausente la “generación científica”. “En las presentes circunstancias –escribe Soler Sánchez en la 2ª ed. (1900) a su *Curso elemental de Física*– en que por una mal entendida economía, están amenazados de muerte algunos Institutos; en que dentro de lo que hoy rige en la 2ª enseñanza, se puede decir que caminamos al texto único, y en que se tiene por algunos como un *mérito* el no haber escrito obras de texto, muy arriesgado es emprender la publicación de la segunda edición de mis *Elementos de Física*”.

<sup>60</sup> Siendo ministro de Fomento el extremista católico Alejandro Pidal y Mon, con los moderados en el poder al frente de Cánovas, Moret pronunció un discurso por la regeneración científica de España (*Sobre las causas de la transformación científica en el discutir y el pensar del Ateneo*. Madrid, Víctor Sáiz, 1884), con motivo de la apertura de las cátedras del Ateneo de Madrid el 4/11/1884, que es una apología de la modernidad. En él están citados científicos, filósofos, autores y obras esenciales en los cambios que se estaban produciendo en el mundo de los saberes y en la vida misma de las gentes. Si bien, como era tónica general tanto en progresistas como en moderados, acabe depositando en Dios el fin último de los esfuerzos humanos. “Humboldt sintió a Dios como sir Isaac Newton. Darwin no quiso ser materialista: las ideas de Baofourt Stewart, de Tait y de Clerk Maxwell son las más populares en Inglaterra; Pasteur es un espiritualista; Bousines que pone la mecánica entera al servicio del libre albedrío; el gran expositor de las teorías físicas modernas os hará presentir con su mágico estilo cómo la idea de Dios palpita en las mismas ondulaciones de la materia”, citando los dos tomos de José Echegaray sobre *Teorías modernas de la Física. Unidad de las fuerzas materiales* (Madrid. Bailly-Bailliere, 1873, la segunda edición del 1º; Madrid, J. Gaspar, 1883, el 2º. Final en el que, fundamentando en la metafísica la armonía de la religión con la física, se evidencia que a pesar de los manifiestos deseos, en este caso de la política liberal progresista, por fomentar la ciencia en sí misma, prometiendo condiciones para la investigación, las concepciones de la ciencia, como instrumento para el desarrollo industrial del que España tanto adolecía, y de la ciencia en las aulas y en los libros, como formación cultural de la ciudadanía, todavía estaban lejos de superar las *crisis* a que también se refiere Moret. Esta reiterativa consigna –a Dios por la Ciencia o por la Ciencia hacia Dios, que así reza años más tarde en la creación del Consejo Superior de Investigaciones Científicas tras la ominosa contienda del 36– ha sido un obstáculo difícil de remover, dicho sea en términos ilustrados, que algo o mucho –habrá que valorarlo en su justa medida– tiene que ver con el estancamiento científico español denunciado por los mismos que a la vez hacían tales advocaciones. En realidad, es un indicio más del dificultoso proceso de secularización de la sociedad española, en particular, del ámbito docente.

<sup>61</sup> Cuaderno Informativo nº 2 del *Boletín Oficial de la Dirección General de Instrucción Pública*. Madrid, 1894. Esta información está completa en la obra citada en la nota 25.

de Moret, Alejandro Groizard, que dio curso, con algunas modificaciones, a la reforma de la segunda enseñanza debatida durante el gabinete Moret.

El informe publicado sobre los libros, agrupados por los Institutos de Segunda Enseñanza donde eran de texto, contiene datos relativos al autor o autores, coste total de todos los libros del bachillerato, edición en uso de cada libro, primera edición del mismo y precio actual. Como quiera que de algunos ya he hecho comentarios, por ejemplo de los antiguos "Ganot" y Rico Sinobas y Santisteban que seguían utilizándose, o de los más recientes de Marcolain San Juan, González Frades y Rubio Díaz, y sin detenerme en detalles, reseñaré cuáles fueron aquellos libros, añadiendo algunos no contenidos en el informe pero que eran igualmente de texto (en ocasiones la edición consultada no es la que estaba en vigor entonces). Veamos:

*Curso elemental de física experimental y aplicada y nociones de química inorgánica* para uso de Institutos, Seminarios y Escuelas Normales, Bartolomé Feliú Pérez, 2ª ed. (1ª, 1872), Valencia, José Rius, 1874. Catedrático del Instituto de Teruel. Del mismo autor, *Compendio de Física experimental y Química inorgánica* con sus aplicaciones más frecuentes para uso de las Escuelas Normales, Toledo, Imprenta del Asilo, 1875. Catedrático del Instituto de Toledo. Catedrático de Física Superior en la Universidad de Barcelona a partir de 1880. Como equivalente a dicha asignatura se mantenía todavía, quizá para alumnos repetidores, la denominación Tratado de los fluidos imponderables, establecida en la Ley Moyano y sustituida por Física Superior en el Plan de Fermín Lasala (13/8/1880).

*Tratado de química elemental*, José M. Amigó Carruana, Cartagena, Hipólito García, 1892. Continuación de *Mecánica* (1885) y *Física* (1889). Catedrático del Instituto de Murcia.

*Definiciones, principios y leyes de la Física*, Manuel Paz Sabugo, Badajoz, La Económica, 1892. Catedrático del Instituto de Badajoz.

*Nuevo tratado de Física y Química*, redactado con arreglo a los últimos adelantos de estas ciencias e ilustrado con numerosos grabados intercalados en el texto, Vicente Martín de Argenta, de la Universidad Central (fallecido en 1887) y José Martínez Pacheco, profesor de ciencias físico químicas y naturales en el Seminario Conciliar de Madrid, 2 vols., Madrid, Victorino Suárez, 1893. Nueva versión de *Tratado de Física moderna y compendio de Química*.

*Cours élémentaire de Physique* suivi de problêmes, A. Boutan et J.Ch. d'Almeida, 5ª ed., 2 vols., París, Dunod, 1884. Revisada por Boutan, profesor del Liceo de Saint-Louis. Autorizado en Francia para los establecimientos de Instrucción Pública en 1863. La edición de 1863 era la 12ª con el título *Cours élémentaire de Physique* précédé de notions de Mécanique.

*Petit Traité de Physique* a l'usage des établissements d'Instruction des aspirants aux baccalauréats et des candidats aux écoles du Gouvernement, Jules-Celestin Jamin, París, Gauthier-Villars, 1870. Profesor de la Escuela Politécnica de París. Del mismo autor, *Cours de Physique de l'École Polytechnique*, 3 vols., París, G-V, 1887.

*Tratado de Física empírico-matemática* para uso de los Seminarios Conciliares y establecimientos de enseñanza oficial, presbítero Juan Manuel Bellido Carbayo, 3ª ed. Madrid, Asilo de huérfanos del S. C.de J., 1900. La 1ª edición (1892) difiere de ésta en el apéndice que sobre el descubrimiento de los Rayos X contiene la nueva.

*Traité de Physique Élémentaire*, Ch. Drion et M. Fernet, París, Victor Masson, 1861. Los autores son antiguos alumnos de la Escuela Normal de París.

*Curso elemental de Química* con arreglo a los últimos puntos de vista de la ciencia para Institutos de segunda Enseñanza, adornado con numerosos grabados intercalados

en el texto, José Soler Sánchez, Alicante, Carratalá y Gadea, 1879. Del mismo autor: *Curso elemental de Física* para Universidades e Institutos de segunda Enseñanza, 2<sup>a</sup> ed. (1<sup>a</sup>, 1886), Alicante, Vicente Botella, 1900. Catedrático del Instituto de Alicante, antes lo fue de Química Inorgánica de la Universidad Central.

*Curso de Física experimental*, obra ilustrada con 558 grabados, Andrés de Montalvo, Valladolid, Hijos de Rodríguez, 1893. Catedrático del Instituto de Valladolid.

*Curso elemental de Física experimental y aplicada* para la segunda enseñanza y Escuelas de Artes y Oficios, 6<sup>a</sup> ed., Francisco López Gómez, Valladolid, Hijos de Rodríguez, 1883. Catedrático del Instituto de Valladolid. Declarada de texto para las provincias de Cuba, Puerto Rico y Filipinas.

*Resumen de un curso de Elementos de física Experimental y Nociones de Química*, Basilio Márquez Chaparro, 2 vols., Sevilla, José M<sup>a</sup> Ariza, 1886. Catedrático de los Institutos de Alicante y Sevilla.

*Elementos de Química* para la Academia General Militar, Enrique Serrano Fatigati, 3<sup>a</sup> ed., Madrid, La Guirnalda, 1887. Del mismo autor, *Nociones de Meteorología*, Vitoria, Hijos de Manteli, 1870. Catedrático de los Institutos de Vitoria, Ciudad Real y Cardenal Cisneros de Madrid.

*Principios fundamentales de Física pura*, Rodrigo Sanjurjo, 2 vols., Madrid, La Guirnalda, 1883. Catedrático del Cardenal Cisneros de Madrid. Fue Catedrático de los Institutos de Cádiz y Sevilla, y de la Facultad de Ciencias hispalense.

*Lecciones de Elementos de Física y Química*, Rafael Chamorro Abad, Madrid, Segundo Martínez, 1876. Catedrático del Instituto del Noviciado de Madrid.

*Compendio de Elementos de Física y de Nociones de Química Inorgánica*, Francisco Bonet Bonfill, 2<sup>a</sup> ed., Barcelona, Diario de Barcelona, 1871. Catedrático del Instituto de Barcelona.

*Elementos de Física y Química*, Felipe Picatoste, nueva edición de Julio Picatoste (1<sup>o</sup>, 1889), Madrid, Sucesores de Hernando, 1916.

*Elementos de Física y nociones de Meteorología*, Bernardo Rodríguez Largo, 3<sup>a</sup> ed., Madrid, Sucesores de Rivadeneyra, 1901. Catedrático del Instituto de San Isidro de Madrid. Catedrático del Instituto de Guadalajara.

*Tratado elemental de Física*, lecciones escritas para la segunda enseñanza, Facultades de Ciencias, Medicina y Farmacia, José Muñoz del Castillo, Zaragoza, Comas, 1882. Catedrático del Instituto de Logroño y de Ampliación de Física en la Facultad de Ciencias de Zaragoza.

*Elementos de Física* precedidos de breves nociones de Mecánica como introducción y seguidos de breves nociones de meteorología como apéndice, Tomás Escriche Mieg, 10<sup>a</sup> de. (1<sup>o</sup>, 1891), Barcelona, Elzeviriana, 1924. Catedrático del Instituto de Barcelona.

*El Estudiante de Física y nociones de Química*, Luis Morón Liminiana, Granada, Francisco Ventura Sabatel, 1868. Alumno pensionado por el Estado en la Escuela Normal de Filosofía en 1846, Catedrático del Instituto de Granada. "Contestación a las preguntas que contiene el Programa publicado en 1865 por el mismo Autor". Hace una 2<sup>a</sup> ed. (Granada, José López Guevara) en 1885 con el título *Lecciones de Física Elemental y Experimental* correspondientes a la segunda enseñanza.

Como quiera que no es posible, por extensión, hacer los comentarios que cada libro suscita, me limitaré a extractar lo más general en que son coincidentes, sin olvidar que cada texto tiene su peculiaridad y que las generalidades adolecen, en este caso especialmente, de deficiencias, de aquí el haber evitado un apartado específico sobre conclusiones.

Consideración casi unánime en los libros consultados, es la que así resume Domingo Sánchez: “Una de las mayores dificultades con que el Profesorado tropieza en la enseñanza, sobre todo en la elemental, es la falta de obras en que los alumnos encuentren expuesto de manera clara y precisa, el cuadro completo de los conocimientos que deben adquirir”<sup>62</sup>. Y continúa diciendo, a propósito de las insuficiencias, en unos casos, excesos en otros, habidos en los libros de física: “Este mal que aqueja hoy a toda Europa es más sensible en España, donde, para disimular el relativo atraso en los estudios científicos, y quizá principalmente para ahorrar tiempo y trabajo, hemos visto durante muchos años y vemos en la actualidad adoptada, como impuestas por la moda, traducciones no siempre ejecutadas con acierto, de obras extranjeras hechas a veces con fines especiales y por tanto inadecuadas para la enseñanza general a que se les destina”. No obstante, los autores, cuando reeditan sus libros, suelen atribuir la nueva edición a la demanda de la misma por parte del profesorado, dado el éxito de las anteriores que los propios autores no escatiman en elogiar como la más avanzada de su tiempo<sup>63</sup>.

El interés por optimizar el trabajo realizado, y por tanto la búsqueda de polivalencia de los libros –para Institutos de Segunda Enseñanza, Escuelas Normales, Seminarios Conciliares, Escuelas de Artes e Industrias, Facultades de Ciencias, etc.– acrecentó el uso de distintos tipos de letra e incluso influyó en la estructura de las obras. Un caso digno de mención es el de Muñoz del Castillo quien tras alabar las excelencias de “un libro metódicamente escrito”, característica a exigir “en las obras didácticas”, reconoce que “el ensayo que damos a luz, sin precedentes en España y con pocos fuera, adolecerá de los lunares propios de toda innovación, y hasta abundará, contra nuestro deseo, en los defectos que tratamos de huir”, incluso pide que para sucesivas ediciones envíen los profesores “sus trabajos originales” para que la obra “tenga algún carácter español, ya que no ha llegado aún el venturoso día en que nuestros libros de ciencias naturales puedan escribirse bajo la base de las investigaciones de nuestros compatriotas”. Dicho esto advierte: “El texto correspondiente a la segunda enseñanza va impreso con letra del cuerpo 9; y lo que debe a nuestro juicio reservarse para los alumnos de Facultad con caracteres del 8, y marcados los párrafos con un (\*): ambos tipos son elzevirianos... En las aplicaciones, cuadros y notas se ha hecho uso de letra del cuerpo 6”. Además los párrafos de que consta cada capítulo van numerados; a los números, a veces, siguen letras mayúsculas o minúsculas sólo, o la combinación de ambas. Por ejemplo, hay párrafos encabezados por: 1- A, \*B, 14-B-c, d, C-a, incluso los tamaños de las letras tanto mayúsculas como minúsculas son diferentes. Con esta disposición no siempre queda claro qué “entra” y qué no en los distintos niveles.

<sup>62</sup> Domingo Sánchez Sánchez, profesor de Nociones de Ciencias físicas, químicas y naturales y de Física general de la escuela Central de Artes e Industrias, en el prólogo a la parte “Elementos de Física” de la obra *Elementos de Física y Química* de Felipe Picatoste.

<sup>63</sup> Por ejemplo, Bartolomé Feliú habla del “inexperado éxito” de su obra, éxito que según él “ha confirmado plenamente la existencia del vacío que veníamos deplorando los dedicados a la enseñanza de la Física elemental. No se había hecho todavía un noble esfuerzo, ni un verdadero sacrificio para publicar un texto capaz de obligarnos a orillar las obras extranjeras”. Esfuerzo que hace a riesgo de “exponer a quebrantos, con ilusorias garantías, un capital imposible de adquirir con el mezquino sueldo profesional”. Por esto teme que no sea declarado obligatorio para los institutos. En cuanto a las objeciones sobre la extensión del libro, puestas a ediciones anteriores, cita como más extensos los de Ganot, Jamin, Boutan, etc. Incluso advierte que podría haber desarrollado más algunos puntos, “pero en 190 días lectivos no se puede pedir más” y más aún teniendo en cuenta el “escaso desarrollo intelectual de los alumnos” y la “balumba de asignaturas” a estudiar.

En relación con las ilustraciones, suelen ser abundantes e intercaladas en el texto a partir de los años 70, salvo el *Atlas* citado de González Frades. El texto de López Gómez apenas tiene ilustraciones, carece de formulación matemática y el tipo de letra, así como la estructura del libro, recuerda las primeras traducciones francesas, en particular el “Deguin”.

También empiezan a ser frecuentes en los textos finiseculares las referencias históricas, entre los que sobresalen los de Sanjuro, Rubio Díaz, Bellido Carbayo y González Frades, en éste hay una cita con la evidente marca del “Ganot” que ya tenía algunas notas históricas. Al tratar de la atracción universal, Frades escribe: “La atracción no es real, es un elemento necesario o preciso de explicación: los físicos Newton y Euler no vieron en la materia más que inercia y el movimiento impreso por una primitiva causa”. Reproducción casi literal de la afirmación hecha por el abate Moigno, citada por Ganot, como he señalado en páginas precedentes.

Siguiendo con las referencias a la historia de la ciencia, sucede en los libros de texto y en otras publicaciones científicas que, a veces, se atribuyen hechos científicos a quienes no les corresponden, como es el caso de Cavendish, más famoso por lo que no hizo (medir la constante de la gravitación universal) que por lo que realmente midió (la densidad de la Tierra), aparte de sus contribuciones al desarrollo de la química y la electricidad. Y hay casos extraños, difíciles de comprender, como es el de las leyes básicas de la dinámica, que Newton dejó claramente enunciadas en los *Principia*, y cuya aparición en los libros de texto no se produce todavía a finales del siglo XIX. La tardanza en la aparición de determinados contenidos científicos, así como la datación real de leyes, teorías y descubrimientos es un capítulo abierto a la investigación sobre libros de texto y otras fuentes de información científica.

Sin embargo, la mayoría de los textos dicen incorporar novedades científicas producidas en “los últimos años”, y así es, pudiéndose hablar de modernidad en este sentido, pero vistas desde sus aplicaciones prácticas, desde lo que algunos autores suelen calificar como “conquistas materiales de la moderna civilización”. Por este motivo, los textos de estas últimas décadas decimonónicas dedican muchas páginas a la descripción de máquinas térmicas, instrumentos ópticos y acústicos, y sobre todo los aparatos relacionados con el electromagnetismo: galvanómetros, teléfono, telégrafo, alumbrado eléctrico, máquinas magneto y dinamoeléctricas, micrófono, radiófono, timbre, etc. Tal es la acumulación de estas descripciones que en algunos casos los libros “llegan a ser una especie de catálogo de la moderna industria científica”, dice Domingo Sánchez (nota 62), con aire recriminatorio.

La incorporación de unidades de medida es escasa y, en muchos textos, casi inexistente. A este respecto hay que mencionar a González Frades que no sólo presta atención a las unidades sino que además las fundamenta mediante las correspondientes ecuaciones de dimensión.

Respecto a los *agentes físicos*, va desapareciendo la diferenciación existente otrora entre ellos, debido a la tendencia unificadora de las fuerzas físicas, reduciéndolos a *materia y movimiento*, pero como quiera que el éter seguía siendo un elemento persistente y bastante útil a la hora de determinar la causalidad de los fenómenos, aunque se note que para el autor, desde el punto de vista conceptual, era un medio perturbador por las contradicciones que contiene su propia ontología, mantenía su condición casi genesiaca de los acontecimientos naturales. Por ejemplo, Bellido afirma: “Las condiciones indicadas llenan, sin disputa, la hipótesis en Física de la existencia del *éter*; porque suponiendo que el espacio se encuentra ocupado por completo de materia sutilísima,



imponderada y elástica en grado sumo, se explican satisfactoriamente todos los fenómenos caloríficos, luminosos, magnéticos y eléctricos que ocurren en el mundo físico, sin que tal suposición se oponga a ninguna verdad religiosa, filosófica, dogmática ni moral, ni tampoco haya sido escogitada para falsear los hechos ni desnaturalizarlos, sino para acomodar el pensamiento a circunstancias que concurren en la verificación de los fenómenos, que de otra suerte se hallarían envueltos en la negra sombra de un misterio inexplicable". Texto que, como otros de autores seculares, mantiene la concepción metafísica y cartesiana del universo, en el que priman las acciones por contacto frente a las newtonianas acciones a distancia.

Igualmente sucede con la presencia de Dios, como creador y providente del mundo. Soler Sánchez, en el apartado "Equilibrio del Universo", escribe: "Todo se cumple según lo dicho, con majestuosa regularidad y según las leyes de Keplero y de Newton, resultando de esta perfecta armonía y este grandioso equilibrio del Universo, la prueba más palpable de la existencia de una *causa primera*, de un DIOS infinito y creador". Conclusión tan escolástica como las de los tiempos de esplendor de las doctrinas tomistas, que a la vista está permanecían<sup>64</sup>, como queda explícito en el texto del presbítero Bellido Carbayo; no podía ser menos, por la condición del autor y por el destino conciliar del libro, lo que no supone una limitación a la difusión de aquellas ideas, aunque el libro sea casi una excepción en este sentido, si se tiene en cuenta que eran muchos los alumnos en los seminarios, que de sacerdotes exclaustrados se ha nutrido, y sigue nutriéndose, el estamento docente, y que también eran muchos los centros privados regidos por órdenes religiosas. Dice Bellido: "A nosotros ciertamente nos place la opinión de los que afirman con Santo Tomás de Aquino que la materia prima, inerte e indeterminada, no existió jamás".

Como colofón, he dejado el libro de texto que, junto con el "Ganot", es de los que más ediciones han tenido, posiblemente el que haya sido utilizado en más institutos, tanto en el período que nos ocupa como en varias década después. En buena medida

<sup>64</sup> De la vitalidad con que seguían combatiendo los tomistas, he elegido como ejemplos destacados a Juan Manuel Ortí Lara y Ramón de Manjarrés Bofarull. El primero, catedrático de Filosofía en los Institutos de Granada y Madrid y de Metafísica en la Universidad Central, a partir de 1876. Oponente radical al krausismo y al positivismo, que calificaba como doctrinas "satánicas", para quien la "única filosofía posible" era la de Platón y su discípulo Aristóteles, "depurada y enriquecida por los Padres de la Iglesia... llegó a su plenitud con el Ángel de las Escuelas, Santo Tomás de Aquino" (*Relaciones que median entre la filosofía especulativa y las Ciencias Físicas y Naturales*, discurso inaugural del curso 1899-1900 en la Universidad Central. Madrid, Imprenta Colonial, 1899). En su *Curso abreviado de Metafísica y Filosofía Natural* (Madrid, Casa Editorial de San Francisco de Sales, 1898) destinado como texto a la segunda enseñanza, propaga sus ideas en forma de preguntas y respuestas como fuera habitual en los Catecismos de la Doctrina Cristiana. Para Ortí Lara, Goudin —de quien el nada sospechoso de heterodoxia, Vicente de la Fuente, consideraba reprochable su *Física*— era un filósofo encomiable; Gassendi, Clark, Newton, Leibniz y Krause eran anatematizados por "filósofos modernos, secuaces de Demócrito y Epicuro"; y para quien, en suma, Dios era principio y fin de todas las cosas.

Ramón Manjarrés Bofarull fue catedrático de Química de las Escuelas Industriales de Sevilla y Barcelona y catedrático de Ampliación de Física Experimental en la Universidad de Sevilla. En el discurso inaugural del curso 1896-97 de dicha Universidad se planteó "discutir brevemente acerca del enlace o puntos de contacto entre las diferentes teorías físicas modernas que se han ido sucediendo y hacer ver que algún fundamento tiene el *Nilhil sub sole novum* (nada nuevo bajo el sol) del Eclesiastés". "Para esta rapidísima excursión —continúa Manjarrés— empiezo por pertrecharme con el irrecusable principio de que las leyes por las cuales se rige la materia, son *leyes divinas*. Como tales, no pueden tener excepciones. La ley científica que tiene alguna excepción, o no es tal ley o está mal formulada". Con estas premisas huelgan las citas de lo que viene a continuación, donde el autor se empecina en demostrar que "la *unidad de las fuerzas físicas* la vemos latente en las Sagradas Escrituras".

responde al apunte general precedente, pero tiene algunas aportaciones que merecen significarse. Me refiero a *Elementos de Física*, para Institutos y Escuelas de Artes e Industrias, Eduardo Lozano y Ponce de León, Barcelona, Pedro Ortego, 1890. Catedrático de los Institutos de Teruel, Noviciado de Madrid, Toledo y Málaga; catedrático después en las Universidades de Barcelona y Madrid. Obra escrita para satisfacer los deseos de otros profesores, dice el autor, “desarrollando en forma didáctica las contestaciones a nuestro Programa de la asignatura”; se refiere a su *Programa de Física y Química* para el curso 1876-77 (Madrid, Gregorio Juste, 1877). Del mismo autor y con la misma profusión de ediciones son: *Elementos de Química* (3<sup>a</sup>, 1893), *Prácticas de Física* (2<sup>a</sup>, 1894). Ampliaciones y revisiones de estas obras fueron destinadas a universidades, escuelas especiales, Cuerpo de Aduanas y Telégrafos, médicos y farmacéuticos. Veamos algunas peculiaridades de esta obra de tan buena acogida entre el profesorado.

En el prólogo a la 6<sup>a</sup> edición (1898) elimina partes de mecánica, acústica y meteorología, con la siguiente apostilla: “Y no olviden los Jeremías pedagógicos que tanto se preocupan del tamaño y volumen de los libros que la asignatura de Física, sin contar las aplicaciones a la Meteorología que se exige en los programas oficiales, comprende la Mecánica y la Química, ciencias que se estudian aparte en los Liceos franceses...” y no como en España que forman parte de la misma asignatura. Asimismo pone en duda los aireados supuestos triunfos de “los partidarios de la enseñanza enciclopédica, valiéndose al efecto de *Extractos de Compendios de Resúmenes* afirman obtener excelentes resultados con sus catecismos para el desarrollo físico e intelectual de los educandos”. Tras afirmar categóricamente que “para aprender algo es necesario estudiar mucho”, hace una llamada para evitar el que parece ser inminente fatal desenlace: “Convertir las Universidades e Institutos, respectivamente, en *fábricas de Doctores y de Bachilleres a poca costa, en corto tiempo y a bajo precio*”. Reflexión que ahora, cien años después, parece lamentablemente vigente en el ámbito de los estudios secundarios y no pocos estudios universitarios.

Para reducir el volumen de *Elementos de Física*, Lozano publica por separado *Prácticas de Física*, donde manifiesta como ya hiciera en otras ocasiones al igual que otros autores su preocupación por lo que veían como “crisis didáctica”, otra crisis más a añadir a las reiteradamente citadas de “la conciencia nacional” y de las ciencias físicas. “Aún no se han puesto de acuerdo —escribe Lozano— los Pedagogos acerca del *método* preferible para la más acertada exposición de la Ciencia; pues los unos afirman que debe ser *cíclico*, o concéntrico, generalizando a todos los grados de enseñanza, y especialmente a la secundaria, lo que se practica en la escuela de párvulos; mientras sostienen otros con empeño la conveniencia de que en nuestros Institutos subsista el actual sistema, reducido, si debidamente hubiera de cumplirse lo preceptuado en la Ley del 57, a ordenar con riguroso encadenamiento lógico las diversas partes de cada asignatura, fijándose asimismo la dependencia y prelación que debe existir entre todas las comprendidas en el período de Bachillerato; en una palabra, lo que ha dado en llamarse con menosprecio del diccionario castellano *la enseñanza serial*”. Dice no entrar en “apoyar ni combatir teorías pedagógicas” a las que atribuye “exageraciones que conducen a mantener este vaivén continuo y el consiguiente profundo malestar que trastorna la marcha ordenada de los organismos todos de la sociedad española, y de un modo especial el régimen docente”.

En *Prácticas de Física* da pautas para plantear y resolver problemas, similares a las dadas en el “Ganot”. Hace introducciones teóricas a los distintos capítulos (Mecánica, Acústica, Calor, Óptica) y describe aparatos utilizados en los experimentos a que se refieren los ejercicios y problemas. Concede importancia a las representaciones gráficas,

siendo uno de los pioneros en introducirlas en los textos, y utiliza sistemáticamente unidades de medida (para la unidad denominada erg o ergio, no sé desde cuando, Lozano escribe erg en singular y ergos, en plural). Las páginas finales, como se fue haciendo habitual en los textos a partir de entonces, incluyen tablas sobre magnitudes y constantes físicas.

En cuanto a los *agentes físicos*, recuerda los que hasta entonces se admitían y cómo ahora, gracias a las unificaciones de la electricidad y el magnetismo, debida a Ampère, y la de Melloni, Mayer, Helmholtz y Joule quienes engloban calor y luz en la idea única de energía, puede hablarse de “síntesis de la Física moderna”, reduciendo aquellos primitivos agentes a dos principios: *materia* y *energía*. Concepto este último al que atribuye un papel destacado en la descripción de los fenómenos físicos, sin prescindir del átomo como “el último límite de la división química de los cuerpos”. Recordemos que los energetistas consideraban el átomo una ficción.

Sobre las leyes de la mecánica racional, enumera las siguientes: 1ª ley de inercia o de Kepler; 2ª ley de la independencia de los movimientos o de Galileo; y 3ª ley de reacción o de Newton. La segunda ley, recogida por Newton en los *Principia* como la que, años más tarde, Euler formuló, según hemos visto, como  $f = ma$ , es enunciada así por Lozano: “Los movimientos particulares de un cuerpo se producen con independencia o como si no existiera el movimiento común a dicho cuerpo y al sistema de referencia”. Que poco tiene que ver con la considerada hoy *ley fundamental de la dinámica*. Sin embargo, Lozano define la masa de un cuerpo como “el cociente de dividir cualquier fuerza por la aceleración que le comunica”, es decir, aplicando la 2ª ley en la forma newtoniana. Como vemos, quizá por la pretendida sencillez de que hablan los autores, cuesta llegar a la formalización de algunas leyes en los textos, incluso, como acabo de comentar, estando enunciadas las leyes centurias antes. Quizá en este caso sea la tardía definición de *aceleración* lo que haya retrasado la aparición de la 2ª ley de Newton en los libros de texto, en la forma que hoy conocemos y que Newton estableció.

En *Elementos de Química*, Lozano deja constancia de la confusa situación de la química a fines del XIX: “El químico dualista mira al unitario como un atolondrado innovador que ignora lo fundamental de la *Ciencia*; al paso que éste trata de químico rancio y poco menos que imbécil a quien se atreve a formular por equivalentes y en conformidad con el dualismo”. Controversia que, como vimos a propósito del antagonismo entre atomistas y energetistas, zanjó el descubrimiento del electrón en 1897.

Para concluir, y como sentir bastante extendido entre el profesorado español de fin de siglo, sirvan las palabras de Eduardo Lozano, catedrático paradigmático en su tiempo, a quien podemos calificar como “hombre del 98”, ateniéndonos a lo que por tal se ha dado en significar en la historiografía española, respecto a la educación y el fomento de la ciencia como vía para la regeneración de España:

“Somos retóricos, poetas y soñadores por temperamento debido sin duda a las influencias del clima y de raza, y es preciso que la educación modere los arrebatos de la fantasía y corrija los extravíos de que es susceptible esta tan preciosa cuanto temible facultad si se desborda, cuando por el contrario parece que todo en ella conspira a fomentar las exageraciones de nuestro carácter. Así se explica que la ciencia más atrasada entre nosotros sea la Física, precisamente el estudio que debiera formar la base de la cultura nacional”.