

toneladas de acero en forma de armaduras Milán en los arcos y 800 toneladas en las otras estructuras. Los salarios pagados por la ciudad á los trabajadores eran de 4,50 á 6 dólares para los contra maestres y de 2,50 á 5 dólares para los trabajadores.

La terminación de la obra, emprendida en condiciones difíciles, honra al Ingeniero que la ha ideado y dirigido la construcción, M. Frederick W. Cappelen.

ECHEGARAY

CONFERENCIA

dada en la Asociación general de Ayudantes y Auxiliares de los Cuerpos de Ingenieros civiles del Estado

por

D. FERNANDO DE LOS VILLARES

El Presidente del Instituto de Ingenieros civiles D. Fernando de los Villares, Ingeniero de Minas, ha dado en la Asociación, arriba mencionada, una interesante conferencia sobre el tema «Echegaray y Menéndez Pelayo», de la cual entresacamos los párrafos dedicados al ilustre Ingeniero.

A dicha conferencia asistieron además de los socios, Ingenieros de todas las profesiones, que ven con gusto las veladas científicas que se están celebrando en dicho Centro. De la siguiente, que estuvo á cargo del Ingeniero de Caminos, Profesor de la Escuela de dicho Centro, don Vicente Machimbarrena, desarrollando el tema «Solidaridad social», nos ocuparemos en otro número.

Dijo el Sr. Villares después de biografiar á Menéndez Pelayo.

Tengo que hablar de Echegaray bajo dos ó tres aspectos. La figura de Echegaray presenta tantas facetas, es tan compleja, tiene una autoridad tan grande, que verdaderamente él y Menéndez Pelayo son los herederos de esos grandes polígrafos de que hablamos antes, y, porque lo son, tienen una variedad de aptitudes tan grande, había en ellos una complejidad en aquella manera de escribir y de expresarse, que verdaderamente eran tipos únicos. No se les ha hecho bastante justicia, no se la podemos hacer porque una porción de su obra desaparece enteramente y no podemos apreciar nosotros los que estamos á un nivel á ellos muy inferior. Tuvo varias características. No he de hablar del financiero, economista, orador y dramaturgo; pero hay dos ó tres caracteres suyos que se imponen y que verdaderamente hacen de él la figura que todos admiramos. Fué matemático desde el principio, de alumno después, de Profesor y de conferenciante. En sus últimos días fué el titular de una Cátedra de que hablaremos en seguida, de las matemáticas más elevadas que se conocen, explicadas por el hombre único que podía hacerlo; pero á estos títulos hay otros que añadir y que hacen de él la figura más elevada y más atractiva de cuantas nosotros podemos considerar en el campo de la ciencia española. Echegaray tenía un estilo especial. Como Menéndez Pelayo fué un joven precoz (1). Menéndez Pelayo, á los veintiún años ganó por oposición la cátedra de la Universidad que había regentado D. Francisco de Paula Canalejas y que, supernumerario, desempeñaba el que entonces llamábamos Pepe Canalejas. Asistí á aquellas oposiciones, que fueron

inolvidables, y desde que Menéndez Pelayo empezó á hablar, á pesar de lo admirador que yo era de Pepe Canalejas, comprendí que la lucha era imposible.

Pues lo mismo pasaba con Echegaray. Fué el número uno de su promoción; explicó una porción de cátedras: Cálculo, Geometría, Analítica, Mecánica, Estereotomía, Corte de piedra, etc., etc. Escribió sobre todo lo que se puede escribir de interés en la carrera de Ingenieros de Caminos; ha escrito, entre otras cosas, sobre Fuerzas vivas, Teorías modernas de la Física, Teoría matemática de la luz, Afinidad química, La ciencia y la crítica, Teoría de Galois, Termodinámica, Unidad de fuerzas materiales, más de 800 artículos en los periódicos de España y América.

Este hombre que dominaba temas tan varios ha tenido en vida la apoteosis más grande que se ha podido disfrutar nunca; ha gozado de la gloria en la escena, en las calles, en el Parlamento, en el Ateneo en todas partes; ha llegado á la cúspide, adonde no ha llegado ningún español, y á nosotros, que somos Ingenieros, esto nos tiene que servir de una satisfacción tan grande, tan íntima que creo no haya ninguna carrera que pueda ostentar semejante galardón en España.

Echegaray fué patriota hasta el punto de que, hace poco, en los periódicos se ha leído aquellas páginas que dedicaba al país en nuestras desdichas. Sus himnos al trabajo han sido de una fuerza, de una vehemencia y patriotismo tan grandes que, verdaderamente, deberían estar esculpidos en todos los talleres, escuelas, Universidades y fábricas. Echegaray se diferenciaba de una parte de nuestros sabios en que jamás fué un pesimista; al contrario, no desmayaba, porque además del trabajo y del ejemplo, tenía unas ideas tan grandes, era un poeta tan excelso que no concebía casi la miseria nuestra y la prueba de que en este cerebro existía una complejidad, como he dicho antes, tan extraordinaria, es que lo mismo habían en él la teoría de derivadas, los problemas de Geometría de dos, tres dimensiones, que las figuras de *Mariana*, *Mancha que limpia*, *Locura ó santidad* y el *Gran Galeoto*. Yo no recuerdo absolutamente de ninguno del que se pueda decir otro tanto y creo que son títulos más que suficientes para que se le llame, como á Menéndez Pelayo, heredero de los polígrafos españoles. Hay que tener en cuenta que el gran Echegaray, que había disfrutado de todos los honores, y recibido toda clase de galardones del Soberano, del país, del Parlamento y de las importantes entidades de la Nación después de cumplir setenta y dos años y á la edad en que estamos todos declarados inútiles para el trabajo, oficialmente por lo menos, echó sobre sus hombros un trabajo de una importancia, de una extensión y un alcance como tal vez ningún otro se hubiese atrevido á llevar á cabo. Le fué ofrecida la Cátedra que había dejado D. Francisco de Paula Rojas, si no recuerdo mal. Pues significaba que pensaba formar una especie de enciclopedia que abarcase treinta volúmenes. Durante once años no dejó de asistir á clase y tenía muy pocos alumnos porque se hallaban pocos en estado de comprenderle; preparaba sus lecciones y se publicaban inmediatamente. Dejó escritos los primeros once volúmenes.

¡Qué gallardía tenía este hombre! Le ha sorprendido la muerte de tal manera, que aun tenía fe y esperaba, y ahora os diré algo que os lo probará. Al frente de la Junta directiva del Instituto tuve la honra de ir á saludar á Eche-

(1) A los treinta y tres años ingresó en la Academia de Ciencias, y es el único que recordamos haya celebrado con ella las bodas de oro.

garay después de la fiesta que se celebró con motivo de sus bodas de oro en la Academia.

Después de haber hablado de todo lo pasado, de lo presente y de lo futuro, yo le felicité en la forma más cariñosa posible, diciéndole que esperábamos saludarle también en sus bodas de diamante, y prueba de su humorismo extraordinario y de la fe que tenía en sí mismo, es que nos dijo:

«Voy á contar á ustedes una historia pertinente al caso: un Papa, que no recuerdo cuál era, recibió la visita del Colegio de Cardenales, y le hicieron una manifestación parecida á la que usted acaba de hacerme, y ¿sabe usted lo que contestó? «No limitemos la misericordia del Señor».

Es decir, que contaba todavía con treinta ó cuarenta años por delante, y tenía labor preparada, pues esa cátedra de Física Matemática le daba materia para 10 ó 12 volúmenes más.

Disponía de tal juventud su corazón, de una energía tan grande, que se consideraba con fuerzas suficientes para realizar una labor que, seguramente, hubiera aterrado á un hombre de treinta ó cuarenta años.

Y vamos á tratar de uno de sus aspectos más simpáticos, y en el cual yo me atrevo á afirmar que no ha tenido rival: el de vulgarizador de la Ciencia. El Cuerpo de Caminos, con muy buen acuerdo, publicó dos tomos con ocasión del homenaje que se le tributó por haber sido agraciado con el premio Nobel. Esos dos tomos se titulan *Ciencia popular*, y encierran gran número de artículos, que no he de citar ahora, pero que abarcan todos los temas que han interesado á la vida práctica, á la Agricultura, á la Astronomía, á la Química, á la Electricidad y á sus aplicaciones durante veinticinco ó treinta años. Estos artículos eran reproducción de los publicados en *El Liberal*, en *El Imparcial* y no sé si en algún otro periódico. Vosotros sabéis lo difícil que es vulgarizar la Ciencia. Mientras Echegaray se mantenía en las alturas de sus explicaciones de Física Matemática ante un auditorio bien preparado, no hacía más que añadir un eslabón á la cadena de los conocimientos de los que le escuchaban. Hay que tener en cuenta que al hablar de la ciencia vulgarizada no se puede ni se debe tenerla por un grado inferior de la ciencia. Vulgarizar es poner ó traducir en estilo bien sencillo aquello que haya sido tratado en otras esferas más elevadas, sin que por eso baje el nivel ó esencia de las cosas.

Echegaray, haciendo eso, aportaba á la cultura patria unos elementos que no ha llevado ningún sabio, Ingeniero ni profesor.

Cuantos asuntos importaban á la vida, el frío, el calor, la termodinámica, las locomotoras, los tranvías eléctricos, la transmisión de la fuerza ó de las imágenes, entre otros muchos eran tratados por Echegaray con amenidad por todos conocida. Es esto tan raro que no recuerdo más que un solo ejemplo de ello. Me refiero á D. José Selgas; en mi juventud recuerdo que publicaba unas obritas que se llamaban *Hojas sueltas y más hojas sueltas*. Había en ellas una condensación en los pensamientos, una síntesis tan hermosa y exacta como la de los párrafos de Echegaray, que han quedado como un monumento, en mi sentir, en la literatura científica; en esta merece especial mención Benot (1).

Cuando Echegaray abordaba un asunto, lo hacía con un acopio tal de elementos y datos que no era posible ya volver sobre él. Como economista, si se trataba, por ejemplo, de la cuestión de los Bancos, escribía un artículo como el titulado «Los Bancos y las dinamos», en el cual comparaba la acción que tenía el billete en circulación con la energía desarrollada cuando un carrete está girando entre dos polos. Se hablaba del hambre, y esto le daba ocasión para explicar los métodos modernos de obtención del ázoe del aire para renovar lo que las tierras pierden y enriquecer la Agricultura; y así del radio, del acetileno, de los rayos catódicos, etc.

De este modo adquirieron muchos españoles conocimientos de que sólo tenían ideas en sus estudios universitarios ó deficientes en las fábricas y talleres.

Se ocupaba de la historia del porvenir y hacía un estudio singularísimo del fonógrafo y del cinematógrafo, que era una preciosidad por su sencillez, por su claridad y oportunidad. En este servicio que hacía á todas las capas sociales no excluía la elevación de sus ideas, pero las ponía al alcance de todos de tal manera, que esta cultura pudiera penetrar hasta en las últimas capas, sin que las pudiéramos desdeñar los que estábamos más elevados. Es un libro por cuya publicación gran elogio merece el Cuerpo de Caminos.

Muchas cosas podríamos decir de Echegaray como profesor; pero de ellas la más esencial es que tuvo tanto cariño á esto, que aun en sus últimos años explicaba en el Ateneo y en la Universidad.

De la política permaneció alejado muchos años de su vida, caso bien raro en el que ha llegado á los puestos más elevados.

Como dramaturgo tenía un valor que cada día se va discutiendo más, que yo no discuto porque no soy literato; pero si prescindimos de las primeras épocas de sus efectismos literarios (recordad algunas de las obras que he citado antes), decidme si el que las ha sabido crear y dar vida á personajes como los de *Mariana*, *Mancha que limpia*, *A fuerza de arrastrarse* y *O locura ó santidad*, no es digno de figurar al lado de un Meeterlinck y aun de un Shakespeare.

Recordad el complejo y humano personaje de *Mariana*, los caracteres verdaderamente psicológicos que hay en *A fuerza de arrastrarse*, y decidme, igualmente, si no puede equipararse con los poetas más eximios que tengamos en España.

Y vamos ahora con lo que á mí me ha servido para establecer el lazo de que os hablaba antes entre Echegaray y Menéndez Pelayo. Éste fué, sobre todo, filósofo, historiador, crítico, investigador, filósofo y erudito; aquél fué matemático, conferenciante, economista, dramaturgo. ¿Qué lazos hay entre ellos? Los hay para mí tan estrechos, que, recordando las primeras figuras de nuestra intelectualidad del siglo pasado, creo que no hay ninguno que pueda comparársele. (*Muy bien.*)

Uno y otro fueron patriotas. Para mí esta es la primera condición; además fueron unos trabajadores incansables; también fueron sencillos y modestos, cuya condición es bien rara; pero todavía hay otras que los avaloran más. Sintieron dos ideales, dos amores, dos finalidades. Ellos les unen estrechamente y creo yo que habrán de hacerles aparecer, también, juntos en la Historia.

Echegaray era un hombre que, como os he dicho, pre-

(1) En el umbral de la Ciencia. Temas varios. E. Benot, 1889.

sentaba tantas facetas, las tenía tan especiales, había en él una especie de rectitud lineal, ofrecía unas fases tan marcadas, tan cristalinas, tan transparentes que yo recordaba, muchas veces, al oírle, esos hermosos cristales de cuarzo, terminados por una pirámide fundamental que vemos en nuestras colecciones.

Menéndez Pelayo tenía un espíritu de investigación, unos atisbos de antigüedad y una clarividencia que hacían también de él un hombre aparte; pero ¿sería esto lo bastante para unirlos? No; literariamente no se parecían en nada; más estos dos gloriosos compatriotas nuestros tuvieron algo que es lo que yo hubiera deseado que por palabra más autorizada que la mía se hubiera expresado.

¿Sabéis lo que eran? En primer lugar, fueron los que defendieron la ciencia española. Dijeron que esa ciencia había existido, existía y debía existir. Los primeros escritos de Menéndez Pelayo tuvieron que luchar con una especie de prejuicios, de ideas admitidas ya en todo el mundo y por literatos de primera fila, los cuales negaban en absoluto que existiera semejante ciencia española, sobre todo la ciencia filosófica. Y en el campo de las ciencias exactas también Echegaray lo negó. Echegaray, cuando ingresó en la Academia, se lamentó amargamente hablando de la ciencia española, lo que después ha sentido bastante, y que modificó totalmente.

La labor de estos dos hombres durante medio siglo ha tenido el siguiente resultado: No solamente han aportado su concurso personal; no solamente nos han traído al acervo común una cantidad extraordinaria de datos, reflexiones y estudios, sino que han cambiado por completo la enseñanza, los métodos de experimentación y los de estudio. El uno en los estudios de humanidades y el otro en las ciencias positivas de la ingeniería, y este es un caso que los une. Pero hay algo más; al lado de esta regeneración de la ciencia española, á la cual ellos se han dedicado, cada uno en su camino, hay algo más atrayente, y es la fe extraordinaria en el porvenir de España, que han tenido toda la vida y que cada uno ha hecho ver de una manera clara; con la fogosidad que todos sabemos, Echegaray; de una manera más tranquila, Menéndez Pelayo.

Echegaray ha muerto con los mismos entusiasmos que tenía hace treinta años. Tuvo tales acentos incitando al trabajo y confiando en el porvenir de España que no se le puede leer sin conmoverse, y este es el otro punto que les une.

Todavía hay algo más, si esto no fuera bastante, y es que estas dos ilustres personalidades que tenían esa intuición, que poseían ese ingenio clarísimo, que habían estudiado lo que todos sabemos, que habían dejado esos monumentos en sus libros y en las Cátedras que explicaron, no tenían más que el elemento de trabajo que todos tenemos, los libros y el estudio; pero tenían, en cambio, como ideal dos cosas que los unieron y que han hecho de ellos esas figuras tan grandes. El uno y el otro amaron toda su vida la virtud y la belleza. La buscaron como se puede buscar, cada uno por sus caminos y sus medios, y consiguieron más de una vez levantar ese velo que la Divinidad deja caer para los demás mortales. Los dos fueron, como digo, amantes de la belleza, y por eso pudieron estar sublimados sobre todas nuestras miserias, porque no hay nada en el mundo, fuera de la virtud, que nos eleve

sobre nuestra humanidad, que tan poco vale, más que el arte. He dicho. (*Muy bien.—Grandes aplausos.*)

(*El orador fué muy felicitado por la selecta concurrencia.*)

Las bibliotecas de Menéndez Pelayo y Echegaray han sido legadas por sus dueños, la primera á la ciudad de Santander (40.000 volúmenes); la segunda á la Academia de Ciencias.

EL AGUA POTABLE

(CONTINUACIÓN) (1)

Procedimientos físicos.

Filtración.—Entre los procedimientos mecánicos dentro del orden físico el único verdaderamente científico, y que merece un detenido estudio es la filtración, medio muy generalizado para corrección de las aguas potables, y al cual debemos estar agradecidos, porque viene sosteniendo desde hace ya algunos años el problema de la higienización del agua.

La filtración por las sustancias porosas para las pequeñas instalaciones, y los filtros de arena para las grandes colectividades, son hoy todavía los procedimientos más generalizados para el mejoramiento del agua potable.

Estudiaremos con más detenimiento los primeros por ser los utilizables en Higiene naval, y haremos una breve reseña de los segundos que tienen una aplicación urbana exclusivamente.

Estos últimos se reduce su mecanismo á hacer pasar el agua por distintas capas de arena, tratando de imitar en cierto modo á la naturaleza que convierte las aguas superficiales cargadas de impurezas y microbios, en aguas subterráneas y puras, dejando sus gérmenes en los poros del terreno.

Generalmente los filtros de arena ordinarios están formados por depósitos de 2 $\frac{1}{2}$ metros de profundidad, en cuyo fondo se coloca una capa de trocisco de unos cuatro decímetros; sobre ésta otra de gravilla y arena gruesa de 50 centímetros de espesor, y después, encima, una tercera capa de arena fina, cuarzosa y desprovista de cal de 60 centímetros de espesor, quedando por encima un espacio de un metro que debe siempre estar lleno de agua. Estos son los filtros llamados *sumergidos*. La limpieza de los mismos se hace con más ó menos frecuencia, según la calidad de las aguas que filtra. En Berlín se hace cada dieciséis días, en Zurich cada cuarenta y ocho. El rendimiento es de 2 á 6 metros cúbicos por día y por metro cuadrado, pero el Comité de Higiene pública de Francia ha informado que no debe pasar de 3 para mayor garantía de la filtración.

Se emplean también los filtros llamados *no sumergidos*, estudiados por Miquel y Mouchet, en los que la llegada del agua á la superficie está regulada de manera que el filtro no está nunca sumergido. El filtro está formado de abajo arriba de una capa de materiales de drenaje y de sostén de una altura de 80 centímetros y encima otra capa de arena muy fina de 1,17 metros de espesor.

Filtración por sustancias porosas.—Para este procedimiento de filtración, que es el que verdaderamente nos interesa, se han empleado infinidad de materiales. El prin-

(1) Véase el número 2.146.