



## PRIMER INFORME

PRESENTADO AL SEÑOR MINISTRO DE INSTRUCCION PÚBLICA  
POR EL PROFESOR DE ELECTROTECNIA I FÍSICA INDUSTRIAL  
DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE, SOBRE LA COMISION QUE LE  
FUÉ ENCOMENDADA EN AGOSTO DE 1907, PARA LOS FINES  
QUE SE ESPRESAN.

---

· Señor Ministro: al tiempo de aceptar el cargo de delegado del Gobierno de Chile en la Conferencia Internacional de Unidades Eléctricas que debió reunirse en Lóndres en Octubre del año último, tuve el honor de manifestar a US. la conveniencia, en órden al mejor desempeño de las clases de mi cargo, de hacer estensiva la comision a estos otros puntos: carácter actual de la enseñanza científica i técnica; recientes inventos con ellos relacionados; electrificacion de los ferrocarriles.

Dejando esto último para un próximo informe, el presente versará sobre las siguientes materias:

- I. Conferencia Internacional de Unidades Eléctricas.
- II. Enseñanza científica i técnica, etc.

### I

Resultado del Congreso Eléctrico Internacional de San Luis en 1904, fué dar pasos en el sentido de arribar a un

acuerdo respecto a las unidades i patrones eléctricos, mediante la constitucion de una comision internacional, representante de los diversos Gobiernos. Como medida preliminar se convino en una reunion de los representantes de los laboratorios de esos Gobiernos, la que se efectuó en Berlin, del 23 al 25 de Octubre de 1905. He aqui lo resuelto en ella:

«Siendo un hecho que las leyes de los diferentes paises, con relacion a las diversas unidades eléctricas, no se hallan en completa conformidad, la Comision propone que se convoque a una conferencia oficial, dentro del término de un año, con el objeto de llegar a un convenio definitivo.»

Tal es el origen de la invitacion hecha sobre el particular al Gobierno de Chile, con fecha 20 de Junio de 1906, en oficio dirigido al Ministerio de Relaciones Exteriores por el Ministro de Gran Bretaña i que en su parte esencial dice: «Tengo el honor de participar a V. S. que el Gobierno de Su Majestad Británica ha estudiado la idea de convocar en Octubre próximo (1906) una Conferencia Internacional sobre Unidades i Medidas Eléctricas, i ha resuelto dirigir invitaciones a los Estados que hayan dictado o que se propongan dictar leyes sobre la materia. Segun informaciones del Gobierno de Su Majestad, el Gobierno de Chile no ha dictado lei alguna sobre el particular, pero sir E. Grey me ha encargado que ponga en conocimiento de V. E. la intencion del Gobierno de Su Majestad de enviar invitacion para dicha Conferencia, i que al mismo tiempo comuniqué a V. E. que, si el Gobierno de Chile se propone legislar sobre la materia, el Gobierno de Su Majestad se complaceria en dirigirle una invitacion para que tome parte en la Conferencia».

Trascrito el oficio a que pertenecen las líneas preinsertas, al señor Ministro de Instruccion Pública, resolvió éste pasarlo al señor Rector de la Universidad a fin de que se sirviera informar al Profesor de Electrotecnia que suscribe.

En conformidad a esta disposicion, me cupo informar en los términos siguientes: «A poco de iniciarse en Chile la era de los servicios eléctricos en vasta escala, impúsose la necesidad de dictar medidas tendentes a proteger las personas i

la propiedad de los peligros inherentes a ese jénero de servicios (Lei i Reglamento de 1904). Del mismo modo, no me cabe duda, por razones que estimo innecesario esplayar en este informe, que mui pronto tendrán que regularizarse otros jéneros de relaciones entre el público i las empresas eléctricas, tanto en interés de ámbas partes como de las mismas autoridades llamadas a dirimir las cuestiones que puedan suscitarse en el empleo comercial e industrial de la enerjia eléctrica. Como base de cualquiera lei sobre el particular, se impone la legalizacion de las unidades i medidas eléctricas, e igual de lo que se ha hecho en otros paises.»

Despues de esponer los antecedentes sobre el orijen de la Conferencia convocada para Octubre de 1906, concluyo mi informe diciendo: «Considero, pues, de oportunidad i conveniencia que nuestro pais tome parte en la referida Conferencia Internacional.»

Mas, con fecha 28 de Setiembre del mismo año, el señor Ministro de Gran Bretaña comunicó al Departamento de Relaciones Exteriores de Chile lo que sigue: «Con referencia a mi nota al predecesor de V. E., de fecha 6 de Agosto, he recibido instrucciones del Ministerio de Relaciones Exteriores de Su Majestad para informar a V. E. que el Congreso Internacional de Unidades Eléctricas que debió celebrarse en Lón-dres durante el curso de Octubre próximo venidero, ha sido postergado hasta Octubre de 1907.»

Esta postergacion no ha sido la única. Designado el infrascrito, como director del Laboratorio de Electrotecnia de la Universidad de Chile, para representar a nuestro pais en la Conferencia de Lón-dres, recibióse a última hora, por cable, el anuncio de haber sido ella nuevamente diferida, esta vez para Octubre de 1908.

Las razones de esta nueva postergacion me fueron dadas, como V. S. verá más adelante, en el National Physical Laboratory de Gran Bretaña (en Teddigton), asiento de los trabajos e investigaciones esperimetales que servirán de base a las discusiones de la Conferencia. Pero, como este anuncio se recibiera casi en los momentos de embarcarme i, te-

niendo por otra parte en cuenta los otros objetos de la mision que me habia sido encomendada, resolvió V. S. dar curso al decreto de mi nombramiento. Me diriji, en consecuencia, al viejo mundo, llegando a Lóndres en la última semana de Setiembre de 1907.

Si bien la Conferencia no debia celebrarse ya en el mes de Octubre, a punto de entrar, tuve desde un principio el propósito de presentarme a los organizadores técnicos de ella, así para dejar constancia de que el Gobierno de Chile se habia apresurado a corresponder a la invitacion del Gobierno de Gran Bretaña, como para obtener las facilidades del caso para imponerme de los preparativos científicos que un personal de *élite* estaba realizando en el establecimiento ántes nombrado.

El Laboratorio Físico Nacional de Gran Bretaña (The National Physical Laboratory), está situado en Bushy House Teddington, Middlesex, en una rejion de parques, acaso la mas hermosa de las que rodean a Lóndres. Fuera de otras vias mas o ménos pintorescas de comunicacion, existe la del ferrocarril; frecuentes trenes corren entre la estacion de Warteloo i Teddington. Esta institucion es la mas moderna de los cuatro grandes laboratorios nacionales del mundo. Son las otras tres, en el órden de su importancia actual: la Reichsantalt, de Alemania, en Charlottenburg; el Bureau international des Poids et Mesures, de Francia, en Sèvres; i el American Bureau of Standards, de Estados Unidos, en Washigton. Fué fundada en 1898 e inaugurada en 1902, con el carácter de «Institucion pública para verificar i calibrar instrumentos, para el ensaye de materiales i para la determinacion de constantes físicas».

La direccion primaria de la institucion, comprendidas sus funciones, sus propiedades i entradas, ha sido depositada en la Sociedad Real de Lóndres.

El gobierno inmediato de la misma corresponde a un Directorio Jeneral, el cual comprende una Junta Ejecutiva nombrada por el Consejo de la Sociedad Real. El secretario

perpetuo del Board of Trade es, *ex-officio*, miembro del Directorio Jeneral.

Forman parte de este Directorio, a cuya cabeza está Lord Rayleigh, cuarenta i un miembros, de lo mas conspicuo de entre los hombres de ciencia de Inglaterra, i están representados entre ellos el Instituto de Ingenieros Civiles, el Instituto de Ingenieros Mecánicos, el Instituto de Ingenieros Eléctricistas, el Instituto de Ingenieros Navales, i la Sociedad de la Industria Química.

Para satisfacer los propósitos de la Institucion se ha instalado en Bushy House un laboratorio fisico. En sitio aparte del mismo edificio se han erijido un laboratorio de ingeniería i un laboratorio eléctrico, fuera de una casa para el departamento de metrolojía:

El Laboratorio está dividido en tres departamentos:

1. El Departamento de Física.
2. El Departamento de Ingeniería.
3. El Departamento del Observatorio.

Este último está establecido en el Observatorio de Kew, en el parque Old Deer, Richmond.

Las entradas en dinero de estos tres departamentos, tan sólo por verificación de aparatos e instrumentos diversos, ascendieron a £ 4,700 en 1906, en un total de £ 6,000, si se incluye lo percibido por trabajos especiales.

Dentro de los fines de la mision que me llevaba a Lóndres i del tiempo disponible para su desempeño, no me fué dado detenerme sino en el Departamento de Física, *en donde* se llevaban a cabo las trabajos sobre unidades i medidas eléctricas que, juntos con otros del mismo carácter, se tomarán en cuenta para las resoluciones de la Conferencia, en Octubre del presente año. I, todavía en ese departamento que consta de las cuatro divisiones: «Electricidad», «Termometría», «Metrolojía» i «Optica», forzoso me fué prescindir de las tres últimas, limitándome a una simple visita de cortesía, para saludar a los jefes respectivos, despues de cumplir con el deber de presentarme al Director del establecimiento, el

Doctor R. T. Glazebrook, uno de los primeros físicos ingleses del día.

El Doctor Glazebrook, al imponerse del objeto de mi visita me favoreció con la mas cordial acogida i, en carta que me dirijió a Lóndres, al día siguiente, me comunicó que tenia franca entrada al Laboratorio de Electricidad, a fin de estudiar con el jefe respectivo los métodos de preparar las nuevas pilas tipos de fuerza electromotriz, etc. Al mismo tiempo, en su carácter de presidente del Instituto de Ingenieros Eléctricistas de Lóndres, tenia a bien invitarme a la primera reunion de ese Instituto, que debia verificarse el 14 de Noviembre.

Fué entónces cuando supe la causa de la postergacion de la Conferencia, de Octubre de 1906 a Octubre de 1907. En la Memoria de la Junta Ejecutiva del Instituto de Teddigton, correspondiente a 1906, pude leer lo siguiente, fiel traduccion de un párrafo de ese documento: «Los preparativos para la proyectada Conferencia sobre unidades eléctricas han avanzado. Hallóse que era imposible terminar ántes de Octubre ciertas investigaciones que actualmente se prosiguen, i, por lo tanto, fué postergada la Conferencia; habiendo el Gobierno Británico dirijido invitaciones a los paises interesados, para una Conferencia que se celebraria en Lóndres en Octubre del presente año» (1907.)

Ya se sabe que a fines de Agosto del año indicado, no estando aun terminados los preparativos, se acordó postergar nuevamente la Conferencia para Octubre de 1908, resolucion que se comunicó por telégrafo a los gobiernos que habian aceptado la invitacion.

La division «Electricidad» del Departamento de Física del Laboratorio Físico Nacional de Teddigton, se halla a cargo de Mr. F. E. Smith, uno de los mas jóvenes hombres de ciencia en Inglaterra, al cual, no obstante, ha incumbido la labor mas árdua i delicada de los preparativos para la Conferencia sobre Unidades Eléctricas. Une a su preparacion científica suma distincion de maneras, tan llena de amabilidad i franqueza que desde los primeros momentos se siente

uno estimulado a sacar el mayor partido práctico de una visita a la Division de su cargo.

He aquí algunos de esos trabajos preparatorios, sobre los cuales tomé interesantes notas, basadas en mi propia observacion i en las esplicaciones i demostraciones experimentales del autor:

*Balanza de ampères.*—Tiene por objeto determinar en medida absoluta el valor de la corriente eléctrica. Su diseño, instalacion i aplicacion es la obra combinada del Profesor Ayrton i de los señores Smith i Mather. Su construccion en la parte mecánica se debe a Oertling i corresponde a cualidades extremas de precision i sensibilidad. Su poder es como de 5.5 kilógramos, i oscila con 1/10 de milígramo. Corresponden a los platillos sendas hélices de eje vertical, coaxiales con otras dos hélices fijas, en la base. Todas ellas en series forman parte del circuito jeneral. Las determinaciones efectuadas con esta balanza, fundadas segun se ve en las acciones electrodinámicas i gravitacional, se hallan sujetas a un pequenísimos error probable; acaso el mayor factor de éste se debe a una lijera incertidumbre sobre el valor de «g» en el local. En dos años de uso del aparato, sin embargo, bien conocidas ya las correcciones que es menester aplicar en ciertos casos, se ha logrado reducir los errores de las determinaciones a una cantidad comparativamente infinitesimal.

Dos objetos fundamentales para las decisiones de la Conferencia se han perseguido con el empleo de esta balanza: (I) la determinacion del equivalente electroquímico de la plata, i (II) la determinacion de la fuerza electromotriz de la pila normal de cadmio, en término del ampère i del ohm internacional N. P. L. (National Physical Laboratory).

*Voltámetro de plata i equivalente electroquímico de la plata.*—Esta doble investigacion experimental se terminaba en el Laboratorio al tiempo de mi visita. La comparacion de numerosas formas de voltámetros de plata era trabajo esclusivo de F. E. Smith; la determinacion del equivalente electroquímico de la plata, era trabajo del mismo i de T. Mather, F. R. S.

Objeto del primer trabajo era llegar a la construcción de un voltámetro normal, fácilmente reproducible, i en el cual un ampère-segundo deposite siempre la misma cantidad de plata. Con los voltámetros conocidos, las medidas de las cantidades de electricidad está espuesta a errores de mas o ménos consideracion, resultantes, al parecer, del tamaño i naturaleza de los electrodos empleados. En lectura hecha el 21 de Noviembre último ante la Sociedad Real de Lóndres, el autor llega a la conclusion de que el voltámetro tipo Rayleigh satisface todas las condiciones deseables, siendo fácil de reproducir con aproximacion de una o dos partes en 100,000.

En cuanto al equivalente electroquímico de la plata, el resultado obtenido por las investigadores nombrados, en un promedio de 52 determinaciones con un voltámetro como el antedicho, siendo el electrolito una disolucion de nitrato de plata puro, es de 1.11827 miligramos por culomb, no excediendo la diferencia media de 2.4 partes en 100,000. Diferencias de presión, temperatura i régimen de corriente—dentro de los límites de la práctica—no alteran el resultado antedicho.

*Pila normal de cadmio, para la fuerza electromotriz.*—En la misma sesion de la Sociedad Real, el señor Smith dió cuenta de los resultados definitivos de su trabajo sobre la pila tipo de cadmio (llamada tambien de Weston), trabajo que se terminaba al tiempo de mi visita a Bushy House, en el mes de Octubre. Otros investigadores habian llamado ya la atencion hácia el hecho que el sulfato mercurioso usado como despolarizante producía variaciones de f. e. m. que llegaban hasta 0.002 de volt. He aquí los resultados obtenidos por Smith en el National Physical Laboratory:

Método de preparacion de la sal	F. E. M. en volts internacionales, a 17°
1. Electrolítico.....	1.01828
2. Precipitacion química.....	1.01830
3. Recristalizacion de sales de mercurio.....	1.01832
4. Accion del ácido fumante sobre el mer- curio.....	1.01831

El coeficiente de temperatura, entre 10° i 30°, le da la siguiente ecuacion:

$$E_t = E_{17} - 3.4 \times 10^{-5}(t - 17) - 0.066 \times 10^{-5}(t - 17)^2.$$

Es decir, prácticamente, 4 en 100,000 por grado centígrado; variación inapreciable de la f. e. m. con la temperatura. Si a esto se agrega que el poder de recuperación de la pila normal Weston—Smith es muy rápida, aun en el caso de corto circuito prolongado, se llega a la conclusión que el patrón de fuerza electromotriz que se presentará a la Conferencia Internacional de Octubre de 1908, realiza un verdadero *desideratum*. Hai que tener en cuenta que en la práctica, aun en las medidas de precisión de corriente continua, no se emplea el sistema absoluto mas arriba aludido, sino el potenciométrico, que envuelve el empleo de una fuerza electromotriz rigurosamente conocida a la temperatura de la medición. Tal es lo que desde años atrás se hace en el laboratorio de mi cargo, i a tal fin se mantienen siempre listos para el uso, sea en la enseñanza, sea en investigaciones ocasionales, un potenciómetro de Nalder i otro de Elliott.

Mr. F. E. Smith, a nombre del Director del Laboratorio de Bushy House, enviéme a Lóndres, con el carácter de obsequio para nuestro Laboratorio i con el objeto de ser estudiadas en él, dos de esas pilas normales de cadmio, (las E<sub>1</sub> i E<sub>2</sub>, case L 156, 1906) montadas especialmente en una caja con cubierta de ebonita i terminales. Como se me recomendara mantenerlas siempre derechas hasta mi llegada a Santiago, he debido traerlas siempre conmigo, salvo durante el viaje por el continente, en que fueron guardadas con llave en las bóvedas del Crédito Lyonnais de Paris. Mi intención es medir durante el año, en término de estas pilas normales, las fuerzas electromotrices de las pilas tipos, de diversa construcción i procedencia, del Laboratorio de la Universidad, i devolver, si es posible, al laboratorio de origen esas pilas normales.

Seria un dato más para poner en claro si un largo viaje es capaz de alterar en cualquier forma las buenas cualidades de los elementos normales de cadmio del Laboratorio Físico Nacional de Gran Bretaña.

*Medidas de resistencias.*—Los métodos usados en ese Laboratorio para la comparación exacta de las resistencias han sido objeto de continuas modificaciones, hasta llegar hacia la época de mi visita, a un grado de precisión en la comparación de las hélices de un ohm, 1,000 veces superior al que se obtenía en los mejores laboratorios hasta hace cuatro años. La más importante de esas comparaciones ha sido la del ohm internacional, representado por una columna de mercurio de sección uniforme i a cero grado, de 106.3 centímetros de largo i 14.4521 gramos de masa.

Mediante la balanza de ampères i el ohm internacional N. P. L., se determina con exactitud, según ya espuse, la fuerza electromotriz de las pilas normales.

Fuera de esto, en la misma División a cargo del señor Smith, se procedía al montaje de un gran aparato de Lorenz para la determinación del ohm en medida absoluta. Todos los gastos de construcción e instalación de este costoso aparato—algunos cientos de libras serán de cuenta de la Compañía de Pañeros de Londres. De paso debo agregar a esto que en la Memoria de la Junta Ejecutiva del Laboratorio, correspondiente a 1906, figura una donación de £ 1,000 hecha por la Compañía de Plateros de la misma metrópolis. No se conoce entre nosotros esta clase de donativos, i mucho menos de parte de corporaciones que tan poca relación directa tienen con los estudios científicos. En cambio no faltan muestras de desden, cuando no de hostilidad hacia esos estudios, de parte de personas que se consideran muy por encima de un gremio de mercaderes de paños o de plateros.

En resumen, respecto de esta primera parte de mi informe, tengo la satisfacción de manifestar a U.S. lo siguiente: que con la realización de mi viaje se ha dejado constancia ante los organizadores de la Comisión Internacional de Unidades Eléctricas de que el Gobierno de Chile, al aceptar

la invitacion del Gobierno británico, cumplió oportunamente con los deseos en ella manifestados; que, como profesor en esta Universidad, he recojido valiosas informaciones para la clase de electricidad que se me tiene encomendada; i, finalmente, que aunque sea dentro de modestos límites, habré contribuido a los fines de la Conferencia con el estudio que debo hacer de los elementos normales de cadmio que me fueron presentados por el Laboratorio Físico Nacional de Gran Bretaña.

## II

En viaje exclusivamente de estudio realizado hace cuatro años, llevando una comision *ad honorem* de ese Ministerio, fué mi principal objeto, pero no el único de la misma índole, estudiar los sistemas i elementos de enseñanza de la electricidad en la tierra clásica de las aplicaciones de esta ciencia, — en los Estados Unidos de Norte América. Las admirables universidades e instituciones técnicas de este gran país, en ningun modo superadas por las muchas i mui notables que he tenido la fortuna de visitar, ademas, en Europa, constituian campo adecuado para la realizacion del mas importante de mis propósitos: la conveniente organizacion de la clase de electrotecnia que se me habia encomendado en esta Universidad.

Los establecimientos de ese carácter de los cuales mayor provecho obtuve, con especificacion de las personas que mas deferentemente i con mayor interes atendieron a mis propósitos, fueron los siguientes:

El Instituto de Tecnologia de Massachusetts, en Boston, con el profesor Sedgwick i los ayudantes del profesor Duncan, en ausencia de éste; la Universidad de Harvard, en Cambridge, Mass, con los profesores Kennelly i Towbridge, en sus respectivos departamentos; el Instituto Politécnico de Brooklyn, con el profesor Sheldon i el profesor Ashe, su primer ayudante; la Universidad Columbia, en Nueva York, con uno de

los ayudantes del profesor Pupin, a la sazón ausente; la Universidad de Cornell, en Ythaka, N. Y., con los profesores Ryan i Morris, quienes se esmeraron en atenderme proporcionándome toda suerte de facilidades; el Union College (ahora Universidad, según entiendo) bajo la égida de la gran Compañía General Electric, en Schnectady, con el célebre Steinmetz i su ayudante el profesor Williams, los cuales me favorecieron, además, con delicadas atenciones que me complazco en recordar aquí; la Universidad del Estado de Wisconsin, en Madison, una de las más admirablemente instalada que conozco, con los profesores Jackson, Burgess i Kahle, en sus respectivos departamentos, destinados todos a la enseñanza de la electricidad en diferentes fases; la Universidad del Estado de California, en Berkeley, sin rival por su hermosa situación frente a Golden Gate, con el profesor Soulé, en ausencia del profesor i los ayudantes de electrotecnia, por ser época de vacaciones; i, finalmente, la Universidad Leland Stanford Junior, en Palo Alto, al sur de San Francisco de California, con uno de los ayudantes, en ausencia de los profesores, debida a la misma causa antedicha.

Completé mis observaciones, pero a la verdad sin tener mucho de nuevo que agregar, con la visita a diferentes establecimientos análogos europeos. De esta manera, en el curso de los últimos tres años en que mis esfuerzos han propendido constantemente a poner la clase de electrotecnia a la altura que corresponde a ramo hoy en día tan importante para el ingeniero, he podido utilizar con el mejor éxito la experiencia adquirida durante el viaje a que acabo de referirme.

Al hacer mención de estos antecedentes he tenido por objeto precisar el verdadero significado i el alcance que en mi concepto ha tenido la comisión actual, en cuanto concierne a la materia tratada en esta segunda parte de mi informe. Porque, en efecto, al hallarme nuevamente en Londres, en desempeño de la comisión con que U. S. tuve a bien honrarme, mi intento no era ya organizar un plan de conjunto, como ocurrió en la época ántes referida, sino más bien po-

nerme al corriente de los últimos descubrimientos o adelantos relacionados con mis clases, ya que a la electrotecnia debo agregar la de Fisica Industrial, que sirve de base imprescindible a la primera. Dentro del tiempo acordado a la electrotecnia segun el plan de estudios vijente, que parece difícil cambiar en el sentido de aumentar el número de horas disponibles, no cabe dar comienzo a esa clase sin haber previamente inculcado al alumno la nocion práctica i cabal del circuito eléctrico. Este exige constante referencia a todas las formas de transformacion de la enerjía, i conocimientos precisos de termodinámica, materias todas que corresponde a la Fisica industrial. Me refiero, naturalmente, a la instrucción superior referida a la electricidad.

Así pues, en vez de repartir mi tiempo, limitado por otra parte, entre las diversas instituciones de primer orden en que se enseña en Lóndres la injeniería eléctrica, me dediqué a uno solo de esos establecimientos.

Diversas circunstancias, que no es necesario especificar, lleváronme a elegir para mi objeto el Instituto Politécnico de Northampton, situado en el distrito de Clerkenwell.

El Instituto Northampton es uno de los establecimientos «reconocidos» por la Universidad de Lóndres; es decir que los estudios que en él se realizan son válidos para los grados de injeniería de esa Universidad, prévio cumplimiento de ciertos requisitos que se exigen a los alumnos.

El departamento de Injeniería Eléctrica i Fisica aplicada (como se ve, esto corresponde a nuestras clases de Electrotecnia i Fisica Industrial) está dividido en tres secciones, de las cuales tan sólo la primera, la de Injeniería Eléctrica, cuenta con seis profesores i numeroso personal de instructores i ayudantes.

En dicha seccion el trabajo consiste en (I) clases orales; (II) trabajos de laboratorio; (III) práctica de taller, en el taller mecánico; i, para los alumnos mas adelantados; (IV) trabajo especial en el taller de dibujo, en diseño de maquinarias i aparatos eléctricos. El curso de electrotecnia de la Universidad de Chile abarca sólo las dos primeras clases de

trabajo, atendido a que esta enseñanza corresponde únicamente a los ingenieros civiles i los de minas, no existiendo aun la carrera de ingeniero electricista.

Mui poco provecho se saca de los estudios técnicos si a las disertaciones del profesor no se asocia constantemente el trabajo experimental del propio alumno, científicamente realizado. Esta verdad, a la cual no se da todavía en Chile, a lo ménos en la práctica, la importancia que merece i, aun, es desdeñada por mas de un encargado de la enseñanza, no es ciertamente desconocida por los directores del Instituto Politécnico que me ocupa. En prueba de ello han puesto el mayor cuidado en montar i organizar debidamente los laboratorios de electricidad i de física, a fin de que los estudiantes no basen sus conocimientos meramente en esplicaciones orales o demostraciones de pizarra. A todo curso oral está asociada una clase de laboratorio, i se exige de cada estudiante la mas séria i cuidadosa atención a los trabajos experimentales.

Estos se llevan a cabo en ocho grandes laboratorios, mui superiores bajo cualquier concepto, a los ménos numerosos de nuestra Universidad, no obstante corresponder aquellos a un establecimiento que no cuenta con apoyo del Estado. No necesito decir que, en cuanto al edificio en que se hallan instalados, la comparacion es aun mas desfavorable para nosotros. Todos esos laboratorios están montados con lo mas modernos aparatos. En los de ingeniería eléctrica, comprendida la «estacion de fuerza» del Instituto, los experimentos se hacen con instalaciones modernas i en escala industrial, en cuanto es posible, empleándose los mismos métodos e instrumentos que se emplean en el trabajo profesional.

Los estudiantes trabajan divididos en grupos de tres o mas, segun la naturaleza del trabajo entre manos (sistema que desde un principio he implantado en el laboratorio de mi cargo, en nuestra Universidad), grupos que no pueden alterarse sin el permiso del instructor respectivo.

Tres de los cursos principales de electricidad se hallan a cargo del Dr. Carlos V. Drysdale, fisico distinguido, autor

de numerosas investigaciones orijinales en el campo de las medidas físicas i mecánicas de precision. Es inventor, por otra parte, de diversos instrumentos de medidas eléctricas que figuran ahora mismo entre los mejores de su jénero, i de cuyo manejo i construccion me puso al corriente el mismo inventor.

A su reputacion de hábil hombre de ciencia—en donde los hai tantos i de tanto renombre—une el Dr. Drysdale la de sus cualidades de carácter, que le hacen estimable aun entre sus colegas del extranjero, segun tuve la oportunidad de cerciorarme de ello, encontrándome en el Continente. Al imponerse del objeto de mi viaje, no solamente me concedió en el acto libre acceso a los laboratorios de su dependencia, sino que quiso auxiliarme personalmente en mi tarea, sin limitarse a poner a mi disposicion sus instructores i ayudantes, que llegan a cinco, todos mui competentes.

Asistí a algunas de sus lecciones, pudiendo observar que en la aplicacion de las matemáticas superiores a los problemas prácticos, especialmente en corrientes eléctricas alternas, da lugar prominente a los modernos métodos vectores, basados en la obra de Hamilton, Heaviside, Henrici, Gibbs i Steinmetz. Pero, de mas valor aun fueron para mí las conversaciones en que con interes de sicólogos discutíamos las condiciones a que debe sujetarse la educacion científica, para llegar con el mínimo de esfuerzo comun al mas proficuo resultado, segun una lei de rendimiento en que la influencia del medio parece ser el factor preponderante. Al final de esta segunda parte de mi informe haré valer algunas reflexiones, desgraciadamente de carácter pesimista, sobre lo que todavía ocurre en Chile al respecto indicado.

Muchos fueron los nuevos instrumentos, de manifiesto valor para la enseñanza, de cuyo funcionamiento me impuse en los laboratorios del Dr. Drysdale. El Instituto politécnico Northampton, al igual de cuanto establecimiento del mismo jénero me ha sido dado conocer, así en Inglaterra como en Estados Unidos, renueva constantemente su material científico i aumenta sus instalaciones, manteniendo todo al dia

con los últimos adelantos. Esta necesidad primordial de la enseñanza técnica moderna mereció siempre la atención de las autoridades respectivas de esas instituciones. ¡Cuán diversa cosa ocurre entre nosotros!

Entre esos nuevos instrumentos hai uno que voi a señalar en especial, recomendando de paso su adquisición para el Laboratorio de Electrotecnia de esta Universidad. El *cimómetro* o medidor de ondas, es el nombre que ha recibido un instrumento ideado por el Dr. Fleming, profesor de ingeniería eléctrica en el University College, de Lóndres, para las medidas eléctricas especiales que se requieren en conexión con la telegrafía inalámbrica de Marconi por el sistema de las ondas eléctricas. Sirve además para las medidas relacionadas con las corrientes de alta frecuencia en jeneral, como ser: las de pequeñas capacidades e inductancias, i las de la frecuencia misma.

Mediante este aparato se puede demostrar de una manera elegante las leyes de la resonancia eléctrica, i, a tal respecto se presta de un modo especial para las demostraciones de clase, visto que los resultados pueden hacerse patentes hasta, un numeroso auditorio. Trátase, en suma, de un instrumento de tanta importancia i utilidad con relacion a los trabajos eléctricos de alta frecuencia, como ocurre con el potenciómetro o el puente de Wheaststone con relacion a las medidas de corriente continua.

Otro elemento de estudio que me tocó conocer, destinado a las medidas industriales de las cualidades magnéticas del fierro i el acero, fué el fluxómetro de Grassot. Este nuevo instrumento equivale, por los servicios que puede prestar, a toda una complicada instalacion de galvanómetro balístico, pero portátil i de fácil i rápido manejo; mas práctico, por lo tanto, permitiendo en ménos tiempo ejercitarse en las medidas indicadas a mayor número de alumnos. Esta cualidad es preciosa en la enseñanza, máximo cuando se carece, como entre nosotros, de los ayudantes indispensables.

Pasando a los métodos especiales ideados o perfeccionados por el Dr. Drysdale, en trabajos de laboratorio, indico a con-

tinuacion unos cuantos que pude estudiar en detalle i que espero poner en práctica en la Universidad, una vez que cuente con los medios requeridos para ello: (1) Prueba de jeneradores i motores eléctricos por un aparato dinamométrico que puede denominarse «rejenerativo universal». (2) Medida correcta de la velocidad, la frecuencia i la aceleracion de las máquinas, por el metodo estroboscópico. (3) Medidas de las diferencias de fase por los métodos: *a*, del wattmetro (por deflexion i por reduccion a cero), i *b*, del vóltmetro o de la diferencia de potencial. I varios otros.

Durante mi estadía en Lóndres alterné las asistencias a los laboratorios del Instituto Northampton con visitas, llevado del mismo propósito, a diversos talleres i establecimientos técnicos; a la muy interesante esposicion de ingeniería i maquinarias en el Olympia (Lóndres), i a algunas instituciones científicas.

De estas últimas debo citar especialmente la Physical Society, a cuya sesion inaugural del año pude asistir, siendo presentado a su presidente el profesor Perry, por el señor F. E. Smith del National Physical Laboratory. Los trabajos leídos fueron de carácter eléctrico; sobre medidas de pequeñas inductancias i capacidad, por Mr. A. Campbell; i sobre los osciladores magnéticos en la telegrafía inalámbrica, por el Dr. J. A. Fleming.

La Scientific Instrument Company Limited de Cambridge, la célebre ciudad universitaria situada 90 kilómetros al norte de Lóndres, es una de las mas importante de las fábricas de instrumentos de precision, en Europa. Entre sus directores figuran tres miembros de la Rejia Sociedad de Lóndres: Horacio Darwin, hijo del gran naturalista; H. F. Newall, i F. F. Blackman. Los principales instrumentos del Laboratorio de Electrotecnia i Física Industrial de esta Universidad, entre ellos el oscilógrafo de Duddell i el inscriptor universal de Callendar así como sus pirómetros de platino, proceden de esa Compañía. Las reparaciones de algunos de estos delicados instrumentos suelen presentar serias dificultades. Por lo comun es necesario enviarlos a la fábrica, con gran pér-

dida de tiempo i otros inconvenientes, en caso de desperfectos debidos al uso de los instrumentos o a accidentes. Me diriji, pues, a Cambridge, en donde habia estado ya en 1904 estudiando la construccion i el manejo de los dichos aparatos; esta vez con el objeto de imponerme de los procedimientos para repararlos i de procurarme los elementos requeridos al efecto. El director técnico de la Compañía, Mr. Robert S. Whipple, atendió con suma amabilidad a mis propósitos.

Al tiempo de mi visita se construia en los talleres un galvanómetro de precision, para usos pirométricos en combinacion con un par termo-eléctrico platino i platino rodiado. Este instrumento se costeaba con fondos legados a tal objeto al laboratorio de mi cargo, por un antiguo alumno i ayudante, el malogrado Enrique Hirsch, cuya trájica muerte en Taltal, en 1905, vino a sorprender tan tristemente a sus profesores, compañeros i amigos en esta Universidad. En medio de la obsesion que le llevó a poner término a sus dias, no pudo olvidar el Laboratorio en que tantos trabajos dignos de mejor aprovechamiento habia realizado. Justo es que tribute aquí este pequeño recuerdo al único donador que ha tenido el Laboratorio.

Con fines análogos a los que me llevaron a Cambridge visité, entre otras, la fábrica de instrumentos eléctricos de W. H. Sullivan, en la City, i la de Henry Tinsley, constructor de potenciómetros, pilas tipos del modelo de Bushy House, i resistencias de manganina prácticamente libres de inductancia i capacidad. Recibí el obsequio de una de esas resistencias, la que utilizaré en el curso de electrotecnia de este año.

Necesitando ponerme al corriente de la fabricacion de los condensadores industriales, de que carecemos en el Laboratorio, con perjuicio de la enseñanza, pues son indispensables en el tratamiento de las corrientes alternas, visité los talleres del Departamento de Telégrafos i Teléfonos (del gobierno), en Lóndres. Su jefe el ingeniero eléctrico Mr. Mansbridge, dedicó una tarde a mostrarnos, a mí i a mi introductor,

Mr. F. Agar Baugh, de 92, Hatton Garden, las diferentes secciones del Departamento, el cual ocupa un gran edificio no lejos del Northampton Institute. Muchas i mui interesantes notas pude tomar, especialmente en todos sus detalles, respecto de la fabricacion aludida.

Una industria importante, de la cual no habia podido tomar datos *de visu* en viajes anteriores, es la de los cables destinados a la trasmision i distribucion eléctricas de la energía. Merced a los buenos oficios del señor Haroldo Hastings, miembro del Instituto de Injenieros electricistas de Lóndres, que estuvo en Chile hace dos o tres años, pude en esta ocasion satisfacer cumplidamente mis deseos. Un tren de la línea de Chathan nos llevó de la estacion de Charing Cross al pintoresco pueblecito de Erith, a unos veinticinco kilómetros al este de Lóndres, en la ribera sur del Támesis. En sus inmediaciones i en una llanura defendida del rio por altos diques, por hallarse mas baja que el nivel de las aguas, está la gran fábrica de cables eléctricos de Callender, la que en sus diversas secciones emplea varios miles de operarios. Esta escursion, con visita detenida a las principales de esas secciones, exige un dia completo. Una de las mas interesantes era la de prueba de los cables, los cuales, a medida de ser fabricados se sumerjen en grandes estanques llenos de agua, en donde permanecen varios dias, ántes de que se proceda a la medida de su resistencia de aislamiento. La instalacion de medidas es magnífica, i fué agradable sorpresa para mí encontrar a cargo de ella a un antiguo conocido, el electricista Alfredo Cahen, que estuvo en Chile hace ocho años, mandado por Marconi por asuntos del privilejio sobre telegrafia inalámbrica.

La Esposicion de Injenieria i Maquinarias, en el Olympia, que duró hasta fines de Octubre, fué tambien un campo digno de estudio, con referencia a mi propósito. Entre las instalaciones en que pude recojer datos de importancia tengo que mencionar la Johnson-Lundell Electric Traction Company, Ltd., con sus motores i dinamos; la Easton Lift Company, Ltd., con sus ascensores eléctricos; i la firma S. Wolf and

Co., con sus herramientas eléctricas portátiles i sus transformadores monofases i trifases.

Pero la mayor novedad industrial en Olympia no era de carácter eléctrico o mecánico, sino la esposicion hecha por dos compañías rivales de un nuevo sistema de alumbrado i calefaccion por un «gas de aire» inesplosible, no venenoso, libre de productos nocivos, como ser el azufre, el amoniaco, el hollin, etc., que existen siempre en el gas usual de alumbrado i otros gases destinados al mismo objeto. Hai que agregar a esto como otras cualidades características del sistema, cuya introduccion en Chile seria mui conveniente, la sencillez de construccion i funcionamiento del aparato jenerador. i la estremada baratura del gas producido, en costo final. Con esto quiero decir incluyendo interes, depreciacion i mantenimiento. Tocante a este punto, de un cálculo fidedigno resulta que, empleando petróleo usual (que encierra los hidrocarburos necesarios al procedimiento) a 40 centavos el litro, por una parte, i gas de alumbrado de Santiago nada mas que a 22 centavos el metro cúbico, por la otra, una misma iluminacion es tres a cuatro veces ménos costosa para el consumidor en el primer caso que el en segundo. La base de este cálculo, suficientemente comprobada en Lóndres, es que 4.5 litros de petróleo rinden 20,000 velas-horas con los quemadores incandescentes especiales de tipo invertido que en el sistema del «gas de aire» conviene usar de preferencia. En cuanto a calefaccion, por ejemplo para cocinas, partiendo de la base de que un litro del aceite mineral encierra de 12 a 14 mil calorías i un metro cúbico de gas de Santiago, 5,200 calorías, i, tomando en cuenta todo gasto, la comparacion no es tan favorable, sin dejar de serlo, para el nuevo método. Pero posee éste una superioridad de carácter inestimable en muchos casos: la llama del nuevo gas no deja absolutamente depósito alguno sobre la superficie de los utensilios, la cual se mantiene constantemente bruñida.

El método de fabricacion consiste en agregar 1.5 por ciento de vapor de petróleo o parafina comun, a 98.5 por ciento de aire atmosférico forzado por medio de un soplador rota-

torio a través de un carburador semejante al empleado en ciertos tipos de automóviles. Sin entrar en detalles, la instalación comprende un sencillito motorcito de aire caliente, el insuflador aludido, un tarro para el petróleo, i un pequeñísimo gasómetro simplemente usado como regulador i no para almacenar el gas. El aparato, mui compacto i portátil, una vez puesto en marcha, lo que es asunto de un par de minutos, funciona automáticamente, sin necesidad de vijilancia especial; un sirviente doméstico puede correr con su manejo.

La instalación mas pequeña que vi funcionar en Olympia, de capacidad de 20 luces incandescentes mui intensas, no pesa sino 27 kilogramos i ocupa una superficie de 80×40 centímetros; su costo, puesta en Chile, no pasaria de 400 pesos oro de 18 peniques.

La prensa técnica califica de novedad este método de iluminación i calefacción; i el *Engineer* dice que no hai que confundirlo con los sistemas conocidos desde hace años en Estados Unidos, sistemas en que las mezclas gaseosas son explosivas i condensables en las cañerías. En cambio, el «gas de aire» es inesplosible, perfectamente seco, i no condensable bajo las condiciones mas severas. Por ejemplo, se ha hecho circular el «gas de aire» a través de largos serpentines de cañería de pequeño diámetro, mantenidos a 10° bajo cero, sin que despues de cuatro horas se haya notado señal alguna de condensación ni de disminución en los poderes calorífico e iluminante del gas.

Una revolucion de mayor trascendencia tomaba cuerpo por esos dias en Europa en materia de iluminación eléctrica. Despues de un par de años escasos de pasar por el estado de experimento, la nueva lámpara incandescente de filamento metálico, la lámpara de tungstenio, entraba de lleno en el dominio industrial. Pero ha sido sólo con posterioridad a mi partida de Lóndres que esa lámpara ha empezado a figurar en el comercio de un modo regular i con mejor éxito aun que la lámpara «Osram» del mismo carácter i otras por el estilo. Con posterioridad, tambien, se ha perfeccionado su fa-

bricacion en el sentido de hacer ménos frájil el filamento i ménos espuesto a destruccion, por consiguiente, durante el transporte, sin necesidad de un embalaje mui costoso. Finalmente, es ya un hecho que se ha subsanado otro inconveniente grave: el de voltaje. Con efecto, hasta hace mui poco tiempo, sólo a título de ensayo se fabricaban lámparas para 220 volts; el máximum usual era de 100 a 150 volts, circunstancia que las hacia inaplicables en Santiago, a ménos de encenderias de a dos en serie, procedimiento poco práctico. En los actuales momentos, sin embargo, las lámparas para 220 volts se fabrican corrientemente, por lo ménos en Alemania e Inglaterra; en Francia, la sociedad Lacarriére, concesionaria del nuevo invento, esperaba llegar tambien al mismo resultado en el curso del presente año. De esta marca he traído personalmente un pequeño lote, el primero acaso de lámparas de tungstenio que ha llegado a Chile, con el objeto de utilizarlas para la enseñanza en la clase de Electrotecnia de esta Universidad.

La nueva lámpara de filamento metálico se emplea indiferentemente en circuito de corriente continua o de corriente alterna (al revés de lo que ocurre con la mucho ménos económica de tantalio, conocida ya en Santiago); funciona en toda posición; soporta mejor las variaciones de presión que las lámparas usuales; emite una luz de blancura deslumbrante; su duracion es de 800 a 1,000 horas en funcionamiento normal, es decir, sin ennegrecerse; i por sobre todo esto, absorbe solamente 1 watt por hefner, contra 4 watts que absorben las lamparillas de filamento de carbon alimentadas por la red de Santiago. Bien es cierto que su costo es actualmente como cuatro veces mayor que el de las últimas; pero aun así, la economía de 70 a 75% que representan, permite amortizar rápidamente la diferencia de costo inicial. En otros términos, la revolucion que se inicia en el alumbrado eléctrico permitirá al consumidor tener, por ejemplo, cuatro veces mas luz con el mismo gasto actual; o bien, en condiciones mas razonables, mas luz con ménos gastos que actualmente. Valdria realizar desde luego

esta innovacion en el Palacio de la Moneda, encargando las nuevas lámparas a Europa, ya que ni la empresa de alumbrado ni las casas de instalaciones eléctricas las han traído al país hasta aquí.

A mediados de Noviembre salí de Londres con direccion al continente, pues en mi programa figuraba la visita a algunos ferrocarriles eléctricos en Suiza e Italia, i a diversas fábricas que, como la de Brown, Boveri i C.<sup>a</sup>, de Baden (Suiza), construyen las locomotoras i otras partes de esos ferrocarriles. De paso me detuve algunos días en Paris, adonde debia regresar despues de esa jira. Esta primera estadía en Paris fué aprovechada en la visita de algunas fábricas i establecimientos técnicos, en compañía de amigos ingleses, salidos al mismo tiempo de Londres, con fines análogos a los del infrascrito, por lo que toca a Paris.

Comenzaré por referirme a la Compagnie pour la Fabrication des Compteurs, sociedad anónima importante con capital de 7.000,000 de francos. Esta compañía es la constructora de dos de los instrumentos nuevos, de aplicacion industrial, que tanto me habian llamado la atencion en el Instituto Politécnico de Northampton: me refiero al fluxómetro de Grassot i al pirómetro de Féry. Aproveché algunas horas en la fábrica nombrada imponiéndome de los detalles de fabricacion i verificacion de dichos aparatos i de otros de carácter eléctrico que salen de esos talleres, i que son estimados no sólo en Francia sino aun en el extranjero, por sus excelentes cualidades i bajo precio.

Al siguiente día de esta interesante visita, que repetí en otras dos ocasiones, me dirigí en compañía de las mismas personas a Sévres, en donde se halla el Bureau international de Poids et Mesures, institucion de cuya importancia no hai para que hablar, i que es como la Meca de los interesados en metrología. Nos esperaba uno de los directores, M. Ch. Ed. Guillaume, cuyo trabajo sobre las aleaciones acroníquel le condujeron a la invencion del «invar», un metal de coeficiente nulo de dilatacion, cualidad inestimable en muchas aplicaciones de carácter científico e industrial. El

señor Guillaume, después de hacernos mostrar con toda minuciosidad por uno de sus ayudantes las notables instalaciones del Pabellon Breteuil, destinadas a la comparación precisa de las dimensiones lineales, de las masas, de las escalas termométricas, etc., etc., en término de patrones de medidas internacionalmente reconocidas, fué bastante amable para hacernos en el parque una demostración completa de su nuevo método para la medida rápida de las bases geodésicas. El principio del método consiste en el empleo de alambres de invar, de longitud rigurosamente constante a toda temperatura, en condiciones determinadas de tensión mecánica.

Por intermedio de la Compagnie Electro-mecanique Le Bourget (Seine), constructora de las grandes turbinas de vapor Brown, Boveri-Parsons de la estación eléctrica de Saint Denis (sobre el Sena, al norte de Paris), obtuve permiso para visitar dicha estación, al presente la mas grande i moderna de Europa. Su potencia total de 60,000 a 80,000 kilowatts la constituyen diez grupos de tubos alternadores de 6,000 a 8,000 kilowatts cada uno. Nada he visto en Europa, en materia de establecimientos industriales, mas parecido al sistema norte americano de grandiosas instalaciones de maquinarias, fundición, etc., que parecen funcionar solas, pues casi no se divisan operarios a cargo de ellas. En Saint Denis todo se hace i regula mecánicamente, comenzando por el acarreo de carbon, desde las embarcaciones al borde del rio hasta los alimentadores automáticos de los hogares. La estación eléctrica del Mapocho, en Santiago, con ser veinte veces ménos potente es mucho mas complicada i parece emplear un personal que numéricamente bastaria para Saint-Denis.

Pero el objeto principal de mi estadía en Paris era ocupar mi tiempo en forma semejante a lo que hice en Lóndres, esto es, eligiendo un establecimiento de enseñanza técnica a donde concurrir regularmente, con el fin explicado al principio de esta parte de mi informe. En Francia esto es ménos fácil que en Inglaterra i sobre todo que en Estados Unidos; ni la Sorbonne, ni l'École superieur d'Electricité, ni otras

instituciones análogas que ya habia conocido en otro viaje, correspondian exactamente, ya por una circunstancia, ya por otra, al propósito especificado.

En Lóndres habia podido averiguar que lo mejor que me convenia era l'Ecole Municipale de Physique et de Chimie industrielles. Su laboratorio de Electrotecnia era mas modesto que los muchos del mismo jénero que tenia visitados; pero esta misma circunstancia era acaso favorable, pues como modelo no quedaba a tan excesiva altura como otro sobre lo mas a que en Chile podemos aspirar en esta materia. Por otra parte, ese laboratorio guardaba las tradiciones del profesor Hospitalier fallecido meses atras), uno de los electricistas franceses que mas han contribuido al progreso de los estudios eléctricos en Francia, principalmente con relacion a sus aplicaciones industriales.

La Escuela Municipal de Física i Química industriales fué fundada con la mira de llenar un vacío en la enseñanza técnica francesa.

Su objeto es esencialmente industrial.

Fué la mente de los que concurrieron a la creacion del nuevo establecimiento que se destinase a dar una instruccion especial, bastante estensa, científica a la vez que práctica.

El carácter jeneral de la Escuela se basa por completo en este principio bien establecido: la física i la química, como ciencias esperimentales, deben ser enseñadas no solamente en la clase, en que los esperimentos tienen que ser por la uerza superficiales, *sino principalmente en el laboratorio.*

Los alumnos entran a sus clases a las ocho i media de la mañana i salen de la Escuela a las seis de la tarde. Cuentan en el mismo establecimiento con una cantina para el almuerzo, el que dura de once i media a doce i media, incluyendo un recreo. Son así ocho horas i media de trabajo diario, totalmente aprovechadas, pues los jóvenes estudiantes cuando no en clase, se hallan constantemente ocupados en los diversos laboratorios, bajo la direccion inmediata *de los profesores, instructores i ayudantes.* El estudiante univer-

sitario, entre nosotros, consagra menor número de horas que las señaladas a tareas útiles i se queja mas; i tiene razon para quejarse dado el gran recargo de trabajo nemónico exigido por el absurdo sistema de prueba vijente, que mui poco prueba: el de los exámenes anuales de pizarra, como criterio definitivo e inapelable para la calificacion del alumno.

Mis relaciones en la Escuela se concretaron casi exclusivamente a las mantenidas con el Prof. Carlos Féry, de cuyos méritos como profesor distinguido, como inventor de aparatos científicos de gran valía i, sobre todo, como hombre de carácter superior, habia tomado conocimiento en Inglaterra. No es el profesor de electricidad, sino de otras ramas de la física, pero sus conocimientos electro-fisicos son profundos no solo teóricamente sino desde el punto de vista de sus aplicaciones prácticas. Su especialidad es la óptica, i su refractómetro, que es fabricado por Pellin, el sucesor de Duboscq es conocido i empleado de preferencia en los principales laboratorios de análisis industriales. Es inventor, además, del pirómetro de radicación que lleva su nombre, el que mejor ha permitido hasta aquí utilizar, para la medida de las mas altas temperaturas, incluso la solar, la lei de Stefau-Boltzmann, que se espresa diciendo que el poder total de radiacion de un cuerpo negro es proporcional a la cuarta potencia de su temperatura absoluta. Gracias a este aparato de construcción i empleo eminentemente industriales, es hoi en dia mas sencillo leer con aproximacion de 5° temperaturas vecinas a los 2,000°, que lo que era hace apenas diez o doce años para temperaturas de 1,000°, una misma aproximacion respecto de la escala ideal termodinámica. Detalle característico: por cada uno de estos instrumentos que se vende para Francia, se venden diez o mas para Inglaterra i Estados Unidos.

Un principio eléctrico se utiliza en la construcción del referido pirómetro, para hacer patente en grados centigrados la temperatura del cuerpo observado, ya se trate de un horno encendido, ya del filamento de una lámpara incandescente.

te, ya de la misma radiacion solar. Este mismo rasgo caracteriza a otros inventos que el Prof. Féry perfeccionaba en su laboratorio, por el tiempo en que me cupo visitarlo. Uno de los mas interesantes era el de un micro-radiómetro de alta sensibilidad fundado en los mismos principios del pirómetro antedicho, pero destinado a medir radiaciones térmicas de un orden incomparablemente menor. Traigo de este aparato la parte esencial, obsequio del autor, con la intencion de construir aquí lo que falta, e instalar el micro-radiómetro en nuestro Laboratorio. En el de Física jeneral reemplazaria con gran ventaja, tanto para las demostraciones como para el trabajo de los alumnos, al anticuado aparato de Melloni, en la determinacion de los poderes emisivos, absorventes, etc.

Los laboratorios de l' Ecole de Phisyque et de Chimie industrielles, aun los modernos como el de Química i el de Electrotecnia, con valer mucho mas que cualquiera de los de la Universidad de Chile, son pobres al lado de los norteamericanos, por ejemplo. Mantiénese aun en pié, pero en punto a ser demolido, el viejo i arruinado galpon, cuyo interior semeja a la cueva de un alquimista de la edad media, en que el modesto cuanto ilustre Curie llevó a cabo los trabajos sobre el radio que han inmortalizado su nombre. Esta es una prueba de que en paises como Francia i otros igualmente cultos de Europa, la pobreza aparente de los laboratorios no debe tomarse como índice de la importancia de ellos, o de los recursos con que un profesor puede contar para el mejor desempeño de su cargo. Digo aparente, por cuánto a pequeña distancia de un punto cualquiera, digamos en Paris, todo profesor o investigador encuentra, sin mayor dificultad o demora, cuanto elemento pueda necesitar, así en orden a ayudantes o colaboradores idóneos—desde el matemático o el erudito hasta el eximio soplador de vidrios o constructor de instrumentos científicos—como a productos químicos i materiales diversos, por raros que ellos sean. Agréguese a esto que en caso de necesidad, a vuelta de correo podrá recibir de Lóndres, Berlin o Viena, lo que en su

propio medio no logre encontrar. ¡Con cuánta mayor razón, entónces, nuestros pobres laboratorios requieren estar mejor dotados que al presente, viviendo como vivimos en un medio de pobreza suma respecto de elementos para estudios científicos i alejados de los centros que los proporcionan!

Fuera de una que otra reflexion del carácter de la precedente, heme ceñido hasta aquí a lo que podria llamar el lado descriptivo del asunto tratado en esta segunda parte; asunto al que no podia ser estraña la mencion de recientes invenciones industriales relacionadas con las materias que abarca la enseñanza de la Electrotecnia i la Física Industrial.

Paso ahora a comparar, si mas no sea someramente, las condiciones en que se atiende a dicha enseñanza en los paises varias veces nombrados i las que en la actualidad rijen en los dos establecimientos que llamamos Universidades en Chile, sin hablar de los de inferior categoría en que se intenta dar instruccion científica e industrial.

Tengo dadas las razones que me decidieron en el presente viaje a la inspeccion detenida de solo dos de esas instituciones modernas, en que la enseñanza académica i dogmática, tan en auge entre nosotros, ha cedido su puesto a otra de carácter mas racional, basada principalmente en los métodos llamados eurísticos; a una enseñanza que en todo instante propende a estimular el desenvolvimiento de las facultades reflexivas del alumno; a una enseñanza que impone al mismo la mayor suma de trabajo propio, mental i experimental, bajo una direccion conveniente, con la mira de que llegue a la adquisicion de los conocimientos no en forma meramente nemónica, sino redescubriendo en cuanto sea posible las verdades i los principios científicos.

Una enseñanza de esta índole requiere personal numeroso, elementos materiales que cuestan mucho dinero i, en jeneral, gastos que ni se sospechan cuando al mismo intento se emplea el sistema de las disertaciones; sistema para el cual bastan el *magister*, la pizarra i, a veces, unos cuantos aparatos para realizar experimentos a guisa de prestidijitacion en presencia de la clase.

En las numerosas universidades e instituciones tecnológicas que he podido visitar i conocer en los últimos años, comenzando por las sin rivales de los Estados Unidos, llegué a comprobar que siempre se satisfacía en todas ellas ese triple orden de exigencias inherente a un sistema bien organizado de enseñanza científica conforme a las ideas modernas.

Tomemos en consideración ante todo el personal docente. Fuera del profesor, jefe de un departamento (supongamos el de Física aplicada e Ingeniería eléctrica), hai por lo ménos un profesor instructor, demostrador, conferencista o como quiera llamársele, i un número de ayudantes *proporcionado* al número total de alumnos. Es decir, a razón de un ayudante por cada diez o veinte alumnos a lo sumo, según sea la importancia o la dificultad de los trabajos experimentales que los alumnos asistentes al laboratorio tengan que llevar a cabo bajo la dirección inmediata de esos ayudantes. Ocioso me parece advertir que éstos tienen que ser todos muy capaces, muy consagrados a sus funciones i, en consecuencia, muy bien pagados.

En materia de edificios, instalaciones mecánicas e instrumentos, cuentan siempre con todo eso hasta las instituciones de segundo i tercer orden en que se da instrucción técnica en conformidad a los principios que dejé espuestos.

Finalmente, para sufragar los gastos que exige el correcto funcionamiento de las instalaciones i los laboratorios en régimen de trabajo casi no interrumpido de los alumnos, se consignan en los presupuestos de esos establecimientos sumas anuales que asustarían a los encargados de conceder los mezquinos ítem de nuestro presupuesto universitario destinados a análogo objeto.

Con un personal docente completo i armónico; con edificios, instalaciones i laboratorios adecuados; i, con recursos para satisfacer holgadamente los constantes gastos que exige la enseñanza experimental, se comprende que un establecimiento moderno como los de que me ocupó no sólo se dedique a producir anualmente cierto número de titulados, sino

muy especialmente á fomentar en toda manera el progreso científico e industrial.

El profesor a cargo de uno de esos laboratorios o departamentos, vela porque cada cual cumpla fielmente con su deber, hace el número de clases orales o conferencias que sean necesarias i, a la vez, se reserva suficiente tiempo para efectuar trabajos o investigaciones de carácter mas o ménos orijinal, ya sea por sí sólo, ya en colaboracion con sus propios ayudantes o alumnos. Innecesario es decir que estos últimos no llegan al fin del curso bajo la obsesion de exámenes múltiples i variados, fatigosamente aprendidos de memoria para un día i hora determinados, como actualmente ocurre en esta Universidad.

Bochornoso me fué siempre tener que dar respuesta negativa a los hombres de Harvard, de Cornell, de Madison, de Cambridge, del Northampton, etc., al ser interrogado sobre las investigaciones llevadas a cabo en mi laboratorio; sobre los nuevos métodos o instrumentos ideados o perfeccionados en el mismo; i, en fin, sobre mil puntos de estudios que deben ocupar a los profesores de ciencias, aparte de la rutina de la enseñanza propiamente dicha.

Como tentativa de esplicacion se me hacia muy duro esponer lo que aquí espondré acerca del Laboratorio de mi cargo en la Universidad de Chile, en órden a la carencia de personal, de local i de otros elementos imprescindibles de enseñanza, carencia de que padecen tambien otros departamentos, por ejemplo el de Física jeneral.

Esta breve esposicion bastará a demostrar si es posible entre nosotros, no ya pensar en cualquier estudio o investigacion orijinal por parte de profesores i alumnos, pero siquiera en proporcionar a éstos una instruccion real i verdaderamente científica, como no se estime por tal el sistema esclusivo de las demostraciones de pizarra i los experimentos de clase.

Pues bien, para mis clases de Física aplicada i de Electrotecnia no cuento con ayudantes, ni mucho ménos con auxiliares de categoria mas elevada como los que bajo el nombre

dé instructores, demostradores, etc., se designan en otras partes. Digo mal; en el presupuesto figuran dos ayudantes, uno primero i otro segundo, para el Laboratorio; pero va a verse que carezco de ayudantes propiamente dichos i que, con las salvedades del caso, se trata de puestos mas bien nominales.

En la primera de esas clases los alumnos, divididos en grupos que no pueden exceder, por lo jeneral, de cuatro a cinco alumnos, tienen que efectuar por sí mismos, pero bajo direccion competente, trabajos tan importantes entre otros muchos, como los que siguen: determinacion de la equivalencia mecánica del calor; determinacion del poder calorífico de los combustibles industriales; comparaciones fotométricas de los focos luminosos; pruebas al freno del rendimiento de los motores usuales; manejo de los pirómetros, etc. I todo, no así práctica o espiriticamente, sino *experimentalmente*, segun el concepto científico de este vocablo, distincion en que insisto, porque en nuestra Universidad no se la reconoce oficialmente (1).

Al comienzo del curso anual, como sucede en los actuales momentos, en que redacto este informe, hai que proponer a

---

(1) Tocante a este particular, transcribo aquí una nota inserta en una de las publicaciones para el curso, hecha en años pasados: «El método espermental i eurístico, preconizado en este Laboratorio, constituye de acuerdo con la sicología moderna, la base lójica de toda enseñanza, i mui especialmente de la enseñanza profesional. Nada tienen que ver con él los llamados «ejercicios» o «trabajos prácticos» que, como un complemento del método oral o nemónico en uso, figuran en el plan de estudios de los cursos de ingeniería de esta Universidad. Aquí como en Francia—nuestro modelo en materias universitarias—es tenido por un principio al abrigo de toda discusion que «lo abstracto debe preceder a lo concreto», «la teoría a la práctica», «lo inconsciente a lo consciente». De ahí la especie de veneracion por la enseñanza deductiva o *a priori*, i el absurdo sistema vijente de exámenes de memoria; «de la l'importance des bons programmes, pères des bons manuels», como dice Le Bon.—A. E. Salazar».

alguno de los alumnos, los cuales carecen naturalmente de la preparacion del caso, si acepta el cargo de *ayudante*, con los \$ 50 papel de sueldo mensual que le corresponden por el presupuesto. El solicitado, mas bien por buena voluntad o deferencia a sus compañeros, que no llevado por el aliciente de una mísera paga, consiente en el puesto; sólo que su tarea principal consistirá en llevar las listas de asistencia i prestar otros servicios que no exigen una preparacion técnica que no posee ni pretende poseer, visto que empieza en igualdad de condiciones a las de sus compañeros de estudio.

Como el número de los grupos no ha bajado de cinco por clase en los últimos años, el profesor tiene que multiplicarse para atenderlos personalmente, tarea que debiera corresponder a dos verdaderos ayudantes por lo ménos; sin hablar del instructor, al cual corresponderia la direccion inmediata de los ayudantes i la revision de las notas i los trabajos consignados en los libros de Laboratorio, de cada alumno. En semejantes condiciones, la carga resulta abrumadora para el profesor, sin contar con que éste no podrá obtener sino en parte el resultado apetecido, no obstante su permanencia de muchas horas diarias en el Laboratorio, como ha ocurrido casi siempre al infrascrito.

Nunca deja el jóven alumno nombrado ayudante (sin alcanzar a serlo) de poseer ciertas buenas disposiciones que le permitirian llegar a ser un ayudante en debida forma, pero sólo despues de algunos años de Laboratorio: contra la idea al parecer predominante en nuestro mundo universitario, los ayudantes científicos no se improvisan. Sucede empero, en el caso presente, que como alumno de tercer año debe pasar al cuarto, en los precisos momentos en que ya tiene adquirida alguna esperiencia que pudiera pensarse en aprovechar. Falto de tiempo i forzado por los reglamentos a asistir a nueva clase a la misma hora en que funciona la de Física Industrial, de que me ocupo, no le queda sino renunciar; i he ahí al profesor colocado en la necesidad de pensar en un nuevo proyecto de ayudante, al iniciarse cada curso anual. En esta tarea de Sísifo he tenido que disipar parte conside-

rable de mis energías de profesor en los últimos años, con mengua de la propia clase.

La disyuntiva es optar por la clase meramente oral, o acompañada de experimentos ilustrativos, que en la jeneralidad de los casos no valen mucho mas, (insisto en ello,) que un espectáculo mas o ménos entretenido de prestidijitacion para el alumno. Mui natural parece, sin embargo, este sistema a la gran mayoría de los que dirijen nuestra instruccion superior, i el firmante no se veria ciertamente censurado si se plegara a él. Pero ¡qué retroceso mas lamentable en los ideales de la educacion científica!

Mas grave es aun la situacion respecto de la clase de Electrotecnia. En este caso no se trata de un ayudante sin preparacion alguna; desde la fundacion de la clase he tenido la suerte de contar como ausiliar ya con uno ya con otro de los antiguos alumnos que habian tomado gusto por el estudio de la electricidad, estudio lleno de atractivos en sí i de gran porvenir, cuando brillen mejores dias para este pais. Pero ¿qué exigir en materia de tiempo, de consagracion i hasta de sacrificio si fuere necesario, de un puesto que no es mucho mas brillantemente rentado que el anterior, con sus \$ 66.66 mensuales? Cuando mas, la asistencia a las horas de clase propiamente dicha; pero el estudio de la electricidad para ser de provecho exige un trabajo tan constante, tan concienzudo, tan personal del alumno que, por cada una de esas horas hai que dedicar por lo ménos tres de laboratorio, bajo la direccion inmediata de ayudantes e instructores competentes. Salta, pues, a la vista que un solo ayudante por competente que sea, pero pagado nada mas que para que dedique una fraccion mínima de su tiempo, no puede atender simultáneamente a diversos grupos de estudiantes. Esto, sin hablar de que le incumbe el trabajo prévio de preparar debidamente un material delicado i costoso, i el subsiguiente de revisarlo i guardarlo. Ménos podrá exigirsele la tarea de la revision sistemática de los libros de trabajo de cada alumno, revision que pertenece al instructor, que no existe, i que por lo mismo tendrá que ser deficiente al abandonarse a los

pocos instantes libres de que puedan disponer dicho ayudante i el profesor.

Cuando uno ha estudiado de cerca la organizacion de los laboratorios de tantas universidades e instituciones científicas como las que he nombrado en diversas partes de este informe; cuando ha palpado las condiciones relativas a personal i a recursos de toda suerte en que en ellos se hace la enseñanza espermental; cuando ha sido testigo del anhelo con que la Direccion superior de cada una de esas instituciones atiende a satisfacer toda nueva necesidad, toda nueva mejora en los laboratorios, no puede ménos que sentirse desalentado en presencia de lo que al mismo respecto sucede en la Universidad de Chile, por ejemplo, con clase de tanta importancia como la de Electrotecnia. I lo peor es que las representaciones para que se modifique esta situacion, siquiera por lo que toca a la indicada clase, han quedado sin atenderse hasta aqui; ojalá que esta parte de mi informe, a que doi el carácter de unas de ellas, logre ser tomada favorablemente en consideracion por US., por el señor rector i por cuantos tienen a su cargo la direccion superior de nuestra enseñanza universitaria.

Pasando por alto lo referente a local, el que debe dar cabida en este año a mas de cincuenta alumnos a la vez, cuando sólo basta para la mitad de ese número, i lo referente a fondos para gastos de laboratorio, que cada año se hacen mas insuficientes i difícil de obtener, experimento una sensacion de alivio al poder introducir una nota satisfactoria en esta desastrosa comparacion de nuestros medios de enseñanza científica i técnica con los de establecimientos europeos o norte-americanos aun de segundo o tercer órden. Contamos con aparatos e instrumentos modernos, si no en suficiente número, por lo ménos de los mas adecuados en su jénero para dar una sólida instruccion espermental al alumno. Puede decirse que merced a ellos ha sido posible hacer frente a las clases de que he venido ocupándome, sin que la tarea resultase demasiado ingrata al escasísimo personal disponible.

Es grato dejar constancia de que de los laboratorios de la

Universidad de Chile se ha ido desterrando poco a poco ese material llamado de «gabinete», destinado a guardarse en armarios como los fósiles de un museo de historia natural. En cuanto al carácter de los aparatos i de la organizacion misma de los laboratorios estamos siquiera en mejor condicion que las universidades de Lima, Buenos Aires i Montevideo, a juzgar por lo que he visto en los últimos tiempos. En gran parte se debe esta situacion a la ayuda eficaz i constante de nuestro digno ex-decano de la Facultad de Ingeniería, don Diego A. Torres.

Al término de este bosquejo comparativo entre el carácter que se da a la enseñanza científica en Chile i el que se le da en Estados Unidos i otros paises, cabe analizar aunque sea a la lijera la causa de una situacion por extremo desfavorable para nosotros.

Esta causa es la naturaleza del medio.

Ni en Chile ni en los otros paises de América de orijen peninsular existe, como no sea en asomo, forma alguna de actividad intelectual de orden superior. En ninguna de las respectivas capitales se aspira un ambiente científico, no digo lejanamente comparable al de Paris o Lóndres, Berlin o Viena, Edimburgo o Boston, pero siquiera al de tanta pequeña ciudad de Alemania, Suiza, Inglaterra, etc., que ni el carácter tienen alguna de universitarias. En todas las ciudades nombradas o aludidas existe verdadera aficion a los estudios científicos i el respeto por ellos es jeneral. Hasta las clases sociales aquí tenidas por incultas les rinden acatamiento en una u otra forma. Si me fuera necesario demostrarlo no tendria sino que repetir, a título de ejemplo, lo que en la primera parte de este informe espuse sobre los donativos hechos al laboratorio físico nacional de Gran Bretaña por el gremio de pañeros i el de platero de Lóndres. \*

Estas diferencias de criterio de los pueblos no son espon-

---

\* Posteriormente he visto anunciado que el primero de ellos a donado £ 22,000 a la Universidad de Oxford para la instalacion de un laboratorio de Electrotecnia.

táneas. Vale decir que son el resultado de lentas acumulaciones hereditarias que en el ritmo indefinido de la evolucion i la involucion tienden periódicamente a detenerse i a cambiar de signo, segun lei de complejidad variable en cada caso.

Un español ilustre, el padre Feijoo i Montenegro, relata en una de sus *Cartas eruditas i curiosas* intitulada «Causas del atraso que se padece en España en órden a las ciencias naturales», un episodio que al respecto señalado es digno de especial meditacion. Cuando Cárlos II de Inglaterra i su hermano el duque de York enviaron a Tenerife, con la mision de comprobar el peso del aire por el barómetro, a dos miembros de la Réjia Sociedad de Lóndres, recién fundada, el embajador de España, a quien éstos se habian dirigido en demanda de una recomendacion para el gobernador de la isla, con la mayor buena fe del mundo los tomó «por locos» i los mandó arrojar por sus criados de la embajada.

Incontinente, se trasladó a Witehall i allí, en presencia de la Corte, riendo a «carcajadas», refirió lo que acababa de ocurrirle con los individuos de la idea de «pesar el aire».

De la misma raza de esos personajes (poco estimable, por otra parte) que, bajo la influencia del espíritu baconiano triunfante desde ese siglo, tenían laboratorio en palacio i se ocupaban de expediciones como la referida, son los comerciantes i artesanos londinenses que hoy favorecen la investigacion científica, costeando aparatos i erogando fuertes sumas para el Laboratorio Nacional de su pais.

De la misma clase de ese buen embajador, producto jenuino de un medio en que la seleccion de los estendimientos venia haciéndose al revés desde un par de siglos, con la supresion sistemática de cuantos se atrevían a escudriñar la naturaleza o a tener criterio propio, son aquellos que, teniendo injerencia en el gobierno de nuestra instrucción superior, sin finjida conviccion estiman locura los gastos que exige la enseñanza espermental bien entendida. ¿No sobra, acaso, con el *magister*, la pizarra i las bancas para los alumnos?

La hostilidad de algunos, el misonicismo de muchos, la apatia, indiferencia o indecision del mayor número respecto

a la necesidad de modificar el carácter de la enseñanza experimental en el sentido que he indicado, no es sino una manifestacion particular de un fenómeno mas jeneral: la infiltracion profunda del espíritu de escolasticismo que, junto con otros principios fatales al desenvolvimiento mental i social de la raza i con esclusión absoluta de la nueva filosofía, nos legaron nuestros progenitores.

Nada tiene que ver dicha manifestacion con la capacidad o la incapacidad de los individuos; nada, tampoco, con las denominaciones corrientes de liberal i conservador; progresista i retrógrado, hereje i ortodojo, meros vocablos muchas veces, que sirven para cubrir las tendencias individuales respectivamente opuestas.

Ortodoja es la Universidad de Lovaina i, con todo, es un centro importantísimo de estudio i de investigacion científica. La *Revue des Questions scientifiques*, que no es estraña a dicha Universidad, es una de las primeras publicaciones actuales de alta ciencia. Los trabajos que en ella se publican son de católicos i muchos de los mas importantes artículos están firmados por jesuitas.

Liberal es la Universidad de Chile i ortodoja la Católica, i ninguna tiene la menor importancia consideradas desde el mismo punto de vista. No es que les falten hombres capaces, sino que la naturaleza del medio parece enervar en ellos el poder de concentracion mental que exigen las investigaciones científicas i estimular otras dotes de carácter mas superficial. Nadie podria negar que, tai como nuestras dos universidades están constituidas, se limitan en sus funciones a producir titulados en las diversas facultades, segun un sistema de pruebas anuales que se presta a las mas justificadas críticas. Por otra parte, podria reprochársenos con justicia desde el extranjero que ese abundoso prodigar de las palabras «ciencia» i «científico» en programas i discursos, en recepciones académicas i otros actos universitarios, cuando no corresponde a una produccion intelectual mas o ménos vigorosa con caracteres de orijinalidad, no es ciencia sino *snobismo* científico.

Señalada la causa jeneral del atraso relativo de nuestra enseñanza científica universitaria, todo cambio en ese estado puede considerarse como una funcion de dos variables independientes: la accion de las personas con facultad directiva que representan el espíritu del medio i la accion de las que representan aspiraciones mas en consonancia con el espíritu científico. Desgraciadamente, pequeño es el número de estas últimas, escaso el vigor que suelen demostrar i, lo que es peor, no mui clara la percepcion que parecen tener de la verdadera índole del mal. De otro modo no se comprende que sus esfuerzos propendan jeneralmente a la modificacion de planes de estudio, reglamentos o programas, recurso de ineficacia absoluta miéntras subsista este método anti-sicológico: como *base* la enseñanza oral i nemónica, como *complemento* el «trabajo práctico» i, todavía, comprendido en su significacion universitaria. (V. nota páj. 36).

Desde otro punto de vista la naturaleza del medio es perjudicial a la enseñanza, en los países sin vida científica como todos los de la América latina.

Pongámonos por un momento en la hipótesis de que nuestros dos establecimientos de instruccion superior llegaran a quedar perfectamente organizados para la enseñanza de las ciencias, así por lo que toca a personal como a todos los otros medios requeridos al mismo fin. I bien, en igualdad de condiciones profesores i alumnos se hallarán en desventaja respecto de profesores i alumnos europeos o norte-americanos «para llegar con el minimum de esfuerzo comun al mas proficuo resultado». (V. páj. 18).

En países como los aludidos, el profesor universitario no goza de las prerrogativas o consideraciones de que goza su colega de los países de cultura superior; esto es perfectamente natural. No tiene a su alcance sociedades o círculos a donde ir a vivificar sus ideas. Para mantenerse al día con el movimiento científico, tarea que le exige tiempo i esfuerzos aunque no se estienda mas que a su especialidad, tiene que vivir como un soterrado intelectual, en medio de sus libros i revistas; sólo por ocasion logrará proporcionarse el placer de tener con

quien comentarlos. Otras veces toma el profesorado no como un fin sino, en el mejor de los casos, como el diletante la música. Su centro de actividad intelectual no es la cátedra o el laboratorio, de tal suerte que terminada la tarea de la hora de clases diaria o semi-diaria ya no se preocupa mas del asunto, ni le valdria ocuparse. En suma, por uno u otro motivo, el profesor tiene que verse colocado en la situacion desventajosa a que mas arriba hice referencia.

Mas interesante i de mayor trascendencia es el análisis por lo que hace al alumno. El alumno europeo o norte-americano avanza en sus estudios científicos constantemente estimulado por dos suertes de influencias, a cual mas poderosa, por completo desconocidas para el estudiante chileno, pongo por caso. La primera es la conviccion jamas debilitada de que en el medio en que vive todo esfuerzo de orden intelectual que realice, independiente del que sus estudios le exigen para el logro de un título cualquiera, será siempre recibido con interes i apreciado en lo que realmente valga. La expectativa de publicar alguna obra de importancia o de hacer algun descubrimiento científico; la de llegar, por arriba de todo otro título, a profesor universitario o a F. R. S. (Fellow Royal Society) en Inglaterra i a *Membre de l'Institut* en Francia, para no hablar sino de estos dos paises; la de alcanzar algun dia la aprobacion i las consideraciones no sólo del mundo científico sino de todos los hombres capaces de apreciar el mérito—todo ello constituye sin la menor duda, una causa poderosa que tiende constantemente a elevar la calidad de los estudios a un grado de que aquí no tenemos idea.

El otro incentivo que obra en la misma manera i que se estiende tambien a los profesores, es la certeza de obtener compensacion pecuniaria por todo feliz esfuerzo de inventiva, por todo resultado de investigacion con caracteres de utilidad práctica. No quiero hablar de Estados Unidos, en donde los ejemplos de esta naturaleza son mas frecuentes i los beneficios obtenidos montan a miles i aun a millones de dólares (*v. gr.*, el caso del Prof. Pupin de la Columbia University de Nueva York). Tampoco haré referencia a Ingla-

terra o Alemania, países en donde se ve mucho de parecido. Me limitaré a hablar de algo mas modesto, mas en proporcion con nuestro propio estado. El Prof. Féry, de quien ya he tenido oportunidad de ocuparme, percibe por inventos cuyo orijen remonta a su época de alumno o de ayudante de laboratorio, mas entradas que como profesor. Varios de sus discípulos obtienen beneficios en la misma forma. Uno de ellos, ocupado actualmente en la compañía Westinghouse francesa, tuvo ademas la idea de escribir un libro de vulgarizacion sobre la electricidad, i esto le ha valido en los dos o tres últimos años mas de 60,000 francos por derecho de autor. Toda una fortuna para un jóven frances, el cual nunca es gastador como lo es casi siempre su colega el estudiante ingles i lo es siempre el yanqui. Podria hacerse la observacion respecto de lo que queda espuesto, que en ese afinamiento de ciertas facultades del individuo interviene tambien la *struggle for life*. Pero ¿acaso la misma brega no ha empezado desde hace tiempo para nosotros?

He procurado dar una idea del doble estímulo que anima sin cesar al alumno yanqui i al europeo en el perfeccionamiento de sus estudios

Veamos ahora lo que tocante a la misma materia sucede en Chile. De los estudiantes universitarios el llamado «de matemáticas» que persiste normalmente en su tarea puede considerarse como un producto de seleccion bien definido. Porque, en un medio sin cultura científica como el nuestro, en que el trabajo que exige esfuerzos de las facultades reflexivas, superiores es asunto de indiferencia cuando no tenido en poco, abrazar seriamente una profesion de tan limitadas espectativas como es para el chileno la de ingeniero en Chile, prueba a no dudarle cierto grado de superioridad sobre ese medio.

¿Cuáles son esas espectativas comparadas con las que sin cesar alientan a los estudiantes de las naciones ántes nombradas? En el orden de los puros conocimientos, nulas; por la obvia razon tantas veces espuesta en otras palabras de que el grado de rarefaccion de nuestro ambiente científico

corresponde al del vacío barométrico. Ningún motivo de emulación, ningún porvenir por ese lado. Si el alumno estudia—nemóticamente o racionalmente, como se quiera—lo hace antes que todo por tener que dar exámen, exámen que necesita, entre otros, para obtener un título. En el órden de las expectativas pecuniarias ningún móvil le anima durante sus estudios a emplear sus energías en la realización de inventos o descubrimientos de utilidad práctica; este campo de actividad es insignificante en nuestro país. Por este doble órden de consideraciones el pináculo de los deseos de un estudiante de ingeniería es hoy por hoy lograr un puesto en la Dirección de Obras Públicas o en otra oficina de gobierno, con pocas esperanzas de llegar alguna vez a la categoría de jefe.

La consecuencia lójica de cuanto queda espuesto es muy clara. Debemos hacer algo parecido a lo que hizo el Japon, es decir, la casta directora de esa raza tan digna de estudio, a poco de entrar de lleno en las vías de la civilización occidental. Por ejemplo, podría suprimirse por un período tan largo como fuera necesario la facultad de ingeniería de la Universidad de Chile. Con lo que directa e indirectamente gasta en ella el Estado, habría para mantener a firme en Europa i Estados Unidos (en Estados Unidos sobre todo, por razones a que no alcanzo a dar cabida aquí) los cien o doscientos alumnos de los diversos cursos, siguiendo regularmente los estudios a contar desde el primer año.

Esos cien o doscientos estudiantes bien elejidos, que serían como el meollo de nuestra juventud intelectual, ganarían desde luego por la calidad de la instrucción recibida, cosa que no necesita demostrarse. Ganarían enormemente por el lado de la cultura física, pues en esos países—hablo de los anglo-sajones—no se permite ser nada sin comenzar por ser buen animal; la expresión más académica de Juvenal, *mens sana in corpore sano* no es una expresión vacía de sentido en la práctica, como entre nosotros, sino que constituye el fondo mismo de la educación en sus universidades. Por último i por sobre todo lo dicho, ganarían en la formación del ca-

rácter, pues lo que allá se exige de la instrucción i la educación es «el desarrollo del espíritu de observación i de reflexión, de la voluntad, del juicio i de la iniciativa». Con estas cualidades, dice con mucho acierto Lebon: «el hombre logra buen éxito en todo lo que emprende i aprende lo que quiere cuando lo juzga necesario.»

Sólo de esta manera conseguiríamos algún día establecer una corriente de ideas bastante intensa para elevar el potencial de cultura de nuestro indigente medio intelectual. Sería esa generación, incluyendo los estudiantes de otras facultades en la misma forma preparados, la organizadora de nuestra universidad futura.

Pero, ya por un motivo, ya por otro, no siempre es dado hacer lo más lógico o lo más conveniente. Fácil de realizar i de inmediatos buenos resultados como sería el plan propuesto; no faltarían desde el primer momento obstáculos que impedirían indefinidamente llevarlo a cabo. En tal caso, que por lo ménos se le adopte parcialmente, enviando todos los años a los países señalados un número apreciable de alumnos por los cuatro años que allá duran los estudios, mas uno para viajar, indispensable complemento de esos estudios. Enviar ocasionalmente, como se hace ahora, uno que otro alumno de los que han terminado sus estudios aquí en Chile, es como enviarlos a recibir un barniz, pero nada más que un barniz insignificante de cultura científica. Hago a este respecto honrosas escepciones.

Mas, como siempre subsistirían los cursos de ingeniería en el país, sería llegado al mismo tiempo el caso de modificar la enseñanza en la manera a que tantas veces he venido haciendo referencia en este informe; es decir, empezando por cambiar el método mismo i por dar mucho mayor importancia a la parte experimental de los estudios, en conformidad al procedimiento unánimemente adoptado en las universidades e institutos técnicos modernos. Son éstos los modelos que nos conviene imitar, adaptando sus métodos a nuestras necesidades particulares.

Una observación oportuna se presenta aquí. El aumento

de gastos que impondría el nuevo régimen no debiera corresponder sino en pequeña parte al Estado; no por vía de economía, ciertamente, sino en beneficio de los mismos resultados que se persiguen. Muy justo que los alumnos, directamente favorecidos como serían con la modificación del pesado sistema de exámenes anuales nemónicos, con la mejora en número i calidad del personal docente i con la instalación de los laboratorios a la altura de las modernas exigencias, contribuyeran a ese aumento, llegado el caso, con una cuota apropiada. En ninguna de las universidades de Estado que me ha sido posible conocer se lleva la liberalidad, en materia de exención de gastos del alumno por la instrucción recibida, hasta el punto a que se lleva en la Universidad de Chile. Bien sé que se trata de una disposición de la ley, pero toda disposición legal es modificable cuando hai en ello alguna conveniencia. Seguro estoy de que los buenos alumnos, los mas dispuestos al trabajo serio no son los que objetarían una medida como la indicada. Gracias a ella mejoraría la colectividad de los estudiantes con la eliminación de los ménos aptos, esto es, de los que por cualquier motivo nunca están al día en sus estudios, siéndoles indiferente perder uno o mas años en vista de que la enseñanza en todas sus fases es absolutamente gratuita.

De cualquier manera que sea, todo esfuerzo en el sentido de mejorar el carácter de nuestra instrucción científica superior dará siempre buenos resultados; pero es evidente que la importancia de ellos dependerá del grado de vitalidad científica que revele el organismo universitario considerado en su conjunto.

Cuando en las manifestaciones de existencia de las diversas Facultades Universitarias no existe esa producción intelectual mas o ménos vigorosa basada en investigaciones con caracteres de orijinalidad, a que hice alusión en páginas anteriores, la Universidad no es mas que un nombre; no mas que un organismo atónico con vigor apenas para producir titulados, pero no para su misión mas amplia de dirigir el desenvolvimiento intelectual i sociológico de un país.

La Facultad de Matemáticas—nuestra Facultad de Ciencias— por ejemplo, no se ve asociada a manifestacion alguna de actividad científica digna de tal nombre. La asistencia de sus miembros a un claustro pleno o a tal o cual reunion para ocuparse en la tarea inacabable de reformar reglamentos, programas i planes de estudio, no pueden tomarse como actos trascendentales en pro de la ciencia. No tienen otro alcance, tampoco, las reuniones del cuerpo de profesores.

Lo singular es que no son los individuos aptos para mantener un movimiento científico de cierta importancia los que faltan; es el alma de la colectividad la enferma. En tal situacion, incumbe a los profesores i a los que en cualquier otro carácter pertenezcan a la Facultad, poner su iniciativa individual al servicio de un comienzo de reaccion cuya influencia se estenderia hasta las aulas. Mui vasto es el campo en que, con poco esfuerzo i mucho provecho, se podria ejercer una actividad de ese jénero.

En esta conviccion, que es tambien la de un colega de la Universidad Católica, el profesor de Electrotecnia, hemos pensado en la conveniencia de dar el primer paso en la via señalada.

Durante la redaccion de este informe ha quedado prácticamente constituida una institucion científica *de trabajo*, análoga a las europeas i norte-americanas, con el nombre de Instituto de Ingenieros Electricistas (de Chile); con el objeto de estimular el estudio de la electricidad i de las ciencias con ella relacionado, teniendo principalmente en vista sus aplicaciones en todo órden de utilidad; con el carácter de independiente por lo que toca a su produccion intelectual así como a los recursos necesarios a su sostenimiento, sin rehuir en principio la ayuda estraña que en uno u otro sentido quiera prestársele; i con la obligacion para sus miembros de presentar trabajos de carácter orijinal en el curso del año de sesiones i de pagar una cuota importante de admision fuera de cuotas mensuales no insignificantes. Solo en las condiciones señaladas puede tener vida una sociedad científica.

Hai relacion estrecha entre la fundacion de que he hecho referencia i el espíritu de los asuntos tratados en este mi primer informe. Tal es la razon que me mueve a dejar aqui constancia de ella. Por otra parte, tengo la satisfaccion de manifestar a US. que el Instituto de Ingenieros Electricistas de Chile, puede considerarse como uno de los resultados inmediatos de la mision que tuvo a bien confiarme el Supremo Gobierno.

Saluda atentamente a US.—Santiago, 15 de Abril de 1908.—(Firmado):—*A. E. Salazar*, Profesor de Electrotecnia Fisica Industrial de la Universidad de Chile.

