



PROGRAMAS

DEL

CURSO DE FÍSICA INDUSTRIAL I TECNOLOGÍA

DE LA FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS I MATEMÁTICAS DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE

TECNOLOGÍA JENERAL

~~Termo-técnica--Electro-técnica--Tecnología jenera~~

INTRODUCCION

I

La física industrial, considerada como ciencia separada, es de oríjen frances i su enseñanza didáctica i práctica fué creada por Pécelet en la Escuela Central de Artes i Manufacturas de Paris el año 1829. Su *Tratado sobre el calor* (Traité de la chaleur) ha establecido desde largo tiempo los principios de una de las ramas mas importantes de la ciencia industrial.

La enseñanza de este ramo de los conocimientos, creada pues, por Pécelet, se ha mantenido a la altura de la ciencia por los discípulos de este maestro eminente desde luego; en seguida, por Thomas, por Ser, a quien la muerte sorprendió ántes de haber publicado el segundo volumen de su física industrial que profesaba en la Escuela Central de Paris, i por Mr. Grouvelle que le sucedió en esta enseñanza.

El curso de física industrial de la Escuela Central de Artes i Manufacturas de Paris ha tenido una gran celebridad; la mayor parte de las escuelas especiales, de las escuelas industriales i de las universidades extranjeras han adoptado su programa, reduciéndolo algunas veces. Se cuentan en este número el curso de física industrial, de la Escuela de Artes, Manufacturas i Minas de Lieja, el curso de las aplicaciones del calor (*applications de la chaleur*) fait par Mr. Valerius, a la escuela especial del génie civil de la Universidad de Gand, el de Louvain; el curso de física industrial del Instituto Superior Técnico de Milan, desempeñado con tanta distincion como ciencia por el señor Ferrini; los cursos de física industrial de la Escuela de Minas de Ouro-Preto (Brasil) i del calor, de la Escuela de Minas de Hainaut (Bélgica); el curso de física técnica de la Escuela de Ingenieros de Nápoles, etc.

Ser ha introducido en el programa de física industrial algunas nuevas ideas; pues posteriormente a la publicacion de la tercera edicion de la obra monumental de Pécelet (1860), tres grandes hechos han tomado un puesto definitivo en la ciencia. Estos son: la teoría mecánica del calor o termo-dinámica, el empleo industrial de la electricidad i la disociacion de los cuerpos compuestos bajo la influencia de las temperaturas elevadas.

De diez años a esta parte la electro-técnica ha experimentado un desarrollo considerable, penetrando la electricidad en las aplicaciones industriales. Por lo tanto, debemos consagrar una buena parte de nuestra enseñanza de la física industrial a esta nueva fuerza recientemente empleada i a la cual parece reservar el porvenir los mas maravillosos resultados i los mas bellos destinos.

La física jeneral pertenece al dominio de las investigaciones, de los descubrimientos de las leyes naturales, de las hipótesis i de las teorías; ella eleva su frente al cielo, hácia lo desconocido.

La física industrial aplica los principios de la física jeneral a los usos de la vida, a la satisfaccion de nuestras necesidades; mas modesta, mira al rededor de sí, i con sus piés fijos sobre la tierra, gobierna una máquina o busca un procedimiento prác-

tico para utilizarlo en favor del bienestar humano o de la fortuna pública.

"La física industrial, dice Mr. Laboulaye, comprende las aplicaciones al trabajo industrial de las teorías que suministra el estudio de las fuerzas i de los agentes diversos de la naturaleza, utilizando con este fin las leyes jenerales de los fenómenos que se observan. Hemos reconocido que el estudio científico de las fuerzas naturales consiste en medir, segun los casos, las cantidades, la estension, los movimientos producidos, i que, por lo tanto, la física no presenta para fenómenos en apariencia de un orden especial, sino aplicaciones múltiples de las ciencias matemáticas. . .

"Las leyes empíricas que se deducen de la esperiencia son aplicadas directamente a la industria, i tan pronto como un procedimiento industrial lo reclama, el fenómeno viene a ser utilizado. Obtenidas estas leyes en condiciones semejantes a las de aplicacion, encuentran útil empleo en la industria, aun sin tener un verdadero carácter científico, i su conjunto constituye, propiamente hablando, una ciencia esperimental, una de aquellas ciencias que llamamos *ciencia del ingeniero*."

"La física industrial, prosigue Mr. Laboulaye, tiene por objeto las aplicaciones al trabajo industrial de las teorías a que conduce el estudio esperimental de los estados jenerales de los cuerpos, las leyes de los fenómenos que aquellos nos presentan bajo la influencia de las causas que determinan el movimiento; así los resultados de las investigaciones científicas suministran directamente las reglas de la práctica (1).

"La física industrial comprende, segun la clasificacion de Mr. Laboulaye, las siguientes materias:

- 1.^a El conocimiento de la constitucion de los cuerpos, que explica las propiedades especiales que son utilizadas en la industria;
- 2.^a Las reglas destinadas a la produccion i empleo en las artes del calor, es decir, del agente casi universal del trabajo industrial, i por consiguiente el estudio de la naturaleza, de la fuerza viva, molecular que se necesita tanto para ayudar la

(1) CH. LABOULAYE: *Dictionnaire des arts et manufactures*.

transformacion de los cuerpos por accion química, como para crear el poder mecánico mediante las máquinas de vapor. Ella es una parte fundamental de la ciencia industrial;

3.^a El estudio de las aplicaciones modernas de la electricidad;

4.^a La utilizacion de los fenómenos del movimiento vibratorio de los cuerpos sonoros;

5.^a Las reglas para la construccion i la utilizacion de los aparatos de calefaccion, alumbrado, enfriamiento, etc."

Mr. Vigreux, profesor en la Escuela Central de Paris define así la física industrial: "la física industrial comprende el conjunto de los métodos i procedimientos por medio de los cuales se aplican a la industria i a los usos domésticos los principios i reglas de la física jeneral."

"Como ya lo veis, la física industrial no es una ciencia simple i una, como lo sería una ciencia abstracta; al contrario, es ciencia compleja i de aplicacion, formada por el concurso de la física jeneral, la mecánica, la química, las matemáticas, etc."

Así, para seguir con provecho un curso de física industrial, es menester estar provisto de conocimientos sólidos en matemáticas, mecánica, química i particularmente en física jeneral.

En la Escuela Central de Paris, cuyos programas tomaremos por modelo, existe un curso de física jeneral mui completo para los jóvenes, a quienes en su exámen de entrada se exigen conocimientos estensos de esta ciencia; hai tambien cursos de mecánica, de mecánica aplicada, de construccion de máquinas, de máquinas a vapor; i todo esto sin comprometer en nada la independencia i la individualidad de los cursos de física i de electricidad industriales.

Creo haber demostrado la importancia de la física industrial junto con su independencia de la física jeneral; el programa que pronto espondré, acentuará aun mejor la distincion establecida i la separacion de estos dos ramos de nuestros conocimientos.

El curso de física industrial i tecnología que he tenido el honor de inaugurar en la joven i ya célebre Universidad de Chile se divide en tres partes, a saber:

- 1.^a La *termo-técnica o técnica del calor* a la cual consagro tres horas semanales;
- 2.^a La *electro técnica o técnica de la electricidad*..
- 3.^a La *tecnología especial*, aplicaciones de la química industrial.

A estos dos últimos ramos consagraremos también tres horas por semana.

II

La técnica del calor se basa en el progreso de la ciencia i en los resultados que nos suministra la práctica; su objeto esencial consiste en imprimir una dirección racional a los procedimientos industriales i a las diversas aplicaciones del calor. Sin embargo, aunque práctica, no puede ni debe ser exclusivamente empírica. Por el contrario, tomando en cuenta los hechos observados i los datos mas seguros, suministrados por la experiencia, debe interpretarlos i coordinarlos, según el orden i método científicos. Procediendo de este modo, podremos establecer un criterio i una regla cierta para utilizar un hecho de un orden determinado con el menor gasto posible. Los futuros ingenieros, en el ejercicio de su profesión tendrán oportunidad de ver algunas veces que los cálculos teóricos relativos a la aplicación no dan siempre los resultados que de ellos se esperan, a consecuencia de la variabilidad de las condiciones en que se encuentran los aparatos en función. Si por ejemplo, tenéis que calcular un calorífero o un secador, un ventilador, podéis observar que las circunstancias atmosféricas que influyen sobre los efectos son estremadas i rápidamente variables. En tales casos, la prudencia aconseja colocarse en las condiciones menos favorables. «Por regla jeneral, dice Ferrini, en su tratado de la *Técnica del calor*, el ingeniero no debe separarse jamás de los datos sujeridos por la observación i la experiencia, sino discutirlos, para utilizarlos i armonizarlos con la teoría.»

El estudio, la construcción i la instalación de la mayor parte de los aparatos industriales reciben de la física industrial los datos que son necesarios a su empleo; el metalurjista la consulta para construir sus hornos de reducción o de fusión, para de-

terminar las temperaturas de combustion, la potencia i el efecto-calorífico de los combustibles; el minero i el arquitecto para el mejor procedimiento de aereacion, de ventilacion i de alumbrado; el industrial para construir sus calderos, los motores diversos i sus máquinas de vapor, para medir las temperaturas de los hornos, de los jeneradores, para construir sus chimeneas de fábricas, etc.

Mr. Ser bosquejó a grandes rasgos el programa de física industrial en el prefacio de su *Tratado de física industrial*.

«Trataremos desde luego, dice, de la produccion i trasmision del calor, de su graduacion, de su poder i del desprendimiento de los gases, cuyas leyes tienen alta importancia para la buena disposicion de los aparatos de calefaccion i ventilacion.»

Estudiaremos tambien los focos i los receptores destinados a producir i a recibir el calor. La discusion de sus formas, de sus proporciones i del funcionamiento manifestará la influencia de estos diversos elementos sobre la utilizacion del calor. Los aparatos empleados para poner los gases en movimiento: chimeneas, ventiladores, inyectores de vapor i de aire comprimido, serán en seguida cuidadosamente estudiados; estableceremos las fórmulas que suministran los medios de calcular las dimensiones necesarias para obtener con cada uno de ellos una presion i un volúmen determinados. Espondremos en seguida la teoría de las máquinas a vapor, de las máquinas de aire caliente, del desprendimiento de los gases i de los vapores, del tiraje de las chimeneas, relacionado todo esto con la termodinámica. I pasando despues a considerar mas especialmente las aplicaciones del calor a la industria i a la economía doméstica, trataremos de los calderos a vapor, de la calefaccion, la desinfeccion, la destilacion, la evaporacion, etc. Son estos, si no los términos mismos, por lo ménos, las líneas principales del programa trazado por Mr. Ser que se resume en los capítulos siguientes:

- 1.º Naturaleza i produccion del calor; fuentes de calor, equivalente mecánica del calor, nociones de termodinámico;
- 2.º Termometría industrial, medidas de las temperaturas;
- 3.º Calorimetría industrial, medidas de las cantidades de calor. Poderes caloríficos;

- 4.º Combustion i combustibles;
- 5.º Trasmision del calor;
- 6.º Flujo de los gases i de los vapores, derrame o desprendimiento de los gases i de los vapores, manómetros i anemómetros industriales;
- 7.º Receptores de calor, aparatos de combustion, hogares, focos, hornos, gasajeños;
- 8.º Chimeneas i aparatos de tiraje;
- 9.º Calderos a vapor;
10. Diversos sistemas de calefaccion, calefaccion o calentamiento;
11. Ventilacion, desinfeccion;
12. Vaporizacion, secadores;
13. Aparatos de destilacion i concentracion industriales;
14. Produccion del frio, su empleo industrial;
15. Aire comprimido, su empleo industrial.

Debemos insistir aun sobre la independencia de nuestro ramo.

La física industrial es una ciencia de aplicacion mui distinta de la física jeneral i de la mecánica. Por lo demas, ningun espíritu un poco elevado podria negar la entidad de esta ciencia del ingeniero que no se confunde ni con la física teórica ni con la mecánica aplicada a las máquinas.

Desarrollemos mas completamente nuestro pensamiento. La física industrial no toma de la teoría mecánica del calor sino los resultados, los valores numéricos, los hechos bien constatados; ella los aplica en seguida a las máquinas a vapor, a la calorimetría. El verdadero dominio de la termo-dinámica es la mecánica; es ella la que por medio del poder investigador del cálculo, discute los hechos primordiales i saca las consecuencias que el análisis pone despues en evidencia. Nosotros no tomamos de la termo-dinámica sino los resultados utilizables, aprovechando de la mecánica el conocimiento de la teoría.

Entretanto, la física jeneral tiene tambien su puesto en el estudio de la termo-dinámica, una parte modesta, es verdad, pero mui interesante: la esplicacion de los fenómenos bajo el punto de vista de la esperimentacion i de las hipótesis sobre la constitucion de los cuerpos i sus variaciones.

Aun en aquellas partes que mas se tocan i que parecen confundirse, la física industrial se separa de la mecánica, a lo ménos en una enseñanza de conjunto que abrace estos ramos de nuestros conocimientos. Citaremos un ejemplo: la física industrial, como la mecánica aplicada, se ocupan de los jeneradores de vapor, de los calderos, pero bajo dos puntos de vista mui distintos; miéntras la mecánica considera el vapor como fuerza, como motor, la física industrial estudia, por el contrario, el mejor medio de utilizar el calor para obtener aquella fuerza motriz. La mecánica en otros términos, considera una caldera como un receptor de calor destinado a producir una fuerza motriz; la física considera un jenerador de vapor como un aparato por medio del cual se utiliza el calor de modo que produzca su máximo de efecto útil.

En la Escuela central de artes i manufacturas de Paris, sin comprender la física jeneral, hai tres cursos profesados por ingenieros mui distinguidos, en cuyos programas figuran las calderas a vapor.

Estos son: el curso de *mecánica aplicada i de construccion de máquinas*, el curso *especial de máquinas a vapor* i el de *física industrial*. Sin embargo, estos tres cursos no se hacen competencia alguna, porque cada una de ellos corresponde a un punto de vista especial i tiene un destino previsto. En el curso de mecánica i de máquinas a vapor los jeneradores son considerados como fuentes de fuerza motriz; en el de construccion de máquinas, bajo el punto de vista de la fabricacion e instalacion de los calderos i en el de física industrial se trata de la mejor i mas económica utilizacion del calor o del combustible.

Para continuar con estas comparaciones, tomemos aun otro ejemplo. En la física jeneral se estudia la termometría tan completamente como lo permiten el tiempo i la instruccion de los alumnos: construccion, graduacion, calibrage de los termómetros, escalas diversas, distintas clases de termómetros, su comparacion, etc. En el curso de física industrial no tenemos para qué ocuparnos de estas cuestiones, i sin embargo, la *termometría* o medidas de temperaturas, tambien figura en nuestro programa, pero una termometría esclusivamente industrial: métodos para medir las temperaturas de las minas, de los pozos, de los

sondajes, de los secadores, de las salas, de los establecimientos industriales, de las calderas, de las chimeneas, de los hornos i hornillos con las indicaciones i las transmisiones de la temperatura a distancia, puntos todos que no pueden ser tratados en un curso de física jeneral. Las indicaciones i trasmision eléctrica de la temperatura, los pirómetros industriales de Skeinle, de Peterson, de Weinhold, de Joly, de Codazza, Siemens, etc., todo esto pertenece a la ciencia de aplicacion; seria inútil que fuéramos mas léjos para probar que la física industrial no puede confundirse ni con la física jeneral ni con la mecánica.

Como lo veis por el resumen de la técnica del calor, este curso de física industrial no solo tiene interes para nuestros futuros ingenieros de minas, para los industriales i metalurjistas, para los arquitectos, a los cuales está especialmente destinado; ademas todos los ingenieros, de cualquier orden que ellos sean, los constructores, los médicos, los militares podran tambien sacar algunas ventajas del estudio de las materias contenidas en nuestro programa.

Las consideraciones anteriores han sido espuestas en nuestra primera leccion de inauguracion del curso de física industrial el 14 de Mayo de 1890. Habíamos creido que los alumnos, las autoridades, el público se habian enterado de lo que debia ser un curso de física industrial. La esperiencia nos ha demostrado que no es así; como esta asignatura es de introduccion reciente en la enseñanza universitaria, pocos son los que han querido informarse de las materias que abraza la física industrial. Sin embargo, algunos han manifestado el deseo de conocer el programa completo de la enseñanza de la física industrial i tecnología en la Universidad de Chile. Para satisfacer a dicho deseo i tambien para poner los programas entre las manos de los alumnos, los publicamos bastante detallados.

M. H. Valerius, en su obra titulada *Las aplicaciones del calor (les applications de la chaleur)* da en pocas palabras una idea exacta de la termo-técnica; dice así: "el problema de las aplicaciones del calor a las operaciones industriales puede enunciarse como sigue: *dando un efecto calorífico que producir, determinar la naturaleza del combustible que debe emplearse para realizarlo, el*

modo de combustion, como tambien la forma i las dimensiones del aparato de calentamiento."

La solucion de este problema abraza el dominio de la termo-técnica.

En su curso de física industrial de la Escuela de ingenieros de Gand, Valerius estudia: 1.º los combustibles, potencia calorífica, combustion, aparatos de calefaccion; 2.º chimeneas i ventiladores; 3.º focos de todas clases, ordinarios, de locomotoras, etc.; 4.º trasmision del calor, aparatos de vaporizacion, de destilacion, secadores, etc.; 5.º ventilacion; 6.º aparatos de calentamiento.

En el *Instituto técnico superior* de Milano i en la *Escuela de aplicaciones de ingenieros de Nápoles* el curso de física industrial (técnica del calor) comprende: 1.º Termometría; 2.º Calorimetría; 3.º Trasmision del calor; 4.º Movimiento de los fluidos en sus conductos; 5.º Combustibles i combustion; 6.º Aparatos de combustion; 7.º Calentamiento de los cuerpos, aparatos de calentamiento; 8.º Ventilacion; 9.º Aparatos de ventilacion i de tiraje. 10. Evaporacion, secadores.

III

Un curso de *electricidad industrial o electro-técnica* es, en verdad, una enseñanza nueva; pero para poder seguirlo con provecho, importa que los alumnos sean bien preparados por el estudio de la física jeneral i por el conocimiento de las nociones comunes sobre la electricidad. Grandes progresos se han realizado en estos últimos años, i cada día nos presenta la electricidad un perfeccionamiento nuevo, multiplicándose sin cesar sus aplicaciones. Un ingeniero, cualquiera que sea su rango en la jerarquía técnica, no puede permanecer ajeno a este movimiento científico e industrial. Voi mas léjos aun, i creo que el estudio de la electricidad pertenece hoi día al número de los conocimientos necesarios al ingeniero de minas mismo, tanto por lo que toca a las instalaciones de la superficie como a las del fondo de los trabajos que con este objeto se emprenden. Además del alumbrado, de la traccion, prestándose al transporte de la fuerza en las galerías subterráneas por medio de simples cables conduc-

tores, a todas las sinuosidades de los ríos i a las deformaciones de las galerías, ha preocupado mucho en estos últimos años a los explotadores de minas.

«La electricidad es la reina del día, dice un ingeniero electricista, amigo mio, M. H. Vivarez, i sería desconocerla no darle un lugar especial en la lista de las novedades. . . es solo desde 1870 que la electricidad ha tomado su verdadero vuelo. Con Gramme aparecen en 1872 los primeros jeneradores poderosos de electricidad, con Jablosckoff, en 1879, el problema de la division de la luz es resuelto de una manera elegante que populariza el nuevo alumbrado; con Edison, dos años despues, nace la luz incandescente, hoi día rival de la del gas. Hacia la misma época, Graham Bell i Edison inventan el teléfono; i Desprez, tomando el principio de una esperiencia célebre, hecha por H. Fontaine, en la esposicion de Viena de 1873, pone a la órden del día el trasporte de la fuerza por la electricidad.»

La Escuela central de artes i manufacturas de Paris, ha inaugurado, tal vez la primera, al ménos en Francia, la enseñanza de la electro-técnica; ella ha tenido un curso de electricidad industrial en una época en que no existia en Francia, sino la enseñanza especial de la Escuela de telegrafía i el curso del Conservatorio de artes i oficios. Desde entónces otros cursos de electricidad práctica o industrial han sido creados en Paris, como el curso de electro-técnica de M. Desprez en el Conservatorio de artes i oficios (*conservatoire des arts et métiers*), el curso de M. Hospitalier en la Escuela de física i de química industrial de Paris; en fin, el curso de electricidad industrial creado en la Escuela superior de minas de Paris por decreto del mes de Febrero último.

M. Leblond profesa un curso de electro-técnica en la Escuela de oficiales torpederos (*École des officiers torpilleurs de Toulon*). En la facultad de ciencias de Grenoble (Francia), se ha inaugurado tambien un curso de electricidad industrial; hai otros aun: M. Ponthiere desarrolla en la Universidad de Louvain un curso de electricidad industrial con aplicaciones a la metalurjia; Mr. Eric Gerard, director del *Instituto electro-técnico de Montefiore* en la Universidad de Lieja (Bélgica) desarrolló un programa mui completo de electro-técnica: teoría de la electricidad i del mag-

netismo; electrometría; teoría i construccion de los jeneradores i de los trasformadores eléctricos; canalizacion i distribucion de la enerjía eléctrica; aplicaciones de la electricidad a la produccion i a la trasmision de la fuerza motriz; a la traccion, al alumbrado, a la metalurjia, etc. Mr. Palaz enseña igualmente la electricidad industrial en la Universidad de Lausanne i el señor Reinaldo Ferrini en el Instituto técnico superior de Milan.

Tenemos ya un conjunto de hechos de esperiencia, una tradicion de enseñanza eléctrica que nos permite formular un programa de electricidad industrial.

Espondremos muí sumariamente los teoremas jenerales que permiten establecer la correlacion de las manifestaciones magnéticas i eléctricas con los otros fenómenos de la naturaleza i, por consiguiente, someterlos a medidas comunes; daremos a conocer los principales sistemas de medidas eléctricas i magnéticas cuyo conocimiento es indispensable al electricista; i pasaremos, en seguida, al estudio de las máquinas eléctricas i a la determinacion de sus elementos en vista de un efecto determinado i de la construccion. Entraremos despues en la descripcion, la teoría i el cálculo de los trasformadores. Trataremos, a continuacion, de la produccion de la electricidad por el calor i las acciones químicas, de la canalizacion eléctrica, de los acumuladores, de la trasmision de la fuerza eléctrica, del alumbrado eléctrico i principalmente de sus instalaciones, de la distribucion de la enerjía eléctrica, de las aplicaciones industriales a la metalurjia, a la marina, etc.; de manera que el programa de electro-técnica del curso de la Universidad, sea mas o ménos, el mismo de la escuela central de Paris, i puede resumirse en los capítulos siguientes: 1.º Principios jenerales, conservacion de la enerjía, unidades i leyes; 2.º Electrometría o sistema de medidas; 3.º Produccion de la electricidad, jeneradores eléctricos; 4.º Pilas primarias termo-eléctricas, hidroeléctricas; 5.º Pilas secundarias, acumuladores; 6.º Máquina magneto-eléctrico, dinamos; 7.º Transformadores; 8.º Instalaciones i canalizacion; 9.º Electrólisis, electro-metalurjia, galvanoplastía; 10. Luz eléctrica, alumbrado eléctrico; 11 Trasmision de la fuerza; 12 Motores eléctricos; 13. Traccion eléctrica; 14 Aplicaciones diversas de la electricidad, a la marina, al teatro, al arte militar, etc. i telegrafía, telefonía,

etc. Este programa abraza un curso completo de electro-técnica que debe desarrollarse en dos años de estudio; necesita muchas aplicaciones numéricas i proyectos que preparar, discutir de manera a poner los alumnos en estado de establecer una instalacion eléctrica cualquiera. La enseñanza técnica de la electricidad se impone hoy; en un porvenir muy cercano, la electricidad reemplazará al vapor como motor i al gas en el alumbrado. Es indispensable que los ingenieros conozcan este agente i puedan aplicarlo. I ya se fabrican locomotoras eléctricas.

IV

La tercera parte de la enseñanza que estoy encargado de profesar en la Universidad es la *tecnología*, rama especial de la química industrial en relacion con las aplicaciones directas, i la instalacion de fábricas, manufacturas, etc.

La importancia del trabajo industrial, i por consiguiente, de los conocimientos que permiten hacerlo lo mas provechoso posible, es bastante grande i muy vivamente sentida para que tengamos que demostrarla. Sobre él reposa toda la civilizacion moderna, con el crecimiento rápido de la riqueza, la difusion del bienestar i de la independencia en poblaciones cada dia mas considerables. La riqueza i la civilizacion se deben hoy día a la acumulacion de los instrumentos de trabajo, i principalmente de las máquinas que hacen una parte cada vez mas considerable de la ruda labor impuesta antes a las clases desgraciadas. Admirable resultado que solo se comprende cuando se piensa que no es solamente por medio de la fuerza física que el hombre obra sobre la naturaleza, sino, sobre todo, por medio de su inteligencia, por medio de los descubrimientos que las diversas ciencias acumulan en los métodos perfeccionados que las generaciones sucesivas se transmiten. Son estos conocimientos los que constituyen la *Tecnología*.

La tecnología, tomada en el sentido mas lato, *es la ciencia de los procedimientos segun los cuales el hombre emplea las fuerzas, i obra sobre las materias primas suministradas por la naturaleza para utilizar estas fuerzas i obtener de estas materias primas lo que sirva a la satisfaccion de sus necesidades i de sus deseos.*

La tecnología es, pues, la parte de aplicación de las ciencias que abrazan las artes i las profesiones industriales. Todo lo que se fabrica o se construye, sea por medio de las manos, sea por medio de las máquinas i de los instrumentos debidos a la invencion de los hombres es del resorte de la tecnología. La mecánica aplicada, la física industrial, la electro-técnica, la química industrial, la metalurgia, etc., son ramas de la tecnología jeneral, i en cuanto a la parte que en este conjunto nos corresponde, lo tomamos de la física industrial, de la electricidad industrial, de la química aplicada, de la metalurgia, etc. constituyendo, con estos diversos elementos, un ramo de la enseñanza técnica i sobre todo de aplicación directa. Comprendiendo el curso técnico que profesamos en la Universidad la *física industrial*, la *electricidad industrial*, la *tecnología especial* debia llamarse curso de tecnología jeneral. Una buena clasificacion de la tecnología, consistiria en considerar los procedimientos tecnológicos como aplicaciones de las ciencias físicas i químicas, no pasando mas allá del conocimiento de las leyes de la naturaleza que constituyen la ciencia, i de la utilizacion de estas leyes, que constituye los métodos tecnológicos. "Se distingue, ordinariamente, las artes de las ciencias, dice el sabio Ampère. Esta distincion está fundada en que en las ciencias el hombre conoce solamente i en las artes conoce i ejecuta. Pero si el físico conoce las propiedades del oro, como su fusibilidad, su maleabilidad, etc., es necesario que el artífice por su parte conozca los medios que debe emplear para fundirlo, batirlo en hojas o estirarlo en hilos, i en los dos casos hai conocimiento. No hai, pues, realmente, cuando se trata de clasificar todas las verdades accesibles al espíritu humano, ninguna distincion que hacer entre las artes i las ciencias; las primeras como las segundas, deben entrar en esta clasificacion; eso sí que las artes no entran sino con relacion al conocimiento de los procedimientos i de los medios que ellos emplean, abstraccion hecha de la destreza del artista, aunque no de la instruccion mas o ménos completa que haya adquirido, segun sea mas o ménos sabio en su arte.

"Con respecto al conocimiento, todo arte, como toda ciencia, es un grupo de verdades demostradas por la razon i reconocidas por la esperiència, que reunan un carácter comun, carácter que

consiste, sea en que estas verdades se relacionen con objetos de la misma naturaleza sea en que los objetos estudiados se consideren bajo el mismo punto de vista.

«Si dejamos a un lado la habilidad operatoria, que necesita cierto aprendizaje, los procedimientos industriales no pueden ser comprendidos, simplificados o mejorados, sino por medio del conocimiento de las leyes naturales que ellos utilizan i por medio de un método que permite analizar todo resultado nuevo, aprovechando todos los hechos que la experiencia haga conocer.»

El estudio de las ciencias debe siempre preceder al de las industrias i aplicaciones, no solo a causa de los conocimientos i datos que aquellas suministran, sino aun porque enseñan a analizar todos los fenómenos que en la aplicacion se encuentran.

Segun Mr. Laboulaye, la clasificacion científica de la tecnología se reduce a formular la clasificacion de las ciencias cuyas aplicaciones constituyen los procedimientos industriales. Este sabio distingue seis categorías de ciencias fundamentales, a saber: *matemáticas, geometría, mecánica, física, química, biología* i seis secciones en la tecnología jeneral, a saber: *física industrial, química industrial, biología industrial, mecánica industrial, geometría industrial, arte industrial*.

Las fabricaciones, las industrias, se relacionan, pues, con las diversas ciencias, donde toman las teorías que las esclarecen i fecundan. La ciencia dá la prevision, i la prevision permite la accion. Esta fórmula espresa de una manera exacta la relacion de la ciencia i del arte. Tales son los principios que dirijen la accion de trabajo que el hombre ejerce sobre la naturaleza, las relaciones de lo verdadero i lo útil. El trabajo tiene, en definitiva, por objeto la modificacion de la materia por el empleo de las fuerzas naturales.

- Así latamente considerada, la *tecnología jeneral* se enseña en varios cursos de la Universidad; pero el fin de nuestra enseñanza tecnológica es estudiar en detalles algunas industrias principales i especiales en cuyas aplicaciones nuestros futuros ingenieros industriales encontrarán donde ejercer sus aptitudes i donde aplicar sus conocimientos; el objeto esencial del curso de tecnología es el aprovechamiento de las materias primas del

país i la instalacion de fábricas i manufacturas nacionales. Por lo demas el programa siguiente indica el objeto de nuestro curso de tecnología, que tiene por objeto especial el estudio de instalaciones de fábricas i de la fabricacion industrial:

A.—*Industrias que elaboran las materias primas estraidas del suelo.*

1.º Cerámica, porcelanas, lozas, alfarería, tierras cocidas, tejas, ladrillos, etc.

2.º Cal, yeso, cementos;

3.º Vidrios, cristales, cristalería;

4.º Alumbrado, fabricacion del gas i otras materias; carbonizacion i destilacion de materias orgánicas;

5.º Petróleos, naftas, betunes, aceites minerales, asfaltos, etc.;

6.º Azufre, solfatares, ácido sulfuroso i ácido sulfúrico, fabricacion industrial;

7.º Aguas gaseosas; su fabricacion industrial;

8.º Esplosivos, pólvoras.

B.—*Industrias que elaboran las materias vejetales i animales;*

1.º Cuerpos grasos, estearina, bujías;

2.º Jabones, aceites, etc.;

3.º Jelatina, cola, carbon animal, fosfatos;

4.º Conservacion de las sustancias animales i vejetales, tanaje i curtiduría;

5.º Celulosa, materias téxtiles, papel;

6.º Azúcar; industria del azúcar, sacarimetría sacarina.

C.—*Industrias que trabajan en segunda elaboracion los productos que provienen de industrias extractivas.*

1.º Productos derivados de la hulla i del alquitran; industrias de las materias tintoriales artificiales;

2.º Colores i pinturas, colores comerciales;

3.º Blanqueo de los tejidos; impresion;

4.º Siderurjia; industria del hierro, especies comerciales e industriales de hierro i acero;

5.º Especies comerciales de otros metales en segunda elaboracion.

D.—*Industrias basadas en la fermentacion.*

1.º Vinos, alcoholes, cervezas, destilacion i rectificacion;

2.º Glutens, almidon, harinas, panificacion.

Queda bosquejado el programa jeneral del curso de *tecnología* que mas adelante será detallado con mas precision. Él abraza tres ramas de la tecnología jeneral: la *técnica del calor*, la *técnica de la electricidad* i una *parte de la técnica, química i mecánica* relativa a las principales industrias. Este programa es demasiado vasto para ser recorrido i desarrollado en un solo año de estudio; una tal estension de materias exige dos años. Atendiendo a esta indicacion i a lo propuesto por el señor decano don Uldaricio Prado, el Consejo de Instruccion Pública ha tomado la declaracion siguiente:

"UNIVERSIDAD

CLASE DE FÍSICA INDUSTRIAL

--oφo--

Santiago, 3 de Julio de 1890

Visto el oficio que precede,

Se declara:

Que el estudio de la física industrial, prescrito por el supremo decreto de 11 de Enero de 1889, i asignado al primer año del curso especial para ingenieros jeógrafos i de minas, industriales i metalurjistas, debe hacerse estensivo tambien al segundo año de dicho curso, debiendo el profesor del ramo hacer seis horas de clase a la semana i dedicarse especialmente a la enseñanza de la electro-técnica.

Comuníquese, publíquese e insértese en el Boletín de las leyes i decretos del gobierno.

BALMACEDA

Julio Bañados Espinosa."

La física industrial que es realmente un ramo de aplicaciones i no de teorías, debería ser obligatorio para todos los alumnos de ingeniería, cualquiera que sea la clasificacion; no solamente los ingenieros civiles, industriales, metalurjistas, jeógrafos, de minas, sino tambien los arquitectos, los constructores, etc. necesitan el conocimiento de lo que se trata en el curso de física indus-

trial. En la tecnología especial se propone principalmente el estudio de la instalación de fábricas, i no el estudio de las propiedades de los cuerpos que corresponde a la química. Los programas siguientes detallados, van a demostrar, mucho mejor que una disertación sobre el particular, la extensión i la importancia de la física industrial del caso tal como la comprende mi curso de dos años.

En el nuevo plan de estudios en proyecto el curso de física industrial será común para todos los alumnos del 3.^{er} año de ingeniería con 4 $\frac{1}{2}$ horas semanales de clase i 3 horas de ejercicios i aplicaciones, ó sea 7 $\frac{1}{2}$ horas por semana.

A. F. NOGUÈS

Ingeniero civil de minas, profesor de física industrial
i tecnología en la Universidad

(Continuará)

