

# LA FORMACION DE INGENIEROS ANTE NUEVOS REQUERIMIENTOS DE LA CIENCIA Y LA INDUSTRIA: SUPERACION DEL ESPECIALISMO

por el prof. BERTRAND SCHWARTZ y  
el prof. M. CLAUDE DESTIVAL

Director y Director Técnico de la Escuela Nacional Superior de  
Metalurgia e Industria de la Universidad de Nancy

La formación de ingenieros responde a un cierto número de objetivos. En primer lugar, "la adquisición de conocimientos". El ingeniero debe ser capaz de comprender a la vez los fenómenos puestos en acción en la industria, y de actuar gracias a esta comprensión en los procesos técnicos de su explotación. Es hacia este objetivo que debe tender la progresión que sigue el alumno en el cuadro de las enseñanzas científicas y técnicas de la escuela.

Sin embargo, en todos los dominios industriales, los técnicos se diversifican, ponen en acción fenómenos cada vez más numerosos y mejor conocidos. Por otra parte, la comprensión de esos fenómenos acude a modelos cuya complejidad y grado de abstracción aumentan, y que exigen el concurso de un instrumento matemático y, sobre todo físico, más elaborado.

Estos factores determinan una progresión que comprende tres fases: a) adquisición de instrumentos matemáticos y físicos necesarios para la descripción y comprensión de los fenómenos utilizados en la técnica; b) estudio en profundidad de los campos de fenómenos que pone en acción la industria, estudio conducido hacia la afirmación de los modos de utilización de los instrumentos ya adquiridos, y hacia la consecución de una comprensión y una asimilación profunda de los fenómenos estudiados; c) adquisición de métodos de pensamiento y de acción que permitan abordar y aprehender los problemas industriales y la aplicación a ellos de los conocimientos adquiridos en la etapa precedente.

Esta tercera etapa sólo puede ser enfrentada cuando los fenómenos en cuestión han sido comprendidos y asimilados. Esta condición impide la dispersión del alumno entre las demasiado numerosas disciplinas; sólo el estudio, durante largas horas, de un campo de fenómenos limitado puede permitir al alumno alcanzar el término de esta progresión y adquirir, más que conocimientos, los métodos de pensamiento y de acción que le serán necesarios. Los métodos asimilados por el alumno a propósito del estudio de un dominio industrial limitado, le serán igualmente utilizables cuando aborde un dominio diferente. Se ve

entonces que esta limitación del dominio estudiado por cada alumno se inspira en una preocupación no de especialización, sino de formación de espíritu: el campo de fenómenos estudiados no constituye más que la ocasión, el soporte de esta formación.

El segundo objetivo, mucho más delicado, es la preparación para la "utilización de los conocimientos". Antes que nada, es preciso aprender a exponer los problemas. Es éste un verdadero procedimiento del espíritu, poco señalado a menudo por el hecho de que los problemas son dados bajo una forma abstracta o simplemente demasiado "digerida". Ahora bien, "exponer el problema" es precisamente digerirlo, es llevarlo a una resolución de ecuaciones: es ésta una fase capital del razonamiento y de la acción. Una vez expuestos los problemas, es preciso hacer su análisis, el análisis de los factores, el de los fines, el de los medios para resolverlo. Se notará a este respecto la similitud del procedimiento ya sea que se trate de problemas de física, de tecnología o aun de problemas sociales o económicos.

Terminado este análisis, es necesario documentarse, hacer una bibliografía, esto es, un ejercicio de paciente inteligencia, el cual debe ser enseñado en nuestros establecimientos. Desde el momento que el problema ha sido formulado y analizado, desde el momento que la documentación se ha reunido, el problema puede ser atacado, comienza la experimentación, hay que "observar".

A menudo, y con justa razón, los industriales se quejan de que los ingenieros no saben observar: tal cosa sucede porque la formación para la observación es muy difícil, siendo sin embargo la observación algo que puede aprenderse.

Después de la observación, la síntesis: implica ella una interpretación de los resultados, una clasificación, una investigación de la importancia de los factores, una distinción entre lo que es esencial y lo que puede ser descuidado.

En la síntesis, lo mismo que en todas las otras fases, es importante que el ingeniero tenga el hábito, el reflejo de "pensar en el orden de magnitudes"; deberá él decidir lo que descuidará y saber por qué des-

cuida tal factor; desde la escuela deberá él desarrollar esta actitud de espíritu, a menudo extraña a una formación muy matemática.

Parece esencial otro elemento en lo que llamamos utilización de los conocimientos: tal es la comunicación. ¿De qué sirve, en efecto, ser capaz de exponer un problema, de analizarlo y observarlo, de documentarse y efectuar la síntesis si no se pueden comunicar sus resultados? Un cuadro docente debe ser capaz de comunicar lo que sabe, lo que piensa, lo que decide, a sus subordinados, a sus iguales o a sus superiores; la comunicación es un elemento fundamental de nuestra formación.

Las disertaciones no tienen otro fin que permitir a los jóvenes expresarse y comunicarse. Pero ellos parecen olvidar muy a menudo esta finalidad de nuestra enseñanza secundaria, ante la obligación en que ellos se creen de tener que "extenderse", de tener que "decir muchas cosas" en las disertaciones.

La comunicación es precisamente el hecho inverso: es expresar los elementos esenciales de manera clara y rápida. En efecto, la comunicación, la expresión escrita u oral, no es solamente la traducción de resultados, de decisiones, sino mucho más. Debe responder ella a una de las misiones esenciales del cuadro docente, cual es la educación de hombres que trabajan al lado suyo. Si nosotros estimamos que el ingeniero debe instruir, hay que prepararlo para este papel desde la escuela, y para ello es preciso enseñarle a comunicar, a transmitir.

Tal es, a nuestro sentir, el segundo objetivo de la formación que hemos titulado "la utilización de conocimientos".

Yendo más allá, hay un tercer objetivo: el desarrollo de la imaginación. Es ésta, ciertamente, una operación mucho más difícil de realizar. La imaginación es una noción compleja. Decimos que tener imaginación es ser capaz de adaptar al problema que se estudia la solución de un problema diferente.

Al multiplicar las analogías, al investigar, en el curso de la asimilación de los conocimientos, al relacionar los fenómenos, se puede desarrollar la imaginación. De igual manera, el cambio de medios es uno de los factores esenciales de este desarrollo.

Como último objetivo, se debe agregar finalmente la formación del carácter. Si bien en el ingeniero todas las cualidades pueden juzgarse como indispensables, no es posible tratar de desarrollarlas todas, siendo necesaria, pues, una elección de ellas. Hemos hecho recaer esta elección en dos de aquellas cualidades que han sido particularmente bien definidas por Gastón Berger, quien estimaba nece-

sario volver a nuestros alumnos *disponibles* y *autónomos*.

¿Y qué cosa es la disponibilidad? Es la capacidad de adaptación y de apertura a cosas nuevas y a hombres nuevos, la adaptación comprendida como incorporación: coger de lo nuevo lo que tenga de mejor. Esta disponibilidad es innegablemente uno de los hechos esenciales que nosotros debemos tener in mente en la formación de nuestros jóvenes. Porque si permitimos la salida de nuestras escuelas de alumnos o ingenieros *indisponibles*, podemos tener la certeza de que ellos van destinados al fracaso completo en su trabajo y en sus vidas, cualquiera que haya sido la formación intelectual que les hayamos dado. La disponibilidad es una cualidad que se puede y se debe adquirir cuando se es joven, y que se puede y se debe, pues, propiciar en nuestras escuelas.

La otra forma de carácter por desarrollar, según Gastón Berger, es la *autonomía*. "La autonomía consiste en ser capaz de permanecer en calma en medio de la agitación". En efecto, Gastón Berger entendía por ella la capacidad del hombre para situar los problemas y situarse a sí mismo.

Ser autónomo consiste en tener una escala personal de valores, en asumir la propia concepción del mundo, en actuar en función del propio carácter y del ideal propio, y no según prejuicios o ideas prestadas. Consiste en rehusar el confinamiento en la rutina, el confort moral, en aceptar los riesgos al asumir responsabilidades. Tal es, entonces, su objetivo esencial.

En todo tiempo, la función de la producción ha implicado la realización de ella, teniendo en cuenta imperativos y apremios: costes de fabricación, seguridad, confort y remuneración del personal, calidad de producto.

La imagen representativa de este conjunto podría ser un triángulo cuyo tres vértices correspondieran a los tres tipos de imperativos, situándose al ingeniero de producción al interior del triángulo. Cada vez que él se aproxime a uno de los vértices, raro sería que no se alejara de los otros dos, o al menos de uno de ellos. ¿Su finalidad? Mejorar las "técnicas" para determinar y considerar el mejor de los imperativos. ¿Qué cualidades no debería tener este ingeniero, provisto de tres ojos, que se propulsa en el interior de su triángulo? Pero se ve también qué dimensión falta a su trabajo: la dimensión de espacio, la de la *remise en cause* (remisión a la situación).

Ahora bien, el ingeniero debe remitirse sin cesar a las situaciones para hacer mejor las cosas. Debe, pues, situarse no ya en el plano, sino también por encima de él, lo cual viene a demostrar que él tiene que

trabajar con un equipo, permaneciendo éste en el plano y él en el exterior en el vértice de un tetraedro. ¿El equipo de producción? Un tetraedro cuyo jefe, el ingeniero, toma entonces un papel muy diferente al que ha tomado habitualmente. Deberá él en particular: a) delegar ciertas funciones, b) controlar otras funciones, c) asumir ciertas otras. Entre las primeras se encuentran las funciones técnicas normales; entre las segundas, la función calidad; entre las terceras, la función seguridad y precio de coste.

Aparece ya aquí la función formación: si se quiere delegar, hay que formar para ello; mientras más se quiere delegar, más hay que formar. Deberá el ingeniero esforzarse en educar, en aumentar el potencial de todo su equipo y el suyo propio. Deberá él también asumir la formación. Se ve cuán diferente de la realidad es la imagen propuesta. ¿Es esta una visión utópica o simplemente prospectiva? Pienso que esta visión es lo que cada vez más debería ser la realidad.

La posición en el vértice del tetraedro, colocando al ingeniero por encima del plano de su equipo le permite, o le apremia, así a: a) remitirse a la situación, b) asegurar la educación del potencial de su equipo, formándolo permanentemente.

No insistiré aquí sobre el problema éste, que no es otro que el de la educación permanente, porque ya

lo he tratado en otra parte. A propósito del primer punto, insistiré en el hecho de que la remisión a las situaciones implica numerosos aspectos:

a) la organización del trabajo es una remisión a la situación "diaria", ella se distingue de la más lejana afectada por los estudios de nuevos métodos, de nuevas máquinas, de nuevos materiales; estos estudios son cada vez más en el hecho una verdadera investigación aplicada, a la que el ingeniero deberá —y éste es un nuevo papel esencial— ser uno de los promotores. En efecto, la investigación aplicada no significa investigación directamente interesada; de aquí se deduce que la industria no deberá contentarse sólo con equipos de nivel suficiente que dispongan de tiempo suficiente.

Sólo la conjunción de dos permite una progresión real y constante. Pero para que esta conjunción sea posible, es preciso que el ingeniero de producción sea un verdadero relevador de los laboratorios, es decir, capaz de: —detectar los campos de experiencia y proporcionárselos a los investigadores, —asegurarse para él mismo ciertas partes de la experiencia, —comprender los resultados y transmitirlos bajo una forma susceptible de ser explotada por los investigadores. El ingeniero debe, pues, a la vez dar, asumir parcialmente y recibir mediante la comprensión de todo el fenómeno.

## noticias universitarias del interior

### UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE

#### *Donación de libros sobre medicina a la Universidad Austral*

Una valiosa donación de libros sobre medicina hicieron entrega a la Universidad Austral, representantes de los gobiernos de Francia y Alemania Federal. Esta donación que incluye textos en idiomas extranjeros y otros materiales impresos de gran utilidad para los estudiantes de esta rama, viene a significar una de las primeras ayudas recibidas por la Escuela de Medicina de esta Universidad, que ha sido recientemente inaugurada.

### UNIVERSIDAD DE CHILE EN TEMUCO

En una reunión efectuada recientemente en Santiago, los arquitectos señores Rolando Rocha, Pablo Reydel y Hernán Carrasco hicieron entrega a la Corporación de la Vivienda de los planos y demás antecedentes del nuevo edificio que conformará el Hogar Universitario para alumnos de la Universidad de Chile en Temuco. En esta reunión estuvieron presentes el Director de este plantel universitario, profesor Francisco Salazar; el sucesor de éste, Prof. Arturo Ducoing H.; el director de la Universidad de la Frontera, Prof. Jaime Arellano; el Director del

(pasa a la página 27)