



¿QUE ES LA METALURGIA?

MARIO MEZA MALDONADO
Ingeniero Civil Metalúrgico
Profesor Jornada Completa
Departamento de Metalurgia U.T.E.



INTRODUCCION:

Es muy común que la respuesta a la interrogante planteada en este artículo tenga tantas respuestas como sea el número de personas que opinan; esto lo hemos podido verificar a lo largo de nuestra experiencia, primero como alumnos en nuestro paso por la universidad y ahora como profesionales.

Esta pregunta, también, tiene diferentes respuestas dentro de los académicos de las distintas universidades chilenas, la que se traduce en diferentes planes de estudios, distintas formas de organizar académicamente un departamento y, finalmente, como producto, un ingeniero con distinta formación.

Por esto, no es de extrañar que en algunas universidades nacionales no existan Departamentos de Ingeniería Metalúrgica, si no que es una especialización de la carrera de Ingeniería Mecánica ⁽¹⁾ o Ingeniería Química ⁽²⁾ quedando en el mejor de los casos reducida a una sección dentro de otro Departamento de Carrera ⁽³⁾.

Sólo en la U.T.E. existe un Departamento de Metalurgia formal, que entrega dos clases de ingenieros; uno de cuatro años, conocido como Ingeniero de Ejecución Metalurgista y el otro de seis años, que corresponde al Ingeniero Civil Metalúrgico.

En general, los diferentes planes de estudios en Metalurgia siempre son coincidentes de una u otra forma con las necesidades nacionales en este campo.

Nos hemos planteado como objetivo final, dar respuestas a las interrogantes: ¿Qué debe

ser un Ingeniero Metalurgista? y ¿Cómo poder obtenerlo?

Es indudable que no es tarea fácil, aún más, puede que la respuesta o las respuestas, estén sujetas a revisión constante a medida que pasa el tiempo. Nosotros nos daremos por satisfechos si al menos logramos despertar el interés de Ingenieros y académicos, en esbozar un Plan de Estudio conducente a lograr un Ingeniero Metalurgista capaz de enfrentar en forma satisfactoria, nuestra realidad industrial, con proyección hacia las necesidades futuras.

Para lograr el objetivo final que nos hemos planteado es necesario responder una serie de interrogantes, tales como: ¿Qué matemáticas necesita un Metalurgista?, ¿Qué física es básica para su formación?, ¿Cuál es la situación de la Ingeniería Metalúrgica en Chile? y otras que saldrán en el camino.

Hemos creído conveniente comenzar por dar respuesta a la interrogante ¿Qué es la Metalurgia?, para continuar con una serie de artículos elegidos de tal manera de irnos acercando en forma escalonada a nuestras interrogantes finales.

La serie de artículos que pretendemos escribir, está inspirada en varias publicaciones, obtenidas después de hacer una recopilación bibliográfica, sobre esta materia.

LA METALURGIA O LA CIENCIA Y EL ARTE DE LOS METALES

La Metalurgia es la ciencia y el arte de extraer metales a partir de sus minerales, refinándolos y preparándolos para su uso. La obtención de los

metales se realiza a través de una secuencia de pasos o etapas que pueden ser de carácter físico o químico.

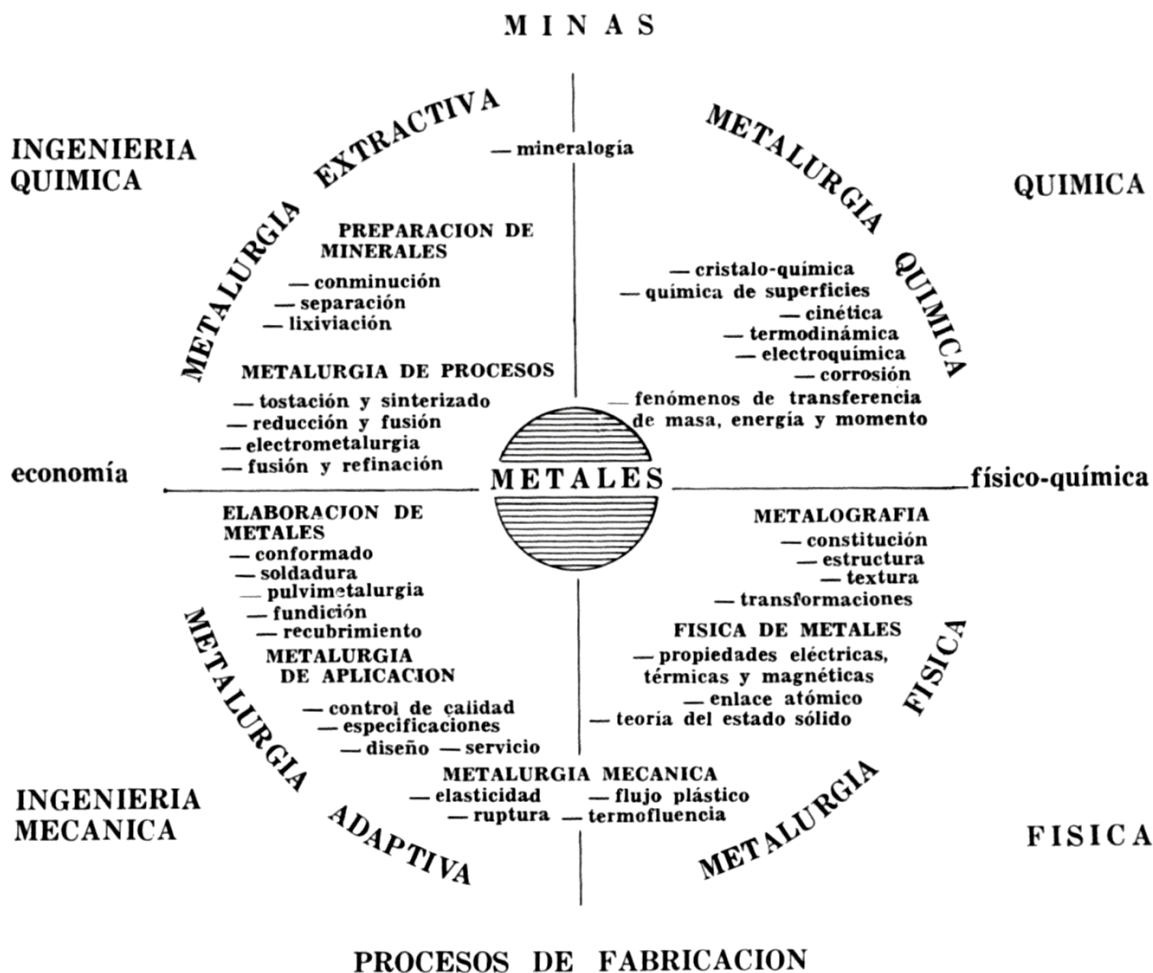
Los metales se encuentran en la naturaleza en forma de minerales o mezclas minerales, los cuales contienen usualmente grandes proporciones de minerales de desperdicio, junto a los minerales de los metales valiosos. Una vez extraída la mezcla mineral de la mina, el primer paso a seguir es, en general, extraer físicamente los minerales valiosos separándolos en gran parte de la ganga. Esto se realiza triturando y moliendo los minerales para separarlos entre sí y luego concentrando aquellos minerales valiosos por procedimientos, tales como la concentración por gravedad, flotación por espuma o separación magnética, en los cuales se aprovechan las diferencias de las propiedades físicas de los diferentes minerales. Estas operaciones se caracterizan por no modificar las características químicas de los minerales que han sido separados.

Los siguientes pasos en la extracción de los metales a partir de los concentrados y su refinación posterior, son necesariamente de naturaleza química, el metal valioso debe ser separado químicamente del compuesto que lo contiene; para esto se requiere la ejecución de una amplia variedad de reacciones químicas en gran escala. La mayor parte de estos procesos químicos se realizan en Hornos de Alta Temperatura, aunque algunos se llevan a cabo en soluciones acuosas a temperaturas cercanas a la temperatura ambiente; en algunos casos se utiliza electricidad para producir los cambios químicos, tanto a bajas como altas temperaturas. En general, la obtención de un metal en particular involucra una serie de tales pasos químicos.

(1) U.C.

(2) U.C.V.

(3) U.T.F.S.M.



EL CAMPO DE LA METALURGIA Y SUS VECINDADES

figura Nº 1

Una vez que el metal ha sido extraído y refinado, debe sufrir un tratamiento posterior para adaptarlo al uso que le ha sido asignado. Por medio de las adiciones de otros elementos, las deformaciones mecánicas, los tratamientos térmicos, etc., se le entregan al metal las propiedades que determinan su utilidad posterior.

Este es, a grandes rasgos, el panorama de la Metalurgia; es por lo tanto, en primera instancia, un conjunto de actividades humanas reunidas con un fin común, la obtención de objetos metálicos. La importancia de unificar estas actividades en una sola cosa objeto de estudio, no es del todo clara y su justificación es más bien histórica; sin embargo, cabe tener presente que en la naturaleza existen alrededor de un 80% de elementos que presentan características metálicas.

Si bien el conjunto de operaciones involucradas en la fabricación de un objeto metálico presenta una unidad evidente, de acuerdo con la secuencia de las etapas necesarias para la obtención de un producto metálico, no es igualmente evidente la existencia de una unidad científica, que conteniendo métodos o conocimientos básicos particulares, pueda llamarse ciencia Metalúrgica. Al hablar aquí de la Metalurgia como una ciencia, no queremos decir que se trate de una ciencia básica que tenga algún método particular o sus propias leyes independientes del resto; queremos decir que existe un conocimiento básico detrás de la aplicación y que ese conoci-

miento básico no está contemplado en general en otras ciencias o es comprendido en términos diferentes en ellas.

La Ingeniería Metalúrgica es una de las profesiones más antiguas del hombre, ha jugado un papel preponderante en el desarrollo de las Sociedades Humanas, llevándolas desde la tenebrosa Edad de Piedra a la Edad de Bronce y, posteriormente, a la Edad de Hierro; actualmente, gran parte del progreso humano se sustenta en el gran desarrollo alcanzado en la elaboración de los metales. Este es un hecho indiscutible.

La ciencia Metalúrgica es relativamente nueva y está en una etapa más bien primitiva de su desarrollo.

Todos estamos de acuerdo en que en las ciencias están los elementos básicos de cualquier educación ingenieril. El reconocimiento de metalurgia como ciencia e ingeniería es compartido entre los metalurgistas, aunque éste no es bien entendido en otros círculos.

Los términos "Metalurgia" e "Ingeniería Metalúrgica", si son usados en el sentido más amplio, significan lo mismo. Para el propósito de este artículo usaremos el término "Metalurgia" como el más amplio; en donde de una u otra manera está incluida la "Ingeniería Metalúrgica" y la "Ciencia de Metales"

Metalurgia integra una gran cantidad de materias, muchas de ellas tan íntimamente rela-

cionadas entre sí, que se hace muy difícil mostrar con claridad una línea divisora entre ellas, y por ende, no siempre es claro los vecinos de cada materia en cualquier tipo de división que se intente hacer.

Tal vez, esta situación se aprecie mejor en la figura Nº 1; donde se pretende presentar "El Campo de la Metalurgia y sus Vecindades" En esta figura podemos ver cómo las varias partes que conforman el Campo de la Metalurgia están tan estrechamente relacionadas entre sí que no pueden ser divorciadas.

Como estamos empeñados en establecer un currículum racional para estudiantes de metalurgia, presentaremos como base de discusión el esquema propuesto por Chipman, en el cual se contempla en lo posible una lógica secuencia de nombres de las partes principales de la ciencia y el arte de extraer metales a partir de sus minerales, refinándolos y preparándolos para su uso posterior.

No existe en terminología universalmente aceptada; por lo que en el esquema mostrado en la figura Nº 2, en donde la metalurgia se ha clasificado en "Ingeniería Metalúrgica" y "Ciencia Metalúrgica"; se han empleado algunos nombres de usos cada vez más generalizados como, por ejemplo, el término "Metalurgia Extractiva", que abarcaría las dos primeras partes de la ingeniería y "Metalurgia Adaptativa", que comprendería las dos últimas de la ingeniería tal como se ve en la figura Nº 2.

FIGURA Nº 2 EN LA PAGINA SIGUIENTE

	A. INGENIERIA METALURGICA	B. CIENCIA METALURGICA
METALURGIA EXTRACTIVA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Preparación de Minerales <ol style="list-style-type: none"> a) Conminución b) Concentración c) Lixiviación 2. Metalurgia de Procesos <ol style="list-style-type: none"> a) Tostación y Sinterización b) Reducción c) Refinación d) Electrorecuperación e) Refractarios y Hornos f) Lingoteado g) Transporte de Masa Calor y Fluido 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Metalurgia Química <ol style="list-style-type: none"> a) Cristaloquímica y Mineralogía b) Termodinámica c) Cinética de Reacciones d) Química de Superficies e) Electroquímica f) Corrosión 2. Metalurgia Física Metalografía <ol style="list-style-type: none"> a) Diagramas de fases b) Estructura Cristalinas (Macro y Micro) c) Tamaño de grano y Textura d) Crecimiento de grano y Recristalización e) Transformación de Fases
METALURGIA ADAPTIVA	<ol style="list-style-type: none"> 3. Procesamiento de Metales <ol style="list-style-type: none"> a) Conformado de Metales b) Fundición c) Soldadura d) Tratamientos Superficiales e) Pulvometalurgia f) Tratamientos Térmicos 4. Metalurgia de Aplicación <ol style="list-style-type: none"> a) Control de Calidad b) Selección y Especificación c) Diseño de Aleaciones 	<ol style="list-style-type: none"> f) Propiedades Térmicas g) Enlace Atómico y Cohesión h) Magnetismo i) Difusión j) Teoría del estado Sólido <p>Física de Metales</p> <p>Metalurgia Mecánica</p> <ol style="list-style-type: none"> k) Elasticidad l) Comportamiento Anelástico m) Flujo Plástico y endurecimiento por Deformación n) Ruptura y Fatiga ñ) Creep o) Correlación de estructura y propiedades mecánicas

Figura Nº 2

CLASIFICACION DE LA METALURGIA PROPUESTA POR CHIPMAN



El término "Metalurgia de Producción" como aparece en la figura Nº 1, no se emplea ya que sólo comprende un pequeño porcentaje de lo que se ha llamado "Ingeniería Metalúrgica"

Existen dos términos que han sido eliminados intencionalmente de este esquema y que son: "Metalurgia Ferrosa" y "Metalurgia No-Ferrosa". Estos términos pueden ser usados satisfactoriamente en la industria, pero no se compadecen en absoluto con la clasificación de Ciencia e Ingeniería elegido en este esquema.

El propósito de este esquema no es dividir al metalurgista en clasificaciones, sino más bien como la manera de simplificar el examen de nuestra

profesión, para averiguar qué es lo que ésta contiene.

Este esquema planteado originalmente por Chipman, (Fig. Nº 2), es totalmente concordante con lo que nosotros pensamos que debe ser el saber de todo metalurgista. Esto no es contrario con la idea del "Especialista Metalúrgico", ya que a éste lo concebimos provisto de una base científica lo suficientemente amplia como para entender cualquier situación que se le presente en un campo diferente al de su especialización; por supuesto, siempre dentro de metalurgia.

Tal vez esta idea se haga más evidente en la respuesta dada por el profesor Motto, cuando se le interrogó acerca de su idea de un buen metalurgista.

"Un buen metalurgista es aquel que es capaz de ser un 'Maestro' en metalurgia, pero un 'Experto' en su campo de especialización"

BIBLIOGRAFIA

- J. Chipman: "What is Metallurgy?"; J. Metals, Vol. 185 Jun. 1949; 349-354.
- R. F. Mehl: "The Nature of Education in Metallurgical Engineering" J. Metals, June 1954; 728-733.
- A. H. Cottrell: "An Introduction to Metallurgy"; Edward Arnold; London 1967. Capítulo I.
- R. Schuhmann Jr.: "The Unit Processes of Chemical Metallurgy" Trans. AIME. 182: 1949; 321-326.