

## LA IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACION CIENTIFICO TECNOLOGICA EN LA METALURGIA

**Ing. Elard León Delgado**

Los problemas del sub desarrollo preocupan por igual a políticos, economistas, militares, médicos, psicólogos, administradores, filósofos, ensayistas, y muchos mas, por supuesto, a los ingenieros. Para resolverlos se proponen a diario diversas soluciones, pero en todo caso cualquiera que sea el camino elegido, el acceso a una sociedad moderna que es el objetivo final del desarrollo, supone una activa participación de la Ingeniería Metalúrgica.

El sub - empleo crónico del conocimiento técnico tendría, a la larga, efectos aún mas perjudiciales sobre la tasa de crecimiento económico que la existencia de capital no utilizado o de gente sin trabajo.

Las inversiones en capital físico continuaron originando crecimiento, pero será el crecimiento ineficiente si se combina con el estancamiento tecnológico.

*Profesor Principal, Director de la Escuela Académico  
Profesional de Ing. Metalúrgica*

En pocas palabras: la ciencia y la técnica son dinámicas integrales de la trama misma del desarrollo; son efectos pero también causa, lo impulsan pero también se realimentan de él.

Hay pocos campos en donde la trama ciencia - tecnología - desarrollo esté mas imbricada que en la metalurgia, no hay desarrollo socio económico sin industrialización, no hay proceso de industrialización sólido sin desarrollo metalúrgico; no hay desarrollo metalúrgico sin investigación e innovación. Por cierto para los metalurgistas todo esto es obvio.

Aceptando entonces esas premisas es fácil demostrar que la metalurgia de hoy se presenta como una de las áreas mas ventajosas para realizar una acción intensa de ciencia y tecnología.

Académicamente, la Metalurgia es una disciplina compleja realidad que trata de conocer y controlar. En todo problema metalúrgico interviene un elevado número de variables cuya interrelación racional se trata de describir empleando generalmente la Física y la Química, pero también la Ingeniería.

La Metalurgia es una ciencia aplicada, justamente por su complejidad misma, no siempre es exitoso aplicar el método tradicional de la Física, reducir lo complejo a un modelo simple, manejable matemáticamente, por lo que se sospecha que muchos problemas metalúrgicos hay "algo" mas en el sentido epistemológico, que Física y Química. Quizás allí radique la razón profunda de que viejos problemas como la solidificación y la recristalización, casi tan viejos como la humanidad misma, no hayan sido aún resueltos, si bien de ellos se sabe bastante "en principio"; se está lejos de poder predecir y controlar. Es por eso que la Metalurgia plantea un desafío intelectual muy importan-

te, en desarrollar la metodología mas adecuada para manejar aquellas situaciones complejas que no pueden, ser reducidas a modelos "simples".

Llegar a poner en duda la metodología misma de una disciplina es un signo equívoco de su estado de crisis, pero esto es ventajoso, por que la probabilidad de participación exitosa de nuestros investigadores es mayor cuando el campo no está "cerrado", "estabilizado", "congelado", y por que de esa crisis resultarán, sin duda nuevos conocimientos que derivarán en nuevas tecnologías que podemos aprovechar plenamente en la medida que hayamos sido actores en la crisis, y no meros espectadores.

El análisis anterior es un enfoque muy particular del problema actual de la Metalurgia, por lo que posiblemente muchos no estén de acuerdo con el, en particular con la aventurada trayectoria que implica.

Independientemente de ello, sin embargo es un hecho que los últimos años han ocurrido grandes cambios y avances en los diversos campos Metalúrgicos exitada por demandas novedosas y exigentes (energía nuclear, vuelos especiales, comunicaciones, armamentos, aumentos masivos en la producción y consumo, etc.), la intensa labor académica en Metalurgia a respondido con nuevos metales y aleaciones, nuevas propiedades, nuevas profundidades, nuevos procesos. Por eso también en ese sentido se puede decir que se vive un "desarrollo metalúrgico" que a tenido importantes concecuencias científicas y también técnico - económicas, pero que las tendrán aún mayores en los próximos años .

Para poder comprender mejor lo que está ocurriendo, recordamos que hace unos cien años, una profunda revolución conceptual transformó la "artesanía" metalúrgica en actividad "científica" y sentó las bases de una auténtica industria. Hasta entonces los metales eran manufacturados y transformados según recetas empíricas generalmente secretos y muy similares a los procedimientos de los alquimistas de la edad media.

Operaciones industriales tan corrientes como los tratamientos térmicos eran realizados con limitaciones, por ejemplo "templar aceros" era algo tan misterioso y errático que solo se podría tener algunas posibilidades de éxito si se empleaba agua de "ciertas regiones" pero entre 1863 y 1888 ocurren tres hechos fundamentales: Sorby en Inglaterra (1863) emplea por primera vez el microscopio para el análisis de metales, Gibbs en los Estados Unidos (1876) enuncia la regla de fases que Roozeboom en Alemania aplica por primera vez (1885) al estudio de aleaciones y Le Chatelier en Francia (1888) fabrica la primera termocupla realmente acta para trabajos de investigación. La acción simultánea de estas tres herramientas producen un rápido y profundo cambio. En 1900 Roozeboom publica por primera vez el diagrama Hierro - Carbono y hacia 1910 técnicas como la microscopía metalográfica, el análisis térmico los ensayos mecánicos, la correlación con el análisis químico, se han incorporado definitivamente a la metalurgia, y cuando a partir de 1915 los rayos X pasan a formar parte de la cultura metalúrgica, se está entonces en condiciones de estar seguros de que una aleación tendrá la composición que se le quiso dar las propiedades mecánicas mas adecuadas, la estructura mas conveniente. Se dispone además de los conocimientos teóricos para interpretar resultados experimentales que pocos años antes hubieran sido dejados de lado por incomprensibles. Sería muy largo enumerar y analizar todas las consecuencias de aquella revolución conceptual pero conviene si, no olvidar que , ella confirió a

la metalurgia "dignidad académica" y que acentuó los fundamentos de la gran mayoría. La de los procedimientos metalúrgicos industriales vigentes hoy.

En el momento actual, los problemas centrales de la Metalurgia (solidificación, endurecimiento, recristalización, fatiga, fractura, "crep", transformación de fase, unión, desgaste, corrosión), son tratados por miles de investigadores que emplean poderosas herramientas teóricas (mecánica cuántica, mecánica, estática, teoría de las dislocaciones, topología, etc.) y sofisticadas técnicas y equipos (ultra alto vacío, temperaturas cercanas al 0° K, difracción electrónica y neutrónica, microscopía iónica, electrónica, computadoras electrónicas, etc.)

La semejanza de los problemas a resolver de los objetivos a alcanzar y de los métodos empleados, han ampliado el campo de la metalurgia tradicional, que hoy incluye no solo a los metales y aleaciones, si no también a cerámicos, polímeros, vidrios, etc. y han obligado a llamarla con el nombre de ciencia de los materiales.

En los últimos años la interacción entre la revolución académica y la estructura técnico-productiva de la Metalurgia se han realizado según ciertos esquemas:

- a) En respuesta a las nuevas demandas, la investigación desarrollo productos y procesos que originaron nuevas ramas de la metalurgia, como la Metalurgia Nuclear, la Metalurgia de los Semiconductores, la de los metales refractarios, etc. De ella se puede decir que "nacieron los laboratorios"
- b) El advenimiento de una sociedad de consumo exigió que las viejas ramas de la Metalurgia promoviesen, con no mucho entusiasmo

la investigación , y con un poco más de confianza, la innovación. Desenterraron viejas ideas (la colada continua fue desarrollada por BESSEMER), redescubrieron viejos conocimientos (la ley de SIEVERT como fundamento del desgasado en vacío) y las transformaron en procesos productivos y lo mismo hicieron con la extrusión en frío empleando lana de vidrio como lubricante, los tratamientos térmicos en atmósfera controlada, la reducción directa, la fundición de precisión, la laminación en frío.

- c) El éxito creciente en el conocimiento de ciertos mecanismos metalúrgicos básico impulsa su aplicación., al logro de objetivos prefijados. Un ejemplo muy ilustrativo es lo que ocurrió en los últimos año con el mejoramiento de las propiedades mecánicas de los aceros.
- d) Otros desarrollos científicos (computación, instrumentación, técnicas desimulación, electrónica, etc.) permiten la programación y automatización de líneas completas y continuas de producción.
- e) El grado de sofisticación de tecnologías obligan a una revisión continua del sistema educativo, particularmente en sus mas altos niveles.

Siguiendo principalmente estos esquemas y también otros mas coyunturales, la interacción entre el campo académico y el productivo, han ido creciendo produciendo resultados muy satisfactorios y terminado por incorporar definitivamente a la estrategia para conocer, para transformar y para utilizar el mundo de los metales.

Si analizamos nuestra propia realidad técnico - económica, observamos que en el campo de la Metalurgia se nos plantea a diario problemas específicos cuya correcta solución, y para satisfacer nuestras

necesidades, exigen realizar investigación y generar y propagar innovación en los siguientes aspectos:

- a) Elección entre tecnologías competitivas:
  - Alto Horno o Reducción Directa?
  - L.D u Horno Eléctrico de Arco o qué?
  - Colada Convencional o Colada Continua?
  - Horno de Reverbero o Convertidor El Teniente?
- b) Desarrollo de tecnologías específicas para nuestras economías de escala, optimizadas en función del tamaño del mercado y de la disponibilidad relativa de materias primas recursos humanos y recursos económicos - financieros.
- c) Análisis cuidadoso de las investigaciones en cursos y evaluación continua de las posibilidades de derivar de ella nuevos usos, productos y procesos.
- d) Vigilancia del impacto de la investigación sobre nuestras materias primas, recordando que la tendencia general es la de desarrollar productos en donde la componente económicamente mas importante sea, no la materia prima, como en el pasado, sino el KNOW-HOW que contiene.
- e) Negociación de licencias y patentes de programas de asistencia técnica, de empleo de consultores, de acuerdo a las necesidades.

Cual es la estrategia mas adecuada para adquirir la capacidad técnico-científica de decisión propia que se requiere para resolver situaciones de esta naturaleza?. Por cierto no existe una receta mágica y única, pero por las conclusiones del análisis del proceso ciencia - tecnología - desarrollo, aplicadas en el marco de referencia

de la situación actual de la Metalurgia se puede proponer las siguientes acciones:

- 1) Promover dinámica y agresivamente la investigación metalúrgica. Con tal objeto deberá tenerse en cuenta que:
  - a) Que la infraestructura nacional científico - tecnológica en metalurgia es muy debil. Esta es una vasta tarea que implica reformas en el sistema educativo, drástico aumento en las inversiones y, por sobre todas las cosas, respeto y estímulo a los investigadores.
  - b) Como a investigar se aprende investigando , utilizar al máximo los centros ya existentes (universidades, por ejemplo) cooperando para que adquieran máxima excelencia en el mínimo tiempo y se conviertan en verdaderos semilleros de investigadores.
  - c) La cualidad esencial de la investigación es la creatividad, por lo que deberá hacerse, tomar conciencia a ello a todos los niveles, muy particularmente al nivel gubernamental.
  - d) La política sobre el tipo de investigación que conviene hacer: básica, aplicada, básica-aplicada, aplicada-básica, conviene establecer el principio mas simple que existen sólo dos clases de investigación: la buena y la mala, y naturalmente debe apoyarse a la buena.
- 2) Establecer canales de comunicación entre los centros de investigación, los órganos gubernamentales responsables de la política metalúrgica y las empresas metalúrgicas. Por esos canales deberán circular demandas, ideas, recursos, hombres. Esta interacción es el único medio de terminar con el aislamiento y alienación de los in-

investigadores, de formular inteligentemente prioridades de desarrollo, utilizar eficientemente "KNOW - HOW" propio y ajeno, de generar y propagar innovación, de optimizar el empleo de recursos propios (carbón peruano, gas de camisea), etc.

- 3) La Universidad tendrá que actuar de manera mas madura en el próximo siglo en lo que respecta a la investigación científica tecnológica, para asumir la responsabilidad del desarrollo de la investigación tendrá que realizar grandes inversiones (infraestructuras, laboratorios, etc.), estimular a los investigadores y promover que las instituciones de investigación se administren así mismas; tanto mas útiles serán los resultados de desarrollo de la investigación.

En una democracia, la investigación es un problema de todos, pero es de especial importancia para los líderes empresariales de hoy en razón de la manera como se crea la riqueza en el mundo moderno.

Estamos pasando de una era de la información en la cual estamos bombardeados de datos a una era del conocimiento, en el cual aprendemos a asimilar, sintetizar e integrar esta proliferación de la información en mundos únicos y completos de "KNOW - HOW" comprensibles y útiles.

La investigación es el producto de inteligencia humana aplicada, es el producto del cerebro, de la imaginación y de la innovación.

El futuro pertenece a los que investiguen e innoven.

Impreso en  
PAPELERA LOPAL S.R.L.  
Rufino Torrico 432 - Lima 01  
Telefax: 427-6470

