

# TECNOLOGIA DE PUNTA: PRESENTE Y FUTURO

*Christian Schmidt Montes (Ph. D.)  
Capitán de Navío*

## **Introducción**

A partir de la Revolución Industrial (años 1750-1900) el desarrollo y uso de diversas tecnologías comenzó a acelerarse en forma insospechada en todas las actividades que desarrolla el hombre moderno, bien sean estas para su entretenimiento o para la producción de bienes y servicios. En un lapso muy corto se ha pasado de las máquinas de vapor, de James Watt (1769); eléctricas, de Volta y Faraday (1830), y de combustión interna, de Rudolf Diesel (1892), a los desarrollos de las Industrias metalúrgicas, del transporte, comunicaciones, del plástico, farmacéuticas, del espacio y tantas otras, largo de enumerar. Basten unos pocos ejemplos de hechos recientes para demostrar este impacto tecnológico. Finalizando la década de los años 50, la Unión Soviética puso el primer satélite *Sputnik* en órbita. Hoy día, sólo 32 años después, orbitan alrededor de la Tierra cientos de satélites de comunicaciones, observación, meteorológicos y científicos de todo tipo. En 1969 el hombre puso su pie en la luna. Usando el *Shuttle*, el hombre escapa de la gravedad terrestre, subiendo al espacio extraterrestre y regresando a su entera voluntad. Sondas espaciales (*Viking*, *Pioneer 10 y 11*, *Voyager 1 y 2*) navegan nuestro sistema interplanetario y también el espacio interestelar, despejando las incógnitas científicas del universo que nos rodea.

El año 1939; el hombre descubrió y aprendió a usar los procesos nucleares que se verifican en el Sol y en las estrellas, pudiendo comenzar a producir energía usando cantidades de masa ínfima.

El espectro electromagnético, en algunos rangos de frecuencias, se ha comenzado a hacer pequeño para la infinidad de usos que se le ha comenzado a dar. Sus aplicaciones son muy amplias, comenzando en las energías bajas ( $\lambda > 10 \text{ Km}$ ) con aplicaciones de procesos acústicos, siguiendo en los rangos de energías intermedias ( $10 \text{ km} > \lambda > 1 \text{ mm}$ ), con su uso en comunicaciones, procesos de detección con radares, sistemas lásericos e infrarrojos y en las energías muy altas ( $\lambda < 1 \text{ mm}$ ) con la utilización de la radiación X y gama, de amplias aplicaciones en la medicina, industria, ciencias físicas y usos militares.

## **Tecnología y desarrollo**

Tecnología y desarrollo son procesos consubstanciales e inseparables, cuyo objetivo es aumentar y asegurar el progreso de una organización, empresa, sociedad o mejor, generalizando, un país, que no es más que el conjunto organizado de estas entidades dentro de una determinada área geográfica (territorio) que le pertenece.

A menudo tiende a confundirse el significado de los términos "tecnología" y "desarrollo". Para los efectos de este artículo, entendemos como desarrollo el crecimiento del producto (sumatoria de los costos de bienes y servicios que es posible obtener realizando una actividad o trabajo cualquiera, empleando capital, trabajo, materias primas (insumos) y tecnología. Tecnología, en términos sencillos, podemos definirla como todos los conocimientos, métodos y/o procesos que permiten obtener un bien o servicio de una calidad determinada, usando cantidades mínimas de capital, insumos y trabajo.

Ejemplos clásicos de productos modernos de alta tecnología son:

—Las  *fibras ópticas*. Para muchos sistemas, especialmente de comunicaciones, las fibras ópticas de bajas pérdidas presentan amplias ventajas sobre los cables metálicos, al tener anchos de banda mayores, espacios de repetición más amplios y menor sección que los cables metálicos. Además, la transmisión óptica ofrece aislamiento eléctrico total, ya que los conductores de fibra óptica no emiten ni son afectados por la radiación electromagnética.

—*Los superconductores*. La superconductividad fue descubierta por el físico holandés Heike Kamerlingh Onnes en 1911. La importancia fundamental de estos superconductores es no presentar resistencia interna al flujo de la corriente que circula a través de ellos. Esta característica permite hacer circular corrientes muy intensas sin pérdidas. Los superconductores actuales deben trabajar a temperaturas criogénicas; sin embargo, recientes estudios realizados en el Massachusetts Institute of Technology de Estados Unidos han abierto la posibilidad de fabricar elementos superconductores capaces de trabajar a temperatura ambiente.

—*Los computadores*. Una de las más grandes invenciones del siglo XX es el computador, cuya teoría fue desarrollada en 1830 por el matemático inglés Charles Babbage. Estas máquinas electrónicas, capaces de realizar miles de operaciones elementales por segundo, cuyos elementos fundamentales son los transistores, fabricados principalmente de sílice (elemento extremadamente abundante en la Tierra, posibilitan su fabricación con materia prima muy barata. El costo del computador está determinado por sus refinamientos tecnológicos y en escala mucho menor por el costo de los materiales empleados en su construcción.

#### **El cuarto factor de la producción**

Hoy día, a los tres tradicionales "factores de la producción" se les ha agregado un muy importante cuarto factor: la tecnología, cuya definición ya la hemos presentado, y cuya característica principal es que permite utilizar los factores productivos (capital, trabajo y materias primas) en forma óptima. La tecnología permite producir mayores cantidades de bienes y servicios, de mejor calidad y a menor costo, utilizando menores cantidades de recursos.

El desarrollo de tecnología no es una empresa fácil. Para obtener éxito en programas de desarrollo tecnológico es condición necesaria crear entidades especialmente dedicadas a investigación y desarrollo; formar equipos de profesionales de alto nivel, con sólidos conocimientos tecnológicos y científicos, efectuar altas inversiones de capital cuya amortización es a largo plazo, trabajar sistemáticamente y con persistencia en la consecución de los objetivos tecnológicos propuestos y, más importante aún, desarrollar y mantener una sólida voluntad de continuar avanzando pese a los tropiezos que se vayan presentando.

Estando en las postrimerías del siglo XX y listos a iniciar el siglo XXI, los países y organizaciones que pretenden desarrollarse en forma acelerada han entendido que la única forma de aumentar el valor agregado a los bienes y servicios que produzcan es efectuando investigaciones y desarrollando tecnologías propias.

Cuatro campos de desarrollo tecnológico a los cuales ningún país moderno con aspiraciones de desarrollo puede renunciar son:

- Las comunicaciones.
- Automatización, control y computación.

- Tecnología y uso del espacio.
- Producción y uso de energías no convencionales.

Cada uno de estos campos de desarrollo es muy amplio de analizar, razón por la cual sólo se abordará una aplicación importante del campo tecnológico: Producción y uso de energías no convencionales. Por ser de interés para nuestra armada, a continuación se elaborarán algunas ideas y antecedentes sobre propulsión de submarinos usando energía nuclear.

### **Propulsión nuclear de submarinos**

Para ilustrar algunos aspectos de la propulsión nuclear de submarinos citaremos como ejemplo la forma en que las Armadas de Brasil y Argentina han abordado este desafío, muy complejo tecnológicamente, de alto costo y de grandes repercusiones logísticas y operativas.

Los costos involucrados en la construcción, tanto de submarinos nucleares (SSN) como en la infraestructura de apoyo terrestre necesaria para su operación y reparación, están más allá de las posibilidades de muchos países. Sin embargo, últimamente India, China, Canadá, Brasil y Argentina han declarado tener en ejecución proyectos para desarrollar y construir sus propios submarinos de ataque propulsados por energía nuclear.

Tomar la decisión de fabricar por primera vez submarinos nucleares implica aceptar embarcarse en proyectos de alto riesgo, tanto por las complejidades tecnológicas que hay que resolver como por el esfuerzo financiero que deben hacer dichas armadas, sin tener la certeza de poder terminar estos proyectos con éxito.

Antes de iniciar un proyecto de construcción de submarinos nucleares es necesario comparar las excelentes características de los modernos submarinos diesel-eléctricos convencionales, mejorados con la incorporación de formas de casco muy hidrodinámicas, baterías de gran capacidad, excelentes sistemas de sensores y armas, todo lo cual los capacita para una navegación sumergidos muy silenciosa, contra las dos grandes ventajas de los submarinos nucleares: 1) independencia absoluta del aire para propulsarse y 2) provisión de energía sin limitaciones, permitiéndoles tener tasas de incerteza iguales a cero y autonomía ilimitada.

Las actuales dificultades por las que atraviesan las economías de Brasil y Argentina no han sido obstáculo para que estos países, una vez analizados y evaluados diversos medios convencionales de propulsión alternativos —máquinas Stirling, celdas de combustible, baterías de alta densidad de energía— hayan decidido optar por la energía nuclear para propulsar sus futuros submarinos. Esta decisión es una muestra indiscutible del alto nivel de desarrollo nuclear que ambos países han alcanzado, de la tremenda importancia que asignan sus armadas al rol que cumplen estos buques en la guerra naval, como también es un claro índice de la perseverancia y voluntad decidida con que ambos enfrentan este desafío.

Aunque un acuerdo de cooperación industrial militar entre estos dos países no ha sido formalmente firmado, los acuerdos bilaterales firmados en noviembre de 1986, entre los presidentes Sarney (Brasil) y Alfonsín (Argentina), más temprano que tarde aumentarán la cooperación industrial de defensa, lo que pondría término a su ya histórica rivalidad. Brasil y Argentina están haciendo investigaciones conjuntas para desarrollar un reactor-reproductor rápido. Esta cooperación podría eventualmente incluir un programa binacional para desarrollar submarinos nucleares y/o reactores nucleares compactos para uso naval.

Es importante reiterar que un proyecto de construcción de SSN es una empresa de alto costo y de gran riesgo, lo que induce a pensar que tanto Argentina como Brasil no podrían en forma individual financiar este tipo de empresas por sí solos. El costo de una de estas unidades de ataque es del orden de los 500 millones de dólares, siendo la inversión en infraestructura de apoyo varias veces superar al costo del submarino. Un programa de construcción de 10 SSN con su correspondiente infraestructura de apoyo supera, fácilmente los 10 mil millones de dólares. Estas inversiones hacen aparecer a la cooperación internacional como una solución digna de considerarse.

El NUC-1 sigla con que se conoce al primer prototipo de SSN de Brasil, tendrá un desplazamiento sumergido de 2.700 a 3.000 toneladas, contará con seis tubos lanzatorpedos a proa, será propulsado por una planta nuclear conectada a un sistema turboeléctrico y se espera podría estar en servicio por el año 2010, a un costo de alrededor de 500 millones de dólares, el cual excluye los costos asociados a la investigación y desarrollo del mismo.

El respaldo tecnológico al programa de construcción de submarinos nucleares de Brasil lo dará el Centro de Investigaciones Nucleares "Aramar", inaugurado el 8 de abril de 1988 en presencia de los Presidentes Sarney y Alfonsín. El objetivo principal de este centro, el cual está bajo control de la Armada de Brasil, es el desarrollo de reactores nucleares aptos para la propulsión de submarinos y la producción de energía eléctrica.

## **Conclusiones**

- La tecnología, como cuarto factor de la producción, aumenta en forma decisiva el valor agregado a cualquier producto o servicio.
- Para acceder a niveles de desarrollo aceptables en forma acelerada es necesario desarrollar tecnologías en forma autosuficiente en campos tales como:
  - Comunicaciones.
  - Automatización, control y computación.
  - Tecnología y uso del espacio.
  - Producción y uso de energías no convencionales.
- Para impulsar con éxito programas de desarrollo tecnológico es necesario crear entidades especialmente dedicadas a fines de investigación y desarrollo, formar profesionales y técnicos con sólidos conocimientos científicos y tecnológicos, efectuar altas inversiones de capital y desarrollar y mantener una sólida voluntad de persistir en la obtención de los objetivos de desarrollo tecnológico propuestos.
- Brasil y Argentina, apoyándose en sus respectivos desarrollos de tecnología nuclear y asignando gran importancia al rol de los submarinos nucleares en la guerra naval, han emprendido esfuerzos conjuntos para su desarrollo y construcción.
- Los proyectos de desarrollo y construcción de submarinos nucleares son empresas complejas, costosas y de alto riesgo, que deben abordarse con prudencia y contando con sólidas bases tecnológicas.
- El costo aproximado de un SSN de ataque de aproximadamente 3.000 toneladas es del orden de los 500 millones de dólares. Este costo excluye los costos de investigación y desarrollo, como también el costo de la infraestructura de apoyo para el mismo, que fácilmente supera varias veces el costo del propio SSN.

- El Centro de Investigaciones Nucleares "Aramar", bajo control de la Armada de Brasil, proporciona el necesario respaldo tecnológico al programa de desarrollo de SSN de Brasil.

- Los desarrollos nucleares de Brasil y Argentina son una muestra de desarrollo tecnológico con proyección futurista y de la voluntad, coraje y audacia con que ambos países enfrentan los desafíos tecnológicos del siglo XXI.

## **BIBLIOGRAFIA**

- "Brazil inaugurates research centre". *Nuclear Engineering international*, junio de 1988.
- Carter, Ashton B.: "Directed energy missile defense in space", *Background Paper*, OTA, USA, abril de 1984.
- Georgopoulos, Chris J.: *Fiber optics and optical isolators*, Don White Consultants, Inc., 1982.
- Mayo, Jonathan L.: *Superconductivity: The threshold of a new technology*. Tab Books Inc., 1988.
- Pesce, Eduardo L.: "Brazil's silent service". *Proceedings*, US Naval Institute, Maryland, USA, marzo de 1989.
- Schmidt M., Christian: "Propulsión nuclear para buques", *Proceedings*, Congreso Internacional de Energía (USACH), Santiago; Chile, 1983.