
CENTRO DE INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA DE LA ARMADA

♦ RESUMEN ♦

La Dirección de Programas, Investigación y Desarrollo de la Armada, a partir de la promulgación de la nueva política de investigación, desarrollo e innovación a comienzos de 2019, se encuentra trabajando en la implementación del Centro de Investigación Tecnológica de la Armada. En el presente artículo se hace una reseña de los distintos aspectos considerados, identificando oportunidades e incertidumbres, para luego exponer el modelo de funcionamiento considerado y establecer el foco del esfuerzo. Por último, se plantean los principales desafíos que se enfrentan para la implementación.



FRANCISCO J. MACKAY IMBODEN
Capitán de fragata. Ingeniero Naval Electrónico.
Master of Science of Nuclear Science & Engineering
(MIT). (fmackayi@gmail.com)

Centro de investigación tecnológica, investigación y desarrollo, innovación

Es tentador comenzar este artículo con cifras de gasto comparado en investigación y desarrollo entre marinas de países de una u otra característica. Aunque esto pueda ser atractivo desde el punto de vista de la evidencia, evita centrar el foco de atención en lo que resulta más relevante, que es: ¿por qué es que una marina quisiera invertir parte de sus, normalmente escasos recursos, en investigación, desarrollo e innovación?

Lo que es claro es que cualquier marina, en su actuar, busca cumplir con sus responsabilidades y funciones de la mejor forma y al menor costo posibles. En otras palabras, las marinas requieren de las mejores capacidades a las que puedan optar para cumplir su misión, restringidas por el costo de obtener y sostener las mismas.

Las capacidades, en sí, son una amalgama entre capital humano y tecnología. Es por esto que, en el contexto de este artículo, es importante comprender las formas en las cuales la institución puede satisfacer sus demandas por capacidades tecnológicas.

El proceso normal es verificar lo que existe disponible en el mercado y, a partir de eso, comprar aquellas cosas que en su conjunto provean a la institución del mejor set de capacidades disponibles.

Este mecanismo tiene muchas ventajas. En primer lugar, el equipamiento así adquirido, en general, ha sido probado y se puede encontrar evidencia de su desempeño. En segundo lugar, quienes producen y venden han depurado su

estructura de negocio de forma de que no solo sea económicamente viable, sino a su vez, rentable y por ende presumiblemente sostenible en el tiempo.

Derivado de lo anterior y sumado a la competencia propia del mercado, es que, en general, no es difícil encontrar alternativas cuyos niveles de aseguramiento, tanto de suministro, como de soporte técnico, estén disponibles y que además entreguen las garantías apropiadas, al menos en tiempos de normalidad.

El listado anterior no intenta ser completo ni exhaustivo; sin embargo, muestra las bondades de esta vía de adquisición en diferentes dimensiones y pone en evidencia, además, el porqué es la principal vía de adquisición de capacidades de la institución.

Sin embargo, hay que reconocer algo, sin la existencia de una alternativa, la institución está limitada a adquirir solo aquello que está disponible en el mercado, normalmente extranjero, al menos para

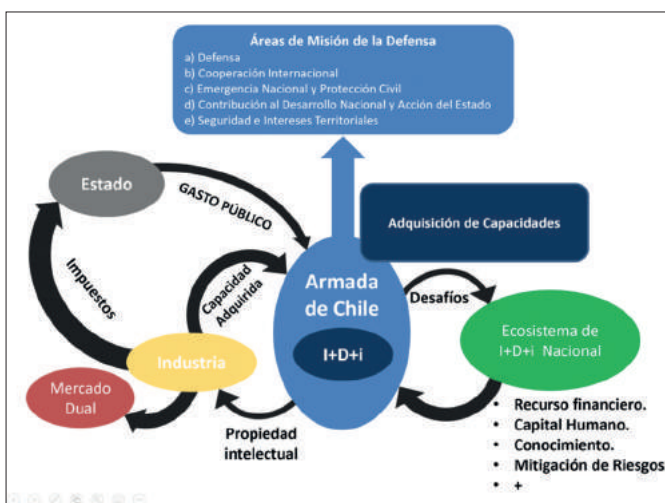


Figura 1.- Interrelación entre la institución, el ecosistema de I+D+i y la Industria

nuestras demandas tecnológicas más complejas.

Detrás de esta aseveración, aparentemente simple, subyacen varias consecuencias.

La primera, y la más obvia, es que aún cuando cierta tecnología exista, ésta puede no estar disponible por no encontrarse a la venta, al menos para nuestro país, o que su costo de adquisición pueda ser prohibitivo.

La segunda, un poco más sutil, es que las soluciones que están disponibles en el mercado abierto están diseñadas para satisfacer muchas necesidades de muchos y no todas las necesidades de alguno, de forma de ampliar el mercado y maximizar las utilidades. Los trajes a medida tienden a tener precios elevados, pero, a veces, son muy necesarios.

La tercera consecuencia, es que no se tiene control sobre los detalles de funcionamiento de la tecnología adquirida y, por lo tanto, no es posible evitar que dicho conocimiento sea transferido a potenciales adversarios. Dicho de otra forma, es imposible impedir a un proveedor de alguna tecnología estratégica, que venda su conocimiento a un tercero potencialmente nocivo para nuestros intereses.

Peor aún, en muchos casos no es posible siquiera acceder a conocer dichos detalles de funcionamiento más allá de lo necesario para operar y, por lo tanto, desconocemos si existe algún riesgo en la mera operación del sistema o tecnología. A modo de ejemplo, hace unos meses salió a la luz pública que durante medio siglo, una prestigiosa empresa de seguridad de comunicaciones era de propiedad de agencias de inteligencia y era utilizada como plataforma para obtener información a través de los equipos que comercializaba.

La cuarta consecuencia, al menos para las adquisiciones que provienen del extranjero, es que, ante situaciones de apremio o emergencia, no es posible imponer por vía legal, u otra, el aseguramiento del suministro o el congelamiento de precio.

El listado anterior tampoco es completo ni exhaustivo, pero muestra que existen consecuencias en limitar nuestra adquisición de tecnologías a aquellas disponibles en el mercado, sin considerar el desarrollo propio como alternativa.

A este punto es bueno hacer algunas acotaciones. Al observar los argumentos antes expuestos, debiera ser evidente que, sin importar lo maravillosa que una tecnología desarrollada pueda ser, no es posible considerarla como exitosa si no termina entregando una capacidad real y necesaria para la institución, que sea de calidad apropiada, sostenible en el tiempo y económicamente viable.

Es decir, cualquier esfuerzo que se haga en la materia, debe ir acompañado del desarrollo de una industria que sea capaz de ir transformando tecnologías desarrolladas en productos y servicios, confiables y competitivos y que, más aún, tenga la capacidad de escalar la producción, suplir nuestra demanda y prestar soporte en el tiempo. Por último, que vaya siendo capaz, por sí sola o con apoyo, de ir perfeccionando dichos productos y servicios en un espiral de mejora continua.

La segunda acotación, y relacionada con la anterior, es que el mercado dual, o bien, los productos y servicios que la industria pueda crear a partir de los desarrollos de defensa, constituyen una condición habilitante para la generación de tecnologías que, de otra forma, no serían económicamente viables.

En términos amplios y dado el tamaño de nuestra institución, es difícil que la sola demanda institucional sea capaz de viabilizar una industria altamente tecnificada.

Si, por ejemplo, decidiéramos desarrollar nuestros propios radares tácticos, tanto los costos de desarrollo como los de producción y sostenimiento, debieran ser prorrateados entre los pocos equipos que necesita la institución, resultando en un valor unitario incapaz de competir.

Sin embargo, si se permite que la tecnología desarrollada pueda ser explotada por la industria, con las cortapisas apropiadas,

tanto en el mercado militar internacional como en el mercado civil, entonces la viabilidad económica de esta u otra tecnología, puede ser alcanzable.

La cuarta acotación es más bien una observación. La tecnología se construye sobre tecnología; es decir, los conocimientos, las técnicas y la infraestructura disponible hoy, son la base para cualquier evolución posterior. No hay atajos.

En otras palabras, hay ruedas que necesariamente hay que reinventar en el proceso, porque si bien alguien lo hizo antes, es ese alguien el que está en posesión del conocimiento, el arte, la técnica y la infraestructura necesarios para su diseño, manufactura, sostenimiento y mejora.

Parte del problema es entonces descubrir cuales son las ruedas que, si reinventamos, nos permiten navegar la pirámide tecnológica en la dirección apropiada.

A partir de la publicación de la nueva política de investigación, desarrollo e innovación de la Armada a comienzos de 2019, en la que se crea el Centro de Investigación Tecnológica de la Armada (CITA), el equipo de los Departamentos de Investigación, Innovación y Desarrollo (I2D) y de Análisis de Operaciones (ANALOPS) de la Dirección de Programas, Investigación y Desarrollo de la Armada (DIPRIDA), sumado al apoyo de múltiples reparticiones, entre las que destaca particularmente la Academia Politécnica Naval (APOLINAV), y el Consejo Superior de Investigación, Desarrollo e Innovación (CSIDI), ha trabajado en el conjunto de acciones necesarias para resolver estas y otras interrogantes acerca de cómo mejor aprovechar las oportunidades que la Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i) presentan a la institución y de cómo mitigar los eventuales riesgos e incertidumbres asociadas a su realización.

Respecto de esta labor es que, a continuación, presentamos el resumen de algunos aspectos relevantes.

Centro de investigación tecnológica de la Armada

Tomando en cuenta la política de I+D+i además de la información y las observaciones planteadas en la introducción es oportuno, antes de entrar en los detalles, resumir la tarea que nos hemos propuesto para la creación del CITA:

Creemos en diseñar y crear nuestro propio futuro en vez de comprarlo. Creemos que a través de nuestras necesidades y problemas podemos promover la generación de una industria nacional que no sólo nos provea de soluciones a la medida y soporte en el tiempo, sino que pueda transformarse en un motor de desarrollo tecnológico y económico para la nación.

Para esto estamos diseñando un sistema integrador, sinérgico y eficiente llamado Centro de Investigación Tecnológica de la Armada (CITA), que a través de la articulación de los múltiples intereses y recursos existentes en la institución y en el ecosistema de investigación, desarrollo e innovación mundial, logre generar u obtener, el conocimiento necesario para proveer soluciones a la medida a los problemas institucionales y que además, sea capaz de transferirlo apropiadamente a la industria nacional para su producción, sostenimiento y perfeccionamiento.

El CITA es entonces el órgano coordinador, ejecutor y responsable de los programas y proyectos de I+D+i, que la institución, a través del CSIDI, mandate.

Cabe destacar que el trabajo que se está realizando es pertinente y oportuno a la luz del Plan Nacional Continuo de Construcción Naval (PNCCN) que como Institución estamos impulsando, pues de la capacidad que tengamos de ir integrando

tecnología nacional al proceso, en sus múltiples dimensiones, dependen no solo una mejor evaluación social del plan, sino, a su vez, un real aporte al desarrollo económico y social del país. Para llegar, a tiempo, con tecnología madura a nuestros futuros buques a tiempo, necesitamos comenzar a trabajar hoy.

El modelo: funciones permanentes del CITA

En primer lugar, reconocemos que la institución no necesariamente cuenta con el capital humano en cantidad, especificidad y calidad suficiente para llevar a cabo los proyectos y programas de I+D que se decida emprender.

En otras palabras, el esquema de funcionamiento del CITA, cualquiera que este sea, necesita apoyarse en los científicos e ingenieros especializados que estén disponibles en el ecosistema de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) y de esta forma asegurar que las mejores mentes, con los conocimientos apropiados, trabajen en la solución de nuestros problemas tecnológicos más complejos.

Necesitamos, entonces, generar una conectividad robusta con dicho ecosistema, de forma de conocer quienes tienen el conocimiento y las competencias necesarias para satisfacer los requerimientos que nuestros programas y proyectos planteen. Mas aún, a través de esta actividad, podremos descubrir potenciales oportunidades y amenazas tecnológicas que en el mediano y largo plazo, debamos enfrentar.

Al conjunto de estas actividades lo hemos llamado Vigilancia Tecnológica



Fig 2. Funciones permanentes del Centro de Investigación Tecnológica de la Armada

(VT) y deberá ser una de las funciones permanentes del CITA.

En segundo lugar, reconocemos que, aun cuando la institución pueda destinar recursos para los programas y proyectos de I+D+i, necesitamos mitigar los riesgos e incertidumbres inherentes a dicha actividad a partir de la búsqueda y adquisición de financiamiento externo y/o cofinanciamiento.

En palabras simples, si existe otra organización afín en el ecosistema de I+D que requiera resolver el mismo problema, u otro similar, al que enfrenta la institución y que esté dispuesta a colocar recursos para ello, entonces es conveniente encontrar los mecanismos para resolverlo en conjunto.

Al conjunto de actividades necesarias para buscar y aprovechar los recursos disponibles para I+D+i, fuera de la institución, lo hemos llamado Exploración de Recursos (ER) y es la segunda función permanente que el CITA debe desarrollar.

En resumen, la meta en este ámbito es conseguir que las mejores personas disponibles participen en la solución de nuestros problemas y que dicha actividad

se financie con la mayor cantidad de recursos externos posibles.

Una vez que, con el conocimiento disponible se hayan desarrollado, probado y evaluado los correspondientes prototipos y modelos de ingeniería, es necesario involucrar a la industria nacional, a las incubadoras tecnológicas y de *startups*, para poder transformar los resultados obtenidos en productos y servicios económicamente factibles y sostenibles en el tiempo.

Es más, son estos organismos los llamados a crear los productos y servicios de aplicación no-militar derivados de las tecnologías desarrolladas, de forma de potenciar la industria y la economía nacional.

Al conjunto de actividades necesarias para traspasar los conocimientos y técnicas desarrolladas a la industria, lo hemos llamado Transferencia Tecnológica (TT) y constituye la tercera función permanente del CITA.

La meta de este último proceso es, a través de adquirir capacidades diseñadas para solucionar nuestros problemas, generar un músculo industrial diverso que, nos entregue soporte en el tiempo a las capacidades obtenidas, aproveche el mercado no-militar asociado y se constituya en una base para los desarrollos tecnológicos futuros.

Reconocemos también que, a partir del resultado del funcionamiento de estas actividades o poleas en el tiempo, se irá construyendo una base tecnológica, tanto de conocimiento como industrial, que permita ir generando aplicaciones con ciclos de diseño más acotados y rápidos, que calcen perfectamente con las metodologías de innovación existentes.

A las actividades relacionadas con la detección y explotación de las oportunidades que estos *Quick Wins* ofrecen, la hemos llamado Gestión de la Innovación (GI) y corresponde a la cuarta función permanente del CITA.

Por último, existen dos funciones permanentes del CITA que no requieren mayores detalles para su comprensión.

La primera corresponde al vínculo formal entre el CSIDI y el CITA, que recoge los mandatos del consejo, da cuenta del avance de los programas y proyectos y apoya la labor de la secretaria ejecutiva del consejo. A esta función la hemos denominado Gestión Estratégica (GE).

La segunda corresponde a las labores de I+D propiamente tal, tanto las que se efectúen al interior de la institución, como aquellas que se efectúen en universidades y centros de investigación, además de las labores asociadas a la gestión de los programas y proyectos correspondientes. A esta función la denominamos Gestión de Proyectos (GP).

El modelo: el foco del esfuerzo

Por supuesto que no es realista pensar que todas nuestras necesidades tecnológicas deban ser desarrolladas en el país. Ni siquiera las grandes potencias son absolutamente independientes tecnológicamente. Es por esto que, la propuesta es atacar tres ámbitos de requerimientos tecnológicos:

- Aquellos que no tengan solución disponible en el mercado, que sean excesivamente costosos, o que, aun cuando existan soluciones, no sean transferibles al Estado chileno (Disponibilidad).
- Aquellos que establezcan que el sistema deba ser desarrollado y/o sostenido en el país por razones estratégicas (Autonomía estratégica).
- Aquellos que establezcan que se requiere independencia tecnológica y/o logística de los proveedores existentes. (Independencia tecnológica)

De forma de dar contexto, podemos mencionar algunos ejemplos.

En el ámbito de la guerra electrónica los sistemas disponibles para adquisición no son los de mayores capacidades. Los correspondientes proveedores nos ofrecen el desde y no nos dan acceso al hasta.

Sin embargo, existen capacidades en ese hasta que, si las tuviéramos disponibles, seríamos capaces de cumplir en mejor forma nuestra misión en caso de conflicto. La única forma de acceder a estas capacidades es desarrollándolas nosotros mismos. Este es un ejemplo de Disponibilidad.

En el ámbito de la seguridad de comunicaciones y redes, cuando se compra una solución en el mercado a una empresa: ¿qué garantías existen de que un potencial adversario no pueda pagar por acceso a información sensible del sistema o, peor aún, adquirir la propia empresa? Este es un ejemplo que requiere de Autonomía estratégica.

Por último, pero no menos importante, GRAFIMAR y WINPLOTTER son sistemas que se han ido diseñando como una solución a la medida. Se puede argumentar que la razón para eso, está en que las soluciones de precio asequible no solucionan la brecha institucional en su totalidad, dado que fueron diseñados para la generalidad de la demanda.

Más aún, si son adquiridas, quedamos amarrados al proveedor y los costos de customización posterior, para adaptarla a nuestras necesidades particulares, son muy elevados. Este es un ejemplo de Independencia tecnológica.

Los desafíos

Por supuesto que el desafío no es menor, ni se puede construir de un día para otro. Es más, esta es una carrera de largo aliento hasta lograr su maduración.

En una primera etapa nos estamos abocando en la implementación de los procesos de vigilancia tecnológica y exploración de recursos, además

de diseñar las metodologías para la evaluación y priorización de programas y proyectos de I+D+i institucionales, de forma de confeccionar una cartera robusta, que maximice el retorno a la institución en términos de probabilidad de éxito, pertinencia y relevancia de las soluciones resultantes.

El principal desafío es encontrar los mecanismos legales y contractuales más apropiados que, utilizando las facultades que nos otorga la ley, permitan ejecutar investigación colaborativa y asociativa, tanto con instituciones gubernamentales, como privadas y extranjeras.

En una segunda etapa, y ya con proyectos de I+D+i en ejecución, se implementarán las áreas de gestión de proyectos y las unidades y laboratorios específicos de I+D+i institucionales, que se requieran para los proyectos que se aprueben.

Finalmente, se implementarán los procesos asociados a transferencia tecnológica, objeto poder transferir los resultados a la industria.

El otro desafío es diseñar los mecanismos contractuales y legales apropiados para la gestión de la propiedad intelectual, en términos de apropiación, licenciamiento y resguardo, de forma de proteger aquel conocimiento que se determine como clasificado y permitir el mayor aprovechamiento por parte de la industria del resto de la propiedad intelectual obtenida.

En este sentido estamos efectuando labores en distintos ámbitos:

Con el Instituto Nacional de Propiedad Industrial (INAPI) se tiene una agenda de trabajo para desarrollar una política de propiedad intelectual que permita, bajo el complejo marco legal institucional, aprovechar de mejor manera su valor en beneficio de la institución, dado que, en este tipo de actividades, la propiedad intelectual es el mayor activo.



Por otra parte, la *Office of Naval Research* (ONR) de Estados Unidos nos está apoyando en el diseño de esquemas de trabajo que, con el mínimo de recursos, involucre a las universidades y emprendedores para la solución de problemas institucionales.

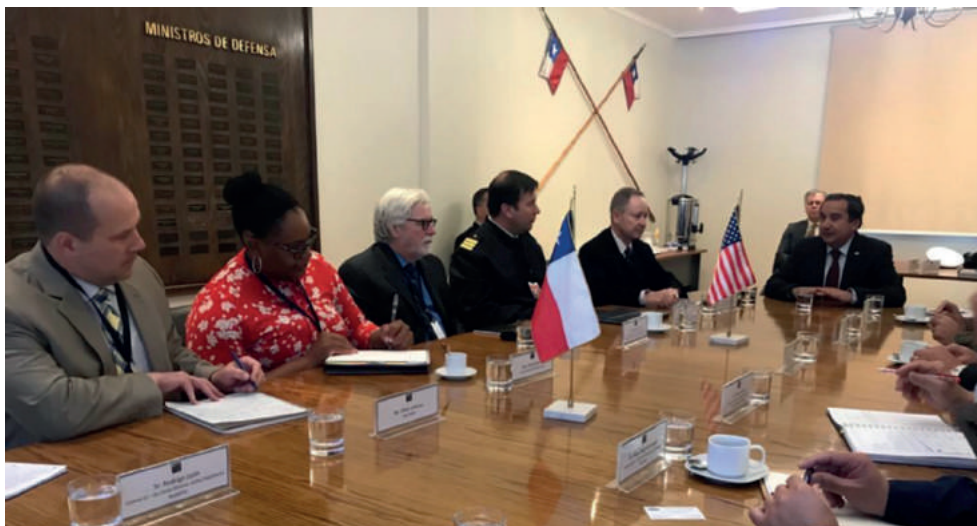
En este sentido, se está adquiriendo capacitación en las metodologías asociadas al programa *Hacking for Defense* (H4D-www.h4d.us), iniciativa norteamericana que persigue involucrar a las universidades, junto al capital humano avanzado, incubadoras e infraestructura

en ellas disponible, en la resolución de problemas de las comunidades de defensa e inteligencia.

Conjuntamente, se trabaja en el lanzamiento, en Chile, de un desafío de innovación abierta que no solo permitirá buscar una solución tecnológica a un problema institucional, sino que, a su vez, permitirá probar las metodologías adquiridas aplicándolas al contexto nacional.



Capacitación en conjunto con ONR y consultora BMNT en metodologías de H4D

**Reunión ONR - SUBSECDEF**

Se está participando además, en la confección de las políticas de ciencia y tecnología para la defensa, trabajo liderado por el Ministerio de Defensa, de forma de asegurar la compatibilidad del modelo planteado con los objetivos y mecanismos de dicha política.

El resumen de las tareas que se están efectuando no persigue ser exhaustivo, sino más bien informativo, de forma de mostrar donde se visualizan los mayores desafíos en la implementación del CITA.

Conclusiones

En síntesis, queremos crear las capacidades que necesitamos pero que no existen; aquellas que no se pueden comprar; o aquellas que necesitamos tener bajo control por seguridad o conveniencia estratégica y, de esta forma, cumplir con nuestras tareas, en las distintas áreas de misión, con soluciones tecnológicas específicamente diseñadas y dimensionadas a nuestras necesidades y realidad, potenciando a la industria, fortaleciendo el desarrollo socioeconómico nacional y finalmente, ayudando a maximizar el aporte de la institución a Chile y a nuestros conciudadanos.

