

Encomiendas tecnológicas de innovación para obtener sistemas complejos de defensa

Public procurement of innovation for obtaining complex defense systems

Resumen: El presente artículo tiene como objetivo analizar el modelo de compras públicas por Encomiendas Tecnológicas (ETEC) aplicadas a la obtención de sistemas complejos de defensa, las oportunidades generadas a partir de este tipo de contratación, así como la seguridad jurídica en emplearlas. La investigación se ha desarrollado por medio de revisión bibliográfica y documental, a la luz de la literatura que aborda el proceso de obtención de productos de defensa en Brasil, ya que las ETEC podrían beneficiar a la base industrial de defensa nacional en el desarrollo de soluciones tecnológicas capaces de sustituir opciones suministradas en el mercado internacional, las cuales, históricamente, son blanco de restricciones y embargos por parte de los países detentores del control de tecnologías sensibles. El estudio demuestra que a pesar de las posibilidades de emplear las ETEC, que dispone de la legislación brasileña, pocos procesos para obtener sistemas de defensa se han realizado por medio de ese mecanismo de compras públicas, durante el periodo contemplado por esta investigación. El estudio ha permitido, también, llegar a la conclusión que en función de la complejidad de ese proceso, la plena utilización de las ETEC solo será posible por medio de la elaboración de una reglamentación interna del Ministerio de Defensa, aprobada por los órganos de control y con los debidos detalles que se deben seguir durante la contratación de un producto de defensa (PRODE).

Palabras Clave: Encomiendas Tecnológicas. ETEC. Obtención. Sistemas Complejos de Defensa.

Abstract: This paper aims to analyze the Public Procurement of Innovation (PPI) model applied to obtain complex defense systems, the opportunities generated from this type of contracting, as well as the legal security in their employment. The research was developed through bibliographic and documentary review, in the light of the literature that addresses the process of obtaining defense products in Brazil, since PPI could benefit the national defense industrial base in the development of technological solutions capable of replacing options provided in the international market, which historically have been subject to restrictions and embargoes by countries that have control over sensitive technologies. The study demonstrated that despite the possibility provided by the legislation, few processes for defense systems acquisitions have been carried out through PPI, until now. The research allowed to conclude that due to the complexity of a process of complex defense systems acquisitions, the full use of PPI will only be possible through the elaboration of an internal regulation to the Ministry of Defense, approved by the Audit Institutions, with the details of the process to be followed when contracting a product through an PPI.

Keywords: Public Procurement of Innovation. PPI. Acquisition. Complex Defense Systems.

Wankley Lima de Oliveira 

Força Aérea Brasileira.
Primeiro Esquadrão do Oitavo Grupo
de Aviação (1º/8º GAV)
Natal, RN, Brasil
wankleylima@gmail.com

**Janaina Rodrigues Marcos Dantas
de Sousa Oliveira** 

Força Aérea Brasileira. Estado-Maior
da Aeronáutica. Brasília, DF, Brasil.
contatojanamarcos@gmail.com

Jorge Marques de Campos Júnior 

Força Aérea Brasileira. Estado-Maior
da Aeronáutica.
Brasília, DF, Brasil.
marquesjmcj@fab.mil.br

Patrícia de Oliveira Matos 

Força Aérea Brasileira. Universidade da
Força Aérea (UNIFA).
Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
pomatos@hotmail.com

Recibido: 29 oct. 2020

Aprobado: 18 dic. 2020

COLEÇÃO MEIRA MATTOS

ISSN on-line 2316-4891 / ISSN print 2316-4833

<http://ebrevistas.eb.mil.br/index.php/RMM/index>



1 Introducción

La obtención de Productos de Defensa (PRODE) es una actividad bastante compleja por incluir tecnologías de punta, elevadas cantidades de recursos financieros y por desarrollarse, vía de regla, en un ambiente de incertezas tecnológicas, restricciones de exportación, delimitación tecnológica e imprevisibilidad presupuestaria. Cuando la obtención está relacionada a Sistemas Complejos de Defensa, los cuales en su gran mayoría son también Productos Estratégicos de Defensa (PED)¹, las decisiones involucradas se vuelven aún más complejas, ya que pueden causar reflejos en otras expresiones del Poder Nacional.

El término sistema, según Blanchard y Blyler (2016), es una combinación compleja de recursos (humanos, materiales, equipamientos, hardware, software, instalaciones, datos, informaciones, servicios etc.) integrados de manera de atender a un requisito operacional especificado. Aún de acuerdo con esos autores, un sistema está concebido para desempeñar una función específica, o una serie de funciones, con el objetivo de resolver una necesidad identificada. Esa concepción encuentra respaldo en los conceptos defendidos por Bertalanffy (1977), considerado el creador de la Teoría General de los Sistemas (TGS), que los describen como un conjunto de unidades en interrelaciones mutuas.

Con relación a un sistema complejo, Mitchell (2009) aclara que se trata de un sistema con un gran número de agentes interactuados que exhiben comportamientos no triviales y autoorganizados. La autora considera también que tales sistemas involucran procesamientos sofisticados de información y adaptación vía aprendizaje o evolución. Complementando esta definición, Oliveira (2009) añade que los sistemas complejos son productos desarrollados con el fin de atender demandas específicas y, por tanto, requieren una elevada capacidad de integración de conocimientos y competencias (OLIVEIRA, 2009).

Un sistema de defensa, a su vez, se lo considera complejo cuando posee, entre sus características, un ciclo de producción extenso, elevado costo unitario, interfaces complejas y alta intensidad de ingeniería (HOBDA, 1998). Son ejemplos de sistemas complejos de defensa las aeronaves militares, los submarinos, vehículos blindados de combate, misiles, satélites y sus subsistemas, entre otros.

Con relación al proceso de obtención de productos de defensa, se verifica, según el Ministerio de Defensa, que la *obtención* es la sistemática para obtener un PRODE, de manera conjunta o no, basada en capacidades militares y que esté relacionada a los intereses estratégicos nacionales (BRASIL, 2018a).

En Brasil, la obtención de productos de defensa se hace por medio de contrataciones², cuyas normas están consolidadas en la Ley nº 8.666/93 y en sus alteraciones posteriores. Esta ley busca asegurarle al sector público la competición justa entre los licitantes, la imparcialidad en el juicio y la garantía de la selección de las propuestas más ventajosas para los bienes y servicios demandados por los órganos gubernamentales. Sin embargo, algunas particularidades de las obtenciones de productos de defensa, como la inexistencia de soluciones en el mercado interno, la necesidad de

1 Producto Estratégico de Defensa es “todo PRODE que, por contenido tecnológico, por la dificultad de obtención o por la imprescindibilidad, sea de interés estratégico para la defensa nacional” (BRASIL, 2018a, p. 1).

2 Por especificidad, las contrataciones para obtención de Productos de Defensa puede ocurrir, también, por medio de dispensa de licitación o inexigibilidad. Entre los motivos que justifican la dispensa de licitación están los Acuerdos Internacionales, los casos relacionados a la Seguridad Nacional (Decreto nº 2.225, 1997) y los productos ligados a investigación y desarrollo (BRASIL, 1993).

desarrollo tecnológico y la presencia de riesgo tecnológico, demandan un trato más específico por parte de la legislación nacional (DEPARTAMENTO DE INDUSTRIA DE DEFENSA, 2011).

En este contexto de dificultades diversas, no solo el sector de defensa, sino todos los demás sectores públicos, involucrados en la adquisición de equipamientos de elevado contenido tecnológico, necesitaron cambios en la legislación para viabilizar nuevas modalidades de obtención, sobre todo las que involucran investigación y desarrollo de productos. Es en este escenario que surge la opción de Encomienda Tecnológica.

La Encomienda Tecnológica (ETEC) es un modelo de compra pública en que un órgano o una entidad de la administración pública podrá contratar un servicio de investigación, desarrollo o una innovación para la solución de problemas técnicos específicos (BRASIL, 2018b). Esta opción está establecida por medio de un vínculo contractual que tiene por característica la existencia de desarrollo y riesgo tecnológico. El proceso de desarrollo se puede realizar por una empresa solamente o por un consorcio de empresas.

La citada modalidad de compras públicas representa, por tanto, la consolidación de una serie de adaptaciones en la legislación que trata sobre tecnología, innovación e incentivos fiscales, haciendo necesario el análisis de sus posibilidades y del aparato legal necesario para su ejecución. En ese sentido, el presente artículo tiene como objetivo analizar el modelo de compras públicas por Encomiendas Tecnológicas (ETEC) aplicadas a la obtención de sistemas complejos de defensa, las oportunidades generadas a partir de este tipo de contratación, así como la seguridad jurídica en emplearlas.

Para viabilizar la consecución de este objetivo, la metodología empleada constituye una investigación exploratoria documental en toda la legislación que rige el tema, como el Nuevo Marco Regulatorio Legal de la Ciencia, Tecnología e Innovación, el Decreto nº. 5.798/2006, llamado de Ley del Bien, la Ley no 10.973/2004, que prevé el uso de ETEC, la Directriz del Comando de la Aeronáutica que versa sobre el Ciclo de Vida de Sistemas y Materiales de la Aeronáutica (DCA 400-6), entre otras. Se levantaron también documentos públicos de la Agencia Espacial Brasileña (AEB), como notas técnicas y estudios preliminares, en el sentido de identificar las principales prácticas desarrolladas por la Agencia en procesos de obtención realizados por medio de ETEC. Además de la investigación documental, se realizó una revisión bibliográfica relacionada a la innovación tecnológica para identificar el empleo de ETEC en contratos públicos del sector de defensa nacional, además de un abordaje sobre los sistemas complejos de defensa, las particularidades aplicables a la obtención en el sector de defensa, y los posibles embargos a los cuales ese sector se lo somete.

El presente artículo está dividido en cinco secciones. Tras esta introducción, en la segunda sección se presentan las modificaciones ocurridas en las leyes orientadas hacia la innovación tecnológica, con énfasis en los aspectos legales y las posibilidades proporcionadas por las ETEC. En la tercera sección, se abordan sistemas complejos de defensa que se obtuvieron en Brasil por medio de ETEC, así como los principales obstáculos en la adopción de esta modalidad de contratación por las Fuerzas Singulares. En la cuarta sección se presenta una iniciativa de ETEC realizada por la Agencia Espacial Brasileña (AEB), relacionada a la de encomienda de un sistema de navegación, cuyos resultados pueden contribuir con el aprendizaje sobre el tema, principalmente en el empleo en procesos de compras realizadas por las Fuerzas Armadas brasi-

leñas. Finalmente, en la última sección, están sintetizadas las conclusiones obtenidas a partir del análisis de las encomiendas tecnológicas del sector de defensa.

2 Innovación y encomiendas tecnológicas: aspectos legales y oportunidades

Según Dosi (1988), la innovación está referida a la búsqueda, al descubrimiento, a la experimentación, desarrollo, imitación y adopción de nuevos productos, nuevos procesos de producción y nuevas formas de organización. Para Longo y Moreira (2013, p. 9), la innovación resulta de un “proceso que involucra interacciones entre ciencia, tecnología, investigación, desarrollo experimental, tecnología industrial básica, ingeniería y otras actividades que ocurren dentro, fuera y entre empresas”. Según los autores, el proceso de innovación depende de diversos factores, como políticas públicas, marco regulador formal y prácticas usuales de las organizaciones, de los proveedores y, en un aspecto más amplio, de la sociedad en general.

En ese mismo sentido, Freeman (1995) observa que el proceso de innovación es permanente e irreversible, sobre todo en el ambiente de una empresa, ya que la ausencia de innovación puede implicar su desaparición. A pesar de esto, el autor resalta también la importancia de pensar la innovación como parte de un sistema *nacional de innovación*, vinculado a política científica, tecnológica e industrial.

Según la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), la innovación tecnológica es un conjunto de diligencias científicas, tecnológicas, organizacionales, financieras y comerciales, incluyendo la inversión en nuevos conocimientos, que se destinan a llevar a la realización de productos y procesos tecnológicamente nuevos y/o significativamente mejorados (ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, 2002). En un concepto más restrictivo, el Decreto nº. 5.798/2006, que reglamentó la llamada Ley del Bien, define innovación tecnológica como:

La concepción de nuevo producto o proceso de fabricación, bien como la añadidura de nuevas funcionalidades o características al producto o proceso que implique mejoras incrementales y efectiva ganancia de cualidades o productividad, resultando mayor competitividad en el mercado (AGBI, 2020, nuestra traducción).

Por tanto, la innovación tecnológica está relacionada a la concepción de un nuevo producto o proceso aún no conocidos, cuyas características sean diferentes de las existentes en determinada institución. Está relacionada también a la añadidura de nuevas funcionalidades, siendo necesario que las características de los productos innovadores sean sustancialmente mejoradas o que impliquen mejoras incrementales, debiendo generar, por tanto, ventajas y beneficios para la institución (AGBI, 2020).

También en el Manual de Oslo se señala la innovación como la implementación de un producto, proceso, métodos organizacionales, o de negocios, nuevos o significativamente mejorados. Las actividades de innovación serían, por tanto, las etapas científicas, tecnológicas, organizacionales, financieras y comerciales que llevan al incremento de esos productos o procesos (ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, 2005).

A pesar de ser una concepción de fácil entendimiento, la aplicación del concepto a la realidad de las empresas puede ser más compleja. Cuando es considerado el sector productor de bienes y servicios para la Defensa Nacional, esa complejidad tiende a ser aún mayor. Azevedo (2018), que divide las innovaciones entre tecnológicas y no tecnológicas, define la innovación en el sector de Defensa como la implementación de un producto (bien o servicio), o de un proceso, método de marketing u organizacional, nuevos o significativamente mejorados, capaces de alterar a la organización, preparación y empleo del Poder Militar.

Aún con relación a la innovación en el sector de defensa, el Estado brasileño modificó la legislación que trata el asunto, con el objetivo de fomentar el desarrollo tecnológico nacional e incentivar la Base Industrial de Defensa (BID). Esa participación del Estado se debe también a la necesidad de que los productos nacionales, obtenidos por medio de inversiones en Investigación, Desarrollo e Innovación (PD&I), se vuelvan más competitivos en un mercado cada vez más feroz.

En Brasil, la política de incentivos fiscales comenzó en 1994, con el Programa de Desarrollo Tecnológico Industrial (PDTI)³, cuyo objetivo fue estimular al sector privado en el área de investigación e innovación, de forma de posibilitar la creación de nuevos procesos y productos o mejorar sus características, con el objetivo de aumentar el nivel de competitividad de las empresas brasileñas, por medio de incentivos fiscales destinados a la capacitación tecnológica de la industria (FORMIGONI et al., 2009).

A pesar de la relevancia del PDTI, el surgimiento de nuevas demandas del mercado exigió del Estado la aprobación de otras legislaciones en el sentido de perfeccionar el incentivo a la capacidad nacional de promover innovaciones tecnológicas e investigación y Desarrollo (P&D), conforme se puede observar en la Figura 1.

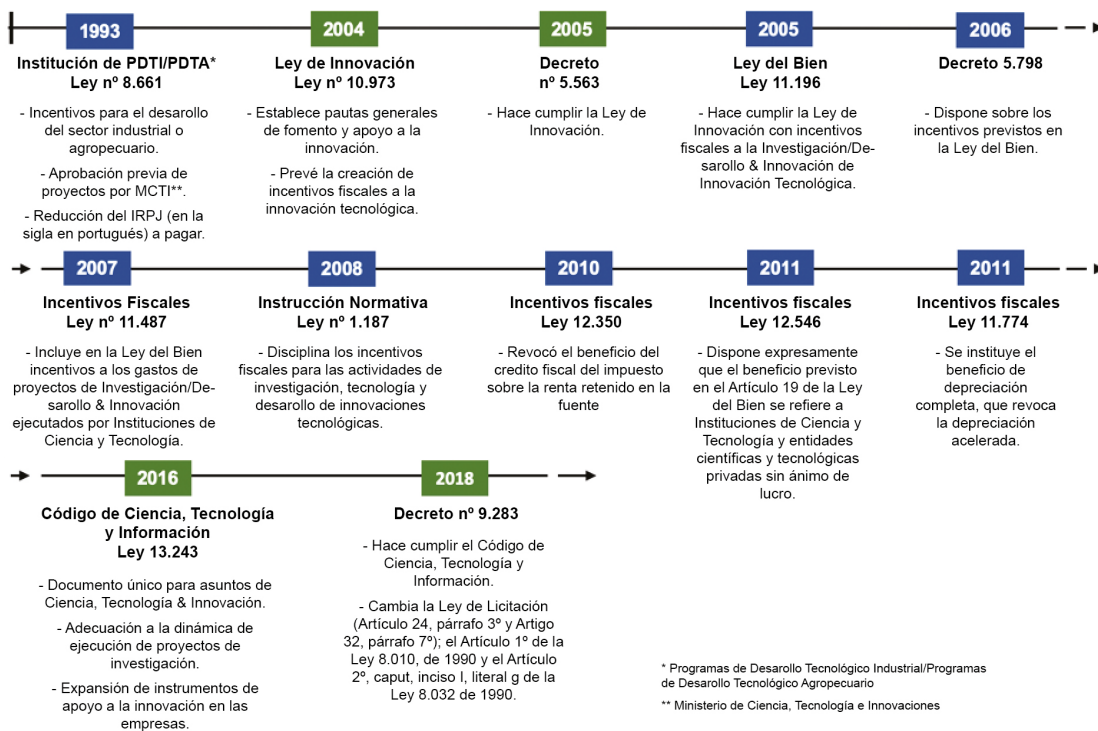
A respecto de la importancia de las legislaciones mencionadas, cabe destacar la relevancia del Nuevo Marco Regulatorio Legal de la Ciencia, Tecnología e Innovación⁴. Esta legislación altera reglas importantes y apunta a facilitar la creación de un ambiente de innovación más dinámico en Brasil. La mencionada ley busca favorecer al ambiente de innovación por medio de la promoción de las actividades científicas y tecnológicas, considerándolas estratégicas para el desarrollo económico y social; por la promoción de la cooperación e interacción entre los entes públicos, entre los sectores público y privado y entre empresas; por el estímulo a la actividad de innovación en las empresas y en las Instituciones de Ciencia y Tecnología (ICT); y por la simplificación de procedimientos para gestión de proyectos de ciencia, tecnología e innovación y adopción de control por resultados en su evaluación (SEBRAE, 2020).

Para el sector de defensa, que trabaja con sistemas complejos los cuales operan en la frontera de tecnología existente, este Nuevo Marco Regulatorio podrá traer avances por la inclusión de medidas para estímulo a la innovación en las empresas, como las Encomiendas Tecnológicas (ETEC).

3 El PDTI fue instituido por la Ley nº 8.661, del 02 de junio de 1993, la cual dispone sobre los incentivos fiscales para la capacitación tecnológica de la industria y de la agropecuaria, y da otras providencias.

4 La Ley nº 13.243, de 2016, dispone sobre estímulos al desarrollo científico, a la investigación, a la capacitación científica y tecnológica y a la innovación y fue reglamentada por el Decreto nº 9.283, de 2018.

Figura 1 - Legislación orientada hacia la innovación tecnológica



Fuente: Adaptado de ABGI (2018).

2.1 Encomienda tecnológica y la seguridad jurídica del proceso

En función de las dificultades relacionadas al acceso de las tecnologías sensibles, sobre todo las volcadas hacia el sector espacial y el de defensa, una alternativa viable para países como Brasil es el desarrollo autóctono de soluciones tecnológicas⁵ por medio de la investigación nacional, de forma de contornear su actual dependencia tecnológica (ANDRADE; SANTOS, 2018).

Según Longo y Moreira (2018), tecnología sensible es aquella que da origen a productos sensibles y/o de uso dual, como por ejemplo, las tecnologías espacial y nuclear. Según los autores, las tecnologías sensibles son controladas por un país, o un grupo de países, que consideran que “no se debe dar acceso a otros países, durante cierto tiempo, hipotéticamente por razones de seguridad”.

En ese escenario, a pesar de que la ETEC sea una posibilidad disponible para la búsqueda de soluciones de problemas tecnológicos que involucran intereses nacionales, algunas acciones deben ser tomadas por los órganos contratantes para garantizar la seguridad jurídica del proceso.

Uno de los grandes problemas enfrentados en procesos de obtención de productos de defensa por medio de desarrollo es obedecer al mismo rito, previsto para las demás compras gubernamentales, establecido en la Ley nº 8.666/93 (Departamento de Defensa de Industria, 2011).

5 Solución tecnológica es la aplicación de una tecnología o know-how orientado a satisfacer las necesidades de creación/modificación/mejoría de un producto o proceso de empresas o instituciones (ALBUQUERQUE et al., 2015, p. 250).

Esta legislación demanda, en la fase inicial del proceso, una secuencia de actos que no contemplan algunos factores directamente relacionados con la obtención de productos de defensa, como la existencia de riesgo tecnológico.

En ese contexto, los órganos públicos encuentran una gran dificultad en obtener el producto adecuado a sus necesidades y cumplir todos los procedimientos previstos en la legislación en vigor. Esos procedimientos, a pesar de demandar tiempo, recursos humanos y materiales, son necesarios para garantizar la seguridad jurídica en un proceso de obtención por medio de una ETEC.

Sobre este asunto, la Ley de Licitaciones y Contratos de la administración pública exige que el contratante describa los requisitos técnicos operacionales del objeto a ser adquirido de modo que los interesados tengan plenas condiciones de identificar la naturaleza del problema técnico existente, como también tener una visión global del producto, del servicio o del proceso innovador que podrían obtener. La dificultad de esa actividad reside en la descripción de las especificaciones técnicas del objeto a ser desarrollado, debido a la complejidad de la actividad de investigación, desarrollo e innovación o por involucrar soluciones innovadoras no disponibles en el mercado.

En suma, el órgano contratante deberá describir las necesidades técnico operacionales de tal forma que permita a los interesados la identificación de la naturaleza o el problema técnico. En la práctica, cuanto más complejo sea el sistema a ser encomendado, más difícil se hace la descripción de los requisitos y mayor será el riesgo tecnológico involucrado.

La existencia de riesgo tecnológico, es una de las principales características de las ETEC. Se trata de la posibilidad de fracaso en el desarrollo de una solución, derivado del proceso cuyo resultado es incierto en función del conocimiento técnico científico restringido a la época en que se decide por la adquisición de un producto.

Con miras a la licitud de los procedimientos, las consultas, las respuestas de los potenciales contratados y todos los demás actos relacionados a las ETEC deberán ser anexados al proceso de contratación, exceptuando los casos en que información de naturaleza industrial, tecnológica o comercial deban ser mantenidas bajo sigilo (BRASIL, 2018b).

Aún en lo que concierne al mantenimiento del recorrido de la licitud, la legislación establece que el órgano o la entidad de la administración pública contratante podrá crear, por medio de acto de su autoridad máxima, un comité técnico de especialistas para asesorar a la institución en la definición del objeto de la encomienda, en la elección del futuro contratado, en el monitoreo de la ejecución contractual y en las demás funciones previstas en el Decreto no 9283/2018. Se trata, por tanto, de un estudio de viabilidad a ser realizado por intermedio de un grupo de especialistas en varios asuntos. Ese estudio, previsto en algunas legislaciones⁶ volcadas para la adquisición de productos de defensa, consiste de un minucioso examen de la planificación realizada hasta el momento, con vistas a verificar la consistencia de su estructura, su coherencia con los objetivos pretendidos y la confiabilidad de los datos constatados (BRASIL, 2007).

Otro factor de seguridad jurídica para el proceso es la determinación de los parámetros mínimos aceptables para el recibimiento del producto, del servicio o del proceso relacionado a la encomienda. En suma, se trata de una definición precisa de los requisitos técnicos, logísticos e industriales necesarios para la ETEC de que se trata.

⁶ La Directriz del Comando de la Aeronáutica (DCA 400-6) versa sobre el Ciclo de Vida de Sistemas y Materiales de la Aeronáutica que comprende desde la fase de concepción del producto hasta la fase de descarte (BRASIL, 2007).

La celebración del contrato de ETEC exige también que el órgano contratante obtenga el producto con las condiciones más ventajosas de contratación. La legislación exige la realización de una negociación transparente, con la documentación pertinente anexada a los autos del proceso de contratación, con excepción de las eventuales informaciones de naturaleza industrial, tecnológica o comercial que deban ser mantenidas bajo sigilo. Además, la elección del contratado será orientada para la mayor probabilidad de alcance del resultado pretendido por el contratante, y no necesariamente para el menor precio o costo. En ese caso, la administración pública podrá utilizar, como factores de elección, la competencia técnica, la capacidad de gestión, las experiencias anteriores, la calidad del proyecto presentado u otros criterios significativos de evaluación del contratado (MONTEIRO, 2020).

Un factor adicional para la garantía jurídica del proceso es la necesidad de aprobación previa del proyecto específico elaborado por el contratado. Este proyecto debe tener el cronograma físico financiero, la observancia a los objetivos a ser alcanzados por la ETEC, los requisitos que permitan la aplicación de los métodos y de los medios indispensables a la verificación del andamio del proyecto en cada etapa, además de otros elementos establecidos por el contratante. El análisis previo en comento puede ser realizado por el comité técnico de especialistas establecido por el órgano contratante.

2.2 Las oportunidades generadas por la encomienda tecnológica

La principal oportunidad generada por la ETEC es facilitar la interacción entre el demandante y el proveedor, ya que existe la posibilidad de dispensa de la licitación. Sin embargo, para viabilizar esa interacción, es necesario un contrato entre las partes que establezca el objeto, el cronograma físico financiero y las normas sobre la propiedad intelectual (BRASIL, 2018b).

La ETEC permite también que los órganos y las entidades de la administración pública puedan contratar directamente una Institución Científica, Tecnológica y de Innovación (ICT), pública o privada, o aún, entidades de derecho privado sin fines lucrativos o empresas, aisladamente o en consorcio, volcadas hacia actividades de investigación, siempre que tengan reconocida capacitación tecnológica en el sector.

El objetivo de la ETEC es, por tanto, la realización de actividades de investigación, desarrollo e innovación que involucran riesgo tecnológico, para la solución de problema técnico específico u obtención de producto, servicio o proceso innovador (BRASIL, 2018b).

Teniendo en cuenta las dificultades que involucran el desarrollo de sistemas complejos de defensa, la legislación pasó a considerar la existencia de riesgo tecnológico en el transcurso del proceso. Según el decreto regulatorio⁷, los riesgos tecnológicos están relacionados a la "posibilidad de fracaso en el desarrollo de solución, derivado del proceso en que el resultado es incierto en función del conocimiento técnico científico insuficiente a la época en que se decide por la realización de la acción" (BRASIL, 2018b, p. 2).

Para los casos de contrataciones cuyo objeto involucre riesgo tecnológico, la Encomienda Tecnológica admite que el producto obtenido por la contratación pueda ser diferente de lo deseado, en función de la incerteza tecnológica existente. Además, este nuevo dispositivo legal posibilita la discontinuidad del contrato por inviabilidad técnica o económica durante su desarrollo.

⁷ El Decreto nº 9.283, de 2018, establece medidas de incentivo a la innovación y a la investigación científica y tecnológica en el ambiente productivo, con vistas a la capacitación tecnológica, al alcance de la autonomía tecnológica y al desarrollo del sistema productivo nacional y regional.

Otra posibilidad generada por la ETEC es la inclusión de los costos de las actividades que preceden a la introducción de la solución, del producto, del servicio o del proceso innovador en el mercado. De esa forma, la fabricación de prototipos; el escalonamiento, como planta piloto para la prueba de concepto, tests y demostración; y la construcción de la primera planta en escala comercial, cuando haya interés de la administración pública en el suministro de estos ítems, pueden formar parte del objeto del contrato.

El Nuevo Marco Regulatorio en comento repercute directamente entre las entidades de la Administración Pública que promueven actividades de investigación y desarrollo y realizan contratos con base en el Art. 24 de la Ley nº 8.666/93, ya que esa nueva legislación aleja la necesidad de realizar licitación para contratar bienes, insumos, servicios y obras en los casos en que el objeto del contrato esté vinculado a proyectos de investigación y debidamente aprobados por la Administración, lo que representa seguridad jurídica para los actores involucrados.

En nota técnica publicada por la Agencia Espacial Brasileña (AEB) (AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA, 2020c), se hace claro que la ETEC solamente se aplica en los casos en que ocurra la inexistencia de soluciones disponibles en el mercado, para el problema que el Estado trata de solucionar, por intermedio de contratación (AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA, 2020a). Esa consideración es importante porque la ETEC se vuelve una opción a ser utilizada solamente en casos bien específicos. Se trata, por tanto, de una excepción entre los instrumentos de contratación disponibles por la legislación brasileña, ya que presupone la asunción de una parte significativa de los riesgos tecnológicos por parte del Estado.

Cabe destacar que, cuando se busca la obtención de soluciones tecnológicas, aunque existan opciones disponibles en el mercado, se debe considerar la posibilidad de restricciones y embargos por parte de los países propietarios de la tecnología. En el sector espacial y de defensa puede ser citado, como ejemplo, el Régimen de Control de Tecnología de Misiles (MTCR), del cual Brasil es signatario y que afectó el desarrollo de vehículos lanzadores de satélites nacionales (LONGO; MOREIRA, 2018). Tales embargos pueden significar retrasos y, en situaciones más extremas, hasta el cierre de las actividades relacionadas (SANTOS, 1996).

Sin embargo, dada la importancia de la ETEC para encomiendas que involucren riesgos tecnológicos, la necesidad de mecanismos de control ocasiona dificultades en la aplicación de la legislación en tela, lo que en la práctica hace que la utilización de la modalidad ETEC una opción poco practicada por los órganos públicos brasileños.

3 Obtención de sistemas complejos de defensa y encomiendas tecnológicas

La posibilidad de realizar compras públicas en Brasil por medio de Encomienda Tecnológica existe desde la promulgación de la Ley nº 10.973/2004⁸. Esta posibilidad favorece la obtención de productos complejos de defensa por varios factores, entre ellos, la opción de desarrollar una solución tecnológica aún no disponible en el mercado.

8 Las ETEC son previstas en el art. 20 de la Ley no 10.973/2004, con redacción dada por la Ley no 13.243/16 y reglamentación dada por el Decreto no 9.283/2018. Según el inciso XXXI del art. 24 de la Ley no 8.666/1993, las ETEC son dispensadas del proceso de licitación (RAUEN, 2019, p. 7).

Sin embargo, a pesar de las opciones disponibles por la ETEC, pocos procesos de obtención de productos de defensa fueron desarrollados por las Fuerzas Armadas (FA), por medio de ese dispositivo, hasta el presente momento. Según Barbosa y Rauen (2019), solamente en cinco ocasiones, las FA realizaron procesos de obtención utilizando este dispositivo legal, conforme se puede observar en la Tabla 1.

Tabla 1 – Encomiendas Tecnológicas desarrolladas por las Fuerzas Armadas brasileñas

Fecha	Contratante	Proveedor	Objeto	Valor del Contrato (R\$ corrientes)
06/12/10	Centro Tecnológico del Ejército	Orbisat	Servicios técnicos especializados para la actualización tecnológica de cinco radares de defensa antiaérea de baja altura (Sistema de Acompañamiento de Blancos Aéreos Basado en Emisión de Radiofrecuencia – SABER M60)	2.973.000,00
21/08/14	Fundación de Apoyo a la Investigación, Desarrollo e Innovación del Ejército Brasileño	CPqD	Servicios técnicos especializados relacionados a los servicios de modelaje P&D de un módulo de forma de onda para uso en la faja de frecuencia de high frequency (HF)	4.580.000,00
04/11/14	Ejército Brasileño	Hidromec	Contratación de servicio para desarrollo de la Plataforma de Integración del Proyecto Radio Definido por Software de Defensa (RDS-Defensa), versión vehicular	2.399.895,00
07/12/18	Marina do Brasil	Instituto de Investigaciones Energéticas y Nucleares	Desarrollo de tecnologías para la aceleración de protones a láser para aplicaciones nucleares	14.860.000,00
20/09/19	Ejército Brasileño	Opto	Servicio de P&D del monóculo de imagen térmica OLHAR	2.879.204,45

Fuente: Adaptado de Barbosa y Rauen (2019).

Del análisis de la Tabla 1, es posible desprender que, a pesar de las posibilidades suministradas por las ETEC, las FA brasileñas poco utilizaron ese recurso. Sobre esta situación, Barbosa y Rauen (2019) citan que es evidente el hecho de que las ETEC son subutilizadas en el conjunto de estrategias de desarrollo tecnológico nacional. En ese sentido, cuando se analiza la obtención de productos complejos de defensa, la misma conclusión puede ser obtenida.

También es posible observar que no hubo participación del Comando de la Aeronáutica en ningún proceso de obtención por intermedio de ETEC, a pesar de la existencia de proyectos, en el ámbito de ese Comando, directamente volcados para el desarrollo de soluciones tecnológicas. A pesar de haber sido firmado en 2009, el contrato de desarrollo de la aeronave carguera KC-390 (Proyecto

KC-X)⁹ es un ejemplo de obtención de productos de defensa que podría haber sido contemplado por intermedio de una ETEC.

En proyectos complejos como el KC-X, la utilización de las ETEC sería una garantía de que posibles problemas, en el desarrollo de la solución contratada, no ocasionaran conflictos entre contratados y contratantes. En el caso de KC-X, por haber sido un proyecto contratado por medio de una dispensa de licitación, ocurrió el riesgo de no producir los prototipos de acuerdo con las reglas contractuales, en función de los riesgos tecnológicos existentes en una actividad compleja como el desarrollo de una aeronave.

La ETEC posibilita la utilización de maneras variables de remuneración para que se utilicen en las contrataciones: precio fijo, precio fijo más remuneración variable de incentivo, reembolso de costos sin remuneración adicional, reembolso de costos más remuneración variable de incentivo y reembolso de costos más remuneración fija de incentivo (BRASIL, 2018b). Estas opciones de remuneración permiten que el riesgo tecnológico existente pueda ser compartido entre las empresas y la administración pública, así como posibilita amenizar la dificultad de estimar un precio para una solución aún en fase de desarrollo.

Así, con relación al Proyecto KC-X, es importante destacar que ese emprendimiento utilizó la forma de contratación (o de remuneración de la empresa contratada) por precio fijo, por medio del cual todos los riesgos quedan bajo la responsabilidad de la empresa contratada.

Sobre esa forma de contratación por precio fijo, a pesar de parecer ventajosa para el contratante, en la práctica, las empresas contratadas tienden a incluir toda la incerteza del proyecto en el precio definido en contrato, lo que encarece el proyecto (BARBOSA; RAUEN, 2019). En ese sentido, el desarrollo de los dos prototipos de la aeronave carguera KC-390 tuvo un costo estimado de 5 mil 900 millones de reales. Ese costo por desarrollar las dos unidades del carguero es, visiblemente, bien elevado cuando se lo compara al valor de las 28 aeronaves previstas para el Proyecto KC-390, que costará alrededor de 16 mil 200 millones de reales (BRASIL, 2020).

Además de esto, de acuerdo con Barbosa y Rauen (2019), el instrumento legal elegido para desarrollar el KC-X trajo riesgos considerables para la empresa Embraer, ya que los contratos de inexigibilidad de licitación no preveían la existencia de riesgos tecnológicos.

Cabe destacar que a respecto de la existencia de la modalidad ETEC para la obtención de productos complejos de defensa, posiblemente el poco conocimiento y experiencia del cuerpo jurídico del gobierno federal y de las Fuerzas Armadas sobre la aplicación de la citada legislación (Vide la baja utilización verificada en la Tabla 1), bien como la dificultad en encuadrar el objeto de determinadas adquisiciones en la modalidad ETEC, hacen que ese dispositivo no sea aplicado en su plenitud.

La dificultad en encuadrar un producto de defensa en una ETEC es factor relevante para la definición, o no, del uso de esta modalidad en el proceso de adquisición. En ese aspecto, las incertezas referentes al riesgo tecnológico, vía de regla, no son los únicos factores relevantes en la

⁹ El Proyecto KC-X persiguió el desarrollo de dos prototipos de una aeronave de transporte militar y reabastecimiento en vuelo para complementar y eventualmente sustituir las aeronaves C/KC-130 de la Fuerza Aérea Brasileña en la realización de las misiones de transporte aéreo logístico, SAR (Búsqueda y Rescate) y reabastecimiento en vuelo, entre otras. De manera más amplia, el Proyecto también apuntó a promover la capacitación tecnológica de la Aeronáutica y de la industria aeroespacial brasileña y aumentar la capacidad operacional de la Fuerza Aérea Brasileña, por intermedio del desarrollo y posterior adquisición de las aeronaves KC-390 (BRASIL, 2018).

definición de la empresa contratante. En muchos casos, los problemas relacionados a embargos internacionales, por ejemplo, pueden tener una gran importancia cuando se trata de productos complejos de defensa, en función de la importancia estratégica que esos ítems tienen para la soberanía nacional (AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA, 2020b).

Sobre este tipo de impasse, el Ministerio de Salud, que es actualmente uno de los principales utilizadores de la modalidad ETEC, percibió la necesidad de actuar de forma conjunta con otras instituciones¹⁰ para resolver posibles dificultades de entendimiento y aplicación de las ETEC en la solución de problemas relacionados a los Ministerios (BRASIL, 2017). En ese sentido, la promulgación del Decreto no 9.245¹¹, del 20 de diciembre de 2017, fue un paso importante en el trato de cuestiones complejas volcadas hacia la obtención de soluciones indispensables al área de la Salud.

Si se realiza un paralelo entre el Ministerio de Salud y las soluciones buscadas por las Fuerzas Armadas, se puede observar que el área de defensa necesita evolucionar en el sentido de definir procedimientos y establecer procesos más precisos y estandarizados sobre el tema, de forma de facilitar el trabajo de los profesionales directamente involucrados con las actividades de obtención de sistemas complejos de defensa.

Conforme Rauen (2014), una coordinación central permite no solo eficiencia y seguridad jurídica, sino también facilita el análisis de los procesos relacionados a las encomiendas tecnológicas. De esta forma, la elaboración de una legislación interna al Ministerio de Defensa (MD), volcada hacia la estandarización de algunos procedimientos relacionados a la modalidad ETEC, podría ser una medida facilitadora con relación al encuadramiento de determinados productos de defensa en esa modalidad. Esa nueva legislación podrá ocasionar celeridad en el proceso y mayor seguridad jurídica para los órganos involucrados en los procesos de adquisición.

En ese mismo sentido, la creación de un sistema de obtención de productos de defensa más integrado y robusto, bajo la coordinación del MD, conforme asevera Longo y Moreira (2013), puede ser una opción fundamental para el uso eficiente y efectivo de los recursos financieros disponibles, por medio de encomiendas tecnológicas consistentes y exequibles.

Con todo, solamente como un ejemplo que corrobora la seguridad jurídica de procesos relacionados a la obtención de sistemas de defensa, cabe destacar que el Comando de la Aeronáutica (COMAER) ya creó, en otras ocasiones, normas específicas para facilitar el entendimiento de legislaciones relacionadas a compras públicas. Uno de esos casos fue la creación de la Ordenanza (Portaria) no 921/GC3¹², del 2 de setiembre de 2004, que atribuye competencia y define procedimientos para comisiones internas del COMAER emitir pareceres técnicos volcados para justificar la dispensa de licitación en compra de materiales y equipamientos motivados por la necesidad de mantener la estandarización requerida por la estructura de apoyo logístico de los medios aéreos y terrestres.

10 Órganos que componen el llamado Grupo Ejecutivo del Complejo Industrial de Salud (GECIS), como Casa Civil, MRE, Ministerio de Hacienda, entre otros.

11 El Decreto no 9.245, de 2017, instituye la Política Nacional de Innovación Tecnológica en la Salud, reglamenta el uso del poder de compra del Estado en contrataciones y adquisiciones que involucren productos y servicios estratégicos para el Sistema Único de Salud en el ámbito del Complejo Industrial de la Salud y dispone sobre el Grupo Ejecutivo del Complejo Industrial de Salud y el Foro Permanente de Articulación con la Sociedad Civil.

12 La Ordenanza (Portaria) no 921/GC3, de 2004, dispone sobre Comisión Interna con la competencia para examinar y emitir parecer sobre dispensa de licitación para las compras de materiales y equipamientos utilizados por el Comando de la Aeronáutica, exceptuados los materiales de uso personal y administrativo, motivada por la necesidad de mantener la estandarización requerida por la estructura de apoyo logístico de los medios aéreos y terrestres.

4 El caso de la encomienda tecnológica desarrollada por la aeb

La Agencia Espacial Brasileña (AEB) inició un proyecto inédito en la institución, de adquisición de una solución tecnológica con base en una ETEC. Ese proyecto se refiere a la contratación del desarrollo de un Sistema de Navegación Inercial (INS). Lo singular de esta iniciativa de la AEB se debe, sobre todo, a la alianza realizada con el Tribunal de Cuentas de la Unión (TCU) y con representantes de la Abogacía General de la Unión (AGU), de la Controlaría General de la Unión (CGU), del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MCT) y del Instituto de Investigación (Pesquisa) Económica Aplicada (IPEA).

Según la AEB, la dificultad en la obtención de sistemas de navegación inercial normalmente ha sido un obstáculo a las actividades brasileñas de investigación y desarrollo. Esto ocurre en función de los embargos impuestos por los proveedores internacionales a los productos relacionados a las aplicaciones espaciales y de defensa. Entre esos embargos, están los regímenes de control de transferencia de bienes y de tecnologías sensibles establecidos por los países que dominan ese conocimiento, como el ya citado *Missile Technology Control Regime* (MCTR)¹³ liderados por los integrantes del G7.

Además de los embargos, otros riesgos inherentes a esa actividad también son comunes, entre ellos, la restricción en el número de ítems suministrados, la venta de equipamientos obsoletos tecnológicamente, especificaciones funcionales insuficientes para la misión deseada, suministro de ítems no personalizados a la aplicación pretendida, entre otros (BRASIL, 2020).

Ante el escenario presentado, la AEB identificó la ETEC como un instrumento que posee potencial para ser utilizado en contratación de soluciones para el sector espacial (BRASIL, 2020). Aún de acuerdo con esa Agencia, por tratarse de una iniciativa inédita y por la carencia de experiencias prácticas en el sector espacial, hubo necesidad de que participara el Tribunal de Cuentas de la Unión (TCU) quien es que acompaña la elaboración de esa encomienda tecnológica de forma de mapear y mitigar los riesgos encontrados, con el objetivo de garantizar la correcta ejecución de la legislación y garantizar el cumplimiento del proceso. Cabe destacar que, por tratarse de una actividad nueva, la quiebra de paradigma existe tanto para los órganos contratantes, como para los órganos de control (AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA, 2020a).

Conforme citado anteriormente, la AEB eligió como objeto de la primera ETEC un subsistema de navegación. Según esa Agencia, ese tipo de subsistema de navegación es usualmente representado por un Sistema Inercial (INS)¹⁴ en funcionamiento paralelo a un componente de posicionamiento por GNSS (*Global Navigation Satellite System*), conforme se puede observar en la Tabla 2. Sin embargo, la complejidad del sistema está relacionada al hecho de que sistemas INS pueden tener su procesamiento de posición influenciado por el error inherente de sensores, entre otros. Por ese motivo, algunos problemas pueden surgir; por ejemplo, la integración en el tiempo puede propagar un error de posicionamiento durante su trayectoria.

13 El MCTR es un régimen que funciona informalmente y los países miembros se comprometen a desarrollar una sistemática de exportación que inhiba, o incluso elimine, la posibilidad de transferencia de ítems sensibles a países que tengan intenciones de desarrollar misiles (SANTOS, 1995).

14 El INS compone una técnica de navegación en que mediciones tridimensionales de aceleración lineal y angular son utilizadas para seguir la posición, orientación y velocidad de un objeto relativo a un punto de partida. Un INS detecta cambios en posición geográfica, en su velocidad (dirección y magnitud), y en su orientación (rotación alrededor de un eje), a partir de aceleración lineal y de velocidad angular aplicada al vehículo. De esta forma, es inmune a influencias externas por no exigir referencias externas después de su inicialización (AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA, 2020).

Tabla 2 – Componentes y parámetros básicos del sistema inercial

Componentes Internos	Parámetros de Interfaz
Una computadora de bordo (OBC1) y respectivo software para procesamiento de señales emitidas por los sensores inerciales	Masa total inferior a 5 kilos
Una computadora de bordo (OBC2) y respectivo software para procesamiento de datos de posicionamiento e integración para definición de trayectoria, con corrección por GNSS	Dimensiones necesarias para embarcar como carga útil en el cohete VSB-30 y en versiones modificadas, o en cohetes de entrenamiento FTB y FTI
Un receptor GNSS	Telemetría propia
Una Unidad de Medida Móvil (IMU) compuesta por sensores inerciales (acelerómetros y giroscopios)	Fuente de energía y red eléctrica propia
Telemetría adaptada a un sistema de recepción en suelo	-

Fuente: Adaptado de Agência Espacial Brasileira (2020a).

La importancia de la ETEC surge por el hecho de que la obtención mencionada involucra riesgos considerables, ya que el objeto del contrato es un producto que se encuentra en el límite de la tecnología existente. Por ese motivo, de acuerdo con la AEB, para minimizar la ocurrencia de problemas en el desarrollo de las fases de la encomienda, todas las especificaciones técnicas y parámetros de funcionamiento serán revisados y detallados por una comisión técnica de especialistas.

A pesar de que los proyectos del área espacial utilizan, como métrica de desarrollo tecnológico, el *Technology Readiness Level* (TRL) mínimo 2, como ocurrió con el proyecto SISNAV¹⁵, el Sistema de Navegación Inercial contemplado por la encomienda tecnológica tendrá sus productos entregables divididos en cinco fases, siendo que la primera fase se iniciará con índice de madurez tecnología 3, según se presenta en la Tabla 3.

Tabla 3 – Fases del Sistema de Navegación Inercial.

Fase	Technology Readiness Level (TRL)	Producto Entregable
Fase 1	TRL 3	Proyecto de Ingeniería
Fase 2	TRL 4	Test en laboratorio de componentes e interfaces
Fase 2	TRL 5	Integración y validación en ambiente relevante
Fase 4	TRL 6 e 7	Verificación y demostración integrada de prototipo
Fase 5	TRL 8 e 9	Prototipo completo para calificación en vuelo

Fuente: Adaptado de Agência Espacial Brasileira (2020a).

15 SISNAV es un sistema de navegación inercial desarrollado por el Instituto de Aeronáutica y Espacio (IAE) para vehículos lanzadores y suborbitales (BRASIL, 2020).

La adopción de TRL 3 para la primera fase de la ETEC desarrollada por la AEB es una medida mitigadora en el sentido de aumentar las chances de éxito de la encomienda en pantalla, considerando que TRL 3 consiste en obtener resultados analíticos/experimentales documentados de forma de validar pruebas de concepto (MANKINS, 1995).

La ETEC desarrollada por la AEB presenta semejanzas con los proyectos de P&D realizados en el ámbito de las Fuerzas Armadas brasileñas con relación al objeto de los contratos, como es el caso del desarrollo de la aeronave KC-390 (Proyecto KC-X), entre otros proyectos volcados para la adquisición de productos complejos de defensa. Sin embargo, en el caso de KC-390, en función de varios factores, entre ellos la inexistencia de legislación específica de COMAER para la realización de encomiendas tecnológicas, en el momento de la concepción del proyecto en cuestión, el Comando de Aeronáutica se apoyó en dos dispositivos legales, la dispensa y la inexigibilidad de licitación¹⁶ (RIBEIRO, 2017).

5 Consideraciones finales

En este artículo se ha analizado el modelo de compras públicas por Encomiendas Tecnológicas (ETEC) aplicadas a la obtención de sistemas complejos de defensa, las oportunidades generadas a partir de este tipo de contratación, así como a la seguridad jurídica en emplearlas.

Se observa que a respecto del espacio temporal existente entre la publicación del Nuevo Marco Legal de Ciencia, Tecnología e Innovación y a su regulación, los órganos públicos brasileños aún no han presentado significativa adherencia a la citada legislación para la obtención de sistemas de defensa. Esa falta de adherencia posiblemente está relacionada al desconocimiento de los detalles de la legislación y al recelo de cometer errores en la interpretación de las normas vigentes, lo que podría implicar en perjuicios al erario público e implicaciones jurídicas para los agentes de administración.

De esta forma, para que los órganos públicos puedan utilizar todas las posibilidades disponibles por la legislación existente, se hace necesaria la adopción de medidas capaces de facilitar el entendimiento de las normas en vigor, por parte de los agentes públicos, de forma de proporcionar mayor seguridad jurídica en los procesos de obtención de sistemas complejos de defensa.

Cabe resaltar que ese tipo de obtención se destaca por la elevada suma de recursos financieros involucrados, por la importancia de los sistemas de defensa para el país, por la complejidad de los procesos y por la incerteza en el éxito de la actividad, sobre todo cuando la obtención involucra el desarrollo de productos de defensa. Por esas particularidades, los procesos de contratación de sistemas complejos de defensa exigen tratamientos específicos, de forma de permitir opciones viables a la administración pública y posibilitar la atención de demandas de la sociedad de forma más eficiente.

Los casos comentados en este trabajo ejemplifican dos procesos de obtención de sistemas complejos que siguieron caminos diferentes: el Proyecto KC-390 y el Sistema de Navegación Inercial (INS). Aunque se consideran sistemas de destacada importancia para la soberanía nacional, y proyectos de P&D exitosos, se verifica que el dispositivo legal utilizado como base en el proceso de obtención de INS, la Encomienda Tecnológica, es más adecuado para contrataciones cuyo objeto involucra

¹⁶ Dispensa de licitación (Art. 24) e Inexigibilidad de licitación (Art. 25), ambos de la Ley no 8.666/1993.

riesgo tecnológico, sobre todo en función de las incertezas existentes y por la seguridad jurídica dada a los gestores involucrados.

Con relación al instrumento utilizado por la AEB, fue posible verificar la posibilidad de contornear la dificultad para utilizar la ETEC, mientras la legislación aún no está totalmente consolidada como instrumento de contrataciones de soluciones tecnológicas para problemas reales de las Organizaciones Públicas. Fue posible también identificar que la falta de experiencia de la AEB suscitó la necesidad de la participación de un órgano de control (TCU) en todas las fases del proceso, así como de otros órganos de la administración pública, como la AGU, el MCTI y el IPEA, con el objetivo de construir el conocimiento necesario para la utilización de la ETEC de forma adecuada y con la seguridad jurídica necesaria para los agentes de la administración.

A ejemplo de la AEB, se sugiere que el Ministerio de Defensa elabore una legislación interna orientada para la estandarización de procedimientos relacionados a la ETEC y para el encuadramiento de determinados productos de defensa en esa modalidad de contratación. Esa nueva legislación podrá ocasionar celeridad en el proceso y mayor seguridad jurídica para los órganos involucrados en los procesos de adquisición. Además, una coordinación central posiblemente permitirá no solo mayor eficiencia, sino que podrá facilitar el análisis de los procesos relacionados a las encomiendas tecnológicas.

Referencias

ABGI. **Lei do Bem**: os incentivos fiscais à inovação tecnológica. [S.l.]. 2020. Disponible en: <https://brasil.abgi-group.com/lei-do-bem>. Acceso el: 23 dic. 2020.

AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA. **Encomenda Tecnológica (ETEC)**. Brasília, 2020a. Disponible en: <http://www.aeb.gov.br/pt-br/programa-espacial-brasileiro/encomenda-tecnologica-etec>. Acceso el: 23 dic. 2020.

AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA. Estudos Preliminares. **Processo nº 01350.000025/2020-58**. Brasília, 2020b. Disponible en: <http://www.aeb.gov.br/pt-br/programa-espacial-brasileiro/encomenda-tecnologica-etec/documentos>. Acceso el: 23 nov. 2020.

AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA. Nota Técnica. **Processo nº 01350.000025/2020-58. Encomenda Tecnológica sobre sistema de navegação inercial**. Brasília, 2020c. Disponible en: <http://www.aeb.gov.br/programa-espacial-brasileiro/encomenda-tecnologica-etec/documentos>. Acceso el: 23 dic. 2020.

ALBUQUERQUE, B. et al. Novas práticas para o fomento da inovação na economia brasileira: o BNDES Soluções Tecnológicas. In: ABDE/BID (orgs.). **Prêmio Associação Brasileira de Desenvolvimento (ABDE-BID) - Coletânea de Trabalhos**. Rio de Janeiro: ABDE Editorial, p. 241-262, 2015. Disponible en: https://abde.org.br/wp-content/uploads/2018/06/PREMIO-ABDE-BID-2015_PDF-COMPLETO.pdf. Acceso el: 01 ene. 2021.

ANDRADE, A. D. P.; SANTOS, C. S. A. **Políticas públicas de defesa: uma análise sobre a Lei nº 12.598/2012 e as empresas estratégicas de defesa**. [S.l.], 2018. Disponible en: https://www.enabed2018.abedef.org/resources/anais/8/1535683049_ARQUIVO_artigoppallaneclarice.pdf. Acceso el: 23 dic. 2020.

AZEVEDO, C. E. The elements of analysis of the culture of innovation in the Defense sector and its three-dimensional model. **Coleção Meira Mattos: Revista das Ciências Militares**, [S.l.], v. 12, n. 45, p. 145-167, 2018.

BARBOSA, C. M. M.; RAUEN, A. T. **Encomendas Tecnológicas no Brasil: Guia Geral de Boas Práticas**. Ipea: Brasília, 2019.

BERTALANFFY, L. **Teoria Geral dos Sistemas**. 3. ed. Petrópolis: Vozes, 1977.

BLANCHARD, B. S.; BLYLER, J. E. **System Engineering Manangement**. 5. ed. New Jersey: Wiley, 2016.

BRASIL. Casa Civil. **Lei nº 8.666**, de 21 de junho de 1993. Diário Oficial da União. República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 22 jun. 1993. Disponible en: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8666const.htm. Acceso el: 23 dic. 2020.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. **Portaria nº 129/GC4**, de 5 de março de 2007. Boletim do Comando da Aeronáutica, Brasília, n. 47, 9 mar. 2007.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. **Sistema de Navegação e Controle**. Brasília, 2020a. Disponible en: <http://www.iae.cta.br/index.php/todos-os-projetos/projetos-aeronautica/sistema-de-navegacao-e-controle>. Acceso el: 23 dic. 2020.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Portaria Normativa nº 15/MD**, de 4 de abril de 2018. Diário Oficial da União. República Federativa do Brasil, Brasília, n. 65, 5 abr. 2018a.

BRASIL. Presidência da República. **Decreto nº 9.283**, de 7 de fevereiro de 2018. Diário Oficial da União. República Federativa do Brasil, Brasília, 7 fev. 2018b.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 13.243**, de 11 de janeiro de 2016. Diário Oficial da União. República Federativa do Brasil, Brasília, 12 jan. 2016.

DEPARTAMENTO DE INDÚSTRIA DE DEFESA. **Análise COMDEFESA**: por uma Política de Aquisição de Material de Defesa. São Paulo, 2011. Disponible en: <http://www.defesanet.com.br/defesa/noticia/2629/ANALISE-COMDEFESA---Por-uma-Politica-de-Aquisicao-de-Material-de-Defesa>. Acceso el: 23 dic. 2020.

DOSI, G. The nature of the innovative process. In: DOSI, G. et al (orgs). **Technical change and economic theory**. London: Pinter Publishers, 1988.

FORMIGONI, H. et al. **A influência do PDTI e da Lei do Bem na geração de riqueza das companhias abertas brasileiras não financeiras**. [S.l.], 2009. Disponible en: <https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/1053>. Acceso el: 23 dic. 2020.

FREEMAN, C. The national system of innovation in historical perspective. **Journal of Economics**, Cambridge, v. 19, n. 1, p. 5-24, 1995.

HOBDDAY, M. Product complexity, innovation and industrial organization. **CoPS Publication**, Falmer, n. 52, 1998.

LONGO, W. P.; MOREIRA, W.S. Tecnologia e inovação no setor de defesa: uma perspectiva sistêmica. **Revista da Escola de Guerra Naval**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 2, p. 277-304, jul./dez. 2013.

LONGO, W.P.; MOREIRA, W.S. O acesso a tecnologias sensíveis. **Tensões Mundiais**, [S.l.], v. 5, n. 9, p. 73-122, 2018. Disponible en: <https://revistas.uece.br/index.php/tensoesmundiais/article/view/669>. Acceso el: 23 dic. 2020.

MANKINS, J. C. **Technology Readiness Levels**: a white paper. Office of Space Access and Technology: NASA, [S.l.], 1995. Disponible en: https://aiaa.kavi.com/apps/group_public/download.php/2212/TRLs_MankinsPaper_1995.pdf. Acceso el: 23 dic. 2020.

MITCHELL, M. **Complexity: a guided tour**. New York: Oxford University Press, 2009.

MONTEIRO, V. **O que aprendi lendo a legislação sobre contrato de encomenda tecnológica**. [S.l.], 2020. Disponible en: <http://ga.basegroup.com.br/o-que-aprendi-lendo-a-legislacao-sobre-contrato-de-encomenda-tecnologica>. Acceso el: 23 dic. 2020.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **Manual de Frascati**: metodologia proposta para definição da pesquisa e desenvolvimento experimental. [S.l.], 2002. Disponible en: http://www.ipdeletron.org.br/wwwroot/pdf-publicacoes/14/Manual_de_Frascati.pdf. Acceso el: 23 dic. 2020.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **Manual de Oslo**: diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação. [S.l.], 3. ed., 2005. Disponible en: <https://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/manualoslo.pdf>. Acceso el: 23 dic. 2020.

OLIVEIRA, L. G. O desenvolvimento de projetos de sistemas complexos na indústria aeronáutica: o caso de gestão integrada aplicada ao programa Embraer 170. **Cadernos EBAPE**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, p.19-33, mar. 2009. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1679-39512009000100003&script=sci_abstract&tlng=pt. Acceso el: 23 dic. 2020.

RAUEN, A. T. Encomendas tecnológicas nos Estados Unidos: possibilidades do regulamento federal de aquisições. **Radar**, [S.l.], n. 36, 2014. Disponible en: <https://www.ipea.gov.br/radar/temas/regulacao/450-radar-n-36-encomendas-tecnologicas-nos-estados-unidos-possibilidades-do-regulamento-federal-de-aquisicoes>. Acceso el: 23 dic. 2020.

RIBEIRO, C. G. Desenvolvimento tecnológico nacional: o caso KC-390. In: RAUEN, A. T. (org.). **Políticas de inovação pelo lado da demanda no Brasil**. Brasília: Ipea, 2017, p. 236-288. Disponible en: <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/8953>. Acceso el: 23 dic. 2020.

SANTOS, R. Desenvolvimento de tecnologia de ponta: embargos tecnológicos. **Revista da Escola Superior de Guerra**, [S.l.], n. 32, p. 115-126, dez. 1996. Disponible en: <https://revista.esg.br/index.php/revistadaesg/article/view/729>. Acceso el 23: dic. 2020.

SEBRAE. **O Novo Marco Legal de Ciência, Tecnologia e Inovação**. [S.l.], 2020. Disponible en: <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-novo-marco-legal-de-ciencia-tecnologia-e-inovacao,8603f03e7f484610VgnVCM1000004c00210aRCRD>. Acceso el 23: dic. 2020.

