

Propuesta de un Ciclo de Vida de Proyectos de Transferencia de Tecnología Aeroespacial

Rosana Briceño*, Luis Brito

Agencia Bolivariana para las Actividades Espaciales (ABAE), Venezuela*

rosana.p.b.a@gmail.com

lbrito@abae.gob.ve

Resumen— Este documento presenta una revisión de dos modelos de transferencia tecnológica, que a su vez son producto del estudio de más de veinte modelos populares de este tipo, para luego realizar una propuesta de un Ciclo de Vida de Proyectos de Transferencia de Tecnología en el ámbito Aeroespacial Venezolano, considerando a los procesos de Transferencia Tecnológica desde un punto de vista de manejo de proyectos, planteando a la Agencia Bolivariana para Actividades Espaciales como la receptora de la tecnología, y a las industrias aeroespaciales internacionales como los transferentes de la tecnología, a la vez que se hace un especial énfasis en la importancia del registro de las lecciones aprendidas a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto.

Palabras claves: Transferencia Tecnológica, Modelos de Transferencia Tecnológica, Gestión de Proyectos, Industria Aeroespacial, Agencia Bolivariana para Actividades Espaciales (ABAE).

Abstract— This paper present a review of two technological transfer's model, who are themselves products of the study of over twenty popular models of this type, and then a Proposal of a Project Life Cycle for Aerospace Technology Transfer in Venezuela is presented. A project management point of view is done, and it takes the Bolivarian Agency for Spatial Activities as the Receptor of the technology, and internationals aerospaces industries as the Transfers of the technology. This proposal makes a special attention on the importance of recording the lesson learned trough the hole life cycle of the project.

Key words: Technology Transfer, Technology Transfer's Models, Project Management, Aerospace Technology, Bolivarian Agency for Spatial Activities (ABAE).

I. INTRODUCCIÓN

La Agencia Bolivariana para Actividades Espaciales (ABAE), es un Instituto Autónomo, creado en el 2007 a través de una Ley de igual nombre aprobada por la Asamblea Nacional Venezolana, con el fin de ejecutar las políticas y lineamientos para la explotación y uso del espacio ultraterrestre con fines pacíficos, así como todo lo relacionado con la materia espacial en Venezuela, en función del desarrollo económico, político, social y cultural del país [1]. Esta Agencia se encarga en la actualidad de realizar diferentes actividades en el ámbito aeroespacial, entre ellas la operación y control del satélite de comunicaciones Simón Bolívar (VENESAT-1) y el de percepción remota Francisco de Miranda (VRSS-1), la construcción y puesta en marcha del Centro de Investigación, Desarrollo e Innovación Espacial (CIDIE), y más recientemente el inicio del programa de percepción remota Sucre (VRSS-2).

Las actividades de la ABAE, han sido y son llevadas a cabo a través de la cooperación bilateral y escenarios multilaterales, esto

es motivado al gran riesgo, grandes inversiones y alta especialización técnica que demanda el ámbito aeroespacial, donde la cooperación es fundamental para la ejecución de proyectos [1].

Entre los diversos acuerdos internacionales, se resalta la cooperación espacial con la República Popular China, principal aliado estratégico de Venezuela en materia aeroespacial, que ha dado importante resultados, entre ellos el programa espacial VENESAT-1, el programa VRSS-1, el CIDIE y el inicio del programa VRSS-2. En los que se plantea un tipo de cooperación que permite a profesionales venezolanos formar parte de todos los procesos a ejecutar, fomentando la formación de talento humano altamente especializado, y para garantizar la participación activa de venezolanos en las construcciones civiles en Venezuela. Adicionalmente, se cuenta con cooperaciones bilaterales con la India, Uruguay, Brasil, Bolivia, Argentina, así como diversas participaciones en materia aeroespacial en espacios internacionales. [1]

Esta experiencia en la cooperación internacional, y su importancia para el desarrollo de la industria aeroespacial venezolana, llevo a reflexionar acerca de la manera en que los mismos han sido ejecutados, lo que dio paso a la necesidad de plantear de manera formal un modelo de Transferencia Tecnológica, que sea pertinente para apoyar la creación de los cimientos de la industria aeroespacial venezolana.

El contenido de este documento se organiza en cuatro partes. La primera, que trata algunos aspectos teóricos y legales de la transferencia tecnológica. La segunda que presenta un resumen general de los dos modelos de transferencia tecnológica en los que se fundamenta la propuesta aquí plasmada. En la tercera parte se describe la propuesta de un ciclo de vida de proyectos de transferencia de tecnología aeroespacial. Finalmente, en la cuarta parte, se presentan las conclusiones y recomendaciones.

II. ALGUNOS ASPECTOS TEÓRICOS Y LEGALES DE LA TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

A. Definición de Transferencia Tecnológica:

Tecnología (del griego “*Thechne*”: habilidad, técnica, pericia y “*Logos*”: pensamiento, palabra, conocimiento), la tecnología es información que se pone en uso para lograr una meta [2]. La mayoría de la literatura coincide que la tecnología esta constituida por el producto terminado en si (materiales, componentes, bien, edificación, equipos, instalación); así como también por la operación de la tecnología (mantenimiento, entrenamiento, programas computacionales, soporte técnico, estándares, formatos, planos), y por lo que en la literatura anglosajona se describe como el *Know-How*, que incluyen todas las habilidades y conocimientos de los procesos para la implementación de la tecnología, experiencia organizacional intrínsecas al producto, su gestión, producción, operación y resolución de problemas [3].

Por su parte, la Transferencia Tecnológica (TT), tiene diversas definiciones en la literatura, de manera general, puede ser entendida como “el proceso educativo mediante el cual un actor que conoce alguna tecnología, la transmite a otro que no la conoce” [4]. Para los efectos de la propuesta que se hace en este artículo se entenderá como Transferente al actor que transmite la tecnología, que en este caso son las industrias de tecnología espacial internacionales, y como Receptor a quien recibe la tecnología transferida, que para lo que nos atañe es el Estado Venezolano a través de la ABAE.

B. Algunos Aspectos Generales Políticos y Legales de la Transferencia Tecnológica en Venezuela:

El marco jurídico venezolano ha establecido distintos instrumentos que sirven de guía y base para realizar esfuerzos en la transformación de la importación de la tecnología en procesos de transferencia tecnológica que vengán a fortalecer las capacidades tecnológicas venezolanas [5]. Dichos esfuerzos están avalados de manera general desde el nivel más alto en la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (CRBV), en sus artículos 110, 129, 305 y 307, donde se reconoce la importancia de la ciencia, la tecnología, el conocimiento, la innovación, entre otros.

En cuanto al tema de transferencia tecnológica, se resalta en el artículo 129 de la CRBV que “...en los contratos que la República celebre con personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras, o en los permisos que se otorguen que afecten los recursos naturales, se considerará incluida ..., la obligación de conservar el equilibrio ecológico, de permitir el acceso a la tecnología y la transferencia de la misma en condiciones mutuamente convenientes y de restablecer el ambiente a su estado natural si éste resultare alterado...” [5]

Sumado a la CRBV, se cuenta con diferentes instrumentos que fomentan la importancia de la ciencia, tecnología y el papel que juegan en la mejora de las condiciones de vidas de los venezolanos, entre otros se cuentan con los Planes de Desarrollo Económicos y Sociales (2001-2007, 2007-2013, 2013-2019), La Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación (2001, 2005, y modificada en el 2011), el

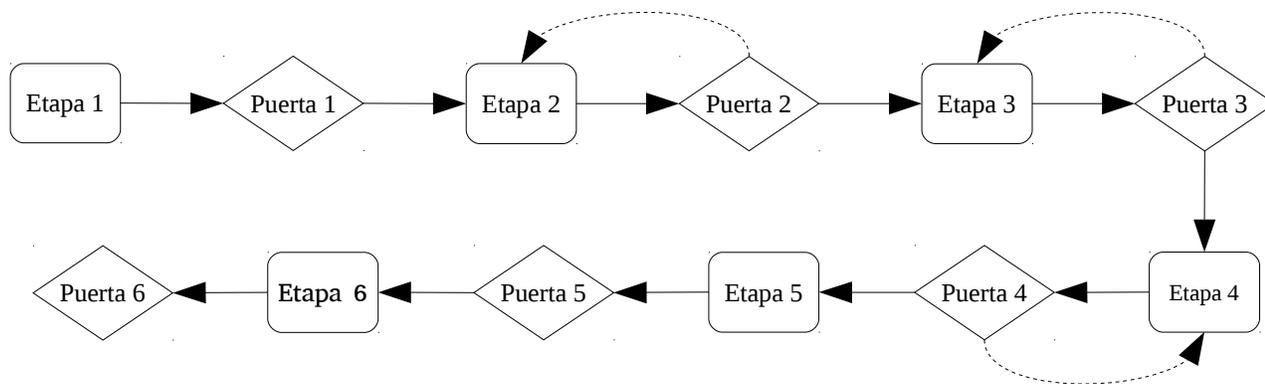
Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (2001), el Observatorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (2006), la Ley Orgánica de Seguridad de la Nación (2002), la creación del órgano rector en ciencia y tecnología, que actualmente es el Ministerio del Poder Popular para la Educación Universitaria, Ciencia y Tecnología (2000), la creación de una Comisión Presidencial para Instrumentar los Mecanismos de Inserción y Seguimiento de la Transferencia Tecnológica, Asistencia Técnica y el uso de Marcas y Patentes en los Contratos vigentes y por suscribirse entre el Sector Público o Privado Nacional con el Sector Público o Privado Extranjero (2006) y la creación de la Comisión Presidencial, con carácter permanente, para la Apropiación Social del Conocimiento (2008).

III. MODELOS DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

A. Enfoque de Ciclo de Vida Para la Planificación e Implementación de un Proyecto de Transferencia Tecnológica:

Este enfoque de proyectos de TT (en Inglés: “Life Cycle Approach for Planning and Implementing a Technology Transfer Project”), fue desarrollado considerando las lecciones aprendidas a través del estudio de modelos de TT populares, proponiendo un enfoque holístico de los proyectos de TT, desde su concepción hasta su finalización, los grandes procesos propuestos en [6] son:

- Identificación de la tecnología necesitada y realización de una propuesta de negocios para la aprobación corporativa.
- Búsqueda de posibles proveedores de la tecnología y estudio de las ofertas.
- Negociación con una lista priorizada de los proveedores para concretar el negocio.
- Preparación del plan de implementación de la TT.
- Implementación y asimilación.
- Evaluación del impacto del proyecto de TT.



Etapa 1: Identificar la tecnología necesitada.
 Etapa 2: Descripción detallada de la tecnología identificada.
 Etapa 3: Negociar con los principales proveedores y finalizar el trato.
 Etapa 4: Preparar el proyecto de implementación de la TT.
 Etapa 5: Implementar la transferencia de la tecnología y su asimilación.
 Etapa 6: Evaluar el impacto del proyecto de TT.

Puerta 1: Confirmar las tecnologías identificadas.
 Puerta 2: Selección de la tecnología y sus proveedores.
 Puerta 3: Finalizar y aprobar el acuerdo de TT.
 Puerta 4: Aprobar la implementación del plan.
 Puerta 5: Auditar la implementación.
 Puerta 6: Desarrollar las guías para los nuevos proyectos.

Fig. 1: Enfoque de ciclo de vida para la planificación e implementación de un proyecto de transferencia tecnológica propuesto por [6]

En la Fig. 1 se muestran estos grandes procesos que se componen por etapas y puertas de decisión. Las etapas están concebidas como una serie de actividades detalladas seguidas de una puerta de decisión o control. Las puertas son propuestas como un punto de evaluación crítica de las actividades realizadas en la etapa, que permiten decidir si se debe continuar, regresar a la etapa anterior, e incluso terminar el proyecto. Todas estas etapas y puertas son propuestas con la finalidad de minimizar o evitar problemas, aumentando las probabilidades de lograr un proyecto exitoso [6].

Su mayor ventaja es que permite garantizar que las principales actividades sean llevadas a cabo de manera detallada, documentada y que no sean omitidas [6]. La principal desventaja es que no se hace énfasis detallado de la utilización de la tecnología transferida, su mantenimiento y mejoramiento.

B. Un Modelo de Procesos Integral de Transferencia Tecnológica:

Este modelo consiste en una revisión de diversos modelos de TT, junto con un análisis sistemático de las distintas actividades propuestas en dichos modelos, para luego dar paso a una propuesta de un modelo integral (en Inglés: “*Comprehensive Model of Technology Transfer*”) basado en seis fases mostradas en la Fig. 2, que se mencionan a continuación [7].

- *Valoración:* en esta primera fase se inicia una auto-valoración para identificar las necesidades tecnológicas, y tomar la decisión de embarcarse en un proyecto de TT o no, y luego dar paso a una descripción más detallada de las necesidades específicas para seleccionar la tecnología, esta etapa culmina con la documentación de la valoración realizada [7].
- *Negociación:* aquí se considera que se inicia formalmente con la transferencia cuando las partes finalizan la negociación y realizan el esquema del contrato [7].
- *Implementación:* se pone en marcha la transferencia de tecnología, acorde a la negociación realizada, esta implementación se completa cuando las partes proveen los productos y servicios acordados [7].
- *Adopción:* en esta etapa se deben enfocar los esfuerzos en utilizar la tecnología para sacarle el mejor provecho posible, a través de su integración en las actividades de la organización, hasta que se conviertan en operaciones de rutina adoptadas a las condiciones locales [7].
- *Absorción:* propuesta como un proceso de entendimiento más profundo de la tecnología, que sólo es obtenido a través del conocimiento y la experiencia que se adquiere con su utilización [7].
- *Desarrollo a Largo Plazo:* se busca mejorar la tecnología más allá de lo que fue planificado, difundirla, innovarla e incluso lograr la capacidad de desarrollar nueva tecnología [7].

La principal ventaja de este modelo es que muestra un listado extensivo de todas los procesos necesarios para llevar a cabo un proyecto de TT, basado en un análisis exhaustivo de diversos modelos, y resaltando la importancia de los procesos de Adopción, Absorción y Desarrollo a Largo Plazo de la Tecnología, como las principales etapas en los proyecto de TT [7]. Sin embargo, la desventaja que presenta este modelo es que no brinda una descripción detallada de las actividades a realizar dentro de cada etapa.

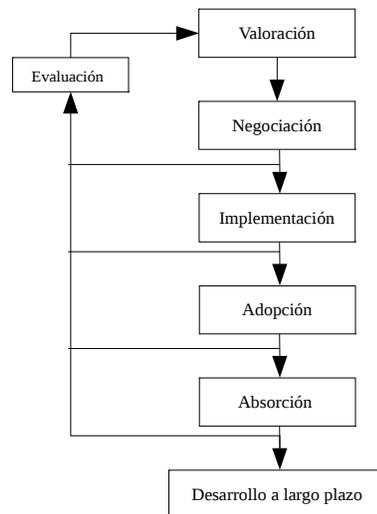


Fig. 2 Fases de un modelo de procesos integral de TT, propuesto por [7]

IV. PROPUESTA DE UN CICLO DE VIDA DE PROYECTOS DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA AEROESPACIAL

Ambos modelos mostrados en la sección III son el resultado de un análisis detallado de diversos modelos de TT, así como de las experiencias de sus autores, y son la base conceptual de la propuesta que se muestra en esta sección. De manera complementaria, motivado a todos los aprendizajes que se llevan a cabo en un proyecto de TT, y que esto constituye uno de los principales esfuerzos en el área aeroespacial en Venezuela, se propone utilizar un enfoque de “lecciones aprendidas” [8], en todo el ciclo de vida del proyecto de TT.

Este enfoque propone que aunque la formalización de las lecciones aprendidas en un proyecto se llevan a cabo en su mayoría en la última etapa de cierre del mismo, el registro de las lecciones aprendidas deben realizarse durante todo el ciclo de vida del proyecto, para asegurarse que toda la información es documentada a tiempo y de una manera correcta y completa, abarcando los problemas encontrados, maneras de evitarlos en futuros proyectos, así como también los éxitos obtenidos y como replicarlos [8]. Todo esta documentación debe ser correctamente registrada y organizada para facilitar su consulta en futuros proyectos, por lo que se propone también la creación y utilización de un registro o base de datos de las lecciones aprendidas, ordenadas por nombre de proyecto, año de ejecución, fase, puerta, y categorizadas en las áreas del conocimiento de gerencia de proyectos.

Las áreas del conocimiento de gerencias de proyectos representan un conjunto de conceptos, términos y actividades que demarcan un campo de especialización dentro del manejo de proyectos, y que dependiendo del tipo de proyecto, son necesarias llevar a cabo para garantizar la correcta consecución del mismo. Las áreas propuestas son: Integración (*Integration*), Alcance (*Scope*), Tiempo (*Time*), Costo (*Cost*), Calidad (*Quality*), Recursos Humanos (*Human Resources*), Comunicación (*Communication*), Riesgo (*Risk*), Compras de suministros (*Procurement*), Beneficiarios y/o Involucrados (*Stakeholders*). [9]

La plantilla que se sugiere para realizar el registro de las lecciones aprendidas, para cada proyecto de TT, en cada fase y puerta, se muestra en la Tabla I.

TABLA I

PLANTILLA DE REGISTRO DE LAS LECCIONES APRENDIDAS
ADAPTADO DE [8]

| | | | | |
|--|-------------------------|--|---------|-----------------|
| Nombre del Proyecto y Año: | | | | |
| Nombre de la Fase o Puerta: | | | | |
| Categoría (Área de Conocimiento de Gerencia de Proyecto) | Nombre del Asunto | Descripción del Problema u Éxito | Impacto | Recomendaciones |

Considerando los modelos descritos, y el enfoque de lecciones aprendidas que viene de ser mencionado, se propone un ciclo de vida de proyectos de transferencia de tecnología espacial, adaptado al caso venezolano, que considera a la ABAE como la encargada de llevar a cabo el proyecto de TT, es decir el receptor de la TT, y a las industrias aeroespaciales internacionales como el actor que transfiere la tecnología, el transferente.

La propuesta consiste en ocho etapas principales de ejecución de actividades, con sus correspondientes puertas de decisión, como se muestran en la Fig. 3. Para su ejecución se sugiere contar con una Oficina de Manejo de Proyectos de Transferencia Tecnológica (OMPTT), este equipo multidisciplinario debe permanentemente revisar la base de datos de las lecciones aprendidas en otros proyectos de TT para obtener información histórica de proyectos similares que les permitan evitar errores anteriormente cometidos y replicar, en la medida de lo posible, los logros alcanzados. Esta base de datos también contiene los nombres de los miembros del proyecto de TT, lo que puede ayudar a la localización de las personas con experiencia en este tipo de proyecto.

En lo que sigue se menciona la descripción de las etapas y puertas del modelo propuesto.

A. Etapa 1. Identificación de la Tecnología Necesitada:

Se deben especificar las necesidades que se tenga en el país en el ámbito aeroespacial, para luego valorar la tecnología necesitada para cubrirla. Dicha tecnología además de ser pertinente con las necesidades identificadas, puede ser valorada a través de los siguientes aspectos determinantes: Calidad, *Delivery*, Flexibilidad, Conveniencia, y Costo [6]. La Calidad representa qué tan bien un producto o servicio se adapta a las expectativas del cliente. *Delivery*, describe el tiempo necesario para diseñar, producir, y entregar el bien o servicio, dentro de los ciclos de vida y rapidez del mercado. Flexibilidad, refleja qué tan fácil y rápido el proveedor puede modificar el bien o servicio para satisfacer las necesidades del receptor en opciones y extensión de la personalización posible. Conveniencia, implica para el receptor su propia capacidad para adaptarse, utilizar, y ser consistente, así como contar con un servicio de atención confiable. Finalmente, el Costo se refiere a todos los costos, directos o indirectos, en que el receptor va a incurrir para adquirir, usar y deshacerse del bien o servicio, y debe incluir dimensiones como descuentos, rebajas, e incentivos. El receptor debe identificar aquellas tecnologías que le permitan cubrir las necesidades especificadas, que pueda incrementar la calidad, el *Delivery*, flexibilidad, y conveniencia, reduciendo los costos.

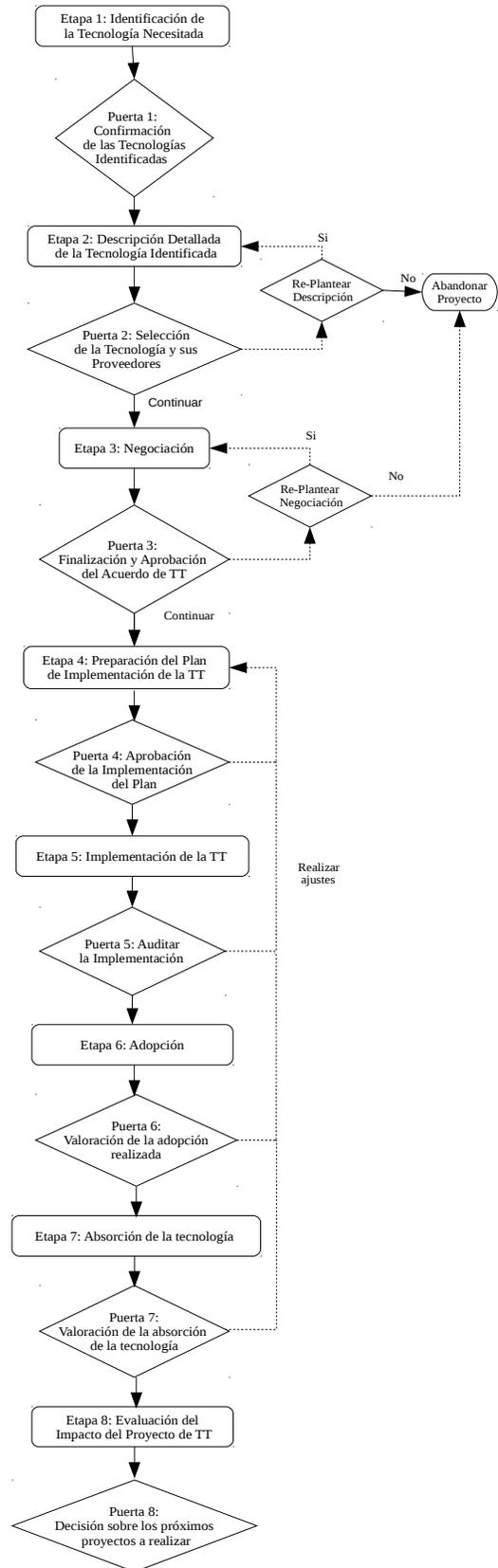


Fig. 3 Propuesta de un ciclo de vida de proyectos de transferencia de tecnología aeroespacial, adaptada de [6] y [7]

Las principales actividades que se llevan a cabo en esta etapa son:

- Se debe crear un listado de las necesidades en el área aeroespacial así como de las tecnologías necesitadas para dar respuestas a las mismas. Se deben construir unos mapas de prospectiva de la tecnología, en las áreas prioritarias para definir tendencias futuras y evitar la compra de tecnología desactualizada, inapropiada, u obsoleta. Estas tareas se pueden llevar a cabo a través de búsquedas en Internet, estudio de publicaciones técnicas, comunicación con posibles proveedores de la tecnología, contacto con universidades, con expertos y futuros usuarios de la tecnología, así como con otros clientes de esos posibles proveedores, etc.
- Una evaluación general del impacto de la tecnología que se espera transferir dentro de los proyectos satelitales que ya se están llevando a cabo, o que se esperan ejecutar, su pertinencia para los actores de interés (ya sea entes especializados, investigadores, otras instituciones o empresas, o la población en general). Así como las dimensiones de los actores que se ven directamente involucrados, y una estimación de como el proyecto de TT de esa tecnología sera recibido, aceptado y apoyado por los actores involucrados, y en los casos de proyectos de gran envergadura, por la población en general.
- Una evaluación técnica y financiera, para estimar los recursos y capacidades necesarias para adoptar la nueva tecnología, el tiempo requerido, los costos que involucra, los posibles riesgos y posibles barreras (incluyendo la política, legal y aspectos reguladores, nacionales e internacionales). Así como las posibles fuentes de financiamiento (ejemplo fondos públicos, bancos especializados, etc).
- Debe considerarse el lineamiento entre las tecnologías evaluadas y su pertinencia con los planes de desarrollo nacionales. A la vez se debe prestar atención al tema del impacto al ambiente de la tecnología a transferir.

B. Puerta 1. Confirmación de las Tecnologías Identificadas

Es considerada como una “puerta crítica pero de apoyo”.

En este nivel las decisiones son tomadas por el más alto nivel de manejo del proyecto, y se plantean un grupo de criterios que deberán ser alcanzados para la revisión de la propuesta, los cuales pueden incluir:

- ✓ Importancia de las necesidades planteadas.
- ✓ Alineamiento estratégico con los planes de desarrollo nacionales.
- ✓ Factibilidad (técnica y financiera).
- ✓ Pertinencia e impacto del proyecto.
- ✓ Reacción de los actores de interés del proyecto (en este caso se deben considerar tanto los beneficiarios como posibles actores impactados de forma negativa debido al proyecto).
- ✓ Factores legales, reguladores, y políticos, nacionales e internacionales.

C. Etapa 2: Descripción Detallada de la Tecnología Identificada

Esta es considerada como la etapa más importante, en ella el OMPTT realiza una investigación y descripción detallada de la tecnología identificada, que debe contener:

- Cómo la tecnología identificada es valorada a través de los aspectos determinantes, descritos en etapa anterior.
- Qué componentes de la tecnología son necesitados, por ejemplo materiales, componentes y equipos que no puedan ser producidos en Venezuela, así como la edificación, instalación, operación, mantenimiento, entrenamiento, programas computacionales, soporte técnico, resolución de problemas, habilidades, información, estándares, formatos, planos, patentes, derechos de autor, conocimientos, procesos para la implementación de la tecnología, y experiencia organizacional intrínsecas a la tecnología, su gestión, producción y operación.
- El nivel en que se cuenta con las habilidades necesarias para el uso de tecnología y los esfuerzos que deben hacerse para alcanzarlo. Aquí se debe considerar si se cuenta con el personal para el proyecto de TT, si deben reclutarse, el costo del entrenamiento, y el costo de albergarlos en caso que no sean de la zona o si deben de movilizarse hasta las instalaciones del transferente, así como los costos de movilizar y albergar a los expertos del transferente hasta el lugar de trabajo del receptor. Estos costos pueden llegar a ser bastantes significativos para las zonas aisladas y para los casos en que el transferente esta geográficamente alejado (ejemplo los convenios de Venezuela con la República Popular China).
- Los recursos que deben comprometerse, las fuentes de financiamiento, y los futuros beneficios de la inversión en términos de ganancias directas indirectas para el Estado.
- Listado priorizado de los posibles proveedores de la tecnología, basados en sus estrategias de negocios, capacidades técnicas, experiencia en el manejo de proyectos de TT, historial de desempeño, reputación de transferencia con otros países, disposición a colaborar y a acompañar el proyecto de TT. A lo anterior se le debe ponderar el tema de compatibilidad, confianza política, y respeto a la autonomía nacional, especialmente para los proyectos estratégicos y de gran importancia en el mundo aeroespacial, por ejemplo el de compra de un satélite, en un proyecto de esta envergadura se debe también tomar en cuenta que la tecnología de vuelo este probada y sea madura.

Basado en estas consideraciones se debe crear un reporte formal con las especificaciones detalladas de la tecnología, análisis de los costos, justificación del proyecto, y plan de negocios.

D. Puerta 2. Selección de la Tecnología y sus Proveedores:

Esta es la puerta final antes de la negociación formal y comienzo del proyecto, en esta puerta el proyecto puede ser abandonado antes de que se llegue a incurrir en grandes gastos. Puede ser considerada como un umbral para dar paso a un gran gasto de recursos y tiempo o no. En esta puerta se examina el reporte realizado en la Etapa 2 y se re-evalúan los criterios utilizados. Los siguientes pasos deben ser llevados a cabo:

- ✓ Se deben re-examinar cuidadosamente y críticamente todas las recomendaciones en relación a la tecnología seleccionada, componentes necesitados, habilidades requeridas, los recursos que deben ser comprometidos, los beneficios esperados, y la priorización de los proveedores.
- ✓ La tecnología debe ser evaluada muy rigurosamente, se recomienda utilizar los factores presentados en la Tabla II.

- ✓ La priorización de los proveedores debe ser re-estimada de forma rigurosa basado en lo apropiado de la estrategia con la que fueron evaluados, capacidad de dar apoyo al proyecto, etc., todo esto puede llevar a la modificación de la priorización realizada.
- ✓ El análisis financiero y de costos debe ser re-chequeado rigurosamente.

En la toma de decisiones de esta puerta se pueden considerar la decisión de continuar con el proyecto tal y como fue presentado o con cambios pequeños. Si se considera no continuar con el proyecto tal y como fue planteado, surge la interrogante si se debe re-plantear el proyecto o no, en ese caso si se considera replantear el proyecto, se deben proponer diversas y profundas modificaciones, el OMPTT debe revisar y replantear el reporte generado, en base a las correcciones realizadas, volviendo a la Etapa 2, como se representa en la Fig. 3, por la puerta de decisión alternativa en la puerta 2, para luego volver a someter a evaluación el nuevo reporte generado. Si se considera que no se puede replantear el proyecto, ya que no es factible o viable, el mismo deberá ser abandonado.

TABLA II:
FACTORES CRÍTICOS PARA EVALUAR LAS TECNOLOGÍAS [10]

| Factores | Descripción |
|---------------------------------|---|
| Factores Técnicos | <ul style="list-style-type: none"> • Instalaciones Físicas (infraestructura y tecnologías de soporte) • Servicios y sistemas (operación y mantenimiento) |
| Factores Económicos | <ul style="list-style-type: none"> • Costo del talento Humano (con conocimientos técnicos o no). • Capital, tierra, y otras materias primas. • Condiciones macro-económicas (acceso y tasa de cambio de las divisas). • Mercado, derecho de autor, patentes y licencias |
| Factores Institucionales | <ul style="list-style-type: none"> • Factores organizacionales (estructura organizativa, flexibilidad para el cambio, toma de decisiones) • Factores sociales (idioma, compromiso, ética laboral) • Factores culturales (gustos, hábitos, tradiciones) • Factores políticos (inestabilidad política, corrupción, retraso en los procesos administrativos) • Factores legales (leyes que rigen la actividad aeroespacial tanto nacionales como internacionales, lineamientos y planes nacionales estratégicos, leyes internacionales) |
| Factores Ambientales | <ul style="list-style-type: none"> • Condiciones geográficas y climáticas • Impacto en la salud de las personas y el ambiente • Contaminación del ambiente y el espacio ultraterrestre (para la plataforma satelital) • Agotamiento de los recursos naturales y destrucción del ambiente natural. |

E. Etapa 3. Negociación

En esta etapa la OMPTT debe negociar con los principales proveedores. Aquí se considera el nivel en que las partes pueden influenciar el precio de la tecnología a ser transferida, así como las condiciones de la transferencia, las cuales dependen del poder de negociación de ambas partes, que a su vez depende de factores diferentes en ambos casos. Por la parte del transferente, su poder se basa en los recursos que posee, la principal de ella el hecho de poseer la tecnología deseada, nombre o marca reconocida, reputación, pericia en la gestión, capital, y acceso al mercado internacional. El poder del receptor descansa en su conocimiento en las redes locales, acceso al mercado local, materia prima, mano de obra y poder político.

Para asegurar una negociación efectiva, se debe mantener canales de comunicación y contacto permanente entre ambas partes.

Las siguientes actividades deben ser llevadas a cabo:

- Se debe llegar a un acuerdo de las bases sobre las cuales se va efectuar la valoración de la tecnología, así como los acuerdos de la manera en que se van a manejar aspectos como los pagos y protección de la propiedad intelectual, considerando los beneficios a corto y largo plazo.
- Delineamiento detallado de la contribución y responsabilidades de cada parte en el proyecto de TT.
- Discusión de los asuntos y métodos relacionados a la transferencia de los aspectos codificados y descodificados de la tecnología, (como por ejemplo entrenamiento, estándares, traducciones que deban hacerse de la documentación, formas de organización, etc.).
- Identificar el grado de participación del receptor en el proceso de diseño y manufactura de los productos a comprar. Mientras más temprana y profunda sea la participación del receptor en estos procesos más se garantiza la TT.
- Creación de canales efectivos de comunicación, incluyendo visitas a las instalaciones de ambos equipos (en los casos en que ya existan).
- Consulta con las autoridades gubernamentales superiores, para asegurar el apoyo y aprobación necesario, así como para identificar posibles barreras o cambios de políticas.
- Finalizar con la selección de los mecanismos que se consideren más apropiados para llevar a cabo la TT.
- Preparación del acuerdo detallado de transferencia, con énfasis en que dichos mecanismos sean en condiciones justas para ambas partes, y no comprometan la autonomía del receptor. En este caso se debe también hacer un esfuerzo por lograr la mayor participación venezolana en el proceso de transferencia, para los materiales, equipos, infraestructura, etc., siempre y cuando esto sea posible y no comprometa el éxito del proyecto de TT.
- Llegar acuerdos en los montos de pago, procedimientos y fechas de referencia.

F. Puerta 3. Finalizar y Aprobar el Acuerdo de TT

Se llega a esta puerta una vez las negociaciones han alcanzado un primer nivel satisfactorio para ambas partes, y ambas expresan su deseo de concluir la negociación a través de delineamiento de un acuerdo legal o contrato, y continuar con el proyecto de TT. En esta puerta se evaluará:

- ✓ La integralidad del acuerdo detallado de transferencia.
- ✓ La adecuación de los mecanismos de protección de la propiedad intelectual.

- ✓ La propiedad de los mecanismo propuesto para la TT.
- ✓ La idoneidad y asequibilidad de los montos de pagos, procedimientos y fechas de referencia.

En caso que lo anterior no se logró, se puede ir a la toma de decisión de re-plantear la negociación, es decir volver a la etapa anterior, o en los casos extremos en que no se logre ningún acuerdo satisfactorio, abandonar el proyecto de TT. En este punto se considera que aunque se abandone el proyecto no se ha acarreado mayores gastos de tiempo y dinero. Más aún, en los proyectos de gran envergadura (ejemplo proyectos de satélites) la negociación debe pasar por la revisión y aprobación de altos niveles de decisión gubernamentales, que pueden llegar a incluir a la Asamblea Nacional así como al Ejecutivo Nacional.

G. Etapa 4. Preparar el Plan de Implementación de la TT

En esta etapa ya ha sido seleccionado el transferente de la tecnología, y es necesario concentrarse en la creación de una infraestructura organizacional para la implementación del la TT, de manera de poder realizar los arreglos organizacionales necesarios para recibir la tecnología. Las principales actividades durante esta etapa son:

- Identificar las adecuaciones que se le deban hacer a la infraestructura. En casos de proyectos de gran envergadura esta parte puede contemplar la contratación de otras empresas para construir las instalaciones, e incluso contratar nuevo personal para supervisar o llevar a cabo esta adecuación. Para las infraestructuras altamente especializadas se debe establecer el grado de participación del receptor y la extensión de la guía o supervisión del transferente, ya que la infraestructura donde se va a trabajar se considera parte de la tecnología a ser transferida.
- Identificar los cambios a ser realizados en la estructura organizacional y diseñar el trabajo basado en el entendimiento de los componentes a transferir.
- Identificar los cambios a realizar en la gestión del sistema de conocimientos y el régimen de políticas para acomodar a la nueva tecnología.
- Formulación de medidas para crear buenas relaciones en el personal de transferencia.
- Desarrollar un cronograma de educación y entrenamiento que sea pertinente con los componentes a ser transferidos. El contenido debe ser desarrollado con la participación de ambas partes, el proceso de montaje e instalación de los equipos a comprar debe también ser considerado como fundamental, el aspecto práctico debe ser prioritario en el proceso de entrenamiento.
- Formulación de un plan realista para la implementación del proyecto de TT, que pueda formar buenas bases en las relaciones de trabajo entre el transferente y el receptor.
- Identificar la forma de participación del receptor en el proceso de manufactura del transferente.
- Los hitos deben ser especificados para ayudar a fortalecer la gestión y control del proyecto.

H. Puerta 4: Aprobar la Implementación del Plan

En esta puerta se debe evaluar que las siguientes actividades se hayan realizado satisfactoriamente:

- ✓ El transferente y el receptor deben haber llegado a un acuerdo en el cronograma.

- ✓ Se deben haber realizado todos los arreglos para la organización del entrenamiento y el personal. Esto puede incluir el traslado del personal a las instalaciones del transferente, y viceversa, así como la construcción del área de residencia del personal en el lugar de trabajo del receptor.
- ✓ Se debe realizar la adecuación de la infraestructura de trabajo.
- ✓ Verificar que las medidas de protección de la propiedad intelectual se hayan llevado a cabo.
- ✓ Establecer de manera clara la duración de las actividades.
- ✓ Llevar a cabo procedimientos para el aseguramiento de la calidad.
- ✓ Acordar entre ambas partes los cronogramas de pagos.

Si todas estas actividades son realizadas de manera satisfactoria, se aprueba la continuación a la siguiente puerta. En caso de que no sea así, se deben realizar los ajustes necesarios, e incluso volver a la puerta anterior y retomar esas actividades hasta que logren concretarse. Sin embargo, en los casos de proyecto de TT aeroespacial, el proceso de entrenamiento del personal es bastante extenso y puede llevarse a cabo de manera paralela a la adecuación de la infraestructura, por lo que en los casos que los cronogramas lo permitan, puede considerarse pertinente pasar a la fase 5, aunque no se haya concluido la adecuación o construcción de la infraestructura.

I. Etapa 5. Implementar la TT

La implementación de la TT requiere de una buena gestión y manejo de proyectos. Los cambios en los productos y/o procesos tecnológicos son esenciales para la implementación de los proyectos de TT. En esta parte la localización del personal con el perfil profesional requerido es fundamental, por lo que un trabajo en conjunto con el transferente es necesario para encontrar o crear las habilidades requeridas. Se debe organizar cuidadosamente y de manera realista los cronogramas para la llegada e instalación de los materiales, partes y servicios necesarios para asegurar la satisfactoria implementación del proyecto. De igual manera e importancia, se deben establecer los cronogramas para llevar a cabo los programas de formación, ya sea en las instalaciones del receptor o del transferente. Las principales actividades en esta etapa son:

- Se debe continuar con la adecuación de la infraestructura de trabajo en caso que no se haya finalizado.
- Reclutamiento y selección del nuevo personal que aún no se tenga disponible, y llevar a cabo los programas de entrenamiento, tanto para el personal existente como para el reclutado.
- Desarrollar o mejorar un plan de remuneración e incentivos del personal existente para facilitar el manejo del cambio, y disminuir la oposición al cambio o barreras para la TT. Para el nuevo personal es necesario crear mecanismo que promuevan el compromiso y entusiasta participación de los mismos, ya que debe evitarse la deserción o abandono del nuevo personal.
- Formular los arreglos con los proveedores auxiliares de los materiales, partes y servicios, hacer análisis que determinen que vía es más factible económica y técnicamente, ya sea la de comprar o la de producir directamente.
- Se realiza la compra, instalación, utilización y entrenamiento, en los términos en que fue establecido.
- Mantener siempre un contacto directo con las autoridades gubernamentales, así como la constante actualización en

cuanto a las leyes y reglamentos que rigen las tareas que se están realizando.

- Asegurarse que las tareas llevadas a cabo en el proyecto de TT estén siempre dentro del cronograma de implementación o incluso antes.
- Asegurarse que el proyecto de TT se vuelva operativo en todas las escalas planificadas.

J. Puerta 5. Auditar la Implementación:

En esta puerta las actividades plasmadas en el cronograma y las metas del proyecto de TT son evaluadas. El objetivo es ganar entendimiento de las barreras, fracasos, y/o problemas en la implementación de la TT, así como de los éxitos. La auditoría puede enfocarse en la evaluación de la implementación del proyecto con respecto a los que pueden considerarse como factores críticos, a saber:

- Compromiso mostrado.
- Conflictos experimentados.
- Cumplimiento de los cronogramas y tareas.
- Gastos incurrido.
- Calidad alcanzada.
- Efectividad de la comunicación.

La compilación de un reporte integral de la auditoría realizada, resaltando las lecciones aprendidas, así como la identificación de los factores críticos para los éxitos o fracasos, son de gran importancia a este nivel, ya que permitirán que futuros proyectos de TT se vean beneficiados de estos procesos de introspección. Más aún, si se consideran que la implementación no ha sido concluida de la manera esperada o es necesaria plantear cambios significativos en la misma, se puede considerar volver a la etapa anterior.

K. Etapa 6. Adopción de la Tecnología

En el modelo de TT plasmado en [6] se plantea la implementación junto con la adopción de la tecnología, sin embargo aquí se plasman separadas como lo propone [7], ya que se considera que la implementación es el comienzo de la puesta marcha de la tecnología pero luego se debe ejecutar la etapa de Adopción, donde se profundiza la utilización de la tecnología, para lograr su máximo desempeño, e integración en el resto de la organización, hasta que la tecnología, que en una primera instancia fue transferida, se convierta verdaderamente en una operación de rutina del receptor, adaptada a las condiciones locales. Las tareas que se proponen en esta etapa son:

- Describir las dificultades afrontadas en la utilización cotidiana de la tecnología y las soluciones propuestas.
- Plasmar las adaptaciones realizadas a la tecnología.
- Profundizar el conocimiento, entrenamiento y entendimiento de la manera en que la tecnología funciona y la forma cómo adaptarla a las condiciones locales.

L. Puerta 6. Valoración de la adopción realizada

En esta puerta se deben evaluar los siguientes aspectos:

- Evaluar si el proyecto de TT se ha vuelto operativo en su totalidad, entonces se debe pasar el control del mismo de manera independiente al receptor, contando con la ayuda o soporte técnico que haya sido establecido en el plan del proyecto de TT, de la parte del transferente.
- Verificar que se esta realizando la máxima utilización de la tecnología transferida.

- Verificar que se ha logrado la integración de la tecnología en las labores cotidianas del receptor.
- Revisar las adaptaciones realizadas a la tecnología para adaptarla a las condiciones locales.

Si se consideran que la adopción no ha podido llevarse a cabo de forma satisfactoria puede considerarse volver a etapas anteriores, hasta crear las condiciones necesarias para la adopción.

M. Etapa 7. Absorción de la Tecnología

Una vez la tecnología transferida se convierte en una operación de rutina del receptor, se puede pasar a una etapa superior de comprensión llamada Absorción de la tecnología, aquí es donde el receptor logra realmente comprender el *Know-How*, el conocimiento tácito y experiencia que se logran sólo a través de la combinación entre la práctica prolongada y conocimiento. Se propone la absorción como una etapa separada de la adopción, ya que se debe ser cuidadoso de no sólo llegar a operar la tecnología de la manera correcta sino de lograr un verdadero entendimiento de los aspectos que la definen, para lograr una transferencia exitosa, las actividades propuestas en esta etapa son [7]:

- Resolución de los problemas que presenta la tecnología de manera independiente.
- Entrenamiento a nuevos usuarios de la tecnología de manera independiente al transferente inicial.
- Adaptaciones a los procesos ligados a la tecnología.

N. Puerta 7. Valoración de la absorción de la tecnología

Una valoración del *Know-How*, conocimiento tácito y experiencia en el uso de la tecnología transferida puede llegar a ser una difícil tarea ya que escapa de valoraciones cuantitativas tradicionales. Sin embargo, se proponen algunas pistas que pueden dar indicios de que se ha realizado una correcta absorción:

- El receptor es reconocido por su manejo de la tecnología de manera independiente.
- El receptor esta capacitado para solventar las problemáticas que presente la tecnología de manera independiente.
- Se realizan modificaciones y adaptaciones considerables a la tecnología, que logra llegar a ser reconocida como propia del receptor.

O. Etapa 8. Evaluación el Impacto del Proyecto de TT :

Para realizar una evaluación bien estructurada se deben considerar los puntos de vistas de los beneficiarios de la tecnología, la mejora en los servicios y la gestión pública, así como los aspectos financieros, técnicos y organizacionales. Las siguientes actividades se proponen para esta fase:

- Desarrollo de nueva tecnología, dando paso a procesos de innovación.
- Mejoras de la tecnología por encima de las aplicaciones y desempeño de diseño.
- Una mezcla de las dos anteriores en asociación con el transferente.
- Procesos de adaptación de la tecnología a terceros de manera independiente.
- Realizar un reporte final de las recomendaciones generales de las lecciones aprendidas para futuros proyectos.

Estas decisiones pueden entonces pasar a formar parte de los procesos de planificación de la organización.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El ciclo de vida de proyectos de TT aquí presentado, adaptado de [6] y [7], toma como centro de atención al receptor de la tecnología, que en este caso es el Estado Venezolano a través de la ABAE; considera como transferente a las industrias de tecnología aeroespacial internacionales. Se proponen ocho etapas seguidas puertas de decisión, que permiten controlar el proceso, evaluarlo y decidir el curso de acción a tomar de manera flexible.

Otros aspecto propuesto fue la recomendación de que las lecciones aprendidas durante todo el ciclo del proyecto de TT sean explícitamente documentadas, esta tarea así como le ejecución de todo el ciclo de vida proyecto se recomienda sea realizado por una oficina encargada de los proyectos de TT.

Finalmente, se recomiendan algunas pistas de reflexión que se consideren importantes para estudios futuros, la primera de ellas es la necesidad de proponer indicadores o estándares cualitativos y cuantitativos, a corto, mediano y largo plazo, que sean pertinentes al ámbito aeroespacial, y que permitan una valoración más realista de los proyectos de TT y su impacto. Se recomienda también realizar futuras investigaciones y propuestas de proyectos de TT donde la industria aeroespacial se convierta en el transferente de la tecnología y se considere a otras industrias nacionales, centros de investigación, universidades, etc., como los receptores de la tecnología. Otro aspecto que sería interesante profundizar, dado la importancia del talento humano en los procesos de TT, es en base a las experiencias de la ABAE y bases teóricas, plantear las características de las personas que deberían formar parte de los proceso de TT, así como los mecanismos más pertinente para mejorar el proceso de entrenamiento, capacitación, compromiso y consecución dentro de lo proyectos de TT.

VI. REFERENCIAS

- [1] R. Becerra, *Ciencia y Tecnología Espacial para el Desarrollo Integral de Venezuela*. 1Era Ed. Caracas, Venezuela: Ediciones MPPCTI, 2013.
- [2] E. G. Carayannis, "Achieving Success And Managing Failure In Technology Transfer And Commercialization: Lessons Learned From Us Government R&D Laboratories", *International Journal of Technology Management*, vol. 17, n. 3/4, 1998.
- [3] R. Betancourt, "Identificación de los elementos deontológicos y epistemológicos para la transferencia tecnológica en Venezuela" en *Consideraciones Teórico-Políticas para la Ciencia y Tecnología en la Revolución Bolivariana Venezolana*. 1Era Ed., Caracas, Venezuela: Ediciones ONCTI/MPPCTI, 2012, pp. 327-334.
- [4] J. Aguilar, *et al.* "Protocolo de Referencia en Transferencia Tecnológica para el Estado Venezolano", CENDITEL, Mérida, Esatdo Mérida, Reporte Final, 2009, vol. 1.
- [5] T. Lugo, "La transferencia de tecnología en el marco de la apropiación social del conocimiento en la República Bolivariana de Venezuela: aspectos de política pública, legales y cognitivos", MCTI-Comisión Presidencial para la Apropiación Social Del Conocimiento, Documento Ministerial, Caracas, Venezuela, 2009.
- [6] K. Ramanathan, 2008. *An Overview of Technology Transfer and Technology Transfer Models*. [En línea]. Disponible en: <http://www.business-asia.net>
- [7] U. Kumar, "Towards developing a comprehensive model of technology transfer to developing countries: a comparative analysis approach", en *Annu. Conf. of the Administ. Sci. Assoc. of Canada*, Halifax, Cánada, 2008, pp 64-80.
- [8] *Project Lessons Learned Template*. Project Management Docs, 2013. [En línea]. Disponible en: www.ProjectManagementDocs.com (Falta mejorar esta referencia)
- [9] *A Guide to the Project Management Body Of Knowledge (PMBOK ® Guide)*, 5th Ed., PMI, Newtown Square, PA, 2013, pp 60-415
- [10] T. Miyake, "International technology transfer", *CACCI J.*, vol. 2, pp. 1-16, 2005.