

Retención de conocimiento **en las agencias espaciales**

Trabajo final del máster profesionalizador

Alfonso Fresneda Pacheco

Índice

Índice	1
Introducción	3
Objetivo	3
Metodología	4
Marco Teórico	4
Glosario	5
Análisis del sector y del entorno	7
Agencias espaciales y el sector aeroespacial	7
Gestión y retención de conocimiento en las agencias espaciales	8
Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio (NASA)	9
Agencia Espacial Europea (ESA)	10
Agencia Espacial Canadiense (CSA)	11
Particularidades de la GC en las agencias espaciales	11
Seguridad y GC	11
Jubilación de los “baby boomers”	12
Estado de la cuestión de la retención del conocimiento	13
“Aerospace Knowledge Management Toolkit”	13
“The Knowledge Manager's Handbook”	14
Métricas e indicadores	15
“Aerospace Knowledge Management Toolkit”	15
“The Knowledge Manager's Handbook”	16
Propuesta de plan de acción	16
Conclusiones	31
Bibliografía y recursos	32

Introducción

Este trabajo de fin de máster pretende revisar, desde una perspectiva eminentemente práctica, una de las actividades clave de la gestión del conocimiento en el ámbito de las **agencias espaciales**: la **retención del conocimiento**.

Las agencias espaciales son organizaciones nacionales o internacionales de carácter público dedicadas a actividades relacionadas con el espacio exterior y la exploración espacial. Son **organizaciones intensivas en conocimiento** debido a su naturaleza científica y técnica así como por la alta especialización de sus misiones y proyectos. Esto las sitúa ante el reto de definir y mantener una estrategia de gestión de uno de sus bienes más preciados que reside principalmente en sus expertos: su conocimiento.

El ámbito de actuación de la **gestión del conocimiento** (GC) en las agencias espaciales es muy amplio y este trabajo final de máster se centra en la **retención del conocimiento**, una actividad orientada a proteger a las agencias espaciales de los riesgos de una posible pérdida de conocimiento. Esta retención requiere especial atención dado:

- El **carácter a largo plazo de las misiones y proyectos espaciales** donde se requiere identificar, retener y compartir el conocimiento crítico para su éxito a lo largo del amplio ciclo de vida de cada misión o proyecto.
- El **alto número de profesionales** implicados en cada misión y proyecto y cuyo conocimiento tiene que explicitarse para poder ser registrado, retenido y compartido.
- La **movilidad de los profesionales** dentro de las agencias entre diferentes proyectos, misiones y áreas así como la salida de profesionales a otras organizaciones.
- La **jubilación de la generación de los “baby boomers”**. En el momento actual, muchos científicos e ingenieros con gran experiencia y conocimiento acumulado tras años de trabajo en las agencias están comenzando a retirarse. Esto genera una acentuación en la necesidad de retener el conocimiento experto de dichos trabajadores.

Objetivo

El objetivo de este trabajo, que queda reflejado en la propuesta de plan de acción para la retención del conocimiento en las agencias espaciales, es determinar una concreta serie de acciones a implementar que permitan:

- **Identificar** a aquellos expertos que poseen un conocimiento crítico y único y el factor de riesgo que implicaría la pérdida de ese conocimiento en la organización.

- **Capturar** el conocimiento de dichos expertos. Convertir su conocimiento tácito, que reside en sus cerebros, en un conocimiento explícito: codificado, registrado y accesible para el resto de la organización.
- Fomentar la **transferencia** de dicho conocimiento gracias a las tecnologías de la información disponibles en la organización e impulsando una cultura organizacional de aprendizaje.
- Incorporar las **actividades de retención de conocimiento** en sus **procesos operativos** transversalmente a la organización y con la participación de otros actores participantes como pueden ser el departamento de recursos humanos, comunicación, o tecnologías de la información.
- **Medir** el impacto las actividades implementadas, realizando un seguimiento del plan de acción propuesto y promoviendo la mejora continua del mismo.

Metodología

Para elaborar la propuesta práctica de plan de acción fundada en un sólido marco teórico y adaptada a la compleja cultura organizacional de las agencias espaciales, se ha utilizado una metodología que abarca los siguiente apartados:

- **Análisis del sector y del entorno:** revisión del sector espacial y las agencias espaciales así como sus antecedentes en relación a la GC: estrategia y acciones. Concretamente se han revisado acciones relacionadas con la GC de las siguientes agencias espaciales:
 - National Aeronautics and Space Administration (NASA)
 - European Space Agency (ESA)
 - Canadian Space Agency (CSA)
- **Estado de cuestión de la retención del conocimiento:** revisión de los diferentes modelos y técnicas actuales de retención del conocimiento en el sector aeroespacial y en otros sectores.
- **Métrica e indicadores** para la retención del conocimiento basada en la revisión de aquellos indicadores más utilizados en la retención del conocimiento actualmente.
- Definición de la **propuesta de plan de acción** partiendo de unos objetivos siguiendo los criterios **S.M.A.R.T** (Doran, 1981):
 - **S:** específicos (Specific), enfocados a un área de mejora específica
 - **M:** medibles (Measurable), cuantificando el progreso de las acciones definidas en el plan para cumplir dichos objetivos.
 - **A:** asignables (Assignable), permitiendo definir quién va a llevar a cabo las acciones que permitan alcanzar dichos objetivos.
 - **R:** realistas (Realistic), estableciendo qué resultados son alcanzables de una forma realista.

- **T:** vinculados al tiempo (Time-related), especificando cuándo van a ser alcanzados los resultados.

Marco Teórico

La búsqueda e identificación de recursos realizada para contextualizar teóricamente la propuesta de plan de acción se ha realizado con el objetivo de cubrir las siguientes necesidades de información sobre la retención del conocimiento en las agencias espaciales:

- Conocer el contexto organizacional de **las agencias aeroespaciales** como marco de su conocimiento.
- Obtener un **análisis de la GC en el sector espacial**. Se han utilizado recursos propios de las agencias espaciales seleccionadas (NASA, ESA y CSA) en sus sitios web, así como en diferentes publicaciones científicas especializadas en GC. Se han seleccionado estas tres agencias ya que la trazabilidad de sus actividades de GC a lo largo de las últimas décadas en la literatura científica es posible. Destaca el ejemplar concreto dedicado a la GC en la industria espacial publicado en 2006 de la publicación “Journal of Knowledge Management” (Olla P. y Holm J., 2006) así como el “Toolkit” para la GC en el sector aeroespacial publicado (AGP, 2016).
- La revisión de los **conceptos teóricos básicos de la GC**, que se detalla en publicaciones de clásicos de la disciplina como Ikujiro Nonaka.
- Las **aproximaciones prácticas actuales a la GC** que autores como Nick Milton o Patrick Lambe analizan en su obra. En estas publicaciones se identifican tanto los componentes para una aplicación real de la GC como las métricas e indicadores para poder medir el progreso de su implementación.
- Por último, se incluye en el marco teórico la **referencia al borrador del estándar ISO que contempla los sistemas de GC en organizaciones** (ISO/DIS 30401, 2017).

Glosario

Del marco teórico referenciado previamente conviene destacar algunos conceptos y definiciones manejados por los autores que permiten situar las actividades relacionadas con la gestión y retención del conocimiento en su correspondiente ámbito teórico:

- **Conocimiento tácito y explícito:** Nonaka (1991) asentó los pilares de la GC describiendo el flujo de movimiento entre el conocimiento tipificado como **tácito** (personal, informal, difícil de comunicar) y el **explícito** (codificado, registrado, formalizado y sistemático). Posteriormente incluyó a su tipificación del conocimiento el componente **individual** y

colectivo (Nonaka, 1994). La **retención del conocimiento** trata de fomentar los siguientes flujos de conocimiento:

- a. **Tácito a explícito:** cuando los profesionales codifican y registran el conocimiento que mantenían en sus cerebros y que no habían plasmado y explicitado previamente. Puede tratarse de un conocimiento individual de un único profesional (conocimiento muy crítico en el caso de las jubilaciones de expertos o su movilidad a otras áreas u organizaciones) o de conocimiento colectivo de un equipo de trabajo que manejan y comparten dicho conocimiento pero que no lo han codificado y registrado.
 - b. **Explícito a explícito:** en el contexto de la retención del conocimiento se pueden detectar diferentes casos como:
 - Conocimiento explícito personal no compartido como el conocimiento que reside en los discos duros y equipos del profesional que se jubila o cambia de puesto. Este conocimiento, pese a estar codificado no es colectivo y es susceptible de perderse si no se procesa adecuadamente.
 - Conocimiento explícito codificado en formatos obsoletos o no digitales. El carácter a largo plazo de las misiones y proyectos espaciales hace que en muchas ocasiones conocimiento que es explícito e incluso compartido esté registrado en formatos no digitales o que tiendan a la obsolescencia. Aunque en estos casos la GC ha de convivir con otras disciplinas como gestión de la información, la documentación o las tecnologías de la información; no hay que perder de vista este flujo de conocimiento.
- **Retención de conocimiento:** Milton y Lambe (2016) considera la retención del conocimiento como un conjunto de procesos para retener el conocimiento relevante en la organización independientemente de que sus profesionales vengán y vayan. A menudo se orienta a la retención y transferencia de conocimiento tácito.
 - **Captura de conocimiento:** Milton y Lambe (2016) la definen como la serie de procesos cuyo objetivo es documentar y codificar el conocimiento tácito para que pase a ser conocimiento explícito.
 - **Organizaciones generadoras de conocimiento:** aquellas organizaciones cuya actividad central es poner el conocimiento personal a disposición de la organización en todos los niveles de la organización (Nonaka, 1991).
 - **Ciclo de vida del conocimiento:** el borrador del estándar ISO/DIS 30401 que define los requisitos para la gestión del conocimiento (ISO/DIS, 2017) establece cuatro fases en el ciclo de vida del conocimiento en las organizaciones, destacando que la tercera fase corresponde a la retención del conocimiento:
 - a. **Adquisición** de nuevo conocimiento.

- b. **Aplicación** del conocimiento actual de la organización.
- c. **Retención** del conocimiento actual de la organización, como principal medio para salvaguardar a la organización de las consecuencias de la pérdida de conocimiento.
- d. Gestión del **conocimiento inválido**.

Análisis del sector y del entorno

Agencias espaciales y el sector aeroespacial

Las agencias espaciales son organizaciones nacionales o internacionales de carácter público dedicadas a actividades relacionadas con el espacio exterior y la exploración espacial. En la actualidad hay 71 agencias espaciales, 5 de las cuales participan en el programa de la Estación Espacial Internacional: NASA, ESA, CSA, Roscosmos State Corporation for Space Activities (Roscosmos) y Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA). (Wikipedia, 2017).

Según la Agencia Espacial Europea (ESA, 2016) actualmente nos encontramos en la cuarta era (Space 4.0) de la investigación espacial. La primera era (Space 1.0) engloba los primeros estudios sobre astronomía, e incluso astrología. La segunda era (Space 2.0) surgió con aquellas naciones que impulsaron la carrera espacial y que llevaron a cabo los primeros viajes espaciales, alcanzando su máximo esplendor con los alunizajes del Programa Apollo. La tercera era (Space 3.0) arrancó con la concepción de la Estación Espacial Internacional y demostró que entendemos y valoramos el espacio en términos de cooperación internacional. El advenimiento de la cuarta era (**Space 4.0**) llega en un momento en que la investigación, exploración y explotación del espacio está pasando de ser dominio exclusivo de los gobiernos de unas pocas naciones a una situación en la que existe un mayor número de actores en la industria espacial distribuidos a lo largo todo el mundo. Incluye la aparición de empresas privadas, la participación con el mundo académico, la industria, los ciudadanos, la digitalización y la interacción global.

Este **Space 4.0** definido por la ESA abarca el denominado “**NewSpace**” que se refiere a un sector global de empresas aeroespaciales relativamente nuevas como SpaceX o Blue Origin, impulsadas por Elon Musk y Jeff Bezos respectivamente, y que tienen una clara vocación comercial. Trabajan independientemente de sus principales contratistas, los gobiernos y agencias espaciales gubernamentales, es decir, el “**OldSpace**”. Las empresas que conforman el “**NewSpace**” han alcanzado una gran eficiencia en el avance de su tecnología espacial y de sus misiones espaciales gracias a su capacidad de desarrollo más rápida y a unos costes más reducidos.

Independientemente de los términos utilizados para designar el presente paradigma y escenario internacional del sector espacial, lo que sí es evidente es que las agencias espaciales actualmente

desempeñan su actividad en un entorno mucho más competitivo en el que su capacidad de adaptación, su eficiencia y su **inteligencia competitiva** son esenciales para un futuro próspero. En este contexto, una **gestión estratégica de su datos, información y conocimiento**, permite a las agencias espaciales utilizar estos recursos como activos que les dotan de una inteligencia competitiva; facilitándoles el control de su entorno organizativo: vigilarlo, influir en él y protegerse de cualquier amenaza proveniente del mismo.

Gestión y retención de conocimiento en las agencias espaciales

Las agencias espaciales se reconocen a sí mismas como grandes organizaciones intensivas en conocimiento. Sus aproximaciones a la gestión del conocimiento arrancaron en los años 90, en la década en la que la GC se consolidó como disciplina a partir de las bases definidas por Nonaka (1991) sobre las compañías generadoras de conocimiento.

En 2006, la estrategia de gestión del conocimiento en las agencias y su incorporación a la operativa de la industria aeroespacial ya había alcanzado cierto grado de madurez. La revista "Journal of Knowledge Management" dedicó un ejemplar completo de su publicación a la GC en la industria espacial en el que se puede constatar la experiencia que habían adquirido las agencias en distintas actividades relacionadas con la GC como son:

- El rol de la GC en la industria espacial (Olla y Holm, 2006) teniendo en cuenta:
 - la diversidad, cantidad y el carácter multidisciplinario de sus equipos expertos.
 - la naturaleza a largo plazo de muchas de sus misiones y proyectos que en ocasiones son transgeneracionales en lo que concierne a sus equipos de trabajo.
 - los múltiples tipos de conocimiento que se gestionan en la industria espacial atendiendo a su contenido (científico, técnico, administrativo...), a su naturaleza (explícito o tácito) o a su grado de compartición (individual o colectivo)
- Las **lecciones aprendidas** (*lessons learned*) en la CSA (Garon, 2006) o en la NASA (Linde, 2006)
- La utilización en la ESA del **formato vídeo para la captura del conocimiento** experto de científicos e ingenieros en misiones a largo plazo como la misión Rosetta (Zender, Schwehm & Wilke, 2006).
- La **retención del conocimiento** en proyectos espaciales de larga duración, como la misión Rosetta (Sándor, Tróznai, Bogdány y Szalai 2006).
- El **rol de la GC en la innovación** dentro de las misiones espaciales (Paxton, 2006).
- El vínculo entre la **gestión del riesgo y la GC** en los proyectos espaciales (Rothenburger y Galarreta, 2006).

Las aproximaciones prácticas más actuales de la GC en la industria espacial presta especial atención a los siguientes aspectos (AGP, 2016):

- **Implementación práctica de la GC**, concretamente a la definición e implementación de la estrategia de la GC así como la evaluación del grado de madurez en las organizaciones del sector.
- **Retención del conocimiento** crítico.
- Construcción de **buenas prácticas** en la GC.
- **Aprendizaje organizacional** a partir de los propios proyectos.
- Fomentar la **colaboración**.
- **Identificación y estructuración** del conocimiento.

La **retención del conocimiento**, por tanto, es una de las actividades de la GC identificada como clave desde hace más de una década y que a día de hoy sigue siendo considerada como crítica puesto que implica la retención de uno de los activos intangibles más preciados en el sector.

A continuación se detallan algunos de los aspectos más relevantes de la estrategia e implementación de la GC en las agencias espaciales seleccionadas: NASA, ESA y CSA.

Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio (NASA)

Tal y como indican en su portal público dedicado a la GC, NASA, como cualquier gran organización intensiva en conocimiento, afronta continuos desafíos en la eficaz identificación, captura y compartición de su conocimiento (Hoffman, 2012). El ecosistema de conocimiento de la NASA es complejo; se necesitan múltiples tipos de conocimiento para el éxito de las misiones que abarca desde el conocimiento científico altamente codificado, el técnico correspondiente a las ramas de la ingeniería contempladas, el político y burocrático, etc. Es por ello que la NASA opera su GC desde una **perspectiva federada** en la que cada centro define la aproximación que mejor responde a sus necesidades; a la vez que se trata de identificar el conocimiento aplicable a todos sus directorados, promocionando su compartición y uso generalizado en la medida de lo posible. La agencia ha desarrollado un [mapa de los servicios de conocimiento](#) existentes para identificar el actual estado de la gestión del conocimiento en la organización (NASA, 2016).

El principal objetivo de la GC en la agencia es que sus profesionales tengan **acceso al conocimiento crítico** cuando lo necesiten (ahora y en el futuro) aumentando así las posibilidades de éxito de las misiones. Todos los profesionales de la agencia tienen la obligación de capturar y compartir todo el conocimiento posible con sus actuales compañeros como con los futuros profesionales ya que no se puede anticipar el valor que el conocimiento experto puede aportar a otros profesionales.

Con el objetivo de facilitar y dirigir la GC, la agencia dispone de la “**Office of the Chief Knowledge Officer**” (oficina del director de conocimiento), dirigida por el Chief Knowledge Officer (CKO). Lleva

en funcionamiento desde 2012, a nivel corporativo y global en toda la agencia. Previamente, la agencia ya desempeñaba actividades relacionadas con la gestión del conocimiento. Sin embargo, a partir de 2012, se optó por la definición de una estrategia corporativa y centralizada de la GC liderada por el CKO cuyos primeros resultados quedaron plasmados en la definición de la “Knowledge Policy” publicada en noviembre de 2013.

La “**Knowledge Policy**” (NASA, 2013) o normativa de conocimiento de la NASA establece que el conocimiento en la NASA es gestionado desde una perspectiva federada: cada centro y cada directorado determina cuál es el enfoque que mejor se adapta a sus necesidades, partiendo de la base de que el conocimiento aplicable a cualquier misión o centro de la NASA será compartido con el mayor alcance posible en la agencia.

La “Knowledge Policy” también establece un conjunto de **roles y responsabilidades** que aplican a los actores implicados en la GC dentro de la agencia. La “Knowledge Policy” identifica seis categorías dentro de las existentes actividades relacionadas con el conocimiento:

1. Herramientas en línea (*online tools*).
2. Herramientas de búsqueda, etiquetado y taxonomía.
3. Casos de estudio y publicaciones.
4. Lecciones aprendidas y procesos del conocimiento.
5. Redes de conocimiento.
6. Servicios de conocimiento cara a cara “face to face”.

Agencia Espacial Europea (ESA)

En el caso de la ESA, ya en 1997 encontramos una referencia pública a la GC (Raitt, Loekken, Scholz, Steiner, y Secchi 1997) en la que se identificaron los **principales facilitadores para una óptima GC**; como la **tecnología** disponible, la **cultura organizacional** o el **liderazgo** para una promoción “top to bottom” de la GC.

También se identificaron los principales obstáculos para la implementación de la GC; como el contexto político de la organización, la compartición de conocimiento entre los estados participantes en la ESA, la necesidad de implementar un cambio cultural y las ideas equivocadas que había entorno a la GC en aquel momento. En cualquier caso, se identificó claramente la necesidad de la GC como una actividad que incrementa la **eficacia y eficiencia** de la ESA y que hace el mejor uso del conocimiento, la experiencia y el talento de sus expertos.

Casi diez años después (Mugellesi et al., 2006), se describen las iniciativas para la implementación de la GC en la ESA, concretamente en su Centro Europeo de Operaciones Espaciales (ESOC). Se revisan los retos que supuso la implementación de un sistema de GC en ESOC para identificar y retener el

capital intelectual y su experiencia técnica en un contexto tecnológico que estaba evolucionando muy rápidamente. Años más tarde (Mugellesi, 2012), las iniciativas para la GC en ESOC se habían consolidado en concretos procesos organizacionales así como en la implementación de una **base de conocimiento** basada en Drupal que permitía:

- Crear páginas web dedicadas a los proyectos de GC en ESOC.
- Gestionar digitalmente las comunidades de práctica (*Community of practice*) establecidas en ESOC centradas en diversas áreas expertas.
- Crear, mantener y desarrollar sitios Wiki
- Mantener un blog sobre GC.
- Foros de discusión.

Con la definición de la Agenda Digital de la ESA para el Espacio (ESA, 2017) se valida una vez más el compromiso de la ESA para el impulso de las actividades. Concretamente la agenda trata de:

- incrementar la compartición de información de conocimiento fomentando la innovación y acelerando los procesos de desarrollo de proyectos.
- mejorar la colaboración científica a través de plataformas y herramientas que fomenten la compartición de datos, información y conocimiento interna y externamente.

Agencia Espacial Canadiense (CSA)

La CSA ha sido un claro ejemplo de gestión de lecciones aprendidas o Lessons Learned (Garon, 2006). Han investigado en profundidad la metodología de gestión de lecciones aprendidas en proyectos espaciales a través de la herramienta “Lecciones aprendidas para la gestión de proyectos espaciales” (*Space Project Management Lessons Learned* o SProMaLLs) demostrando que las lecciones aprendidas son un procedimiento eficaz para mejorar la eficiencia de los procesos de la agencia, tanto a nivel de proyecto como a nivel corporativo. SProMaLLs surgió a partir de la detección de que los expertos que participaban en los diferentes proyectos no compartían y hacían explícitas sus experiencias, por tanto el conocimiento no era capturado ni mucho menos retenido. Carecían de una normativa para la gestión de lecciones aprendidas para promover su implementación por lo que optaron por la implementación de la SProMaLLs como una herramienta (base de datos con una interfaz web). Lo que comenzó siendo una simple herramienta finalmente definió el ciclo de vida y los procesos correspondientes a la gestión de lecciones aprendidas.

Particularidades de la GC en las agencias espaciales

Seguridad y GC

La seguridad en las agencias espaciales es un aspecto clave en el desarrollo de sus proyectos y misiones que permite evaluar, estudiar y **gestionar los riesgos** a los que se encuentran sometidos. La seguridad en el ámbito de la información cuyo acceso debe ser restringido, es un requisito esencial para garantizar la minimización de riesgos en sus proyectos y misiones. Sin embargo, no todos los datos, información y conocimiento de las agencias espaciales son de acceso restringido.

Encontrar el equilibrio entre la seguridad de la información y promover la compartición de la información y conocimiento que no son restringidos es uno de los desafíos de la GC en las agencias espaciales.

Las agencias espaciales tradicionalmente han tenido una cultura organizacional que fomentaba la **restricción y no compartición de la información** y el conocimiento y que actualmente supone un reto para la GC. Algunas máximas restrictivas provenientes del ámbito militar y de defensa siguen perdurando en las agencias espaciales, como el **principio “need-to-know”**, que establece que un individuo sólo debe recibir los accesos a la información y conocimiento que requiere para llevar a cabo sus responsabilidades (Shandu y Samarati, 1994).

Las normativas de seguridad, gestión de riesgos y GC deben convivir en las agencias espaciales. Sin embargo, las agencias espaciales tienen que impulsar un cambio organizacional que destierre el actual hándicap que supone aplicar por defecto las restricciones de acceso a la información y el conocimiento.

Jubilación de los “baby boomers”

Como se mencionó en la introducción, actualmente muchos profesionales que poseen un valioso conocimiento generado tras años de trabajo en las agencias espaciales están jubilándose en estos década, principalmente desde 2010 hasta 2025. Esta oleada de jubilaciones es especialmente acentuada en el presente teniendo en cuenta la actual demografía en la que la generación del baby-boom, los nacidos desde mitad de los años 40 hasta principio de los años 60, está jubilándose.

La NASA ha identificado casos dramáticos como el del “Jet Propulsion Laboratory” (JPL), que perderá la mitad del total de sus trabajadores a lo largo de la próxima década. Esto implica una profunda reflexión sobre el conocimiento y las competencias de este laboratorio puesto que tiene implicaciones en misiones como la misión no tripulada a marte “Mars 2020”; cuyo lanzamiento está proyectado para 2020. El problema crítico identificado con este laboratorio es que las competencias y el conocimiento generado no puede ser encontrado fuera de la NASA. Si la agencia pierde a los

expertos en el acceso, descenso y aterrizaje en Marte, no pueden encontrarlos en otra organización puesto que ninguna otra organización ha aterrizado exitosamente en Marte.

El carácter a largo plazo de algunas de las misiones espaciales como puede ser la misión Rosetta de la ESA, aprobada en 1993 y finalizada en 2016 tras 23 años de trabajo (ESA, 2018), revela que la jubilación y la movilidad de los profesionales que intervienen en estos proyectos sea un reto para la GC en las agencias y la retención del conocimiento de dichos expertos, uno de los objetivos principales de la retención del conocimiento.

Estado de la cuestión de la retención del conocimiento

Tras revisar el contexto de la GC y la retención del conocimiento en las agencias espaciales así como sus principales retos y obstáculos, en esta sección se pretende revisar las actividades que actualmente se consideran críticas para garantizar la retención del conocimiento en las organizaciones con el objetivo de revisar su aplicabilidad en las agencias espaciales dentro de la propuesta de plan de retención de conocimiento en las agencias espaciales. Para ello se van a revisar dos de las fuentes más recientes y con una aproximación más práctica de las seleccionadas en el marco teórico: “Aerospace Knowledge Management Toolkit” (AGP, 2016) y el “The Knowledge Manager's Handbook” (Milton y Lambe, 2016).

“Aerospace Knowledge Management Toolkit”

En el “Aerospace Knowledge Management Toolkit” se definen las siguientes actividades que se consideran críticas para la retención del conocimiento y que se apoyan en la tecnología disponible en la actualidad:

- **Identificación del riesgo y de las carencias de conocimiento:** herramientas para reconocer y mapear el riesgo de pérdida de conocimiento:
 - **Evaluación de riesgos centrada en personas:** un análisis de los individuos que representan el mayor riesgo de pérdida en caso de baja.
 - **Evaluación de riesgos centrada en el conocimiento:** determina el nivel de conocimiento por área de conocimiento y el nivel de riesgo en caso de pérdida de dicho conocimiento.
 - **Matriz de conocimiento y habilidades:** creación de una matriz aplicada a un equipo o a una función en la que se reflejan las habilidades y conocimiento críticas y se registran los niveles de competencia de los equipos y empleados requeridos para cada función, rol o equipo.

- **Mitigación del riesgo y carencias de conocimiento:** herramientas para la captura y transferencia de conocimiento:
 - **Plan de transferencia de conocimiento:** en el se define una serie de actividades para una captura y transferencia eficaz del conocimiento de una persona a otras.
 - **Lista de comprobación para la transferencia** (“transfer checklist”). Útil para los casos en los que el conocimiento no es crítico pero conviene realizar la transferencia de un experto a su sucesor. Consiste en el uso de una lista de verificación (“checklist”) que el experto que deja el equipo va construyendo y completando para facilitar la incorporación de su sucesor.
 - **Entrevistas para la captura de conocimiento.** Consiste en la entrevista estructurada y programada que se utiliza para la identificación, captura y documentación de conocimiento de un individuo para que pueda ser reutilizada por otro. Tanto la estructura de la entrevista como las instrucciones de codificación y documentación son críticas.
 - **Video captura y foto captura.** Las herramientas de vídeo e imagen que se utilizarán para la captura de conocimiento. Incluyen tanto los equipos para realizar las grabaciones y capturas como las herramientas para su posterior edición y codificación: herramientas de edición de vídeo, tecnología de conversión de habla a texto (speech-to-text), etc.
 - **Clase magistral por un experto:** es un evento planificado y dedicado que puede ser de gran utilidad cuando un el conocimiento experto necesita ser capturado o transferido en un breve espacio de tiempo.
 - **Charla con un experto:** Entrevista pública e interactiva con un experto con otros profesionales y expertos orientada a compartir conocimiento y casos de éxito.

“The Knowledge Manager's Handbook”

Milton y Lambe (2016) definen el marco de actuación para la captura, codificación y documentación del conocimiento para su retención teniendo en cuenta:

- La **diferencia entre información y conocimiento documentado o registrado:** partiendo de que la información puede ser cualquier producto informativo que se elabora a partir del trabajo cotidiano (informes, reportes, analíticas, presupuestos, diagramas, etc.) mientras que el conocimiento documentado es producto de **actividades de captura de conocimiento experto**. El objetivo de estos últimos siempre es la captura de conocimiento para convertir el conocimiento tácito en explícito y el conocimiento individual en colectivo.

- Los **roles para la documentación del conocimiento**: la definición del equipo de GC así como la identificación de los roles y responsables fuera del equipo de GC para cada una de las actividades definidas (el papel del resto de áreas y profesionales de la organización)
- Los **procesos y actividades para la documentación del conocimiento**: que pueden ir de la creación de manuales o tutoriales, el registro de lecciones aprendidas, las entrevistas para la captura de conocimiento, informes A3, etc.
- Las **tecnologías para la documentación del conocimiento**: incluyen tanto la tecnología para la grabación y registro del conocimiento como aquella que se utiliza para almacenarlo.
- **Normativa para la documentación del conocimiento**. Algunos elementos recomendados para esta normativa son:
 - La elaboración de la estrategia de retención del conocimiento orientada a la identificación del riesgo de pérdida de conocimiento.
 - Definición de las expectativas para la realización de los procesos de GC y los eventos de captura de conocimiento.
 - Plantilla de matriz de cumplimiento para las acciones definidas.
 - Guías de estilo y plantillas para las lecciones aprendidas, informes A3 o cualquier otro soporte para el conocimiento documentado.
 - Sesiones de formación para entrevistadores, ingenieros de conocimiento y resto de actores implicados en la retención del conocimiento
 - Creación de materiales de referencia para todos los procesos definidos y tecnologías utilizadas.
 - Registro de casos de éxito.

Métricas e indicadores

Al igual que en la revisión del estado de la cuestión de la GC, para un análisis de las métricas e indicadores de la retención del conocimiento, a continuación se analizan las propuestas del “Aerospace Knowledge Management Toolkit” (AGP, 2016) y el “Knowledge Manager's Handbook.” (Milton y Lambe, 2016) .

“Aerospace Knowledge Management Toolkit”

El “Aerospace Knowledge Management Toolkit” (AGP, 2016) sugiere las siguientes áreas de monitorización y registro para medir la retención del conocimiento crítico:

- **Registro de actividades**
 - Número o porcentaje de habilidades críticas capturadas y gestionadas
 - Tasa de abandono o deserción relativa a las habilidades identificadas.

Retención de conocimiento en las agencias espaciales
Alfonso Fresneda Pacheco

- **Madurez**
 - Número o porcentaje de individuos que poseen un conocimiento crítico y único que no tienen identificado un sucesor
 - Número de planes de transferencia de conocimiento elaborados para posiciones críticas
 - Porcentaje de completitud de los planes de transferencia de conocimiento.
- **Impacto**
 - Tiempo de adquisición de competencias para los nuevos trabajadores.
 - Riesgo de retención agregado a partir de la identificación de conocimiento.

“The Knowledge Manager's Handbook”

Muy alineadas con las métricas propuestas por AGP, Milton y Lambe (2016) plantean cuatro tipos de métricas:

- **Métricas de actividades:** vinculadas con cada una de las actividades diseñadas en el plan de retención y GC.
- **Métricas para el rendimiento y cumplimiento del plan,** que bien pueden ser un mapeo y actualización de la matriz de cumplimiento.
- **Métricas de impacto** en la organización.
- **Métricas de madurez** de implementación del plan de retención del conocimiento.

Propuesta de plan de acción

Retomando el objetivo definido en la introducción de este Trabajo Final de Máster, tras la revisión de las diferentes estrategias de GC en las agencias espaciales estudiadas, a continuación se detalla la propuesta de plan de acción para la retención del conocimiento en las agencias espaciales para una eficaz retención del conocimiento en las agencias espaciales a través de una concreta serie de acciones a implementar que permitan:

- **Identificar** a aquellos expertos que poseen un conocimiento crítico y único.
- **Capturar** el conocimiento de dichos expertos.
- Fomentar la **transferencia** del conocimiento capturado.
- Incorporar las **actividades de retención de conocimiento** en sus **procesos operativos**.
- **Medir** el impacto las actividades implementadas.

Las actividades que conforman la propuesta del plan de acción son las siguientes:

1. Definición de la normativa de gestión y retención del conocimiento.
2. Identificación de activos de conocimiento y sus riesgos asociados.
3. Definición de actividades para la captura y retención del conocimiento.
4. Definición y seguimiento de métricas e indicadores.
5. Definición de la matriz de cumplimiento para las actividades del plan de acción.
6. Monitoreo, seguimiento y auditoría.
7. Lecciones aprendidas y casos de éxito.

Para cada garantizar la concreción y practicidad de cada actividad, siguiendo el ejemplo del “Aerospace Knowledge Management Toolkit” (AGP, 2016) se detallan los siguientes campos:

- **Descripción** de la actividad.
- **Objetivos** de la actividad (S.M.A.R.T.)
- **Entregables** de la actividad.
- **Participantes** implicados en la actividad.
- ¿**Cuándo** aplicar la actividad?
- **Método**.
- **Métricas**.
 - **Cuantitativas**
 - **Sabes que está funcionando cuando...** (métricas cualitativas)
- **Ejemplos**.
- **Consejos** para la implementación.

A continuación, se presentan los detalles de las siete actividades definidas incluyendo una tabla por actividad:

Actividad 1: DEFINICIÓN DE LA NORMATIVA DE GESTIÓN Y RETENCIÓN DEL CONOCIMIENTO

Descripción

La definición de una normativa de GC permite activar un **plan estratégico de GC** desde el más alto nivel de las agencias espaciales y que será implementada a través de procedimientos y protocolos desarrollados a un nivel más bajo.

La normativa de GC es una declaración de intenciones que promueve la implementación de procesos y actividades de GC desde la alta dirección de la agencia (*top-down*).

Conviene definir una normativa corporativa que sea aplicable a toda la organización y que defina claramente los roles y responsabilidades en las actividades resultantes de la normativa.

	<p>Es recomendable que la GC en las agencias espaciales siga el modelo y el plan de implementación de otras normativas de las agencias como pueden ser la normativa de gestión de riesgos, de gestión de calidad, de gestión de la información, de seguridad, etc. La definición de la normativa de GC refuerza que las actividades de GC tienen la misma relevancia que el resto de actividades de gestión en las agencias y refuerzan la incorporación de dichas actividades en la cultura organizacional.</p> <p>El carácter público de las agencias espaciales determina una mayor burocracia y complejidad a la hora de implementar un plan de acción. Que el desencadenante de un plan de acción sea una normativa general, permite y acelera su aplicación integral de un modo transversal a las agencias espaciales salvando las barreras que pueden suponer los posibles silos organizacionales.</p>
Objetivos	<ul style="list-style-type: none">● Asegurar que el conocimiento de las agencias es gestionado (identificado, capturado, preservado y compartido) a lo largo de las agencias de una manera eficiente.● Garantizar y extender el acceso al conocimiento de las agencias a sus expertos, actuales y futuros.● Promover una cultura de compartición y aprendizaje continuo en las agencias.● Abordar los riesgos y el impacto de la pérdida de conocimiento identificando las tendencias demográficas (jubilaciones, incorporaciones de nuevo personal...)● Identificar las posibles brechas de conocimiento en la organización para poder mitigar el impacto de dichas brechas.● Garantizar la formación y aprendizaje en GC a los trabajadores de las agencias para la optimización de sus habilidades y competencias.● Promover el desarrollo de nuevas formas de transferir el conocimiento así como herramientas, prácticas y procesos que faciliten dicha transferencia y el aprendizaje en las agencias.
Entregables	<p>Se recomienda que la normativa conste de:</p> <ul style="list-style-type: none">● Un documento general para la definición de la estrategia.● Un documento para la definición de los requisitos concretos que deben ser aplicados por los diferentes actores identificados. Incluyendo estos requisitos, la normativa de GC también se alinea con la futura normativa ISO para los sistemas de gestión de conocimiento (ISO/DIS 30401, 2017).
Participantes	<ul style="list-style-type: none">● Equipo de GC: elaborará la normativa de GC a partir del input obtenido de los diferentes directorados y áreas de la agencia, tras una evaluación de sus necesidades.● Director General: firmará la normativa de GC cuya aplicación será

Retención de conocimiento en las agencias espaciales
Alfonso Fresneda Pacheco

		<p>extensible a la totalidad de la agencia.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Directores de cada directorado / área: serán los responsables de elaborar un plan de implementación de GC que responda a los objetivos definidos en la normativa adaptándose a las particularidades de cada directorado.
¿Cuándo aplicar la actividad?		Tan pronto como sea posible. La normativa de GC será el principal desencadenante del resto de actividades del plan de acción.
Método		Siguiendo el mismo procedimiento que el resto de normativas o “policies” en cada agencia.
Métricas	Cuantitativas	<ul style="list-style-type: none"> ● Registro de la normativa junto al resto de normativas de la agencia. ● Revisión periódica de la normativa atendiendo a los procesos establecidos para dichas revisiones.
	Sabes que está funcionando cuando....	Cuando los directorados y áreas de las agencias elaboran y publican los planes de implementación de GC y definen los procedimientos, procesos y protocolos necesarios para su implementación.
Ejemplo		“Knowledge Policy” (NASA, 2013) es la normativa que establece cómo se ha de implementar la GC en la NASA.
Consejos para la implementación		Las normativas son documentos estandarizados implementados a alto nivel en las agencias espaciales. La normativa de GC ha de adaptarse a la estructura y formato del resto de normativas para ser acogida en las agencias como otra normativa más. Conviene revisar casos de éxito y buenas prácticas en la implementación de otras normativas.

Actividad 2: IDENTIFICACIÓN DE ACTIVOS DE CONOCIMIENTO Y SUS RIESGOS ASOCIADOS

Descripción

Esta actividad consiste en el **análisis, identificación y mapeo** dentro de las agencias espaciales con el objetivo de identificar a aquellos expertos cuyo cese en sus actuales puestos (por jubilación, baja, salida de la agencia...) supone un elevado riesgo de pérdida de conocimiento crítico en caso.

Además de identificar a dichos expertos, supone también la cuantificación del riesgo de pérdida de conocimiento crítico. Para ello hay algunos factores que permiten cuantificar este riesgo:

- Proximidad de la **jubilación**.
- Identificación de otros profesionales que albergan el mismo conocimiento ya sean:

	<ul style="list-style-type: none">○ el sucesor del actual experto○ compañeros de equipo con la misma o similar conocimiento crítico.
Objetivos	<ul style="list-style-type: none">● Disponer de un mapeo de los expertos cuantificando el riesgo que supone el perder su conocimiento en la agencia.● Establecer una lista de prioridades para la retención del conocimiento en el listado o mapa de expertos resultante de esta actividad.● Establecer este mapeo de expertos como una actividad operacional de las agencias que se revisa periódicamente y de forma continua en las agencias permitiendo planificar con una antelación de años la jubilación de sus expertos.
Entregables	<ul style="list-style-type: none">● Listado / Mapeo de expertos de la organización que incluya:<ul style="list-style-type: none">○ Fecha prevista de baja y riesgo asociado (ver método)○ Criticidad de conocimiento experto y factor riesgo asociado (ver método).○ Sucesores potenciales.● Actualización periódica del listado / mapeo.● Identificación de los momentos críticos en los que debe activarse una actividad o plan de retención. Por ejemplo:<ul style="list-style-type: none">○ Proximidad de la fecha de cese de actividad.○ Alto riesgo de pérdida de conocimiento○ Carencia de sucesores u otros compañeros que compartan gran parte de su conocimiento.
Participantes	<ul style="list-style-type: none">● Equipo de recursos humanos (RRHH) para:<ul style="list-style-type: none">○ la construcción de la lista de expertos cuya salida es inminente o potencial○ planificación a largo plazo de las actividades de retención de conocimiento e incorporación a sus procesos operacionales● Gestores y jefes de proyecto: planificando interacciones periódicas con RRHH para indicar qué expertos tienen el conocimiento más crítico.● Equipo de GC para diseñar, dirigir y/o apoyar las actividades de retención y transferencia de conocimiento.
¿Cuándo aplicar la actividad?	Debe incorporarse en los procesos operativos de gestión de las agencias y su revisión ha de ser periódica, al menos,

		anualmente.
Método		<p>El método de implementación puede ser la construcción de una hoja de cálculo o una pequeña base de datos que permita registrar a los expertos identificando al menos los dos factores de riesgo determinados previamente:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Fecha de salida del experto. Como ejemplo se propone (AGP, 2016): <ul style="list-style-type: none"> ○ Riesgo 5 = salida en menos de 2 años ○ Riesgo 4 = salida de 2 a 3 años ○ Riesgo 3 = salida de 3 a 4 años ○ Riesgo 2 = salida de 4 a 5 años ○ Riesgo 1 = salida en más de 5 años. ● Críticidad del conocimiento experto. A definir conjuntamente con la colaboración de RRHH y los gestores o jefes de proyecto. Por ejemplo (AGP, 2016): <ul style="list-style-type: none"> ○ Riesgo 5: Conocimiento crítico y único. Específico de la agencia, indocumentado y con una curva de aprendizaje de 3 años ○ Riesgo 4: Conocimiento crítico. Limitado en documentación y compartido parcialmente. Requiere una curva de aprendizaje de dos años. ○ Riesgo 3: Conocimiento sistematizado relevante. Está documentado y compartido con otros equipos. Expertos disponibles fuera de la agencia y curva de aprendizaje de un año. ○ Riesgo 2: Conocimiento procedural y no crítico. Fácilmente adquirible a través de programas de formación internos en menos de un año. ○ Riesgo 1: Conocimiento y habilidades comunes.
Métricas	Cuantitativas	<p>Algunas de las métricas e indicadores identificados previamente pueden aplicarse para medir esta actividad. Concretamente:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Número o porcentaje de individuos que poseen un conocimiento crítico y único que no tienen identificado un sucesor. ● Número de planes de transferencia de conocimiento elaborados para posiciones críticas. <p>También se propone como métrica el porcentaje de expertos en cada directorado o área en cada nivel de riesgo para los dos factores de riesgo definidos (fecha de salida y criticidad del conocimiento) . Esta métrica puede añadirse fácilmente a un cuadro de mandos.</p>
	Sabes que está funcionando cuando....	Cuándo comienzan a programarse sistemáticamente las actividades de retención del conocimiento partiendo del input

		del entregable de esta actividad como parte de los procesos operativos de la empresa.																																											
Consejos para la implementación		El mapeo de expertos puede vincularse a otras iniciativas de RRHH como puede ser la definición de capacidades críticas . Si dichas capacidades críticas residen en un colectivo de expertos con un mayor riesgo de pérdida de conocimiento, será un indicativo de la necesidad de actividades de retención y transferencia de conocimiento.																																											
Ejemplo		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2" rowspan="2">Matriz de % riesgo de pérdida de activos de conocimiento.</th> <th colspan="5">Factor de riesgo: fecha de salida</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="5">Factor de riesgo: criticidad del conocimiento</td> <td>1</td> <td>16%</td> <td>15%</td> <td>1%</td> <td>1%</td> <td>3%</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>11%</td> <td>2%</td> <td>5%</td> <td>3%</td> <td>5%</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>1%</td> <td>5%</td> <td>4%</td> <td>1%</td> <td>3%</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>1%</td> <td>1%</td> <td>2%</td> <td>5%</td> <td>2%</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>5%</td> <td>2%</td> <td>1%</td> <td>2%</td> <td>3%</td> </tr> </tbody> </table>	Matriz de % riesgo de pérdida de activos de conocimiento.		Factor de riesgo: fecha de salida					1	2	3	4	5	Factor de riesgo: criticidad del conocimiento	1	16%	15%	1%	1%	3%	2	11%	2%	5%	3%	5%	3	1%	5%	4%	1%	3%	4	1%	1%	2%	5%	2%	5	5%	2%	1%	2%	3%
Matriz de % riesgo de pérdida de activos de conocimiento.		Factor de riesgo: fecha de salida																																											
		1	2	3	4	5																																							
Factor de riesgo: criticidad del conocimiento	1	16%	15%	1%	1%	3%																																							
	2	11%	2%	5%	3%	5%																																							
	3	1%	5%	4%	1%	3%																																							
	4	1%	1%	2%	5%	2%																																							
	5	5%	2%	1%	2%	3%																																							

Actividad 3: DEFINICIÓN DE ACTIVIDADES PARA LA CAPTURA Y RETENCIÓN DEL CONOCIMIENTO.

Descripción	<p>Las actividades de captura y retención de conocimiento son eventos planificados y estructurados que permiten codificar y documentar el conocimiento tácito que poseen los expertos de las agencias.</p> <p>Hay diferentes variaciones para este tipo de actividad. En la sección "Método" se incluyen varias de ellas que pueden ser aplicadas en este plan de retención de conocimiento. La selección de una variante u otra dependerá de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • el experto del que se quiera extraer el conocimiento. • la cantidad de conocimiento que ha de ser documentado. • el medio o canal por el que se quiere compartir el conocimiento. • el formato en el que se quiere codificar el conocimiento.
-------------	---

Objetivos	<ul style="list-style-type: none">● Capturar el conocimiento tácito de los expertos identificados como poseedores de conocimiento crítico para las agencias.● Codificar y documentar el conocimiento tácito capturado.● Publicar el conocimiento codificado en los repositorios correspondientes y ponerlo a disposición de los interesados en dicho conocimiento: sucesores, colegas, etc.
Entregables	<p>Las actividades de retención de conocimiento pueden generar una enorme cantidad de material que ha de ser incorporado a los activos de conocimiento de las agencias.</p> <p>El material en bruto –vídeos, documentos de texto, presentaciones...– ha de ser procesado, clasificado y correctamente incorporado a los repositorios de las agencias para ser accesible y compartido en las agencias. Puede ser utilizado como un recurso para las formaciones internas o incluso ser el <i>input</i> para la generación de materiales educativos.</p> <p>Actualmente hay tecnologías que pueden ser aplicadas para obtener un mayor provecho de estos entregables. Algunos ejemplos son:</p> <ul style="list-style-type: none">● Tecnologías de conversión de habla a texto, que permiten codificar a formato textual eventos de videocaptura. Esto facilita su indexación en motores de búsqueda y su reutilización en otros materiales textuales (tutoriales, presentaciones, e-learning...)● Herramientas de clasificación automática: que permiten clasificar y dotar de metadatos a estos entregables para facilitar su compartición y la recuperación de la información.● Herramientas de traducción automática: para la distribución multilingüe de estos entregables en aquellas agencias en las que haya varios idiomas oficiales.
Participantes	<ul style="list-style-type: none">● El experto poseedor del conocimiento, cuyo conocimiento ha de ser codificado y retenido.● Los destinatarios de dicho conocimiento y/o sucesores si los hay en el momento del evento de captura.● Jefe del proyecto y/o responsables del experto poseedor del conocimiento.● El entrevistador o moderador del evento. Que facilitará y dirigirá la realización del evento. Es personal que ha sido capacitado para extraer la mayor cantidad de

	<p>información y conocimiento posible en estos eventos. También apoyará la gestión de los entregables del evento. Puede ser parte del equipo de GC.</p>
<p>¿Cuándo aplicar la actividad?</p>	<p>Las actividades se aplicarán una vez que se han identificados los expertos que van a dejar sus puestos próximamente.</p>
<p>Método</p>	<p>Algunas de las variantes para realizar los eventos de captura de conocimiento son:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Entrevistas de captura del conocimiento: normalmente siguen el formato “pregunta-respuesta” en el que el entrevistador va ahondando hasta alcanzar el conocimiento crítico que ha de ser retenido. Es una de las variantes más efectivas para documentar el conocimiento experto. ● Videocaptura: grabación de uno o varios eventos de retención del conocimiento (entrevista, presentaciones narradas, tareas o trabajo narrado). ● Clases magistrales con un experto. A diferencia de las entrevistas, las clases magistrales suelen ser realizadas y capturadas en un único evento. Pueden contar con la participación de diferentes expertos que realizarán preguntas concretas. Las materias a debatir son previamente revisadas de forma que el experto puede preparar el material a priori. ● Audiencia pública con un experto. Son eventos públicos con un mayor número de colegas y expertos con el objetivo de compartir conocimiento e historias. A menudo se combinan con las entrevistas de captura. El principal objetivo de las audiencias es involucrar a otros expertos.
<p>Métricas</p>	<p>Cuantitativas</p> <p>Para la cuantificación de los eventos de captura pueden utilizarse algunos de las métricas e indicadores identificados previamente. Concretamente:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● El registro de actividades: Número o porcentaje de habilidades críticas capturadas y gestionadas. <p>El registro de actividades también puede cruzarse con las métricas de otras actividades, como el número de individuos que poseen un conocimiento crítico o el número de planes de transferencia de conocimiento elaborados para posiciones críticas. De esta forma se puede revisar la evolución de dichos planes de transferencia una vez que han comenzado a realizarse los eventos de captura de conocimiento.</p>

Retención de conocimiento en las agencias espaciales
Alfonso Fresneda Pacheco

	Sabes que está funcionando cuando....	Además de las métricas propias de la actividad, pueden utilizarse también las métricas que los propios repositorios de información y conocimiento nos arrojan. El número de visualizaciones de vídeos de los eventos de captura, el número de consulta de los manuales, las búsquedas y descargas de los entregables, son buenos indicadores para medir la utilidad de dicho conocimiento en las agencias.
Ejemplos		NASA. U.S. Spacesuit Knowledge Capture: https://nescacademy.nasa.gov/category/5/sub/27
Consejos para la implementación		Las actividades de captura han de aplicarse ordenada y sistemáticamente según el plan de transferencia definido conjuntamente con RRHH.

Actividad 4: DEFINICIÓN Y SEGUIMIENTO DE MÉTRICAS E INDICADORES.

Descripción	<p>La definición de métricas e identificadores de cada una de las actividades del plan permite verificar y realizar un seguimiento del cumplimiento de los objetivos S.M.A.R.T definidos para las actividades del plan.</p> <p>Todas las actividades han de tener unos objetivos medibles que se reflejan en las métricas propuestas. Estas métricas cuantifican el progreso de las acciones definidas en el plan para cumplir sus objetivos.</p>
Objetivos	Realizar un seguimiento continuo del plan de retención de conocimiento que permita comprobar las métricas de cada una de las actividades y su progresión en el tiempo.
Entregables	Cuadro de mandos que incluya en una única interfaz las métricas de todas las actividades de retención del conocimiento .
Participantes	<ul style="list-style-type: none"> ● Equipo de GC. ● Equipo de tecnologías de la información (IT), para integrar las diferentes fuentes de datos en un único cuadro de mandos.
¿Cuándo aplicar la actividad?	Conforme se comiencen a registrar las métricas de cada una de las actividades del plan de acción.
Método	Para la gestión del cuadro de mandos se recomienda utilizar alguna herramienta de visualización de datos (ej. Tableau, Microstrategy...).

Retención de conocimiento en las agencias espaciales
Alfonso Fresneda Pacheco

		<p>Estas herramientas permiten conectar el cuadro de mandos a diferentes fuentes de datos (hojas de cálculo, bases de datos, google analytics, etc.) y tener una continua actualización de los mismos.</p> <p>La correcta visualización e integración de todas las métricas será de gran utilidad a la hora de seguir la implementación del plan de retención de conocimiento en la agencia.</p> <p>Dichas herramientas permiten también incorporar vistas como los Diagramas de Gantt que permiten visualizar el cumplimiento de diferentes hitos del plan en el tiempo.</p>
Métricas	Cuantitativas	Registro del porcentaje de métricas conectadas al cuadro de mandos .
	Sabes que está funcionando cuando....	Cuando el cuadro de mandos es la principal herramienta de consulta para el estado del plan de GC por parte de los responsables del plan.
Ejemplos		Tableau Gallery: Ejemplos de visualización de datos utilizando la herramienta Tableau (Tableau, 2018) http://tabsoft.co/2ETmvka
Consejos para la implementación		<p>El cuadro de mandos debe ser comprensible y útil no sólo para el equipo de gestión de conocimiento sino también para el resto de interesados en el plan de retención de conocimiento en las agencias. Sus métricas y la visualización de la misma debe ser clara, concisa y claramente navegable para:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● el equipo de dirección que promueve el plan, ● el equipo de RRHH que implementa alguna de las acciones de retención del conocimiento definidas, ● responsables y jefes de proyecto cuyos expertos participan en el plan, ● el equipo de IT que promueve el uso de diferentes herramientas para la implementación del plan, ● el equipo de GC.

Actividad 5: DEFINICIÓN DE LA MATRIZ DE CUMPLIMIENTO PARA LAS ACTIVIDADES DEL PLAN DE ACCIÓN.

Descripción	<p>La matriz de cumplimiento para las actividades del plan de acción incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● cada una de las actividades de retención del conocimiento planificada, ● su estado (ej. planificada, realizada, por confirmar),
-------------	--

Retención de conocimiento en las agencias espaciales
Alfonso Fresneda Pacheco

		<ul style="list-style-type: none"> ● la fecha de tentativa de implementación, ● el tipo de actividad, ● la prioridad y ● las métricas e indicadores de las mismas.
Objetivos		El objetivo es tener un inventario y planificación de actividades de retención de conocimiento .
Entregables		El entregable será una matriz que contenga las actividades de retención del conocimiento y los diferentes campos indicados en la descripción, destacando su estado.
Participantes		<ul style="list-style-type: none"> ● Equipo de GC. ● Equipo de RRHH.
¿Cuándo aplicar la actividad?		Conforme se comienzan a planificar las actividades de retención del conocimiento
Método		El método de implementación puede ser la construcción de una hoja de cálculo , el uso de una base de datos o una aplicación de gestión de tareas (ej. Redmine).
Métricas	Cuantitativas	Existencia del repositorio único de actividades de retención de conocimiento.
	Sabes que está funcionando cuando....	Cuando es la única fuente compartida y consolidado para consultar la información operativa de las actividades de retención del conocimiento.
Consejos para la implementación		El Knowledge Management Toolkit de AGP (2016) provee de diferentes plantillas para el registro de las actividades del plan. El uso de estas plantillas junto a otras plantillas corporativas para el registro de un plan de implementación en cada agencia es recomendado.
Ejemplos		
Ejemplo de "Knowledge Transfer Plan" (AGP, 2016).		

Retención de conocimiento en las agencias espaciales
Alfonso Fresneda Pacheco

Knowledge Area	Priority (H/M/L)	Transfer Action	Target date	Status
Widget and sprocket interfaces	H	Retention interviews with KM team (and relevant new-joiners); Update of Interface Knowledge Asset.	Nov-16	Two interviews conducted; 1 more scheduled. One interview written up on Knowledge Asset in draft form; 2nd interview yet to be written up.
Design Project Planning	M	Retention interviews to cover this also; Available for Peer Assist on new project X when required.	Mar-17	Peer assist scheduled for Oct-17.

Actividad 6: MONITOREO, SEGUIMIENTO Y AUDITORÍA

Descripción	Definición del plan de monitoreo, seguimiento y auditoría de la retención del conocimiento.
Objetivos	El objetivo es garantizar la implementación de la normativa de GC a través del plan de implementación.
Entregables	<ul style="list-style-type: none"> ● Documento de verificación de la auditoría, verificando las actividades y sus entregables. ● Encuesta de satisfacción de los expertos.
Participantes	<ul style="list-style-type: none"> ● Equipo de GC, que ejecutará la auditoría. ● Equipo de comunicación interna, que realizará la encuesta de satisfacción. ● Directorados y áreas implicadas en el plan de retención del conocimiento, serán los equipos auditados.
¿Cuándo aplicar la actividad?	Periódicamente. Se sugiere una revisión anual.
Método	Una revisión periódica del plan de retención de conocimiento que verifique: <ul style="list-style-type: none"> ● la ejecución de las actividades definidas en el plan. ● la revisión de los entregables y su calidad.

Retención de conocimiento en las agencias espaciales
Alfonso Fresneda Pacheco

		<ul style="list-style-type: none"> la satisfacción de los expertos participantes en el plan (tanto aquellos poseedores del conocimiento como los receptores del conocimiento transferido).
Métricas	Cuantitativas	<ul style="list-style-type: none"> Porcentaje de completitud de las actividades auditadas. Indicadores de satisfacción de la encuesta.
	Sabes que está funcionando cuando....	Cuando el <i>feedback</i> procedente de la auditoría permite optimizar los procesos y protocolos definidos para la retención del conocimiento
Ejemplos		Best Practices: The Knowledge Audit. http://bit.ly/2Ehy6bC (Skyrme, 2011)
Consejos para la implementación		La implementación del seguimiento y auditoría de la retención del conocimiento debe realizarse de manera homogénea al resto de auditorías internas que se realicen en la agencia espacial para ser integrado de forma regulada y metódica en los procesos corporativos de seguimiento interno.

Actividad 7: LECCIONES APRENDIDAS Y CASOS DE ÉXITO.

Descripción	<p>Las lecciones aprendidas suponen una macroactividad dentro de la GC que no se contempla en el alcance de este plan de retención del conocimiento y que, en una agencia espacial, debe tener una entidad y relevancia propia como actividad crítica de la GC.</p> <p>Esta actividad de lecciones aprendidas aplicada al plan de retención del conocimiento, contempla una revisión de las actividades y procesos de retención del conocimiento para registrar las lecciones aprendidas en dichas actividades y optimizar el plan paulatinamente.</p>
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> Obtener lecciones aprendidas que permitan mejorar las futuras actividades de retención del conocimiento y optimizar el plan de acción. Identificar casos de éxito que permitan dar un reconocimiento a aquellos equipos que están realizando una excelente labor en la retención del conocimiento y promover estas actividades a través de los canales de comunicación interna en las agencias espaciales.
Entregables	<ul style="list-style-type: none"> Registro y publicación de lecciones aprendidas, siguiendo la plantilla definida para las lecciones aprendidas en la agencia.

Retención de conocimiento en las agencias espaciales
Alfonso Fresneda Pacheco

		<ul style="list-style-type: none"> ● Registro y publicación de casos de éxito en la Intranet corporativa.
Participantes		<ul style="list-style-type: none"> ● Equipo de GC. ● Jefe del proyecto y/o responsables del experto poseedor del conocimiento. ● Equipo de comunicación interna.
¿Cuándo aplicar la actividad?		<ul style="list-style-type: none"> ● Periódicamente al realizar la auditoría del plan de retención del conocimiento. ● Al término de cada actividad de retención de conocimiento, si se ha identificado alguna lección aprendida o caso de éxito.
Método		<ul style="list-style-type: none"> ● Registro de la lección aprendida utilizando la plantilla de lecciones aprendidas (o la aplicación corporativa de lecciones aprendidas, si la hay). ● Publicación de notas en la Intranet sobre los casos de éxito identificados.
Métricas	Cuantitativas	<ul style="list-style-type: none"> ● Número de lecciones aprendidas registradas ● Número de casos de éxito publicados en la Intranet.
	Sabes que está funcionando cuando....	<p>Cuando las lecciones aprendidas son consultadas y generan cambios y actualizaciones en las actividades de la retención del conocimiento.</p> <p>Cuando las publicaciones de casos de éxito son consultadas por los trabajadores de las agencias y se propagan internamente.</p>
Consejos para la implementación		<p>La incorporación de lecciones aprendidas en otras actividades de la GC como la retención del conocimiento ayudan a promover las distintas áreas y procesos de la GC fomentando su presencia en la cultura organizacional de la misma.</p>
Ejemplos		
Plantilla de "Lesson Learned" (AGP, 2016).		

Retención de conocimiento en las agencias espaciales
Alfonso Fresneda Pacheco

Lesson Title			
Date of Occurrence		Author	
Learning Theme		Contact	
Lesson Priority		Status	
Expected Event			
Actual Event			
Root Cause			
Learning for others			
Action			
Action by whom			
Action by when			
Date action complete			

Conclusiones

La revisión de toda la bibliografía y recursos destacados en la metodología y la construcción de un plan de acción a partir de los mismos es un gran ejercicio para conocer la complejidad de la gestión y retención del conocimiento en las agencias espaciales pero, a su vez, crear consciencia de lo imprescindible que es definir e implementar dicho plan. Las principales conclusiones tras la realización de la propuesta de plan para este Trabajo de Fin de Máster son:

- Que la implementación de un plan de gestión y retención de conocimiento en las agencias espaciales es una actividad a largo plazo. No se trata de un proyecto de implementación o de la incorporación de una buena práctica. Implica un cambio que afecta a la cultura organizacional de las agencias y por tanto requiere de una planificación a corto, medio y largo plazo.
- El plan de acción debe estar totalmente normalizado y adaptado a la compleja realidad administrativa y burocrática de las agencias. Su naturaleza de carácter público, en ocasiones interestatal las convierte en organizaciones cuya burocracia y circuitos de aprobación son altamente complejos. Para superar esta complejidad se recomienda seguir el ejemplo de implementación de otras normativas y planes como puede ser la de Gestión de Riesgos, Gestión de Calidad o la Gestión del Cambio.
- La definición e implementación del plan requiere de la participación de un equipo interdisciplinar que incluye participantes del equipo de RRHH, del equipo tecnologías de la información, del equipo de comunicación, responsables y jefes de proyecto de diferentes áreas o directorados y, por supuesto, al equipo de GC.
- La implementación de este plan tiene que ser orientada como un proceso de gestión del cambio. Supone la incorporación de nuevas actividades que han de cambiar la cultura organizacional de las agencias. Por tanto, la implementación del plan debe estar promovida desde la dirección hacia los empleados, en un proceso *top-down*, para que sea un proceso armónico en toda la agencia; por este motivo, se recomienda comenzar el plan con la definición de una normativa. Por otro lado, a lo largo de la implementación del plan hay que identificar las buenas prácticas, casos de éxito y lecciones aprendidas; y hacerlas extensibles al resto de la agencia a través de un proceso *bottom-up*, de abajo arriba: de los profesionales al resto de la organización.

Bibliografía y recursos

AGP. (2016). Aerospace knowledge management toolkit: A practical guide supporting knowledge and skills retention in the aerospace sector. Aerospace Growth Partnership (AGP) Skills Working Group.

Doran, G. T. (1981). There's a S.M.A.R.T. way to write management's goals and objectives. *Management review*, 70(11), 35-36.

ESA. (2018). Rosetta Summary [en línea], Disponible en: <http://bit.ly/2nhrJP1> [Consulta, 28 de enero de 2018]

ESA. (2017). The ESA Digital Agenda for Space [en línea], Disponible en: <http://bit.ly/2Crz9EB> [Consulta, 17 de diciembre de 2017].

ESA. (2016). What is Space 4.0? [en línea], Disponible en: <http://bit.ly/2oGkdQX> [Consulta, 17 de diciembre de 2017].

Garon, S. (2006). Space project management lessons learned: a powerful tool for success. *Journal of Knowledge Management*, 10(2), 103-112.

Hoffman, E. (2012). NASA's Knowledge Imperative [en línea], Disponible en <https://go.nasa.gov/2FIZqpl> [Consulta, 27 de enero de 2018].

Holm, J., Olla, P., Moura, D., & Warhaut, M. (2006). Creating architectural approaches to knowledge management: an example from the space industry. *Journal of Knowledge Management*, 10(2), 36-51.

International Space Station. (2017, December 17). In Wikipedia, The Free Encyclopedia. Retrieved 20:03, December 18, 2017, from <http://bit.ly/2oG0iSn> [Consulta, 17 de diciembre de 2017].

ISO/DIS. (2017). ISO International Standard ISO/DIS 30401 – Knowledge management systems -- Requirements. [Working draft]. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization (ISO). Retrieved from <https://www.iso.org/standard/68683.html>

Linde, C. (2006). Learning from the Mars Rover Mission: scientific discovery, learning and memory. *Journal of Knowledge Management*, 10(2), 90-102.

List of government space agencies. (2017, December 4). In Wikipedia, The Free Encyclopedia. Retrieved 20:05, December 18, 2017, from <http://bit.ly/2keonuX>

Mugellesi Dow, R., Bobrinsky, N., Pallaschke, S., Spada, M., & Warhaut, M. (2006). A knowledge management initiative in ESA/ESOC. *Journal of Knowledge Management*, 10(2), 22-35.

- Mugellesi Dow, R. (2012). Knowledge Management in Support of Spacecraft Operations. In SpaceOps 2012 (p. 1275540). Disponible en: <https://arc.aiaa.org/doi/pdf/10.2514/6.2012-1275540>
- Mugellesi Dow, R., & Pallaschke, S. (2010). Managing knowledge for spacecraft operations at ESOC. *Journal of Knowledge Management*, 14(5), 659-677.
- NASA (2016). Knowledge Map [en línea]. Disponible en <https://go.nasa.gov/2tMTFj9> [Consulta, 27 de enero de 2018].
- NASA (2016). U.S. Spacesuit Knowledge Capture. [en línea]. Disponible en <https://go.nasa.gov/2Ez68vt> [Consulta, 27 de enero de 2018].
- NASA (2013). Knowledge Policy [en línea]. Disponible en <https://go.nasa.gov/2DKGKTR> [Consulta, 27 de enero de 2018].
- NASA (2017). New Harvard Business School Case Study on NASA JPL Knowledge Management. Disponible en <https://go.nasa.gov/2rOBIA8> [Consulta, 27 de enero de 2018].
- NASA (2018). Office of the Chief Knowledge Officer [en línea]. Disponible en: <https://km.nasa.gov/> [Consulta, 27 de enero de 2018].
- Nonaka, I. (1994). A dynamic theory of organizational knowledge creation. *Organization science*, 5(1), 14-37.
- Nonaka, I. (1991). The Knowledge-Creating Company, in «Harvard Business Review», nov.-dic.
- Olla, P., & Holm, J. (2006). The role of knowledge management in the space industry: important or superfluous?. *Journal of Knowledge Management*, 10(2), 3-7.
- Paxton, L. J. (2006). Managing innovative space missions: lessons from NASA. *Journal of Knowledge Management*, 10(2), 8-21.
- Milton, N., & Lambe, P. (2016). *The Knowledge Manager's Handbook: A Step-by-step Guide to Embedding Effective Knowledge Management in Your Organization*. Kogan Page Publishers.
- Olla, P., & Holm, J. (2006). Special Issue: Knowledge management in the space industry. *Journal of Knowledge Management*, Volume 10, Issue 2.
- Raitt, D., Loekken, S., Scholz, J., Steiner, H., & Secchi, P. (1997). Corporate knowledge management and related initiatives at ESA. *ESA Bulletin*, (92), 112-118.
- Rothenburger, B., & Galarreta, D. (2006). Facing knowledge evolution in space project: a multi-viewpoint approach. *Journal of Knowledge Management*, 10(2), 52-65.

Sándor Lipusz, C., Tróznai, G., Bogdány, J., & Szalai, S. (2006). The Hungarian space research knowledge management project: a focus on the Rosetta Mission. *Journal of Knowledge Management*, 10(2), 76-89.

Sandhu, R. S., & Samarati, P. (1994). Access control: principle and practice. *IEEE communications magazine*, 32(9), 40-48.

Skyrme, D. (2011). *Best Practices: The Knowledge Audit*. [en línea]. Disponible en: <http://bit.ly/2Ehy6bC> [Consulta, 27 de enero de 2018].

Tableau (2018). *Tableau Public: Greatest Hits*. [en línea]. Disponible en: <http://tabsoft.co/2ETmvka> [Consulta, 27 de enero de 2018].

Zender, J., Schwehm, G., & Wilke, M. (2006). The Rosetta video approach: an overview and lessons learned so far. *Journal of Knowledge Management*, 10(2), 66-75.