

## *Artículo*

---

### **La retención del conocimiento tácito de los expertos en el sector nuclear: una visión general**

---

### **The retention of tacit knowledge of nuclear experts**

**ÓSCAR RODRÍGUEZ RUIZ\***

Fecha de Recepción: 27-07-2006

Fecha de Aceptación: 18-07-2007

#### **RESUMEN**

La industria nuclear ha realizado una significativa labor de investigación analítica en el área de reactores en los últimos cincuenta años. Buena parte del conocimiento obtenido tiene carácter tácito, por lo que existe el riesgo de que se pierda a medida que las organizaciones se reestructuren, las prioridades cambien y los trabajadores más experimentados se retiren. Este artículo pretende ofrecer una visión general de las distintas estrategias de retención del conocimiento experto en el sector de la energía atómica. Con esta finalidad realiza una revisión de diferentes iniciativas de difusión del conocimiento tácito desde una perspectiva socio-cognitiva.

#### **ABSTRACT**

The nuclear industry has developed a relevant analytical research work in the area of reactors over the last fifty years. A significant part of this research has the form of tacit knowledge, hence the risk exists that this knowledge is lost as organisations are re-structured, priorities change and the most experienced workers retire. The aim of this paper is to describe the different strategies for the retention of expert knowledge in the atomic energy sector. In this regard, several initiatives for the spreading of tacit knowledge are studied from a socio-cognitive view.

---

\* Profesor de Organización de Empresas. Universidad Complutense de Madrid.

**PALABRAS CLAVE**

Retención del conocimiento, Paradigma de las tres culturas del management, Canal de comunicación, Canal de observación, Explicitación.

**KEY WORDS**

Knowledge retention, The three cultures of management paradigm, Communication channel, Observation channel, Elicitation.

## INTRODUCCIÓN

Las plantas de generación de energía atómica han sido objeto de atención de las ciencias organizativas desde los trabajos seminales de Turner (1978) y Perrow (1984) (Carroll, Rudolph y Hakatenaka, 2002). En la actualidad las centrales nucleares son responsables del 20 por ciento de la energía eléctrica generada en el mundo (Guimarães y Franklin, 2004). La nula incidencia de la energía nuclear sobre el calentamiento global y la necesidad inminente de construcción de nuevas explotaciones han reafirmado la importancia de esta industria. De esta manera, los países de la OCDE han mostrado un interés renovado por la energía atómica como fuente de abastecimiento que permite la diversificación y reduce la dependencia del gas y del petróleo (Nuclear Energy Agency, 2002).

Este nuevo protagonismo del sector nuclear contrasta con el paulatino envejecimiento que está experimentando la fuerza de trabajo de las centrales. De hecho, un gran número de trabajadores del sector se está aproximando a la edad de jubilación sin que exista un flujo de personal joven y cualificado para reemplazarlos. Según los datos de la Agencia Internacional de la Energía Atómica (2004) la edad promedio de los trabajadores supera los cincuenta años y más del 50 por ciento de los mismos se encuentra en fase de prejubilación.

Los efectos del envejecimiento de la fuerza de trabajo se han visto agravados por distintos factores. En primer lugar, resulta claro que el sector nuclear, como industria de alto riesgo, tienen un efecto disuasorio en la captación del talento de las nuevas cohortes educativas (Coffey, Eskridge y Sánchez, 2004). Al mismo

tiempo, las políticas de reducción de las inversiones en investigación y tecnología atómica preconizadas durante décadas han propiciado, en cierta medida, una fuga de los “trabajadores del conocimiento nuclear” hacia otros sectores (Stumpf, 2004).

Este artículo pretende ofrecer una visión general de las distintas estrategias de retención del conocimiento experto en el sector nuclear. De esta manera las distintas iniciativas de difusión del conocimiento tácito nuclear puestas en marcha por la industria serán analizadas como un proceso psico-social que incide directamente en la eficacia de las centrales.

Es indudable que la industria nuclear ha realizado una significativa labor de investigación analítica en el área de reactores en los últimos cincuenta años. Buena parte del conocimiento obtenido tiene carácter tácito, por lo que existe el riesgo de que se pierda a medida que las organizaciones se reestructuren, las prioridades cambien y los trabajadores más experimentados se retiren. De acuerdo con Nonaka y Takeuchi (1995), el conocimiento implícito es aquel que se encuentra en la mente de los individuos y es obtenido a través del aprendizaje continuo individual y del desarrollo de buenas prácticas. Generalmente, cuando los individuos adquieren destreza en el desarrollo de una actividad generan un conocimiento tácito que puede adoptar la forma de habilidades, valores, preferencias y criterios. Este conocimiento da lugar a un rendimiento superior al que se obtendría si se desarrollase la misma tarea con base exclusivamente en el conocimiento explícito. Para Lee y Vakoch (1996) el conocimiento tácito tiene una naturaleza diferente al conocimiento explícito y requiere un sistema de aprendizaje distinto que se denomina aprendizaje

implícito. El aprendizaje implícito se caracteriza por dos rasgos diferenciales. En primer lugar, los sujetos no son siempre conscientes de que están adquiriendo nuevo conocimiento. Y en segundo lugar, la memoria implícita perdura en mayor medida que la memoria explícita que requiere un mantenimiento continuo. Wittenbaun, Stasser y Ferry (1995) han dedicado sus esfuerzos al estudio de la coordinación tácita de los equipos de trabajo destacando la importancia de las acciones sincronizadas basadas en asunciones implícitas.

Por estas razones la preservación del conocimiento experto se ha convertido en una preocupación principal para la industria de la energía atómica (Coffey, Eskridge y Sánchez, 2004). Paralelamente, la literatura también ha empezado a mostrar una inquietud incipiente por la pérdida del saber nuclear.

Desde un punto de vista general, Basque, Pudelko y Leonard (2004) estiman que el conocimiento de una organización representa el 70 por ciento de sus activos de competencia. Este conocimiento está vinculado a artefactos físicos, estructuras organizativas y personas (Carroll, Rudolph y Hakatenaka, 2002). El saber experto, en concreto, está depositado en las personas. Como consecuencia de ello, su pérdida resulta palmaria cuando los empleados abandonan las organizaciones. De ahí que la externalización, uso compartido, validación y reutilización del conocimiento valioso se haya convertido en una actividad crítica que en muchas ocasiones adquiere la naturaleza de aprendizaje implícito.

En el caso de España, la situación laboral de las centrales nucleares pone de

relieve que si no hay una programación adecuada de la sustitución de las plantillas en un plazo de cinco años puede haber un déficit de trabajadores con la formación y el conocimiento necesarios. Dos datos son especialmente significativos. En primer lugar la estructura de las plantillas está desequilibrada, ya que la edad media de los trabajadores se sitúa entre los 47 y 49 años. Por otra parte, de los 4124 trabajadores del sector un 47,2% son subcontratados, careciendo en muchas ocasiones de la experiencia y conocimientos necesarios para que las plantas funcionen con total seguridad.

Todo parece indicar que en el sector nuclear la transferencia intergeneracional del conocimiento está limitada. Esta circunstancia es especialmente alarmante si se considera que el uso de la energía atómica está basada en una vasta acumulación de conocimiento y capital humano cualificado (Agencia Internacional de la Energía Atómica, 2003).

El conocimiento nuclear se manifiesta en la información técnica procedente de la investigación científica, los análisis de los ingenieros, los datos de mantenimiento y la revisión de las disposiciones regulatorias. La preservación de este saber puede lograrse mediante técnicas de archivo o mediante la transmisión del mismo a las nuevas generaciones (Stanculescu, 2004). La disponibilidad de personal cualificado, por su parte, resulta esencial para el mantenimiento de las instalaciones, el desarrollo de las actividades regulatorias y el tratamiento de los residuos.

El aprendizaje de la experiencia, cuya importancia es estratégica para industria nuclear (Lester y Mc Cabe, 1993), sólo puede hacerse efectivo si concurren los

dos factores anteriormente mencionados: el conocimiento y el capital humano cualificado. Por ello, la retención del conocimiento se ha convertido en una actividad esencial para “gestionar” la pérdida de la memoria organizativa de las centrales.

Sin embargo, la preservación del conocimiento experto es un aspecto usualmente descuidado dentro de las iniciativas de dirección del conocimiento (Hoffman, Feltovich y Roetzer, 2004). En este escenario, el axioma de que “aquellos que no recuerdan el pasado están condenados a repetirlo” representa simbólicamente el peligro que afecta a las personas activas en el sector nuclear, que pueden verse abocadas a segundos o terceros ciclos de aprendizaje mediante prueba y error (Stumpf, 2004).

Por ello en los últimos tiempos se han puesto en marcha programas de retención del conocimiento con la finalidad de detectar las habilidades necesarias para sustituir a ingenieros senior, científicos y operarios experimentados. De esta manera se tratan de capturar las mejores prácticas y otros conocimientos no documentado antes de que se pierdan (Coffey, Eskridge y Sánchez, 2004). Estas iniciativas de difusión del conocimiento pretenden evitar el riesgo de “reinventar la rueda” que se produce cuando las personas más avezadas abandonan las organizaciones (Srikantaiahand Koenig, 2000). La solución a la pérdida de conocimiento requiere una reflexión multidisciplinar que incorpore las aportaciones de la gestión del conocimiento, la psicología cognitiva y aplicada y las tecnologías de la información.

Como se ha señalado con anterioridad este artículo ofrece una visión general del problema de la retención del conocimiento

tácito de los expertos en el sector nuclear. Para ello, tras este primer apartado de carácter introductorio, un segundo apartado analiza las características esenciales de la cultura tradicional de las centrales nucleares. A continuación, se expone la importancia de la retención del conocimiento nuclear para el funcionamiento de la industria y las principales experiencias internacionales de preservación en el apartado tercero. Finalmente, el apartado cuarto se dedica a la presentación de las conclusiones obtenidas de la revisión de la literatura y del análisis de las principales experiencias de externalización del conocimiento.

## **LA CULTURA ORGANIZATIVA DE LAS CENTRALES NUCLEARES**

### **La cultura tradicional de las centrales: El paradigma de Schein**

En el origen de la energía nuclear la construcción de las plantas de explotación se concibió como un proceso limitado en el tiempo que daba lugar a su funcionamiento automático (Carroll, Rudolph y Hakatenaka, 2002). En general se consideraba que la tecnología era simple y fácil de asegurar. Como consecuencia de ello, muchas centrales acumularon un gran número de informes de análisis sin que ello se tradujera en la adopción de innovaciones. En este periodo el conocimiento estaba fragmentado en las distintas etapas de la secuencia “diseño de plantas-operación-desmontaje”. Se consideraba, por lo tanto, específico a la organización y a la tarea, contextual, tácito y difícil de transferir. La difusión del saber no se concebía como una de las principales formas de integrar el *know-how* en la cadena de valor. Esta situación propició en cierta

medida una minusvaloración del conocimiento que los distintos miembros de la organización atesoraban sobre cómo se hacen las cosas. Como consecuencia de ello se desaprovechaba el potencial de las prácticas organizativas en la reducción de la probabilidad de accidentes y en la retención del conocimiento de los operarios. La cultura característica de las centrales durante esta etapa del desarrollo nuclear estaba orientada a la eliminación de los accidentes mediante diseños de ingeniería y controles organizativos. Existía la creencia de que cualquier error era evitable. De esta forma, el conocimiento especializado se plasmaba en soluciones técnicas que daban respuesta a las que se consideraban causas únicas y principales de los problemas. La eficacia de estas soluciones se comprobaba posteriormente mediante análisis probabilísticos de seguridad. El Cuadro que aparece a continuación presenta una relación de las que se consideraban "causas-raíces" de los problemas.

El análisis de las causas raíces alcanzó un gran predicamento ya que reducía las ambigüedades incómodas centrándose en las hipotéticas causas primarias de los problemas que de haber sido prevenidas, hubieran evitado su ocurrencia.

Desde un punto de vista general, puede decirse que la cultura de las centrales

nucleares respondía al paradigma de las tres culturas del management definido por Schein (1996). De acuerdo con esta formulación científica, dentro de las organizaciones cabe identificar tres subculturas: la subcultura de los ingenieros, la subcultura de los operarios y la subcultura de los ejecutivos. La subcultura de los ingenieros valora las soluciones técnicas exentas de errores. La subcultura de los operarios concibe el funcionamiento de la planta como un sistema interconectado basado en la cooperación de las personas. Finalmente, los ejecutivos conceden prioridad a la perspectiva financiera.

Con base en esta triple distinción, Carroll (1998) define una lógica de resolución de los problemas en las industrias de alto riesgo basada en la tensión entre adaptación y aprendizaje (Figura 1).

Como puede observarse, la *cultura de los ingenieros* emplea la lógica de la anticipación de los problemas. En la misma es frecuente la utilización de representaciones visuales como esquemas, gráficos y organigramas. Una vez que el problema ha aparecido se trata de corregir y restituir el estado original de las cosas. En opinión de Perrow (1994) los ingenieros no tienen en cuenta las características cognitivas, organizativas y sociales de los operadores. De esta forma se refuerzan las tendencias

**Cuadro 1.**  
**Listados de causas-raíces**

- Fallo de componentes	- Control de trabajo
- Interfaz hombre-máquina	- Planificación, procedimientos, documentación
- Comunicación	- Prácticas y técnicas de trabajo
- Formación	- Causa externa
- Organización del trabajo	- Entorno
- Programación del trabajo	- Desconocidas: necesidad de investigación

**Fuente:** Carroll (1998)

**Figura 1.**  
**Categorías de lógica de resolución de los problemas**

	<i>Anticipación</i>	<i>Adaptación</i>
<i>Concreto</i>	<b>INGENIEROS</b> <i>Equipamiento</i> <i>Visual</i> <i>Planificación/</i> <i>corrección</i>	<b>OPERARIOS</b> <i>Equipamiento/</i> <i>personas</i> <i>Manual</i> <i>Adaptación</i>
<i>Abstracto</i>	<b>EJECUTIVOS</b> <i>Dinero</i> <i>Númérico</i> <i>Planificación</i>	<b>CIENTÍFICOS</b> <b>SOCIALES</b> <i>Ideas</i> <i>Verbal</i> <i>Aprendizaje</i>

**Fuente:** Carroll (1998)

autoritarias promoviendo la especialización y dificultando la circulación de la información en sentido ascendente. La cultura de los ingenieros venera el conocimiento experto y organiza a las personas en grupos de trabajo que se convierten en depósitos clásicos de conocimiento (Carroll, Rudolph y Hakatenaka, 2002). Sólo un número limitado de depósitos o reservas de conocimiento tienen legitimidad para influir en la gestión. En estas circunstancias no existe una preocupación como tal por la transferencia del conocimiento tácito.

La *cultura de los operarios* se basa en el trabajo manual realizado sobre el equipamiento. Por medio de la adaptación se trata de eliminar las desviaciones respecto de los diseños de ingeniería. Pese a la importancia del aprendizaje implícito para los operarios no se percibe la necesidad de externalizar el conocimiento de las personas más experimentadas.

El grupo ocupacional de *los ejecutivos* se caracteriza por la utilización de la lógica numérica. Representa una cultura de anticipación que hace uso de modelos y planes estratégicos. En las centrales, como organizaciones orientadas al control, los gestores son juzgados por la ausencia de problemas o por la velocidad de reacción ante los mismos.

A estas tres primeras categorías cabría añadir el grupo de los científicos sociales. Su lógica está basada en el aprendizaje de la experiencia y en el funcionamiento inteligente de las organizaciones. Se trata de una cultura que se desenvuelve en el mundo de las ideas y propugna el aprovechamiento de los flujos de conocimiento explícito y tácito de las organizaciones. Por ello, frente a la fragmentación de culturas en las plantas de generación de energía nuclear señala la necesidad de promover una cultura común que propicie distintas formas de promover el conocimiento (Selamat y Choudrie, 2004).

**Necesidad de una lógica basada en el aprendizaje. Adopción de modelos de dirección del conocimiento.**

La pluralidad de culturas organizativas de las plantas nucleares refleja la dualidad existente entre la lógica de la anticipación y la lógica de la adaptación. Las centrales nucleares constituyen un ejemplo típico de predominio de la cultura de los ingenieros basada en la lógica subyacente de anticipación. Hay por lo tanto un contexto para el control, dominado por ingenieros y gestores, y un contexto para la ejecución, que es llevado a cabo por los operarios y el personal de mantenimiento.

La lógica de la anticipación no permite apreciar las cadenas de eventos relacionados. En la mayoría de los casos las soluciones diseñadas son únicamente correcciones temporales que no afrontan la globalidad de los problemas. Por ello, la industria de la energía nuclear debe adoptar una lógica basada en el aprendizaje que maximice los rendimientos del conocimiento como recurso productivo estratégico.

Es indudable que los empleados de los distintos niveles organizativos tienen una visión distinta del funcionamiento de una planta nuclear. La visión de los ingenieros y de los ejecutivos no agota las formas y comportamientos que determinan el rendimiento empresarial. Así, por ejemplo, la subcultura de los operarios tiende hacia una visión más orgánica, y la de los científicos sociales incorpora una perspectiva social y organizativa.

La lógica del aprendizaje debe ser, por lo tanto, una lógica integradora de las distintas subculturas de las centrales que permita identificar y discutir problemas, ofre-

cer distintos puntos de vista y explorar las posibilidades de cambio y sus consecuencias. Es preciso sentar el principio básico de que los individuos de cualquier nivel pueden tener impacto en el aprendizaje organizativo. Este aprendizaje requiere una mezcla de trayectorias ocupacionales y estilos cognitivos que integre cuestiones abstractas y sistémicas, detalles operativos concretos, complejidades técnicas y experiencia humana. Desde este punto de vista el aprendizaje implícito basado en la coordinación anticipatoria de grupos de trabajo adquiere una importancia extraordinaria (Stasser, Stewart y Wittenbaum, 1995).

En definitiva, la cultura de las plantas de generación nuclear debe trascender la orientación al control basada en sesgos cognitivos, normas de la industria, y subculturas profesionales. Para ello es necesario que las personas dejen de ser consideradas como una influencia perjudicial en la tecnología.

Como se ha señalado con anterioridad, los diferentes miembros de la organización saben distintas cosas acerca de cómo debe realizarse el trabajo. Este conocimiento está contenido en distintas reservas y es expresado en lenguajes diversos por personas que pertenecen a mundos diferentes. Por ello, es necesario establecer vínculos intergrupales basados en habilidades interpersonales y cognitivas. Carroll, Rudolph y Hakatenaka (2002) enumeran algunos de estos lazos al hacer referencia a los referentes comunes, la acción cooperativa, la representación compartida, la reflexión colaborativa y los intercambios de personal. En esencia estas actividades fomentan que el conocimiento sea compartido. Desde este punto de vista puede considerarse que son actividades de difusión del conocimiento tácito estructu-



radas en dos acciones psico-cognitivas diferentes. Por una parte, el experto debe transferir su conocimiento, y por otra una persona receptora debe aceptarlo. Es importante resaltar que la aceptación del conocimiento está íntimamente vinculada a la reputación. En este sentido, la persona que recibe el conocimiento debe considerar que quien lo transfiere es una fuente fiable y competente.

Resulta sintomático que la propia conceptualización de la dirección del conocimiento está dividida entre las disciplinas que representan los científicos-tecnólogos y los teóricos de la organización. Esta fragmentación se opone a la propia esencia del saber nuclear, que incluye tanto el conocimiento abstracto de los ingenieros y científicos como la experiencia práctica cotidiana de las personas dedicadas a las operaciones (Chakraborty, 2003).

Como es bien sabido, los accidentes de la Isla de las Tres Millas en EEUU en 1979 y el de Chernobyl en la extinta URSS en 1986 cambiaron el sector de la energía nuclear de forma irreversible. Actualmente una central típica identifica alrededor de 2000 problemas o incidentes al año. Aproximadamente un 90% de los mismos se ignoraban hace una década (Carroll, 2003). La curva de aprendizaje técnico no parece materializarse plenamente en el sector nuclear. Esta circunstancia se explica en parte por la importancia que el aprendizaje implícito inconsciente puede alcanzar en esta industria. Los expertos desarrollan tareas complejas con asiduidad que generan una información perceptiva no fácilmente transmisible. Este tipo de información es el fundamento del conocimiento tácito.

Perrow (1994) es uno de los autores que

más ha indagado en las causas explicativas de las limitaciones a la acumulación de experiencia en la industria atómica. En opinión del mismo el aprendizaje que abarata los costes de producción iniciales no ocurre con frecuencia en el sector nuclear. Carroll, Rudolph y Hakatenaka (2004) parecen corroborar esta afirmación al señalar que las prácticas de aprendizaje sofisticadas no están extendidas en las plantas nucleares. Las limitaciones al aprendizaje se manifiestan tanto en la experiencia en la escala como en la experiencia en la fase crítica (Perrow, 1994). Por lo que respecta a la experiencia en la escala, puede decirse que la dimensión de las plantas y la diversidad de los reactores constituyen un primer obstáculo a la acumulación de conocimiento. Así por ejemplo, resulta obvio que la energía nuclear requiere una dimensión mínima para empezar. Al mismo tiempo, el sector atómico se caracteriza por la aparición de “saltos” rápidos en la dimensión. Todo ello permite afirmar que las economías de la energía nuclear no propician la formación de una base experimental consolidada. La acumulación de experiencia en la fase crítica tiene también restricciones notorias. En primer lugar porque la energía nuclear sería inviable económicamente si las plantas tuvieran que detenerse única y exclusivamente para obtener experiencia. Además las fases críticas para la obtención de conocimiento se producen durante el inicio y la clausura de las plantas y no durante su funcionamiento normal.

El análisis de estos eventos operativos pone de manifiesto la necesidad de prestar una mayor atención a determinados aspectos como la pérdida del conocimiento experto y corporativo. En este escenario, la adopción de modelos de dirección del conocimiento en centrales puede originar nota-

bles beneficios como los que se exponen a continuación:

- Maximización de las habilidades de los operarios para evitar errores.
- Detección y limitación de las consecuencias de los problemas.
- Aprendizaje eficiente de los errores y de los incidentes menores evitando accidentes graves y secuencias de prueba y error.
- Minimización de la fuga de conocimiento.

La dirección del conocimiento relativo a los precursores de los accidentes abre también la posibilidad de llevar a cabo una aplicación global de la información obtenida en la resolución de problemas de naturaleza local. Hay que tener en cuenta que habitualmente la información local no se ha introducido en las prácticas generales de la industria. Así por ejemplo, la mayoría de los estudios sobre aprendizaje ignora la posibilidad de compartir conocimiento sobre reactores (Lester y Mc Cabe, 1993).

En este sentido, el uso de la experiencia local, nacional e internacional resulta esencial para mejorar el rendimiento técnico de las plantas nucleares. La creación de comunidades de prácticas puede generar, además, beneficios notables para cada una de las centrales implicadas y para el conjunto del sector.

## **PRESERVACIÓN Y RETENCIÓN DEL CONOCIMIENTO NUCLEAR**

### **Importancia de la retención del conocimiento**

Parece lógico afirmar que cualquier

organización es más eficaz capturando el conocimiento de forma útil que afrontando el riesgo de perderlo por jubilación o derroche (Hoffman, Feltovich y Roetzer, 2004). De ahí la importancia de estudiar las formas en que el conocimiento permanece depositado en una organización.

Jennex, Olfman y Addo (2002) realizan a este respecto una distinción interesante entre memoria organizativa y conocimiento organizativo (Véase Cuadro 2).

En opinión de estos autores la memoria organizativa está formada por el conjunto de repositorios de información que la organización ha adquirido y retiene. Dentro de la misma se encuentran los sistemas de memoria organizativa y los sistemas de dirección del conocimiento. Los sistemas de memoria organizativa son los procesos por los que se captura, almacena y despliega la mencionada memoria. Los sistemas de dirección del conocimiento son las herramientas y procesos usados por los trabajadores del conocimiento para transferir el saber a la memoria organizativa.

El conocimiento organizativo es, por su parte, el conjunto de experiencias clasificadas, valores, informaciones contextuales y puntos de vista de los expertos que proporcionan un marco para incorporar nuevas experiencias e información. En este sentido se dice que el conocimiento organizativo es una modalidad de memoria organizativa. En el caso de las centrales nucleares ha existido poca interacción entre la memoria organizativa y el conocimiento tácito. Por esta razón es preciso que cualquier proceso de aprendizaje esté fundamentado en las características específicas del conocimiento nuclear. Estas características se sintetizan en el Cuadro 3.

**Cuadro 2.**  
**Memoria rganzitativa y conocimiento organizativo**

MEMORIA ORGANIZATIVA Conjunto de repositorios de información	SISTEMAS DE MEMORIA	Procesos de captura, almacenamiento y reproducción
	SISTEMAS DE DIRECCIÓN del CONOCIMIENTO	Procesos de transferencia del saber a la memoria organizativa
CONOCIMIENTO ORGANIZATIVO	Experiencias e informaciones contextualizadas de los expertos que permiten adquirir información	

**Cuadro 3.**  
**Ámbito y características del conocimiento nuclear**

	CONOCIMIENTO NUCLEAR
ÁMBITO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Captura de conocimiento</li> <li>- Desarrollo de personas</li> <li>- Transferencia de tecnología</li> <li>- Evaluación de tecnología</li> </ul>
CARACTERÍSTICAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Depositado en expertos y especialistas</li> <li>- Intensivo en tecnología</li> <li>- Dependiente de la I+D</li> </ul>

El conocimiento asociado a la tecnología nuclear esta constituido por dos componentes: la información técnica y el aprendizaje tácito o habilidades de los especialistas (Stumpf, 1994). Cada una de estas dimensiones del conocimiento es objeto de una gestión diferente como recurso estratégico. Así por ejemplo, la información técnica es más fácil de captar y transferir mediante bases de datos, documentos y manuales. El aprendizaje tácito, como competencia esencial de la organización, es más difícil de gestionar. Cuando el conocimiento tácito no se incorpora a los procesos de aprendizaje se produce una pérdida de la memoria organizativa<sup>1</sup>.

El conocimiento tácito nuclear es adquirido por las personas mientras trabajan en las centrales. Este conocimiento es

el resultado de procesos internos individuales como la experimentación, la reflexión, la internalización o el desarrollo de talentos personales. En este sentido, resulta significativo observar cómo los informes y bases de datos referencian el conocimiento no escrito a través de nombres de personas conocidas (Carroll, Rudolph y Hakatenaka, 2002). Estas personas son, en definitiva, depositarias de un conocimiento experto, entendiéndose por tal “una estructura altamente organizada de distintos tipos de conocimiento almacenados en la memoria a largo plazo” (Basque, Pudello y Leonard, 2004). De acuerdo con Castelfranchi (2004) la esencia de la creación de conocimiento es la conversión de conocimiento tácito en explícito<sup>2</sup>. En las organizaciones de “alto riesgo” este es un proceso de socialización que permite resolver

problemas y desarrollar las tareas con más eficacia (Nonaka y Takeuchi, 1995)

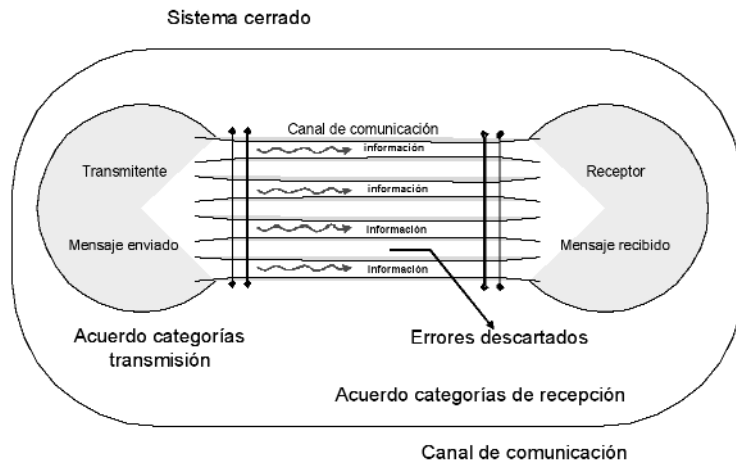
Cherry (1980) realiza una distinción entre canal de comunicación y canal de observación a la hora de analizar los procesos humanos de transmisión de conocimiento (Figura 2 y 3). Esta distinción resulta especialmente útil en el estudio de la transferencia de experiencias pasadas.

El canal de comunicación se caracteriza por ser un sistema cerrado, ya que en el mismo los mensajes son transmitidos en términos de una serie de categorías conocidas por emisor y receptor. La información no incluida dentro de estas categorías no es tenida en cuenta. Cuando se quiere analizar la transmisión de información innovadora es preciso hablar de la existencia de un canal de observación (Figura 3). En este canal transitan informaciones no incluidas dentro de las categorías de entendimiento preestablecidas. Se trata de

un sistema abierto en el que muchos datos son perdidos por la propia naturaleza de las cosas.

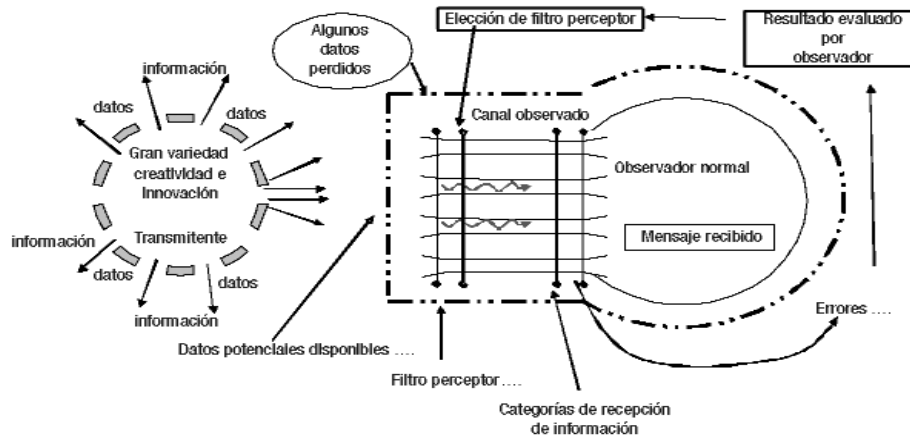
Desde este punto de vista, la transferencia del conocimiento experto puede concebirse como un proceso de interacción en el que se transmite a través de un canal de observación información completamente desconocida, información conocida pero no debidamente apreciada o información no correctamente integrada. Tal y como indica la teoría general de la comunicación, en este canal de observación el contenido de una información se mide valorando la reducción de la incertidumbre que produce en el receptor. Algunos problemas son característicos de este tipo de transferencia de conocimiento. Así por ejemplo, resulta difícil expresar o documentar un conocimiento que parece obvio y natural a la persona que lo posee. Estas dificultades tienen que ver fundamentalmente con el lenguaje, el transcurso del

**Figura 2.**  
**Ámbito y características del conocimiento nuclear**



**Fuente:** Turner y Pidgeon (1997)

**Figura 3.**  
**Canal de observación**



**Fuente:** Turner y Pidgeon (1997)

tiempo o la distancia. Al mismo tiempo, resulta indispensable el compromiso de la persona que externaliza el conocimiento.

La psicología cognitiva ha puesto de manifiesto que las aptitudes de transferencia del conocimiento no son innatas y que la actitud hacia una determinada tarea depende de la experiencia pasada. Esta experiencia influye en la capacidad de asociación y en la forma de organizar el trabajo. En este sentido, puede afirmarse que cuanto más profundo y sofisticado es el saber experto más difícil resulta su transmisión (Coffey, Eskridge y Sánchez, 2004). El conocimiento tácito de los expertos, concretamente, es difícil de externalizar, ya que quienes lo poseen no siempre son capaces de verbalizarlo (Basque, Pudelko y Leonard, 2004). Y ello se debe a que muchas veces las personas que trabajan de forma excelente no son conscientes de la forma en la que realizan su labor. La importancia del conocimiento tácito en la mejora del rendimiento organi-

zativo ha suscitado un gran interés por el estudio de los procesos cognitivos inconscientes. Dentro de esta línea de investigación se han propuesto técnicas alternativas de captura del conocimiento como las entrevistas, las narrativas, los grupos de discusión, y la formulación de analogías, metáforas, conceptos e hipótesis.

Por todas estas razones, la industria atómica debe poner en marcha proyectos de preservación del saber experto que permitan responder a las prioridades de los Estados y a las demandas de consumo de recursos energéticos de toda la sociedad. En el desarrollo de estos proyectos ha de tenerse en cuenta que la difusión creativa y espontánea del conocimiento tácito de los expertos debe estar basada en un elemento subjetivo esencial: la confianza. La confianza es una condición mental e interpersonal imprescindible para la conversión de flujos de conocimiento. Tiene por lo tanto una naturaleza socio-cognitiva e implica una actitud, una intencionalidad y

la observancia de un comportamiento determinado. En la socialización del saber experto nuclear la confianza es tanto una precondition como un resultado del desarrollo del proceso. La ausencia de confianza inhibe la externalización del conocimiento. Por esta razón, los expertos que difunden su conocimiento tácito deben recibir un reconocimiento real.

### **Iniciativas internacionales de retención del conocimiento**

La preservación del conocimiento experto sobre la energía nuclear es una prioridad para la Agencia Internacional de la Energía Atómica. De hecho, esta institución considera que una de sus principales competencias es liderar las actividades

dirigidas a la preservación y desarrollo del conocimiento nuclear complementando las iniciativas de los gobiernos, la industria, la academia y las organizaciones internacionales. Las seis líneas prioritarias de actuación de la Agencia se recogen en el Cuadro 4.

Un aspecto de mayor importancia es la adopción de estrategias concretas de preservación del conocimiento. El Cuadro 5 presenta una estrategia que distingue entre acciones a nivel organizativo y acciones a nivel de industria.

Dentro de la preservación del conocimiento cabe hacer una referencia especial a las actividades de retención. Estas actividades se desarrollan en torno a dos líneas estratégicas: la conservación de la “memoria institucional” de los empleados próxi-

**Cuadro 4.**  
**Líneas prioritarias de preservación del conocimiento nuclear**

1. INTEGRACIÓN DE LAS FUENTES DE INFORMACIÓN DEL SECTOR EN UN PORTAL DE CONOCIMIENTO NUCLEAR
2. PROMOCIÓN DE REDES DE INSTITUCIONES ESPECIALIZADAS EN FORMACIÓN EN ENERGÍA NUCLEAR
3. DESARROLLO DE DOCUMENTOS Y DIRECTRICES PARA LA PRESERVACIÓN DEL CONOCIMIENTO NUCLEAR
4. PRESERVACIÓN CENTRADA EN DETERMINADOS PROYECTOS DE CONOCIMIENTO
5. DESARROLLO DE ACTIVIDADES DE DIVULGACIÓN DE LOS BENEFICIOS DE LA ENERGÍA NUCLEAR
6. DESARROLLO DE UN CURRÍCULUM PARA TÍTULOS SUPERIORES EN TECNOLOGÍA NUCLEAR

Fuente: IAEA (2003)

**Cuadro 5.**  
**Estrategias de preservación del conocimiento**

NIVEL ORGANIZATIVO	Cambiar la cultura empresarial y estructura organizativa
	Concienciar a la dirección de la importancia de la dirección del conocimiento
	Implementar un proceso de dirección del conocimiento
COMUNIDAD TÉCNICA NIVEL INDUSTRIA	Asegurar la disponibilidad continua de personal cualificado
	Establecer directrices y estándares para la dirección y difusión del conocimiento
	Liderazgo de las instituciones internacionales en dirección del conocimiento

Fuente: Chakraborty, 2003.

mos a la edad de jubilación y la retención de datos y otras informaciones valiosas.

Por lo que respecta a la conservación de la “memoria institucional” de los empleados más expertos, resulta notorio el alto interés internacional existente en torno al registro de sus prácticas no documentadas y habilidades adquiridas (“skill of the craft”). Un estudio de Chakraborty (2003) pone de relieve que las acciones de conservación del conocimiento implícito son especialmente importantes, ya que el conocimiento explícito que puede ser fácilmente identificado, preservado y difundido sólo representa un 10% del saber de la organización. Se asume, además, que el coste económico de la pérdida de conocimiento por retiro de los trabajadores equivale a un año de salario en el caso de que existan otras personas con un saber nuclear similar. Por ello es recomendable la utilización de distintas técnicas de retención de forma sucesiva (Cuadro 6).

En la actualidad dos laboratorios nucleares de los EEUU mantienen operativo un programa de historias orales como técnica de retención del conocimiento. Son el Sandia National Laboratory de Albuquerque y Los Alamos National Laboratory de Nuevo México, que están recogiendo historias y anécdotas sobre la tecnología armamentística nuclear.

En cualquier caso, el proyecto más importante de retención del conocimiento ha sido puesto en marcha por la división nuclear de la Autoridad del Valle de Tennessee (EEUU)<sup>3</sup>. Esta iniciativa se ha concretado en el diseño y desarrollo de un proceso que permite identificar y capturar el “conocimiento tribal” no documentado de los empleados próximos a la jubilación (Tennessee Valley Authority, 2003). De esta manera los directivos pueden conocer qué conocimientos corren el riesgo de ser perdidos, cuáles serían las consecuencias empresariales de esa pérdida e implementar acciones correctoras.

La estructura del proceso de retención del conocimiento de la Autoridad del Valle de Tennessee se resume en el Cuadro 7.

### Explicitacion

Los procesos de retención del conocimiento afrontan “dificultades cognitivas y metacognitivas que forman un cuello de botella en las organizaciones” (Basque, Pudelko y Leonard, 2004). De ahí la importancia que ha adquirido en los últimos tiempos el fenómeno de la *elicitation*. En el sector de la energía nuclear la expresión *elicitation* hace referencia al proceso por el cual se hace aflorar el conocimiento

**Cuadro 6.**  
**Técnicas de retención del conocimiento**

- Entrevistas estructuradas a expertos senior y documentación de su experiencia.
- Auditorías de aprendizaje. El director del proyecto recoge sus experiencias y pensamientos.
- Historias orales sobre el “aquí y ahora” de un proyecto o producto.
- Comunidades de prácticas (revisión por pares, círculos de expertos, etc.).
- Solicitud de informes.
- Planificación de la jubilación de expertos. Contratación de individuos clave como consultores.
- Programas de <i>mentoring</i> . Trabajadores con menos experiencia bajo la dirección de personal senior

**Cuadro 7.**  
**Proceso de retención del conocimiento de la autoridad del Valle de Tennessee**

<b>CONOCIMIENTO EN RIESGO DE PÉRDIDA (WIAT?)</b>  Ratings de: - Tiempo hasta la jubilación - Carácter crítico de la posición	Personas próximas a la jubilación	- Cuestionario voluntario a los empleados sobre sus intenciones de jubilación - Identificación de áreas en las que el riesgo de pérdida de conocimiento es inminente
	Conocimientos o habilidades únicas existentes	Cuestionario con cuatro tipos de preguntas: - Generales - Relacionadas con una tarea concreta - De información (mapas, contactos, manuales) - De reconocimiento de tendencias (lecciones, etc.)  Listado de pérdidas potenciales de conocimiento
<b>CONSECUENCIAS EMPRESARIALES DE LA PÉRDIDA DE CONOCIMIENTO (SO WHAT?)</b>	Determinación de las pérdidas de conocimiento que resultan clave: - Importancia del conocimiento - Inmediatez de la pérdida de conocimiento - Viabilidad y coste de la recuperación de conocimiento - Dificultad de la transferencia de conocimiento	
<b>PLANES ESPECÍFICOS PARA RETENER EL CONOCIMIENTO Y LAS HABILIDADES (NOW WIAT?)</b>	- Codificación y documentación (procedimientos, inventarios, <i>checklist</i> , etc) - Soluciones de ingeniería (cambios de proceso, actualización del equipo) - Formación (clases, simuladores, <i>one to one coaching</i> y <i>mentoring</i> ) - Establecer recursos alternativos (subcontratación, contratación de los jubilados como consultores, compartir el saber experto con otras plantas, comunidades de prácticas y redes profesionales)	

Fuente: Tennessee Valley Authority (2003).

de las fuentes en las que se encuentra acumulado. De alguna forma podría traducirse al español como “explicitación”.

La “explicitación” no es una actividad estándar, implicando una gran variabilidad en el proceso de transferencia de conocimiento (IAEA, 2004). Una de las formas más usuales de “explicitación” utilizadas hasta el momento son los mapas conceptuales.

De acuerdo con Coffey, Eskridge y Sánchez (2004) los *mapas conceptuales* son un medio de exteriorizar los conceptos clave que un experto atesora en un ámbito de conocimiento. Se basan en el principio fundamental de la ciencia cognitiva de la utilidad de la redundancia en la búsqueda

de información (Hoffman, Feltoovich y Roetzer, 2004). A efectos analíticos resulta imprescindible distinguir nítidamente entre los mapas conceptuales, los modelos de conocimiento y los modelos mentales (Cuadro 8).

Los modelos de conocimiento representan conceptos, principios, procedimientos y hechos relacionados con un aspecto específico del trabajo (Basque, Pudélko y Leonard, 2004). Crear un modelo de conocimiento supone en definitiva organizar distintos mapas conceptuales en un sistema coherente y navegable que haga explícitas las relaciones entre varios aspectos del conocimiento experto. Requiere, por lo tanto, un equilibrio entre mapas conceptuales, mapas de actividad y mapas de



**Cuadro 8.**  
**Mapas conceptuales, modelos de conocimiento y modelos mentales**

MAPAS CONCEPTUALES	Representación analítica de los conceptos clave en un área de conocimiento	
MODELOS de CONOCIMIENTO	Sistema de relaciones entre los distintos mapas conceptuales que representan un área de conocimiento experto	Mapas de conocimiento y habilidades
		Mapas de actividades en las que participa el experto
		Mapas que describen los documentos necesarios para el desarrollo de un proceso
MODELOS MENTALES	Representación interna de la información utilizada por el individuo	

proceso. Los mapas conceptuales son adecuados para la “explicitación” del conocimiento y las habilidades necesarias para desarrollar un trabajo y para la evaluación de las actividades basadas en esos conocimientos y habilidades. Los mapas de actividad explicitan las actividades en las que el experto está involucrado. Por último, los mapas de proceso son útiles en la esfera del conocimiento procedimentado en la medida en que enumeran los documentos necesarios para el desarrollo de un proceso.

Los modelos mentales constituyen una organización y representación interna de la información utilizada por el individuo. Son instrumentos útiles para la captura del conocimiento estratégico, que está en el corazón del conocimiento experto. Evans III, Harper y Jentsch (2004) consideran que los equipos con modelos mentales compartidos son los que alcanzan mayores niveles de rendimiento. Desde este punto de vista puede afirmarse que la existencia de una cultura homogénea, unos valores compartidos y unos objetivos comunes resultan esenciales para transferir el conocimiento. Algunos autores como Selamat

y Choudrie (2004) han resaltado la importancia de desarrollar “metahabilidades” para difundir el conocimiento tácito. Dado que este tipo de conocimiento reside en la mente de los individuos y tiene carácter subjetivo, es preciso desarrollar unas cualidades específicas para externalizarlo. Estas “metahabilidades” son aptitudes que permiten hacer efectivo el conocimiento. Entre ellas cabe mencionar los recursos cognitivos, el autoconocimiento, la determinación, etc. La principal experiencia de “explicitación” del conocimiento tácito en el sector de la energía nuclear se ha desarrollado en el Instituto de Investigación sobre la Energía Nuclear (EPRI).

Este proyecto se ha estructurado en dos fases diferenciadas: una primera fase en la que se han identificado las fuentes de conocimiento tácito y una segunda en la que se ha tratado de aflorar ese conocimiento. Durante esta última fase se han desarrollado distintas técnicas de “explicitación” como el análisis cognitivo, la técnica del incidente crítico, la documentación de “lecciones aprendidas”, el fomento de protocolos de pensamiento en voz alta y las simulaciones y reconstrucción de

escenarios. De forma concreta el informe de EPRI *Guidelines for Capturing Valuable Undocumented Knowledge from Energy Industry Personnel* presenta los resultados del proyecto de “explicitación” del conocimiento experto de los trabajadores del sector. De acuerdo con este documento, las dificultades de “explicitación” del conocimiento tácito valioso dan lugar a un “cuello de botella en la adquisición del conocimiento” (EPRI, 2002). Con la finalidad de evitar este efecto indeseado, el proyecto ha desarrollado cinco acciones (Ver Cuadro 9).

El programa de captura del conocimiento no documentado de la EPRI tiene previsto explorar próximamente las posibilidades de la auto-explicitación como forma de tomar consciencia del conocimiento que se posee e incrementar su disponibilidad.

Instituciones energéticas y del sector público de todo el mundo han expresado su interés por el programa de rendimiento humano de la EPRI. Así por ejemplo la compañía brasileña Electronuclear se ha basado en el mismo para desarrollar su

**Cuadro 9.**  
**Proyecto de captura del conocimiento no documentado de los trabajadores.**  
**Programa estratégico de rendimiento humano de la EPRI**

<b>ANÁLISIS DE NECESIDADES</b>	- Visitas a las instalaciones de distintas empresas energéticas para confirmar la importancia de capturar el conocimiento no documentado que “reside” en la mente de los trabajadores más experimentados.
<b>ENCUESTA EN EL SECTOR</b>	- Cuestionario a directivos de 21 compañías. - El 92% admitieron que en los próximos cinco años la pérdida de conocimiento experto se convertiría en un problema. - Sólo un 30% de los encuestados han planificado acciones para afrontar ese problema
<b>REVISIÓN DE LA LITERATURA</b>	- El análisis de la literatura se extendió a los campos de la gestión del conocimiento, psicología cognitiva y aplicada, inteligencia artificial y sistemas expertos. - Se realizó un estado del arte sobre las técnicas de captura y almacenamiento del conocimiento no documentado: “elicitación”, mapas de conocimiento.
<b>DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE PROCESO DE CAPTURA DE CONOCIMIENTO</b>	- El prototipo se centra en la captación del conocimiento tácito valioso que permite que las tareas sean desarrolladas de forma eficaz, eficiente y segura. - Existen tres tipos de conocimiento tácito:  Conocimiento de diagnosis, decisión de problemas Percepción de interacciones y relaciones no obvias Historia corporativa y localización del conocimiento valioso
<b>CONTRASTE EMPÍRICO</b>	- El proceso preliminar de captura del conocimiento fue refinado para la “explicitación” del conocimiento tácito de 20 expertos - Se emplearon 7 métodos: entrevistas, diagrama de tareas, auditorías de conocimiento, decisiones críticas, estructuras medios-objetivos y mapas conceptuales - Definición de módulos de conocimiento para tareas específicas

Fuente: EPRI (2002).

**Cuadro 10.**  
**Experiencias relacionadas con la preservación del conocimiento en el sector de la energía nuclear**

EXPERIENCIA	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES
BRITISH NUCLEAR FUEL (R. U.) 1999	- Preservación del conocimiento (compartir, transferir, capturar) para su reutilización en la comunidad científica
AUTORIDAD DEL VALLE DE TENNESSEE (EEUU) 1999	- Énfasis en la retención del conocimiento: Programa "Preventing Knowledge for Walking Out the door"
COMISIÓN REGULATORIA NUCLEAR (EEUU) 2000	- Programa Estratégico 2000-2005. La dirección del conocimiento es una prioridad
AGENCIA ENERGIA NUCLEAR (EEUU) 2001	- Preservación del conocimiento - Organización que aprende - Seguridad y gestión del cambio
ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE (EEUU) 2002	"Guidelines for Capturing Valuable Undocumented Knowledge from Energy Industry Personnel" - <i>Explicitación</i> del conocimiento tácito
ELECTRONUCLEAR (BRASIL) 2002	- Proyecto de determinación del Know-How tecnológico basado en la metodología de EPRI
AGENCIA INTERNACIONAL DE LA ENERGÍA ATÓMICA 2003	- Preservación y retención del conocimiento
ELECTRICITÉ DE FRANCE 2003	- Preservación del conocimiento experto - Modelización del conocimiento - Reutilización de experiencias pasadas
PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN SOBRE LA SEGURIDAD DE LAS PLANTAS DE ENERGIA NUCLEAR (FINLANDIA) 2004	- "Disseminating Tacit Knowledge in Organisations" (TIMANTII) Pre-estudio
SANDIA NATIONAL LABORATORY LOS ALAMOS NATIONAL LABORATORY (EEUU)	- Preservación del conocimiento sobre tecnología armamentística nuclear. Programa de historias orales
PALO VERDE GENERATING STATION (EEUU)	- Aplicación del programa de retención del conocimiento de la Autoridad del Valle de Tennessee

iniciativa de “Determinación del Know-How Tecnológico”.

En el año 2004 el Programa de investigación sobre la seguridad de las plantas nucleares de Finlandia contempló también la realización de un pre-estudio que da inicio a un proyecto de difusión del conocimiento tácito (VTT, 2004).

## CONCLUSIONES

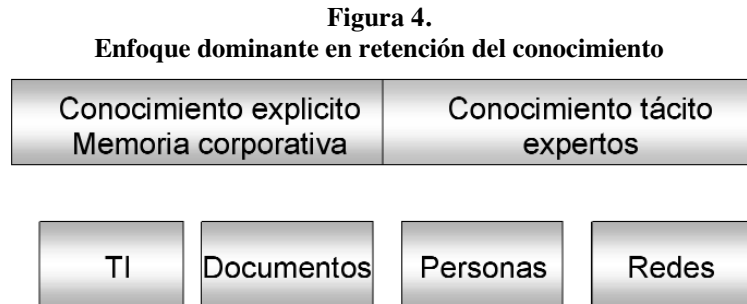
La industria de la energía atómica depende tecnológicamente de la experiencia adquirida en los últimos cincuenta años en las áreas de diseño y construcción de plantas, pruebas experimentales, prácticas de inspección e ingeniería nuclear fundamental. Las perspectivas de aparición de innovaciones radicales en el estado de desarrollo tecnológico del sector atómico se sitúan en un horizonte de veinte años. Concretamente, se calcula que los sistemas de energía nuclear de cuarta generación llegarán al mercado hacia el año 2030 aproximadamente. Debido a ello las distintas iniciativas de dirección del conocimiento implantadas hasta la fecha se han orientado más a la preservación y transmisión que a la creación de nuevo *Know How* mediante procesos de mejora continua.

Parece claro que la base de conocimientos del sector nuclear corre el peligro de perderse a medida que las personas más experimentadas se aproximan a la edad de retiro laboral. El coste de recuperar este saber es elevado en términos de tiempo y esfuerzo. Por ello las organizaciones basadas en el conocimiento deben sistematizar los procesos de captura antes de afrontar los costes de recuperación (Hoffman, Feltoovich y Roetzer, 2004). En este contexto

cada vez son más importantes los procesos de retención del conocimiento que permitan la preservación, actualización periódica y diseminación efectiva de los recursos intangibles organizativos (Chakraborty, 2003). El Cuadro 10 recoge de forma resumida las principales iniciativas de preservación del conocimiento desarrolladas por distintas centrales del mundo en los últimos años:

Los enfoques dominantes en la retención del conocimiento nuclear se han fundamentado en el mantenimiento del conocimiento explícito o base de conocimientos de la organización y del conocimiento tácito de los expertos. La preservación de la base de conocimientos organizativos se confía a las tecnologías de la información y a la gestión documental. La preservación del conocimiento tácito, por el contrario, depende de las personas y las redes de relaciones entre las mismas (Véase Figura 4).

De esta forma podría hablarse de la existencia de un enfoque de codificación u orientado al producto, y un enfoque de personalización u orientado al proceso (Jennex, Olfman y Addo, 2002 y Basque, Pudelko y Leonard, 2004). La retención del conocimiento orientada al producto o enfoque de codificación se centra en el almacenamiento y reutilización de los documentos que constituyen la memoria institucional. De forma distinta, la retención del conocimiento orientada al proceso o enfoque de personalización presta especial atención al proceso psico-social de formación del conocimiento. La premisa básica es que el conocimiento está ligado a las personas y se comparte a través de contactos personales. Por esta razón se promueve la interacción del personal experimentado con personal inexperto



Fuente: CIC-IADE, 2004

durante el desarrollo de actividades estructurales ancladas en situaciones reales. En esta interacción, la confianza, en su dimensión económica y social, es una condición imprescindible para la creación de un capital cognitivo colectivo.

Como es sabido en el sector de la energía atómica la innovación y el desarrollo tecnológico tienen una evolución *per saltum* en un ciclo de vida controlado. La I+D está concentrada en centros de investigación y permanece separada del ciclo de la producción energética. En este contexto, sólo las situaciones relativamente simples pueden ser gestionadas mediante conocimiento explícito. Como consecuencia de ello la prioridad de cualquier iniciativa de retención del conocimiento debe ser en primer lugar “conocer lo que saben los expertos”. Para lograr este objetivo es necesario desarrollar dos tipos de acciones. En primer lugar, crear bases de conocimiento conectadas a los usuarios y contextualizadas en función de sus necesidades. Y en segundo lugar, promover el aprendizaje mediante la transmisión del conocimiento existente y la experiencia tácita a los nuevos empleados.

La evolución del sector nuclear ha demostrado que el conocimiento de los expertos tiene un valor estratégico clave

ya que permite detectar señales inesperadas, establecer relaciones causales entre los problemas y aprender de la experiencia y la historia. En consecuencia, las iniciativas de dirección del conocimiento deben tener como prioridad la transmisión de experiencias a nuevas generaciones de trabajadores.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Basque, J.; Pudenko, B. y Leonard, M. (2004). “Collaborative Knowledge modeling between experts and novices: A strategy to support transfer of expertise in an organization”. En Cañas, A. J.; Novak, J. D. y González, F. M. (Ed.): *Proceeding of the First International Conference on Concept Mapping*. 75-81.

Carroll, J. S.; Rudolph, J. W. y Hakatenaka, S. (2002). “Organizational Learning from Experience in High Hazard Industries: Problem investigation as off line Reflective Practice”. *Working Paper*. MIT. Sloan School of Management. Marzo.

Chakraborty, S. (2003). “Nuclear knowledge management: initial thoughts on the Community approach”. En: *FISA-2003: V International Symposium on EU*

*research in reactor safety*. 10-13 noviembre, Luxemburgo.

Cherry, C. (1980). *On Humman Communication a review, survey and criticism*. Third Edition. The MIT Press.

Castelfranchi, C. (2004). "Trust mediation in Knowledge Management and sharing". En Jensen, C., Poslad, S. and Dimitrakos, T. (Eds.). *Trust Management. Second International Conference, iTrust 2004. Proceeding Series; Lectura Notes in Computer Science, Vol. 2995*.

Cic-Iade (2004). "Análisis del estado del arte sobre Creación, Desarrollo y Gestión del conocimiento en el sector de la energía nuclear". Informe interno.

Coffey, J.W.; Eskridge, T. C. y Sánchez, D. P. (2004) : "A case of study in Knowledge elicitation for Institutional Memory preservation using concept maps". En Cañas, A. J.; Novak, J. D. and González, F. M. (Ed.): *Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping*. P. 151-157.

EprI (2002). "Capturing Undocumented Knowledge of Industry Personnel". *EPR I Journal on Line*. Disponible en <http://www.epri.com/journal/details.asp?doctype=features&id=389>. (Consulta 21 de septiembre de 2004).

Evans III, A. W.; Harper, M. E. y Jentsch, F. (2004). "I know what you are thinking : Eliciting mental models about familiar teammates". En Cañas, A. J.; Novak, J. D. y González, F. M. (Eds.). *Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping*. 243-248.

Guimarães, A. C. F. y Franklin, C. M.

(2004). "Fuzzy inference system for evaluating and improving nuclear power plant operating performance". Technical Note. *Annals of Nuclear Energy*. 31. 311-322.

Heo, E. y Shin, S. (1999). "Estimating learning effects on nuclear power plants: A count data model with a varying time interval as a duration variable". *Applied Economics Letters* 6 (10). 655-658.

Hoffman, R. R. ; Feltovich, P. J. y Roetzer, L. (2004). "The High Cost of Knowledge Recovery". En Cañas, A. J.; Novak, J. D. y González, F. M. (Ed.): *Proceeding of the First International Conference on Concept Mapping*. 341-347.

Agencia Internacional de la Energía Atómica (2003). *Nuclear Technology Review*. 2003 Update. Vienna.

Agencia Internacional de la Energía Atómica (2004). *The Nuclear Power Industry's Ageing Workforce: Transfer of Knowledge to the Next Generation Details*. Tecdoc. Serie 1399.

Jennex, M. E.; Olfman, L. y Addo, T. B. A. (2002). "The need for an organizational KM strategy". *Proceedings of the 36<sup>th</sup> Hawaii International Conference on System Sciences*.

Lee, Y. y Vakoch, D. A. (1996). "Transfer and retention of implicit and explicit learning". *British Journal of Psychology*. 87. 637-651.

Lester, R. K. y Mc Cabe, M. J. (1993). "The Effect of Industrial Structure on Learning by Doing in Nuclear Power Plant Operation". *Rand Journal of Economics*. Vol. 24, 3. 418-438.

Nonaka, I. y Takeuchi, H. (1995). *The knowledge creating company. How japanese companies create the dynamics of innovation*. Oxford University Press.

Nuclear Energy Agency (2002). *Annual Report*. OCDE.

Perrow, CH. (1984). *Normal accidents*. New York. Basic Books.

Perrow, C. (1994). Accidents in High Risk Systems. *Technology Studies*, 1(1):1-38.

Selamat, M.H. and Choudrie, J., (2004). "The diffusion of tacit knowledge and its implications on information systems: the role of meta-abilities", *Journal of Knowledge Management*, vol. 8, no. 2, pp. 128 – 139.

Schein, E. H. (1996). "The three cultures of management: The key to organizational learning". *Sloan Management Review*. 38, 9-20

Srikantaiah, T. K. y Koenig, M.E.D. (2000): *Knowledge Management for the information professional*. Information Today Inc., Medford, NJ.

Stanculescu, A. (2004). "The IAEA initiative on fast reactor data retrieval and knowledge preservation". *International*

*Journal of Nuclear Knowledge Management*. Vol. 1. 131-138.

Stumpf, W. (2004). "The management of nuclear knowledge and expertise for sustainable development". *International Journal of Nuclear Knowledge Management*. Vol. 1. 165-176.

Tennessee Valley Authority (2003). "Knowledge Retention: Preventing Knowledge From Walking Out the Door. An Overview of Processes and Tools at the Tennessee Valley Authority".

Turner, B. A. (1978). *Man-made disasters*. London: Wykeham.

Turner, B. A. y Pidgeon, N. F. (1997): *Man-made disasters*. Butterworth, Heine-mann.

Stasser, G., Stewart, D. D., & Wittenbaum, G. M. (1995). Expert roles and information exchange during discussion: The importance of knowing who knows what. *Journal of Experimental Social Psychology*, 31, 244-265.

Wittenbaum, G. M.; Stasser, G. And Merry, C. J. (1996). "Tacit Coordination in Anticipation of Small Group Task completion". *Journal of Experimental Social Psychology*, 32. 129-152.

#### NOTAS DE TEXTO

<sup>1</sup> De acuerdo con el modelo dinámico de creación de conocimiento de Nonaka y Takeuchi (1995) el conocimiento tácito de los miembros de una organización debe ser socializado para que se convierta en conocimiento organizativo. La conversión del conocimiento se produce por cuatro vías: la socialización, la externalización, la combinación y la internalización. La socialización supone el intercambio de conocimiento tácito entre las personas. La externalización implica el tránsito del conocimiento tácito a explícito. La combinación de distintos conocimientos explícitos alumbró un conocimiento de tipo sistémico. Finalmente, la internalización supone convertir el conocimiento explícito en conocimiento tácito que ya tiene carácter operativo.

<sup>2</sup> Hay que tener en cuenta que el conocimiento explícito documentado en libros de instrucciones, informes y documentos de discusión es el resultado de la exteriorización del conocimiento tácito.

<sup>3</sup> Este programa ha sido reconocido como una *best practice* de retención del conocimiento por el American Productivity and Quality Center.