

5 Metodología de codificación del conocimiento

Como ya se ha comentado, la codificación del conocimiento significa convertir el conocimiento tácito en conocimiento explícito de manera que quede en una forma que pueda ser usada por los miembros de una organización. El conocimiento tácito (la experiencia humana) se identifica y registra en un formato que es capaz de producir los más altos beneficios a la organización.

Moore (2004) argumenta que la codificación debe hacerse de una determinada manera, siguiendo una estructura, que finalmente constituya la base de conocimiento. Dicha base de conocimiento resultante, debe servir para el entrenamiento y la toma de decisiones concernientes a: diagnóstico, instrucción, interpretación, predicción y planificación.

Las personas encargadas de la codificación del conocimiento, deben tener en cuenta los siguientes puntos antes de abordar el trabajo de la codificación:

- El conocimiento almacenado es, a menudo, difícil de acceder, debido fundamentalmente a que suele estar fragmentado o mal organizado.
- La difusión de nuevo conocimiento es un proceso demasiado lento.
- El conocimiento no es fácilmente compartido, pues se considera patrimonio personal (esto puede conllevar implicaciones políticas).
- Normalmente el conocimiento no se encuentra en la forma apropiada.
- A menudo, el conocimiento no está disponible en el preciso instante en que se necesita.
- Hay ocasiones en las que el conocimiento no se encuentra en la localización donde debería estar presente.
- En muchos casos, el conocimiento se encuentra incompleto.

Antes de abordar un proceso de codificación del conocimiento, una organización debe estudiar que implicaciones tendría esta nueva tarea en su estrategia general:

- ¿De qué modo servirá la codificación del conocimiento para la consecución de los objetivos globales de la organización?
- ¿Qué conocimientos existen en la organización que puedan lograr alcanzar dichos objetivos?
- ¿Cómo de útil resulta codificar el conocimiento existente?
- ¿Cómo podrá codificarse el conocimiento?

La codificación del conocimiento tácito (en su totalidad) en una base de conocimiento o repositorio es a menudo muy difícil ya que usualmente se desarrolla y se interioriza en las mentes de los expertos humanos durante un largo periodo de tiempo.

5.1 La captura del conocimiento tácito

La captura del conocimiento puede ser definida como el proceso empleado por el cual los pensamientos y experiencias de los expertos son capturados.

En este caso, el ingeniero de conocimiento colabora con el experto con el objetivo de convertir la habilidad y la pericia de éste en los necesarios códigos almacenables.

En este proceso se deben seguir los siguientes pasos importantes:

- Usar las herramientas apropiadas para obtener la información
- Interpretar la información obtenida y consecuentemente deducir los procesos de razonamiento y conocimiento subyacentes.
- Usar la interpretación para construir las reglas necesarias con las que poder representar el proceso de razonamiento de los expertos.

5.1.1 Evaluación del experto

Existen una serie de indicadores de la habilidad o pericia del experto:

- El experto inspira respeto.
- Cuando llegan los problemas, las personas de la organización buscan al experto para consultarle.
- El experto posee confianza en si mismo, y tiene una visión realista de las limitaciones.
- El experto no pierde el tiempo con información irrelevante. Usan hechos y estadísticas.
- El experto es capaz de explicarse con propiedad, y puede adaptar sus explicaciones al nivel de las personas a las que se dirigen.
- El experto exhibe sus profundos conocimientos, y la calidad de sus explicaciones son excepcionales.
- El experto no suele ser arrogante respecto a su información personal.

En cuanto a la definición de sus capacidades, un experto debería:

- saber cuando seguir sus presentimientos y cuando hacer excepciones.
- ser capaz de ver la situación en su globalidad.
- poseer buenas dotes de comunicación con los demás.
- ser capaz de tolerar el estrés.
- ser capaz de pensar creativamente.
- ser capaz de exhibir auto confianza en sus pensamientos y actuaciones.
- mantener la credibilidad en todo momento.
- operar con una orientación esquematizada y estructurada.
- usar también trozos de conocimiento incompletos.
- ser capaz de generar entusiasmo así como motivación.
- compartir de buena gana y sin indecisiones sus habilidades
- emular los hábitos de un profesor ideal.

Atendiendo a las habilidades de los expertos, se pueden definir los siguientes niveles:

- Personas sumamente expertas.
- Resolvedores de problemas moderadamente expertos.
- Expertos “novatos”.

5.1.2 La captura del conocimiento con uno o múltiples expertos.

No centramos ahora en la captura del conocimiento tácito en entornos en los que sólo acudimos a un experto o hacemos participar a varios.

Las ventajas principales de trabajar con un único experto son las siguientes:

- Situación ideal para construir un sistema simple de gestión del conocimiento con sólo unas pocas reglas.
- Ideal cuando los problemas se encuentran en un dominio restringido.

- Un escenario con un único experto facilita todos los aspectos logísticos relacionados con la coordinación en la captura de conocimiento.
- Los problemas relacionados con los conflictos personales son más fáciles de resolver.
- Un único experto tiende a compartir información de una manera más confidencial.

Por el contrario, el trabajo con un único experto también conlleva desventajas:

- A menudo, los conocimientos de un experto no son fáciles de capturar.
- Un experto normalmente sólo proporciona una única línea de razonamiento.
- Suele haber más probabilidad de que cambien el calendario de reuniones.
- El conocimiento a menudo se encuentra disperso.

En el caso opuesto de trabajar con un equipo formado por múltiples expertos, se beneficia de las siguientes ventajas:

- Se tratan mejor los problemas complejos que afectan a más de un dominio.
- Estimula la interacción.
- Las reuniones formales a veces son mejores entornos para generar pensamientos que ahonden en mejores contribuciones.
- Escuchar múltiples puntos de vista permite al ingeniero de conocimiento considerar formas alternativas de codificar el conocimiento.

Pero no hay que perder de vista que trabajar con un equipo de múltiples expertos también tiene desventajas:

- Pueden ocurrir frecuentemente situaciones de desacuerdo.
- Es más complicado cuadrar un calendario de reuniones.
- Es más difícil mantener la confidencialidad.
- El solapamiento de los procesos mentales de múltiples expertos puede conllevar la pérdida de algún proceso.
- A menudo se requiere la presencia de más de un ingeniero de conocimiento.

5.1.3 Relaciones con los expertos

Al desarrollar las relaciones con los expertos, es imprescindible crear una correcta impresión: el ingeniero de conocimiento debe aprender a usar la psicología, el sentido común, los conocimientos técnicos, así como habilidades de marketing para atraer el respeto y la atención de los expertos.

Se hace necesario entender el estilo de expresión de cada experto, que normalmente suele ser uno de los siguientes:

- Tipo “procedimiento”: este tipo de expertos se caracterizan por ser lógicos, verbales y siempre procedimental.
- Tipo “cuenta cuentos”: este tipo de expertos se centran únicamente en los aspectos contenidos en su estricto ámbito de responsabilidad en lugar de en la solución global.
- Tipo “el Padrino”: este tipo de expertos son muy compulsivos cuando se trata de tomar el mando.
- Tipo “vendedor”: en este caso el experto se pasa la mayor parte del tiempo dándole vueltas a lo mismo, tratando de explicar porqué su solución es la mejor.

Para preparar una sesión donde se capturarán el conocimiento del experto, hay que tener presente las siguientes consideraciones:

- Antes de acudir a la primera cita, el ingeniero de conocimiento debe adquirir algún conocimiento sobre el problema y el experto.
- Las sesiones iniciales suelen ser las más críticas y por tanto las que presentan mayores retos.
- El ingeniero de conocimiento debe esforzarse por conseguir un clima de confianza.
- El ingeniero de conocimiento debe estar familiarizado con la terminología del proyecto y debe revisar la documentación existente.
- El ingeniero de conocimiento debe ser capaz de compenetrarse rápidamente con el experto.

Respecto a la localización del lugar donde se realizan las sesiones, es importante tener presente que:

- El protocolo exige que el experto decida la localización.
- El experto suele estar más cómodo si tiene su información y herramientas necesarias cerca de el/ella.

- La sala donde la reunión tiene lugar, debe ser tranquila y libre de interrupciones.

Hay distintas formas de afrontar una situación en la que hay que capturar el conocimiento de varios expertos:

- Aproximación individual: el ingeniero de conocimiento mantiene sesiones con un único experto en cada una.
- Aproximación utilizando expertos principales y secundarios
 - Al principio del programa de captura, el ingeniero de conocimiento mantiene reuniones con expertos de mayor jerarquía para poder clarificar el plan.
 - Para una investigación detallada, debe pedir el conocimiento a otros expertos.
- Aproximación mediante pequeños grupos:
 - Se reúnen a los expertos en un lugar, se discute sobre los problemas existentes en un determinado ámbito y usualmente se obtiene un pool de información.
 - Se monitorizan las respuestas de los expertos, y la funcionalidad aportada por cada uno se testea contrastándola con las habilidades y pericias del resto.
 - Esta aproximación requiere tener experiencia en evaluar el conocimiento en tiempo real, así como aptitudes cognitivas.
 - El ingeniero de conocimiento debe tratar con el tema de la existencia de intereses profesionales personales y su efecto en la opinión de los expertos.

5.1.4 Razonamientos confusos y la calidad de la captura

A veces, la información recogida de los expertos mediante las entrevistas, no es muy precisa y esto provoca la existencia de cierta confusión e incertidumbre. La confusión generada puede incrementar la dificultad de transcribir las nociones de los expertos en reglas aplicables.

El conocimiento o pericia de un experto representa la habilidad de, reuniendo información incierta como punto de partida, emplear una línea convincente de razonamiento para clarificar los detalles confusos.

En el transcurso de la explicación de los eventos, los expertos pueden usar analogías (comparar el problema con un problema similar que posiblemente haya ocurrido anteriormente en un entorno diferente).

Por otra parte, en las explicaciones, el uso reiterado o no de sus “creencias”, que es un aspecto de incertidumbre, tiende a describir el nivel de credibilidad del experto. Hay que tener en cuenta que las personas pueden utilizar diferentes tipos de palabras para expresar “yo creo que...”. Este tipo de palabras suelen venir acompañadas de otras como “muy”, “extremadamente”.

Para tratar de evitar la presencia de información confusa, el ingeniero de conocimiento debe entender determinados aspectos:

- Cuando se pregunta por algo, los expertos actúan sobre determinada información almacenada aplicando la deducción, inducción o cualquier otro tipo de método de resolución de problemas. Por tanto, las respuestas resultantes suelen ser a menudo la culminación de algún proceso realizado sobre información almacenada.
- La mejor pregunta que se puede hacer es aquella que evoca en la memoria aquellas experiencias en las que se produjeron buenas y apropiadas soluciones en el pasado.
- A veces, la rapidez con la que un experto responde a una pregunta depende de la claridad del contenido, de si el contenido ha sido usado recientemente, y de cómo de bien haya entendido el experto la pregunta.

Otra fuente de confusión es el problema con el lenguaje. El como de bien pueden los expertos representar los procesos internos puede variar dependiendo del dominio del lenguaje que estén utilizando. El lenguaje puede no tener la suficiente claridad bajo determinadas circunstancias:

- Las palabras que expresan comparación (por ejemplo: mejor, más rápido,...) dejan a menudo información pendiente.
- Las palabras o componentes específicos deben quedar fuera de las explicaciones.
- Las palabras o frases absolutas deben ser usadas sin rotundidad.
- Algunas palabras siempre parecen tener una ambigüedad intrínseca.

5.1.5 La entrevista como herramienta de captura

La entrevista es una herramienta de captura de conocimiento tácito que tiene las siguientes ventajas:

- Es una herramienta flexible.

- Es excelente para evaluar la validez de la información.
- Es muy efectiva para poder obtener información concerniente a problemas complejos.
- A menudo la gente se divierte al ser entrevistada.

Las entrevistas pueden variar desde las que son sumamente desestructuradas hasta las que siguen fielmente una estructura bien definida.

- Las de tipo desestructuradas son difíciles de conducir, y sólo son usadas cuando el ingeniero de conocimiento necesita realmente explorar algún tema.
- Las de tipo estructurado están orientadas para la consecución de objetivos, y se usan cuando el ingeniero de conocimiento necesita información específica. Las preguntas estructuradas pueden ser del siguiente tipo:
 - Preguntas con múltiples opciones.
 - Preguntas dicotómicas
 - Preguntas con un rango medido por una escala.
- En las de tipo semiestructuradas, el ingeniero de conocimiento pregunta por cuestiones predefinidas, pero permite al experto alguna libertad para expresar sus respuestas.

Las directrices que se aconsejan para tener éxito en la realización de la entrevista son:

- Acordar el escenario y establecer un ambiente de compenetración.
- Enunciar claramente las preguntas.
- Escuchar atentamente los argumentos.
- Evaluar los resultados de la sesión.

Existen ciertas fuentes incontroladas de error que pueden reducir considerablemente la fiabilidad de la información recogida de los expertos. Algunas de ellas son:

- El punto de vista particular del experto.
- Fallos provocados a la hora de recordar exactamente lo que ha pasado.
- Temor al desconocimiento por parte del experto
- Problemas de comunicación.

- Las tendencias o los prejuicios que el experto tenga.

Pero los errores también pueden estar producidos por el ingeniero de conocimiento. Los problemas de validez son causados frecuentemente por efecto del entrevistador, cuando existe algo en el ingeniero de conocimiento que influye en la respuesta del experto. Alguno de estos efectos pueden ser la edad, el género, la raza,...

Alguno de los problemas que se pueden encontrar durante la entrevista son:

- Respuestas sesgadas por los prejuicios o predisposiciones
- Inconsistencia en las respuestas
- Problemas de comunicación.
- Actitudes hostiles por parte de los entrevistados
- Normalizar las preguntas.
- Establecer la longitud de la entrevista.

El proceso de finalización debe ser cuidadosamente planificado. Existen numerosas indicaciones, tanto verbales como no verbales, que se pueden usar para terminar una entrevista. Un procedimiento que puede usar el ingeniero de conocimiento es ponerle fin al cuestionario unos minutos antes de la hora prevista de finalización, y resumir los puntos clave tratados en la sesión. Esto permitirá además que el experto comente el horario de la futura sesión.

Existen muchas situaciones que pueden surgir durante una entrevista, y para estar preparado ante las más importantes, el ingeniero de conocimiento puede tener en consideración las siguientes cuestiones:

- ¿Cómo sería posible obtener el conocimiento de los expertos que no saben expresar lo que quieren decir o no quieren decir lo que están expresando?
- ¿Cómo establecer el marco del problema?
- ¿Qué hacer ante procesos basados en razonamientos inciertos?
- ¿Cómo abordar una situación de dificultad de relación con el experto?
- ¿Cómo tratar la situación en la que al experto no le gusta el ingeniero de conocimiento por cualquier motivo?

Existe una técnica denominada “Rapid Prototyping” que sirve para construir un sistema de gestión del conocimiento y que básicamente consiste en que el conocimiento se añade con cada sesión de captura de conocimiento. Se trata de una aproximación sumamente iterativa que permite a los expertos verificar las reglas a medida que las

construyen durante la sesión. Esta aproximación puede establecer una buena comunicación gracias a su demostración satisfactoria del sistema de gestión del conocimiento. Además, debido a los procesos de realimentación y modificación instantáneos, se reduce el riesgo de fallo. Esta manera de proceder permite al ingeniero de conocimiento aprender cada vez que un cambio se incorpora al sistema. Sin embargo, esta técnica puede crear en los usuarios tales expectativas que sucesivamente pueden convertirse en obstáculos al esfuerzo de desarrollos posteriores.

5.2 Técnicas de captura del conocimiento

5.2.1 Observación in-situ

Es un proceso que implica la observación, recopilación e interpretación de los procesos de resolución de problemas que emplean los expertos mientras tienen lugar.

El ingeniero de conocimiento observa más que habla, evita dar avisos y usualmente no emite sus propios juicios sobre lo que está observando, aunque le parezca que es incorrecto, y sobre todo, no debate con el experto mientras el experto está realizando la tarea.

Comparado con el proceso de la entrevista, la observación in-situ hace que el ingeniero de conocimiento esté más cerca de los actuales pasos, técnicas y procesos usados por el experto.

Sin embargo, esta técnica también tiene desventajas:

- Hay casos en los que a los expertos no les gusta la idea de ser observados mientras trabajan.
- La observación de otras personas puede causar un problema de distracción.
- Otra gran desventaja es la falta de precisión de la captura del conocimiento así como que puede resultar incompleta.

5.2.2 Brainstorming

Es una aproximación desestructurada con el objeto de generar ideas sobre una solución creativa del problema, que implica a múltiples expertos en una sesión.

En este caso, se pueden plantear preguntas para tratar de clarificar, pero no se realizan evaluaciones de este punto.

Las similitudes que surgen de las opiniones, se suelen agrupar lógicamente y se evalúan mediante la realización de preguntas como:

- ¿Qué beneficios se obtienen si se sigue una particular idea?
- ¿Qué problemas específicos se pueden resolver con esa idea?
- ¿Qué nuevos problemas podrían aparecer si se sigue esa idea?

El procedimiento general para conducir una sesión de brainstorming es el siguiente:

- Introducir la sesión.
- Presentar el problema a los expertos y se explican las reglas: las ideas se expresan con independencia de su calidad; no se valorará ninguna idea hasta que se diga la última frase; se recomienda asociar libremente las ideas propias con las ya expuestas; cuantas más intervenciones, más posibilidades de encontrar posibilidades válidas; los turnos de palabra se concederán de manera indiscriminada.
- Provocar que los expertos generen ideas.
- Analizar todas las ideas para valorar su utilidad en función del objetivo que se pretendía con el empleo de la técnica
- Buscar indicios de posible convergencia.

Si los expertos no son capaces de ponerse de acuerdo en la solución específica, el ingeniero de conocimiento debe requerir que se realice una votación para llegar a un consenso.

5.2.3 Brainstorming electrónico

Es un proceso asistido por ordenador para abordar las sesiones con múltiples expertos.

Usualmente empieza con una sesión previa en la que se identifican los objetivos y se estructura la agenda, que es presentada a los expertos para su aprobación.

Durante la sesión, cada experto se sienta delante de un PC y se ven involucrados en una aproximación predefinida hacia la resolución de un tema, y entonces generan ideas. Este proceso permite a los expertos expresar sus opiniones a través de sus PCs sin tener que esperar su turno. Usualmente los comentarios y sugerencias se visualizan electrónicamente en una gran pantalla sin identificar la fuente. Este enfoque protege a los expertos introvertidos y previene que los comentarios sean etiquetados por lo individuos.

Entre los beneficios se incluyen mejoras en la comunicación, efectividad en las discusiones que tratan temas sensibles, y concluye la reunión con recomendaciones concisas sobre las acciones necesarias.

Eventualmente se llega a una convergencia de ideas y ayuda a establecer las especificaciones finales.

El resultado es usualmente una solución en la que los expertos se reparten la copropiedad de la misma.

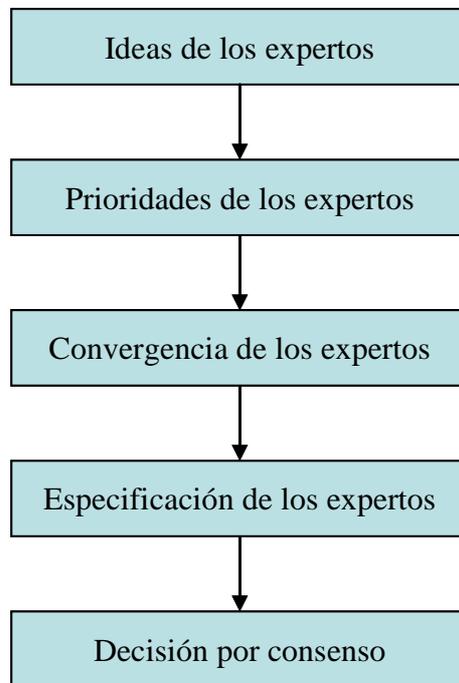


Figura 8: desarrollo de una sesión de brainstorming electrónico

5.2.4 Análisis de protocolo (Método de pensamiento en voz alta)

En este caso, los protocolos (escenarios) se completan requiriendo a los expertos que solucionen un problema específico y que expresen con palabras sus procesos de decisión, exponiendo directamente lo que piensan. El ingeniero de conocimiento no interrumpe entre tanto.

La información obtenida se estructura después, cuando el ingeniero de conocimiento analiza el protocolo.

El método de pensamiento en voz alta consiste en hacer que una persona verbalice todos sus pensamientos mientras realiza tareas vinculadas a lo que se desea estudiar. El discurso verbal se graba, por lo general en audio y ocasionalmente en video, y más tarde se transcriben para disponer de protocolos escritos. A continuación, los protocolos se someten a varias clases de descodificación (casi siempre ideadas por el ingeniero de conocimiento) para poder producir descripciones del contenido del pensamiento del sujeto y de las secuencias de procesos cognitivos que se dan en él al realizar esa tarea.

Aquí, el termino “escenario” hace referencia a una detallada y compleja secuencia de eventos o más precisamente, un episodio. Un escenario puede involucrar individuos y

objetos, y además, proporciona una visión concreta de cómo algunas actividades humanas específicas pueden ser apoyadas mediante las tecnologías de la información y telecomunicaciones.

5.2.5 Toma de decisión consensuada

La toma de decisión consensuada usualmente sigue al brainstorming.

Es efectiva si y sólo si a cada experto se le proporciona de igual y adecuada oportunidad para presentar sus puntos de vista. Para llegar a un consenso, el ingeniero de conocimiento al conducir el ejercicio trata de llevar a los expertos hacia una o dos alternativas.

El ingeniero de conocimiento sigue un procedimiento diseñado para asegurar la equidad y la normalización. Este método es democrático por naturaleza aunque a veces puede resultar tedioso y durar horas.

5.2.6 Cuadrícula de repertorio

Es otro método para capturar el conocimiento y parte de la base de que cada experto clasifica y categoriza el ámbito del problema usando su propio modelo.

La cuadrícula o rejilla se usa para capturar y evaluar el modelo del experto. Dos expertos (en el mismo entorno del problema) pueden producir distintos conjuntos de resultados personales y subjetivos.

La cuadrícula es una escala (o una construcción bipolar) en la que se pueden colocar mediante unas gradaciones los distintos elementos. El ingeniero de conocimiento usualmente obtiene las escalas y entonces le pide al experto que proporcione un conjunto de ejemplos llamados elementos. Cada elemento se puntúa de acuerdo a las escalas que han sido proporcionadas.

La técnica de la rejilla del repertorio se utiliza en muchos campos para sacar y analizar conocimiento y para propósitos de auto-ayuda y auto-comprensión. La técnica esencialmente se basa en una matriz, aunque es más compleja que simplemente llenar una matriz de elementos. Cuando está utilizada en la ingeniería de conocimiento, la técnica implica generalmente las cuatro etapas principales siguientes:

- Etapa 1: los conceptos (llamados los elementos) se seleccionan para la rejilla. Para que la técnica sea acertada y no tomar demasiado tiempo para funcionar, el número elegido no debe ni menos de 7 y no mas que 15. Un conjunto casi igual al número de las cualidades (llamadas las “constructor”) también se requiere. Éstos deben ser tales que los valores pueden ser clasificados en una escala continua. Las cualidades se pueden tomar del conocimiento sacado o generado previamente durante la sesión.

- Etapa 2: implica asignar un grado a cada concepto contra cada cualidad. Una escala numérica se utiliza, por lo general de 1 a 9. Por ejemplo, si los conceptos son planetas en la Sistema Solar, cada uno pudo ser clasificado en su distancia al sol (1 significa cerca del sol, 9 que significan muy lejos), etc., con otra de las cualidades.
- Etapa 3: a los grados se les aplican cálculo estadístico llamado “análisis del racimo” para crear una rejilla focalizada. Estos cálculos se aseguran de que los conceptos con calificaciones similares estén agrupados juntos en la rejilla. Semejantemente, las cualidades que tienen cuentas similares a través de los conceptos se agrupan juntas en la rejilla. Dichos cálculos se reflejan en los laterales de la rejilla, denominándose “dendrogramas” que indican la fuerza de correlaciones.
- Etapa 4: el ingeniero del conocimiento dirige al experto por la rejilla para ganar retroalimentación e incitar por conocimiento referente las agrupaciones y a las correlaciones mostradas. Si es apropiado, los conceptos o las cualidades adicionales se agregan y después se clasifican para proporcionar una rejilla más grande y más representativa. En esta manera la técnica se puede utilizar para destapar correlaciones ocultas y conexiones causales.

5.2.7 Técnica de grupo nominal

Esta técnica proporciona un punto de contacto entre el consenso y el brainstorming.

Aquí, el panel de expertos se convierte en un “grupo nominal” cuyas reuniones se estructuran para reunir de forma efectiva los juicios individuales.

La técnica de grupo nominal es una técnica de “escritura de ideas”. Estos tipos de técnicas proporcionan un enfoque estructurado usado para desarrollar ideas así como explorar su significado y la red resultante usualmente se escribe en un informe.

Los miembros del grupo interaccionan muy poco y aportan sus decisiones de manera individual sumando después sus resultados y utilizando la votación como medio de conseguir una valoración grupal. Con más de doce integrantes se trabajará en subgrupos para seleccionar unas ideas antes de continuar con el grupo completo.

El objetivo es intercambiar informaciones, toma de decisiones en común, lograr un alto grado de consenso, equilibrar el grado de participación entre los miembros del grupo y obtener una idea clara de las opiniones del grupo.

El desarrollo de una sesión comienza con la descripción del problema por parte del moderador, se exponen las reglas: respetar el silencio durante el tiempo establecido y no interrumpir ni expresar nuestras ideas a otro participante hasta que el moderador no lo indique. Durante unos minutos (entre cuatro y ocho), los participantes anotan en silencio todas sus ideas; pasado ese tiempo se hace una ronda en la que cada participante expone una sola idea cada vez, si bien la única interacción posible es entre moderador y participante, y para aclarar la idea que el primero escribirá en la pizarra.

Cuando todas las ideas estén escritas, se inicia ya una discusión entre los participantes para aclarar las dudas que puedan existir sobre lo que ha quedado escrito, pudiéndose modificar ahora alguna aportación. De nuevo en silencio, cada asistente, utilizando unas fichas, ordena jerárquicamente las aportaciones que le parecen más importantes. Se suman todas las votaciones individuales y se obtiene una jerarquía de ideas con las que se repite de nuevo el proceso hasta que se llega a la votación final.

Esta técnica cuenta con las siguientes ventajas:

- Reduce la probabilidad de aparición de conflictos.
- Permite la proliferación de un buen número de ideas. Éstas son formuladas sintéticamente.
- Se consideran las posiciones minoritarias. Todos los componentes del grupo participan.
- Se garantiza que el éxito de las ideas no dependen de la brillantez en la exposición de las mismas.
- Cristaliza todas las opiniones del grupo, equilibrando la participación.
- Permite al equipo llegar rápidamente a un consenso.
- Hace posible que el análisis se lleve a cabo de un modo altamente estructurado, permitiendo que al final de la reunión se alcancen un buen número de conclusiones sobre las cuestiones planteadas.

5.2.8 Método Delphi

Es una encuesta de expertos donde se usan una serie de cuestionarios para reunir y juntar las respuestas de los expertos para resolver problemas específicos.

Las contribuciones de cada experto se comparten con el resto de los expertos mediante el uso de los resultados de cada cuestionario para construir el próximo cuestionario.

El método Delphi pretende extraer y maximizar las ventajas que presentan los métodos basados en grupos de expertos y minimizar sus inconvenientes. Para ello se aprovecha la sinergia del debate en el grupo y se eliminan las interacciones sociales indeseables que existen dentro de todo grupo. De esta forma se espera obtener un consenso lo más fiable posible del grupo de expertos.

Este método presenta tres características fundamentales:

- **Anonimato:** Durante un Delphi, ningún experto conoce la identidad de los otros que componen el grupo de debate. Esto tiene una serie de aspectos positivos, como son:

- Impide la posibilidad de que un miembro del grupo sea influenciado por la reputación de otro de los miembros o por el peso que supone oponerse a la mayoría. La única influencia posible es la de la congruencia de los argumentos.
- Permite que un miembro pueda cambiar sus opiniones sin que eso suponga una pérdida de imagen.
- El experto puede defender sus argumentos con la tranquilidad que da saber que en caso de que sean erróneos, su equivocación no va a ser conocida por los otros expertos.
- Iteración y realimentación controlada: La iteración se consigue al presentar varias veces el mismo cuestionario. Como, además, se van presentando los resultados obtenidos con los cuestionarios anteriores, se consigue que los expertos vayan conociendo los distintos puntos de vista y puedan ir modificando su opinión si los argumentos presentados les parecen más apropiados que los suyos.
- Respuesta del grupo en forma estadística: La información que se presenta a los expertos no es sólo el punto de vista de la mayoría, sino que se presentan todas las opiniones indicando el grado de acuerdo que se ha obtenido.

En un Delphi clásico se pueden distinguir cuatro circulaciones o fases:

- Primera circulación. El primer cuestionario es desestructurado, no existe un guión prefijado, sino que se pide a los expertos que establezcan cuáles son los eventos y tendencias más importantes que van a suceder en el futuro referentes al área en estudio. Cuando los cuestionarios son devueltos, éste realiza una labor de síntesis y selección, obteniéndose un conjunto manejable de eventos, en el que cada uno está definido de la forma más clara posible. Este conjunto formará el cuestionario de la segunda circulación.
- Segunda circulación. Los expertos reciben el cuestionario con los sucesos y se les pregunta por la fecha de ocurrencia. Una vez contestados, los cuestionarios son devueltos al moderador, que realiza un análisis estadístico de las previsiones de cada evento. El análisis se centra en el cálculo de la mediana (año en que hay un 50% de expertos que piensan que va a suceder en ese año o antes), el primer cuartil o cuartil inferior (en el que se produce lo mismo para el 25% de los expertos) y tercer cuartil o cuartil superior (para el 75%). El moderador confecciona el cuestionario de la tercera circulación que comprende la lista de eventos y los estadísticos calculados para cada evento.
- Tercera circulación. Los expertos reciben el tercer cuestionario y se les solicita que realicen nuevas previsiones. Si se reafirman en su previsión anterior y ésta queda fuera de los márgenes entre los cuartiles inferior y superior, deben dar una explicación del motivo por el que creen que su previsión es correcta y la del resto del panel no. Estos argumentos se realimentarán al panel en la siguiente circulación. Al ser estos comentarios anónimos, los expertos pueden expresarse

con total libertad, no estando sometidos a los problemas que aparecen en las reuniones cara a cara. Cuando el moderador recibe las respuestas, realiza de nuevo el análisis estadístico y, además, organiza los argumentos dados por los expertos cuyas previsiones se salen de los márgenes intercuartiles. El cuestionario de la cuarta circulación va a contener el análisis estadístico y el resumen de los argumentos.

- Cuarta circulación. Se solicita a los expertos que hagan nuevas previsiones, teniendo en cuenta las explicaciones dadas por los expertos. Se pide a todos los expertos que den su opinión en relación con las discrepancias que han surgido en el cuestionario. Cuando el moderador recibe los cuestionarios, realiza un nuevo análisis y sintetiza los argumentos utilizados por los expertos.

Teóricamente, ya habría terminado el Delphi, quedando tan sólo la elaboración de un informe en el que se indicarían las fechas calculadas a partir del análisis de las respuestas de los expertos y los comentarios realizados por los panelistas. Sin embargo, si no se hubiese llegado a un consenso, existiendo posturas muy distantes, el moderador debería confrontar los distintos argumentos para averiguar si se ha cometido algún error en el proceso.

5.2.9 Mapeo de conceptos (Concept Mapping)

Es una red de conceptos que consiste en nodos y enlaces. Un nodo representa un concepto y un enlace representa la relación entre conceptos.

El mapeo de conceptos se diseña para transformar nuevos conceptos o proposiciones en estructuras cognitivas existentes, por lo que se trata de una conceptualización estructurada.

Esta técnica proporciona a un grupo una forma efectiva de trabajar sin perder la individualidad de todos sus integrantes.

El mapeo de conceptos se puede hacer por varias razones:

- Para diseñar estructuras complejas.
- Para generar ideas.
- Para comunicar ideas.
- Para diagnosticar diferencias, confusiones o malos entendidos.

Existe un simple procedimiento de seis pasos para usar un mapeo de conceptos como herramienta:

- Preparación.
- Generación de ideas.

- Estructuración de las declaraciones y exposiciones.
- Representación.
- Interpretación.
- Utilización.

Similar al mapeo de conceptos, una red semántica es una colección de nodos enlazados con otros para formar una red. Un ingeniero de conocimiento puede representar gráficamente conocimiento descriptivo y declarativo mediante una red. Cada idea de interés es usualmente representada por un nodo enlazado por líneas (llamadas arcos) que muestran las relaciones entre nodos. Fundamentalmente es una red de conceptos y relaciones.

5.2.10 Blackboarding

En este caso, los expertos trabajan juntos para resolver un problema específico usando una pizarra como su principal espacio de trabajo.

Cada experto tiene la misma oportunidad para contribuir a la solución a través de la pizarra. Se asume que todos los participantes son expertos, pero posiblemente hayan adquirido sus individuales habilidades en situaciones diferentes a los otros expertos del grupo. El proceso de la pizarra continúa hasta que se alcanza una solución.

Las principales características de un sistema de pizarra son:

- Diversas aproximaciones para resolver los problemas.
- Lenguaje común de interacción.
- Almacenaje eficiente de la información
- Representación flexible de la información.
- Aproximación iterativa a la resolución del problema.
- Participación organizada.

Los componentes de un sistema de pizarra son los siguientes:

- La fuente de conocimiento: Cada fuente de conocimiento es un experto independiente que observa el estado de la pizarra e intenta contribuir a un nivel superior de la solución parcial, basándose en el conocimiento que tiene y cómo de bien dicho conocimiento se aplica al estado actual de la pizarra.

- La pizarra: es una estructura de memoria global, una base de datos o un repositorio que puede almacenar todas las soluciones parciales y otros datos necesarios que están presentes en varias etapas de finalización.
- Un mecanismo de control: Coordina el proceso y el diseño de la resolución del problema.

El motor de deducción y la base de conocimiento son parte de un sistema de pizarra.

Esta técnica es muy útil en el caso de situaciones en las que están involucrados varios expertos, diversas representaciones de conocimiento, o situaciones en las que exista una representación incierta de conocimiento.

5.3 Métodos de codificación del conocimiento

Se presentan a continuación los distintos métodos existentes para la práctica de la codificación del conocimiento.

5.3.1 El mapa de conocimiento

Los mapas de conocimiento se originan a partir de la idea de que las personas actúan sobre cosas que entienden y aceptan. Esto indica que los cambios decididos por uno mismo son sostenibles.

Los mapas de conocimiento son representaciones visuales del conocimiento. Pueden representar conocimiento tácito y explícito, formal e informal, documentado e indocumentado, así como interno o externo. No se trata de un repositorio en sí, sino que es un tipo de directorio de personas, documentos y repositorios. Puede identificar puntos fuertes a explotar y vacíos de conocimiento a rellenar. Además, puede ser utilizado como herramienta de captura de conocimiento.

Los mapas de conocimiento son muy útiles cuando se requiere visualizar y explorar sistemas complejos, como por ejemplo, los ecosistemas, Internet, los sistemas de telecomunicaciones y las cadenas de suministro de los mercados.

Los mapas de conocimiento son procesos de múltiples pasos. Los factores claves pueden extraerse de la base de datos o de la literatura y ponerse en forma tabular como listas de hechos. Estas tablas con las relaciones pueden ser conectadas en redes y ponerse de la forma requerida en los mapas de conocimiento. A continuación se muestra un ejemplo de Moore (2004):

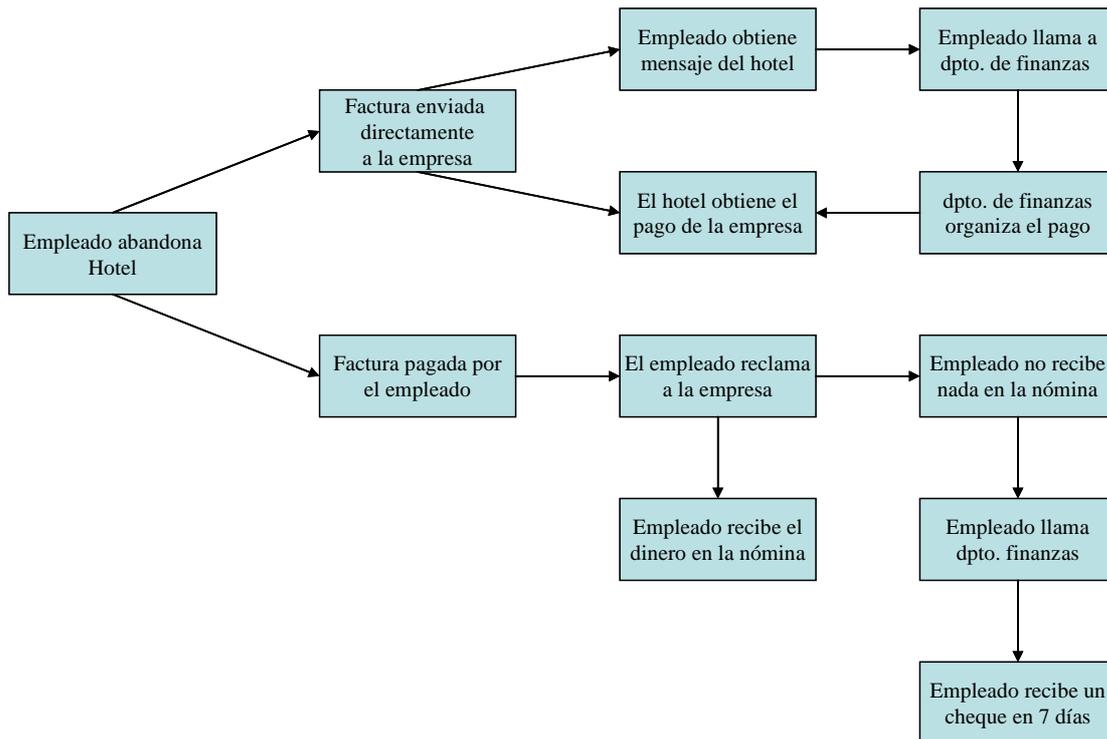


Figura 9: ejemplo de mapa de conocimiento.

Un mapa de conocimiento popularmente usado en recursos humanos es una planificación de aptitudes en la que los empleados se emparejan a trabajos. Los pasos a seguir para construir este tipo de mapa son:

- Se debe desarrollar unos requerimientos sobre la estructura de conocimiento.
- Se definen los requerimientos de conocimiento de cada trabajo específico.
- Hay que valorar a cada empleado en función de sus competencias de conocimiento.
- Una vez que se conoce donde reside el conocimiento, simplemente se apunta hacia él y se añaden instrucciones de cómo llegar hasta allí.
- Publicar el mapa. Una intranet suele ser el medio comúnmente utilizado para este fin.
- Se debería enlazar el mapa de conocimiento a algún programa de entrenamiento para el desarrollo de carreras profesionales y promociones de trabajo.

Los principales criterios a la hora de construirlos deberían ser la claridad en el propósito, facilidad de uso u precisión en el contenido.

El mapa de conocimiento es uno de los instrumentos principales para la identificación y codificación del conocimiento explícito, sirve para que éste pueda ser ubicado y compartido, y permite individualizar a las personas que poseen conocimiento tácito relevante para la organización. Estos mapas brindan las “coordenadas de localización”

del conocimiento pero no lo contienen. Un simple directorio de expertos de la organización podría considerarse como un tipo de mapa de conocimiento. Puesto que el conocimiento clave reside en cualquier parte de la organización, el mapa de conocimiento es superior de las limitaciones de la identificación de conocimientos sobre la base de organigramas formales, rangos jerárquicos, títulos o puestos de trabajo. El objetivo principal del mapa es facilitar que el conocimiento sea accesible a un amplio número de personas, fomentando, en última instancia, la colaboración y el aprendizaje organizacional.

Davenport (2001) argumenta que un mapa de conocimiento, ya sea un mapa real de conocimiento o una base de datos elaborada, es una simple guía y no un depósito de conocimiento en sí. Elaborar un mapa de este tipo implica situar el conocimiento importante en la organización y luego publicar algún tipo de lista o imagen que muestre dónde encontrarlo. Por lo general, los mapas de conocimiento se refieren a personas y también a documentos o bases de datos.

El objetivo principal y la ventaja más clara de un mapa de conocimiento consisten en mostrar a los miembros de la organización a dónde deben dirigirse cuando necesitan el conocimiento especializado. A continuación se muestra un ejemplo de Davenport (2001) de este tipo de mapas de conocimiento:

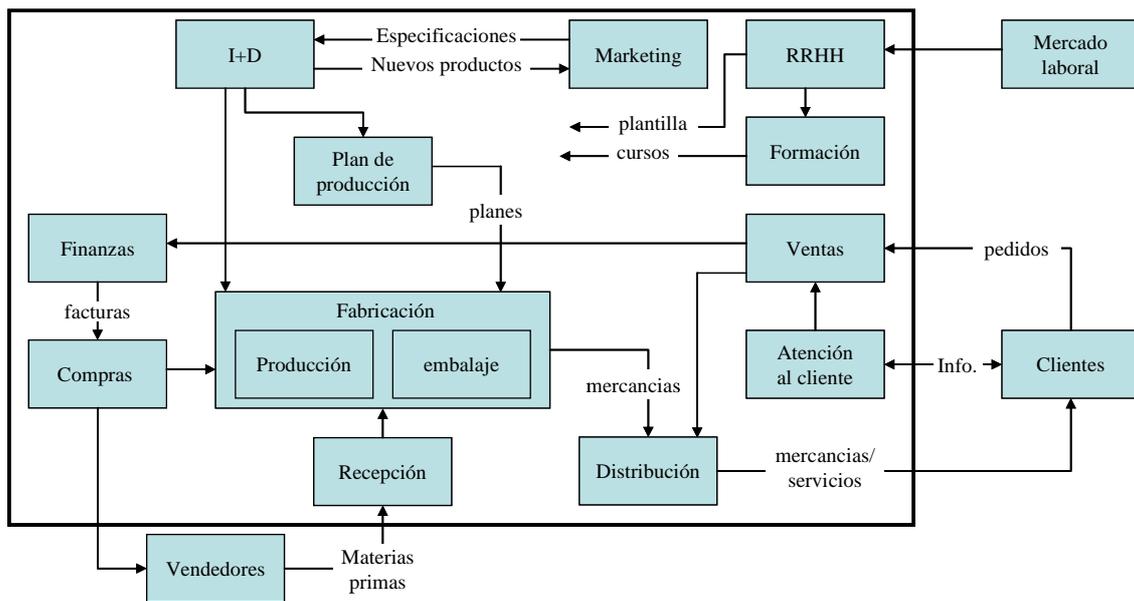


Figura 10: ejemplo de mapa de conocimiento

Davenport (2001) afirma que la información necesaria para crear un mapa de conocimiento en las organizaciones ya existe pero de manera fragmentada y no documentada. Cada empleado tiene una pequeña parte del mapa en la cabeza, conoce su propia especialización y hacia donde dirigirse para obtener respuestas a determinadas preguntas. La creación de un mapa individual es la combinación de estos “minimapas” individuales. Los creadores del mapa también pueden seguir una pista de recomendaciones y toman lo que los sociólogos denominan una “muestra multiplicadora”.

Tal y como hemos indicado el mapa de conocimiento puede remitir a documentos, a un conocimiento estructurado, a personas o al conjunto de ellos; los mapas más elaborados pueden resultar bastante complejos para las personas, porque las estructuras de conocimiento son complejas; el conocimiento cambia con el transcurso del tiempo, la subjetividad entra en acción, y la experiencia implica poder. Uno de los mejores ejemplos es el de Microsoft que es un mapa orientado a las personas donde el grupo a cargo de los sistemas de información decidió hacer un mapa de conocimiento acerca de los sistemas. El objetivo del proyecto consiste en mejorar la afinidad de los empleados con sus tareas y con los grupos de trabajo. Microsoft cree también que una vez que sus empleados de tecnología de la información tengan una mejor idea de cuál es el conocimiento que necesitan, tendrán una mejor disposición para adoptar las ofertas educativas dentro y fuera de la empresa. A la larga el proyecto se extiende hacia todo Microsoft y hace productos y servicios para sus clientes. El proyecto consta de cinco etapas importantes:

- Desarrollo de una estructura con tipos y niveles competencia.
- Definición del conocimiento necesario para tareas determinadas.
- Clasificación del conocimiento de cada empleado en tareas específicas, conforme a la calidad de sus conocimientos.
- Implementación de capacidades de conocimiento en un sistema on-line.
- Vinculación del modelo de conocimiento a programas de capacitación.

El proyecto utiliza una estructura de conocimiento de cuatro clases para evaluar las aptitudes de sus empleados. Las capacidades en el nivel inicial se encuentran dentro del cúmulo de conocimiento básico. Por encima del nivel básico se sitúan las de conocimiento local o exclusivo. El siguiente nivel de conocimiento es general, y rige para todos los empleados dentro de una función u organización en particular. El mayor nivel en la estructura del conocimiento comprende las competencias universales para todos los empleados. Por ejemplo, el conocimiento de la actividad general que desarrolla la empresa, los productos que vende y los engranajes del mercado. En cada uno de estos cuatro niveles de competencia de conocimiento, existen dos categorías distintas. Las competencias de conocimiento explícito implican la experiencia con herramientas o métodos específicos y cambian frecuentemente en el mercado. Las competencias implícitas, tales como la definición de requisitos implican un pensamiento más abstracto y capacidad de razonamiento”

Tal y como sugiere el caso de Microsoft, la tecnología informática puede contribuir al funcionamiento de los mapas de conocimiento, ya que las bases de datos que poseen conocimiento pueden estar a disposición de toda la institución. En general esto permitirá que los usuarios busquen por tema o palabra clave, lo que haría más sencillo la ubicación y la comparación de posibles fuentes de conocimiento. Cabe mencionar que los mapas de conocimiento comienzan a perder vigencia apenas se elaboran, dado que las organizaciones son muy dinámicas.

El sistema Lotus Notes y el navegador de red son herramientas comunes para la publicación de mapas de conocimiento institucionales. Mckinsey, Ernst & Young e IBM usan Lotus Notes para sus mapas de conocimientos. En un nivel más rudimentario los paquetes de recursos humanos en general tienen capacidades limitadas para realizar el inventario de las competencias y conocimientos de los empleados y de la experiencia necesaria para cargos específicos. Las categorías de conocimiento en estos paquetes, son simples y genéricas, y muy pocas empresas lo aprovechan (Davenport, 2001).

La herramienta KnowledgeXs permite a la organización crear un mapa del conjunto de contactos interrelacionados, documentos, eventos y otras interacciones con la información, permitiendo a los usuarios actualizar, comentar y explorar nodos o destinos en el mapa continuamente además de permitir la creación y el cambio de las relaciones.

El siguiente nivel de funcionalidad de los sistemas de recursos humanos se encuentran los paquetes referidos a currícula. Los sistemas referidos a currícula están orientados principalmente a reducir el costo y esfuerzos del proceso de contratación. Davenport (2001) asevera que en este tipo de paquetes las categorías del conocimiento son mejores que en los sistemas de recursos humanos, pero aún siguen siendo limitadas y genéricas.

En este modelo se contempla también la conveniencia de que todo el conocimiento quede recogido en el sistema de Gestión del Conocimiento de la organización, otorgándole un papel protagonista a este sistema. Así, cuando el usuario no encuentra el conocimiento que necesita en el sistema, éste le indica la persona experta con la que debe contactar para obtenerlo, se aconseja a las empresas que se preocupen por fomentar en los expertos el hábito de codificar ese conocimiento que poseen y potenciar en los demás empleados la cultura de introducir en el sistema de Gestión del Conocimiento lo que acaban de aprender de los expertos. De esta forma, el conocimiento queda almacenado en el sistema gracias al cual los usuarios podrán acceder al conocimiento en el futuro. Por otro lado, cuando el sistema no permite al empleado tener acceso a lo que demanda teniendo que generar el conocimiento que necesita, la organización debe también implantar una cultura que incite a los trabajadores a compartir el nuevo conocimiento adquirido del exterior y/o creado internamente. Para su distribución, el usuario tiene que introducir en el sistema el nuevo conocimiento o, al menos, el nombre y localización de la persona experta que lo posee. Por tanto, es necesario que la empresa fomente estos comportamientos en sus empleados.

5.3.2 Tabla de decisión

Es otra técnica usada para la codificación del conocimiento. Consiste en un conjunto de condiciones, reglas y acciones.

Es una especie de hoja de cálculo, dividida en una lista de condiciones con sus respectivos valores y una lista de conclusiones. En ella, las condiciones se emparejan a conclusiones.

Moore (2004) presenta el siguiente ejemplo: una compañía de tarjetas telefónicas envía mensualmente las facturas a los clientes y les ofrece descuentos si el pago se hace en las dos semanas posteriores. La política que emplea la compañía para realizar los descuentos es:

“Si el importe del pedido de tarjetas telefónicas es superior a 35 Euros, se le resta el 5% del pedido; si el importe es mayor o igual a 20 Euros y menor o igual a 35 Euros, se le aplica el 4% de descuento; y si el importe es menor que 20 Euros, no se el aplica ningún descuento”

Desarrollaremos una tabla de decisión para sus decisiones respecto a los descuentos, donde las condiciones alternativas son “sí” y “no”.

CONDICIONES Y ACCIONES	REGLAS			
	1	2	3	4
Pago en de 2 semanas	S	S	S	N
Pedido > 35 €	S	N	N	-
20€ <= pedido <= 35 €	N	S	N	-
Pedido < 20 €	N	N	S	-
Descuento del 5%	X			
Descuento del 4%		X		
Sin descuento			X	X

Figura 11: ejemplo de tabla de decisión. Moore (2004)

5.3.3 Árbol de decisión

También es una técnica de codificación del conocimiento. Un árbol de decisión es usualmente una red semántica ordenada jerárquicamente.

Está compuesto de nodos que representan objetivos y enlaces que representan decisiones o resultados. Todos los nodos, excepto el nodo raíz, son instancias del objetivo primario.

A menudo se realizan como paso anterior a la codificación.

Tiene la capacidad de verificar gráficamente la lógica en problemas que presentan situaciones complejas que dan como resultado un número limitado de acciones.

Un árbol de decisión para representar la política de descuento de la compañía de tarjetas telefónicas (discutida en el apartado anterior) sería tal y como se muestra a continuación:

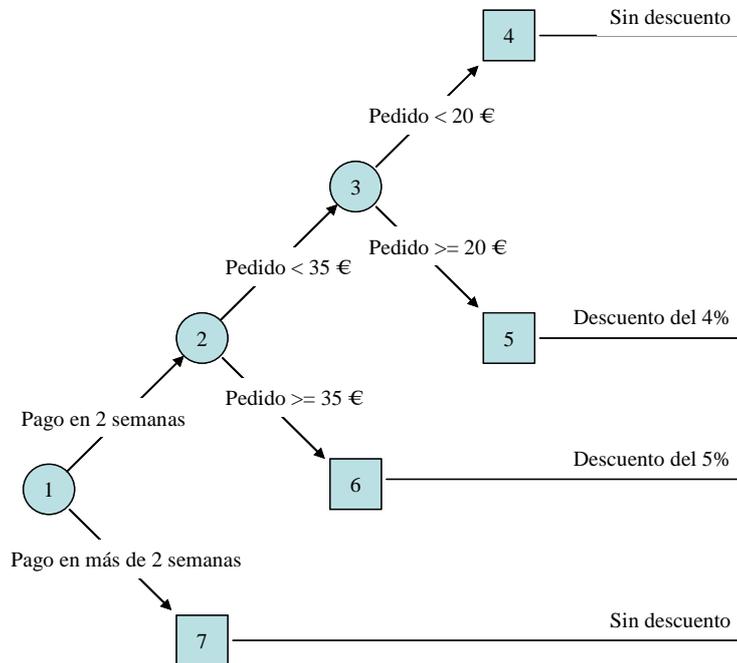


Figura 12: ejemplo de árbol de decisión. Moore (2004).

5.3.4 Frames

Un frame es un esquema de codificación que se suele usar para organizar el conocimiento a través de la experiencia previa adquirida. Representa el conocimiento sobre una idea particular en una estructura de datos.

Funciona muy bien al tratar con combinaciones de conocimiento declarativo y operativo, lo que hace que el ámbito del problema sea más fácil de entender.

Los elementos clave de los frames son:

- Slot: Un objeto específico que es descrito o bien un atributo de una entidad.
- Facet: El valor de un objeto/spot.

Cuando todos los slots están rellenos con valores, el frame se considera “instanciado”.

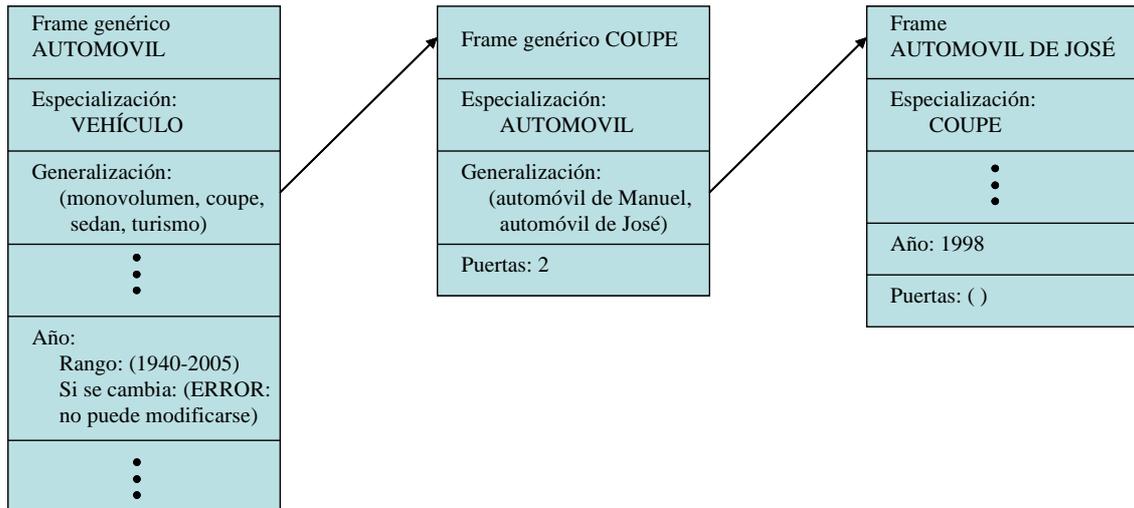


Figura 13: ejemplo de frame

5.3.5 Reglas de producción

Son declaraciones condicionales que especifican la acción que debe tomarse en el caso que determinada condición sea cierta.

La forma en que se codifica el conocimiento es mediante parejas premisa-acción, con la siguiente sintaxis: SI (premisa) ENTONCES (acción).

La premisa es una expresión booleana que debe ser evaluada, y en el caso de ser cierta, la regla debe ser aplicada. La parte de acción de la regla se separa de la premisa mediante la palabra ENTONCES. La cláusula de acción consiste en una declaración o en una serie de declaraciones separadas por la palabra Y o por comas, y son ejecutadas si la premisa es cierta.

Ejemplo: SI los ingresos son “estándar” y el historial de pagos es “bueno” ENTONCES “aprobar el crédito hipotecario”

En el caso de sistemas basados en el conocimiento, las reglas se basan en razonamientos heurísticos o experimentales. Dichas reglas pueden incorporar determinados niveles de incertidumbre. Hay que tener en cuenta que la certeza está directamente relacionada con el nivel de confianza, que es una cuantificación subjetiva de una opinión del experto.

5.3.6 Mapas conceptuales

Los mapas conceptuales aparecen en el ámbito de la didáctica de las disciplinas científicas en 1984 por Novak. Él propone el uso de una herramienta que llama concept map y que define como "un dispositivo esquemático que representa un conjunto de significados conceptuales incluidos en una estructura de proposiciones". Para Novak los mapas conceptuales no se deben considerar herramientas para el aprendizaje, sino un medio para desarrollar las actividades y rutinas necesarias para que este se produzca.

La evaluación del mapa depende de su riqueza y de su organización, las cuales se derivan del número de proposiciones consideradas, el número y la validez de los enlaces establecidos entre los conceptos y el grado de profundidad alcanzado por la organización.

Estos mapas son considerados por Novak (1984) como auténticas herramientas metacognitivas, que permiten visualizar la articulación de los conceptos y expresar los elementos conocidos acerca de un tópico para, a partir de ahí, desarrollar estrategias de profundización.

Los mapas conceptuales no aplican ningún control de vocabulario. Para su construcción no existe ninguna normalización.

Los mapas conceptuales pueden responder a una organización jerárquica o no jerárquica, con enlaces únicos o múltiples, dispuestos en forma de tela de araña o de círculos concéntricos, etc.

Novak (1984) indica que el mapa conceptual contiene 3 elementos fundamentales:

- **Concepto:** las imágenes mentales que provocan en nosotros las palabras o signos con los que expresamos regularidades. Hacen referencia a acontecimientos u objetos. Los conceptos se ponen como nodos en los mapas conceptuales.
- **Proposición:** Dos o más conceptos unidos por palabras-enlace para formar una unidad semántica.
- **Palabras-enlace:** Las palabras que sirven para unir los conceptos y señalar el tipo de relación existente entre ambos conceptos. Las palabras -enlace se anotan en las líneas que unen a dos nodos.

Hay tres características que diferencian los mapas conceptuales de otros recursos gráficos:

- **Jerarquización:** Los conceptos están dispuestos por orden de importancia o de "inclusividad". Solo aparece una vez un mismo concepto. Las líneas de enlace pueden terminar en una flecha para indicar el concepto derivado.
- **Selección:** Son una síntesis o resumen que contienen lo más significativo de un tema. Se pueden elaborar sub-mapas, que vayan ampliando diferentes partes o subtemas del tema principal.
- **Impacto Visual:** "Un buen mapa conceptual es conciso y muestra las relaciones entre las ideas principales de un modo simple y vistoso, aprovechando la notable capacidad humana para la representación visual."

5.3.7 Inteligencia artificial

Existe un gran reto que se relaciona con la observación de que definir el ámbito y el objetivo de la gestión del conocimiento es tan difícil como definir la naturaleza del conocimiento, que es sustrato que hay que gestionar. A través del extensivo trabajo de Peter Drucker (2001) conocemos en cierta medida qué es la gestión pero nuestro conocimiento del material que hay que gestionar es bastante rudimentario. No sorprende mucho que sea difícil de gestionar algo que todavía no hemos comprendido. Esto es especialmente problemático dado que muchos textos tienden a dar la impresión de que conocemos lo que es el conocimiento. Habitualmente, estas definiciones de conocimiento equiparan conocimiento y representaciones del conocimiento en el sentido de que los documentos se contemplan como “contenedores” de conocimiento.

La perspectiva subyacente era bastante popular en los buenos tiempos de la primitiva Inteligencia Artificial (Good Old Fashioned Artificial Intelligence -- GOF AI) y se trasladaron en la literatura contemporánea sobre GC. Sin embargo Newell (1982) indica que una de las lecciones aprendidas al intentar codificar el conocimiento en el contexto de los sistemas expertos es que hay pocas posibilidades de “capturar” el conocimiento dado que el conocimiento sólo puede crearse dinámicamente en el tiempo. Los trabajos sobre el tema sugieren que el conocimiento se conceptualiza mejor como una atribución relativa al observador: un agente atribuye conocimiento a otro agente observado con el fin de explicar el comportamiento del agente observado. Es escasa la posibilidad de averiguar si el agente observado tiene realmente conocimiento dado que el conocimiento se crea dinámicamente.

5.3.8 Razonamiento basado en casos

Esta técnica de inteligencia artificial intenta llegar a la solución de nuevos problemas, mediante un razonamiento que tiene en cuenta los casos de relevancia ocurridos en el pasado, de la misma manera que los humanos utilizan la experiencia pasada para llegar a las conclusiones.

El razonamiento basado en argumentos es una técnica que registra y documenta los casos, y además busca los casos apropiados para determinar su utilidad a la hora de resolver nuevos casos presentados al experto. El objetivo es rescatar del historial el caso más similar al presente caso. Por tanto, resuelve problemas nuevos mediante la adaptación de soluciones previas usadas para resolver problemas similares.

Este método comprende cuatro actividades principales:

- Recuperar (retrieve) los casos más parecidos. Es necesario definir el o los mecanismos de recuperación de casos
- Reutilizar (reuse) el o los casos para tratar de resolver el nuevo problema.
- Revisar (revise) y adaptar la solución propuesta, en caso de ser necesario.

- Almacenar (retain) la nueva solución como parte de un nuevo caso. La librería de casos puede llegar a requerir una base de dato de considerables dimensiones.

La elaboración de un sistema que emplea el razonamiento basado en casos presenta dos problemas principales:

- Saber cómo almacenar la experiencia de tal forma que ésta pueda ser recuperada en forma adecuada.
- Conseguir utilizar la experiencia previa en un problema actual

La forma de representar y almacenar estas experiencias se realiza a través de casos. Al añadir nuevos casos y reclasificar la librería de casos, usualmente el conocimiento se expande. Un caso mantiene todos los atributos y características relevantes de un evento pasado. Estas características servirán como índices para la recuperación del caso futuro. Los casos pueden representarse de diversas formas, pero la representación frames/objetos es la más usada.

De acuerdo a la naturaleza del problema tratado se define la representación del caso, es decir, cuáles son los atributos importantes, qué problemas serán tratados, cuál es la solución propuesta, etc.

5.3.9 Agentes basados en conocimiento

Los agentes basados en conocimiento también provienen del mundo de la inteligencia artificial. Un agente inteligente es un código de programa que es capaz de ejecutar acciones de manera autónoma en un corto periodo de tiempo. Suelen exhibir comportamientos orientados a objetivos mediante la toma de iniciativas.

Pueden ser programados para interactuar con otros agentes o humanos usando algún lenguaje de comunicación con agentes.

En términos de los sistemas basados en conocimiento, un agente puede ser programado para aprender del comportamiento del usuario y deducir futuros comportamiento para ayudar al usuario.

La principal característica de los agentes basados en conocimiento es su flexibilidad (aprendizaje y adaptabilidad). Son capaces de aceptar tareas nuevas en forma de objetivos descritos explícitamente, pueden obtener rápidamente competencias informándose acerca del conocimiento del entorno o aprendiéndolo, y pueden adaptarse a los cambios del entorno actualizando el conocimiento relevante.

El componente principal de un agente basado en conocimiento es su base de conocimiento. De manera informal, podemos decir que una base de conocimiento es un conjunto de sentencias. Cada sentencia se expresa en un lenguaje denominado lenguaje de representación del conocimiento.

Debe haber un mecanismo para añadir sentencias nuevas a la base de conocimiento, y uno para preguntar qué se sabe en la base de conocimiento. Los nombres estándar para estas 2 tareas son DECIR y PREGUNTAR, respectivamente. Ambas tareas requieren realizar inferencia, es decir, en los agentes lógicos, la inferencia debe cumplir con el requisito esencial de que cuando se PREGUNTA a la base de conocimiento, la respuesta debe seguirse de lo que se HA DICHO a la base de conocimiento previamente.

Este agente recibe una percepción como entrada y devuelve una acción. El agente mantiene una base de conocimiento, que inicialmente contiene algún conocimiento de antecedentes.

El agente anterior se parece bastante a los agentes con estado interno, pero gracias a las definiciones de DECIR y PREGUNTAR, el agente basado en conocimiento no obtiene las acciones mediante un proceso arbitrario. Es compatible con una descripción al nivel de conocimiento, en el que sólo necesitamos especificar lo que el agente sabe y los objetivos que tiene para establecer su comportamiento.

Es muy importante recordar, que podemos construir un agente basado en conocimiento simplemente DICIÉNDOLE al agente lo que necesita saber:

- Enfoque declarativo: se construye mediante la adición una a una de las sentencias.
- Enfoque procedural: codifica los comportamientos que se desean obtener directamente en código de programación.

5.3.10 Sistemas expertos

Los sistemas expertos computarizados son sistemas a los que se ha programado el conocimiento de un experto. Almacenan y proporcionan conocimiento. Por añadidura —al menos desde que Shannon creó la rata electrónica experta en resolver laberintos—, las computadoras han sido programadas para adquirir conocimiento, lo cual representa un tipo de aprendizaje, no el más importante por cierto, pero aprendizaje al fin. Por lo demás, los programas para adquirir conocimientos siguen presentando según Ackoff (2000) muchas limitaciones.

Ackoff (2000) indica que la inteligencia es la capacidad para adquirir conocimiento. Por consiguiente, la medida más fiel de la inteligencia de una persona es su tasa de aprendizaje, la velocidad con la que puede adquirir conocimiento, y no tanto lo mucho que pueda saber. No es posible afirmar, con propiedad, que los sistemas expertos que no aprenden —y la mayoría no aprenden— cuenten con inteligencia, artificial o de cualquier otro tipo. Los sistemas no inteligentes, es decir, sin capacidad para aprender, pueden poseer conocimientos, pero no pueden adquirirlos por cuenta propia.

Es posible construir sistemas computarizados mediante los cuales se expliquen las fallas de los sistemas mecánicos relativamente simples. Por ejemplo, algunas compañías fabricantes de automóviles han desarrollado dispositivos sensibles que pueden aplicarse a los motores. Luego, los datos que se obtienen son procesados por una computadora

para determinar si el motor tiene defectos y, de ser así, cuál es la causa de la falla y su localización. Los rusos desarrollaron varios sistemas de este tipo con aplicaciones a vehículos militares pesados.

Ackoff (2000) comenta que se han desarrollado algunos sistemas computarizados para diagnosticar el mal funcionamiento en organismos, pero se encuentran en una etapa incipiente. El mal funcionamiento que pueden explicar los sistemas de diagnóstico computarizados no abarca aún ninguna forma de elección o propósito. Hasta ahora, no contamos con los elementos necesarios para programar computadoras capaces de determinar las intenciones o productores de comportamientos con algún propósito. Con las computadoras se han logrado grandes avances en el almacenamiento y provisión de datos, información, conocimiento y entendimiento, pero, hasta el momento, no se han diseñado sistemas computarizados que generen o difundan sabiduría.

5.3.11 Redes neuronales

Procedentes también del campo de la inteligencia artificial se trata de un sistema de interconexión de neuronas artificiales en una red que colabora para producir un estímulo de salida.

Una de las misiones en una red neuronal consiste en simular las propiedades observadas en los sistemas neuronales biológicos a través de modelos matemáticos recreados mediante mecanismos artificiales (como un circuito integrado, un ordenador o un conjunto de válvulas). El objetivo es conseguir que las máquinas den respuestas similares a las que es capaz de dar el cerebro que se caracterizan por su generalización y su robustez.

Al igual que el cerebro, una red neuronal se compone de un conjunto masivamente paralelo de unidades de proceso muy simples, llamadas neuronas, y es en las conexiones entre estas unidades donde reside la inteligencia de la red. Cada neurona recibe una serie de entradas a través de interconexiones y emite una salida.

Las redes neuronales tienen un gran número de procesadores virtuales interconectados que de forma simplificada simulan la funcionalidad de las neuronas biológicas. En esta simulación, la reorganización de las conexiones sinápticas biológicas se modela mediante un mecanismo de pesos, que son ajustados durante la fase de aprendizaje. En una red neuronal entrenada, el conjunto de los pesos determina el conocimiento de esa red neuronal y tiene la propiedad de resolver el problema para el que la red neuronal ha sido entrenada.

Por otra parte, en una red neuronal, además de los pesos y las conexiones, cada neurona tiene asociada una función matemática denominada función de transferencia. Dicha función genera la señal de salida de la neurona a partir de las señales de entrada. La entrada de la función es la suma de todas las señales de entrada por el peso asociado a la conexión de entrada de la señal. Algunos ejemplos de entradas son la función escalón o Heaviside, la lineal o mixta, la sigmoideal y la función gaussiana, recordando que la función de transferencia es la relación entre la señal de salida y la entrada.

Con un paradigma convencional de programación en ingeniería del software, el objetivo del ingeniero de conocimiento es modelar matemáticamente (con distintos grados de formalismo) el problema en cuestión y posteriormente formular una solución (programa) mediante un algoritmo codificado que tenga una serie de propiedades que permitan resolver dicho problema. En contraposición, la aproximación basada en las redes neuronales de un conjunto de datos de entrada suficientemente significativo y el objetivo es conseguir que la red aprenda automáticamente las propiedades deseadas. En este sentido, el diseño de la red tiene menos que ver con cuestiones como los flujos de datos y la detección de condiciones, y más que ver con cuestiones tales como la selección del modelo de red, la de las variables a incorporar y el preprocesamiento de la información que formará el conjunto de entrenamiento. Asimismo, el proceso por el que los parámetros de la red se adecuan a la resolución de cada problema no se denomina genéricamente programación sino que se suele denominar entrenamiento.

Las redes neuronales artificiales tienen muchas ventajas debido a que están basadas en la estructura del sistema nervioso, principalmente el cerebro:

- **Aprendizaje:** tienen la habilidad de aprender mediante una etapa que se llama etapa de aprendizaje. Esta consiste en proporcionar datos como entrada a su vez que se le indica cuál es la salida (respuesta) esperada.
- **Auto organización:** una red neuronal crea su propia representación de la información en su interior, descargando al usuario de esto.
- **Tolerancia a fallos:** debido a que almacena la información de forma redundante, puede seguir respondiendo aceptablemente aún si se daña parcialmente.
- **Flexibilidad:** puede manejar cambios no importantes en la información de entrada, como señales con ruido u otros cambios en la entrada.
- **Tiempo real:** La estructura de una red neuronal es paralela, por lo cuál si esto es implementado con computadoras o en dispositivos electrónicos especiales, se pueden obtener respuestas en tiempo real.

Las características de las redes neuronales las hacen bastante apropiadas para los casos en los que no se dispone a priori de conocimiento que se corresponda a un modelo identificable que pueda ser programado, pero sí se dispone de un conjunto básico de ejemplos de entrada (previamente clasificados o no) del conocimiento que se desea codificar.

5.4 Requerimientos para la codificación del conocimiento

Se enumeran en este apartado los requerimientos para la codificación del conocimiento detectador por Moore (2004)

5.4.1 Necesidades del equipo

Se detectan las siguientes necesidades:

- Tecnología de computación y sistemas operativos. El uso intensivo de herramientas software es un aspecto elemental en una disciplina como la gestión del conocimiento.
- Repositorios de conocimiento y minería de datos. Tal y como se ha comentado, la base de datos donde residirá el conocimiento y los sistemas asociados a ella, son una de las piezas fundamentales de un sistema de gestión del conocimiento.
- Campo de conocimiento específico. Imprescindible para poder extraer y codificar el conocimiento de los expertos.
- Psicología cognitiva. El ingeniero de conocimiento debe estar formado en el estudio de los procesos mentales implicados en el comportamiento

5.4.2 Aptitudes requeridas

Se requieren las siguientes aptitudes:

- Buenas dotes de comunicación interpersonal
- Habilidad para articular los fundamentos del proyecto.
- Destreza para desarrollar prototipos de manera ágil.
- Atributos relacionados con la personalidad.
- Perfil multidisciplinar para abordar todos los papeles que conlleva su trabajo

5.4.3 La deducción y el razonamiento

El papel de la deducción:

- La deducción implica el proceso de obtención de una conclusión basada en exposiciones que solamente implican esa conclusión.
- Un motor de deducción es un programa que maneja las estrategias de deducción.

El razonamiento es el proceso de aplicar el conocimiento para llegar a una conclusión:

- El razonamiento depende de las premisas así como del conocimiento general.
- Las personas usualmente sacan conclusiones informativas.

5.5 Planificación de la codificación del conocimiento

5.5.1 Pasos previos

Los primeros pasos que hay que tomar en consideración a la hora de planificar todo el proceso de codificación del conocimiento son:

- Dividir todo el sistema en módulos más manejables.
- Buscar las mejores soluciones parciales.
- Enlazar las soluciones parciales mediante reglas y procedimientos para llegar a una solución final.
- Promover la claridad y la flexibilidad, esforzándose en hacer las reglas más sencillas de revisar y entender.

5.5.2 Pasos posteriores

- Decidir el lenguaje o lenguajes de programación.
- Decidir el paquete o paquetes de software con el que trabajar. Por ejemplo unas herramientas que se utilizan pueden ser Excaliburs Retrieval Ware y Visual Retrieval Ware, las cuales pueden encontrar representaciones y textos a través de criterios ya alimentados y de reconocimiento de patrones.
- Desarrollar el interfaz de usuario y las facilidades de consulta. Por ejemplo, debido a que el conocimiento es contextualmente rico, el aclarar los contextos compartidos a través de un diccionario de sinónimos ayuda a la gente a ver oportunidades para un nuevo conocimiento y de esta manera el conocimiento existente puede ser compartido y transferido de una manera más fácil.
- Poner todo en orden para probar y validar el sistema. La codificación es casi inútil sin la organización. Pueden ser muy útil las herramientas de simulación, unen la brecha entre la codificación y la transferencia. La mayoría de la gente está familiarizada con simuladores de vuelo, pero también hay simuladores para la industria, negocios y para la organización.