

Adquisición de conocimientos

Introducción a la Ingeniería de Requisitos



1. Alice: necesito conocer los requerimientos antes de empezar a diseñar el software.
2. Alice: Antes que nada, ¿Qué es lo que quiere lograr?
3. Cliente: Estoy intentando que diseñes mi software.
4. Alice: Lo que quiero decir es: ¿qué es lo que estás tratando de lograr con el software?
5. Cliente: Yo no sabré que puede hacer el software, hasta que no me digas que puede hacer.
6. Alice: Trata de entender esto cabezón... El software puede hacer lo que sea que yo diseñe que haga,
7. Silencio...
8. Cliente: ¿Podes diseñarlo para que te diga mis requerimientos?

Adquisición de conocimientos [Gómez 97]

Introducción

La **Adquisición de Conocimientos**, es el proceso de recolección de información, a partir de cualquier fuente, necesaria para construir un sistema.

Utilizamos la palabra **información** en su sentido más amplio, es decir datos, noticias y, sobre todo, conocimientos. En la definición se utilizó la palabra **proceso** y no la palabra fase o etapa. Se pretende resaltar con esto la idea de que la adquisición de conocimientos no es un paso concreto en la metodología de desarrollo de un sistema, sino más bien una tarea que se produce en paralelo a todas las etapas de construcción de estos sistemas (identificación, conceptualización, formalización, validación, mantenimiento, etc.). Este proceso proporciona a cada etapa, la información que se requiere en cada momento del desarrollo. Por tanto, la **recolección de información** no se realiza en un único paso aislado, forma parte de cada fase. En las primeras fases del desarrollo ocupa un lugar destacado, mientras que en las últimas etapas el tiempo dedicado a la adquisición de conocimientos varía en torno al 20% del

tiempo total de la etapa. En la figura 1 aparece representada esta idea de solapamiento entre el proceso de adquisición de conocimientos y las otras fases del desarrollo. Nótese que en la fase de mantenimiento de nuevo la adquisición de conocimiento tiene máxima importancia. Esto es debido a la necesidad de adquirir nuevos conocimientos para mejorar el sistema.



Figura 1 – Adquisición de Conocimientos

Cuando la **fente** de conocimientos se presenta en forma **escrita**, la adquisición se llamará **Extracción de Conocimientos**. Si, por el contrario, los conocimientos se obtienen de **seres humanos**, el proceso se denominará **Educción de Conocimientos**. Esta diferenciación pretende destacar que el proceso, los métodos o técnicas utilizados, los objetivos, los resultados, etc. son distintos dependiendo de si la fuente de conocimientos es escrita o humana.

Proceso de adquisición de conocimientos

El problema de la adquisición de conocimientos consiste en extraer los conocimientos correctos, y obtener la cantidad y el tipo adecuados de conocimientos en el momento apropiado. Es por esto se debe controlar el proceso de adquisición constantemente, determinando en cada instante qué información se necesita, en qué profundidad, sobre qué tema, cuál técnica debe emplear para adquirirlo, etc. En general, es una tentación improvisar, en lugar de planificar, un proceso con una estructura coherente. Pero la planificación, y el control es la clave del éxito en el proceso.

Una buena forma de abordar este proceso es "subdividir" los conocimientos. Esta subdivisión no se corresponde con ninguna realidad del dominio, se trata solamente de un artificio para simplificar el proceso de adquisición. La idea consiste en subdividir los conocimientos en distintos enfoques, puntos de vista o perspectivas. Para ser capaz de establecer las perspectivas, se debe tener ya una ligera idea del dominio y haber mantenido algunos contactos con las distintas personas involucradas en el proyecto de construcción del sistema. Luego debe centrarse en una de las perspectivas y dedicar sesiones de adquisición a extraer conocimientos de dicha perspectiva hasta alcanzar la profundidad deseada. Sólo entonces, puede moverse hacia otra perspectiva.

Las perspectivas de los conocimientos conforman uno de los ejes del proceso de adquisición. El otro eje está formado por la profundidad de los conocimientos o el nivel de detalle de los mismos. Las perspectivas del dominio proporcionan una serie de estratos sobre los cuales se pueden añadir los distintos niveles de detalle. Se debe controlar constantemente cuántos conocimientos quiere adquirir y en qué grado de profundidad. El cuadro que el analista

posee del dominio se debe conformar de lo general a lo específico; del «grano grueso» al «grano fino»; de la visión general al detalle, de lo fácil a lo complejo. En otras palabras, la adquisición es un proceso que se lleva a cabo de arriba a abajo. En líneas generales, se debe focalizar en los conocimientos estáticos del dominio (el «qué»), para, posteriormente, pasar a las estrategias y procedimientos de resolución de problemas (el «cómo»).

Los principios para controlar la adquisición de conocimientos son la subdivisión en perspectivas y profundización gradual, los cuales quedan reflejados en el Proceso de adquisición de Conocimientos.

Proceso de Adquisición de Conocimientos:

1. Primeras reuniones y evaluación de viabilidad (de expertos, directivos y usuarios).
2. Extracción de conocimientos (de la documentación).
3. Educción de conocimientos (del experto).
 - 3.1. Interrogatorio inicial.
 - 3.2. Investigación profunda.

El proceso de adquisición de conocimientos comienza con una serie de reuniones con el experto, los usuarios y los directivos del proyecto. Estas reuniones deben servir para:

- Determinar los requisitos funcionales del sistema o, en su caso, las necesidades de los usuarios del futuro sistema, o lo que los usuarios esperan del mismo.
- Introducir al equipo de desarrollo en el dominio a un nivel tal que sea capaz de desarrollar un estudio de viabilidad del sistema donde se determine si la tarea es tratable, o no.

En las primeras reuniones se buscan conocimientos generales, no de detalle, así como familiarizarse con la terminología del dominio. Las perspectivas en las que el analista debe centrarse en estas reuniones son el entorno de la tarea y sus usuarios. La profundidad que debe alcanzarse en estas reuniones es mínima; se busca el grano grueso, la visión general.

El siguiente paso es el estudio de la documentación existente. El analista debe aprender sobre el dominio tanto como sea posible antes de comenzar las sesiones con el experto. Este periodo de preparación tiene como objetivo evitar o, por lo menos, reducir el tiempo que, de otro modo, deberá malgastar el experto a fin de iniciar al analista en el tema. Como, normalmente, la educación formal de conocimientos no se inicia hasta que el proyecto ha sido parcialmente definido y aprobado, esto le proporciona al analista el tiempo suficiente para obtener buenas fuentes de información, estudiarlas y asimilar su contenido.

Tanto en las primeras reuniones como en el estudio de la documentación, se debe resistir la tentación de bajar a los detalles en cuanto comienza a tener algo claro sobre la tarea. Recuérdese que, en estos dos primeros pasos del proceso de adquisición, se está buscando una visión general del dominio. No se pretende profundizar aún en el grano fino de los conocimientos.

El tercer paso es el Ciclo de Educción de Conocimientos. Es durante este ciclo cuando el se obtienen los conocimientos genuinamente privados del experto. La educación de conocimientos es un subproceso del proceso de adquisición de conocimientos. La educación es, específicamente, el proceso de interactuar con un experto humano con el propósito de construir un sistema. El proceso de educación puede dividirse en dos etapas fundamentales: el interrogatorio inicial y la investigación profunda. En el interrogatorio inicial se tratará una visión de alto nivel del dominio, donde el analista llegue a comprender el alcance del dominio (qué problemas y áreas tratará el sistema y cuáles quedan fuera); cuál es la tarea del experto; y el entorno de la tarea (conceptos, objetos, procedimientos, etc., que el experto usa en la resolución). Posteriormente, y de modo gradual, se bajará a los detalles concretos de las distintas áreas del dominio hasta configurar el cuadro completo. Nuevamente se debe controlar e impedir que el experto varíe el objetivo de las sesiones ya sea, por ejemplo, por bajar demasiado al detalle o por el problema contrario.

El interrogatorio inicial debe servir:

- Como precalentamiento a las futuras sesiones de educación. Debe establecerse una buena relación con el experto de modo que éste se sienta cómodo durante el proceso de adquisición. Se puede comenzar con preguntas generales sobre el papel del experto en el dominio (la gente se suele sentir a gusto hablando de las cosas que hace). Estas preguntas generales no sólo sirven de entrenamiento, sino que también proporcionan una información crucial sobre la función o funciones del experto que permitirá al analista comprender mejor su tarea.
- Para discutir ciertos factores importantes que afectarán al resto del proceso, como son: explicar al experto la naturaleza y el propósito del proceso de educación; determinar si el experto necesita equipos especiales o cualquier otra cosa durante las sesiones; decidir la planificación de las sesiones (días, horas, cantidad de tiempo, etc.).

La investigación profunda se lleva a cabo según el ciclo de educación el cual se describe en el *“Anexo 2: Técnicas de Recolección de Hechos”*.

A modo de guía, se puede aconsejar un orden en el proceso de adquisición de conocimientos, un orden posible es:

1. Entendimiento general de la tarea.
2. División de las funcionalidades del sistema.
3. Análisis de la tarea (Pasos en la resolución de problemas).
4. Proceso de razonamiento del experto,
5. Datos de entrada necesarios para resolver el problema.
6. Desarrollo de un modelo conceptual.

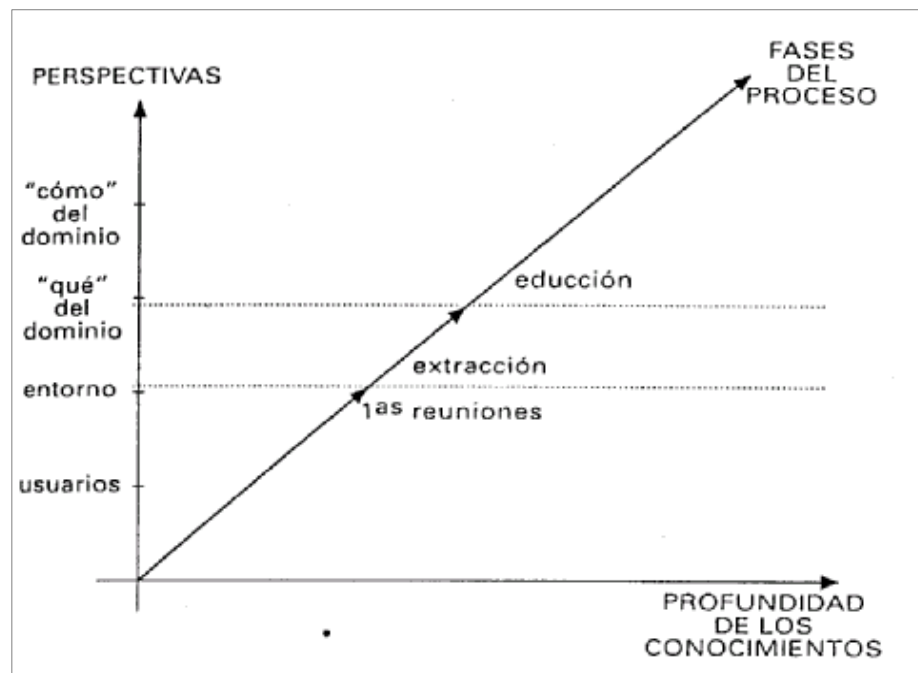


Figura 2 Profundidad y perspectiva de las fases del proceso de AC

Para la obtención de los dos primeros objetivos se necesitan los tres pasos del proceso de adquisición: Hablar con responsables y usuarios, extraer conocimientos de la documentación y unas primeras sesiones de educación. Los siguientes tres objetivos se alcanzan a través de la interacción profunda con el experto. Finalmente, el desarrollo de un modelo para conceptualizar el sistema.

En la figura 2 se muestran los objetivos de la adquisición de conocimiento, en sus dos dimensiones de profundidad y perspectiva que cada fase del proceso de adquisición debe cubrir. El analista es el responsable, de controlar que cada fase se mantenga en sus límites de profundidad y perspectiva.

Ingeniería de Requisitos

Introducción a la Ingeniería de Requisitos

Haciendo un poco de historia:

En 1968 la OTAN, organizó la primera conferencia sobre el desarrollo de software, dónde se acuñó el término “crisis del software” para denominar a los problemas que surgían durante el desarrollo de sistemas de software. A partir de este punto se comienza a pensar en la construcción de software como una “ingeniería” y se la denomina ingeniería del software.

En 1974 Ackoff [Ackoff 1974] sintetiza en la siguiente frase la importancia de los requisitos: “Fallamos más a menudo porque resolvemos el problema incorrecto, que porque realizamos una mala solución del problema correcto.”

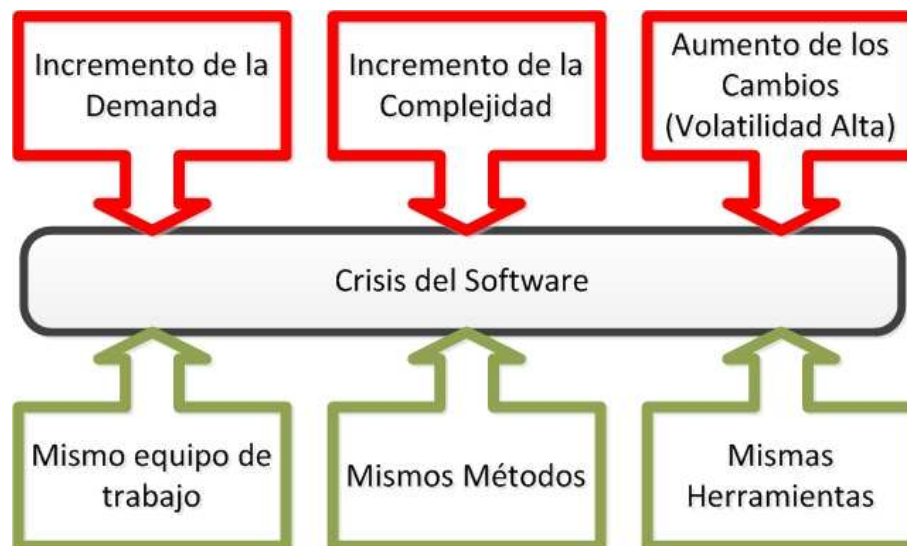


Figura 3 - Crisis del software

En 1983 Yukio Mizuno [Mizuno 1983] propuso un modelo, conocido como “catarata de errores de Mizuno”, para representar la propagación de los errores durante el desarrollo de sistemas de software. El modelo muestra como a partir de una especificación de requisitos “normal”, que incluya algún tipo de incorrección, estos errores originados en una etapa se arrastran en las fases sucesivas, y en cada una se agregan nuevos errores. Esto puede ocasionar errores ocultos dentro del sistema que son difíciles de detectar. Además indica que el crecimiento de los costos de reparación es producto de la catarata de errores.

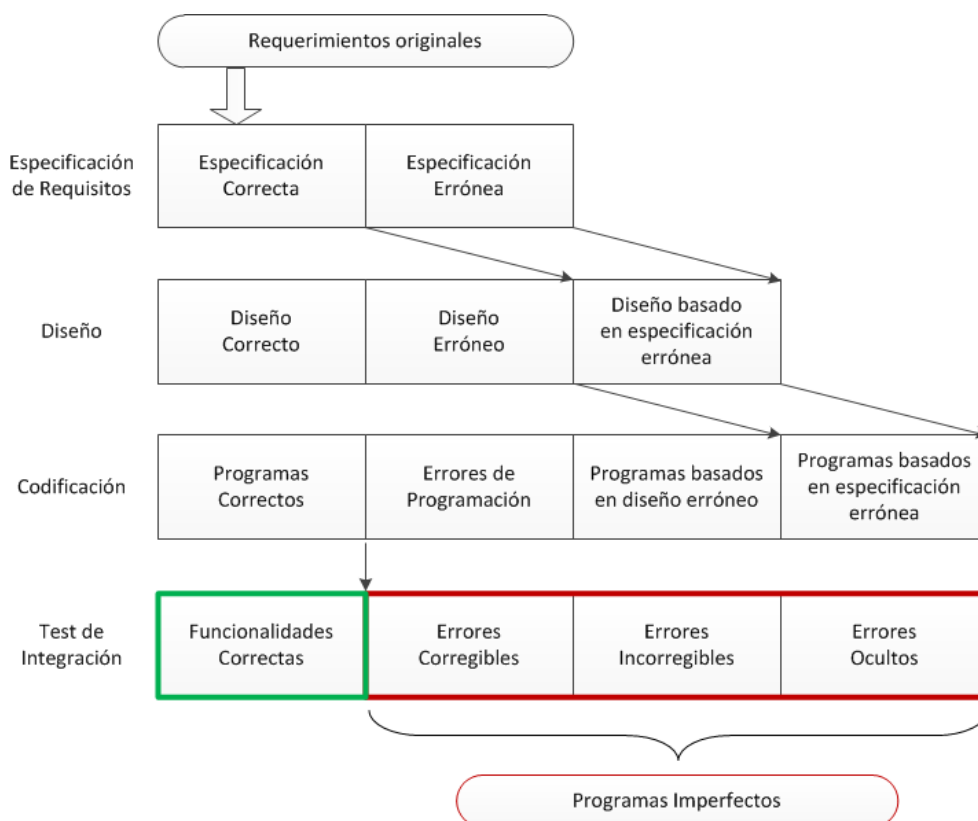


Figura 4 - Modelo Mizuno o Catarata de Errores

En Abril de 1987 Frederick P. Brooks [Brooks 87] publica su artículo “No Silver Bullet - Essence and Accidents of Software Engineering” (IEEE Computer) donde dice:

“La parte más difícil de construir un sistema es precisamente saber qué construir. Ninguna otra parte del trabajo conceptual es tan difícil como establecer los requerimientos técnicos detallados, incluyendo todas las interfaces con gente, máquinas, y otros sistemas. Ninguna otra parte del trabajo afecta tanto al sistema si es hecha mal. Ninguna es tan difícil de corregir mas adelante... Entonces, la tarea más importante que el analista hace para el cliente es la extracción iterativa y el refinamiento de los requerimientos del producto”

En 1994 Rumbaugh [Rumbaugh 94] publica su artículo “Getting Started: Using Use Cases to Capture Requirements” donde indica que “la clave del éxito o fracaso de un proyecto de software depende fuertemente de resolver el problema correcto”.

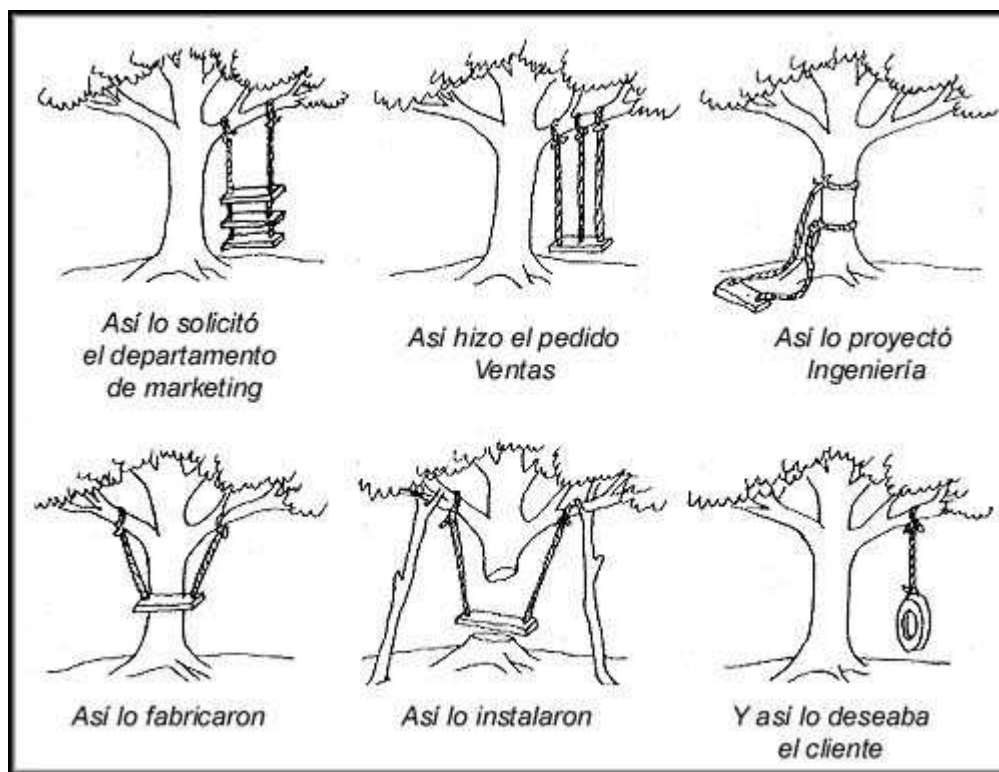


Figura 5 - Problemas de comunicación

Boehm [Boehm 2001] establece como primera causa para reducir los defectos de software que “encontrar y corregir un problema de software después de la entrega suele ser 100 veces más caro que encontrar y corregir el error durante las fases de requisitos y diseño”.

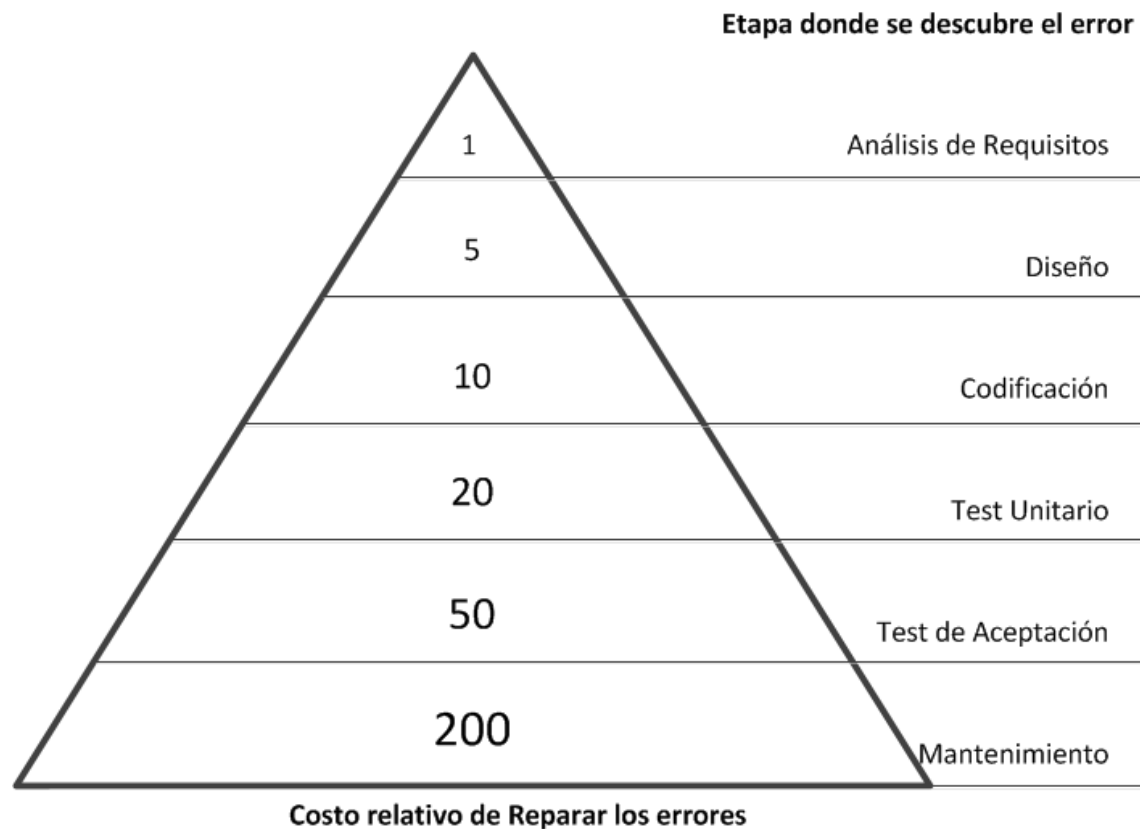


Figura 6 - Costo relativo de reparar errores dependiendo de la etapa de descubrimiento

Definiciones de Ingeniería de Requisitos

Según Leite [Leite 1987]:

“La **Ingeniería de Requisitos** es el proceso mediante el cual se intercambian diferentes puntos de vista para recopilar y modelar lo que el sistema va a realizar. Este proceso utiliza una combinación de métodos, herramientas y actores, cuyo producto es un modelo del cual se genera un documento de requerimientos” .

Según Loucopoulos [Loucopoulos 95]:

La **Ingeniería de Requisitos** se refiere a las actividades que tratan de comprender las necesidades exactas de los usuarios de un sistema de software y traducir dichas necesidades en declaraciones precisas y sin ambigüedades que posteriormente se pueden utilizar en el desarrollo del sistema.

Según Sommerville [Sommerville, 2005]:

La Ingeniería de Requisitos es el proceso de desarrollar una especificación de software. Las especificaciones pretenden comunicar las necesidades del sistema del cliente a los desarrolladores del sistema.

Según Pressman [Pressman, 2006]:

La **Ingeniería de Requisitos** ayuda a los analistas o ingenieros de requisitos a entender mejor el problema en cuya solución trabajarán. Incluye el conjunto de tareas que conducen a comprender cuál será el impacto del software sobre el negocio, qué es lo que el cliente quiere y cómo interactuarán los usuarios finales con el software.



Figura 7 - Ingeniería de Requisitos

Según la STARTS Guide [STARTS Guide 1987]

La Ingeniería de Requisitos es el proceso en el cual se transforman los requerimientos declarados por los clientes, ya sean hablados o escritos, a especificaciones precisas, no ambiguas, consistentes y completas del comportamiento del sistema, incluyendo funciones, interfaces, rendimiento y limitaciones. Es el proceso mediante el cual se intercambian diferentes puntos de vista para recopilar y modelar lo que el sistema va a realizar.

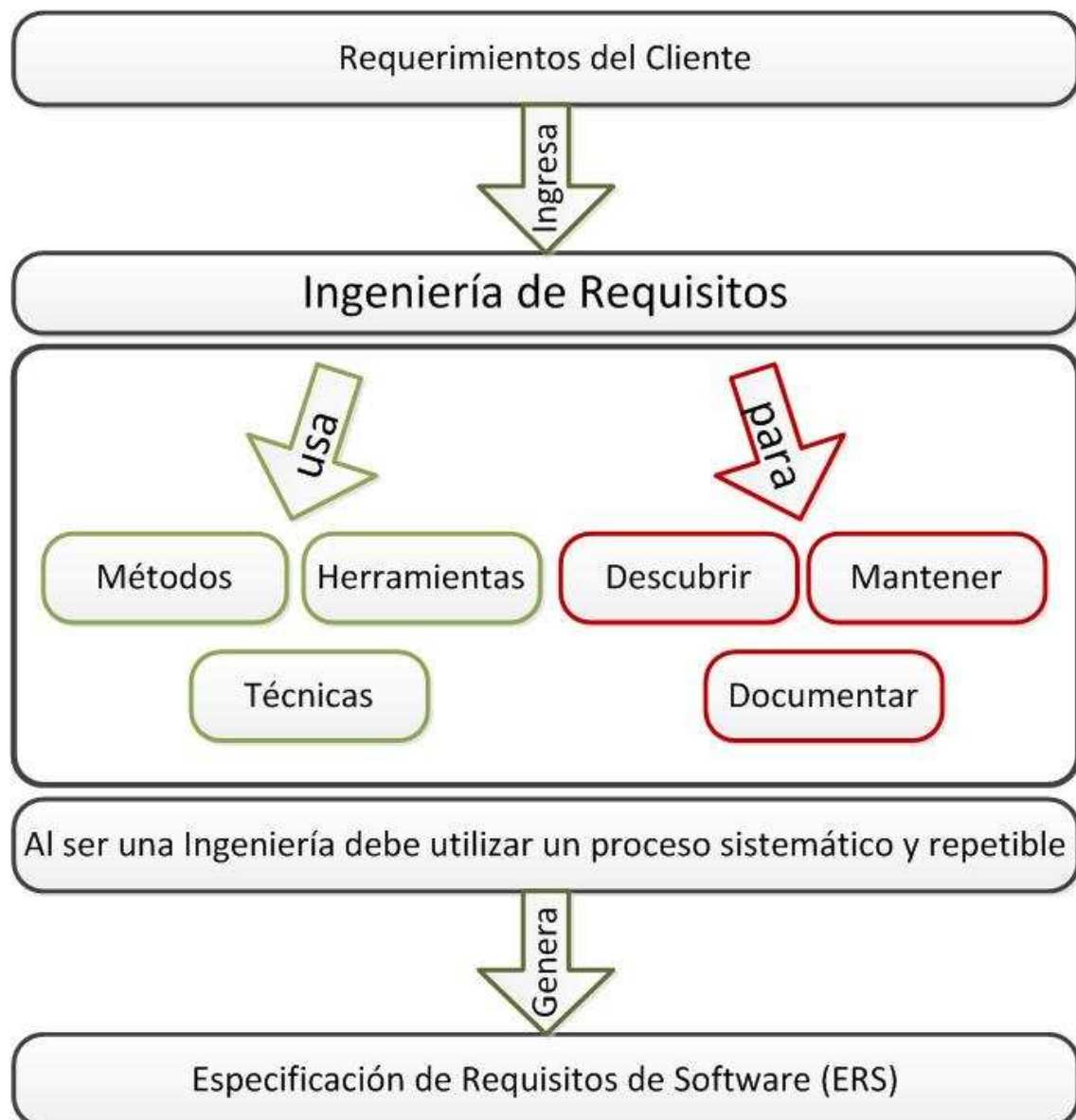


Figura 8 - Ingeniería de Requisitos – visión extendida

Procesos de la Ingeniería de Requisitos

Cada autor propone un proceso diferente para la Ingeniería de Requisito, por ejemplo:

Sommerville (tengamos en cuenta que este autor siempre utiliza la palabra “requerimientos”) [Sommerville, 2005] define cuatro subprocesos de alto nivel. Comienza analizando si el sistema es útil para el negocio; luego describe una fase de descubrimiento de requerimientos, los cuales se transforman a formatos estándar (especificación de requisitos) y por último se analiza que los mismos definan el sistema que quiere el cliente.

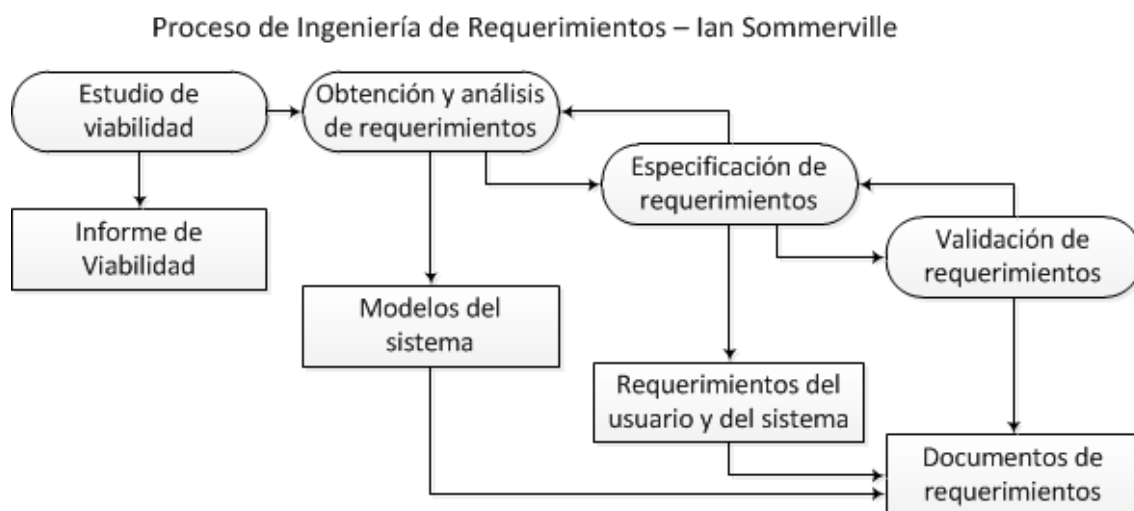


Figura 9 - Ingeniería de Requisitos – Sommerville

Wieggers [Wieggers, 2003] plantea dividir el proceso de la ingeniería de requisitos en dos subprocesos principales, el desarrollo de requisitos y la gestión de los mismos.

El desarrollo de requisitos lo divide en elicitación, análisis, especificación y validación. Estas subdisciplinas abarcan todas las actividades involucradas en la obtención, evaluación y documentación de los requisitos de un sistema.

La gestión de los requisitos implica establecer y mantener un acuerdo con el cliente sobre los requisitos para el proyecto. Este acuerdo se materializa en las especificaciones escritas de los requisitos y los modelos anexos. La aceptación de los requisitos debe ser tanto por parte del cliente como por el equipo de desarrollo.

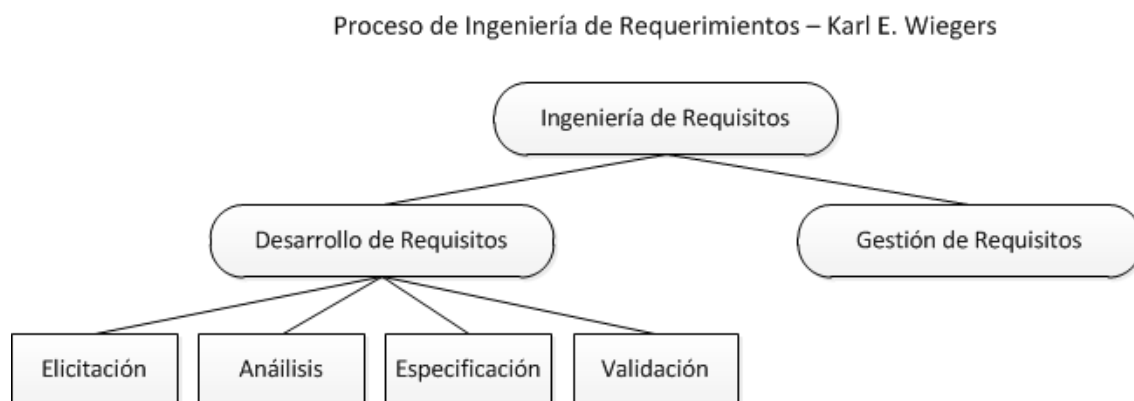


Figura 10 - Ingeniería de Requisitos - Wieggers

Pressman [Pressman, 2006] indica que la ingeniería de requisitos se lleva a cabo a través de siete funciones: inicio, obtención, elaboración, negociación, especificación, validación y gestión. Algunas de estas tareas se desarrollan en forma paralela y todas deben adaptarse a las necesidades de cada proyecto particular.

Proceso Genérico de la Ingeniería de Requisitos [Hadad, 2003]

En la cátedra vamos a trabajar sobre un proceso genérico para la Ingeniería de Requisitos, sin entrar en las visiones particulares de cada autor. Este proceso incluye todas las actividades básicas de la ingeniería de requisitos.

| Proceso Genérico de la Ingeniería de Requisitos | | | |
|---|-------------------------------|--------------|---------------------------|
| 1.Elicitación | 2.Modelización | 3.Análisis | 4.Gestión |
| Identificación de fuentes de Información | Representación | Verificación | Identificación de cambios |
| Recolección de hechos | Organización | Validación | Análisis de cambios |
| Comunicación | Almacenamiento (registración) | Negociación | Realización de cambios |

1. Elicitación

Elicitar vs. Relevar

Relevar un sistema tiene que ver con un **concepto estático**, fuera de uso, que implica **aceptar lo que el cliente solicita**. Va asociado a un concepto erróneo que suele tenerse durante el proceso de obtención de los requisitos, se piensa que los analistas deben determinar el sistema que el cliente quiere. Por el contrario el objetivo es determinar qué software es el que el cliente necesita. Muchos clientes no saben lo que necesitan, o incluso sabiendo lo que necesitan no pueden transmitirlo correctamente. Aquí es dónde la elicitación juega un papel importante.

La **elicitación** es la habilidad de trabajar en colaboración con los clientes y/o representantes de ellos para **descubrir las necesidades** actuales del producto y acordar la visión y las metas del proyecto propuesto. Ya que las personas que van a interactuar con el sistema, no demandan exactamente las mismas funciones, parte del proceso de elicitación es la identificación temprana de las diferentes clases de usuarios y sus características [Borland 2005].

La **elicitación** es el proceso de adquirir (“eliciting”), sonsacar todo el conocimiento relevante necesario para producir un modelo de los requerimientos de un problema.

Es el proceso de adquirir (“eliciting”), sonsacar todo el conocimiento relevante necesario para producir un modelo de los requerimientos de un problema. Trata de obtener la mayor cantidad de información del problema que se está analizando.

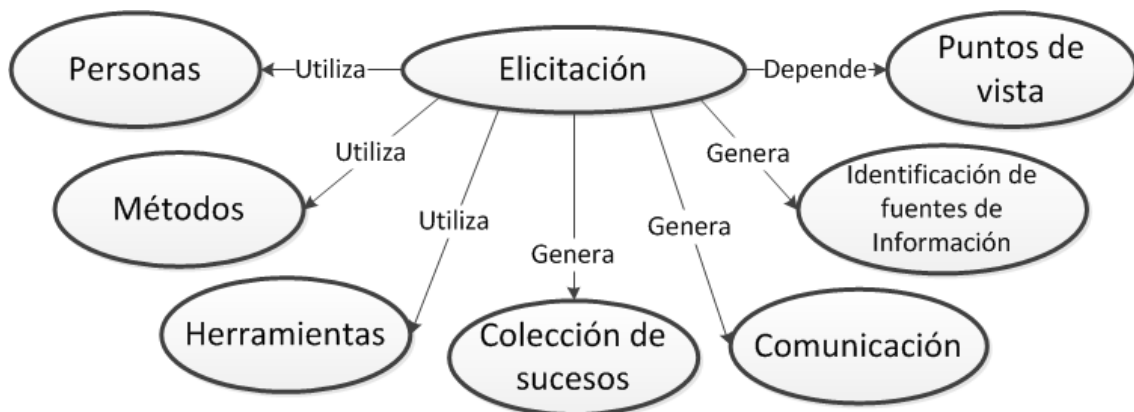


Figura 11 - Elementos que forman el proceso de elicitación

En la elicitación no se acepta lo que el cliente dice, sino que buscan sus verdaderas necesidades, involucrando a las personas en un proceso activo, que siguiendo métodos, usa herramientas para descubrir, explicitar y documentar la colección de sucesos que se obtienen a partir de identificar las fuentes de información las cuales se utilizarán dentro del proceso de comunicación para obtener los requerimientos del sistema. No se debe ignorar que dependiendo del punto de vista los deseos y necesidades pueden variar.

1.1 Identificación de Fuentes de Información [Gómez 97]

Llamamos **fuentes de información** a todo aquello que pueda ayudarnos a comprender tanto el dominio, como el problema en sí mismo. La información necesaria para construir un sistema puede encontrarse en múltiples y variadas fuentes, prácticamente pueden presentarse en infinitas formas distintas.

En el “*Anexo 1: Fuentes de Información*” describimos las características de algunas fuentes de información.

Extracción vs. Educción

Conviene mencionar que, dependiendo de la fuente utilizada para obtener conocimientos, la terminología de la adquisición varía. Cuando la fuente de conocimientos se presenta en forma escrita o cualquier tipo de soporte mecánico o

digital, películas, audios, imágenes, etc., la adquisición se llamará **Extracción de Conocimientos**. Si, por el contrario, los conocimientos se obtienen de seres humanos, el proceso se denominará **Educción de Conocimientos**. Esta diferenciación pretende destacar que el proceso, los métodos o técnicas utilizados, los objetivos, los resultados, etc. son distintos dependiendo de si la fuente de conocimientos es escrita o humana.

| | | |
|--------------------|---|------------|
| Fuentes Humanas | → | EDUCIÓN |
| Fuentes NO Humanas | → | EXTRACCIÓN |

Priorizar las fuentes de información

Las fuentes de información disponibles para cada proyecto varían en cantidad y calidad. Dependiendo de las características y de los recursos disponibles en cada caso en particular podremos acceder a distintas fuentes de información, por lo cual es indispensable priorizar y seleccionar en cada caso, las fuentes de información mas adecuadas para un proyecto.

La priorización puede ser, por ejemplo, en función de:

- costo de cada fuente de información,
- cantidad de información que pueda obtenerse
- calidad de la información
- disponibilidad de la fuente de información

Pero siempre debemos tener en cuenta que depende del contexto del proyecto particular en el cual estemos trabajando.

1.2 Recolección de hechos

Esta actividad implica conseguir todos los requerimientos del sistema. Los analistas trabajan con los clientes, expertos, usuarios finales y demás stakeholders para determinar el dominio del sistema, definir sus funciones y encontrar sus restricciones.

Esta tarea no es sencilla, muchas veces los stakeholders no saben lo que desean, o no saben expresar lo que desean, o no tienen conciencia de todo lo que implica implementar un deseo. Por otra parte si los analistas no conocen bien el dominio, pueden no comprender totalmente lo expresado por los stakeholders.

En organizaciones grandes diferentes sectores pueden solicitar funcionalidades que se contraponen, o solicitar lo mismo de formas totalmente diversas y aparentar funcionalidades diferentes.

Por lo tanto existen diferentes técnicas para recolectar información, cada una tiene características particulares para facilitar la tarea en diferentes ocasiones.

Ver “Anexo 2: Técnicas de Recolección de hechos”.

1.3 Comunicación

La comunicación es la característica más relevante de la elicitación. La misma se establece:

- dentro de la organización (cliente – cliente): para decidir que desean, definir / redefinir funcionalidades o resolver conflictos internos.
- entre la organización y el equipo de desarrollo: para comunicar sus deseos.
- dentro del equipo de desarrollo, para evaluar si estos deseos se corresponden con las necesidades del sistema.

2. Modelización

Durante la modelización se representan, organizan y registran los hechos recolectados durante la elicitación. Organizamos toda la información obtenida, a través de un proceso de abstracción, generamos los modelos que irán representando el sistema. Estos modelos varían en función del nivel de detalle que se necesite mostrar, la técnica de representación, a quién están dirigidos, etc.

2.1 Representación

En la representación seleccionamos la técnica que utilizaremos para realizar cada modelo en particular.

Ver “*Anexo 3: Técnicas de Representación*”.

2.2 Organización

Aquí es dónde, a partir de un proceso de abstracción y con la técnica seleccionada confeccionamos el modelo que representa la información recolectada.

2.3 Almacenamiento

Para poder hacer un seguimiento del proyecto durante el proceso de construcción, debemos guardar todos los documentos que le van dando forma. La documentación debe llevarse a cabo en una forma organizada, comprensible y significativa.

Los documentos se deben almacenar y poder recuperar tal cual como fueron presentados y / o aprobados. La selección se puede hacer por diferentes criterios, por ejemplo:

- autor
- destinatario
- Fecha de entrega
- Lugar de recolección de la información
- número de versión si es que el mismo va evolucionando.

3. Análisis

Con esta actividad vemos si realmente comprendimos la información que modelizamos. Debe existir coherencia entre los distintos modelos que fuimos generando del sistema, nunca debe dejar de representar el sistema que el cliente desea y necesita. Se debe acordar con el cliente en todo momento los requerimientos y requisitos del sistema.

3.1 Verificación

La verificación responde a la pregunta: **¿Estamos construyendo correctamente el producto?** [Boehm 1984]. Esto implica controlar que el modelo se corresponda con la información obtenida y con los modelos ya creados.

Es una actividad interna, mediante el cual se comparan modelos entre sí, para verificar que los mismos sean coherentes, no tengan contradicciones y no existan ambigüedades.

Ver “Anexo 4: Técnicas de Verificación”.

3.2 Validación

La validación responde a la pregunta: **¿Estamos construyendo el producto correcto?** [Boehm 1984]. Se ocupa de controlar si el modelo satisface los requerimientos del cliente.

Es una actividad externa, donde el cliente aprueba el modelo, aceptando que este representa sus deseos y satisface sus expectativas.

Ver “Anexo 5: Técnicas de Validación”.

Tabla comparativa entre Verificación y Validación

| Verificación | Validación |
|--|---|
| Interna | Externa |
| Entre modelos | Con el cliente |
| ¿Estamos construyendo correctamente el producto? | ¿Estamos construyendo el producto correcto? |

3.3 Negociación [Hadad 2008]

El objetivo de la negociación es lograr el consenso entre todos los involucrados y los requisitos del sistema.

Siempre ocurren contradicciones entre las necesidades de los usuarios, o demandas que entran en conflicto con los objetivos de la organización, o puede haber requisitos muy ambiciosos y no todos pueden satisfacerse de acuerdo al presupuesto de un proyecto, tanto en tiempo como costos.

La negociación abarca dos aspectos de naturaleza bien distinguible:

- Estudiar y resolver diferencias de intereses entre los involucrados, las cuales promueven requisitos contradictorios o no factibles.
- Evaluar y decidir sobre las propuestas que elaboran los ingenieros de requisitos sobre alternativas o soluciones candidatas al problema en cuestión.

4. Gestión [Hadad 2008]

La gestión es una actividad cruzada que se realiza durante todo el desarrollo del sistema. Se ocupa de mantener actualizados todos los modelos que corresponda, cada vez que se decide tener en cuenta un cambio. Además debe documentar todas las propuestas de cambio, se incorporen o no al sistema.

Un cambio o incorporación de un único requisito puede alterar un conjunto de requisitos en cascada, y dependiendo de la etapa en que se encuentre el proyecto es necesario la actualización de la documentación y otros artefactos del software, lo cual debe identificarse y evaluarse previo a su efectiva realización.

4.1 Identificación de cambios

Esta actividad consiste en identificar algún problema en los requisitos o un pedido de modificación o de nuevas necesidades proveniente de los clientes y usuarios, y proponer los cambios en los requisitos. Se debe registrar el pedido de cambio, identificando la fuente solicitante y la descripción del cambio mismo.

4.2 Análisis de cambios

Consiste en analizar la validez de los cambios propuestos, identificar los requisitos afectados por los cambios y, si corresponde, los cambios en los componentes de software, estimar, evaluar y negociar el impacto del cambio en el alcance, el cronograma y el costo, y determinar la aceptación o rechazo del cambio.

4.3 Realización de cambios

Consiste en implementar los cambios en los documentos de requisitos y en los modelos, así como verificar y validar estos cambios.

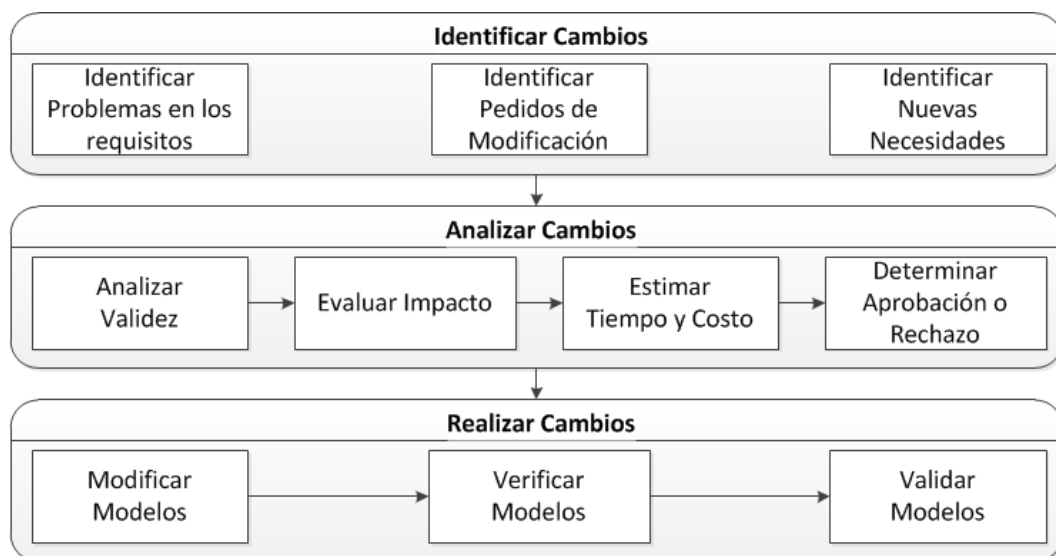


Figura 12 - Gestión de Requisitos

Anexos

Anexo 1: Fuentes de Información [Gómez 97]

- **Libros y manuales:** Los libros son útiles para obtener conocimientos básicos del dominio y las clasificaciones existentes en él. Es decir, los libros contienen conocimientos específicos y públicos del dominio y del problema. Su desventaja es que si la información ya está publicada en un libro puede estar desactualizada.
- **Documentación formal:** Además de los libros de texto, existe otra fuente de información en forma escrita. Se trata de aquellos documentos que contienen las políticas y procedimientos, los estándares, las normas y regulaciones, las leyes, etc., de un dominio. De esta fuente puede obtenerse unos conocimientos muy específicos, generalmente de nivel básico: procedimientos estándares de resolución, normas a cumplir al resolver un caso, etc. Los conocimientos proporcionados por esta fuente también son de carácter público. Representan lo que “DEBE SER” de la organización.
- **Documentación informal:** También como fuente de información en forma escrita, aparecen las notas manuscritas, «memos» internos, ayudas de trabajo, etc., que circulan dentro de las organizaciones. Esta documentación proporciona, a menudo, conocimientos heurísticos para resolución de problemas. De hecho, este tipo de notas suelen reflejar la experiencia de profesionales de la organización a la hora de enfrentarse a ciertos problemas. Además de su carácter, las más de las veces confidencial, esta fuente proporciona conocimientos semipúblicos. Representa “LO QUE ES” de la organización, que desgraciadamente, suele no coincidir con “LO QUE DEBE SER”.
- **Registros internos:** Un alto número de empresas suelen registrar los casos que se les presentan. En concreto, en forma de órdenes de reparación, fichas de clientes o pacientes, estudios o almacenamiento de casos, etc. Este tipo de fuente de conocimientos puede presentarse en forma escrita o en forma magnética (bases de datos, ficheros, etc.). Los conocimientos de estos registros son muy adecuados para ser utilizados en la validación y evaluación del sistema.
- **Presentaciones:** Todo el material utilizado para formación, ya sea impartida o recibida, suele contener conocimientos expuestos de un modo especialmente claro. El nivel de los conocimientos que se encuentran en esta fuente dependerá de a quién esté dirigida la formación.
- **Publicaciones especializadas:** Las versiones más actualizadas de los conocimientos de un dominio se encuentran expresadas, también de forma escrita, en las publicaciones especializadas tanto periódicas como esporádicas. En este caso, en forma de revistas especializadas, actas de congresos, etc.
- **Investigaciones:** Esta fuente también tiene información actualizada, son los resultados de las investigaciones que se estén llevando a cabo. En concreto, en forma de: datos empíricos, estudios, informes, resultados estadísticos, etc.
- **Visitas:** Una fuente de conocimientos que suele ser muy útil para clarificar las ideas al analista, son las visitas a los centros de trabajo del experto. Los conocimientos que se obtienen de observar la situación «in situ» suele ser de tipo estático (el «qué» del proceso de resolución de problemas).
- **Humanos:** Los expertos, los directivos y usuarios finales son también fuentes de conocimientos imprescindibles. De los expertos, se obtiene la mayor parte de los conocimientos a introducir en un sistema. De los directivos, se suelen extraer los objetivos del proyecto, el alcance del sistema, el contexto donde será instalado, etc.

Anexo 2: Técnicas de Recolección de Hechos

- **Técnicas de Extracción de Información:** técnicas para obtener información a partir de fuentes NO humanas.
 - **Lectura:** leer libros, revistas, informes, etc. sigue siendo la técnica de extracción mas utilizada.
 - **Ver** videos
 - **Escuchar** audios
- **Técnicas de Educción de Información:** técnicas utilizadas para obtener información a partir de los humanos. [Gómez 97]

El analista debe controlar constantemente el proceso de adquisición para educir conocimientos del experto. El proceso de educción consiste repetirse para cada sesión el ciclo de educción, el cual es independiente de la técnica utilizada.

Hay dos clases de métodos para educir lo que saben los expertos. Los primeros, denominados directos, le preguntan directamente al experto lo que sabe; es decir, en ellos el experto reporta los conocimientos que él puede articular directamente. En estos métodos el experto es la única fuente de información, se confía totalmente en lo que el experto dice. Las técnicas de Entrevistas abiertas o estructuradas, y los Cuestionarios pertenecen a este grupo.

El segundo tipo de métodos son los llamados indirectos. Estos métodos se usan porque no siempre los expertos pueden acceder a los detalles de sus conocimientos o procesos mentales, y para confirmar lo adquirido mediante técnicas directas. La Observación de Tareas Habituales, la Clasificación de Conceptos, el Análisis de Protocolos, son los métodos más conocidos de este segundo grupo.

A continuación describiremos el ciclo de educción y las siguientes técnicas:

- A. Entrevistas (Abiertas y Cerradas)
- B. Cuestionario / Encuesta (Abiertos y Cerrados)
- C. Joint Application Development JAD
- D. Brain Storming
- E. Concept Mapping
- F. Storyboard
- G. Card sorting
- H. Análisis de protocolos
- I. Observación

Ciclo de Educción

1. Preparación de la sesión:
 - a. Información a tratar.
 - b. Amplitud, profundidad, etc.
 - c. Técnica adecuada.
 - d. Preparación de preguntas.
2. Sesión:
 - a. Repaso del análisis de la última sesión.
 - b. Explicación al experto de los objetivos de la nueva sesión.
 - c. Educción.
 - d. Resumen y comentarios del experto.
3. Transcripción.
4. Análisis de la sesión:
 - a. Lectura para obtención de una visión general.
 - b. Extracción de conocimientos concretos.
 - c. Lectura para recuperar detalles olvidados.
5. Evaluación: Crítica para mejoras por parte del analista
 - a. ¿Se han conseguido los objetivos?
 - b. ¿Es necesario volver sobre el mismo objetivo?
 - c. Número y tipo de sesiones necesarias para cubrir el área.

1. Preparación de la sesión:

Esta primera fase del ciclo de educación consiste en la preparación de la sesión que se va a llevar a cabo. Para preparar la sesión se deben tomar una serie de decisiones, por parte del analista, entre las que cabe señalar las siguientes:

- **Fijar el contenido de la sesión.** Consiste en elegir una perspectiva o área del dominio y concentrar una serie de sesiones en ella hasta que el analista se encuentre satisfecho con los conocimientos obtenidos. Siempre se debe tratar que el experto no se desvíe del área y profundidad seleccionada.
- **Fijar el «tamaño de grano» de los conocimientos.** Esto es, decidir, para cada sesión, el grado de profundidad y detalle que se necesita.
- **Fijar la técnica de educación a utilizar.** Las distintas técnicas de educación poseen un método específico y alcanzan un grado de detalle concreto. El analista deberá decidir qué técnica se adapta más al objetivo de cada sesión. El experto puede influir en el tipo de sesión variando el objetivo, por ejemplo: dando respuestas largas y extensas cuando el analista había determinado que debían ser cortas y concretas. El analista deberá estudiar, en este caso, si está realizando las preguntas adecuadas y, en caso de ser así, obligar al experto a atenerse a la técnica de educación seleccionada.
- Finalmente, también durante la preparación de la sesión, se debe **planificar el contenido de la misma**. El analista debe reflexionar, en base a las sesiones anteriores, qué nueva información necesita, qué temas debe tratar y qué preguntas va a realizar para acometerlos. Se suele decir que las personas que no

piensan sobre el modo en que realizan las preguntas es porque no les importa la respuesta que reciban. No se olvide que en el proceso de educación, las preguntas y las respuestas son el fundamento de los conocimientos en sí mismos. En consecuencia, diseñar las preguntas es una tarea delicada. En el diseño de estas preguntas ayudará mucho el haber estudiado el dominio.

2. Sesión:

La segunda fase del ciclo de educación es la realización de la sesión. Las sesiones de educación comienzan con 5 ó 10 minutos de repaso de la sesión anterior. Durante este periodo, el analista muestra al experto un breve resumen (ya sean notas, diagramas o cualquier otro formato) del análisis de la última sesión. El experto debe, simplemente, corregir o clarificar detalles del resumen.

3. Transcripción:

Tras la grabación de la sesión de educación, es altamente recomendable transcribir el contenido a papel. La transcripción permite un análisis detallado del contenido. No obstante, no se puede olvidar el alto costo de la transcripción. Existen casos en que se puede evitar la transcripción, como son: interacciones muy cortas, sesiones altamente estructuradas, o si se están educiendo impresiones generales en lugar de detalles.

4. Análisis de la sesión:

Finalmente, se llega a la etapa más importante de una sesión: el análisis. El análisis puede subdividirse en tres fases, de las que se obtendrá diferente tipo de información:

- **Primera lectura**, de la que se obtendrá una cierta visión general sobre el resultado de la sesión. En esta primera lectura, también se pueden obtener algunas clasificaciones esenciales.
- **Segunda lectura**, en la que se realiza un análisis más formal. Se buscan los conocimientos adquiridos y se los estructura en sus componentes importantes: subdominio, tareas, problemas, conceptos, relaciones, etc. Es una buena idea marcar con lápices de diferente color las distintas categorías que se presentan. Una vez identificada la información relevante, se está en situación de interpretarla. La interpretación se lleva a cabo realizando tareas que conciernen a la conceptualización del tipo: construir glosarios, examinar relaciones e interdependencias, determinar el flujo de información y el modo en que el experto lo controla, etc.
- **Examinar** si ha habido algún tipo de problema durante la sesión y determinar qué tipo de información falta o qué preguntas se necesita que el experto responda.

5. Evaluación:

La última fase en el ciclo de educación: la evaluación de la sesión se funde con la primera de preparación de la siguiente. Es decir, se evalúa si se han alcanzado los objetivos, si se necesitan más sesiones sobre la misma temática, etc., se responde a las preguntas que el analista debe plantearse en la primera fase del ciclo: cuáles son los objetivos de la nueva sesión, área a tratar, etc.

A. Entrevistas (Abiertas y Cerradas)

Podemos definir la entrevista como la conversación de dos o más personas para tratar de un asunto, requiere el conocimiento de técnicas de comunicación verbal, un guión estructurado y tener una finalidad específica. Suelen realizarlas los ingenieros de requisitos o analistas, al personal de la organización del cliente. Se plantean una serie de preguntas para obtener las correspondientes respuestas en el contexto del dominio de un problema determinado.

Durante la entrevista se debe lograr establecer una relación de confianza y comprensión con el entrevistado, además de no perder el control sobre el tema y profundidad establecidos.

Las entrevistas son la técnica de elicitación más utilizada, y son prácticamente inevitables en cualquier desarrollo ya que es una de las formas de comunicación más natural entre personas. La entrevista es buena para obtener conocimientos acerca del trabajo actual en el dominio dado y los problemas presentes. No es tan buena para la identificación de las metas críticas. Pueden dar, también, algunas ideas sobre el sistema futuro.

Diferentes autores proponen diferentes fases para la realización de una entrevista, pero todas se ajustan al caso general del ciclo de educación, ya presentado.

Ventajas:

- la posibilidad del contacto directo con los entrevistados, quienes tienen el conocimiento sobre los objetivos del sistema
- posibilidad de validación inmediata a través de procesos de comunicación.

Desventajas:

- Asumir un conocimiento tácito tanto por parte del analista como del entrevistado
- Problemas por no detectar el vocabulario del entrevistado.
- Diferencias culturales entre entrevistador y entrevistado.

Tipos de entrevistas:

Entrevista Abierta o No Estructurada

Se refieren a un tema general escogido por el analista acerca de la información que quiere obtener. Pueden surgir durante la entrevista, preguntas imprevistas durante la preparación de la sesión. Generalmente se realiza a niveles altos de dirección y normalmente se refiere a cuestiones estratégicas, dejando que el entrevistado desarrolle el tema en la forma que considere conveniente. También suele ser el formato de las primeras entrevistas, donde se busca conocer más acerca del dominio y del problema en general.

Ventajas

- El entrevistado se siente cómodo, puede expresarse en las respuestas.
- El entrevistador puede repreguntar.
- El analista puede percibir el vocabulario de la organización.
- Puede aparecer información sobre temas que se minimizaron o no se tuvieron en cuenta.

Desventajas

- Se puede perder el control de la entrevista.
- El análisis y la interpretación de los resultados pueden ser largo y complejo.
- Las preguntas pueden generar detalles irrelevantes
- Puede dar la impresión que el analista no preparó la entrevista.

Entrevista Cerrada o Estructurada

Se ciñen a un cuestionario detallado elaborado por el analista, que contiene preguntas a todos los temas que desee tratar con el entrevistado. Generalmente se realiza a niveles operativos donde se desea conocer detalles de volúmenes, procedimientos, modelos y decisiones operativas, entre otros. Suelen ser las entrevistas finales de un tema o para confirmar datos obtenidos.

Ventajas:

- Suelen ser entrevistas cortas
- El fácil mantener el control de la entrevista.
- Un analista con poca experiencia las puede realizar satisfactoriamente.
- Fácil de evaluar.
- Genera datos relevantes.

Desventajas:

- Alto costo de preparación
- Los entrevistados pueden aburrirse o no aceptar el carácter mecánico de las preguntas.
- Se pueden perder detalles importantes.

B. Cuestionario / Encuesta (Abiertos y Cerrados)

Si debemos educir información de alguien que, por algún motivo (distancia, horarios, etc.), no podemos entrevistar personalmente, podemos enviarle un cuestionario, para que en el momento que tenga disponible lo responda y nos envíe las respuestas.

Si tenemos que educir información de muchas personas que cubren el mismo rol, no es factible realizar una entrevista con cada una de ellas, en este caso recurrimos a una encuesta. A su vez, ésta herramienta utiliza los cuestionarios como medio principal de educación de información.

Diferencia entre Encuesta y Cuestionario:

- La encuesta es un procedimiento
- El cuestionario es un instrumento.

ENCUESTA: es el procedimiento o técnica que se utiliza para guiar la educación de una información a un grupo de personas que cumplen el mismo rol. El encuestador obtiene información de los encuestados sobre un tema, utilizando algún instrumento (cuestionario, lista de selección, etc.). La encuesta se realiza a una “muestra” de la población total, para obtener un resultado válido.

CUESTIONARIO: es el instrumento (impreso, digital u otro soporte) que se aplica a las personas seleccionadas. Se entrega el material a cada individuo por separado, quien responde sin intermediarios. El cuestionario se lleva a cabo utilizando algún procedimiento o técnica ya sea la encuesta o la entrevista. Además de las preguntas y categorías de respuestas, un cuestionario está formado por instrucciones que indican al encuestado cómo contestar; por Ej. “Si contestás SI completá la pregunta N° 4, si contestás NO pasá a la pregunta N° 5” Es frecuente incluir una carátula o carta de presentación donde se expliquen los propósitos del cuestionario y se garantice la confidencialidad de la información, lo que ayuda a obtener respuestas mas reales.

Características de las Encuestas / Cuestionarios

Se diseñan un conjunto sistematizado de preguntas que pueden ser abiertas o cerradas, directas o indirectas, las mismas permiten medir una o más variables. Al preparar las preguntas ya se deben prever las respuestas. Las respuestas estandarizadas facilitan la evaluación de los resultados por métodos estadísticos. El investigador debe seleccionar las preguntas más convenientes, de acuerdo con la naturaleza de la investigación.

Las instrucciones son tan importantes cómo las preguntas y es necesario que sean claras para las personas a las que van dirigidas. Cada quién puede utilizar el formato de formulario que desee o juzgue conveniente, lo importante es que sea totalmente comprensible para el usuario: que las instrucciones, preguntas y respuestas se diferencien; que el formato no resulte visualmente tedioso y se pueda leer sin dificultad. En general es conveniente que no supere la extensión de una hoja, de ambos lados para no saturar de papeles al encuestado y evitar posibles confusiones. No existe una regla al respecto, pero puede ser que si es muy corto se pierda información y si es muy largo resulte cansador y las personas omitan responder algunas preguntas o incluso se nieguen a responder. El tamaño depende del número de variables y dimensiones a medir, y la manera como es administrado.

La encuesta / cuestionario puede llegar al encuestado vía correo postal, correo electrónico, vía telefónica o personalmente. El encuestado lee previamente el instrumento (por Ej. cuestionario) y lo responde por escrito, sin la intervención directa de persona alguna.

Cuando se confecciona un cuestionario se debe tener en cuenta como se va a implementar. Si se implementa durante una entrevista, se pueden obviar las instrucciones y las preguntas tienen menos tiempo de elaboración, esto se debe a que el entrevistador y el entrevistado están ambos presentes y se puede reformular la pregunta.

Al confeccionar un cuestionario para responder sin la presencia del encuestador, se debe dedicar mucho mas tiempo a confeccionarlo. El documento debe cumplir las siguiente características:

- el documento debe ser claro,
- las preguntas deben presentarse ordenadas,
- Debe utilizarse un lenguaje accesible, para todos los participantes.
- Se deben evitar palabras o frases ambiguas.
- Las preguntas deben ser neutras o imparciales, para no inducir respuestas.
- Es necesario establecer la forma en que será tabulado e interpretado.

Comparación entre preguntas abiertas y cerradas:

| Preguntas Cerradas | Preguntas Abiertas |
|--|--|
| Valores usuales de las respuestas son: Sí, No, Tal vez | Usualmente la pregunta lleva: Qué, Cuál, Cómo, Dónde, Cuándo... |
| Respuestas cortas | Respuestas más largas que permiten que se obtenga más información. |
| Toma poco tiempo responderlas | Toma más tiempo responderlas |
| Respuestas fáciles de estandarizar | Respuestas difíciles de estandarizar |
| Más fácil de analizar y obtener resultados. Se pueden implementar fácilmente métodos computarizados. | Más difícil procesar y obtener resultados. |

Ventajas

- Permite abarcar una mayor área geográfica.
- Permite alcanzar a un mayor número de personas.
- Ocasiona menos gasto de personal.
- Demanda menos tiempo para llegar a un mismo número de personas.
- Hay mayor libertad para responder.
- Facilitan la recopilación de información.
- Si tienen preguntas cerradas, evitan la dispersión de la información y sus respuestas, son fáciles analizar de mediante el uso de la computadora. Incluso se puede proyectar los datos y hacer graficas.
- Hacen impersonal la aportación de respuestas.
- Se favorece el anonimato.

Desventajas

- Si la participación es voluntaria, muy pocos contestan los cuestionarios.
- No se pueden ir más allá del cuestionario.
- Se necesita una buena elección del universo y de las muestras utilizadas.
- Pueden provocar la obtención de datos equivocados si se formulan deficientemente las preguntas, si se distorsionan o si se utilizan términos ilegibles, poco usados o estereotipados.
- La interpretación y el análisis de los datos pueden erróneos si el cuestionario no esta bien estructurado o no contempla todos los puntos requeridos.
- Hay dificultades para controlar y revisar la información.

C. Joint Application Development JAD

Diseño de Aplicación Conjunta (JAD - Joint Application Development) [Durán 2002]. Es una técnica grupal, desarrollada por IBM en 1977, que se utiliza para definir requisitos y diseñar de la interfaz de usuario. Se basa en la realización de un conjunto de reuniones grupales, durante un periodo de 2 a 4 días, dónde participan clientes, directivos y desarrolladores.

Esta técnica se basa en cuatro principios [Raghavan 1994]:

- Dinámica de grupo.
- El uso de ayudas visuales para mejorar la comunicación (diagramas, transparencias, multimedia, herramientas CASE, etc.).
- Mantener un proceso organizado y racional.
- Una filosofía de documentación WYSIWYG (What You See Is What You Get, lo que se ve es lo que se obtiene), por lo que durante las reuniones se trabaja directamente sobre los documentos a generar.

Existen diversos métodos para desarrollar esta técnica, pero todos implementan las siguientes actividades básicas:

- Se efectúan las reuniones en un lugar neutral.
- Se establecen reglas para la preparación y participación.
- Se elabora una agenda,
- Se elige un facilitador.
- Todo se documenta en forma visual y siempre permanece visible a todos los participantes.
- Se trabaja Top – Down, se va de lo general a lo particular, se comienza definiendo el objetivo del sistema y se finaliza definiendo los requisitos de cada tema.

Ventajas

- Ahorra tiempo al evitar que las opiniones de los participantes se contrasten por separado.
- Todo el grupo, incluyendo los clientes y los futuros usuarios, revisan la documentación generada, no sólo los ingenieros de requisitos.
- Involucra más a los clientes y usuarios en el desarrollo.

Desventajas

- Es muy costoso reunir durante todos los días que dure el JAD, a representantes del cliente, directivos y desarrolladores.
- Es difícil hacer coincidir las agendas de todos los participantes.

D. Brainstorming

La tormenta de ideas es una técnica de reuniones en grupo cuyo objetivo es la generación de ideas en un ambiente libre de críticas o juicios. Las sesiones suelen estar formadas por un número de cuatro a diez participantes, uno de los cuales cubre el rol de facilitador de la sesión, encargado de comenzar la sesión y de animar a todos a participar y no juzgar las participaciones del resto. Como técnica de elicitación de requerimientos, puede ayudar a generar una gran variedad de vistas del problema y a formularlo de diferentes formas, sobre todo al comienzo del proceso de elicitación, cuando los requerimientos son todavía muy difusos.

El facilitador anota todas las ideas en una pizarra. Pronto cada idea generará otras ideas, algunas interesantes, otras prometedoras y otras sin sentido común. Una regla importante del juego es no criticar ningún planteamiento. Incluso ideas aparentemente descartables pueden convertirse en la semilla de otras ideas interesantes.

Durante la elicitación, el interés está puesto en ideas para el nuevo sistema. Si la creatividad no surge en la sesión, el analista puede introducir ideas que han surgido mediante otras técnicas.

Ventajas

- Es muy fácil de aprender
- Requiere poca organización.
- estimula fuertemente la creatividad
- pueden salir ideas innovadoras

Desventajas

- Es necesaria una buena compenetración del grupo participante.
- Es difícil reunir a todos los participantes
- al ser un proceso poco estructurado, puede no producir resultados de buena calidad.

Similitudes y Diferencias

| Joint Application Development JAD | Tormenta de Ideas – Brainstorming |
|--|--|
| Es una técnica grupal | Es una técnica grupal |
| Participan representantes del cliente, usuario y desarrolladores | Participan representantes del cliente, usuario y desarrolladores |
| Hay un facilitador, que dirige la sesión | Hay un facilitador, que dirige la sesión |
| Definir requisitos e interfaz de un sistema | Generar una gran cantidad de ideas |
| La información que se genera es visual WYGIWYS | La información puede ser visual, textual, coloquial, etc. |
| Estructurado | Desestructurado |

E. Concept Mapping [Escalona 2002]

Los mapas de conceptos [Pan, Zhu & Johnson, 2001] son grafos en los que los vértices representan conceptos y las aristas representan posibles relaciones entre dichos conceptos. Estos grafos de relaciones se desarrollan con el usuario y sirven para aclarar los conceptos relacionados con el sistema a desarrollar. Son muy usados dentro de la ingeniería de requisitos, pues son fáciles de entender por el usuario, más aún si el equipo de desarrollo hace el esfuerzo de elaborarlo en el lenguaje de. Sin embargo, deben ser usados con cautela porque en algunos casos pueden ser muy subjetivos y pueden llegar a ser ambiguos en casos complejos, si no se acompaña de una descripción textual.

Los mapas de conceptos se utilizan para definir, principalmente en sitios web, secuencias de navegación.

F. Storyboard [Escalona 2002]

Esta técnica es frecuentemente usada por los diseñadores gráficos de aplicaciones en el entorno web. La misma consiste en representar sobre papel en forma muy esquemática las diferentes interfaces al usuario (sketches). Estos sketches pueden ser agrupados y unidos por enlaces dando idea de la estructura de navegación (storyboard).

G. Card sorting [Montero 2004]

Es una técnica que se usa para categorizar contenidos. Se basa en la observación de cómo los usuarios agrupan y asocian entre sí un número predeterminado de tarjetas etiquetadas con las diferentes categorías temáticas del sitio web.

De esta forma, partiendo del comportamiento de los propios usuarios, es posible organizar y clasificar la información de un sitio web conforme a su modelo mental.

Podemos diferenciar entre dos tipos de card sorting: abierto y cerrado. En el card sorting abierto el usuario puede agrupar las categorías libremente en el número de conjuntos que crea necesario; mientras que en el cerrado, los grupos o conjuntos están predefinidos y etiquetados y el usuario únicamente deberá colocar cada categoría en el grupo que crea corresponda. El tipo "cerrado" está recomendado para verificar si una clasificación de información es familiar y comprensible para el usuario, mientras que el "abierto" tiene el objetivo de descubrir qué tipo de clasificación de categorías sería más correcto utilizar.

La técnica de card sorting es una técnica útil para una categorización de contenidos centrada en el usuario, que proporciona una doble herramienta: como ayuda para la toma de decisiones en la etapa de diseño conceptual (card sorting abierto); y para evaluar una organización concreta de categorías en etapas de evaluación de usabilidad (card sorting cerrado).

H. Análisis de protocolos

Esta estrategia consiste en analizar el trabajo del experto a través de sus relatos. En el análisis de protocolos, además de registrar las sesiones, se capturan los protocolos (descripciones) en voz alta realizados por los expertos y su justificación, al enfrentar una situación particular del dominio. Esto se hace para descubrir el proceso mental subyacente que realiza en forma natural el experto.

Resumidamente, la técnica consiste en grabar, en un protocolo, el comportamiento del experto mientras trabaja en la solución del problema. Ese protocolo se transcribe y luego se analiza. No se analiza únicamente lo que el experto dice (descripción de la tarea y justificación), sino también lo que hace, como lo hace, hasta se tiene en cuenta el lenguaje corporal utilizado mientras resuelve una situación o explica sus métodos de resolución de problemas. Finalmente esto se convierte en un conjunto de razonamientos que llevan a la solución del problema. Reconstruyendo esta solución pueden modelarse los conocimientos de los expertos. Generalmente requiere de múltiples sesiones porque el conocimiento obtenido es en forma ambigua, incompleta e inexacta.

El análisis de protocolos es adecuado para aquellas tareas para las cuales la verbalización es una parte natural del pensamiento y permite descubrir las inferencias que el experto lleva a cabo, o al identificar características sobresalientes de los objetos en una situación.

Ventajas:

- Posibilita educir hechos no fácilmente observables
- Permite un mejor entendimiento de los hechos, que son explicados y justificados.
- Facilita el aprendizaje del vocabulario de las actividades cognitivas.

Desventajas

- Es caro, insume mucho tiempo del experto.
- Está centrado principalmente en la performance del entrevistado
- Lo que se dice puede ser diferente a lo que se hace.
- Incompletitud del método.

I. Observación

La observación es una técnica de información que requiere la percepción deliberada de comportamientos emitidos por una/s persona/s, realizada por un observador entrenado mediante protocolos preparados al efecto que permitan una anotación sistemática, en una situación natural o análoga en la que no se eliciten respuestas.

Características del método observacional:

- Quien observa es un experto.
- Lo que se observa es un hecho.
- Se observa de forma sistemática.

Existen diferentes relaciones observador-observado:

- Observación no participante: se recoge la información desde afuera, sin intervenir para nada en el grupo social, hecho o fenómeno investigado. Los observados pueden trabajar “como debe ser” y no reflejar el comportamiento real ante la situación.
- Observación participante: Para obtener datos el investigador se incluye en el grupo, hecho o fenómeno observado. El observador tiene más acceso a lo observado, pero debe ser aceptado como participante por el grupo a observar.

Ventajas

- Es un registro de lo que ocurre en el mundo real
- Se obtiene la información tal como ocurre
- No se necesita colaboración del sujeto/objeto observado

Desventajas

- Presencia de la conducta en el momento en que se quiere observar
- Presencia de factores incontrolables
- Las conductas están condicionadas a la duración de las mismas
- El observador influye y es influenciado
- Imposibilidad de predecir la ocurrencia espontánea de un suceso.

Anexo 3: Técnicas de Representación [Escalona 2002]

- Lenguaje Natural
 - Lenguaje Natural Puro
 - Glosario
 - Plantilla
 - Escenarios
 - Casos de Uso
- Lenguaje Formal

Lenguaje natural:

Consiste en definir los requisitos en lenguaje natural, es decir el lenguaje que utilizamos habitualmente para comunicarnos. Resulta una técnica muy ambigua para la definición de los requisitos. A pesar de que son muchos los trabajos que critican su uso, es la técnica mas usada.

Lenguaje natural Puro:

Es utilizar el lenguaje natural para describir el modelo sin ninguna restricción. Por lo cual tiene muchas desventajas: es muy ambiguo, no tiene en cuenta las jergas del lenguaje del cliente, algunos elementos se los describe con mayor nivel de detalle que otros, etc. Para ir mitigando estas desventajas, se fueron incorporando nuevas técnicas de representación: glosarios, plantillas, etc.

Glosario y ontologías:

La diversidad de personas que forman parte de un proyecto software hace que sea necesario establecer un marco de terminología común. Por esta razón son muchas las propuestas que abogan por desarrollar un glosario de términos en el que se recogen y definen los conceptos más relevantes y críticos para el sistema. En esta línea se encuentra también el uso de ontologías, en las que no sólo aparecen los términos, sino también las relaciones entre ellos.

Al utilizar un glosario / ontología, resolvemos el problema del significado de los términos, al definir un término en el glosario, todos los participantes reconocen el significado del mismo dentro de ese proyecto.

Plantillas o patrones:


Esta técnica, tiene por objetivo describir los requisitos mediante el lenguaje natural pero de una forma estructurada. Una plantilla es una tabla con una serie de campos y una estructura predefinida que el equipo de desarrollo va cumplimentando, usando para ello el lenguaje del usuario. Las plantillas eliminan parte de la ambigüedad del lenguaje natural al estructurar la información; cuanto más estructurada sea ésta, menos ambigüedad ofrece. Sin embargo, si el nivel de detalle elegido es demasiado estructurado, el trabajo de rellenar las plantillas y

mantenerlas, puede ser demasiado tedioso. Ver *Plantilla para la descripción de los requisitos* donde se describe la plantilla de Robertson & Robertson para la definición de requisitos.

Al agregar plantillas al lenguaje natural, nos aseguramos de lograr un nivel uniforme de descripción de todo el sistema.

Plantilla para la descripción de los requisitos:

Suzanne y James Robertson [Robertson & Roberson 2000] definieron el método Volere para confeccionar la especificación de requisitos de software, donde proponen describir cada requisito en una tabla individual, o sea proponen una plantilla para la definición de requisitos:

| Requerimiento N° | Identificador único | Requerimiento Tipo: | Funcional o No Funcional | Evento/Caso de Uso N° | Lista de eventos o casos de uso que necesitan este requerimiento |
|--------------------------|---|---------------------|----------------------------|--|--|
| Descripción: | A una frase declaración de la intención del requisito | | | | |
| Justificación: | Una justificación para este requisito | | | | |
| Origen: | La persona que planteó esta exigencia | | | | |
| Criterio | Explicitar un criterio para validar el requisito, de forma que sea posible comprobar si la solución coincide con el requisito original | | | | |
| Satisfacción del Cliente | El grado de satisfacción de los interesados si este requisito se implementa con éxito. Escala de 1 = indiferente a 5 = muy satisfecho. Medida de las partes interesadas | | Insatisfacción del cliente | Medida de la insatisfacción de los interesados si este requisito no es parte del producto final. Escala de 1 = Poco importa a 5 = muy disgustado | |
| Prioridad | Cuan importante es para el cliente. Calificar la valoración del cliente | | Conflictos | Otros requisitos que no se puede cumplimentar si éste es implementado. | |
| Materiales de Apoyo | Puntero a los documentos que ilustran y explican este requisito | | |  | |
| Historia | Creación, cambios... | | | | |

Escenarios:

La técnica de los escenarios consiste en describir las características del sistema a desarrollar mediante una secuencia de pasos. La representación del escenario puede variar dependiendo del autor. Esta representación puede ser casi textual o ir encaminada hacia una representación gráfica en forma de diagramas de flujo. El análisis de los escenarios, hechos de una forma u otra, pueden ofrecer información importante sobre las necesidades funcionales de sistema.

Casos de uso:

Como técnica de definición de requisitos es como más ampliamente han sido aceptados los casos de uso. Estos describen las acciones y reacciones del comportamiento de un sistema, desde el punto de vista de los usuarios. Para eliminar ambigüedades se los acompañan de descripciones basadas en plantillas o de diccionarios de datos.

Lenguajes Formales:

Otro grupo de técnicas que merece la pena resaltar como extremo opuesto al lenguaje natural, es la utilización de lenguajes formales para describir los requisitos de un sistema. Las especificaciones algebraicas como ejemplo de técnicas de descripción formal, han sido aplicadas en el mundo de la ingeniería de requisitos desde hace años. Sin embargo, resultan muy complejas en su utilización y para ser entendidas por el cliente. El mayor inconveniente es que no favorecen la comunicación entre cliente y analista. Su mayor virtud es generar la representación menos ambigua de los requisitos y la que más se presta a técnicas de verificación automatizadas.

Son lenguajes de especificación formal [Pressman, 2006]

- Autómatas formalismo utilizado para modelar sistemas discretos en general.
- B, lenguaje de descripción formal basado en la lógica de predicados.
- Cálculo Pi, lenguaje de especificación para sistemas distribuidos y paralelos.
- CCS, lenguaje formal basado en el álgebra de procesos.
- CSP, lenguaje formal basado en el álgebra de procesos
- Estelle, lenguaje formal basado en autómatas de estado finito para la especificación de sistemas distribuidos.
- Larch, familia de lenguajes formales de especificación.
- Lotos, lenguaje formal basado en el álgebra de procesos.
- Promela, lenguaje formal basado en la lógica temporal lineal y los autómatas de Buchi.
- Redes de Petri formalismo equivalente a los autómatas, utilizado para la especificación de sistemas discretos paralelos o distribuidos.
- SDL, lenguaje visual para el diseño de sistemas distribuidos basado en autómatas.
- UML, notación semiformal para modelar programas orientados a objetos.
- VHDL, lenguaje de descripción (e implantación) de circuitos electrónicos.
- Z, lenguaje de descripción formal basada en la prueba automática de teoremas usando la lógica.
- Z.120, estándar semiformal de la ITU-T para diagramas de flujo.

Anexo 4: Técnicas de Verificación

- Inspecciones
- Análisis de consistencia
- Checklists

Inspecciones

Las inspecciones consisten en revisar los documentos creados, verificar que se sean claros, que estén completos, que no tengan ambigüedades, que sean correctos.

Análisis de consistencia

El objetivo de esta tarea es asegurar que los modelos son coherentes entre sí, comprobando la falta de ambigüedades o duplicación de información, tanto en un modelo aislado, como en la confrontación con otros modelos.

Checklists

Un checklist, o lista de verificación, es un documento que detalla uno por uno distintos aspectos que se deben analizar, comprobar, cumplir, etc. Es una guía que permite identificar si un modelo cumple con todos los ítems establecidos como necesarios. Se construye tomando en cuenta las necesidades de la organización y del proyecto en el que se lo utilizará.

En la misma lista uno puede chequear literalmente mediante una tilde ✓ los requisitos que se cumplieron y detectar fácilmente aquellos sobre los cuales aún se debe trabajar.

Las listas de verificación están escritas como una serie de preguntas y/o afirmaciones, las cuales deben poder responderse mediante una tilde (✓) en caso afirmativo o mediante las 2 únicas respuestas que se admiten “SI” o “NO”.

Las listas de verificación:

- Promueven la planificación para el trabajo.
- Aseguran un enfoque consistente para todos los artefactos creados durante el proceso.
- Sirven como una ayuda de memoria

Anexo 5: Técnicas de Validación [Escalona 2002]

Los requisitos una vez definidos necesitan ser validados. La validación de requisitos tiene como misión demostrar que la descripción de los requisitos define realmente el sistema que el usuario necesita. Debemos asegurar que el análisis realizado y los resultados obtenidos de la etapa de definición de requisitos son correctos. Pocas son las propuestas existentes que ofrecen técnicas para la realización de la validación y muchas de ellas consisten en revisar los modelos obtenidos en la definición de requisitos con el usuario (entendiéndose por usuario, a quien ha definido el requisito y debe validarlo) para detectar errores o inconsistencias.

Aún así, existen algunas técnicas que pueden aplicarse para ello:

Reviews o Walk-throughs:

Esta técnica consiste en la lectura y corrección de toda la documentación o modelado de la definición de requisitos, por parte del usuario. Con ello solamente se puede validar la correcta interpretación de la información transmitida. Más difícil es verificar consistencia de la documentación o información faltante.

Auditorías:

Una Auditoría es el conjunto de procedimientos y técnicas, que comprenden el proceso de recoger, agrupar y evaluar evidencias, para controlar que la documentación obtenida es correcta, sin implicar la preexistencia de fallas.

Se usan chcklists, mapas conceptuales, diagramas para validar con el cliente los modelos obtenidos.

Matriz de trazabilidad:

Esta técnica consiste en marcar los objetivos del sistema y chequearlos contra los requisitos del mismo. Es necesario ir viendo qué objetivos cubre cada requisito, de esta forma se podrán detectar inconsistencias u objetivos no cubiertos.

Prototipos:

Algunas propuestas se basan en obtener de la definición de requisitos prototipos que, sin tener la totalidad de la funcionalidad del sistema, permitan al usuario hacerse una idea de la estructura de la interfaz del sistema con el usuario. Esta técnica tiene el problema de que el usuario debe entender que lo que está viendo es un prototipo y no el sistema final.

Referencias

- [Ackoff 1974] Ackoff, R., Redesigning The Future, Wiley, 1974.
- [Boehm 1984] Boehm BW, "Verifying and Validating Software Requirements and Design Specifications", IEEE Software, Vol.1, Nº1, Enero 1984, pp.75-88.
- [Boehm 2001] Boehm, B., Basili, V. R., "Software defect reduction top 10 list", IEEE Computer, Enero, 2001.
- [Borland 2005] MITIGATING RISK WITH EFFECTIVE REQUIREMENTS ENGINEERING How to improve decision-making and opportunity through effective requirements engineering. Part two in a series about understanding and managing risk. April 2005
- [BRO, 1995] [BRO, 1995] Frederick P. Brooks, Jr., The Mythical Man–Month, Addison–Wesley, 1995.
- [Brooks 87] Brooks, F.P., "No Silver Bullet: Essence and Accidents of Software Engineering", IEEE Computer Society Press, Vol.20, Nº4, Abril 1987, pp.10-19.
- [Davis 93] [Davis 93b] Davis, A., et al., "Identifying and Measuring Quality in a Software Requirements Specification", First International Software Metrics Symposium, IEEE Computer Society Press, Baltimore, Mayo 1993, pp.141-152. Reimpreso en "Software Requirements Engineering", editores Richard H. Thayer y Merlin Dorfman, IEEE Computer Society Press, 2ª edición, Los Alamitos, CA, 1997, pp.164-175.
- [Durán 2002] [Durán 2002] Durán A. y Bernárdez B. Metodología para la Elicitación de Requisitos de Sistemas Software Versión 2.3. Informe Técnico LSI-2000-10 (revisado). Universidad de Sevilla. Abril 2002.
- [ESA PSS-05-0] [ESA PSS-05-0] European Space Agency Board for Software Standardisation and Control, Software Engineering Standards, DFl. 50, Issue 2, Febrero 1991.
- [Escalona 2002] [Escalona 2002] M. José Escalona, Nora Koch - Ingeniería de Requisitos en Aplicaciones para la Web – Un estudio comparativo - Universidad de Sevilla 2002 - Journal of Web Engineering - Volume 2 Issue 3, February 2003 – Pág. 193-212
- [Gómez 97] [Gómez 97] Gómez, Asunción; Juristo, Natalia; Montes, César; Pazos, Juan - "Ingeniería del Conocimiento" - 1997
- [Hadad 2008] [Hadad 2008] Hadad, Graciela - Uso de escenarios en la derivación de software- Tesis de doctorado – 2008
- [Hadad, 2003] [Hadad, 2003] Hadad, Graciela; Kaplan, Gladys; Doorn, Jorge – Apuntes de cátedra: Ingeniería de Requisitos – Master en Ingeniería de software – UNLaM – 2003.
- [IEEE Std 1233-1998] [IEEE Std 1233-1998] IEEE Std 1233, Edición 1998 Guía para el desarrollo de Especificaciones de Requerimientos de Sistemas
- [IEEE Std 830 -1998] [IEEE Std 830-1998] IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications (ANSI), IEEE, Nueva York, 1998.
- [IEEE-Std. 610 - 1990] [IEEE-Std.'610' 1990] - IEEE-Std.'610' (1990) IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology. IEEE Computer Society Press
- [Leite 87] [Leite 1987] Leite, J. C. S. P. "A Survey on Requirements Analysis", Advancing Software Engineering Project Technical Report RTP-071, University of California at Irvine, Department of Information and Computer Science, Jun. 1987.
- [Loucopoulos 95] Loucopoulos, P; Karakostas, V. (1995); System Requirements Engineering McGraw-Hill, 1995

- [Mizuno 1983] Mizuno Y., "Software Quality Improvement", IEEE Computer, Vol. 16, No. 3, March 1983, pp 66-72.
- [Montero 2004] Hassan Montero, Y.; Martín Fernández, F.J.; Hassan Montero, D.; Martín Rodríguez, O. – 2004 - *Arquitectura de la Información en los entornos virtuales de aprendizaje: Aplicación de la técnica de Card Sorting y análisis cuantitativo de los resultados*.
- [Montero 2004] Hassan Montero, Yusef; Martín Fernández, Francisco J. (2004). Card Sorting: Técnica de categorización de contenidos. En: No Solo Usabilidad, nº 3, 2004. <nosolousabilidad.com>. ISSN 1886-8592
- [NCC 87] [NCC 87] National Computing Centre (NCC), "The STARTS Guide: A Guide to Methods and Software Tools for the Construction of Large Real-Time Systems", Manchester, 1987.
- [Pan, Zhu & Johnson, 2001] [Pan, Zhu & Johnson, 2001] Pan, D., Zhu, D., Johnson, K. - 2001. Requirements Engineering Techniques. Internal Report. Department of Computer Science. University of Calgary. Canada.
- [Piattini 1996] [Piattini 1996] Mario G. Piattini, José A. Calvo-Manzano, Joaquín Cervera y Luis Fernández. "Análisis y diseño detallado de Aplicaciones informáticas de gestión". Ra-Ma. 1996.
- [Pressman, 2006] [Pressman, 2006] Pressman, Roger Ingeniería de Software: Un enfoque práctico 6ta Edición. Mcgraw Hill, 2006
- [Raghavan 1994] [Raghavan 1994] Raghavan, S.; Zelesnik, G. and Ford, G. 1994. Lecture notes on requirements elicitation. Educational Materials, CMU/SEI-94-EM-10, Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University.
- [Robertson & Roberson 2000] [Robertson & Roberson 2000] Robertson, Suzanne – Robertson, James "Mastering the Requirements Process: Getting Requirements Right" - Addison-Wesley Tercer edición 2012
- [Rumbaugh 94] [Rumbaugh 94] Rumbaugh, J., "Getting Started: Use Cases to Capture Requirements", Journal of Object Oriented Programming, Vol.23, Septiembre 1994, pp.8-12. Reimpreso en "Software Requirements Engineering", editores R.H. Thayer y M. Dorfman, IEEE Computer Society Press, 2ª edición, Los Alamitos, CA, 1997, pp.123-127.
- [Scott Adams] © Scott Adams, Inc./Dist. By UFS, Inc. – Dilbert - Viñeta
- [Sommerville 2005] [Sommerville, 2005]: Sommerville, Ian: "Ingeniería de Software". 7ma. Edición. Addison-Wesley 2005.
- [STARTS Guide 1987) [STARTS Guide 1987) STARTS is a national programme aimed at improving the competitiveness of the UK real-time software systems. Second edition Volume 1 1987.
- [Wieggers, 2003] [Wieggers, 2003] Karl E. Wieggers - Software Requirements - MSPress – 2ª edición - 2003

Glosario

| | |
|-------------|---|
| Artefacto | Un artefacto es, un subproducto de un proceso de desarrollo, puede ser una minuta de reunión, un gráfico, código, etc., cualquier elemento que se obtenga durante el proceso de desarrollo del sistema. |
| Cliente | Quien solicita y define el sistema. |
| DFD | Diagrama de Flujo de Datos |
| Dominio | Área de aplicación sobre la que queremos construir nuestro sistema. Aquellas partes del mundo que afectarán al software y que serán afectadas por él será el Dominio de Aplicación. Es allí donde los usuarios y/o clientes observarán si el desarrollo del software ha cumplido su propósito. [BRO, 1995] |
| Experto | Definimos como experto a aquella persona que conoce como debe desarrollarse una tarea para cumplirla correctamente. |
| Rol | Función que alguien o algo cumple |
| Sonsacar | Procurar con maña que alguien diga o descubra lo que sabe y reserva. |
| Stakeholder | Interesado o involucrado. [Sommerville, 1997] Cualquier persona o grupo que se verá afectado por el sistema, directa o indirectamente. Entre los stakeholders se encuentran los usuarios finales que interactúan con el sistema y todos aquellos en la organización que se pueden ver afectados por su instalación. Otros stakeholders del sistema pueden ser los ingenieros que desarrollan o dan mantenimiento a otros sistemas relacionados, los gerentes del negocio, los expertos en el dominio del sistema y los representantes de los trabajadores. |
| Usabilidad | Es un término que no forma parte del diccionario de la Real Academia Española, aunque es bastante habitual en el ámbito de la informática y la tecnología. Desde el punto de vista del usuario se refiere a la facilidad con que las personas pueden utilizar un sistema. Desde el punto de vista del desarrollador tiene que ver con la claridad y la elegancia con que se diseña la interacción hombre – máquina. |
| Usuario | Quien utiliza el sistema. |
| Volatilidad | Cambios en los requerimientos del sistema. Volatilidad Alta: Muchos cambios. Volatilidad Baja: Pocos cambios. |

Tabla de Figuras

| | |
|-----------|---|
| Figura 1 | Adquisición de Conocimientos – [Gómez 97] Pág. 87 |
| Figura 2 | Profundidad y perspectiva de las fases del proceso de AC – [Gómez 97] Pág. 93 |
| Figura 3 | Crisis del software |
| Figura 4 | Modelo Mizuno o Catarata de Errores - [Mizuno 1983] |
| Figura 5 | Problemas de comunicación (imagen obtenida de Internet) |
| Figura 6 | Costo relativo de reparar errores dependiendo de la etapa de descubrimiento |
| Figura 7 | Ingeniería de Requisitos |
| Figura 8 | Ingeniería de Requisitos – visión extendida |
| Figura 9 | Ingeniería de Requisitos – Sommerville – [Sommerville, 2005] Pág. 130 |
| Figura 10 | Ingeniería de Requisitos - Wiegers |
| Figura 11 | Elementos que forman el proceso de elicitación |
| Figura 12 | Gestión de Requisitos [Hadad 2008] |