



Universidad Nacional del Litoral  
**FACULTAD DE INGENIERÍA  
Y CIENCIAS HÍDRICAS**

**Ingeniería en Informática**

**Ingeniería de Software I**

**TEMA III – Actividades del proceso de desarrollo**

## Introducción

Las cuatro actividades básicas del proceso: *especificación, desarrollo, validación y evolución* se organizan de forma distinta en diferentes procesos de desarrollo. En el enfoque en cascada están organizadas en secuencia, mientras que en el desarrollo evolutivo se entrelazan. Cómo se llevan a cabo estas actividades depende del tipo de software, de las personas y de la estructura organizacional. No hay una forma correcta o incorrecta de organizar estas actividades, y el objetivo de este tema es simplemente proporcionar una introducción de cómo se pueden organizar.

### 3.1 INICIO DEL PROYECTO

#### 3.1.1 Razones de solicitudes de proyectos

Para desencadenar el proceso del desarrollo de un sistema de información de software, debe existir una petición o requerimiento ya sea de un gerente, un empleado, un área de sistemas, una repartición, autoridades políticas, etc.

Las razones por las que se hacen los requerimientos pueden apuntar a diferentes direcciones. A veces tienden a solucionar un problema como la reducción de costos, realizar ciertas tareas o mejorar el control del trabajo que se lleva a cabo. Otras veces es para mejorar la eficiencia del trabajo realizado en distintas áreas de la organización. A continuación se indicarán algunos de los motivos que se presentan con mayor frecuencia:

##### **Mayor velocidad de proceso**

Utilizar la capacidad de la computadora para calcular, clasificar y consultar datos e información cuando se desea una mayor velocidad de proceso que la del personal que efectúa las mismas tareas. Esto permite además, liberar al personal de trabajos tediosos de cálculos o comparaciones rutinarias.

##### **Mayor exactitud y mejor consistencia**

En ocasiones se solicitan los proyectos de sistemas de información para mejorar la exactitud de los datos procesados o para asegurar que siempre se siga un mismo procedimiento que describe cómo realizar una tarea específica, evitando por ejemplo, que el personal tenga que elegir datos de distintos lugares para aplicarlos a una actividad rutinaria como ser el cálculo de actualizaciones monetarias, uso de coeficientes de gran longitud, operaciones que involucran valores de tablas preestablecidas, etc.

##### **Consulta más rápida a la información**

Las organizaciones, almacenan generalmente, grandes cantidades de datos sobre sus operaciones, empleados, clientes, proveedores, contabilidad, finanzas, etc. Dos aspectos son constantes: dónde almacenar los datos, y cómo consultarlos cuando se necesitan. El almacenamiento de datos, se vuelve más complejo si los usuarios desean recuperar los datos en varias formas distintas, y en diferentes circunstancias, efectuando rastreos que demandan tiempo y personal. Las formas de almacenamiento y posterior recuperación que se pueden lograr con el uso de un sistema informático,

permiten por un lado poder almacenar toda la información en dispositivos secundarios y por el otro, hacer recuperaciones dinámicas en poco tiempo y con exactitud.

### **Integración de las áreas de la organización**

Los sistemas de información, se utilizan para integrar las actividades que se expanden alrededor de diversas áreas de la organización. En muchas de ellas, el trabajo hecho en determinada área, es coordinado con el que se lleva a cabo en otra. Información que es capturada en un área, tal vez otra también la necesite y no debe cargarla o procesarla nuevamente. Tal vez un organismo se valga de esa información cargada en varios lugares distintos y la procese en un nivel de consolidación superior. Es importante destacar que debe existir un único punto de entrada de información. Una vez ingresada al sistema, estará disponible para cualquier área.

### **Reducción de costos**

Algunos diseños de sistemas permiten que se realice la misma cantidad de trabajo a menor costo, es decir, si se acepta la ventaja del cálculo automatizado y de las capacidades de recuperación que se pueden incluir en procedimientos de flujo continuo en programas de computadoras. Algunas de las tareas las llevará a cabo un programa de computadora, pero habrá otras que continuarán realizándose por el hombre por el alto componente manual que requiere o bien porque es él quien debe tomar algún tipo de decisión no formalizable que permita la prosecución del circuito de información.

### **Mayor seguridad**

A veces, el hecho de que los datos puedan almacenarse en forma legible para la máquina, provee seguridad que sería difícil de alcanzar en un ambiente no computarizado. A una computadora le es indiferente en el tratamiento automático, trabajar con codificaciones que con descripciones de esos códigos. También la manera de acceder a la información, depende de ciertos permisos existiendo obstáculos que le impiden ingresar a cualquier persona ajena a la organización o sin autorización. Esto no significa que no se pueda penetrar cualquier tipo de bloqueo impuesto, pero disminuye el riesgo consecuentemente con la cantidad de personas que tienen los conocimientos como para hacerlo.

## **3.1.2 Origen de las solicitudes de proyectos**

Existen cuatro orígenes principales de solicitudes de proyectos divididos en dos grupos. El primero de ellos, está compuesto por elementos interiores de la organización, siendo los potenciales solicitantes:

- Directores, Gerentes, Jefes de alto rango
- Altos ejecutivos, Autoridades con cargos políticos (para las reparticiones públicas)
- Analistas de Sistemas, Sectoriales de Informática, Direcciones de Informática

Desde las influencias exteriores, éstas se ven manifestadas a través de exigencias por parte del estado o agencias gubernamentales las que pueden solicitar proyectos de sistemas de información. Los solicitantes pueden pretender aplicaciones totalmente nuevas o proponer cambios a las ya existentes dependiendo del origen y de la razón de la solicitud. Puede ocurrir que debido a los fuertes cambios en las reglas de gestión o la implantación de metodologías y técnicas nuevas o distintas a las mantenidas hasta el momento.

### 3.1.3 Administración de la revisión y selección de proyectos

Normalmente, se generan muchas más solicitudes de desarrollo de sistemas, de las que las organizaciones quieren o son capaces de llevar a cabo. Algunas solicitudes valen la pena, otras no. Antes de que cualquier trabajo se lleve a cabo con relación a estas solicitudes, alguien debe decidir cuáles se van a rechazar (quizás para canalizarlas por otros medios). La decisión de aceptar o rechazar una petición, puede hacerse en muchas formas diferentes y por diversos miembros de la organización. Los analistas de sistemas no son los que toman la decisión final. La metodología más difundida para revisar y elegir los proyectos de desarrollo viables, es mediante la conformación de un grupo multidisciplinario de selección. Este grupo multidisciplinario estará compuesto por:

- **Grupo directivo:** personal jerárquico de la organización (eventualmente autoridades políticas),
- **Grupo de usuarios:** personal especialista en el tema tocado por la solicitud de sistemas y que se verían afectados directamente por la solución adoptada,
- **Grupo de sistemas de información:** personal especialista en sistemas de información

No necesariamente para tomar una decisión deberán intervenir los tres grupos. Dependiendo del caso, uno de ellos bastaría. En el caso en que participen todos ellos, la adopción de una postura puede no ser compartida por los tres grupos, no obstante suelen existir fuertes condicionantes externos (caso de presiones políticas que constituiría el cuarto grupo fantasma), que obligan a aceptar una situación sin siquiera evaluarla.

### 3.1.4 La solicitud del proyecto

La propuesta del proyecto, sometida por el usuario o analistas del grupo de selección, es un elemento crítico para iniciar el estudio de sistemas. Aunque la forma de tal solicitud varía de una organización a otra, existe un acuerdo general sobre la clase de información que debe proporcionarse. Esta información está referida a:

- ¿Cuál es el problema?
- Detalles del problema
- ¿Qué tan significativo es el problema?
- ¿Cuál cree el usuario que es la solución?
- ¿Cómo ayudaría la realización de modificaciones o desarrollo del nuevo sistema de información?

- ¿A quién más que conozca acerca de este problema puede contactarse?

En la propuesta, quien hace la petición, identifica la situación, indica dónde se necesita ayuda y deberá proporcionar los detalles. También es útil para los miembros de grupo de selección, conocer por qué quien hace la petición piensa que el proyecto es importante. La presentación de un informe que describa el significado del problema o situación, servirá como punto de partida para la discusión. Rara vez, existe una solución clara y sencilla al problema o situación. Dado que se deberá efectuar una investigación preliminar para conocer más, es útil si la persona que hace la petición, proporciona los datos de a qué entidad y con qué individuos se puede hacer contacto para obtener más información.

Se aclara que se tratarán los sistemas de información que involucran el desarrollo de componentes de software.

### 3.2 ACTIVIDADES DEL PROCESO DE DESARROLLO

Como se viera en el tema anterior, existen diferentes procesos de software pero todos incluyen cuatro actividades que son fundamentales para la ingeniería de software:

- **Especificación del software.** Tienen que definirse tanto la funcionalidad del software como las restricciones de su operación.
- **Diseño e implementación.** Debe desarrollarse el software para cumplir con las especificaciones.
- **Validación del software.** Hay que validar el software para asegurarse de que cumple con lo que el cliente quiere.
- **Evolución del software.** El software tiene que evolucionar para satisfacer las necesidades cambiantes del cliente.

Cuando la evolución del entorno es muy fuerte - técnicas obsoletas, software obsoleto, modificaciones profundas a las reglas de gestión, etc. -, puede dar origen a otro ciclo de vida.

Estas etapas están íntimamente ligadas y son inseparables. Si bien, las etapas, se exponen en una secuencia, no debe interpretarse que una etapa comienza exactamente con la terminación de la anterior, por lo contrario, algunas fases se superponen. Por otra parte, se puede presentar un comportamiento iterativo, ya que en muchos casos, es necesario volver a una etapa anterior, a raíz de una información incorrecta, una interpretación incorrecta por parte de quien lleva adelante el análisis, etc.

#### 3.2.1 Requerimientos - especificación del software

Considérese por ejemplo el depósito de un comercio que vende determinadas líneas de productos. Con el objeto de controlar mejor sus stocks de mercaderías y tener información más actualizada sobre esos niveles y los puntos de pedido, el comercio necesita agilizar la operación del depósito. Antes de diseñar un sistema para la captación de datos, actualización de archivos y producción de informes (esto último es lo que más le interesa al encargado del depósito), se debe conocer más acerca de cómo maneja la

empresa sus operaciones como ser:

- Saber qué formularios o documentos se utilizan para respaldar las gestiones que se realizan tales como: órdenes de pedido, órdenes de compra, órdenes de pago, facturaciones, etc.
- Saber qué informes - si existen algunos- se producen ahora y para qué se utilizan; por lo tanto se debe buscar la información acerca de dichos informes: listas de avisos de pedidos, solicitudes de compra, listado de mercaderías en stock, etc.
- Es necesario precisar en dónde se origina esta información; por ejemplo: el departamento de compras, el depósito o los departamentos contables.

En otras palabras, se debe comprender la forma en que trabaja el sistema actual, y más específicamente, cuál es el flujo de información que atraviesa al sistema.

Resulta importante también comprender por qué motivo el comercio desea cambiar sus operaciones actuales:

- ¿Tiene problemas al dar seguimiento a sus pedidos, a la mercadería o al dinero?
- ¿Utiliza demasiados formularios en papel innecesariamente?
- ¿Necesita un sistema más eficiente antes de que amplíe sus operaciones?
- ¿Necesita brindar una imagen distinta a sus clientes?

Sólo después de conocer todos estos datos se puede comenzar a definir cómo y dónde se puede beneficiar un sistema de información basado en software y que sirva a todos los usuarios del sistema. Además se deben relevar las expectativas nuevas y funcionalidades que se desea que tenga el nuevo sistema. Esta acumulación de información forma parte de lo denominado **Requerimientos** y obviamente debe preceder a todas las etapas de cualquier proceso de desarrollo de software.

***La especificación del software o la ingeniería de requerimiento, consiste en el proceso de comprender y definir qué servicios se requieren del sistema así como la identificación de restricciones sobre la operación y el desarrollo. Es una etapa particularmente crítica del proceso de software ya que los errores aquí, conducen de manera inevitable a problemas posteriores tanto en el diseño como en la implementación del sistema y pueden concluir con el fracaso del proyecto.***

El proceso de ingeniería de requerimientos se enfoca en producir un documento de requerimientos convenido que especifique los requerimientos de los interesados que cumplirá el sistema. Por lo general los requerimientos se presentan en dos niveles de detalle. Los usuarios finales y clientes necesitan un informe de requerimientos de alto nivel, mientras que los desarrolladores de sistemas precisan una descripción más detallada del sistema.

En esta etapa el trabajo conjunto entre usuarios y equipo de desarrollo, es fundamental. El analista debe considerar cuáles son y serán las necesidades de la organización. Al trabajar con gerentes y empleados, el analista además de conocer el

dominio, recomienda qué medidas podrían adoptarse para una solución o una mejora al utilizar un sistema de software. Obviamente estas recomendaciones tienen límites impuestos por el sistema en sí mismo, ya que en caso de tratarse de disciplinas científicas o técnicas, primeramente es necesario que quienes utilicen el sistema, tengan claramente establecidos sus objetivos, ideas y metodologías de trabajo. De todas maneras, las medidas a tomar deben basarse en aspectos como

- la adaptabilidad de la solución a la estructura de la organización actual
- el apoyo que deberá tener por parte de los usuarios finales

Si los usuarios que emplearán el sistema no se sienten a gusto con éste, fallará en su propósito por mejorar la situación.

El grado de participación de gerentes y empleados dentro de una organización con el sistema de información, puede variar dependiendo del tipo de usuario. Los tipos de usuarios serán clasificados como:

- **Usuarios directos:** son quienes realmente interactúan con el sistema. Ellos ingresan datos o reciben salidas (consultas).
- **Usuarios indirectos:** son quienes se benefician de los resultados o informes producidos por el sistema, pero no interactúan directamente con el hardware o software.
- **Usuarios administrativos:** son los que administran los sistemas de aplicación. Son quienes tienen la autoridad para aprobar o desaprobado la inversión en el desarrollo de aplicaciones. Tienen además la responsabilidad de la organización para la efectividad de los sistemas. Estos usuarios participan activamente en el desarrollo del sistema.

Con frecuencia, y como una primera aproximación al conocimiento de una organización, son utilizados los organigramas para describir las relaciones entre sus componentes, tales como divisiones, departamentos, secciones, oficinas, etc. Aunque los organigramas puedan mostrar las relaciones formales entre los componentes con cierta exactitud, no dicen cómo opera el sistema de la organización, dado que muchos detalles de importancia no se pueden (además no corresponde) describir en las cajas del diagrama. Asimismo, una estructura no siempre refleja las dependencias funcionales reales existentes entre sus distintos miembros.

Existen cinco actividades principales en el proceso de ingeniería de requerimientos:

### 3.2.1.1 Actividades de la ingeniería de requerimientos

#### 3.2.1.1.1 Investigación preliminar

El propósito de la investigación preliminar, radica en evaluar las peticiones de proyecto. No es un estudio de diseño ni tampoco incluye la recopilación de datos para describir completamente el sistema de la organización. En lugar de esto, los analistas

recopilan la información que permite a los miembros del grupo de selección, evaluar las ventajas de la petición del proyecto y dar su juicio bien fundamentado sobre la factibilidad del proyecto propuesto. Los analistas deben en esta etapa:

- Aclarar y entender la petición del proyecto
- Determinar el tamaño del proyecto
- Señalar los costos y beneficios de las alternativas apropiadas
- Determinar la factibilidad técnica y operativa de los enfoques alternativos
- Informar los hallazgos a la gerencia con recomendaciones y subrayando la aceptación o rechazo de la propuesta

Los datos que el analista recaba durante las investigaciones preliminares, se recopilan por medio de dos métodos principales:

- **la revisión de documentos**
- **la entrevista al personal escogido de la organización.**

Los analistas que llevan a cabo la investigación, primero inspeccionan la sección de la organización afectada por el proyecto. Normalmente, los analistas pueden reconocer estos datos, si examinan los organigramas de la organización y estudian los procedimientos de operación descritos. Los procedimientos describen cómo opera el proceso.

Los documentos escritos, señalan a los analistas cómo deben operar los sistemas, pero pueden no incluir suficientes datos para decidir sobre las ventajas de una propuesta de sistemas, ni presentar aspectos sobre las operaciones corrientes. Para conocer estos datos, los analistas realizan entrevistas. En las entrevistas, los analistas estudian las características de los sistemas con el objeto de conocer más hechos sobre la naturaleza del proyecto requerido y la razón para analizarlo; por lo tanto, deben estar seguros de remarcar el requerimiento y el problema que los guíen en sus entrevistas; en otras palabras, deben recabar datos que expliquen más adelante la naturaleza del proyecto solicitado y muestren si la asistencia se justifica en términos económicos, operativos y técnicos. Éste no es el momento para trabajar sobre aspectos posteriores de la investigación detallada. Normalmente, las entrevistas de la investigación preliminar, sólo incluye a la gerencia y al personal de supervisión.

### **3.2.1.1.2 Estudio de la factibilidad del proyecto**

Se realiza una estimación sobre si las necesidades identificadas del usuario se cubren con las actuales tecnologías de software y hardware. El estudio considera si el sistema propuesto tendrá un costo/beneficio desde un punto de vista empresarial y si éste puede desarrollarse dentro de las restricciones presupuestarias existentes. Un estudio de factibilidad debe ser rápido y relativamente barato. El resultado debe informar la decisión respecto a si se continúa o no con un análisis más detallado.

La recopilación de elementos que se lleva a cabo durante la investigación preliminar, examina la factibilidad del proyecto; es decir, la posibilidad de que el sistema sea beneficioso a la organización. Se estudian tres pruebas de factibilidad: operativa,



técnica y financiera. Todas son de la misma importancia.

### **Factibilidad Operativa**

Los proyectos propuestos son beneficiosos sólo si pueden convertirse en sistemas de información que cumplan los requerimientos operativos de la organización y sea consecuente con los objetivos de ella. Dicho de otra forma, esta prueba de factibilidad, cuestiona si el sistema trabajará cuando se desarrolle e instale. Tiene que ver fundamentalmente con el hecho que existan obstáculos para ponerlo en marcha; por ejemplo si tiene suficiente apoyo por parte de la gerencia; si los usuarios aceptarán un cambio que traiga un sistema operativo distinto aunque sea más útil, etc.

Los aspectos que son relativamente pequeños y parecen cuestiones de menor importancia al principio, encuentran siempre maneras de crecer y convertirse en problemas mayores después de la puesta en marcha; por lo tanto, todos los aspectos operativos deben considerarse con cuidado.

### **Factibilidad Técnica**

Los aspectos técnicos, que normalmente surgen durante la etapa de la factibilidad de investigación son:

- ¿Existe la tecnología necesaria (o puede adquirirse) para hacer lo que se sugiere?
- ¿Tiene el equipo propuesto la capacidad técnica para almacenar los datos requeridos y utilizarlos en el nuevo sistema?
- ¿El sistema propuesto y sus componentes proporcionarán las respuestas adecuadas a las preguntas, sin importar el número y ubicación de los usuarios?
- ¿Se puede agrandar el sistema si se desarrolla?
- ¿Existen garantías técnicas de exactitud, confiabilidad, facilidad de acceso y seguridad de datos?

Por ejemplo, si la propuesta incluye el uso de una impresora que imprime a una velocidad de 1000 páginas por minuto, una breve investigación muestra que esto es técnicamente factible. Si debe o no incluirse en la configuración debido a su costo, es una decisión de tipo económico.

### **Factibilidad financiera y económica**

Un sistema que puede desarrollarse técnicamente y que se utilizará si se instala, debe considerarse como una buena inversión para la organización, es decir, los beneficios financieros, deberán igualar o exceder los costos financieros. Las preguntas económicas y financieras que se plantean los analistas durante la investigación preliminar, buscan estimaciones de:

- El costo de llevar a cabo una investigación completa de sistemas
- El costo de hardware y el software para el tipo de aplicación considerado
- Los beneficios en forma de reducción de costos, o menos errores costosos
- El costo si nada cambia (si el sistema no se desarrolla)

Para ser considerada factible, una propuesta de proyecto debe pasar todas estas pruebas; de otra forma, no es un proyecto factible. Muchas solicitudes de proyectos, mueren en esta etapa.

### **3.2.1.1.3 Obtención y análisis de requerimientos**

Este es el proceso de derivar los requerimientos del sistema mediante la observación de los sistemas existentes, discusiones con los usuarios y proveedores potenciales, análisis de tareas, etc. Esto puede incluir el desarrollo de uno o más modelos de sistemas y prototipos, lo que ayuda a entender el sistema que se va a especificar.

El punto clave del análisis de sistemas, se consigue al adquirir un conocimiento detallado de todas las facetas importantes dentro del área de la organización que se investiga. Las preguntas claves que el analista debe conocer son:

- ¿Qué se está haciendo?
- ¿Cómo se está haciendo?
- ¿Qué tan frecuentemente ocurre?
- ¿Qué tan grande es la cantidad de transacciones o decisiones?
- ¿Qué tan bien se lleva a cabo la tarea?
- ¿Existe algún problema?
- Si el problema existe, ¿qué tan serio es?
- Si el problema existe, ¿cuál es la causa principal?

Para contestar a estas preguntas, los analistas deberán tomar contacto con diferentes personas para recabar los detalles con relación al proceso, así como sus opiniones sobre las causas por las cuales suceden las cosas de esa manera y que expongan algunas ideas para modificarlas.

Existen varias técnicas para la recopilación de información, cada una de ellas con ventajas y desventajas sobre las otras, por lo que solamente la experiencia del analista es la que le permitirá elegir la más adecuada o la combinación de algunas de ellas, lógicamente, dependiendo del caso de estudio y de la magnitud de la organización objeto del trabajo.

#### **Entrevistas**

Las entrevistas, se utilizan para recopilar información en forma verbal, a través del mantenimiento del diálogo entre el analista y los interlocutores acerca de temas previamente determinados por aquel. Los interlocutores pueden ser de niveles gerenciales o simplemente empleados, los cuales son usuarios actuales del sistema existente, usuarios potenciales del sistema propuesto o aquellos que proporcionarán datos o serán afectados por la aplicación propuesta. Es de destacar que la entrevista es una forma de conversación y NO de interrogación.

En las investigaciones de sistemas, las formas cualitativas y cuantitativas de información son importantes. La información cualitativa, está relacionada con opiniones, políticas y descripciones narrativas de actividades o problemas, mientras que las cuantitativas tratan con números, frecuencias o

cantidades. A menudo las entrevistas son la mejor fuente de información cualitativa; los otros métodos, tienden a ser útiles en la recopilación de datos cuantitativos. Son valiosas las opiniones, comentarios, ideas o sugerencias con relación a cómo se podría hacer el trabajo. Mucha gente incapaz de expresarse por escrito, puede discutir sus ideas en forma verbal. Como resultado de esto, las entrevistas pueden descubrir rápidamente malos entendidos, falsas expectativas o incluso, resistencia potencial para las aplicaciones de desarrollo.

Existen dos tipos de entrevistas:

- **Entrevistas Estructuradas**
- **Entrevistas sin Estructura**

Si el objetivo de la entrevista radica en adquirir información general, es conveniente elaborar una serie de preguntas (o mejor dicho, una forma de llevar la conversación hacia la parte que al analista le interese) sin estructura, con una sesión de preguntas y respuestas libres. La atmósfera abierta y de fácil flujo de esta modalidad, proporciona una mayor oportunidad para conocer las actitudes, ideas y creencias de quien responde.

Las entrevistas estructuradas, utilizan preguntas estandarizadas. El formato de respuestas para las preguntas puede ser abierto o cerrado.

Las preguntas para respuestas abiertas les permiten a los entrevistados dar cualquier respuesta que parezca apropiada. Pueden contestar por completo con sus propias palabras y exponiendo sus ideas particulares sobre el tema tratado.

Con las preguntas para respuestas cerradas, se proporciona al usuario un conjunto de respuestas alternativas que se pueden seleccionar. Todas las personas que responden se basan en un mismo conjunto de respuestas posibles.

Las entrevistas no estructuradas, requieren menos tiempo de preparación, porque no se necesita tener por anticipado las palabras precisas de las preguntas y de las posibles respuestas que se le darán como opciones al interlocutor. Sin embargo, analizar las respuestas después de las entrevistas, lleva más tiempo que con las estructuradas.

Dado que un limitado grupo de personas se seleccionarán para las entrevistas, se deberá ser cuidadoso en incluir aquellas personas que tienen información que no se podrá conseguir de otra forma. Durante las primeras etapas de un estudio de sistemas, cuando los analistas determinan la factibilidad del proyecto, con frecuencia las entrevistas sólo se aplican a la gerencia o personal de supervisión. Sin embargo, durante la investigación detallada en donde el objetivo es descubrir hechos específicos, opiniones y conocer cómo se manejan las operaciones desempeñadas actualmente, las entrevistas se aplican a todos los niveles gerenciales y a los empleados, dependiendo de quien pueda proporcionar la mayor parte de la información útil para el

estudio. Unos pueden conocer cuestiones generales de los problemas tratados (niveles gerenciales), mientras que otros los conocen con profundidad (empleados).

Demás está decir que la habilidad del analista es vital para el éxito en la búsqueda de hechos por medio de la entrevista (“no es fácil el tema de las relaciones humanas”). Las buenas entrevistas, dependen del conocimiento del analista tanto de la preparación del objetivo de una entrevista específica, como de las preguntas que se le van a realizar a una persona determinada.

### **Cuestionarios**

Para los analistas, los cuestionarios, pueden ser la única manera posible de relacionarse con un gran número de personas para conocer varios aspectos del sistema. Por supuesto, no es posible observar las expresiones o reacciones de quienes responden a los cuestionarios. En la mayor parte de los casos, el analista, no verá a los que responden, y esto es una ventaja para quien contesta pues al realizarse muchas entrevistas, ayuda a asegurar que el interpelado cuenta con mayor anonimato y pueden darse respuestas más honestas (y menos respuestas predefinidas o estereotipadas). Las preguntas estandarizadas, pueden proporcionar datos más confiables. Asimismo, las características anteriores, también son desventajas de los cuestionarios. Aunque su aplicación puede realizarse con un mayor número de individuos, es muy rara una respuesta total. Puede necesitarse algún seguimiento de los cuestionarios para motivar al personal a que responda.

Existen dos formas de cuestionarios para recopilar datos: cuestionarios abiertos y cuestionarios cerrados, y su aplicación depende del grado de conocimiento que los analistas posean acerca de todas las posibles respuestas a las eventuales preguntas y de esa manera poder incluirlas. Con frecuencia, se utilizan ambas formas en los estudios de sistemas.

Los cuestionarios abiertos, al igual que las entrevistas, son aplicados cuando se quieren conocer los sentimientos, opiniones y experiencias generales. También son útiles al explorar el problema básico. El formato abierto, proporciona una amplia oportunidad para que quienes respondan, describan y expliciten las razones de sus ideas.

Los cuestionarios cerrados, limitan las respuestas posibles del interrogado. Por medio de un cuidadoso estilo en la pregunta, el analista puede controlar el marco de referencia. Este formato es el mejor método para obtener información sobre los hechos. También fuerza a los individuos para que tomen una posición y forma su opinión sobre los aspectos importantes. Las formas más comunes de respuestas a cuestionarios cerrados son:

- 1 - Si/No
- 2 - De acuerdo/en desacuerdo
- 3 - Selección de respuestas por escala
- 4 - Selección de puntajes o número de ocurrencias
- 5 - Rangos
- 6 - Selección limitada de respuestas

Los cuestionarios bien hechos, no se desarrollan rápidamente. Su confección lleva tiempo y mucho trabajo de preparación. La primera consideración se encuentra en determinar el objetivo del mismo. ¿Qué datos quiere conocer el analista a través de su uso?

Aquellas personas que reciban el cuestionario, deben seleccionarse de acuerdo con la información que puedan proporcionar. Escribir o imprimir un cuestionario, no significa que se pueda distribuir amplia y libremente sin un análisis previo. En caso que sean contestados por personas no calificadas y si el cuestionario es anónimo, ya no será posible retirar sus respuestas de la muestra, distorsionándose el resultado de la investigación en ese aspecto.

### **Revisión de registros**

Con frecuencia, en muchas organizaciones la información ya se encuentra disponible para que el analista conozca las actividades y operaciones con las cuales no está familiarizado. Muchos tipos de registros e informes son accesibles si el analista sabe donde buscar. En la revisión de registros, los analistas examinan datos y descripciones que ya están escritos o registrados en relación con el sistema y las dependencias donde desenvuelven sus actividades los usuarios. Esta forma de encontrar datos, puede servir como presentación del analista si se realiza al iniciar el estudio, o bien como un término de comparación de lo que sucede en la dependencia con lo que los registros presentan como lo que debería suceder.

El término *registros*, se refiere a los manuales escritos sobre políticas, regulaciones y procedimientos de operaciones estándares que la mayoría de las organizaciones mantienen como guía de referencia para personal directivo y empleados. Los manuales que documentan o describen las operaciones para los procesos de datos existentes o sistemas de información que entran dentro del área de investigación, también proporcionan una visión sobre la forma en la que la organización debe conducirse. Normalmente muestran los requerimientos y restricciones del sistema y características de procesamiento. Los registros permiten que los analistas se familiaricen con algunas operaciones, oficinas de la organización y relaciones formales a las que debe darse apoyo. No obstante, no muestran cómo producen de hecho las actividades, dónde se ubica el poder verdadero para las decisiones, o cómo se realizan las tareas en la actualidad. Los otros métodos con objeto de encontrar datos estudiados en esta sección, son más eficaces para proporcionar al analista este tipo de información.

En la mayor parte de las organizaciones, los manuales y estándares sobre procedimientos de operación, usualmente son obsoletos; a menudo no se mantienen actualizados lo suficiente para poder señalar los procedimientos existentes. Los organigramas, muestran cómo las diferentes unidades de la organización *deberían* relacionarse con otras, pero muchas, no reflejan las operaciones actuales.

Otro componente que aparece en estos manuales, está constituido por los formularios estándares utilizados por la organización para su manejo interno.

Estos documentos y formularios (aun los que están en blanco) utilizados en la organización, proporcionan sin lugar a dudas, una porción importante del grupo de datos que son manejados dentro del sistema. Al comparar los formularios en blanco con el procedimiento y los manuales de operación, se muestra al analista cómo deben llenarse; por lo tanto, recolectar y comparar los formularios ya completos y los informes, permite señalar cualquier variación entre el uso de hecho y el prescrito en los documentos. A veces existen diferencias. Algunos espacios de los formularios se dejan en blanco; otras se completan con diferentes datos de los solicitados y otras se distribuyen en oficinas distintas a aquellas que se había prescrito. En algunas investigaciones para encontrar la causa de un problema operativo específico, los analistas deben ser capaces de detectar estas causas y encontrar las diferencias entre los procedimientos reales y los planificados.

Puede ser muy revelador realizar un *muestreo* de algunos de los documentos o formularios utilizados en los procesos. Los analistas pueden obtener copias para observar qué hay y qué falta. Analizar un conjunto de copias seleccionadas al azar, permite el cálculo de porcentajes de error y las estadísticas que describen en forma completa una situación. Al reunirse con mucha información de este tipo, es aconsejable catalogar los documentos a fin de determinar cuáles se utilizan y cuándo, y cuáles no se utilizan después de llenados. Este esfuerzo extra, puede ser difícil e insumir mucho tiempo si el número de documentos es elevado, pero establecer un diagrama de procedimientos y flujos, puede resultar de gran utilidad para lograr una visión integral de todas las tareas.

También se deben buscar los formularios y documentos que desconoce la mayoría. Son aquellos que los individuos elaboran para su propio uso, pero que no son parte de los procedimientos preestablecidos. Pueden ser señales de ineficacia de los métodos estándares o causas de problemas.

### **Observación**

Leer en relación con una actividad de una organización, le proporciona al analista una dimensión de las actividades del sistema. Entrevistar personas, ya sea directamente o a través de cuestionarios, también le ayuda y le dice algo más. Ninguno de los dos métodos da una información completa. La observación proporciona información de primera mano en relación con la forma en que se llevan a cabo las actividades. Las preguntas sobre el uso de documentos, la manera en la que se realizan las tareas y si ocurren los pasos específicos como se preestablecieron, puede contestarse rápidamente si se observan las operaciones. Un analista que desea conocer lo que hace un gerente de alto nivel cuando decide si aceptará una oferta por ejemplo, debe observar el tipo de información que requiere o solicita, qué tan pronto le llega, si le llega o no en término y de dónde viene. También es importante saber si esta información es utilizada o no. Cada pregunta que el analista se plantee no se contestará de esta manera, pero la información que puede obtenerse, no estaría disponible de otra forma.

La observación es muy útil cuando el analista necesita ver de primera mano, cómo se manejan los documentos, cómo se llevan a cabo los procesos y si

ocurren los pasos especificados. Debe tratar de captar quien utiliza los documentos y si encuentran dificultades en su uso. También deberá detectar cuáles son los documentos o registros que no se utilizan. Otro elemento que se debe identificar, está constituido por las tareas problemáticas que llevan a los empleados a cometer errores con frecuencia al completarlas, así como aquellas que tienden a retardar el procedimiento.

Uno de los problemas que puede presentarse, es que el observado puede cambiar la forma en que el trabajo se lleva a cabo; esto es normal. En la observación participativa, los analistas se convierten en parte de la situación y hacen el trabajo por sí mismos. La participación les proporcionará impresiones de primera mano del trabajo diario del personal del mostrador. Será informativo en la medida que los analistas puedan posteriormente retroceder y ser objetivos en cuanto a lo que han experimentado. Cuando terminan, los analistas poseerán información adicional que no estaría disponible por medio de ninguno de los otros métodos de recopilación de datos ya vistos.

#### **3.2.1.1.4 Especificación de requerimientos**

Consiste en la actividad de transcribir la información recopilada durante la actividad del análisis en un documento que define un conjunto de requerimientos. En este documento se incluyen dos clases de requerimientos. Los requerimientos de usuario son informes abstractos de requerimientos del sistema para el cliente y el usuario final del sistema; y los requerimientos de sistema son una descripción detallada de la funcionalidad a ofrecer.

#### **3.2.1.1.5 Validación de requerimientos**

Esta actividad verifica que los requerimientos sean realistas, coherentes y completos. Durante este proceso es inevitable descubrir errores en el documento de requerimientos y en consecuencia deben ser modificados y corregidos.

Las actividades del proceso de requerimientos no se realizan simplemente en una secuencia estricta. El análisis de requerimientos continúa durante la definición y especificación y a lo largo del proceso salen a la luz nuevos requerimientos; por lo tanto las actividades de análisis, definición y especificación están vinculadas. En los métodos ágiles, los requerimientos se desarrollan de manera incremental según las prioridades del usuario, en tanto que la obtención de requerimientos proviene de los usuarios que son parte del equipo de desarrollo.

#### **3.2.1.2 Uso de modelos**

En toda esta etapa suelen utilizarse modelos de sistemas ya que ayudan a aclarar lo que hace el sistema existente y pueden utilizarse como base para discutir sus fortalezas y debilidades. Los modelos del sistema nuevo se emplean durante toda la etapa de

ingeniería de requerimientos para ayudar a explicar los requerimientos propuestos a otros participantes del sistema. Los ingenieros usan tales modelos para discutir las propuestas de diseño y documentar el sistema para la implementación. El aspecto más importante de un modelo del sistema es que deja fuera los detalles ya que un modelo es una abstracción del sistema a estudiar y no una representación de dicho sistema. De manera ideal, una representación de un sistema debe mantener toda la información sobre la entidad a representar. Una abstracción simplifica y recoge deliberadamente las características más destacadas dejando de lado las que no lo son o no resultan pertinentes. Existe una gran variedad de modelos que pueden utilizarse y que dependen del aspecto que se quiere representar como ser:

- Una perspectiva externa (modelo de contexto o entorno del sistema)
- Una perspectiva de interacción donde se modele la interacción entre un sistema y su entorno o entre los componentes de un sistema
- Una perspectiva estructural donde se modelen la organización de un sistema o la estructura de datos que procese el sistema
- Una perspectiva de comportamiento donde se modele el comportamiento dinámico del sistema y cómo responde ante ciertos eventos.

Cuando se desarrollen modelos de sistema no es necesario apegarse rigurosamente a los detalles de una notación. El detalle y el rigor de un modelo dependen de cómo lo use. Los modelos gráficos se utilizan con muchísima frecuencia:

- Como medio para facilitar la discusión sobre un sistema existente o propuesto.
- Como una forma de documentar el sistema (planos del sistema)
- Como una descripción detallada del sistema que sirve para generar una implementación del sistema.

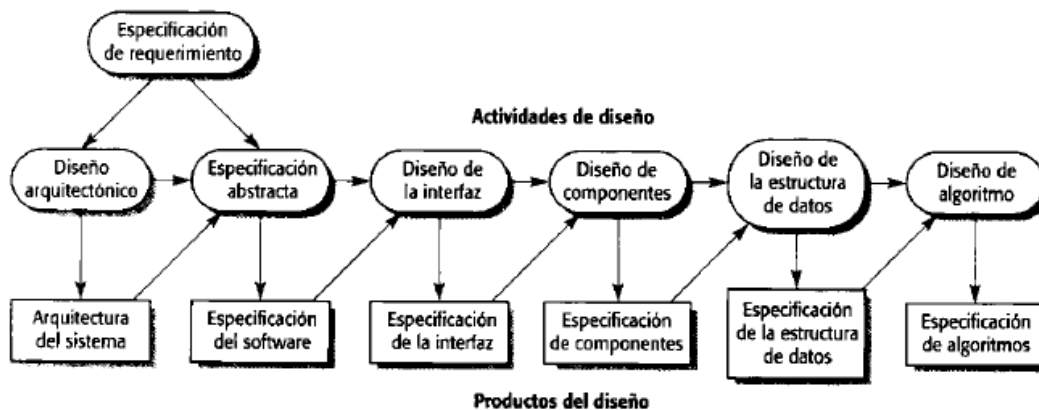
Distintos tipos de modelos se verán en los temas subsiguientes. La mayoría de los modelos existentes cuentan con herramientas de software que permiten construirlos y mantenerlos de una manera integrada (herramientas CASE - *Computer Aided Software Engineering*).

### **3.2.2 Diseño e implementación del software**

La etapa de implementación de desarrollo de software corresponde al proceso de convertir una especificación del sistema en un sistema ejecutable. Siempre incluye procesos de diseño y programación de software aunque también puede involucrar la corrección de una especificación del software si se utiliza un enfoque incremental de desarrollo.

Un diseño de software se entiende como una descripción de la estructura del software que se va a implementar, los modelos y las estructuras de datos utilizados por el sistema, las interfaces entre componentes del sistema y, en ocasiones, los algoritmos usados. Los diseñadores no llegan inmediatamente a una creación terminada, sino que desarrollan el diseño de manera iterativa. Agregan formalidad y detalle conforme realizan su diseño con vueltas atrás constantemente para corregir diseños anteriores.





La figura es un modelo abstracto de este proceso que ilustra las entradas al proceso de diseño (actividades de diseño) y los documentos generados como salidas de este proceso. Sugiere que las etapas del proceso de diseño son secuenciales. De hecho, las actividades del proceso de diseño están vinculadas. En todos los procesos de diseño es inevitable la retroalimentación de una etapa a otra y la consecuente reelaboración del diseño.

El proceso de diseño puede implicar el desarrollo de varios modelos del sistema con diferentes niveles de abstracción. Mientras se descompone un diseño, se descubren errores y omisiones de las etapas previas. Esta retroalimentación permite mejorar los modelos de diseño previos. La figura es un modelo de este proceso que muestra las descripciones de diseño que pueden producirse en varias etapas del diseño. Este diagrama sugiere que las etapas son secuenciales. En realidad, las actividades del proceso de diseño se entrelazan. La retroalimentación entre etapas y la consecuente repetición del trabajo es inevitable en todos los procesos de diseño.

Una especificación para la siguiente etapa es la salida de cada actividad de diseño. Esta especificación puede ser abstracta y formal, realizada para clarificar los requerimientos, o puede ser una especificación para determinar qué parte del sistema se va a construir. Durante todo el proceso de diseño se detalla cada vez más esta especificación. El resultado final del proceso son especificaciones precisas de los algoritmos y estructuras de datos a implementarse.

Las actividades específicas del proceso de diseño son:

### 1. Diseño arquitectónico

Aquí se identifica la estructura global del sistema, los principales componentes (subsistemas o módulos) sus relaciones y cómo se distribuyen.

### 2. Especificación abstracta

Para cada subsistema se produce una especificación abstracta de sus servicios y las restricciones bajo las cuales debe funcionar.

### 3. Diseño de interfaz

Para cada subsistema se diseña y documenta su interfaz con otros

subsistemas. Esta especificación de la interfaz debe ser inequívoca ya que permite que el subsistema se utilice sin conocimiento de su funcionamiento.

#### **4. Diseño de componentes**

Se toma cada componente del sistema y se diseña cómo funcionará. Esto puede ser un simple dato de la funcionalidad que se espera implementar, y al programador se le deja el diseño específico.

#### **5. Diseño de la estructura de datos**

Se diseña en detalle y especifica la estructura de datos utilizada en la implementación del sistema.

#### **6. Diseño de algoritmos**

Se diseñan en detalle y especifican los algoritmos utilizados para proporcionar los servicios.

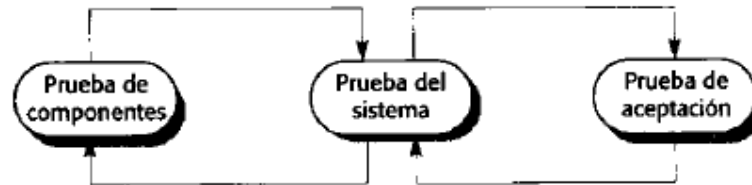
Las salidas conducen a un conjunto de especificaciones de diseño y el detalle y la representación de las mismas varía entre distintos tipos de sistemas. En algunos casos hacen falta documentos detallados que establezcan descripciones exactas del sistema. Estas especificaciones pueden representarse en diagramas o modelos de los que puede generarse de manera automática cierta codificación.

Con esta información puede realizarse la programación. Ésta es una actividad personal y no hay proceso que se siga de manera general. Algunos programadores comienzan con componentes que entienden, los desarrollan y luego, cambian hacia componentes que entienden menos. Otros dejan hasta lo último los componentes familiares. A algunos les agrada definir con anticipación datos en el proceso, que luego usan para probar en el desarrollo del programa. Por lo general los programadores realizan algunas pruebas de código. Esta actividad es la depuración (*debugging*). La prueba de defectos y la depuración son procesos diferentes. La primera establece la existencia de defectos mientras que la segunda se dedica a localizar y corregirlos. Cuando se depura, se debe elaborar una hipótesis sobre el comportamiento observable del programa y luego, poner a prueba dicha hipótesis con la esperanza de encontrar la falla que causó la salida anómala. Poner a prueba la hipótesis quizá requiera rastrear manualmente el código del programa, o bien, tal vez se necesiten nuevos casos de prueba para localizar el problema. Con la finalidad de apoyar el proceso de depuración, se deben utilizar herramientas interactivas que muestren valores intermedios de las variables del programa así como el rastro de las instrucciones ejecutadas.

### **3.2.3 Validación del software**

La verificación y validación del software se crea para mostrar que un sistema cumple tanto con sus especificaciones como las expectativas del cliente. Las pruebas de programa donde el sistema se ejecuta a través de datos de prueba simulados, son la principal técnica de validación. Esta última también puede incluir procesos de comprobación como inspecciones y revisiones en cada etapa del proceso de software, desde la definición de requerimientos del usuario hasta el desarrollo del programa.

Con excepción de los programas pequeños, los sistemas no deben ponerse a prueba como una unidad monolítica. La siguiente figura muestra un proceso de prueba de tres etapas donde los componentes del sistema se ponen a prueba; luego se hace lo mismo con el sistema integrado y finalmente el sistema se pone a prueba con los datos del cliente.



De manera ideal, los defectos de los componentes se detectan oportunamente en el proceso, en tanto que los problemas de interfaz se localizan cuando el sistema se integra. Sin embargo, conforme se descubran los defectos, el programa deberá depurarse y esto quizá requiera la repetición de otras etapas en el proceso de pruebas. Los errores en los componentes del programa pueden salir a la luz durante las pruebas del sistema. En consecuencia, el proceso es iterativo, con información retroalimentada desde etapas posteriores hasta las partes iniciales del proceso. Las etapas en el proceso de pruebas son:

### **1. Prueba de desarrollo**

Las personas que desarrollan el sistema ponen a prueba los componentes que lo constituyen. Cada componente se prueba de manera independiente. Éstos pueden ser simples entidades como funciones o clases de objeto o agrupamientos coherentes de dichas entidades. Por lo general se utilizan herramientas de automatización de pruebas como JUnit, que pueden volver a correr pruebas de componentes cuando se crean nuevas versiones.

### **2. Pruebas del sistema**

Los componentes del sistema se integran para crear un sistema completo. Este proceso tiene la finalidad de descubrir errores que resulten de interacciones no anticipadas entre componentes y problemas de interfaz entre ellos, así como de mostrar que el sistema cubre sus requerimientos y poner a prueba las propiedades emergentes del sistema. Para sistemas grandes, esto puede ser un proceso de múltiples etapas, donde los componentes se juntan para formar subsistemas que se ponen a prueba de manera individual antes de que dichos subsistemas se integren para establecer el sistema final.

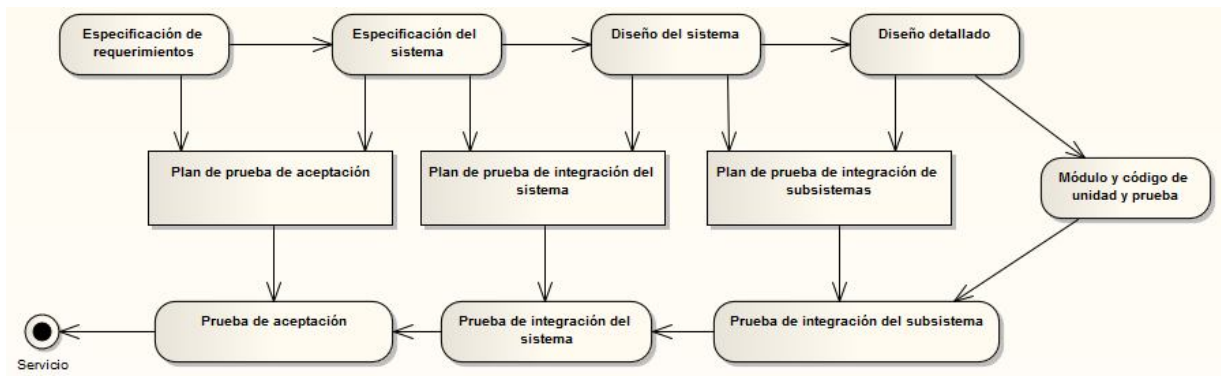
### **3. Pruebas de aceptación**

Ésta es la etapa final en el proceso de pruebas, antes de que el sistema se acepte para uso operacional. El sistema se pone a prueba con datos suministrados por el cliente del sistema en vez de datos de prueba simulados. Las pruebas de aceptación revelan los errores y las omisiones en la definición de requerimientos del sistema, ya que los datos reales ejercitan el sistema de manera diferente a los datos de prueba. Asimismo, las pruebas de aceptación revelan problemas de requerimientos, donde las instalaciones del sistema en realidad no cumplan las necesidades

del usuario o cuando sea inaceptable el rendimiento.

Por lo general, los procesos de desarrollo y de pruebas de componentes están entrelazados. Los programadores construyen sus propios datos de prueba y experimentan el código de manera incremental conforme lo desarrollan.

Si se usa un enfoque incremental para el desarrollo, cada incremento debe ponerse a prueba conforme se diseña y tales pruebas se basan en los requerimientos para dicho incremento. Si se sigue un plan, las pruebas se realizan mediante un conjunto de planes de prueba. Un equipo independiente de examinadores trabaja con base en dichos planes preformulados que se desarrollaron a partir de la especificación y el diseño del sistema. En la siguiente figura se muestra cómo se vinculan los planes de prueba entre las actividades de prueba y desarrollo.



A esto se lo conoce como modelo de desarrollo **V**.

En ocasiones a las pruebas de aceptación se les identifica como **pruebas alfa**. Los sistemas a medida se desarrollan solamente para un cliente; el proceso de prueba alfa continúa hasta que el desarrollador del sistema y el cliente estén de acuerdo en que el sistema entregado es una implementación aceptable de los requerimientos.

Cuando un sistema se marca como producto de software, se utiliza con frecuencia un proceso de prueba llamado **prueba beta**. Ésta incluye entregar un sistema a algunos clientes potenciales que están de acuerdo con usar el sistema. Ellos reportan los problemas a los desarrolladores. Dicho informe expone el producto a uso real y detecta errores que no fueron anticipados. Después de esta retroalimentación, el sistema se modifica y libera ya sea para más pruebas beta o para su venta general.

### 3.2.4 Evolución del software

La flexibilidad de los sistemas de software es una de las razones principales por las que cada vez más software se incorpora en los sistemas grandes y complejos. Una vez tomada la decisión de fabricar hardware, resulta muy costoso hacer cambios a su diseño. Sin embargo, en cualquier momento durante o después del desarrollo del sistema, pueden hacerse cambios en el software. Incluso los cambios mayores son todavía más baratos que los correspondientes cambios al hardware del sistema.

En la historia siempre ha habido división entre el proceso de desarrollo del software y su proceso de evolución (mantenimiento). Las personas consideran el desarrollo de software como una actividad creativa en la cual se diseña un sistema desde un concepto inicial y a través de un método de trabajo. No obstante, consideran en ocasiones el mantenimiento de software como insulso y poco interesante. Aunque en la mayoría de los casos los costos de mantenimiento son varias veces los costos iniciales del desarrollo, los procesos de mantenimiento se consideran en ocasiones como menos desafiantes que el desarrollo de software original.

Esta distinción entre desarrollo y mantenimiento es cada vez más irrelevante. Es muy difícil que cualquier sistema de software sea un sistema completamente nuevo y tiene mucho más sentido ver el desarrollo y el mantenimiento como un continuo. En lugar de dos procesos separados, es más realista pensar en la ingeniería de software como un procesos evolutivo donde el software cambia continuamente a lo largo de su vida en función de los requerimientos y las necesidades cambiantes del cliente y el medioambiente.

