

ANÁLISIS Y MODELADO CON REDES DE WORKFLOW DEL PROCESO DE TRATAMIENTO DE EXPERIENCIAS OPERATIVAS

Pedro Solana González
Margarita Alonso Martínez
Daniel Pérez González

RESUMEN

El presente trabajo introduce los sistemas de gestión de flujos de trabajo en las organizaciones, como sistemas de colaboración que dan soporte a la automatización de sus procesos de negocio. Se estudian los conceptos de modelo de proceso y modelo de *workflow*. Se analizan los principales modelos y técnicas que permiten especificar y representar procesos de negocio organizacionales: los modelos de actividad, las redes de Petri y las redes de *workflow*. Se analiza el proceso de tratamiento de la experiencia operativa en la actividad industrial, que puede ser utilizado como ayuda a la mejora continua y al aprendizaje en las organizaciones, y se propone un modelo de red de *workflow* aplicado a su gestión.

Palabras clave: Flujo de trabajo, proceso de negocio, redes de Petri, redes de workflow, experiencia operativa.

ABSTRACT

This paper investigates workflow management systems in companies, specifically collaborative systems that support the automation of business processes. The paper explores process models and workplace models and analyses techniques that allow the specification and representation of organisational business processes: the activity model, Petri nets and workflow nets. We analyse the treatment process of operational experiences in industrial activity that can be used to continually improve help and learning in organisations, and propose a workflow net model to applied to its management.

Keywords: Workflow, business processes, Petri nets, workflow nets, operational experience.

1. PROCESOS DE NEGOCIO Y FLUJOS DE TRABAJO

El conjunto de procedimientos de actuación y actividades relacionadas que se llevan a cabo de forma integrada para alcanzar un objetivo de negocio o una meta establecida se considera un proceso de negocio. Normalmente dichos procesos se llevan a cabo en el contexto de una estructura organizativa en la que hay establecidos roles funcionales y relaciones. Un proceso puede desarrollarse en su totalidad en una sola unidad organizativa o puede aplicar a diversas organizaciones — procesos interorganizativos —, como ocurre en las relaciones entre cliente y proveedor. Los procesos de negocio pueden involucrar interacciones formales o relativamente informales entre los participantes, y su duración puede ser muy variable. Asimismo, están constituidos por actividades automatizadas, en cuyo caso el sistema es capaz de llevarlas a cabo, y por actividades manuales, las cuales quedan fuera del control del sistema (WFMC-TC00-1011 Issue 3.0, 1999).

Un flujo de trabajo — *workflow* — en el contexto de las tecnologías de la información, hace referencia a la automatización de un procedimiento de trabajo en el que intervienen documentos, información y tareas que interactúan entre los participantes según un conjunto de reglas definidas, cuyo propósito es alcanzar o contribuir a la consecución de un objetivo de negocio más general. Un flujo de trabajo facilita o automatiza la realización de una parte o la totalidad de un proceso mediante métodos y sistemas informáticos (Hollingsworth, 1995).

Un sistema de gestión de flujos de trabajo — *Workflow Management System (WFMS)*¹ —, es un sistema informático que automatiza un proceso de negocio gestionándolo como una secuencia de

¹ En aquellos aspectos relacionados con la tecnología *workflow* se deben tomar como una referencia los documentos y estándares establecidos por la *Workflow Management Coalition*.

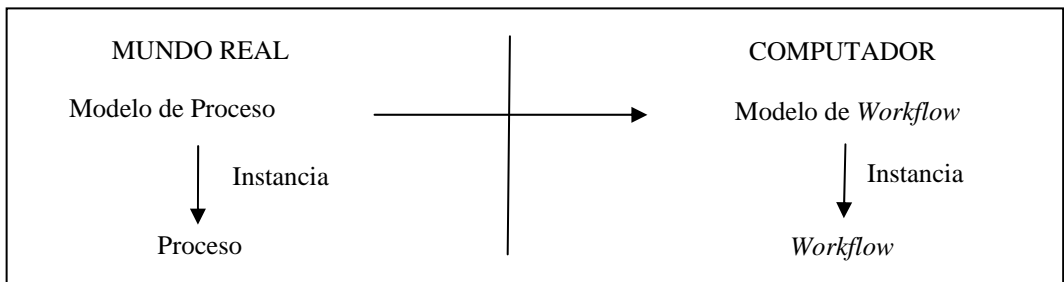
actividades cuya realización requiere el empleo de recursos humanos y tecnológicos, los cuales están asociados a las actividades en las diversas etapas de su desarrollo. El propósito de un sistema de *workflow* es la definición completa, la gestión y la ejecución de flujos de trabajo, mediante un sistema informático capaz de representar o modelizar la lógica del flujo y controlar su ejecución de acuerdo con dicho modelo.

Los sistemas de *workflow* deben ser considerados sistemas de colaboración que permiten la automatización de los procesos y flujos de trabajo de las organizaciones, los cuales se desarrollan frecuentemente en entornos complejos, heterogéneos y distribuidos, que exigen una alta capacidad de adaptación de los sistemas a las necesidades crecientes de cambio en entornos dinámicos.

1.1. Modelo de proceso y modelo de *workflow*

Un modelo de proceso describe la estructura de un proceso de una organización. Define los posibles caminos que puede seguir, incluyendo las reglas que establecen qué caminos se deben tomar y las acciones necesarias para llevarlo a cabo. Un modelo de proceso es una plantilla a partir de la cual se crea una instancia de cada proceso que se debe realizar. Los procesos no tienen por qué ejecutarse necesariamente en un computador, muchos procesos de las organizaciones se llevan a cabo sin que ninguna de sus actividades se realice con un ordenador. Un caso típico es aquel en que un documento se pasa a revisión. Un proceso habitualmente está constituido por actividades, parte de las cuales se realizarán con la ayuda de uno o varios sistemas informáticos. Las partes que son ejecutadas sobre el computador constituyen el modelo de *workflow*.

FIGURA 1. Modelo de proceso y modelo de *workflow*



Fuente: Leymann y Roller (2000).

Un modelo de *workflow* puede ser sólo una parte de un modelo de proceso extenso o puede contener el modelo de proceso en su totalidad. Los programas que llevan a cabo flujos de trabajo pueden ser WfMS de propósito general o aplicaciones especializadas que gestionan un determinado modelo de proceso. Un modelo de *workflow* es una plantilla para la creación de flujos de trabajo, del mismo modo que un modelo de proceso es una plantilla para la creación de procesos.

1.2. Niveles de actuación de los sistemas de *workflow*

Según Hollingsworth (1995), los sistemas de *workflow* deben tener capacidad para gestionar los siguientes niveles fundamentales de actuación:

1º) El diseño y definición de flujos de trabajo: el proceso de negocio se traslada del mundo real a una representación formal procesable por un computador. En esta fase se hace uso de técnicas de análisis, modelado y definición de sistemas. El proceso de definición es posible expresarlo de forma textual, gráfica o mediante lenguajes de notación formal. El resultado es un modelo del proceso o la definición del proceso.

El proceso de definición comprende la descomposición del proceso de negocio en un conjunto discreto de actividades que se realizan por etapas. Estas actividades tienen asociadas acciones humanas o automatizables por computador, así como las reglas que determinan la progresión del proceso a través de las diversas etapas que determinan las actividades.

2º) *La instanciación y control de la ejecución del flujo de trabajo*: los modelos de procesos deben ser interpretados por el sistema de *workflow*, que debe tener la capacidad de crear, controlar y eliminar instancias de los procesos definidos. El control de la ejecución requiere la planificación dinámica de las etapas de actividad a seguir durante el proceso. El conjunto de componentes *software* que manejan las funciones mencionadas constituye el “motor” del sistema de *workflow*.

El sistema de *workflow* debe permitir asignar las tareas a las personas de la organización, recordar a las personas aquellas tareas que están pendientes de realizarse en las colas asociadas a las instancias de los flujos de trabajo, colaborar compartiendo tareas, acceder a la información necesaria para completar éstas, y proporcionar a los supervisores información acerca del estado de cada tarea y de la productividad de los equipos de trabajo (Chaffey, 1998).

3º) *La interacción con los usuarios, aplicaciones y recursos*: las actividades de un flujo de trabajo, con mucha frecuencia están ligadas a acciones humanas que se realizan haciendo uso de aplicaciones o programas, y en general, de recursos informáticos: formularios que se han de completar, registros de base de datos que se han de crear, actualizar o eliminar, etc. Es necesaria la interacción con las funciones que controlan el proceso de *workflow*, conocer el estado del proceso para invocar a las aplicaciones y recursos apropiados, y pasar los datos necesarios. Asimismo, será preciso conocer cómo se ejecutan las actividades y cuando se completan, para poder transferir el control entre ellas. Cada uno de estos aspectos se desarrolla en diferentes momentos, en unos casos en tiempo de diseño y en otros en tiempo de ejecución.

2. MARCO TEÓRICO

El diseño de flujos de trabajo organizativos requiere elaborar especificaciones que recojan una abstracción de los procesos en un modelo de *workflow*. Los lenguajes de especificación de flujos de trabajo se utilizan a tal efecto y soportan los siguientes aspectos:

- ❑ La estructura de actividades o flujo de control, así como el intercambio de información o flujo de datos entre las actividades.
- ❑ El manejo de excepciones que detalla las acciones que se realizarán si fracasa una actividad, o si una instancia de un flujo de trabajo no puede finalizar.
- ❑ La prioridad y duración de las actividades que permita planificar su ejecución y especifique el tiempo requerido para su realización.

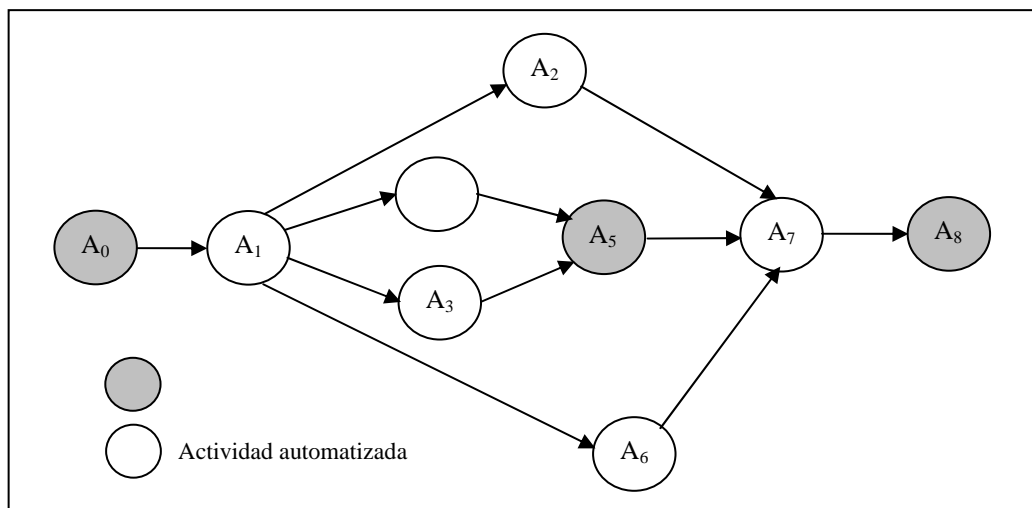
Los lenguajes de especificación de flujos de trabajo se pueden clasificar en tres categorías: aquéllos que se centran en la comunicación, lenguajes cuyo interés son las actividades y lenguajes híbridos (Mentzas, Halaris y Kavadias, 2001). A continuación nos referiremos a los lenguajes cuyo interés son las actividades, por ser los de mayor aplicación y tratamiento en la literatura.

2.1. Modelo de especificación de procesos basado en actividades

Esta metodología modeliza el flujo de trabajo tomando como base las actividades del proceso y sus dependencias. Este modelo es consistente con el modelo de orientación a objetos y responde a la forma más clásica de representación de un proceso.

Esta técnica identifica los siguientes elementos: 1) El flujo de trabajo como un conjunto de actividades con un orden total o parcial. 2) Las actividades a realizar por el personal o de forma automática por el sistema. 3) Los objetos que se manejan — documentos, registros de datos, etc. — 4) Los agentes: el personal y el propio sistema que realizan las actividades como parte de su rol, y que interactúan durante la ejecución del flujo de trabajo.

FIGURA 2. Modelo de flujo de trabajo basado en actividades



Fuente: Mentzas, *et al.* (2001).

2.2. Redes de Petri

Los sistemas de gestión de procesos de negocio están guiados por modelos de procesos y modelos de organización. Cambiando estos modelos el comportamiento del sistema se adapta a su entorno y a nuevos requerimientos. Estos modelos cubren distintas perspectivas:

- ❑ La perspectiva de proceso: describe el control de flujo, esto es, el orden en el que se desarrollan las actividades.
- ❑ La perspectiva de información: describe los datos que son utilizados.
- ❑ La perspectiva de recursos: describe la estructura de la organización e identifica los recursos, roles y grupos.
- ❑ La perspectiva de actividades: describe el contenido de los pasos individuales de los procesos.

Todas estas perspectivas son relevantes, no obstante, la perspectiva de procesos domina sobre las demás en los sistemas de gestión de procesos de negocio (Aalst, 2002).

2.2.1. Caracterización

Se han propuesto diversas técnicas para modelizar la perspectiva de procesos. Algunas de estas técnicas no son formales, en el sentido de que los diagramas utilizados no tienen una semántica formal definida. Estas técnicas — *Data Flow Diagram (DFD)*, *Structured Analysis and Design*

Technique (SADT), etc. — son adecuadas para discutir sobre procesos de trabajo, pero no para guiar sistemas de información, debido a que son incompletas y subjetivas (Aalst, 2002).

Las redes de Petri son una herramienta muy adecuada para el modelado y análisis de los procesos de negocio de las organizaciones. Por una parte, se pueden utilizar como lenguaje de diseño para la especificación de complejos flujos de trabajo, y por otra, la teoría de redes de Petri proporciona una potente herramienta de análisis para verificar la corrección de los procedimientos de *workflow* (Aalst, 1998).

Las redes de *workflow* (*WF-net*) se basan en el modelo clásico de redes de Petri propuesto por Carl Adam Petri a principios de los sesenta (Petri, 1962).

Las redes de Petri son útiles por su semántica formal, por su forma natural de representación y por su expresividad (Aalst, 2000). El autor fundamenta su predilección por esta técnica en las siguientes características:

- ❑ *Semántica formal*: a pesar de su naturaleza gráfica las redes de Petri utilizan un lenguaje gráfico que permite modelizar las primitivas de *workflow* identificadas por la WfMC. La semántica de las redes de Petri está formalmente bien definida (Aalst, 1998).
- ❑ *Técnicas de análisis*: las redes de Petri ofrecen abundantes técnicas de análisis que permiten determinar la corrección de la definición de un proceso de *workflow*, lo que hará posible añadir importantes capacidades de análisis a la próxima generación de sistemas de gestión de flujos de trabajo (Aalst, 1998).
- ❑ *Identificación de estados*: los cuales son considerados elementos de “*primera clase*”, al contrario que en otras técnicas de modelado que se centran exclusivamente en las partes activas del proceso, esto es, en las actividades (Aalst, 2002).

2.2.2. Formalización

Una red de Petri es un grafo dirigido que utiliza dos tipos de nodos: estados y transiciones. Los estados se representan mediante círculos y las transiciones con rectángulos. Los nodos se conectan entre sí mediante arcos dirigidos y no están permitidas las conexiones entre dos nodos del mismo tipo (Aalst, 1998).

El autor aporta un conjunto de definiciones formales que constituyen el marco teórico de base de esta técnica, y que hemos considerado conveniente recoger:

Definición 1. (Red de Petri) Una red de Petri es una triplete (P, T, F) , donde:

- ❑ P es un conjunto finito de estados.
- ❑ T es un conjunto finito de transiciones, tal que $(P, T = \Phi)$.
- ❑ $F \subseteq (P \times T) \cup (T \times P)$ es un conjunto de arcos (relaciones de flujo).

Los arcos se consideran de peso uno debido a que en el contexto de los procedimientos de *workflow* no tiene sentido tener otros pesos, puesto que los distintos estados son alcanzados cuando se cumplen determinadas condiciones.

Definición 2. (Estado de entrada) Un estado p se denomina estado de entrada de una transición t , si y sólo si, existe un arco dirigido desde p hacia t .

Definición 3. (Estado de salida) Un estado p se denomina estado de salida de una transición t , si y sólo si, existe un arco dirigido desde t hacia p .

Sean el estado p y la transición t , entonces se denota:

- ❑ $\bullet t$ como el conjunto de estados de entrada para la transición t .
- ❑ $t \bullet$ como el conjunto de estados de salida para la transición t .
- ❑ $\bullet p$ como el conjunto de transiciones que comparten p como estado de salida.
- ❑ $p \bullet$ como el conjunto de transiciones que comparten p como estado de entrada.

Definición 4. (Estado de una red de Petri) El estado M de una red de Petri en ejecución es la distribución de testigos (representados como puntos negros) sobre sus estados. Se denota $n_1p_1 + n_2p_2 + n_3p_3 + \dots + n_kp_k$, el estado de una red tal que hay n_1 testigos en el estado p_1 , n_2 testigos en p_2 , n_3 testigos en p_3 y así sucesivamente n_k testigos en el estado p_k . El número de testigos puede variar durante la ejecución.

Las transiciones son los componentes activos de una red de Petri, cambian el estado de la red de acuerdo con las siguientes reglas:

- ❑ Una transición t se dice que está habilitada, si y sólo si, cada estado de entrada p de t contiene al menos un testigo.
- ❑ Una transición que está habilitada puede dispararse. Cuando la transición t se dispara consume un testigo por cada estado de entrada p de t , y produce un testigo por cada estado de salida p de t .

Dada una red de Petri (P, T, F) y siendo M_i los estados de la misma, se establecen las siguientes notaciones:

- ❑ $M_1 \rightarrow t M_2$: la transición t está habilitada en el estado M_1 y el disparo de t en M_1 da lugar al estado M_2 .
- ❑ $M_1 \rightarrow M_2$: existe una transición t , tal que $M_1 \rightarrow t M_2$.
- ❑ $M_1 \rightarrow \sigma M_n$: existe una secuencia de disparos $\sigma = t_1, t_2, \dots, t_{n-1}$ que lleva desde el estado M_1 al estado M_n , esto es, $M_1 \rightarrow t_1 M_2 \rightarrow t_2 \dots \rightarrow t_{n-1} M_n$.

2.3. Redes de *workflow*

La mayor parte de los sistemas y metodologías de *workflow* separan la modelización del procesamiento. Las redes de Petri son una técnica adecuada para la modelización de procesos, donde se requiere especificar qué actividades deben ejecutarse y en qué orden. Se utilizan en la definición de procesos de *workflow* para modelizar las actividades como transiciones, las condiciones como estados y los casos como testigos (Aalst, 1998).

El autor indica que un caso es una instancia de la red y se puede ver como una capa de ésta. La superposición de los distintos casos permite mostrar el estado del *workflow* y realizar análisis de la situación. Un determinado estado puede tener gran cantidad de testigos, lo que indicará que existe un cuello de botella en dicho estado.

Una red de Petri que modeliza un proceso de *workflow* se denomina red de WorkFlow (WF-net). Una red de *workflow* tiene un estado inicial de entrada y un estado final de salida. Un testigo en el estado inicial representa un caso que debe ser ejecutado. Un testigo en el estado final representa un caso que ha sido ejecutado. En una red de *workflow* cada actividad (transición) y condición (estado) debe contribuir al procesamiento de los casos, cada transición y estado debe estar en el camino desde el estado inicial al estado final.

Definición 5. (Red de *workflow*) Una red de Petri $PN = (P, T, F)$ es una red de *workflow* (*WF-net*), si y sólo si (Aalst, 1998).

- (i) PN tiene dos estados especiales: i y o , tal que el estado i es un estado inicial, donde $\bullet i = \Phi$, y el estado o es un estado final, donde $o \bullet = \Phi$.
- (ii) Si se añade una transición t^* a PN que conecte el estado o con el estado i , esto es, $\bullet t^* = \{o\}$ y $t^* \bullet = \{i\}$, entonces la red de Petri resultante, está fuertemente conectada.

El estado de la red de *workflow* en un determinado instante es la distribución de testigos, correspondiente a uno o a varios casos, sobre los estados de la red. Las redes de *workflow* manejan atributos, esto es, variables de control o parámetros que pueden ser modelizados utilizando redes de Petri de alto nivel aplicando la extensión con color.

2.3.1. Diagramación y constructores de *routing*

Las redes de *workflow* utilizan distintos elementos gráficos y constructores para representar, por una parte, las actividades que es posible realizar y los estados en los que se puede encontrar el flujo como consecuencia del desarrollo de dichas actividades, y por otra, la dinámica entre actividades. Asimismo, permiten representar gráficamente bajo qué condiciones se dispara la ejecución de las actividades que están habilitada.

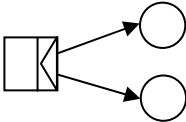
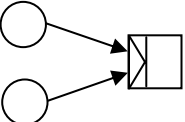
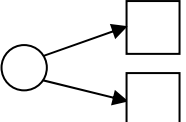
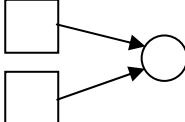
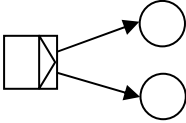
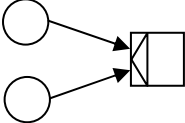
Las redes de *workflow* basadas en el modelo clásico de redes de Petri, representan las actividades — transiciones — y los estados del *workflow*. Una red de *workflow* modeliza el ciclo de vida de un caso donde las actividades son las partes activas del modelo, mientras que los estados son las partes pasivas. Los arcos entre transiciones y estados representan relaciones de causalidad (Aalst, 2002).

La representación gráfica utilizada para cada elemento básico de una red de *workflow* es la siguiente: una transición se representa mediante un cuadrado, un estado mediante un círculo, las relaciones de causalidad entre transiciones y estados se representan mediante arcos, y la situación de la red de *workflow* en un determinado instante, mediante testigos — puntos negros — sobre los estados de la red.

Las redes de *workflow* se utilizan para diseñar flujos de trabajo, definir modelos de procesos y analizar su flujo, y permiten representar el *routing* — la dinámica de las transiciones entre los estados — del proceso de *workflow*. Las redes de *workflow* utilizan constructores de *routing* para recoger la dinámica de los procesos. Los constructores *AND-split*, *AND-join*, *OR-split* y *OR-join*, permiten representar modelos secuenciales, condicionales, paralelos e iterativos (Aalst, 2002).

El constructor *AND-split* modeliza un estado con dos o más transiciones de salida, lo que permite que múltiples actividades sean ejecutadas simultáneamente. El constructor *AND-join* modeliza un estado en el que convergen — se sincronizan — dos o más actividades cuya ejecución se puede desarrollar de forma paralela. La siguiente actividad no se inicia hasta que se completa el conjunto de actividades involucradas. El constructor *OR-split* — se trata de un OR exclusivo —, modeliza el caso en el que dada una determinada actividad, como consecuencia del cumplimiento de determinadas condiciones se inicia una única actividad subsiguiente. El constructor *OR-join* modeliza el caso en el que una determinada actividad se inicia, una vez completada una de las actividades precedentes alternativas, no siendo requerida la sincronización de éstas (WFMC-TC00-1011 Issue 3.0, 1999).

FIGURA 3. Notación simbólica de constructores de routing en redes de workflow

| Constructor | Notación gráfica | Constructor | Notación gráfica |
|---------------------------|---|--------------------------|--|
| <i>AND-split</i> |  | <i>AND-join</i> |  |
| <i>OR-split implícito</i> |  | <i>OR-join implícito</i> |  |
| <i>OR-split explícito</i> |  | <i>OR-join explícito</i> |  |

Fuente: Aalst (1998).

3. EL PROCESO DE TRATAMIENTO DE LA EXPERIENCIA OPERATIVA

En la actualidad el desarrollo de políticas de mejora continua en las organizaciones puede optimizarse mediante la implantación y automatización del proceso de gestión de la experiencia operativa, de acuerdo con las fases de detección, comunicación, evaluación y corrección.

Un suceso se define como cualquier secuencia de acontecimientos no deseados y no intencionados que da lugar o que podría potencialmente dar lugar a consecuencias en distintos ámbitos de la organización, como pueden ser la operación o la seguridad.

Si bien pueden existir distintos tipos de sucesos según su grado de importancia y características, una gran parte de los sucesos se pueden categorizar como incidencias menores, esto es, resultados no esperados, errores o incidencias de una actividad, sucesos o condiciones que detecte cualquier servicio de la organización y que no estén ya identificadas, que se consideren que han tenido o que podrían tener un impacto en la seguridad, en la fiabilidad de la instalación, en el medio ambiente, en el riesgo y la salud de las personas, en los equipos de la instalación, etc.

La implantación de un proceso de estas características requiere definir el conjunto de actividades a seguir de forma metodológica para llevar a cabo la evaluación de un suceso ocurrido en la organización, desde que éste se detecta hasta que se ejecutan las acciones que lo corrigen o mejoran: registro del suceso, notificación (distribución), evaluación y aprobación de las acciones a tomar, ejecución y cierre de éstas. El fin de este proceso es asegurar que se toman las acciones adecuadas, para incrementar la seguridad y fiabilidad de la organización, y que se tienen en cuenta a futuro las recomendaciones y lecciones aprendidas emanadas de este análisis.

El proceso de gestión de la experiencia operativa recoge el conjunto de actividades encaminadas a comparar el funcionamiento de los procesos y actividades de una organización con las expectativas establecidas. De la comparación entre los resultados y las expectativas se determinan las actividades y los aspectos que se deben corregir o mejorar.

El proceso debe permitir realizar el seguimiento de cada situación y conocer el estado de los sucesos en sus diferentes fases; proponer las acciones a tomar, y obtener informes, tanto para la propia empresa como para organizaciones externas.

El fin que se persigue es identificar, documentar, analizar y evaluar tendencias inadecuadas, y adoptar las acciones correctivas y de mejora que resuelvan las no conformidades que se detecten.

Las actividades de evaluación y la ejecución de las acciones derivadas se complementan, y constituyen una importante vía para mejorar la seguridad, la fiabilidad y la operación de la organización, ayudando a la vez a prevenir la aparición de no conformidades importantes.

La primera fase en la evaluación de un suceso consiste en describir y registrar las circunstancias que han rodeado al incidente, que puede ocurrir como consecuencia de acciones inadecuadas en el diseño, mantenimiento, incumplimiento de los procedimientos, comunicaciones inadecuadas, entrenamiento deficiente, etc.

Una vez registrado y documentado el suceso se procede a analizar su causa directa, esto es, el fallo, acción, omisión o condición que inmediatamente produce o conduce a la ocurrencia del suceso.

Se procede entonces a realizar el proceso de evaluación propiamente dicho, el cual comienza analizando las causas raíz, esto es, las causas fundamentales que si son corregidas evitarán la repetición del suceso o la condición adversa.

Se determinan las acciones que impedirán en el futuro la repetición de una condición o tendencia adversa que lleve de nuevo a que se produzca el suceso. Se registrará el conjunto de acciones a realizar, indicando si implican la corrección o la mejora de algún aspecto, su prioridad, si aplica impartir formación y de que tipo, estableciendo la unidad de negocio que las deberá ejecutar y en qué plazo.

Una vez comunicadas a cada responsable las acciones que debe realizar su unidad, se inicia la fase de realización de las acciones, proceso que finaliza cuando se ejecuta, esto es, cuando se cierra la última de las acciones.

De forma paralela el coordinador general del proceso realizará funciones de vigilancia y seguimiento del proceso sobre aquellos sucesos que estén en evaluación y abiertos, esto es, en fase de ejecución de acciones. Asimismo, el seguimiento realizado sobre las acciones que se deben ir ejecutando se registrará indicando la fecha y describiendo la evolución de la acción, dificultades encontradas, retrasos incurridos, etc., lo cual podrá dar lugar a desarrollar acciones de coordinación en las situaciones que sea preciso.

3.1. Roles organizacionales

El proceso de tratamiento de la experiencia operativa en la organización, requiere la coordinación de las distintas unidades de negocio y de su personal. Para llevar a cabo de un modo satisfactorio este proceso es preciso establecer al menos los siguientes roles:

R.1. - Coordinador general del proceso

Tendrá la responsabilidad de gestionar y administrar el programa de experiencia operativa, incluyendo las siguientes tareas:

- ❑ Realizar el seguimiento de los Coordinadores de las distintas unidades para que el proceso de evaluación se lleve a cabo de manera satisfactoria.
- ❑ Mantener actualizada a través del sistema de información la base de datos que da soporte al proceso de gestión de la experiencia operativa, lo que implica registrar los sucesos, determinar su causa directa y designar al Coordinador responsable de su evaluación.
- ❑ Realizar las actividades de vigilancia y seguimiento de la realización de las acciones que permitan corregir o mejorar los incidentes y sucesos detectados.

R.2. - Coordinador de unidad de negocio

El coordinador de unidad tiene como responsabilidad la realización de las siguientes tareas:

- ❑ Coordinar que se documenten las incidencias generadas por su unidad determinando si se cumplen los criterios de selección.
- ❑ Evaluar los sucesos que afecten a su unidad generando el informe pertinente. Identificar las causas raíz y proponer las acciones que se deban realizar para corregir el incidente.
- ❑ Mantener actualizada la base de datos de la organización registrando la información referida, incluyendo el informe de evaluación.
- ❑ Realizar las tareas de interlocución con el Coordinador general informándole cuando finalice la evaluación de los sucesos, y según se vayan cerrando las acciones correctivas o de mejora.

R.3. – Personal de la organización y externo

Cualquier persona que durante la realización de su trabajo detecte un incidente, debe informar al Coordinador de su unidad aportando los datos necesarios que permitan determinar si procede registrar, evaluar y tomar acciones para la corrección del suceso.

3.2. Actividades del proceso de la experiencia operativa

El proceso completo de tratamiento de un suceso se inicia con su detección y finaliza una vez ejecutadas las acciones encaminadas a su corrección y mejora. Las fases del proceso son las siguientes: **A)** Detección del suceso y comunicación del mismo, habitualmente por mail, al Coordinador responsable de la unidad de negocio de la persona que lo detecta. **B)** El Coordinador de la unidad realiza un análisis preliminar del suceso y determina si cumple los criterios que indican que debe reportarse. **C)** Descripción y documentación del incidente, lo que implica completar un parte del suceso que es realizado por el Coordinador de la unidad, siguiendo un formato ofimático preestablecido. **D)** El Coordinador de la unidad envía por mail el parte de suceso al Coordinador general. **E)** El Coordinador general registra el suceso, identifica la causa directa y asigna la unidad responsable de su evaluación, enviando (posible actividad automatizable) el suceso registrado al Coordinador de la unidad responsable de evaluación. **F)** El Coordinador responsable de la evaluación, determina y asigna las causas raíz y propone las acciones correctivas y de mejora a realizar, indicando: número de acción, descripción, prioridad, si implica formación, la fecha límite de ejecución y la unidad responsable de realizarla. **G)** La finalización de la evaluación implica que el suceso pasa a estar abierto (el estado del suceso pasa de estar en evaluación a abierto), estableciéndose la fecha de evaluación (posible actividad automatizable), esto es, a partir de este momento se procederá a realizar las

acciones para corregirlo. **H)** Asimismo, cuando el Coordinador responsable de la evaluación indica que la misma ha finalizado (cuando ha registrado todas las acciones a realizar), se envía (posible actividad automatizable) el suceso y toda su información asociada a los Coordinadores de las unidades responsables de realizar las acciones. **I)** El Coordinador general realiza las actividades de vigilancia y seguimiento de la ejecución de las acciones. **J)** Los responsables de realizar las acciones las van ejecutando en plazo indicando la fecha y la documentación en la que se apoya el cierre, e informan al Coordinador general (posible actividad automatizable). **K)** Una vez que se ha cerrado la última acción asignada al suceso, se establece el estado del suceso a cerrado (posible actividad automatizable). En este momento se da por finalizado el proceso completo.

Una parte de las actividades reseñadas, como ya se ha apuntado, pueden ser automatizadas al menos parcialmente por el propio sistema de información. Dicha automatización se produce ejecutando, a nivel de gestor de base de datos, procesos asociados a eventos determinados, a saber:

1. – (Actividad E) Se envía el registro del suceso al Coordinador de la unidad responsable de evaluación, cuando se da de alta el incidente en la base de datos y se indica la unidad responsable de su evaluación.
2. – (Actividad G) Se modifica el estado del suceso como abierto y se establece en automático la fecha de evaluación cuando el Coordinador de la unidad evaluadora indica que ha finalizado su evaluación.
3. – (Actividad H) Se envía automáticamente el registro del suceso a los Coordinadores de las unidades responsables de ejecución de las acciones una vez que el Coordinador de la unidad de evaluación indica que ha finalizado ésta.
4. – (Actividad J) Se envía un mensaje al Coordinador general cuando se registra la fecha de cierre de una acción.
5. – (Actividad K) Se modifica el estado del suceso como cerrado cuando se asigna la fecha de cierre a la última acción por ejecutar.

La Figura 4 muestra el organigrama del proceso de tratamiento de la experiencia operativa que se ha descrito, y se representa en color gris las actividades que son parcialmente automatizables.

4. DESARROLLO EMPÍRICO

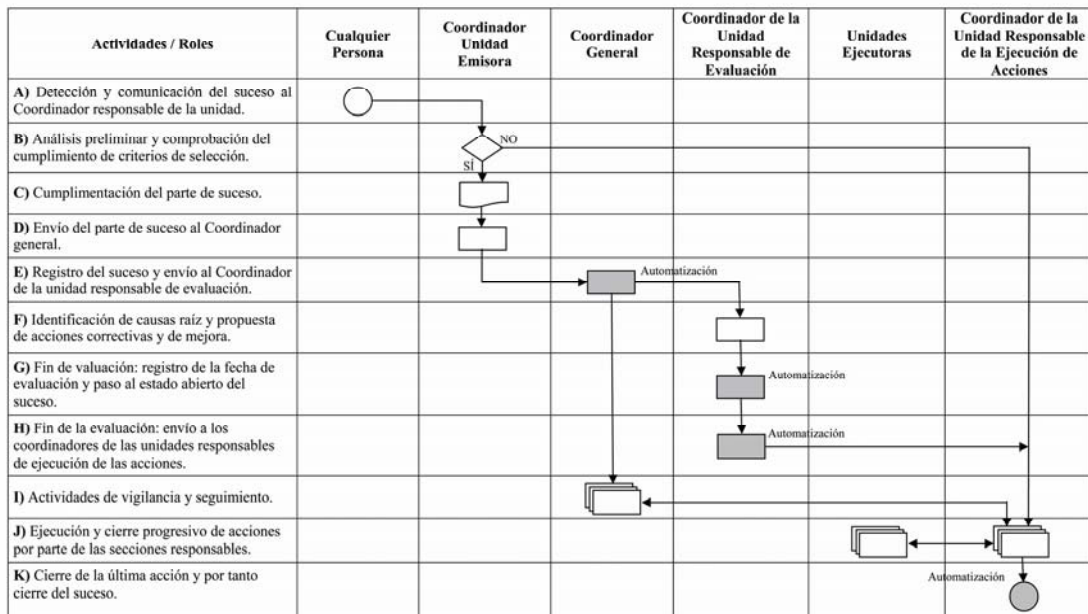
El proceso de detección, evaluación y corrección de sucesos e incidencias, puede ser modelizado formalmente aplicando la teoría de redes de Petri al proceso de *workflow* que se ha descrito.

Esta técnica resultará interesante cuando se prevea desarrollar e implantar el proceso modelizado mediante un sistema de información que ayude a realizar una gestión eficiente de los aspectos analizados.

La utilización de modelos de red de *workflow* será adecuada cuando se quiera analizar y diseñar procesos organizativos de tipo estructurado, por una parte por que permiten llegar a especificar éstos con un alto nivel de detalle, tanto respecto a las actividades que se deben considerar, como a los flujos de información y comunicación que se deben producir, y por otra parte, por que permiten rediseñar y optimizar procesos ya existentes.

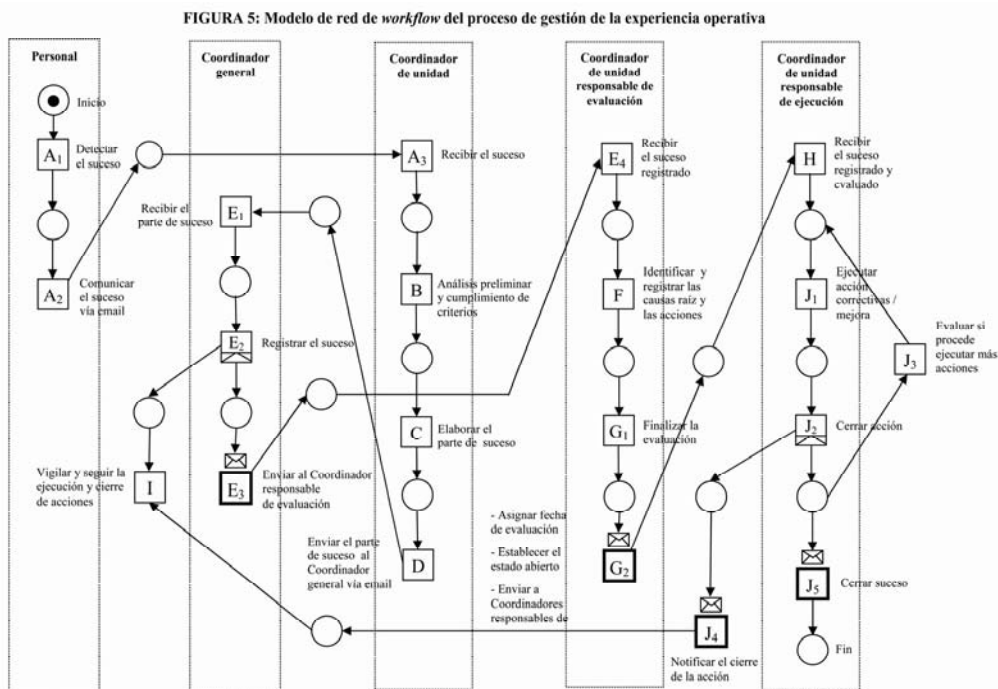
Tomando como base el análisis lógico previo, realizado para el proceso de tratamiento de la experiencia operativa, se ha especificado y modelizado dicho proceso aplicando la técnica de redes de *workflow*. La Figura 5 que se muestra a continuación recoge el modelo propuesto. Las actividades automatizadas por el sistema — en las que no interviene ninguna persona de la organización — quedan destacadas en trazo grueso como “*actividades de mensaje*” que son disparadas por un evento externo.

FIGURA 4. Organigrama del proceso de tratamiento de la experiencia operativa



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 5: Modelo de red de workflow del proceso de gestión de la



Fuente: Elaboración propia.

5. CONCLUSIONES

En este trabajo se ha expuesto la importancia que tiene para las organizaciones disponer de un “*modelo de datos*” y de un “*modelo de conocimiento*”, que recojan respectivamente los aspectos estáticos — la estructura de los recursos de la organización — y los aspectos dinámicos — el uso de dichos recursos y sus conexiones, esto es, el componente semántico del modelo de empresa —. Asimismo, se han acotado los aspectos que definen un “*modelo de proceso*” organizacional — estructura, tareas, caminos y reglas de *routing* —, considerándose como “*modelo de workflow*” aquella parte del modelo de proceso susceptible de ser automatizada a través del computador.

Se ha presentado el “*modelo basado en actividades*” como técnica formal para especificar y modelizar la perspectiva de procesos, esta técnica toma como base las actividades del proceso, sus dependencias y los recursos gestionados — documentos, registros, etc. —.

Una alternativa que resulta interesante a la hora de modelizar procesos de negocio es tomar en consideración las convenciones del lenguaje de modelado de flujos de trabajo establecidas como estándares por la *Workflow Management Coalition*².

Las “*redes de Petri*” y las “*redes de workflow (WF-net)*” se destacan como métodos formales de especificación de procesos de negocio estructurados, por su semántica formal, por su modo natural de representación gráfica, por su expresividad y por las relevantes técnicas de análisis que ofrecen. Estas técnicas modelizan las transiciones (partes activas del proceso) y los estados de forma explícita, de manera que estos últimos son considerados como elementos de “primera clase”, al contrario que en otras técnicas de modelado de procesos que se centran exclusivamente en las partes activas, en las actividades.

La implantación y automatización del proceso de gestión de la experiencia operativa, es en la actualidad una herramienta útil para el desarrollo de las políticas de mejora continua, aprendizaje organizacional y optimización de las actividades y procesos industriales.

En este trabajo se describe el proceso completo de tratamiento de la experiencia operativa y de manera más específica las actividades que se deben considerar para implantarlo, destacando aquellas que pueden automatizarse, los actores y roles organizativos que intervienen en el proceso y su estructura de comunicación. Los aspectos que se acaban de comentar son modelizados aplicando como técnica de especificación las redes de *workflow*.

Los resultados del modelo empírico presentado en este trabajo, pueden ser aplicados a la implantación — mediante sistemas de información que faciliten la automatización — de este tipo de procesos de gestión de la experiencia operativa en las organizaciones. Asimismo, este trabajo puede suponer un elemento de reflexión y validación para aquellas empresas que ya dispongan de un proceso de estas características.

6. BIBLIOGRAFÍA

- AALST, W. M. P. (2002): “Making work flow: on the application of Petri nets to business process management”. En: J. Esparza, C. Lakos (Eds.): *Lecture Notes in Computer Science*, v. 2360, pp. 1-22: 23rd International Conference on Applications and Theory of Petri Nets, Adelaide, Australia, Junio 2002. Springer Verlag.
- AALST, W. M. P. (2000): “Loosely coupled interorganizational workflows: modeling and analysing workflows crossing organizational boundaries”, *Information & Management*, v. 37, n. 2, pp. 67-75.

² La *Workflow Management Coalition* se encarga de la definición de las características comunes de los productos que hacen uso de la tecnología *workflow*, con el objeto de alcanzar un nivel eficiente de interoperabilidad entre los diversos sistemas, así como la integración entre éstos y otros servicios de Tecnologías de la Información (TI): correo electrónico, gestión de documentos, etc. En un contexto global se pretende el uso efectivo de la tecnología *workflow* en los nuevos mercados tecnológicos, con el consecuente beneficio para suministradores y usuarios (Hollingsworth, 1995).

- AALST, W. M. P. (1998): "The application of Petri nets to workflow management", *The Journal of Circuits, Systems and Computers*, v. 8, n. 1, pp. 21-66.
- CHAFFEY, D. (1998): *Groupware, workflow and intranets. Reengineering the enterprise with collaborative software*. Digital Press, USA.
- HOLLINGSWORTH, D. (1995): "The workflow reference model". Document Number WFMC-TC00-1003 Issue 1.1. Workflow Management Coalition.
- INPO 97-011: "Guidelines for the Use of Operating Experience".
- LEYMANN, F., ROLLER, D. (2000). *Production workflow concepts and techniques*. Prentice-Hall PTR, New Jersey.
- MENTZAS, G., HALARIS, C., KAVADIAS, S. (2001): "Modelling business processes with workflow systems: an evaluation of alternative approaches", *International Journal of Information Management*, n. 21, pp. 123-135.
- PETRI, C., A. (1962): *Kommunikation mit automaten*. PhD thesis, Institut für Instrumentelle Mathematik, Bonn.
- SADIQ, S. W., ORLOWSKA, M. E. (2000): "On capturing exceptions in workflow process models", *Business Information Systems*, 4th International Conference on Business Information Systems, pp. 3-19.
- WFMC-TC00-1011 Issue 3.0 (1999): "Terminology & glossary", Workflow Management Coalition.
- WANO GL 2001-07: "Principios para la Eficacia de los Programas de Autoevaluación y Acciones Correctoras".
- WANO GL 2003-01: "Guía para el Tratamiento de la Experiencia Operativa en Centrales Nucleares", Mayo 2003.
- WANO "Performance Objectives and Criteria" (PO&C).