

Detección Automática de Tendencias Riesgosas en Sistemas de Gestión de Procesos de Negocios (BPM).

**Ing. Laura Francia,
Dr. Ing. Juan J. Moreno**

Universidad Católica del Uruguay, Facultad de Ingeniería y Tecnologías. Montevideo, Uruguay.

RESUMEN

La Gestión de Procesos de Negocios (en inglés Business Process Management – BPM) ha permitido optimizar considerablemente los procesos de las organizaciones y atender grandes cantidades de instancias de procesos, por ejemplo compras en línea, solicitudes de préstamos, etc. Esta alta potencialidad y automatización también genera nuevos riesgos para el negocio, como la aparición de grandes volúmenes de nuevas instancias similares, en cortos períodos de tiempo, para los cuales la organización no esté preparada. A este fenómeno se le llamará tendencia en el contexto de BPM. Este trabajo presenta el resultado de una investigación focalizada en detectar automáticamente tendencias, notificar adecuadamente a quien corresponda y eventualmente reaccionar autónomamente evitando daños mayores. La metodología incluyó un análisis exhaustivo del estado del arte, el desarrollo de la solución completa, así como instancias de validación y verificación que incluyeron la construcción de un prototipo basado en una herramienta de BPM de clase mundial.

Keywords: Gestión de Procesos de Negocios (BPM), Tendencias, Detección, Auto-adaptabilidad.

1. INTRODUCCIÓN

Los sistemas de gestión de procesos de negocios (BPMS¹) se encuentran en notable expansión en todo tipo de organizaciones. Muchas de ellas los utilizan para automatizar algunos de sus procesos centrales, obteniendo muchas de las ventajas que promueve la disciplina de Gestión de Procesos de Negocios (BPM).

Este trabajo se focaliza en aquellos casos de procesos de negocios altamente automatizados, donde las nuevas instancias de procesos pueden ser generadas en gran cantidad, en un corto período de tiempo, independientemente de la cantidad de participantes que potencialmente puedan hacerlo (que puede ir desde algunos pocos hasta el caso extremo de que sea cualquier ser humano con conexión a Internet).

Se considera una tendencia como una sucesión de instancias de procesos similares (Moreno et al, 2007), que tienen características en común, o sea, variables de interés a tener en cuenta. Una consideración a tener presente, consiste en que estos eventos no se dan al azar, sino que existe una causa de fondo que provoca el surgimiento de la nueva tendencia. Por lo cual, dependiendo del proceso de negocio en cuestión, las variables a tener en cuenta para considerar la aparición de una tendencia, varían.

Las tendencias en el contexto de procesos de negocios, requieren que actividades similares sean procesadas, y tienen la propiedad de aparecer en un período de tiempo relativamente corto (Moreno et al, 2007). En este contexto, se presenta el concepto de Patrón de Instancias de Procesos. Dado que es impracticable realizar una comparación de cada nueva instancia de proceso contra todas las instancias que podrían estar almacenadas en las bases de datos de la organización, debido a que podría existir un gran número de ellas, los patrones de instancias de procesos representan numerosas instancias de los mismos. Una instancia de un proceso es similar a un patrón dado, cuando los valores de sus variables de interés son similares (Moreno et al, 2007).

Estas tendencias pueden representar riesgos relevantes para el negocio, si no son detectadas oportunamente.

¹ Por sus siglas en inglés, Business Process Management Systems.

BAM² es una tecnología que puede ayudar en este sentido, dado que está orientada al monitoreo en tiempo real de los procesos de negocios.

1.1 EJEMPLO

Tomaremos un caso hipotético y simplificado, donde una organización evalúa y autoriza préstamos mediante un proceso gestionado por un BPMS. Supongamos que la organización está dimensionada para otorgar una determinada cantidad de dinero por día, contando solamente con filtros para las solicitudes que excedan cierto monto. Si se produjera una rápida secuencia de nuevas solicitudes, la mayoría de ellas por debajo del monto umbral, pero que en total exceden el total de dinero disponible para préstamos, se estaría frente a un riesgo de negocio. Si se detectase esta tendencia a tiempo, se podría obrar de forma conveniente para que no constituyese un perjuicio para el negocio. Incluso, si se tratase de una tendencia del mercado (y no un ataque malintencionado), se podría convertir esta tendencia en una oportunidad de negocio.

Como corolario, si se detectara esta u otra vulnerabilidad del sistema para reaccionar frente a grandes cantidades de instancias de procesos que se inician en un corto período de tiempo, un malintencionado podría atacar el sistema mediante ráfagas de solicitudes similares.

1.2 REACCIÓN FRENTE AL SURGIMIENTO DE TENDENCIAS

La sola detección de la tendencia no es suficiente para aumentar la robustez del sistema de BPM, por ejemplo en caso de que la tendencia (o eventual ataque) se produjera en horarios o períodos en los que no hay recursos humanos disponibles para analizarla y reaccionar. Es preciso complementar la detección de la tendencia con un mecanismo automático de adaptación del proceso de negocio para estos casos.

Existen dos tipos principales de acciones a tomar luego que han sido detectadas las tendencias, de forma tal que se eviten riesgos mayores: alertar al analista de negocios y/o automáticamente actualizar la definición de los procesos (Moreno et al, 2007).

Existen diversas maneras de alertar a los analistas de negocios acerca de las nuevas tendencias (e-mail, SMS³, notificaciones visuales o sonoras, entre otras). El punto clave de la adaptación al surgimiento de tendencias mediante el enfoque de alertas, es que las mismas lleguen lo antes posible al analista, de forma clara y concisa. Luego de detectada la tendencia, el analista de negocios tomará las acciones que considere pertinentes, para evitar el riesgo o para sacar ventaja de la potencial oportunidad. Dado que en algunos casos es demasiado riesgoso esperar a que el analista de negocios tome alguna acción para evitar las amenazas asociadas a la tendencia, es preferible en estos casos, que el sistema realice una actualización automática de la definición del proceso en cuestión. Es posible modificar el comportamiento de un proceso generando excepciones, las cuales son interceptadas por un componente de BAM, pudiendo modificar el flujo del proceso de forma tal que se lo fuerce a seguir por otro camino, diferente al que seguiría si no existiera dicha intervención (Laborde, 2006).

2. ANTECEDENTES Y TRABAJOS RELACIONADOS

Este trabajo se enmarcó en el Grupo de Investigación en Gestión de Procesos de Negocios de la Facultad de Ingeniería y Tecnologías de la Universidad Católica del Uruguay. Este grupo produjo previamente trabajos relacionados. Uno de ellos definió la problemática de las tendencias y como sobreponerse a ellas en un ambiente de procesos de negocios (Moreno et al, 2007). Otro trabajo proveyó de mecanismos para el manejo de excepciones en las políticas de negocios, mediante la utilización de herramientas de BAM (Laborde, 2006). El presente trabajo resume el trabajo completo desarrollado por los autores (Francia et al, 2007), el cual complementa los otros dos, finalizando la solución al problema planteado.

3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

² Por sus siglas en inglés, Business Activity Monitoring (Monitoreo de Actividad Empresarial).

³ Por sus siglas en inglés, Short Message Service (Servicio de Mensajes de texto Cortos).

El problema principal que agenda este trabajo consiste en la detección temprana de tendencias en las instancias de procesos iniciadas en un ambiente BPM, así como la adecuada notificación de este hecho a quién corresponda y la auto-adaptación del sistema para contrarrestarla en caso de ser necesario.

Uno de los problemas que se desprende del principal, es la subutilización del conocimiento almacenado en el propio BPMS, referente a las características propias de los procesos de negocios que en él ejecutaron. Relacionado a los dos puntos anteriores, sería deseable solucionar el problema de la rigidez de las reglas de negocio predefinidas en un proceso, dotándolas de cierta flexibilidad y auto-adaptación que permitan reflejar con mayor exactitud y precisión la realidad del negocio.

4. OBJETIVO

El objetivo de este trabajo consiste en proporcionar un modelo conceptual completo, para la detección, notificación y adaptación automática al surgimiento de nuevas tendencias en tiempo real, mediante técnicas de BAM en los procesos de negocios definidos en un BPMS.

La componente de notificación busca lograr mayor agilidad en la toma de decisiones, permitiendo que la información pertinente, llegue en el momento justo a quién corresponda y pueda ser empleada antes de que se produzca un perjuicio a la organización. La adaptación automática del proceso de negocio se pretende realizar mediante la modificación de las reglas y flujos de procesos, sin requerir intervención humana, en orden de que el proceso sea más robusto frente a situaciones en las cuales no hay seres humanos disponibles para actuar.

Para lograr el objetivo principal, se deberán alcanzar los siguientes objetivos secundarios:

- Aprovechar y utilizar el conocimiento embebido en las bases de datos del BPMS, realizando inferencias, para que esta información sea de utilidad para detectar la tendencia como tal y facilitar la auto-adaptación.
- Desarrollar una solución que realice las notificaciones relacionadas a las nuevas tendencias detectadas, y que de ser necesario se adapte automáticamente, modificando la definición del proceso y sus reglas de negocios.

5. SOLUCIÓN PROPUESTA

El modelo solución consta de las siguientes capas:

- Capa de Procesos de Negocios.
- Capa de Reglas de Negocios.
- Capa de Monitoreo de Eventos de Negocio.

Dentro de la Capa de Procesos de Negocios, se encuentran definiciones de procesos que implican tanto nodos que representan actividades como nodos que implican decisiones, los cuales influirán en el camino del flujo a seguir.

Asociadas a los nodos de decisión se encuentran las reglas de negocios, que son definidas en la Capa de Reglas de Negocios y que en caso que corresponda, serán modificadas cuando una tendencia es detectada, de forma tal de reflejar la nueva realidad en los procesos de negocios.

Finalmente está la Capa de Monitoreo de Eventos, encargada de detectar los eventos de interés que ocurren en los procesos de negocios, y a su vez, se encarga de disparar nuevas tareas como reacción a los eventos detectados.

5.1 CICLO DE TRABAJO DEL MODELO SOLUCIÓN.

En la Figura 1 se presentan el ciclo de trabajo del modelo solución:

1. En primera instancia, los expertos de la organización deberán definir los procesos y reglas de negocios, los umbrales que consideren apropiados para los procesos de negocios de su organización, así como los parámetros de las condiciones que se encuentren involucradas en los mismos. A su vez, deberán determinar un umbral de detección de tendencias. Por otra parte, se permitirá definir variables críticas que serán aquellas relacionadas a eventos de posibles fraudes, que tendrán un tratamiento especial por parte del sistema.

2. Dados los umbrales y parámetros, el sistema de BAM se encargará de detectar los eventos de interés para esos procesos de negocios.
3. En esta etapa el sistema de BAM se encargará de disparar nuevas acciones para realizar el análisis del surgimiento de nuevas tendencias. Si los valores de alguna de las variables del proceso se encuentran en el entorno de los umbral predefinidos en los nodos de decisión, se tomará un nuevo curso de acción dependiendo del resultado del análisis de la tendencia, para ello el sistema de BAM se encargará de invocar una tarea denominada *Análisis de Tendencias*.

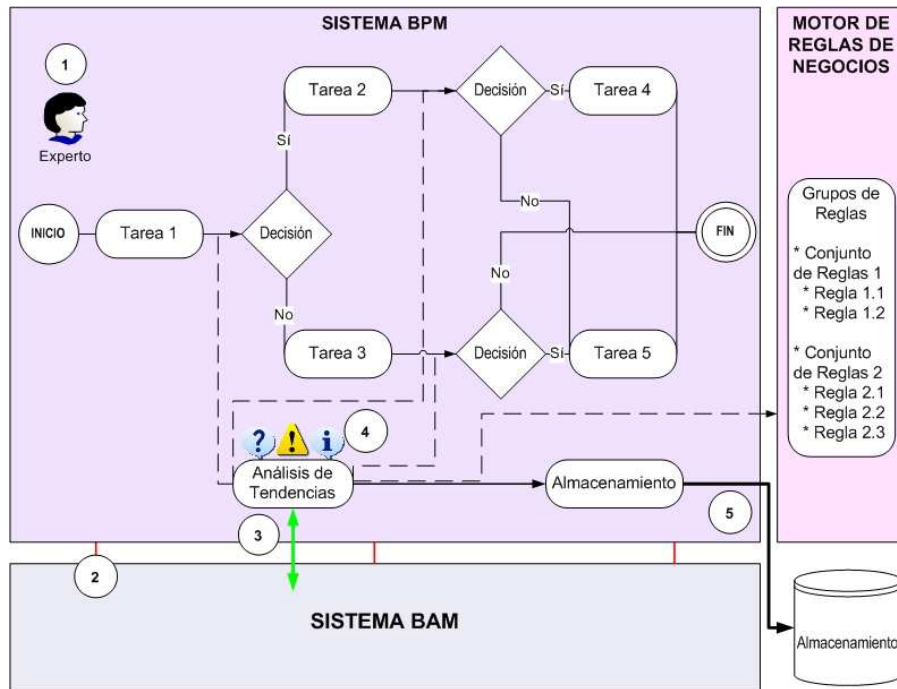


Figura 1: Ciclo de Trabajo del Modelo Propuesto

4. Luego de realizar el análisis, se procederá a actuar según el resultado obtenido. En caso que corresponda, se deberá realizar la adaptación a las tendencias surgidas, notificando a los usuarios del sistema acerca de los eventos de interés ocurridos, permitiendo que el usuario elija en qué cantidad desea que el sistema modifique automáticamente los umbrales y/o los parámetros definidos previamente. En caso de tratarse de una tendencia que incluya variables críticas, el sistema automáticamente modificará los umbrales y parámetros involucrados, notificando de los cambios realizados a los usuarios, ya que en estos casos no se puede esperar por la intervención humana para tomar una decisión, debido al riesgo y a los costos asociados a esa espera.
5. Finalmente se almacenarán las tendencias reales que sean detectadas, así como las potenciales tendencias que vayan surgiendo, en orden de registrar lo ocurrido recientemente y poder detectar nuevas tendencias.

5.2 ESTRUCTURA DEL MODELO

Definición de Umbrales. Los umbrales de detección de tendencias, así como los umbrales de tolerancia para reglas y procesos de negocios, son determinados por los expertos del negocio, por lo tanto, el sistema permite la definición de los mismos, considerándolo un valor parametrizable del sistema.

Definición de Variables. Las variables a utilizar en los procesos de negocios las clasificaremos en críticas y no críticas. Para el caso que los analistas del negocio definan una variable como no crítica, se deberá asociarle un peso a la misma, el cual determinará su prioridad con respecto a las demás variables. Por lo tanto, el peso de las variables no críticas influirá en el valor de los umbrales de detección de las tendencias que las incluyan en sus variables centrales. A mayor peso o prioridad de la variable no crítica, menor será el umbral de detección para

aquellas tendencias que presenten esa variable dentro de sus variables centrales, ya que se deberán detectar con mayor rapidez aquellas que tengan mayor prioridad, debido al impacto que significan para la organización.

Las tendencias que involucren variables centrales críticas, son aquellas para las cuales el sistema realizará una adaptación automática al momento de ser detectadas. Esto se debe a que las variables críticas tienen mayor prioridad que las no críticas, y sería muy riesgoso para la organización esperar a que un experto modificase el proceso o las reglas de negocio en cuestión. En estos casos el sistema modificará automáticamente y notificará acerca de las tendencias detectadas, así como de los cambios al proceso y a las reglas de negocio realizados.

En el caso que las variables centrales de una tendencia no incluyan variables críticas y esa tendencia sea detectada, el sistema reaccionará notificando a los analistas de negocios acerca de lo ocurrido, permitiendo a su vez que los umbrales excedidos sean modificados automáticamente por el sistema, requiriendo confirmación humana. El usuario podrá ingresar el porcentaje en que desea modificar el valor de los umbrales, siempre y cuando pertenezca a un rango válido de porcentajes previamente definido por los expertos del negocio. Cuando el usuario confirme el cambio, el sistema realizará las modificaciones automáticamente. A continuación se presenta el pseudocódigo relacionado con el tratamiento de las variables centrales asociadas a las tendencias:

Si la tendencia detectada presenta variables críticas:

1. Modificar automáticamente los umbrales afectados en un porcentaje de modificación automático, predefinido por el experto.
2. Notificar sobre la tendencia detectada y los cambios realizados.

Si la tendencia detectada no presenta variable críticas:

1. Ingresar porcentaje de modificación de umbrales al usuario (dentro de rango válido).
2. Modificar umbrales afectados en el porcentaje ingresado por el usuario.
3. Notificar sobre la tendencia detectada y los cambios realizados.

Captura de Eventos de Interés. Para capturar el surgimiento de nuevas tendencia, se debe establecer un umbral de detección que determine el número de eventos con variables de interés similares (variables centrales de la tendencia), que deben ocurrir por unidad de tiempo, para que esta secuencia de eventos se considere “tendencia”.

La unidad de tiempo estará dada por un atributo denominado “ventana”, que significa el período de tiempo en el cual las tendencias potenciales serán analizadas, luego de ese período, el contador de eventos de interés será reseteado a cero. De esta forma, una tendencia potencial que no alcanza el umbral de detección dentro de la ventana o unidad de tiempo de análisis, no será considerada como una tendencia real.

Tanto la definición del umbral de detección, como la definición de la “ventana” de tiempo, son parámetros del modelo solución, que deberán ser especificados por el experto del negocio, de acuerdo a cada organización.

En las condiciones pertenecientes a los procesos de negocios, si el valor de alguna variable se encuentra dentro de un rango predefinido por los expertos del negocio cercano al umbral que se quiere analizar, dependiendo de cual sea el tipo de las variables involucradas, el sistema procederá a actuar como respuesta a los eventos ocurridos, ejecutando el método de *analizarTendencia*.

En los casos en los cuales no se cumple la condición de los nodos de decisión, se analiza si corresponde o no realizar un análisis de tendencias. Para ellos se chequea si el valor de la variable involucrada en ese nodo de decisión, se encuentra dentro del valor de tolerancia definido para ese umbral, en caso que esto ocurra, se procede a realizar el análisis de tendencia, sino se saltea esa actividad. A continuación se presenta el pseudocódigo relacionado a la decisión de si corresponde o no ejecutar el método *analizarTendencia*.

1. Obtener valor del umbral correspondiente a ese nodo.
2. Obtener valor de tolerancia asociado al umbral (tolerancia).
3. Obtener valor de la variable involucrada (valorVar).
4. Si corresponde umbral inferior:
 - a. Calcular umbral inferior:
 - i. $umbralInf = umbral - umbral * tolerancia$
 - b. Si (valorVar < umbral) y (valorVar >= umbralInf):
 - i. Devolver *AnalizarTendencia* = verdadero
 - c. Sino: Devolver *AnalizarTendencia* = falso
5. Si corresponde umbral superior:
 - a. Calcular umbral superior:

- i. $umbralSup = umbral + umbral * tolerancia$
- b. Si $(valorVar > umbral)$ y $(valorVar \leq umbralSup)$:
 - i. Devolver AnalizarTendencia = verdadero
 - c. Sino: Devolver AnalizarTendencia = falso

Dentro del análisis de tendencias, en caso que el contador de instancias de la tendencia alcance el valor del umbral de detección correspondiente, se procederá a almacenar esa tendencia como tendencia real (individual o relacionada según corresponda). A su vez, se realizarán las notificaciones acerca de la detección de la tendencia ocurrida, y se tomarán las acciones correspondientes a la adaptación a la misma, dependiendo de qué tipo de variables centrales estén involucradas en la misma. A continuación se presenta el pseudocódigo correspondiente al proceso de detección de tendencias.

1. Calcular fechas posibles según valor de ventana:
 - a. A la fecha actual se le resta el valor de la ventana y se le suma 1.
2. Almacenar las fechas obtenidas en un array de fechas.
3. Para cada una de las fechas del array, contar cantidad de instancias del proceso de negocio relacionadas a la tendencia potencial siendo analizada, que se encuentran almacenadas en la base de datos.
4. Si la cantidad de instancias obtenida en la consulta anterior es igual al umbral de detección:
 - a. Devolver tendencia detectada = verdadero
5. Sino: Devolver tendencia detectada = falso

Las tendencias del tipo “Individual” son aquellas que involucran una única variable central, mientras que las del tipo “Relacionada”, involucran dos o más variables centrales. Cuando una instancia de proceso de negocio coincide con los valores involucrados en una tendencia potencial del tipo “Relacionada”, se deberá incrementar el contador de instancias de esa tendencia potencial “Relacionada”. A su vez, se deberán actualizar los contadores de instancias de todas las tendencias del tipo “Individual” que corresponden con cada una de las variables centrales de la tendencia “Relacionada” (Tendencias Individuales Relacionadas).

Almacenamiento de Tendencias Potenciales y Tendencias Reales. De forma tal que el modelo planteado permita almacenar las tendencias reales que sean detectadas, se requiere un paso previo que consiste en almacenar a su vez, las potenciales tendencias que vayan surgiendo, de forma tal de llevar un registro de lo que ha ocurrido recientemente para poder detectar el surgimiento de las nuevas tendencias.

Las consideraciones pertinentes al almacenamiento de las potenciales tendencias incluyen: el identificador de la tendencia potencial, el identificador de la instancia del proceso de negocio, así como la tarea en la que fue detectada, las reglas que participaron en esa tarea, los valores originales de los umbrales y parámetros, la fecha y hora de la instancia del proceso, un contador que implica el número de instancias ocurridas de esa potencial tendencia, el umbral determinante del surgimiento de la tendencia, los valores actuales de las variables involucradas, la identificación correspondiente de aquellas variables que no concordaron con los umbrales y/o parámetros, un flag⁴ que indique si esa tendencia es real o potencial (si ya es considerada una tendencia o no).

Las tendencias se almacenan por variable de interés que requieren análisis. En caso que dos o más variables requieran ser analizadas y que se den al mismo tiempo, esas tendencias potenciales serán almacenadas como relaciones entre las variables involucradas. La diferencia con las tendencias potenciales individuales, es que las relaciones de tendencias potenciales incluyen los identificadores de todas las variables que necesitan análisis.

Cuando una tendencia es detectada se setea el flag de tendencia real en verdadero y se resetea el contador para esa tendencia potencial y se almacena la misma como tendencia real. En el caso de detección de una tendencia relacionada, no sólo se deberá resetear el contador de la tendencia relacionada sino que a su vez se deberá resetear el contador de cada una de las tendencias potenciales individuales involucradas, y se almacenará esa tendencia como una tendencia real relacionada.

A continuación se presenta el pseudocódigo relacionado con el almacenamiento de las tendencias, una vez que han sido detectadas:

⁴ Bandera o Indicador.

Si se detectó una tendencia:

1. Setear flag de tendencia real en verdadero.
2. Si la tendencia detectada es individual:
 - a. Resetear contador de tendencia potencial individual.
 - b. Almacenar tendencia real individual.
3. Si la tendencia detectada es relacionada:
 - a. Resetear contador de tendencia potencial relacionada.
 - b. Resetear contador de todas las tendencias individuales involucradas en la tendencia relacionada.
 - c. Almacenar tendencia real relacionada.

Las tendencias reales relacionadas son tendencias más globales, ya que dan una idea más amplia de lo que está ocurriendo en la tendencia, dado que implican diversas variables que se encuentran en la proximidad de los umbrales predefinidos.

Generación de Alertas y Notificaciones. El punto clave en la adaptación al surgimiento de nuevas tendencias utilizando el enfoque de alertas, consiste en que las notificaciones lleguen lo antes posible a los analistas de negocios, de forma tal que los mismos puedan tomar las acciones necesarias que consideren pertinentes, en concordancia con los eventos ocurridos.

Adaptación a las Nuevas Tendencias. La adaptación al surgimiento de nuevas tendencias, consiste en modificar las reglas de negocios relacionadas a los nodos de decisión, presentes en las transiciones entre actividades en los procesos de negocios.

Cuando una tendencia es detectada, el flujo es direccionado a una actividad de modificación de umbrales. Dependiendo de si la tendencia detectada involucra variables críticas o no, será el tipo de modificación a realizar:

- *Adaptación automática con participación del usuario.* Si la tendencia detectada no involucra variables críticas, al notificar respecto de lo ocurrido, se permitirá que el usuario seleccione el porcentaje de modificación del valor del umbral en cuestión y que éste sea modificado automáticamente por el sistema.
- *Adaptación completamente automatizada en casos críticos.* En los casos de detección de tendencias que involucran variables que han sido previamente definidas como críticas por los expertos del negocio, las modificaciones serán realizadas automáticamente por el sistema sin intervención humana y el valor del umbral será modificado según el porcentaje de modificación automático definido por el experto del negocio. Luego se notificarán las acciones realizadas para que los expertos puedan seguir monitoreando y modificando los umbrales involucrados en los casos que impliquen variables críticas o de fraude.
- *Modificación de las reglas de negocios.* Al modificar los valores involucrados en las reglas de negocios presentes en las transiciones entre actividades en los procesos, indirectamente se realiza una modificación en el proceso mismo, ya que al cambiar los valores de los umbrales presentes en los nodos de decisión, se modifican los caminos a tomar dentro del flujo del proceso, dependiendo de los nuevos valores de los umbrales. A continuación se presenta el pseudocódigo relacionado con la modificación de los umbrales en las reglas y procesos de negocios.

1. Obtener valor actual del umbral del nodo de decisión en cuestión (umbralActual)
2. Obtener porcentaje de modificación automático asociado al umbral (porcentajeMod).
3. Obtener rango válido de modificación (rangoInf, rangoSup).
4. Si la tendencia detectada involucra variables críticas:
 - a. $umbralActual += (porcentajeMod/100.0) * umbralActual$
 - b. Notificar que ha sido realizada una modificación automática.
5. Si la tendencia detectada no involucra variables críticas:
 - a. Pedir ingreso de nuevo valor de modificación del umbral (nuevoValor), especificando que el valor del mismo debe encontrarse dentro del rango (rangoInf, rangoSup).
 - b. Si $((nuevoValor \geq rangoInf) \text{ y } (nuevoValor \leq rangoSup))$:
 - i. $umbralActual += (nuevoValor/100.0) * umbralActual$
 - c. Sino: Desplegar mensaje de error: "El valor ingresado no está en el rango válido."

Una vez modificados los umbrales, los mismos son almacenados en la base de datos, de forma tal que las nuevas instancias de procesos de negocios vean reflejados los nuevos valores de los umbrales. Para las instancias de procesos de negocios ya iniciadas al momento en que en otra instancia modifica los umbrales del mismo proceso, se tomarán los nuevos valores de los mismos, logrando así más adaptabilidad.

6. VALIDACIÓN Y VERIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN

Para validar y verificar la solución propuesta se emplearon diferentes mecanismos, uno de los mecanismos más importantes de validación y verificación fue la construcción de un prototipo funcional, utilizando una herramienta existente en el mercado, de clase mundial. La herramienta utilizada para la construcción del prototipo fue IBM® WebSphere® Integration Developer (WID). El lenguaje de programación utilizado para llevar a cabo el prototipo fue Java™, dentro de la plataforma de desarrollo J2EE™.

6.1 ESTRUCTURA DEL PROTOTIPO

La estructura del modelo involucra procesos de negocios definidos dentro de un Sistema BPM, así como reglas de negocios definidas dentro de un motor de reglas y la capa de monitoreo de eventos implementada con una herramienta de BAM, tal como se definió en los objetivos del presente trabajo.

Dado que la solución fue diseñada sobre WebSphere® Integration Developer, la comunicación entre las capas se mapea con los elementos de comunicación de eventos definidos en esta herramienta. La infraestructura de eventos común (Common Event Infrastructure) es la capa encargada de captar eventos, por lo cual, esta capa se encargará de comunicarle al sistema de monitoreo (BAM) qué eventos han ocurrido en los procesos de negocios. Por su parte, el Sistema de BAM se encarga de notificar acerca de los eventos detectados y permite realizar invocaciones a servicios, como por ejemplo los necesarios para modificar las reglas y los flujos de los procesos de negocios.

Dado que una de las bases sobre las cuales se fundamentó el modelo consistía en el hecho de trabajar sobre un Sistema de BPM que tuviera procesos de negocios previamente definidos, el prototipo fue implementado sobre un Sistema de BPM del mercado, IBM® WID. Para llevar a cabo el mismo se definió, respetando el estándar BPEL, un proceso de negocio basado en un ejemplo de la vida real que fue tomado de los tutoriales de WID (IBM WID, 2007), el cual consistió en un proceso de otorgamiento de préstamos.

6.2 DISEÑO DE EXPERIMENTOS ESTADÍSTICOS

Otro de los mecanismos utilizados en el proceso de validación y verificación consistió en aplicar la metodología de diseño de experimentos estadísticos clásico. Para ello se realizó un Análisis de Varianza entre el procedimiento manual que debería ser realizado para alcanzar los objetivos correspondientes a esta investigación y el modelo automatizado planteado en este trabajo que logra los mismos objetivos. De esta forma se logra analizar si existen o no diferencias entre ambos tratamientos.

En el presente experimento existen dos fuentes de variación principales: los bloques y los tratamientos. Se miden los sistemas o tratamientos (manual y automatizado), limpios del efecto de las personas (expertos o no en el área de investigación), por esta razón se consideran dos bloques separados por experiencia en el área.

De forma de lograr la aleatorización del experimento, se tomaron al azar la mitad de las personas de cada grupo para realizar los dos cuestionarios (sobre el procedimiento manual y sobre el sistema automatizado). A continuación se presenta una tabla de los resultados obtenidos luego de realizadas las encuestas, mostrando la división entre los bloques y los tratamientos presentes en el experimento realizado.

Tabla 1: Resultado de las Encuestas

Bloques	Tratamientos	Procedimiento Manual	Sistema Automatizado	Y.j.
Bloque 1 - Expertos		Y_{A1}	Y_{B1}	$Y_{.1}$ 43.85
		3.05	7.8	
		3.4	8.3	
		3.75	7.85	
		3.2	6.5	
Bloque 2 - No expertos		Y_{A2}	Y_{B2}	$Y_{.2}$ 50.5
		4.4	8.7	
		4.1	7.9	
		5	8.7	
		3.2	8.5	

Y _{i.}	Y _{A.}	Y _{B.}	Y _{...}
	30.1	64.25	94.35

El procedimiento de Análisis de la Varianza que se describirá a continuación, se realizó una única vez, debido a que se efectuó sobre una variable de resumen que engloba todas las variables a medir para la validez del modelo.

$$\text{Rango de calificación en la encuesta} = 10. \hat{\sigma}^2: \text{Estimación de la Varianza} = (\text{Rango}/4)^2. \hat{\sigma}^2 = 6.25. \quad (1)$$

Siendo α y β las probabilidades de error de tipo I y II respectivamente, el valor tomado para α (nivel de significación asociado al experimento) fue 0.001 y para β , 0.05.

Tabla 2: Análisis de Varianza

Fuentes de variación	Gr. de Libertad GL	Suma de Cuadrados SC	Cuadrados Medios (CM) = SC / GL	F ₀ de Snedecor
Tratamientos	2 - 1 = 1	$\sum_i (Y_{i.}^2 / n_i) - C = \text{SCT} = 72.89$	CMT = SCT/1	CMT/CMe = 208.3
Bloques (Experiencia)	2 - 1 = 1	$\sum_j (Y_{.j}^2 / n_j) - C = \text{SCB} = 2.76$	CMB = SCB/1	CMB/CMe
Interacción TxB	1*1 = 1	$\sum_i \sum_j (Y_{ij}^2 / n_{ij}) - C - \text{SCT} - \text{SCB} = \text{SCTB} = 0.003$	CMTB = SCTB/1	CMTB/CMe
Error Experimental	15-1-1-1 = 12	$\text{SCTotal} - \text{SCT} - \text{SCB} - \text{SCTB} = \text{SCe} = 4.2$	CMe = SCe/12 = 0.35	
TOTAL	16 - 1 = 15	$(\sum_i \sum_j \sum_k Y_{ijk}^2) - C = \text{SCTotal} = 79.85$		

$$C = (\sum_i \sum_j \sum_k Y_{ijk})^2 / \text{total de observaciones} . C = 556.37 \quad (2)$$

Las conclusiones referentes a las diferencias entre los dos tratamientos que se podrán obtener luego de llevado a cabo el procedimiento, se deberán a la eficiencia del mejor tratamiento, ya que la división en bloques y en tratamientos nos permite obtener datos que no se encuentren sesgados por la experiencia de los calificadores.

Dado que F₀ para los tratamientos es = CMT / CMe, hay que comparar este valor con el F_{crítico}. El F_{crítico} en nuestro caso corresponde a F(GL de tratamientos ; GL del error ; α), siendo el grado de libertad de los tratamientos igual a **1**, el grado de libertad del error igual a **12**, y α igual a **0.001**.

De forma de interpretar los cálculos, si F₀ es mayor que el F_{crítico}, entonces existe diferencia entre los tratamientos y es a favor del nuevo sistema o solución. En caso que fuera menor o igual entonces lo anterior no se cumple, por lo cual se debería concluir que no existe diferencia entre ambos tratamientos.

6.3 RESULTADOS

Con respecto al aporte del prototipo en la validación, el mismo ha permitido validar y verificar la viabilidad del modelo solución propuesto, ya que se lograron implementar los conceptos definidos en una herramienta de BPM real, alcanzando los objetivos planteados en la presente investigación. Se detectaron tendencias en procesos de negocios y se logró la adaptación a las mismas, modificando las reglas de negocios relacionadas al proceso y consecuentemente modificando las transiciones en los procesos de negocios definidos previamente.

Dado que no existen herramientas que resuelvan los objetivos planteados en esta investigación, el modelo solución propuesto es comparable únicamente con un procedimiento manual que busque los mismos objetivos. Con la construcción del prototipo, se logró demostrar que es posible realizar, tanto la detección como la adaptación a tendencias, con un sistema automatizado, logrando de esta forma, que los eventos de interés lleguen a los analistas del negocio en tiempo real, permitiendo agilizar la dinámica del negocio, y logrando a su vez, reflejar con mayor exactitud la realidad en los procesos de negocios definidos en la organización.

Luego de aplicar la metodología de diseño de experimentos estadísticos clásico, el valor de F_{crítico} obtenido en la tabla de estadística denominada Puntos porcentuales (área a la derecha de la gráfica) de las distribuciones de la

“F” de Snedecor para $GL1 = v1$ y $GL2 = v2$, siendo $v1=1$, $v2=12$ y $\alpha = 0.001$, fue de 18.6.

Dado que el F_0 obtenido en el procedimiento de análisis de varianza fue de 208.3, y este valor es mayor que el valor de $F_{crítico}$, se concluye que la solución propuesta logró alcanzar beneficios significativos en el logro de sus objetivos, diferenciándose del mecanismo manual, permitiendo detectar y adaptarse al surgimiento de nuevas tendencias en procesos de negocios de forma automatizada. Por lo cual, se observa que los valores obtenidos en este análisis, permiten validar científicamente el modelo solución planteado.

7. CONCLUSIONES

Se alcanzó una solución concreta y factible, que permite utilizar el conocimiento disponible en los BPMS para detectar las tendencias que puedan surgir. La solución notifica a los analistas de negocios de las tendencias detectadas en orden de que tomen las acciones necesarias para mitigar los riesgos que puedan estar asociados, o convertirlas en oportunidades de negocio si fuese el caso. En caso de que la participación de un ser humano no sea posible o lo suficientemente rápida, el sistema se robustece mediante auto-adaptación. Esta modificación automática de los procesos y reglas de negocio que lo rigen, permite reaccionar de forma diferente a lo predefinido, para aquellas instancias de proceso que constituyen la tendencia detectada.

Como parte de los mecanismos de validación y verificación, se constató que la solución propuesta acerca de un sistema automatizado que resolviera los objetivos planteados, se diferenció de manera positiva del procedimiento manual equivalente. Otro de los mecanismos de validación y verificación empleado fue la construcción de un prototipo funcional, sobre un BPMS real del mercado, lo cual además de ayudar a refinar el modelo conceptual, permitió determinar la factibilidad, aplicabilidad y correctitud de la solución.

En este contexto, se consideran alcanzados los objetivos planteados en este trabajo, proveyendo de herramientas reales y concretas para la implementación de soluciones que doten a los BPMS de una robustez que actualmente no poseen en lo que refiere a detectar y reaccionar frente al surgimiento de tendencias en instancias de procesos.

8. TRABAJO FUTURO.

Existen variedad de aplicaciones y líneas de trabajo a seguir a partir del presente trabajo. Sin embargo dos de ellas revisten un interés mayor. La primera consiste en utilizar un enfoque proactivo en la detección de las tendencias, en lugar del enfoque reactivo utilizado en este trabajo. El objetivo es justamente, anticipar las tendencias antes de que realmente ocurran, identificando comportamientos de interés definidos por los expertos del negocio, que permitan pronosticar que se dará una tendencia en breve.

La segunda consiste en el monitoreo y análisis de las tendencias detectadas, en orden de determinar que influencia tuvieron en la organización, con el fin de retroalimentar al sistema con nuevo conocimiento acerca del negocio ingresando a un ciclo de aprendizaje y mejora continua de la efectividad y eficiencia del sistema.

REFERENCIAS

- Moreno, J., Joyanes, L. (2007). “Overcoming Negative Tendencies in Automated Business Processes”. *2007 BPM & Workflow Handbook*. Publicado por Future Strategies Inc. en colaboración con la Workflow Management Coalition. Página 203 - 210.
- Laborde, A. (2006). “Utilización de Business Activity Monitoring y Business Rules para el Manejo de Excepciones en las Políticas de Negocio”. Memoria de Grado, Facultad de Ingeniería y Tecnologías, Universidad Católica del Uruguay.
- IBM® WebSphere® Integration Developer – Ayuda. <http://publib.boulder.ibm.com/infocenter/dmndhelp/v6rxmx/index.jsp> (Accedido en Diciembre de 2007).
- Francia, L., Moreno, J. (2007). “Detección y adaptación a Nuevas Tendencias en Procesos de Negocios mediante BAM bajo el estándar BPEL en Sistemas de BPM”. Memoria de Grado, Facultad de Ingeniería y Tecnologías, Universidad Católica del Uruguay.

Authorization and Disclaimer

Authors authorize LACCEI to publish the paper in the conference proceedings. Neither LACCEI nor the editors are responsible either for the content or for the implications of what is expressed in the paper.