

ANÁLISIS DE HERRAMIENTAS DE SIMULACIÓN DE PROCESOS DE NEGOCIO

Alberto Cruz Mangas

Escuela Superior de Ingenieros de Sevilla

Abril 2007

ÍNDICE

Capítulo I	INTRODUCCIÓN	13
1	Visión general del proyecto	13
2	Estructura del proyecto	13
Capítulo II	MODELADO DE PROCESOS DE NEGOCIO	15
1	Introducción a los procesos de negocio	15
2	Modelado de procesos de negocio	16
Capítulo III	TÉCNICAS DE MODELADO DE PROCESOS	17
1	Técnicas de modelado	17
2	Visión general de las distintas técnicas de modelado.....	17
2.1	Simulación de Eventos Discretos	18
2.2	Business Process Modeling Notation (BPMN)	20
2.3	Integrated DEFinition (IDEF)	20
2.4	Event-driven Process Chains (EPC).....	21
2.5	Unified Modeling Language (UML)	21
2.6	Otras.....	22
3	Clasificación de algunas técnicas.....	22
Capítulo IV	SIMULACIÓN DE PROCESOS DE NEGOCIO	24

1	Introducción a la simulación.....	24
2	El modelado de procesos de negocio para su simulación.....	24
3	Pasos para la simulación de procesos de negocio	26
4	Utilidad de la simulación	29
5	La simulación de procesos dinámicos en plataformas de servicios Web	30
Capítulo V LAS HERRAMIENTAS DE SIMULACIÓN		32
1	Introducción a las herramientas de simulación	32
2	Beneficios de la simulación y sus herramientas.....	35
3	Análisis de las características en las herramientas de simulación.....	36
3.1	Técnica de modelado	38
3.2	Capacidades de Simulación.....	38
3.3	Capacidades Analíticas	40
3.4	Capacidades de Divulgación	41
Capítulo VI DESCRIPCIÓN DE VARIAS HERRAMIENTAS DE SIMULACIÓN....		43
1	ADONIS (BOC ITC GMBH)	43
1.1	Técnica de Modelado.....	43
1.2	Capacidades de Simulación.....	44
1.3	Capacidades Analíticas	45
1.4	Capacidades de Divulgación	47

2	ARIS Simulation (IDS Scheer)	49
2.1	Técnica de Modelado	49
2.2	Capacidades de Simulación	50
2.3	Capacidades Analíticas	52
2.4	Capacidades de Divulgación	55
3	ENVISION VIP (Future Tech Systems, Inc.)	57
3.1	Técnica de Modelado	57
3.2	Capacidades de Simulación	57
3.3	Capacidades Analíticas	59
3.4	Capacidades de Divulgación	60
4	HOLOCENTRIC Modeler (Holocentric)	62
4.1	Técnica de Modelado	62
4.2	Capacidades de Simulación	62
4.3	Capacidades Analíticas	63
4.4	Capacidades de Divulgación	64
5	iGrafx (iGrafx)	66
5.1	Técnica de Modelado	66
5.2	Capacidades de Simulación	66
5.3	Capacidades Analíticas	71

5.4	Capacidades de Divulgación	73
6	MEGA Simulation (MEGA Internacional).....	74
6.1	Técnica de Modelado	74
6.2	Capacidades de Simulación.....	74
6.3	Capacidades Analíticas	76
6.4	Capacidades de Divulgación	78
7	MooD Transformation Toolset (The Salamander Organization, Ltd.).....	80
7.1	Técnica de Modelado	80
7.2	Capacidades de Simulación.....	80
7.3	Capacidades Analíticas	83
7.4	Capacidades de Divulgación	84
8	ProVision (Proforma Corporation).....	86
8.1	Técnica de Modelado	86
8.2	Capacidades de Simulación.....	87
8.3	Capacidades Analíticas	87
8.4	Capacidades de Divulgación	89
9	SIMPROCESS (CACI Inc.).....	91
9.1	Técnica de Modelado	91
9.2	Capacidades de Simulación.....	91

9.3	Capacidades Analíticas	94
9.4	Capacidades de Divulgación	96
10	Telelogic System Architect (Popkin Software)	98
10.1	Técnica de Modelado	98
10.2	Capacidades de Simulación	98
10.3	Capacidades Analíticas	99
10.4	Capacidades de Divulgación	99
11	WebSphere Business Modeler (IBM Corporation)	101
11.1	Técnica de Modelado	101
11.2	Capacidades de Simulación	101
11.3	Capacidades Analíticas	104
11.4	Capacidades de Divulgación	106
12	ProcessModel (ProMODEL Corporation)	108
12.1	Técnica de Modelado	108
12.2	Capacidades de Simulación	108
12.3	Capacidades Analíticas	110
12.4	Capacidades de Divulgación	113
13	BONAPART (Pikos)	115
13.1	Técnica de Modelado	115

13.2	Capacidades de Simulación.....	115
13.3	Capacidades Analíticas	116
13.4	Capacidades de Divulgación	117
14	PROTOS (Pallas Athena)	120
14.1	Técnica de Modelado	120
14.2	Capacidades de Simulación.....	120
14.3	Capacidades Analíticas	122
14.4	Capacidades de Divulgación	122
15	FirstSTEP TM (Interfacing Technologies).....	124
15.1	Técnica de Modelado	124
15.2	Capacidades de Simulación.....	124
15.3	Capacidades Analíticas	125
15.4	Capacidades de Divulgación	126
Capítulo VII RESUMEN DE LAS HERRAMIENTAS Y SUS CARACTERÍSTICAS		
128		
1	Tabla resumen de las Técnicas de Modelado	128
2	Tabla resumen de las Capacidades de Simulación.....	130
3	Tabla resumen de las Capacidades Analíticas	132
4	Tabla resumen de las Capacidades de Divulgación	135
Capítulo VIII CONCLUSIONES		138

REFERENCIAS.....	141
-------------------------	------------

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Una vista simplificada de las actividades de BPS.....	27
Figura 2. El proceso de la simulación de procesos de negocio	28
Figura 3. Mercado del software del Business Process	33
Figura 4. Resultados gráficos de un ensayo completo	46
Figura 5. Modelo de proceso con datos enriquecidos para simulación dinámica	51
Figura 6. Frecuencias del proceso.....	52
Figura 7. Colocación de una sonda en una función	53
Figura 8. Tiempo de rendimiento del proceso basado en un nivel dado de recursos	54
Figura 9. Estadística detallada sobre el tiempo de respuesta de un proceso particular.....	55
Figura 10. Animación de la simulación en el módulo opcional de ENVISION	58
Figura 11. Ajuste del período de tiempo deseado de la simulación.....	59
Figura 12. La ventana “Recorrido”	68
Figura 13. La ventana “Informe”	70
Figura 14. Gráfico de los indicadores	76
Figura 15. Animación de un proceso en 3D con Simul8	81
Figura 16. Gráfica en hoja de cálculo de Simul8.....	82
Figura 17. Comparación gráfica: Ajuste de la densidad	84

Figura 18. Gráfico en tiempo real en SIMPROCES	92
Figura 19. Informe de proceso en SIMPROCESS.....	94
Figura 20. La simulación en WebSphere Business Modeler.....	102
Figura 21. Ejemplo de gráfico de salida en ProcessModel	110
Figura 22. Módulo SimRunner de ProcessModel.....	111
Figura 23. Evaluador de Actividades Críticas en ProcessModel.....	112
Figura 24. Módulo de Stat::Fit en ProcessModel	113
Figura 25. Representación de un histograma en Bonapart.....	116
Figura 26. Resultados del análisis de simulación en Excel.....	118
Figura 27. Representación de los resultados en una matriz.....	121
Figura 28. Representación de los resultados en swimlanes.....	121

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Profundidad de las técnicas del BPM (Perspectivas de modelado).....	24
Tabla 2. Resumen de las Técnicas de Modelado.....	130
Tabla 3. Resumen de las Capacidades de Simulación.....	132
Tabla 4. Resumen de las Capacidades Analíticas.....	135
Tabla 5. Resumen de las Capacidades de Divulgación.....	137

PREFACIO

Son tantas hoy en día las organizaciones que pueden ser descritas como sistemas de procesos de negocio que, por su propia estructura compleja, exigen un análisis profundo mediante procedimientos tales como el *Modelado de Procesos de Negocio* (Business Process Modeling, BPM) y la *Simulación de Procesos de Negocio* (Business Process Simulation, BPS). Esto ha provocado en un corto plazo un creciente interés por parte de todas las empresas de creación de software, que ha traído consigo la aparición en el mercado de un gran número de herramientas de modelado y simulación, contrastado con la ausencia de información crítica y objetiva sobre las posibilidades y capacidades individuales de cada una de las distintas herramientas.

Es por ello que en este documento se intenta llevar cabo un estudio acerca del contenido que tratan estas herramientas. No se pretende llegar a entender el amplio y tan variado mundo de los distintos modelos de procesos de negocio que existen actualmente, pero si un acercamiento de los puntos que tienen en común y que los describen, así como de las técnicas que utilizan. Nos centraremos básicamente en la simulación y las herramientas que lo llevan a cabo. Para ello se han escogido algunas herramientas que modelan y simulan, que podemos encontrar fácilmente en el mercado actual, para analizarlas de forma completa. A partir tanto de las características de análisis que nos proponen Hall y Harmon [1], como de las que se han ido añadiendo durante el análisis realizado de las mismas, se ha llevado a cabo un estudio de estas herramientas a partir de distintas fuentes de información, para analizarlas y hacer un estudio comparativo entre ellas a nivel de las posibilidades que cada una ofrece en el campo de la simulación.

De este modo, se ha obtenido una selección de herramientas cuyo análisis realizado pone al descubierto qué es lo que realmente nos ofrecen cada una de ellas. Este trabajo puede servir de soporte de decisión a la hora de elegir una herramienta de este ámbito según el criterio que más se ajuste a las necesidades personales de cada uno.

Capítulo I INTRODUCCIÓN

1 Visión general del proyecto

Hoy en día los procesos de negocio proporcionan un marco muy útil para describir cómo es el trabajo llevado a cabo en una organización. Existen muchas soluciones para analizar y mejorar estos procesos mediante el modelado de procesos de negocio, que permiten la experimentación aplicando distintas estrategias y diseños de procesos alternativos. La gran cantidad de herramientas surgidas recientemente prometen una mejora de su funcionamiento, y es por esto por lo que se ha visto incrementada su demanda en el ámbito del negocio.

Dada la importancia que están cobrando estas herramientas, en este trabajo se realiza un estudio de aquellas que modelan mediante técnicas específicas, y que a la vez permiten la simulación de los modelos, ya que no todo el software existente en el mercado actual permite ambas funciones. De este modo se desarrolla un estudio comparativo sobre las características y posibilidades actuales de cada una de ellas.

2 Estructura del proyecto

El *Capítulo 2* comienza introduciendo el concepto de los *Procesos de Negocio*, a partir de distintas definiciones, así como de las principales características por las que se identifica y que lo describen. A continuación se define y analiza el *Modelado de Procesos de Negocio*, y cómo puede llegar a influir en la mejora de los procesos de negocio de una organización actual.

El *Capítulo 3* hace referencia a las *técnicas* de modelado. En un primer lugar se define el concepto y sus capacidades, y se describe su relación con respecto a las herramientas de modelado. Seguidamente se hace un pequeño estudio sobre la capacidad que tienen esas técnicas de representar las distintas perspectivas del modelado de procesos. Para ello se representa en una tabla resumen las características de modelado de algunas de ellas de forma esquemática.

El *Capítulo 4* aborda el concepto de la *Simulación de Procesos de Negocio*. Se describe el por qué de su uso y de su requerimiento en las organizaciones actuales, así como su campo de

aplicación. A continuación se describe una visión general de las distintas actividades que caracteriza a la simulación de procesos de negocio. También se hace una breve descripción de las metodologías seguidas en el desarrollo de la simulación de los distintos modelos. Seguidamente se lleva a cabo una enumeración de diferentes requisitos que debe de cumplir el modelado de los procesos de negocio para que pueda llevarse a cabo una adecuada simulación. Finalmente se exponen las utilidades y ventajas que nos ofrece la simulación en su aplicación a los actuales procesos de negocio.

En el *Capítulo 5* nos adentramos en la descripción de las propias *herramientas* en sí, a partir de las cuales llevaremos a cabo el modelado y la simulación de los procesos de negocio. Se comenzará por cómo debe de ser la herramienta para llevar a cabo la simulación, la información que nos proporciona, las decisiones y los datos requeridos, y cómo debe de estar diseñada. Seguidamente se citan los beneficios que nos aporta su uso en las organizaciones actuales, así como las condiciones que deben de darse para que el uso de estas herramientas sea rentable. También se hace un breve comentario sobre las herramientas de simulación en el análisis del resultado de procesos complejos. Y, para concluir con este capítulo, se detalla ampliamente una serie de características comunes de las herramientas que serán objeto de estudio en cada una de las que se analizarán posteriormente.

En el *Capítulo 6* se describe el módulo de simulación en una selección de las herramientas más comunes que podemos encontrar actualmente en el mercado del BPM y BPS. Para ello se analizarán las prestaciones de simulación, de análisis y de divulgación que nos ofrecen cada una de ellas.

En el *Capítulo 7* se representan una serie de tablas comparativas sobre las herramientas y sus características analizadas en el capítulo anterior para obtener así una visión más global de las mismas.

En el *Capítulo 8* se lleva a cabo una breve conclusión sobre el estudio desarrollado en este documento.

Capítulo II MODELADO DE PROCESOS DE NEGOCIO

1 Introducción a los procesos de negocio

En la literatura se pueden encontrar muchas definiciones para el concepto de *proceso de negocio*. Por ejemplo, Sparks [2] lo define de la forma siguiente: “un proceso de negocio es un conjunto estructurado de actividades, diseñado para producir una salida específica para un cliente o un mercado en particular”. Esto implica un fuerte énfasis en **cómo** se realiza el trabajo dentro de una organización, en contraposición con un enfoque del producto en **qué** se produce. Por lo tanto, el proceso es una secuencia específica de actividades de trabajo a través del tiempo y del espacio, con un inicio, un final, y unas entradas y salidas claramente definidas: una estructura para la acción [2]. Hammer [3] además destaca que la salida (producto o servicio) debe de proporcionar valor para el cliente. Lowenthal [4] especifica además que las tareas deben estar relacionadas lógicamente para lograr un resultado de negocio definido.

Las características importantes de los procesos son [2, 4]:

1. Tienen clientes (internos o externos).
2. Cruzan fronteras organizacionales, es decir, operan entre subunidades organizacionales.
3. Son observables, medibles, mejorables y repetitivos.
4. Puede afectar a más de una unidad organizacional.
5. Tiene un impacto horizontal en la organización.
6. Como ya se ha comentado antes, crea algún tipo de valor para el cliente.

Por tanto podemos concluir que un proceso de negocio tiene: una meta, una entrada específica, una salida específica, utiliza recursos, tiene un número de actividades que son resueltas en algún orden, afectan a más de una unidad organizacional y crean valor para algún

tipo de cliente.

2 Modelado de procesos de negocio

Para conseguir sus objetivos, una empresa organiza su actividad por medio de un conjunto de procesos de negocio [5]. Desde comienzos de la década de los noventa los procesos de negocio y su diseño han ganado una importancia creciente para casi cualquier negocio. La capacidad de dinamizar estos procesos de negocio de una manera tanto eficiente como flexible ha llegado a convertirse en uno de los factores más críticos para el éxito de las compañías de hoy [6].

Como se ha comentado en el apartado anterior, los procesos de negocio están formados por una colección de datos que son producidos y manipulados mediante un conjunto de tareas, en las que ciertos agentes (por ejemplo, trabajadores o departamentos) participan de acuerdo a un flujo de trabajo determinado. Además, estos procesos se hallan sujetos a un conjunto de reglas de negocio, que determinan la estructura de la información y las políticas de la empresa [5]. La necesidad de mejorar los procesos de negocio ha causado una demanda en aumento de técnicas y herramientas adecuadas para su identificación, análisis y simulación [6]. Por tanto, la finalidad del modelado del negocio es describir cada proceso de negocio, especificando sus datos, actividades (o tareas), roles (o agentes) y reglas de negocio [5].

De acuerdo con Eriksson y Penker [7], un modelo de negocio es una vista simplificada de una realidad compleja, de un negocio. Mediante la abstracción, nos habilita para eliminar detalles irrelevantes y enfocarnos en uno o más aspectos importantes en el tiempo. Los modelos efectivos facilitan también discusiones entre los objetos involucrados en el negocio, contribuyendo a enriquecer los acuerdos en las áreas fundamentales y trabajar hacia metas comunes [7].

Por tanto, el modelo de un proceso de negocio pretende describir qué es lo que el proceso o sistema hace, qué o quién lo controla, en qué está trabajando, qué elementos requiere para desarrollar sus funciones y qué produce, y el Modelado de estos Procesos de Negocio (conocido como Business Process Modeling) es la descripción de dichos modelos mediante las técnicas y herramientas adecuadas para ello, como se explica en los siguientes capítulos.

Capítulo III TÉCNICAS DE MODELADO DE PROCESOS

1 Técnicas de modelado

Todas las herramientas que se han estudiado en este documento están capacitadas para modelar los distintos procesos de negocio, y para ello se apoyan en una serie de técnicas. Éstas técnicas van a proporcionar a la herramienta una serie de reglas para llevar a cabo el modelado.

En general, una técnica de modelado está considerada como el cuerpo del conocimiento técnico que guía a los modeladores en la construcción de un modelo de la realidad, reduciendo la complejidad de la tarea de modelado [8].

Hay que distinguir entre técnica y herramienta. Hommes [8], explica que las técnicas de modelado ofrecen un conjunto de conceptos de modelado que permite al modelador concebir la realidad de una cierta manera (por ejemplo como un proceso de negocio), y las herramientas ofrecen la funcionalidad para soportar la aplicación de esas técnicas (soporta la construcción de modelos de procesos de negocio). Las técnicas de modelado pueden ser soportadas por varias herramientas. [8].

Aunque en la teoría hay una relación n:m entre técnica y herramienta, en la práctica vemos a menudo que hay una relación 1:1, aunque con diferentes requisitos [8].

2 Visión general de las distintas técnicas de modelado

Una técnica de modelado debería ser capaz de representar una o varias de las siguientes *perspectivas de modelado* [9]:

- a) Perspectiva Funcional: Representa *qué* actividades del proceso están siendo realizadas.
- b) Perspectiva de Comportamiento: Representa *cuándo* se realizan las actividades, así

como también los aspectos de *cómo* se llevan a cabo.

- c) Perspectiva Organizativa: Representa *dónde* y *por quién* son realizadas las actividades.
- d) Perspectiva Informativa: Representa las entidades informativas (los *datos*) producidas o manipuladas por un proceso y sus relaciones.

Las distintas técnicas se diferencian significativamente en el grado en el cual proporcionan la capacidad de modelar las diferentes perspectivas del negocio y de los sistemas. Algunas técnicas se centran sobre todo en las funciones, otras en los roles, y otras en los datos. Idealmente, sería interesante el desarrollo de una sola técnica, una técnica holística, que pudiera representar con eficacia todas las perspectivas del modelado, de una manera rigurosa y concisa, y por lo tanto ser aplicable en todas las situaciones del modelado [10]. Existen intentos de estándares de modelado como la técnica conocida como BPMN que se describe más adelante.

Sin embargo, la gran variedad de las posibles metas y objetivos del modelado hace imposible desarrollar una única técnica de modelado, o por lo menos que fuera práctica. Tal técnica, si existiera, generaría probablemente modelos complejos, reduciendo así la facilidad de su empleo para cualquier uso particular [9]. Para tratar con este problema de la complejidad, cada una de las técnicas elige concentrarse en un subconjunto de perspectivas de modelado, y por lo tanto proporciona el apoyo para los objetivos y metas específicas del modelado [10].

A continuación se va a realizar una breve descripción de algunas de las técnicas más comunes que vamos a encontrar en el posterior análisis de las herramientas de modelado y simulación. Se hace una descripción algo más amplia para la *Simulación de Eventos Discretos* cuyo uso está más extendido entre estas herramientas.

2.1 Simulación de Eventos Discretos

La Simulación de Eventos Discretos ha sido extensamente utilizada en la mejora de los procesos de negocio desde principios de los años 90. El concepto de sistema de Eventos Discretos tiene por finalidad el identificar a sistemas en los que los eventos que cambian el estado

del mismo, ocurren en instantes espaciados en el tiempo, a diferencia de los sistemas cuyo estado puede cambiar continuamente en el tiempo [11]. Su empleo implica la construcción de los modelos de simulación por ordenador, imitando los procesos de negocio para explorar diseños y escenarios alternativos. Los ejemplos de sus aplicaciones incluyen, entre otros, procesos para la ayuda al cliente (por ejemplo, [12]), tareas administrativas [13], centros de llamadas [14], cadena de suministros [15] y comercio electrónico [16]. Varios escritores ([17], [18], o [19]) han comentado la necesidad de mejorar los métodos de simulación para estos usos [20].

Warren y otros [17] sugieren tres modos en los que la Simulación de Eventos Discretos puede ser aplicada para modelar los procesos de negocio [20]:

- El primero es utilizar un entorno de simulación existente basado en un lenguaje de uso general (por ejemplo, C++ o Java) o un lenguaje de simulación (por ejemplo, MODSIM). Este acercamiento es muy flexible, pero el desarrollo del modelo puede ser lento y requiere una maestría de programación significativa.
- El segundo acercamiento está basado en Sistemas de Modelado Interactivos Visuales (VIMS): un VIMS de uso general como Arena, o uno dedicado a la simulación de los procesos de negocio, como ProcessModel. Los VIMS son fáciles de utilizar y los caracteriza que pueden mostrar los modelos por pantalla. Sin embargo, la lógica por defecto proporcionada por el simulador puede ser inadecuada para modelar las interacciones particulares de procesos de negocio específicos. Para permitir la personalización, la mayor parte de los VIMS proporcionan un lenguaje de codificación en la cual las interacciones pueden ser programadas. Algunos de ellos ofrecen enlaces con los lenguajes de programación de uso general (como por ejemplo, Visual Basic). Otros incorporan cuasi-lenguajes de simulación propios (como Simul8 o Visual Logic), que permiten al usuario programar comportamientos específicos en puntos predefinidos del modelo de simulación. Sin embargo, van por lo general poco más allá de las características básicas, como la asignación de atributos, el empleo de operadores en las expresiones, y el acceso limitado a las propiedades de la simulación.

- La tercera opción consiste en ambientes especialmente desarrollados y diseñados para las características típicas de un modelo del BPS (que se verán en el siguiente capítulo). Por ejemplo, la Simulación basada en el Rol de Cho y otros (1998), que utiliza Visual C++.

2.2 Business Process Modeling Notation (BPMN)

Business Process Modeling Notation es una notación gráfica estandarizada para representar procesos de negocio en un flujo de trabajo. El objetivo es soportar la gestión de una forma que sea fácilmente entendida por todos los usuarios que participan en el proceso. Esta forma unificada de representar los procesos, facilita que los comportamientos y decisiones puedan ser expresados de manera gráfica y simple en una organización. Además de facilitar la comunicación entre las personas que participan, BPMN permite que los diagramas y gráficos se conviertan en estructuras que se integran a las tecnologías de información que tiene la empresa para adelantar el proceso [21].

Otro objetivo, no menos importante, es el de asegurar que los lenguajes XML diseñados para la ejecución de los procesos de negocio, como BPEL4WS (Business Process Execution Language for Web Services), puedan ser visualizados con una notación orientada al negocio [22].

2.3 Integrated DEFinition (IDEF)

IDEF (Integrated Definition Methods) es una metodología que describe modelos de lenguajes técnicos para el desarrollo estructurado de gráficos representativos de procesos. El uso de esta metodología permite la construcción de modelos que contemplan funciones de sistemas (acciones, procesos, operaciones), responsabilidades de cada colaborador, e inteligencia plena a través de información que da soporte para análisis del diseño, análisis volcados al contexto empresarial y reingeniería de procesos de negocios [23].

IDEF0 es la técnica de IDEF para representar de manera estructurada y jerárquica las actividades que conforman un sistema o empresa, y los objetos o datos que soportan la

interacción de esas actividades [23].

IDEF3 es la técnica de modelado de IDEF que proporciona un método estructurado para describir el comportamiento de un proceso de negocio, representando el flujo de trabajo a través de dos instrumentos gráficos [24]:

- Diagrama de Flujo. Recoge la representación de un proceso a través de la secuencia ordenada de las actividades que comprende.
- Diagrama de Transición de Estados. Recoge la descripción de la secuencia de los diferentes estados por los que pasan los objetos implicados en el proceso.

2.4 Event-driven Process Chains (EPC)

Event-driven Process Chains es un método desarrollado por Scheer, Keller y Nüttgens dentro del marco de *Architecture of Integrated Information System* (ARIS) para modelar procesos de negocio. La fuerza de EPC reside en su notación comprensible, capaz de retratar el sistema de información del negocio a la vez que incorpora otras características importantes como funciones, datos, estructura de organización y recursos de información. Esto hace a EPC una técnica ampliamente aceptable para denotar los procesos de negocio [25].

2.5 Unified Modeling Language (UML)

Unified Modeling Language es un lenguaje de modelado visual de uso generalizado, utilizado para especificar, visualizar, construir y documentar los artefactos de un sistema de software. La especificación significa que el modelo del sistema está construido de un modo exacto, inequívoco, y completo. UML utiliza gráficos para visualizar el modelo, de modo que los usuarios puedan tener una interpretación común intercambiando ideas [25]. Entre los distintos tipos de diagramas que proporciona UML para representar un sistema, hay una técnica de modelado del negocio, como ayuda para la toma de requisitos de dicho sistema, de forma que visualiza el proceso en el que el sistema se va a desarrollar.

2.6 Otras

Data Flow Diagramming (DFD). Es un medio de representación de un sistema en cualquier nivel de detalle con una red gráfica de símbolos que muestran los flujos de datos, bases de datos, procesos de datos, y datos de origen/destino [26].

Flowchart. Es una representación en diagrama que ilustra la secuencia de operaciones a realizar para conseguir la solución de un problema. Juega un papel vital en la programación de un problema y es muy útil en el entendimiento de la lógica de problemas complicados y muy largos [27].

Line of Visibility Engineering Methodology (LOVEM). Utiliza un conjunto integrado de técnicas de modelado mediante gráficas que ayudan a analizar y diseñar las interacciones entre los clientes y los procesos de negocio [28].

Entity Relationship Diagramming (ERD). Técnica de modelado de datos que crea una representación gráfica de las entidades, y las relaciones entre ellas, dentro de un sistema de información.

3 *Clasificación de algunas técnicas*

Para ayudar a la evaluación y selección de la técnica según las características de los proyectos individuales, se va a presentar un intento de combinar las características de las técnicas de modelado, para desarrollar una taxonomía de las técnicas del BPM [10]. A continuación se muestra la Tabla 2, extraída de [10], que ilustra el grado en el cual las técnicas proporcionan la ayuda para representar el modelado de procesos y su evaluación (la profundidad del modelado).

Técnicas BPM	Perspectivas de modelado (Profundidad)			
	Funcional	Comportamiento	Organizativa	Informativa
Simulación Eventos Discretos	Sí	Sí	Sí	Limitada
IDEF0	Sí	No	Limitada	No
IDEF3	Limitada	Limitada	No	Limitada
EPC	Sí	Sí	Sí	Sí
UML	Sí	Limitada	Limitada	Sí
DFD	Sí	No	Limitada	Sí
Flowcharting	Sí	No	No	Limitada
ERD	No	No	No	Sí

Tabla 1. Profundidad de las técnicas del BPM (Perspectivas de modelado)

Capítulo IV SIMULACIÓN DE PROCESOS DE NEGOCIO

1 Introducción a la simulación

La simulación de un proceso de negocio (Business Process Simulation, BPS) es la copia del sistema dinámico de un proceso en un modelo, y su objetivo es la obtención de conocimientos para transferirlos a la realidad.

La idea básica detrás de la simulación es simple [29]: Deseamos adquirir conocimiento y alcanzar algunas decisiones estudiadas con respecto a un sistema del mundo real (el negocio). Pero no es fácil de estudiar el sistema directamente. Por lo tanto procedemos indirectamente creando y estudiando otra entidad (el modelo de simulación), que es suficientemente similar al sistema del mundo real [30, 31].

La simulación de procesos de negocio es cada vez más común en el área de la simulación mediante ordenador, siendo utilizada como un vehículo entre el modelado y el análisis en un amplio número de áreas de aplicación. La fabricación y los sistemas de producción son unas de las áreas más comunes del empleo de la simulación en la industria. Pero también la simulación se ha utilizado para ayudar a la toma de decisiones en diversos casos, tales como las operaciones militares, estudios económicos, asistencia sanitaria, diseño de sistemas de información, aplicaciones en la construcción, instalaciones de transporte, e incluso en análisis sociológicos [30].

Por tanto el BPS proporciona una herramienta que permite analizar y comprender el comportamiento actual de un sistema. Puede también ser capaz de ayudar a predecir el funcionamiento de ese sistema bajo un cierto número de situaciones determinadas por la persona que toma la decisión [32].

2 El modelado de procesos de negocio para su simulación

Para llevar a cabo un análisis de procesos de negocio mediante la simulación, primero hay que modelar dichos procesos. Los modelos obtenidos son los que se simularán finalmente. Giaglis y Paul [33] han identificado un número de exigencias específicas del modelado para llevar a cabo la simulación, que pueden clasificarse en dos categorías según sean requisitos técnicos o políticos. Estas exigencias son [30]:

Exigencias Técnicas:

- a) Los procesos tienen que ser modelados y documentados formalmente.
- b) Los modelos deben ser fácilmente actualizables para seguir los cambios de los procesos reales.
- c) Los modelos deben ser reutilizables y reconfigurables.
- d) El modelado debe considerar la naturaleza estocástica de los procesos de negocio, especialmente la manera en la cual son accionados por factores externos.
- e) Necesidad de evaluar cuantitativamente el valor de las alternativas propuestas.
- f) Los objetivos del estudio particular deben estar representados para poder llevar a cabo la evaluación correctamente.

Exigencias Políticas:

- g) El modelado y la toma de decisiones deben considerar factores políticos, tales como restricciones de la legislación, aceptación de cambios del usuario, etc.
- h) El modelado debe ser flexible para permitir diversas interpretaciones de los resultados del análisis según los objetivos especificados.
- i) Necesidad de comunicar las alternativas tanto a la gerencia como a los usuarios finales.
- j) Necesidad de un acercamiento holístico para identificar interdependencias implícitas entre los procesos. Las diferentes partes de la organización deben poder

utilizar los modelos parciales para determinar su propio funcionamiento.

- k) La herramienta de modelado debe ser fácil de utilizar para permitir que los usuarios de los procesos estén implicados en el proceso de modelado.

3 Pasos para la simulación de procesos de negocio

Como ya se ha visto, la Simulación de Procesos de Negocio implica primero el modelado de dicho proceso de negocio. Para ello, primero es necesaria una fase de conceptualización. Durante esta actividad, la persona que lleva a cabo el modelado recoge la información relevante para definir el alcance del proceso bajo estudio, así como también para describir sus características estructurales. Entonces esta conceptualización se traduce en un modelo (que se representa a partir de los objetos y las reglas que proporcionan la técnica de modelado seleccionada). Este modelo debe ser verificado (los usuarios del proceso deben comprobar que el modelo representa correctamente el proceso) y validado (los expertos en modelado deben comprobar que no hay errores semánticos ni de estructura en el modelo). Una vez obtenido el modelo se puede experimentar con él mediante la simulación. Durante la experimentación, se cambia la configuración del modelo y se observan sus efectos. Estos experimentos pueden responder a diversos propósitos tales como la facilitar la comprensión del proceso, mejorar la documentación, explorar los resultados para varias situaciones diferentes del proceso, o para probar cambios de proceso antes de su implementación. La Figura 1, [34], muestra que las actividades de Conceptualización, Modelado y Experimentación son iterativas, ya que el modelado es un proceso de refinamiento constante [34].

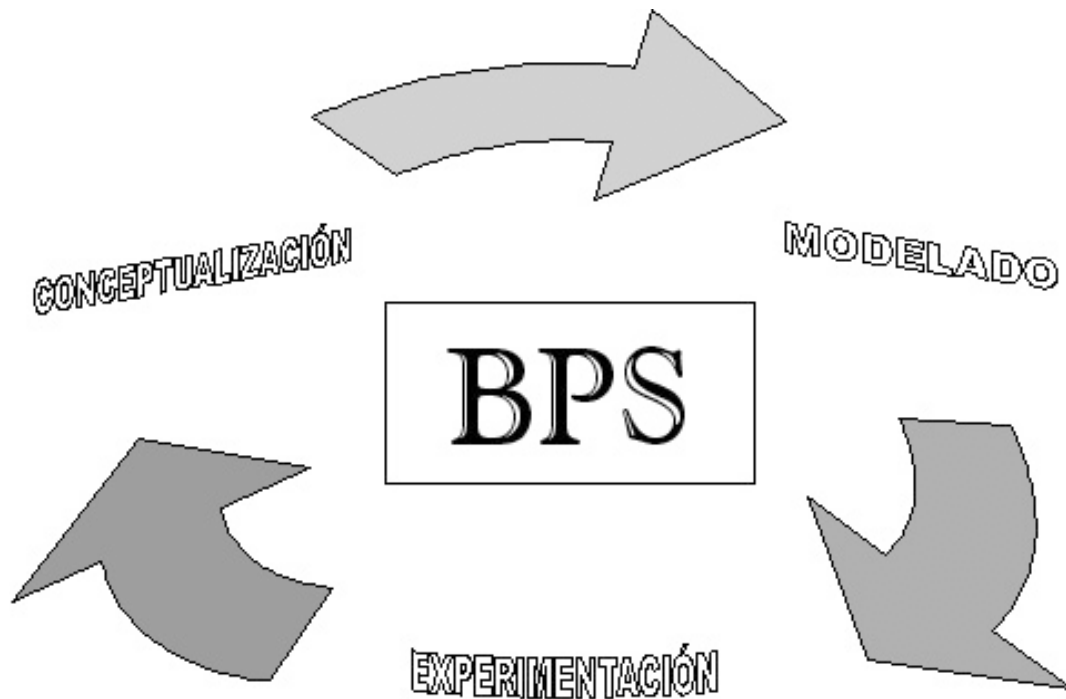


Figura 1. Una vista simplificada de las actividades de BPS

Por otra parte Hlupic y Vreede [35] proponen una serie de pasos más detallados para llevar a cabo el análisis de un procesos de negocio mediante modelado y simulación. Aunque estos pasos son secuenciales, generalmente son llevados a cabo iterativamente e incrementalmente en varios pasos individuales, y se repiten generalmente hasta que se produce un resultado satisfactorio [35]. Los pasos mostrados en la Figura 2, extraída de [35], representan un proceso general, el cual tiene mucha similitud a unas metodologías estándares proporcionadas, por ejemplo, por Hlupic y Robinson [36], Robinson [37] y Greasley [32].

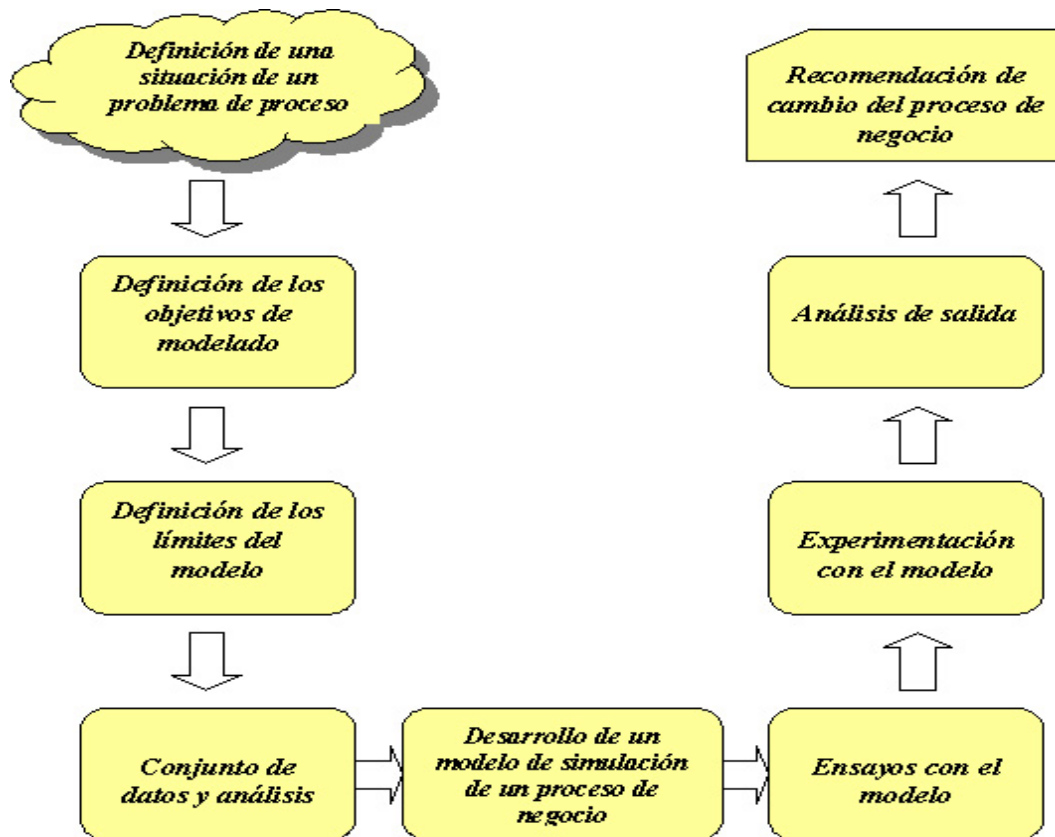


Figura 2. El proceso de la simulación de procesos de negocio

Desafortunadamente, los datos requeridos y las decisiones que deben ser establecidas para llevar a cabo una buena simulación de un proceso no son triviales. Los grandes procesos son simulados lo mejor posible creando un modelo solamente con las actividades principales. ¿Pero cuáles son las actividades principales a modelar? Los expertos en simulación son las personas más adecuadas para determinar este punto, ya que pueden tomar las decisiones rápidamente [1].

Además, el modelado del proceso es a menudo una tarea que ocupa un largo período de tiempo debido a la complejidad del entorno del modelo [35], por lo que hay que tener en cuenta que los pasos para llevar a cabo un proyecto de esta índole no son siempre rápidos y efectivos.

4 Utilidad de la simulación

Son muchas las ventajas que nos proporciona la simulación en el entorno de los procesos de negocio. Muchos de los motivos por los que es útil y recomendable utilizar la simulación pueden ser [38, 34, 35, 36, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46]:

- La naturaleza estocástica de los procesos de negocio - los acontecimientos que provocan actividades ocurren estocásticamente. Determinando los modelos matemáticos que definen esta naturaleza aleatoria e introduciéndolos en los modelos de simulación, se puede estudiar el comportamiento del proceso “what if”.
- Los modelos de simulación describen los procesos en el sistema de organización con símbolos gráficos, como hacen los modelos estáticos, y proporcionan la información cuantitativa sobre estos procesos.
- Las interdependencias complejas entre las actividades y los recursos en el proceso, que conducen a cambios dinámicos del proceso, pueden ser analizadas mediante la simulación.
- El proceso de negocio consiste en flujos complejos de actividades, que se pueden entender mucho mejor por su representación visual y dinámica. Los modelos dinámicos ofrecen más oportunidades para evaluar los procesos de negocio.
- Además de capturar procesos, la simulación también apoya la evaluación cuantitativa de las distintas alternativas antes de su implementación: las métricas del proceso cuantitativo, que se pueden tratar con la simulación, incluyen (pero no se limitan) los costes, el tiempo de ciclo, y la utilización del recurso. Esta métrica también constituye la base para evaluar alternativas en el BPR (Business Process Reengineering).
- Las alternativas para cambiar los procesos de negocio son arriesgadas y costosas, así que los efectos del cambio tienen que ser medidos con exactitud tanto como

sea posible. Por lo tanto, la simulación permite analizar diferentes escenarios “what if” sin necesidad de llevar a cabo la implantación de estos cambios en los procesos, siendo más barato, más seguro y más rápido convertir y experimentar con un modelo computarizado que interrumpiendo el del mundo real.

- Las características interactivas visuales de muchos paquetes de simulación permiten a los miembros de un equipo multidisciplinario entender el modelo y comunicarse con él.
- La simulación de los modelos puede utilizar distribuciones estadísticas, estándares y no estándares, permitiendo que los datos reales (recogidos en el sistema que está siendo modelado) sean utilizados para los experimentos, dando lugar a que los resultados obtenidos de los modelos sean más realistas.
- Las herramientas de modelado y de simulación proporcionan además un ámbito estructural en el cual se puede entender, analizar y mejorar los procesos de negocio.

5 La simulación de procesos dinámicos en plataformas de servicios Web

La introducción de Tecnologías de la Información y Comunicaciones en las organizaciones está a la orden del día. El análisis del impacto de esta innovación dentro de los procesos de negocio que forman parte de una empresa es una de las causas más comunes por las que los empresarios apuestan por la aplicación de técnicas de modelado y simulación.

La tecnología de los servicios Web está siendo adoptada como un desarrollo viable para los futuros sistemas de software [47]. Un servicio Web es una aplicación programable, y accesible como un componente, a través de protocolos de Web estándar [48]. Éstos permiten interacciones entre negocio-negocio (Business to Business, B2B) y entre negocio-cliente (Business to Client, B2C), a través del entorno abierto y dinámico de Internet, [47, 49].

El abanico de los servicios Web para permitir la ejecución en una variedad de procesos intra- e inter-organizativos ha atraído el interés del ámbito de la investigación [50]. Dichas

investigaciones están centradas en el desarrollo de las tecnologías de apoyo a los servicios Web, servicios actualmente en demanda, y en una ejecución robusta para facilitar los servicios Web basados en el desarrollo de los procesos de negocio [47].

El objetivo de estos estudios es [47]:

- Permitir el descubrimiento dinámico de los servicios Web para satisfacer las peticiones de servicios.
- Facilitar la composición de servicios elementales en procesos complejos.
- Desarrollar de plataformas de servicios para la coordinación y la ejecución de tales servicios.

Así, por ejemplo Madhusudan y Son [47] contribuyen en este ámbito realizando un acercamiento sobre el uso del conocimiento basado en la simulación para guiar la planificación de un servicio Web y de las tareas de ejecución en una plataforma de servicios. Sus contribuciones pretenden [47]:

- Ilustrar el empleo de las tecnologías de simulación en la gestión de los servicios Web para programar la ejecución del servicio.
- Desarrollar políticas de operaciones en la planificación del servicio mediante un banco de pruebas, e intercalar la composición del servicio en el ámbito de los servicios Web.

Por lo tanto, la simulación puede ser una herramienta interesante para el análisis de los procesos de negocio en los que se van a implantar plataformas de servicios Web.

Capítulo V LAS HERRAMIENTAS DE SIMULACIÓN

1 Introducción a las herramientas de simulación

Como ya se ha comentado anteriormente, el creciente interés académico y del negocio en los cambios de una organización ha dado lugar a una multitud de acercamientos, metodologías, técnicas, y herramientas para apoyar estos esfuerzos de diseño [51].

Pero desde hace algunos años se ha detectado que uno de los factores principales que contribuye al alto porcentaje de fracaso en los proyectos de cambio del negocio es la carencia de herramientas para evaluar los efectos de las soluciones diseñadas antes de su implementación [52, 53]. Estos errores surgidos por el cambio sólo pueden ser reconocidos una vez que los procesos rediseñados han sido puestos en práctica, cuando ya es generalmente difícil y costoso corregir una decisión incorrecta. El riesgo de que esto ocurra puede ser importante al menos en cambios de diseños radicales, o simplemente en la automatización de diseños de proceso en los que es poco probable maximizar el beneficio de las inversiones en tecnologías de información [31].

Para reducir el riesgo en la implementación de los proyectos de cambio hemos visto que la simulación de los modelos de los procesos de negocio puede apoyar el proceso de experimentación con las estructuras alternativas del negocio [54]. El apoyo que las herramientas pueden proporcionar en el análisis de los procesos es fundamental [55], proporcionando una comprensión completa del proceso que va a ser rediseñado, y creando una visión compartida y un entendimiento del proceso para el equipo de diseño [31].

Las herramientas de modelado de procesos de negocio se están lanzando continuamente en el mercado del software (ver Figura 3, adaptada de [1]). Muchas de estas herramientas representan los procesos de negocio por medio de símbolos gráficos, donde las actividades individuales dentro de cada proceso se muestran como una serie de rectángulos y flechas, que pueden estar determinados por una técnica de modelado definida. La mayoría de las herramientas de software para modelar los procesos de negocio tienen su origen en herramientas de mapeo de procesos, que proveen al usuario una visión estática de los procesos que están

siendo estudiados. Algunas de estas herramientas proporcionan cálculos básicos de tiempos de proceso. Otras herramientas, más sofisticadas, permiten que algunos atributos sean asignados a las actividades, y también algún tipo de análisis de procesos. Sin embargo, la mayor parte de estas herramientas pueden llegar al análisis “what if”, y muestran un cambio dinámico de los procesos de negocio, evaluando los efectos de acontecimientos estocásticos, y el comportamiento arbitrario de los recursos, lo cual es posible usando la simulación de los modelos de los procesos de negocio [51].

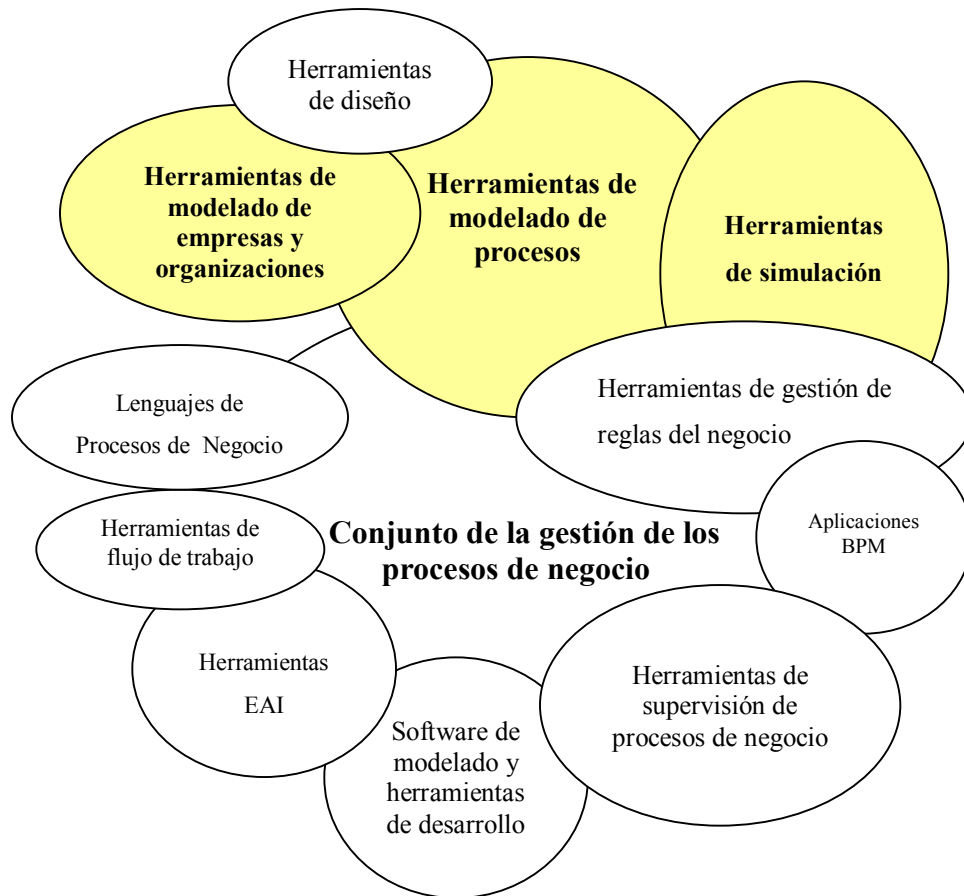


Figura 3. Mercado del software del Business Process

Así, las herramientas de simulación proporcionan la representación dinámica de un sistema real mediante un modelo representado en un ordenador. Este modelo se comporta de la misma forma que el propio sistema, lo que nos permite extrapolar los resultados de los análisis a la realidad [38]. Al mostrar la dinámica de los procesos, tales como la acumulación de colas,

visualmente, conduce a una mejora en la generación de ideas creativas para el reajuste de los procesos existentes [51].

Las herramientas de simulación de procesos se diseñan para hacer un seguimiento de los acontecimientos que ocurren durante la ejecución de un proceso. Para llevar a cabo la simulación, se necesita una herramienta de modelado de procesos que nos permita almacenar la información sobre cada actividad. También se necesita almacenar reglas para tratar las decisiones más complejas [1].

La mayoría de las herramientas permiten seguir en el tiempo cada uno de los ítems en cada punto del proceso (característica denominada capacidad de animación), que permite localizar dónde ocurren los cuellos de botella, y comparar situaciones diferentes, como por ejemplo el coste de procesar un determinado de ítems en un intervalo de tiempo. La información obtenida puede ser muy útil a la hora de decidir si un nuevo diseño de proceso es tan eficiente como se esperaba [1].

Los procesos son cada vez más complejos. Optimizarlos significa mejorar su resultado, y en consecuencia ser capaz de cualificar ese resultado (definir los criterios objetivos) y de medirlo - como mínimo de evaluarlo - con el fin de imaginar procesos alternativos mejores (medidos en concordancia con los mismos criterios). Sin embargo esto no es suficiente: en la mayoría de los casos, el resultado del proceso evoluciona en el tiempo en función del volumen tratado, que no está repartido de manera homogénea, y de la disponibilidad de los recursos materiales y humanos. Además, el resultado óptimo del proceso no se corresponde forzosamente con el resultado óptimo de cada una de sus partes. Las herramientas de simulación permiten comprender este resultado fluctuante modelando [56]:

- El volumen que debe tratarse (sobre un período de referencia susceptible de ser representativo, como por ejemplo la semana);
- La disponibilidad de los recursos materiales (informáticos, logísticos, operativos);
- La disponibilidad de los recursos humanos (horarios desplazados, tiempos parciales,...).

Es difícil simplificar demasiado las herramientas de simulación. Así, aunque muchas

herramientas de modelado de procesos proporcionan motores de simulación, solamente algunos de sus clientes utilizan realmente las capacidades de la simulación. Por otro lado, los clientes bastante experimentados en la realización de buenas simulaciones prefieren a menudo herramientas más sofisticadas de simulación. De esta manera, aunque la mayoría de los productos que modelan procesos ofrecen la simulación, solamente unos pocos de ellos son conocidos como especialmente diseñados para la simulación [1].

Los productos más sofisticados en simulación no solamente pueden controlar un conjunto de situaciones, sino que también pueden supervisar un proceso mientras se está ejecutando. Para ello, la herramienta tiene que estar diseñada para recoger los datos en tiempo real y de forma continua en una base de datos [1].

Melao y Pidd [20] argumentan que la mayor parte de las herramientas de los procesos de negocio son muy fáciles de usar, pero carecen de flexibilidad más allá de las construcciones predefinidas. Por ello proponen un acercamiento fácil de usar y flexible utilizando una librería reutilizable de componentes de modelado, llamada *BPSim++*, para la simulación de los procesos de negocio, implementado en C++ utilizando *Visual Component Library*, que combina la facilidad del uso de una interfaz de usuario gráfica con la flexibilidad de una estructura integrante [20].

2 Beneficios de la simulación y sus herramientas

Ya se ha analizado en el capítulo anterior la utilidad de la simulación de los procesos de negocio. Ésta puede ayudar a superar las complejidades inherentes al estudio y al análisis de los negocios, y por lo tanto contribuye a un alto nivel de entendimiento y de mejora de estos procesos. En términos del ámbito del negocio, la simulación de los modelos se centra generalmente en el análisis de los aspectos específicos de una organización [35].

Los beneficios que aportan además las herramientas de simulación de procesos pueden resumirse en [38]:

- o Capacidad para entender un sistema, de construirlo o modificarlo.

- o Ahorro de tiempo y dinero en la fase de concepción y desarrollo de nuevos productos.
- o Posibilidad de probar diferentes opciones de un modo rápido y fácil.
- o Mejorar la comunicación de ideas dentro de la organización.

Para muchas organizaciones, los costes son una medida clave del funcionamiento de un negocio, siendo utilizados para controlar y mejorar los procesos de negocio, y como criterio en el apoyo de la toma de decisiones en todos los niveles. Los métodos de asignación de costes, tanto los métodos tradicionales como el Activity-Based Costing (ABC), pueden ser incorporados a las herramientas de simulación de procesos de negocio para apoyar esa toma de decisiones [57].

La simulación de los efectos de procesos rediseñados antes de su puesta en práctica aumenta las posibilidades de conseguir mejoras en los procesos en la primera tentativa. Si la herramienta proporciona además características como modelos interactivos, animados o visuales de la simulación, variedad de informes de ejecución y gráficos, ayudará a mostrar las ventajas para la aprobación de los cambios en el proceso de negocio [35].

Sin embargo, como ya se ha comentado anteriormente, el modelado del proceso es a menudo una tarea que ocupa un largo período de tiempo, provocando que los proyectos de simulación puedan ser costosos, así como también las herramientas profesionales de simulación. Si además los modelos tienen que estar contruidos por expertos en simulación, se incrementa el coste, por lo que la simulación no es siempre la mejor elección dentro de la gestión de procesos de negocio [35].

3 Análisis de las características en las herramientas de simulación

Muchos autores han propuesto requisitos para las herramientas de modelado de procesos de negocio, o incluso han probado esos requisitos empíricamente [58]. Law y Kelton [59] describen las características deseables del software para la selección de una herramienta general orientada a la simulación. Identifican los siguientes grupos de características:

- Capacidades generales, incluyendo la flexibilidad de modelado y la facilidad de empleo.
- Consideraciones del hardware y del software.
- La animación, incluyendo la animación del fallo, una biblioteca de iconos estándares, la velocidad de la animación regulable, y otras características de visualización.
- Capacidades estadísticas, incluyendo un generador de números al azar, distribuciones de probabilidad, reproducciones independientes (o réplicas), determinación del período crítico, y la especificación de las medidas de funcionamiento.
- Ayuda al cliente y documentación.
- Informes de ejecución y diagramas, incluyendo informes estándares para las medidas de funcionamiento estimadas, personalización de los informes, presentación del promedio, valores mínimos y máximos y desviación estándar, almacenamiento y exportación de los resultados, y una variedad de gráficos (estáticos) como histogramas, diagramas de tiempo, y gráficos circulares.

Hall y Harmon [1] proporcionan también otras características como son la utilización de los datos en tiempo real, o la distribución de los modelos y de los resultados de la simulación en redes de la empresa.

Para determinar las características que serán analizadas en cada una de las herramientas que se estudian en el siguiente capítulo, se ha partido de las propuestas de Law y Kelton [59] y de Hall y Harmon [1]. Además se han añadido otras características encontradas durante el análisis de las herramientas estudiadas. Dichas características se han agrupado en cuatro categorías: la *técnica de modelado* que soporta la herramienta, como base para el modelado de los procesos de negocio a simular; las *capacidades de simulación*, características a partir de las cuales se aprecian las propiedades de representación de la dinámica del modelo; las *capacidades analíticas*, que proporcionan la habilidades básicas de análisis de los resultados de la simulación; y las

capacidades de divulgación, con las que se puede conocer la capacidad de la herramienta para compartir los modelos, datos, etc. Cada uno de estos grupos se descompone a su vez en características específicas que se describen a continuación.

3.1 Técnica de modelado

- Soporte de técnicas

La técnica más popular, y que vamos a encontrar en un gran número de las herramientas de simulación, es la Simulación de Eventos Discretos (ver Capítulo II, apartado 2.1). Esta popularidad entre las herramientas se debe a que los eventos discretos permiten a los usuarios introducir un alto nivel de precisión en el proceso de la simulación. Esto es posible porque proporciona la capacidad de simular el modelo de un proceso de negocio mientras se desarrolla en el tiempo, al estar definido más fácilmente como una serie de eventos discretos que como una continua transformación.

Otras técnicas de modelado que también pueden soportar algunas de las herramientas, y que se han descrito anteriormente, son por ejemplo IDEF, EPC y BPMN, entre otras.

3.2 Capacidades de Simulación

- Modulo separado o no

La mayoría de las herramientas que modelan proporcionan una cierta forma de capacidad de simulación, bien como parte de la herramienta o como módulo separado o adicional disponible.

- Animación

Algunas herramientas incluyen la animación dentro de la simulación. Esta característica permite a los usuarios ver la animación de una simulación mientras está en marcha para observar cómo el proceso de negocio se ejecuta paso por paso. También le permite registrar las animaciones para una lectura posterior. Al reproducir después las animaciones registradas, el

usuario puede detenerla, avanzar rápidamente, y rebobinar la animación, permitiendo a la herramienta una gran capacidad para analizar los procesos de negocio.

- Modificación en curso

Hay ciertas herramientas que pueden soportar la recepción de datos en tiempo real, o interactuar con sistemas operacionales durante una simulación. Otras posibilidades son, por ejemplo, que los modelos se puedan alimentar entre ellos durante la simulación, o que las variables seleccionadas puedan ser modificadas durante la simulación.

- Análisis de ruta

Las herramientas que permiten el análisis de ruta simulan un proceso de negocio sin tener en cuenta el entorno de trabajo en consideración. La asignación de ruta permite controlar el camino tomado por cada ítem de trabajo individual a través del modelo de simulación. De esta manera se puede controlar la asignación de la ruta, así como los ítems de trabajo. Los resultados incluyen los detalles para cada ruta específica que se pueda elegir dentro del proceso. Además, usando análisis de ruta se puede determinar la ruta crítica del proceso. Los resultados de un análisis de ruta proporcionan una base para determinar los puntos débiles del proceso y ofrecen una visión global del proceso de negocio.

El análisis de ruta crítica puede también ser observado continuamente durante la simulación.

- Presentación de los resultados

Algunas herramientas, además de permitir que los usuarios definan sus propios informes, proporcionan varios informes analíticos predefinidos. Estos informes predefinidos pueden ser personalizarlos por los usuarios dependiendo de sus necesidades específicas. Algunas herramientas apenas generan informes basados en texto estándar, pero otras pueden crear informes altamente gráficos y de representación en tiempo real, que son útiles para destacar el comportamiento dinámico del proceso de análisis.

3.3 Capacidades Analíticas

- Análisis de capacidad (carga de trabajo)

Las características analíticas varían entre los distintos productos. En esta sección se examina la capacidad de un producto para permitir a los usuarios finales definir varias situaciones de negocio, y realizar la simulación de procesos para medir y para analizar tiempos, costes, recursos, rendimientos de proceso, capacidad, cuellos de botella, y actividades asociadas. Tales análisis serán útiles para visualizar y validar procesos, descubrir los problemas, analizar los estados del proceso, y definir responsabilidades de organización. Son también útiles para diseñar y probar mejoras referentes a las asignaciones de recursos y a otros ámbitos.

- Evaluación de los resultados y análisis estadísticos

Las técnicas para aplicar análisis estadístico a los datos de la simulación varían entre los distintos productos. Algunas herramientas evalúan los resultados por medio de distribuciones estadísticas como: normal, exponencial, y uniforme. Otras realizan comparaciones de los resultados del análisis y de la simulación para localizar los procesos críticos. Un método de análisis estadístico que llevan a cabo ciertas herramientas es el método de Montecarlo, que es un procedimiento matemático que nos permite simular un sistema cuyo comportamiento global se puede modelar mediante una distribución de probabilidad. Consiste en la repetición de ensayos independientes del experimento simulado de interés y la estimación de prestaciones promedio, permitiendo de esta manera evaluar el rendimiento promedio del sistema [60].

Existen también herramientas que ofrecen interfaces específicos para integrarse con avanzados paquetes de análisis estadístico de otros proveedores.

- ABC

Algunas herramientas proporcionan métodos predefinidos para analizar los datos capturados durante la simulación, por ejemplo Activity-Based Costing (ABC), que permite a los usuarios aproximar la operación real de una situación y proporcionar un análisis predictivo.

3.4 Capacidades de Divulgación

- Importar/Exportar de/a otras herramientas de análisis

La mayoría de las herramientas ofrecen la capacidad de exportar a hojas de cálculo (como por ejemplo Excel), y a otros programas y herramientas la información y los datos capturados durante la simulación para aprovechar su análisis.

Algunos productos proporcionan también capacidades que permiten leer los datos de los sistemas operacionales y de las bases de datos en tiempo real, para ser usados por la herramienta de simulación, bajo la forma de interfaces tales como APIs (Application Programming Interface) o Servicios Web (SOAP, etc.) entre otras. Tal funcionalidad es útil para probar y evaluar nuevas situaciones de procesos. La información de costes y de niveles de recursos son algunos de los datos que se pueden utilizar en tiempo real con las herramientas de simulación.

- Importar/Exportar en diferentes formatos de visualización

Las herramientas permiten en cierto grado exportar los resultados y las estadísticas acumuladas de las simulaciones en diferentes formatos de visualización, tanto de texto como de imágenes (TXT, RTF, PDF, JPEG, etc.), para aprovechar sus capacidades de divulgación y publicación en las aplicaciones de Office (Word, PowerPoint, etc.) o en otras herramientas.

- Importar/Exportar a XML

Toda la información estadística, como los tiempos, los costes, las probabilidades, las condiciones, etc., se pueden registrar y exportar vía XML (eXtensible Markup Language) para su utilización en herramientas de simulación más especializadas. También existe la posibilidad de importar datos desde archivos XML.

- Compartir vía Web/red local los modelos de simulación y los datos

Algunas herramientas también ofrecen la capacidad para distribuir la simulación de modelos y sus resultados a través de una red, por ejemplo a partir del formato HTML. Esta característica proporciona un número considerable de ventajas, incluyendo la capacidad de distribuir un abanico de simulaciones (a través de la red) a diversos usuarios (una característica

muy útil cuando se usa la simulación en sesiones de análisis por grupo).

Capítulo VI DESCRIPCIÓN DE VARIAS HERRAMIENTAS DE SIMULACIÓN

1 ADONIS (BOC ITC GMBH)

Fuentes de información: Web www.boc-eu.com [61, 1, 62].

Familia función: Organización y Sistema de Información.

Subfamilia función: Referencial Organización y Sistemas de información.

SO (sistemas operativos) soportados: Windows NT / 2000 / 9x / XP / OS/2.

SGBD (sistemas de gestión de base de datos) soportados: Oracle, Informix, MS SQL Server y DB2.

Descripción general de la herramienta:

ADONIS permite el Modelado de procesos según una variedad de objetos predefinida y personalizada, tanto a nivel gráfico como a nivel de datos (atributos).

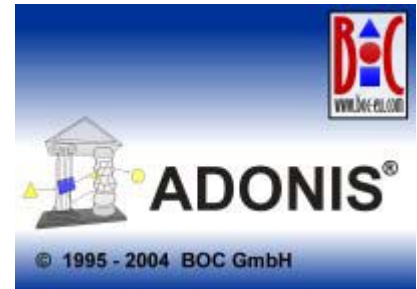
En los siguientes apartados se detallan las características de simulación:

1.1 Técnica de Modelado

- Soporte de técnicas

El componente de simulación de ADONIS proporciona una simulación de eventos discretos con una biblioteca de cuatro algoritmos de simulación.

ADONIS soporta lenguajes de modelado estándares como BPMN, UML, EPC, y LOVEM. Además el módulo ADL (ADONIS Definition Language) proporciona una tecnología de modelado que permite a los usuarios definir nuevos lenguajes de modelado.



1.2 Capacidades de Simulación

- Modulo separado o no

El componente de simulación de ADONIS se integra directamente dentro de la herramienta.

- Animación

Los cuellos de botella son fácilmente visibles con el uso de la animación, bien cuando las simulaciones del proceso se están ejecutando, o bien a través de la repetición.

- Modificación en curso

El componente de simulación de ADONIS no soporta la recepción de datos en tiempo real o la interacción con sistemas operacionales durante una simulación (es decir, ADONIS puede importar datos de sistemas operacionales antes de una simulación, pero no puede recibir datos una vez que la simulación ha comenzado).

- Análisis de ruta

El análisis de ruta simula un proceso de negocio sin tener en cuenta el entorno de trabajo (“modelo del recurso”) en consideración. Los resultados incluyen los tiempos (por ejemplo, duración de ciclo, tiempo de ejecución, etc.) y los costes del proceso de negocio, así como los detalles para cada ruta específica que se pueda elegir dentro del proceso. Un análisis de ruta da la oportunidad de calcular la cantidad de personal necesitado para un proceso determinado. Usando análisis de ruta, se puede determinar la ruta crítica del proceso. Cada ruta posible en el modelo del proceso puede ser analizada con respecto a su frecuencia, tiempo de ejecución, duración de ciclo, y costes de recursos, etc. Los resultados de un análisis de ruta proporcionan una base para determinar los puntos débiles del proceso (por ejemplo, actividades raramente ejecutadas, rutas con tiempos de ciclo muy largos, etc.) y ofrecen una visión global del proceso de negocio.

- Presentación de los resultados

Los resultados de la simulación se muestran en hojas de cálculo, gráficamente, en tablas,

y también directamente como un flujo de proceso.

1.3 Capacidades Analíticas

- Análisis de capacidad (carga de trabajo)

El análisis de capacidad simula uno o varios procesos de negocio, dentro de un modelo dado en un entorno de trabajo. Además de los resultados del análisis de ruta, también se calcula la carga de trabajo, los costes de personal, y la capacidad de personal requerida. Usando un calendario de proceso, se define la probabilidad de cuándo se empieza un nuevo proceso. Para cada empleado, su disponibilidad se documenta en un calendario del empleado. Los resultados del análisis de las simulaciones de la carga de trabajo permiten a los usuarios determinar los tiempos dinámicos de espera que ocurren durante la simulación del proceso (por ejemplo, debido a una carencia de recursos, etc.), permitiendo de esta manera identificar los cuellos de botella en los procesos, y programar una utilización óptima de los recursos (personales y materiales) existentes. Están disponibles dos tipos diferentes de análisis de la carga de trabajo: uno se basa en el número de procesos para simular; y el otro en un período de tiempo fijo. Estos son:

- Análisis de capacidad con cola de espera estacionaria, que simula un número fijo de rutas del proceso sin tener en cuenta el tiempo que tardan en realizarse estas rutas. Los resultados son valores medios referidos a una ruta.
- Análisis de capacidad con cola de espera no estacionaria, que simula un período fijo sin tener en cuenta el número de procesos realizados en este período. Se pueden visualizar los resultados referidos a los diferentes procesos o para el período de la simulación.
- Evaluación de los resultados y análisis estadísticos

Los resultados de la simulación se pueden almacenar dentro de sus correspondientes modelos de entrada y más tarde analizarlos usando el componente de evaluación de ADONIS. Permite la comparación de los resultados del análisis y de la simulación, y evaluaciones tales como por ejemplo “Estipule todos los procesos de negocio con un tiempo de ciclo mayor que dos

semanas”.

Los tiempos entre llegadas de los procesos y los calendarios de los recursos están descritos por distribuciones estadísticas, tales como: normal, exponencial, uniforme, y discreta.

En la Figura 4 se muestra un ejemplo de los resultados de una simulación representados gráficamente.

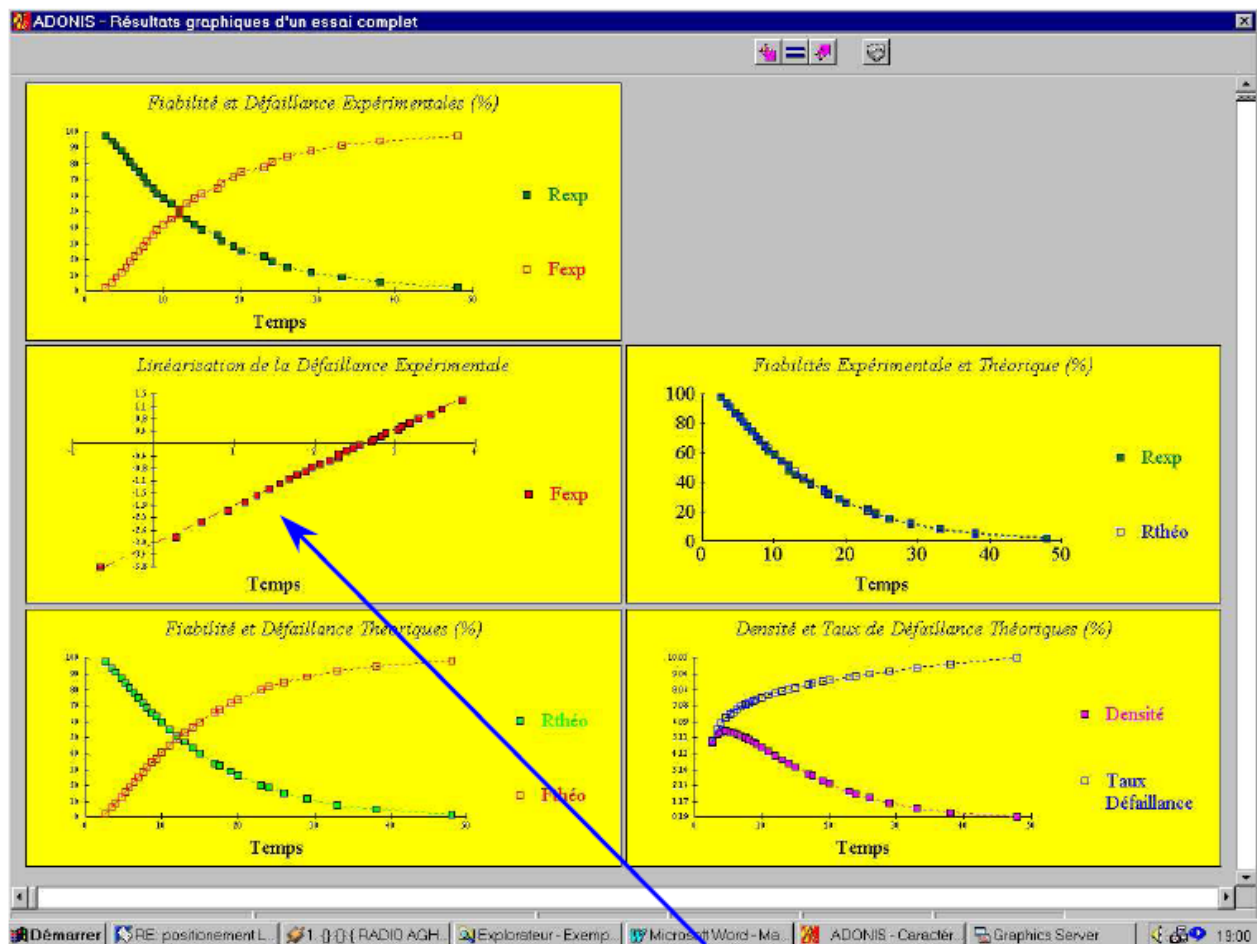


Figura 4. Resultados gráficos de un ensayo completo

- Método ABC

Activity-Based Costing se presenta en ADONIS como un módulo opcional que permite realizar análisis de costes de procesos (análisis “as-is”, que es el análisis de los procesos antes de implementar cambios y “should-be”, o “to-be”, que es el análisis de los procesos después de implementar los cambios), incluyendo la evaluación de los costes.

1.4 Capacidades de Divulgación

- Importar/Exportar de/a otras herramientas de análisis

Toda la información estadística, como los tiempos, los costes, las probabilidades, las condiciones, y así sucesivamente, se puede insertar directamente dentro de ADONIS, o exportar e importar desde hojas de cálculo externas, como por ejemplo en el formato XLS de Excel, para un análisis más profundo de los resultados.

- Importar/Exportar en diferentes formatos de visualización

ADONIS soporta varios formatos para exportar los resultados, incluyendo:

- o Documentación tipo texto: CSV, TXT, RTF, HTML.
- o Gráficos del modelo: PDF, BMP, JPG, EMF, PNG, PCX, SVG.
- o Información del modelo: SGML.

- Importar/Exportar a XML

Toda la información estadística, como los tiempos, los costes, las probabilidades, las condiciones, y así sucesivamente, se puede importar vía XML, permitiendo que ADONIS pueda integrar otros terceros motores de simulación (tales como Arena).

- Compartir vía Web/red local los modelos de simulación y los datos

Usando el componente de publicación de ADONIS, todos los resultados de la simulación pueden ser puestos a disposición en una organización vía intranet o vía e-mail, mediante su

generación en archivos HTML.

ADONIS no soporta la simulación de los modelos desde diferentes ordenadores distribuidos a través de una red de área local. Es decir, todos los modelos simulados deben de estar en el mismo ordenador.

2 *ARIS Simulation* (IDS Scheer)



Fuentes de información: Web www.ids-scheer.com [63, 1, 62].

Familia función: Optimización de procesos.

Subfamilia función: Simulación / Optimización de procesos.

SO (sistemas operativos) soportados: Windows NT / 2000 / 9x / XP.

SGBD (sistemas de gestión de base de datos) soportados: Sybase, Oracle.

Descripción general de la herramienta:

ARIS Simulación se apoya en los procesos modelados por la herramienta ARIS Business Architect para simular los procesos. Para ello, el usuario tendrá previamente:

- o Informe de los atributos de simulación que quiere seguir (costes, plazo de tratamiento, plazo de espera).
- o Definidas las funciones del proceso y los recursos humanos y materiales.
- o Definida la disponibilidad de estos recursos en volumen y en tiempo.
- o Definida la cantidad y la repartición de los datos que hay que tratar sobre el período simulado.

ARIS Simulation se apoya en el motor de simulación E-M Plant.

En los siguientes apartados se detallan las características de simulación:

2.1 **Técnica de Modelado**

- Soporte de técnicas

ARIS Simulation ofrece un motor de eventos discretos que proporciona un número amplio

de capacidades de simulación, incluyendo la capacidad de definir y de reproducir múltiples eventos de procesos. Soporta la técnica EPC para modelar los procesos, así como también BPMN y UML.

2.2 Capacidades de Simulación

- Modulo separado o no

La simulación en ARIS Toolset se desarrolla en su módulo adicional ARIS Simulation.

- Animación

ARIS Simulation tiene la capacidad de reproducir animaciones gráficas (tanto de objetos como de atributos). Posee dos modos de ejecución de simulaciones: uno que se ejecuta como proceso de fondo (es el modo más rápido), y otro que permite realizar un seguimiento visual del movimiento de las transacciones (es el modo más lento). Estas características de animación permiten a los usuarios determinar (visualmente) los primeros resultados y tendencias durante la simulación del proceso. Con la animación del objeto, los usuarios visualizan los cambios de los objetos, y pueden detectar inmediatamente durante la simulación si los subprocessos están terminados. La animación de un atributo proporciona información sobre el estado de objetos individuales, por ejemplo, el número de veces que una función se ha realizado en un período particular de tiempo. En la Figura 5 vemos un ejemplo de un modelo de proceso con datos enriquecidos para una simulación dinámica.

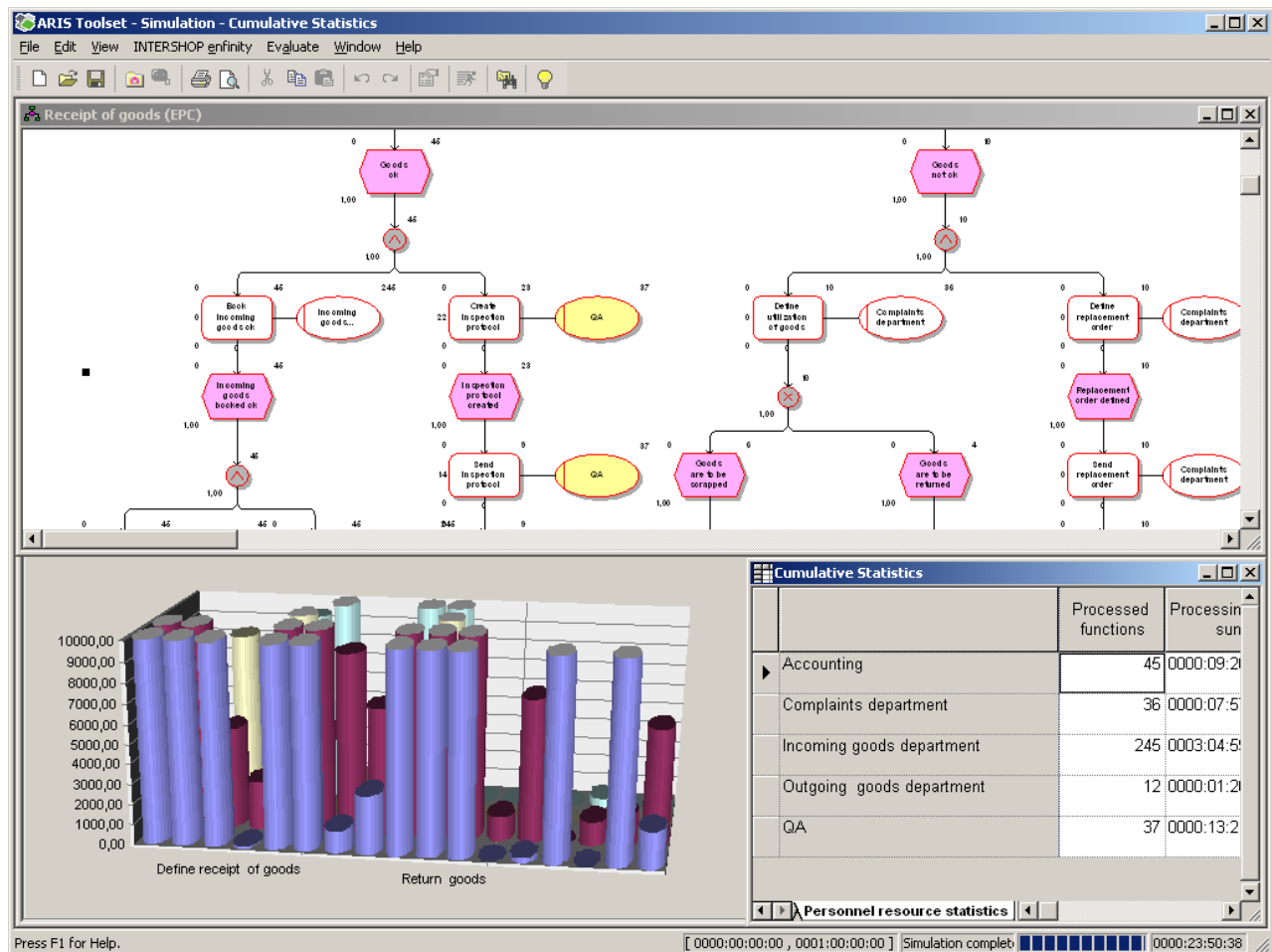


Figura 5. Modelo de proceso con datos enriquecidos para simulación dinámica

- Modificación en curso

No se especifica en la documentación consultada.

- Análisis de ruta

No se especifica en la documentación consultada.

- Presentación de los resultados

La estadística generada se puede representar en ejes (en tiempo real) bajo la forma de planos, tablas, y otros formatos de diagrama. Los organigramas representan las relaciones entre

los recursos humanos. Los calendarios de cambio se pueden utilizar para definir cuando están disponibles varios recursos. En la Figura 6 vemos que la simulación de los modelos del proceso proporciona información sobre las frecuencias del proceso.

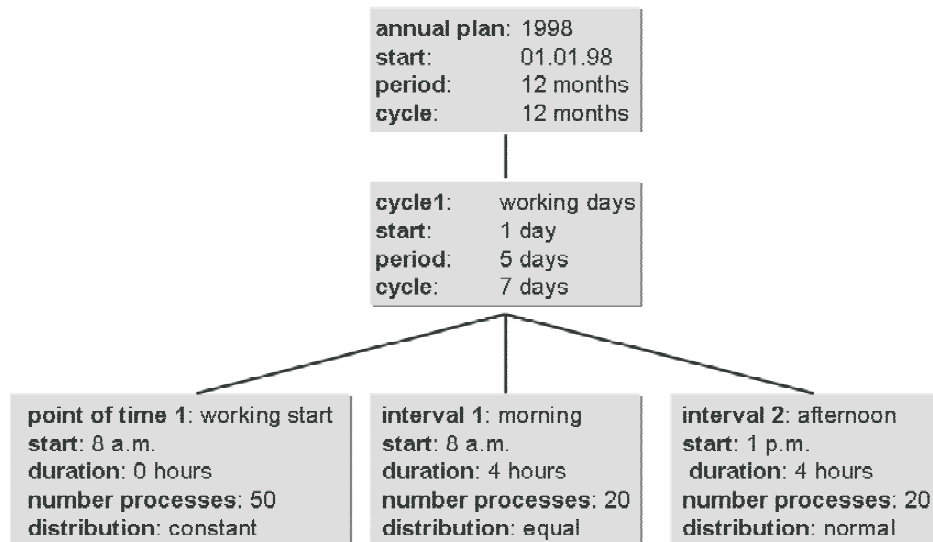


Figura 6. Frecuencias del proceso

2.3 Capacidades Analíticas

- Análisis de capacidad (carga de trabajo)

Para los procesos individuales, los siguientes datos se pueden determinar por la simulación dinámica:

- o Capacidad de ejecución de los procesos, localización de los puntos débiles del proceso y cuellos de botella, etc.
- o Duración del proceso que considera los recursos disponibles para ese proceso y otros recursos.

- o Frecuencia de ejecución de un proceso dentro de un período dado.
- o Uso de unidades organizativas, y de otros recursos por ciertos procesos.
- o Desarrollo de la capacidad de materiales usados y consumidos, así como de productos acabados.
- o Tiempos de espera de los procesos, causados por los empleados y por cuellos de botella.
- o Posibilidad de colocar “sondas” (ver Figura 7) para seguir visualmente los múltiples KPI (indicadores claves de rendimiento) sobre el período entero de la simulación.

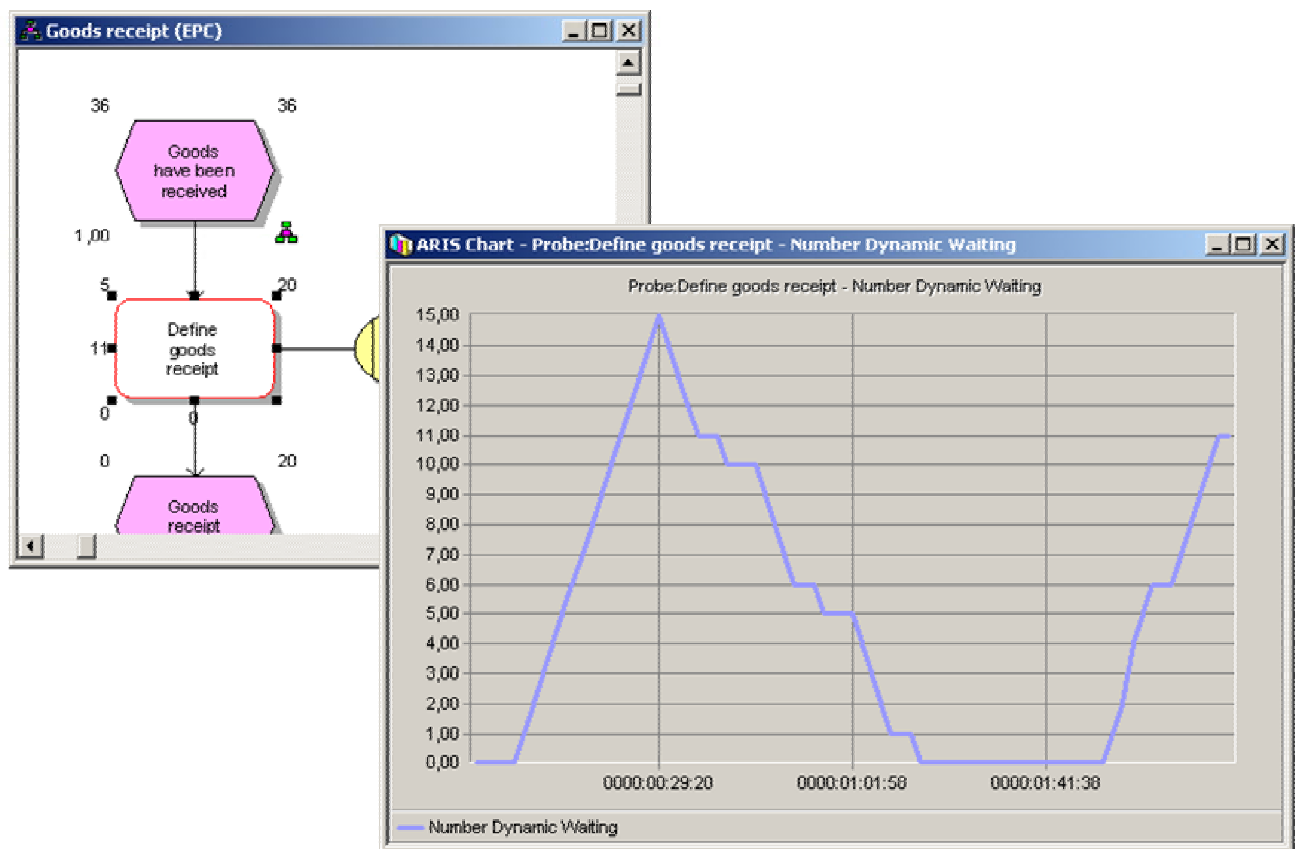


Figura 7. Colocación de una sonda en una función

En la Figura 8 vemos que la simulación de procesos reales proporciona cierta información, como el tiempo de rendimiento del proceso basado en un nivel dado de recursos.

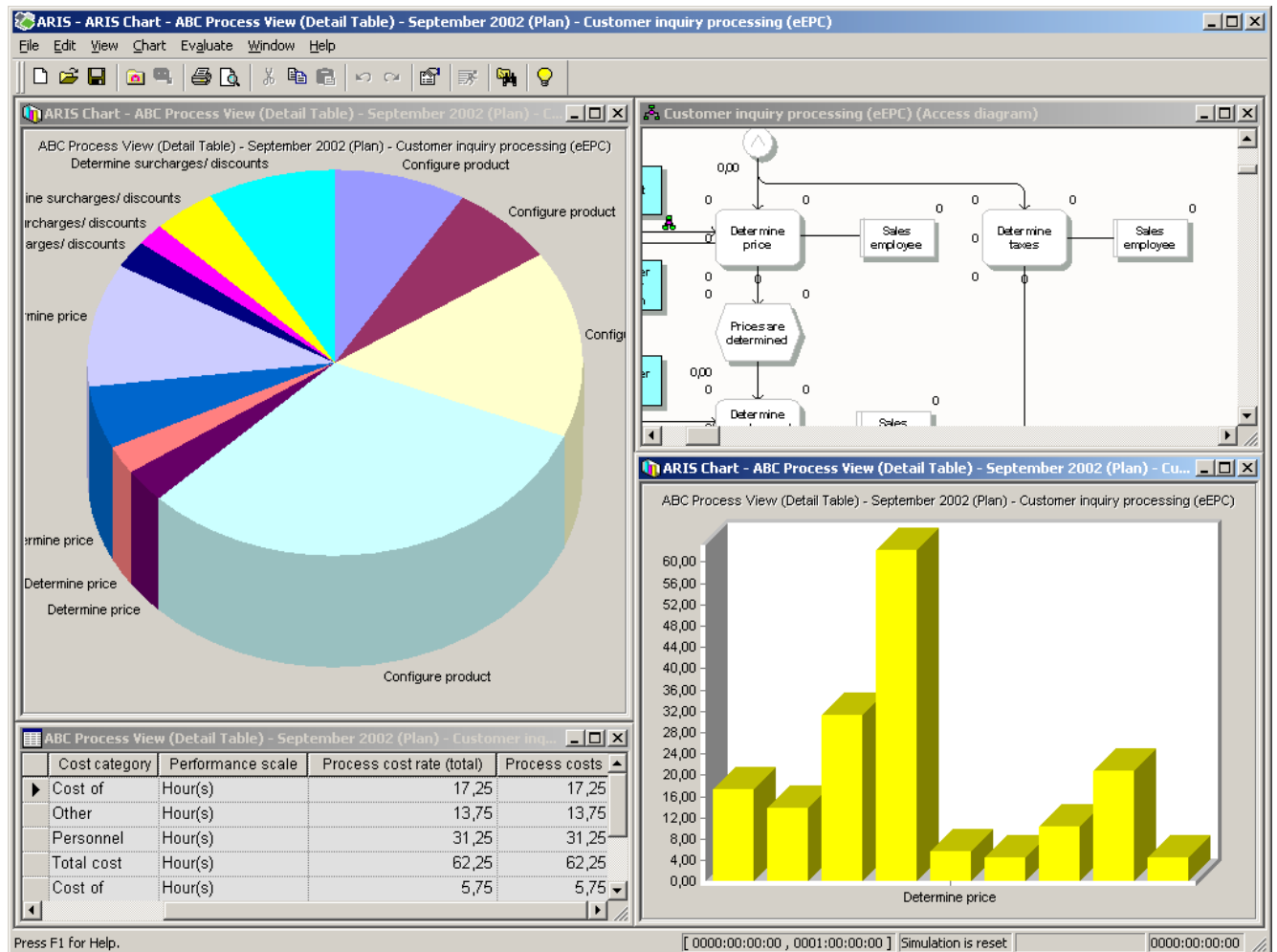


Figura 8. Tiempo de rendimiento del proceso basado en un nivel dado de recursos

- Evaluación de los resultados y análisis estadísticos

ARIS Toolset genera la estadística acumulada y detallada de cada funcionamiento de la simulación y de la eficacia del proceso. También proporciona una cierta capacidad para analizar el proceso usando su módulo de simulación y el analizador de costes del proceso (Process Cost Analyzer). En la estadística detallada mostrada en la Figura 9 muestra el tiempo de respuesta de

un proceso particular.

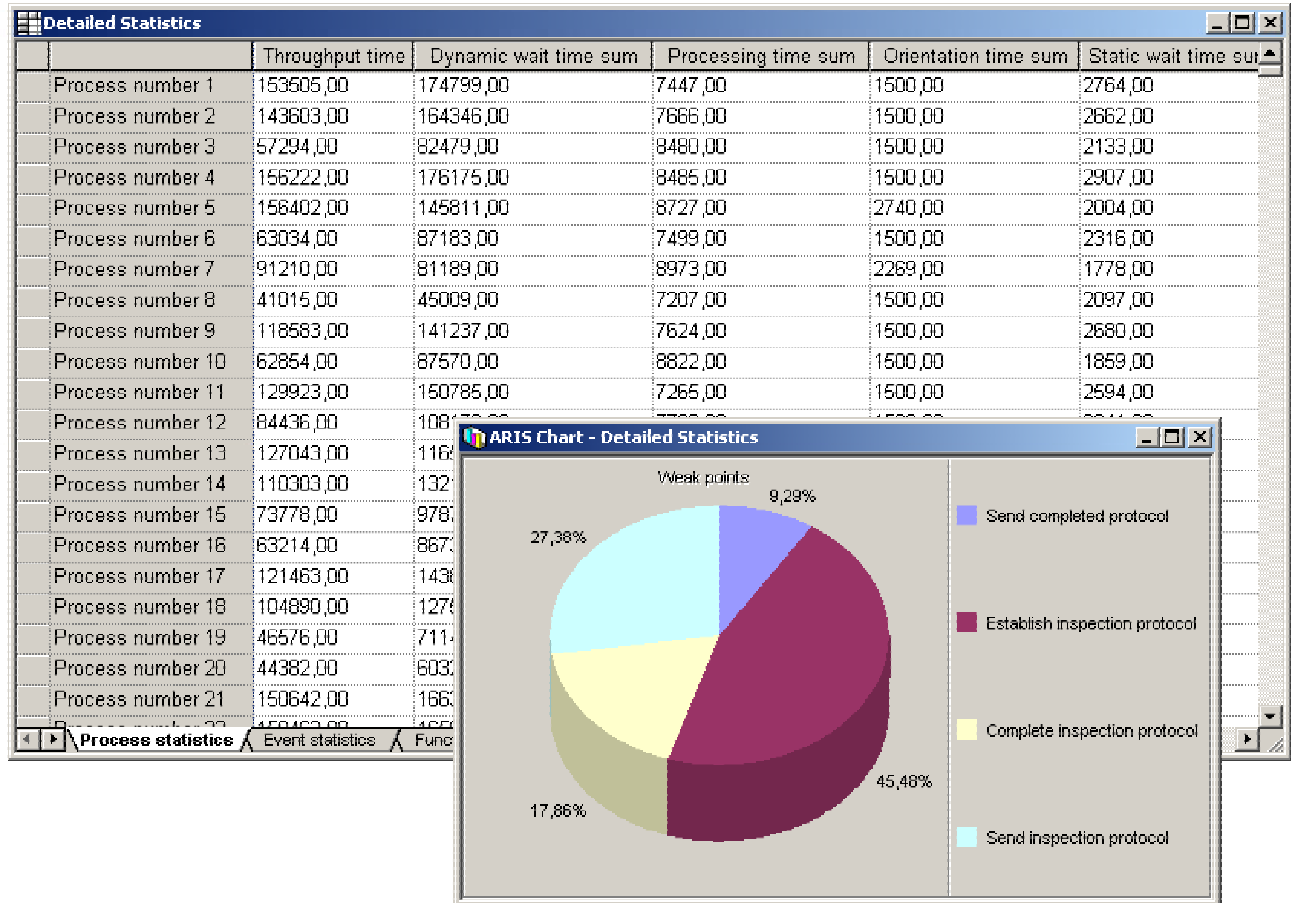


Figura 9. Estadística detallada sobre el tiempo de respuesta de un proceso particular

- Método ABC

ARIS realiza análisis Activity-Based Costing a partir de un módulo opcional.

2.4 Capacidades de Divulgación

- Importar/Exportar de/a otras herramientas de análisis

Las estadísticas de cada funcionamiento de la simulación proporcionadas por el módulo de simulación de ARIS pueden exportarse a herramientas de análisis estadístico como MINITAB.

Los usuarios pueden exportar los resultados y las estadísticas acumuladas y detalladas de las simulaciones a Excel, para el posterior análisis.

- Importar/Exportar en diferentes formatos de visualización

Los resultados se pueden registrar en archivos de distintos formatos (PDF, RTF, TXT, HTML, etc.) que los usuarios pueden editar posteriormente usando aplicaciones estándares como Word o editores de HTML. Los usuarios también pueden exportar los gráficos del modelo en formatos tales como WMF, GIF, JPG, y BMP.

- Exportar a XML

ARIS permite intercambio de datos en XML.

- Compartir vía Web/red local los modelos de simulación y los datos

La simulación se puede llevar a cabo en el servidor de una LAN (Local Area Network) o WAN (Wide Area Network).

3 *ENVISION VIP* (Future Tech Systems, Inc.)



Fuentes de información: Web www.infomgtsolutions.com [64, 1].

En los siguientes apartados se detallan las características de simulación:

3.1 Técnica de Modelado

- Soporte de técnicas

ENVISION utiliza una técnica de modelado propia, aunque también soporta BPMN y UML.

3.2 Capacidades de Simulación

- Modulo separado o no

Future Tech ofrece un módulo opcional de animación/simulación que puede ser utilizado con ENVISION para realizar estudios de tiempo y de movimiento, y para identificar las rutas críticas.

- Animación

Una visualización/animación de la simulación muestra el movimiento de los símbolos entre los distintos procesos (ver Figura 10). La simulación se puede detener brevemente en cualquier momento del tiempo, y ser examinada fácilmente por todos para identificar cualquier cuello de botella, y para observar el histórico de los tiempos asociados a las actividades que están siendo simuladas.

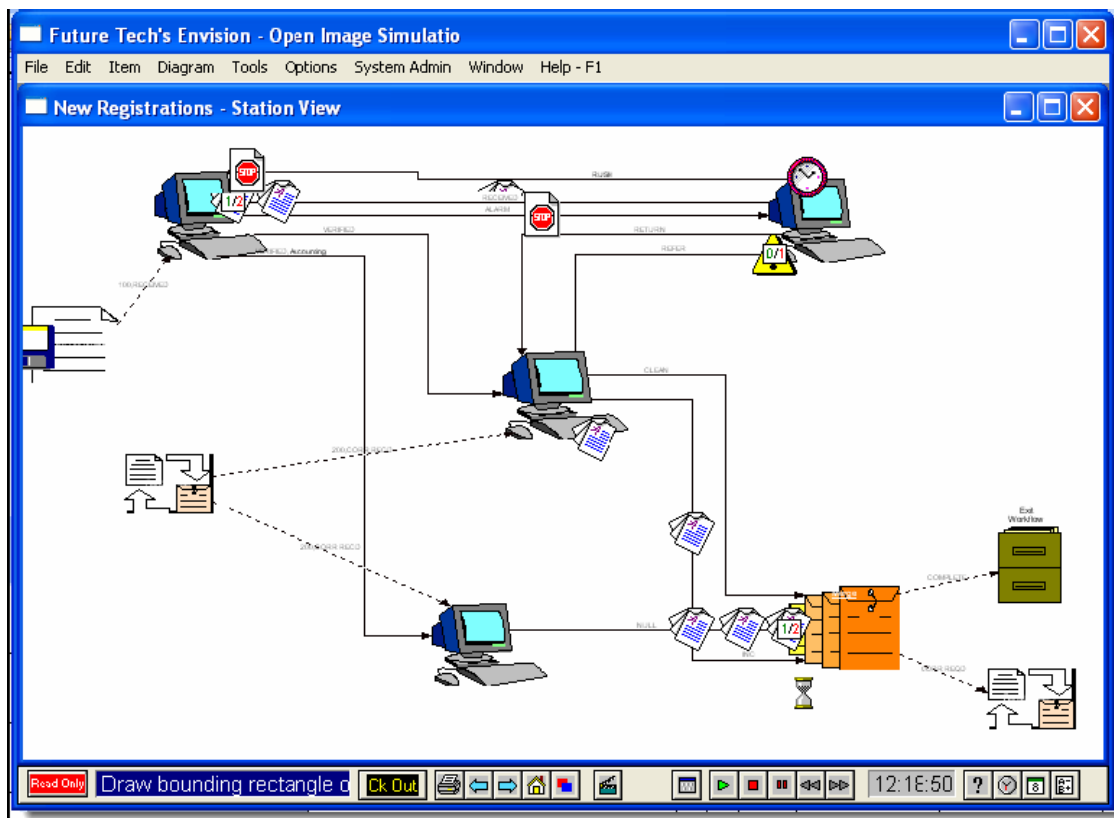


Figura 10. Animación de la simulación en el módulo opcional de ENVISION

- Modificación en curso

No se permite la introducción de datos en tiempo real.

- Análisis de ruta

El análisis de ruta crítica puede ser continuamente observado durante la simulación. El informe de características del análisis de la ruta crítica estará disponible siempre que la simulación se detenga brevemente o se pare.

- Presentación de los resultados

Los datos de la simulación pueden ser capturados y presentados dentro de una matriz, en una hoja de cálculo.

3.3 Capacidades Analíticas

- Análisis de capacidad (carga de trabajo)

Como se ha dicho anteriormente, *Future Tech* ofrece un módulo opcional de animación/simulación que puede ser utilizado con ENVISION para realizar estudios de tiempo y de movimiento, y para identificar las rutas críticas. Este módulo de simulación permite al analista reproducir una secuencia de procesos en un diagrama para estudiar los efectos de varias situaciones a través de las secuencias del proceso definido. Se definen una serie de “condiciones previas, de acciones, y de post-condiciones” para cada proceso en un diagrama a través de un sistema de tablas asociadas. Se pueden definir varios casos con las distribuciones apropiadas, dadas por la frecuencia relativa de su ocurrencia. La simulación del modelo funcionará entonces para el período de tiempo deseado (ver Figura 11), y los diversos informes estarán disponibles para el análisis y el estudio posterior.

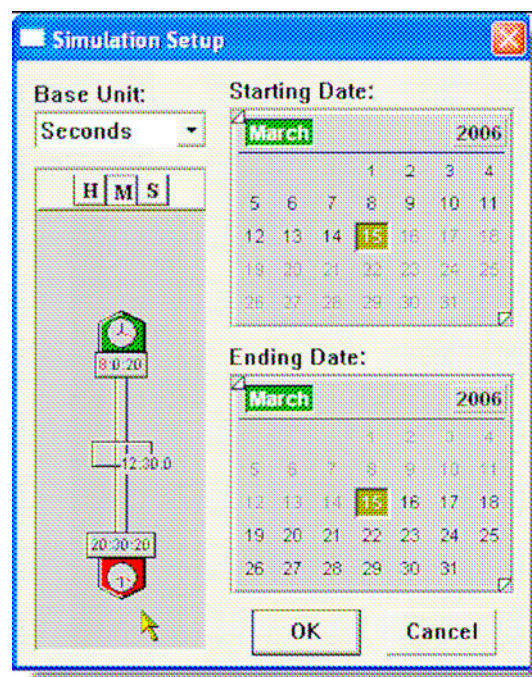


Figura 11. Ajuste del período de tiempo deseado de la simulación

A través de una simulación se pueden descubrir otros datos importantes como la identificación de la duplicación del esfuerzo o el diagnóstico de la duración de un proceso.

- Evaluación de los resultados y análisis estadísticos

El análisis de la matriz está orientado a estudiar el comportamiento observado, e identificar varios procesos críticos y secuencias de comportamiento. Los datos se pueden clasificar de varias maneras para investigar e identificar las diversas áreas de interés.

- Método ABC

No se especifica en la documentación consultada.

3.4 Capacidades de Divulgación

- Importar/Exportar de/a otras herramientas de análisis

La información y los datos capturados durante la simulación se pueden exportar a otros programas para realizar análisis estadísticos adicionales tales como Excel.

- Importar/Exportar en diferentes formatos de visualización

La información y los datos capturados durante la simulación se pueden exportar a Notepad, Microsoft Project, Word, Access y PowerPoint, con sus respectivos formatos. También pueden registrarse en los formatos PDF y HTML.

- Importar/Exportar a XML

ENVISION permite importar y exportar los resultados a XML.

- Compartir vía Web/red local los modelos de simulación y los datos

Los usuarios pueden ejecutar y visionar las simulaciones de ENVISION en una red para su estudio por diferentes analistas. El movimiento dinámico de los distintos símbolos de la simulación puede ser subido a la red o LAN (red de área local) mediante su publicación en el

formato HTML.

4 *Holocentric Modeler* (Holocentric)



Fuentes de información: Web www.holocentric.com [65, 1].

En los siguientes apartados se detallan las características de simulación:

4.1 Técnica de Modelado

- Soporte de técnicas

Holocentric Modeler proporciona la capacidad de análisis de procesos de eventos discretos que permite analizar los procesos actuales, simular las mejoras, e identificar los nuevos procesos. También soporta varias técnicas de modelado como BPMN, UML, ERD, DFD, Role-Based Process Maps (RBPM) y Role-based Process Modeling. Además, su cercana adhesión a Model Driven Architecture (MDA) permite a la herramienta soportar prácticamente cualquier técnica de modelado.

4.2 Capacidades de Simulación

- Modulo separado o no

Holocentric Modeler presenta capacidades de simulación, aunque también se apoya en otras herramientas.

- Animación

No se especifica en la documentación consultada.

- Modificación en curso

No se especifica en la documentación consultada.

- Análisis de ruta

No se especifica en la documentación consultada.

- Presentación de los resultados

Holocentric Modeler proporciona gráficos e informes analíticos predefinidos desde dentro del módulo de análisis de Excel que se entrega con el producto. El formato de los resultados de la simulación es apropiado para el posterior análisis en bases de datos o en hojas de cálculo del tipo de las herramientas estadísticas.

4.3 Capacidades Analíticas

- Análisis de capacidad (carga de trabajo)

El módulo de Excel que Holocentric proporciona con la herramienta permite el análisis comprensivo del histórico de ejecución para destacar la utilización de los recursos, las áreas dominantes claves, el rendimiento estimado y los costes resultantes.

Las áreas problemáticas pueden ser fácilmente identificadas - por ejemplo, las actividades que son demasiado costosas, con recursos intensivos, de riesgo elevado, o de baja fiabilidad. Pueden determinarse los costes de los procesos, el rendimiento del funcionamiento, y las necesidades de dotación del personal. La métrica puede ser modificada, como por ejemplo la asignación de los recursos adicionales, el desvío de diferentes rutas de trabajo, y los cambios en los volúmenes de trabajo. Las mejoras pueden ser probadas y ajustadas (puestas a punto).

- Evaluación de los resultados y análisis estadísticos

Los resultados de la simulación que son importados nuevamente hacia el modelo pueden también ser evaluados usando el Gráfico de Dependencia de Holocentric, el cual puede ser utilizado conjuntamente con el lenguaje de script incorporado para realizar evaluaciones Seis Sigma en procesos de mejora continua.

- Método ABC

El módulo de simulación de Excel se apoya en la aplicación de Activity-Based Costing,

utilizando las métricas definidas para las actividades y los recursos mantenidos en el modelo de negocio. La información de ABC, así como otra información del usuario, permite “refinar” los costes.

4.4 Capacidades de Divulgación

- Importar/Exportar de/a otras herramientas de análisis

La información del histórico de ejecución puede ser exportada y modificada en Excel para optimizar las rutas de proceso y determinar así el impacto a través de la organización. Holocentric Modeler puede utilizar una interfaz ODBC (Open DataBase Connectivity) para extraer la información de los sistemas operacionales, permitiendo la modificación de parámetros tales como la duración media de una tarea, y los tiempos máximos y mínimos.

- Importar/Exportar en diferentes formatos de visualización

Los informes pueden ser presentados en una variedad de formatos, incluyendo HTML, RTF, y otros de texto. La divulgación adicional está disponible a través de la fácil integración con MS Word (usada conjuntamente con la capacidad de script de Holocentric), MS Sharepoint y MS Project.

- Importar/Exportar a XML

Para un análisis más avanzado dirigido a los profesionales de la simulación, las definiciones del escenario y los resultados de la simulación pueden ser exportados en formato XML para su utilización en herramientas de simulación más especializadas.

- Compartir vía Web/red local los modelos de simulación y los datos

Las definiciones de la simulación y los resultados iniciales pueden ser fácilmente distribuidos a través de la red de una empresa para el análisis posterior o una publicación más extendida de los datos en formato HTML. El módulo estándar de análisis de Excel puede publicar los resultados en un portal, tal como SharePoint, mientras que la herramienta de modelado puede por sí mismo publicar las visualizaciones, específicas del sitio Web, de los procesos y de los

resultados de la simulación.

5 *iGrafx* (*iGrafx*)

Fuentes de información: Web www.igrafx.com [66, 1, 62].

Familia función: Organización y Sistema de Información.

Subfamilia función: Referencial Organización.

SO (sistemas operativos) soportados: Windows XP / 2000 / ME / 98 / NT Server 4.0.

SGBD (sistemas de gestión de base de datos) soportados: SQL Server 2000 Standard Edition.

En los siguientes apartados se detallan las características de simulación:

5.1 Técnica de Modelado

- Soporte de técnicas

iGrafx Process es un motor de simulación de eventos discretos. También crea diagramas BPMN (Business Process Modeling Notation), IDEF0 y UML 2.0, para el modelado y la simulación, o para exportar a BPEL (Business Process Execution Language).

5.2 Capacidades de Simulación

- Modulo separado o no

El motor de simulación está integrado en iGrafx Process.

- Animación

Existen dos modos de ejecución de simulaciones:

- o Ejecución: la simulación se ejecuta como proceso de fondo. Es el modo más

rápido de los dos, pero no es interactivo.

- o **Recorrido:** Este modo es una animación básica. Permite realizar el seguimiento visual del movimiento de las transacciones. Es el modo más lento, pero permite interactuar con el modelo.

En el **modo ejecución**, la simulación se ejecuta como un proceso de fondo, así que no puede ver el proceso ni interactuar con él durante la simulación. La ventana “Progreso de simulador” muestra el avance de la simulación y sus resultados aparecen en la ventana “Informe” en cuanto finaliza la simulación.

La simulación se ejecuta durante un período de tiempo determinado o hasta haber procesado todas las transacciones. Por lo general, no es necesario detener una simulación en modo ejecución. Sin embargo, puede que en alguna ocasión, como cuando hay errores en el modelo, la simulación no pueda concluir. En ese caso, es posible que deba detener la simulación.

El **modo recorrido** ejecuta el recorrido gráfico de una simulación y muestra el flujo de transacciones que componen un diagrama de proceso. Las figuras de cada actividad cambian de color a medida que van pasando las transacciones. El modo recorrido le permite solucionar los problemas de un modelo a medida que pasan las transacciones por la ventana “Recorrido”, como se muestra en la Figura 12.

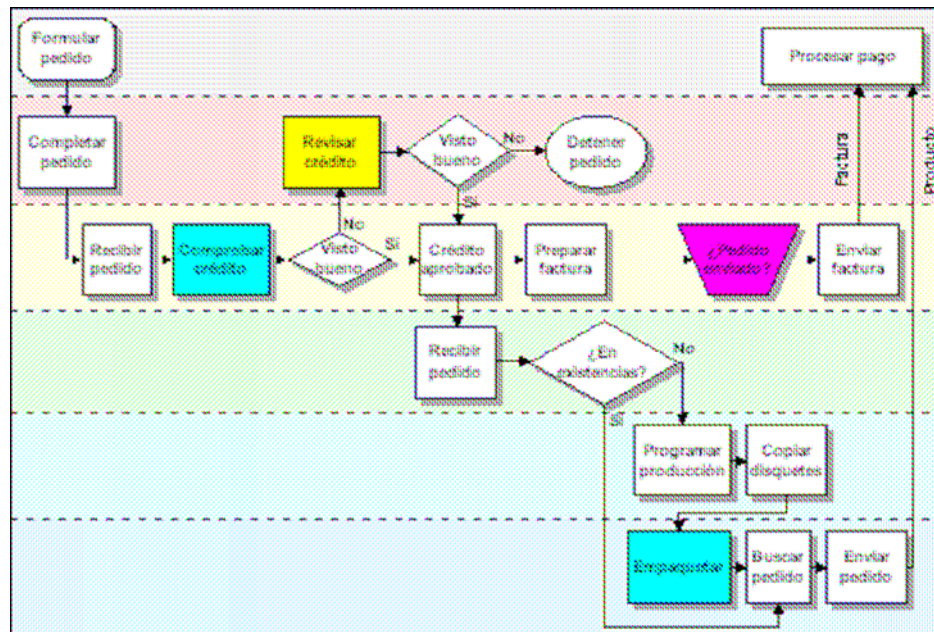


Figura 12. La ventana “Recorrido”

En el modo recorrido, es posible realizar las siguientes acciones:

- o Llevar a cabo un seguimiento visual de la simulación en un diagrama de proceso.
- o Usar colores para mostrar el estado de las actividades.
- o Definir puntos de pausa para poder ejecutar la simulación hasta un punto determinado, a fin de examinar el estado de determinadas opciones.
- o Evaluar una expresión en el contexto del punto de pausa y mostrar su valor.
- o Cambiar el valor de un atributo mientras está en pausa.
- o Realizar análisis de contingencias mediante la visualización o configuración del valor de los atributos globales y de transacción durante la simulación.
- o Efectuar un seguimiento visual de las rutas de transacción.
- o Recorrer una simulación en visionado normal (gráfico) o de tabla.

iGrafx Process incluye una herramienta exclusiva que le ayuda a modificar el número de las secuencias a lo largo de una serie de ejecuciones de la simulación, proporcionando resultados muy similares a los que se obtienen de los factores aleatorios que se dan en los procesos del mundo real. Si el modelo incluye cantidades que emplean distribuciones aleatorias, duraciones que son «Uniformes» o «Normales», o bien expresiones con una función de distribución específica, la aleatorización va a evitar la simulación de los mismos números aleatorios una y otra vez.

El simulador de iGrafx usa los mismos números aleatorios de forma predeterminada para simplificar la creación del modelo. El Asistente de simulaciones aleatorias, encargado de aleatorizar automáticamente las simulaciones, debe utilizarse después de crear y probar el modelo, como se hace habitualmente al ejecutar una simulación normal.

- Modificación en curso

Usando el interfaz de programación API (Application Programming Interface), las alimentaciones adicionales de datos en tiempo real están disponibles a través de *iGrafx BPM partner solutions* proporcionada por Plexus y CommerceQuest.

- Análisis de ruta

No se especifica en la documentación consultada.

- Presentación de los resultados

Los resultados de la simulación son resumidos en un informe tabular que se abre automáticamente cada vez que finaliza una simulación. Esta ventana “Informe” (como se muestra en la Figura 13) contiene los resultados estadísticos de la última ejecución de una simulación.

Tiempo Coste Recurso Cola Person. Todo Predeterminado

Tiempo transcurrido (Días)

66,07

Tiempo de ciclo = Tiempo de trabajo + Tiempo de espera (Días)

	Nº	Prom. Ciclo	Prom. Trabajo	Prom. Esp
Proceso1	15	4,40	1,06	3,34

Tiempo de espera = Tiempo de bloqueo + Tiempo de espera de recursos + Tiempo de inactividad (Horas)

	Nº	Prom. Esp	Prom. Esp rec	Prom. Bloqueo	Prom. Inact
Proceso1	15	80,20	0,00	0,20	80,00

Tiempo de servicio = Tiempo de trabajo + Tiempo de espera de servicio (Horas)

	Nº	Prom. Serv	Prom. Trabajo	Prom. Esp serv
Proceso1	15	25,71	25,51	0,20

Figura 13. La ventana “Informe”

El informe de simulación consta de varias páginas e incluye datos organizados en función de su clase. Cada categoría aparece en forma de ficha en la ventana “Informe”. El informe de simulación consta de las siguientes categorías de datos estadísticos:

- o Tiempo. Contiene datos que calculan el tiempo durante la simulación. Estos datos representan la duración total de la transacción y los períodos de tiempo ordenados por departamento, proceso y actividad.
- o Coste. Contiene estadísticas de costes relativos a transacciones, actividades y recursos.
- o Recursos. Contiene datos estadísticos sobre el uso de recursos, una clasificación del tiempo de los recursos, y costes de actividades y recursos.
- o Cola. Contiene datos estadísticos recopilados mientras las transacciones esperaban su procesamiento en las actividades. Las transacciones deben hacer cola en

función de las limitaciones de recursos, recopilación de entradas o de otras clases.

Los informes también pueden combinar resúmenes tabulares y gráficos, y las estadísticas asociadas están también disponibles.

Además, el comando Log Transactions muestra los resultados de cada transacción procesada por la simulación. Los resultados pueden presentarse bien como documentos individuales (archivos .igx) o bien son simulados y comprobados fuera del espacio de Process Central. Gracias a estos informes es posible comparar los resultados de varias simulaciones para determinar de qué modo los cambios introducidos en el proceso afectan a su rendimiento.

5.3 Capacidades Analíticas

- Análisis de capacidad (carga de trabajo)

iGrafx Process se apoya en diagramas de proceso. Las configuraciones gráficas supervisan los datos de la simulación en un período de ejecución (por ejemplo, el tamaño de cola, transacciones procesadas, etc.). Además, los tiempos de ciclo, los recursos limitados, los costes, los cuellos de botella, y otros, están documentados en informes multi-resultados. Las simulaciones más destacadas son presentadas opcionalmente por campos de actividad en mapas de proceso.

- Evaluación de los resultados y análisis estadísticos

iGrafx Process proporciona la herramienta RapiDOE (Diseño de Experimentos) para estudiar los resultados analizando múltiples factores y respuestas con un simple comando. Además realiza:

- o Utilización y reparto equilibrado de recursos.
- o Cálculo y optimización de rendimiento, calidad y beneficios.
- o Mapas de flujo de valor de la metodología ajustada de producción y de transacciones.

Una vez completada con éxito la ejecución de una simulación, aparece automáticamente

el informe de simulación.

Las estadísticas recopiladas e identificadas durante la ejecución de una simulación aparecen ordenadas por categoría:

- o Las estadísticas de transacción. Se utilizan para analizar la duración y el coste de las transacciones del modelo. Estas estadísticas se calculan únicamente para transacciones de fin de proceso, por completar el flujo del diagrama de proceso o por haber llegado a una actividad sin más conexiones.
- o Las estadísticas de actividad. Se utilizan para analizar el desarrollo de las transacciones al procesarse en las actividades.
- o Las estadísticas de recursos. Sirven para analizar datos recopilados sobre recursos, como los trabajadores u otros recursos definidos por el usuario.
- o Estadísticas de monitor. Se utilizan para analizar los datos acumulados sobre cada monitor definido en el proceso.
- o Estadísticas personalizadas. Se utilizan para analizar los datos recopilados sobre cada estadística definida por el usuario.

La característica del Análisis de Datos de iGrafx Process para Seis Sigma analiza las tablas almacenadas en las herramientas de análisis estadístico (MINITAB o SAS JMP) y ajusta los datos a curvas de distribución comunes. Desde la aplicación de iGrafx, los usuarios seleccionan la mejor curva de ajuste y la aplican a cualquier campo de expresión de iGrafx (por ejemplo, el tiempo de duración de la actividad).

Además iGrafx lleva a cabo otros análisis estadísticos mediante el método de Montecarlo.

- Método ABC

No se especifica en la documentación consultada.

5.4 Capacidades de Divulgación

- Importar/Exportar de/a otras herramientas de análisis

Todos los resultados del informe son opcionalmente exportados a otras herramientas para el análisis adicional como Excel. La API (Application Programming Interface), por ejemplo, integra a iGrafx Process con paquetes de análisis estadísticos como MINITAB y SAS JMP. Las características de integración incluyen:

- o Microsoft Visual Basic para Aplicaciones (VBA).
 - o Exportar a BPEL (disponible como un producto de interfaz opcional).
 - o COM API.
- Importar/Exportar en diferentes formatos de visualización

Los resultados de la simulación pueden registrarse y publicarse en Word y PowerPoint.

- Importar/Exportar a XML

Los datos del modelo pueden importarse y exportarse a XML.

- Compartir vía Web/red local los modelos de simulación y los datos

Los resultados de la simulación de los modelos pueden publicarse en formato HTML a través de la red de la empresa o a la Web.



6 MEGA Simulation (MEGA Internacional)

Fuentes de información: Web www.mega.com [67, 1, 62].

Familia función: Optimización de la Ejecución.

Subfamilia función: Simulación / Optimización de procesos.

SO (sistemas operativos) soportados: Windows 9x / NT / 2000 / XP.

SGBD (sistemas de gestión de base de datos) soportados: propietario.

En los siguientes apartados se detallan las características de simulación:

6.1 Técnica de Modelado

- Soporte de técnicas

MEGA Process posee un motor de simulación de eventos discretos. Para el modelado soporta tanto BPMN como UML.

6.2 Capacidades de Simulación

- Modulo separado o no

El motor de simulación está integrado en MEGA Process.

- Animación

MEGA Simulation destaca por su capacidad de animar los escenarios de la simulación en los modos: paso-a-paso, piloto, o automatizado. Esto acompañará al usuario a través de la cadena del proceso entero y subprocesos, proporcionando una visión general y un control de los procesos de negocio y de las actividades simuladas.

- Modificación en curso

MEGA Simulation se integra con el producto METIFY de Armstrong-Laing, el cual soporta la alimentación de datos en tiempo real en los modelos de proceso para la simulación.

- Análisis de ruta

No se especifica en la documentación consultada.

- Presentación de los resultados

MEGA genera un informe de ejecución en el cual se documentan los pasos simulados y cualquier contradicción en el modelo. También se genera una tabla del consumo de la carga del recurso. Además genera automáticamente un informe resumen que incluye un gráfico del indicador, presentando los resultados de la simulación relacionados con los objetivos. Los gráficos de indicadores (como se muestra en la Figura 14) representan el conjunto de los indicadores de un escenario o de un proyecto.

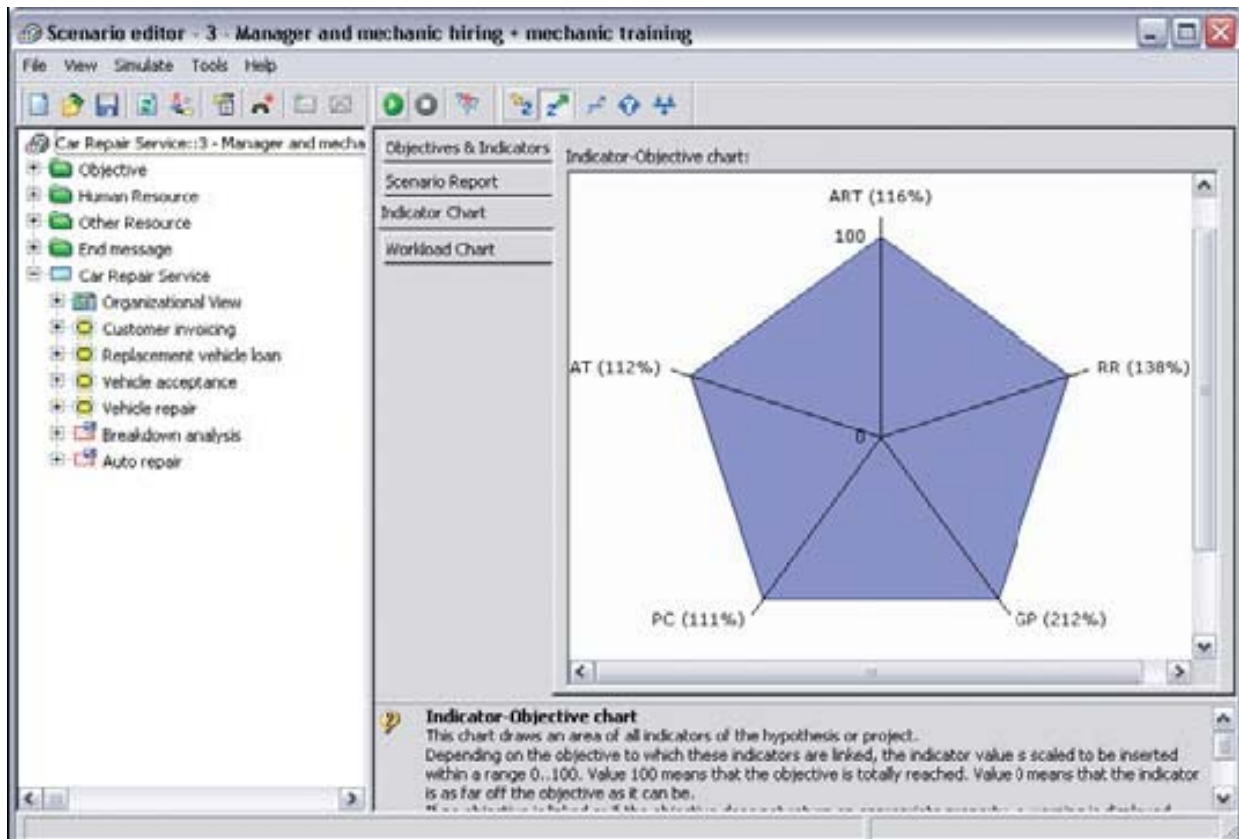


Figura 14. Gráfico de los indicadores

MEGA Simulation proporciona documentos estándar y plantillas del sitio Web para entregar automáticamente los informes de la simulación. Estos pueden ser:

- o Documentos de síntesis de los resultados de la simulación.
- o Comparación de escenarios y documentos de la evaluación de los objetivos.

Los resultados de la simulación también se entregan bajo la forma de tablas y gráficos para su mejor comprensión.

6.3 Capacidades Analíticas

- Análisis de capacidad (carga de trabajo)

MEGA Process posee tres modos de simulación: principiante, estándar, y avanzado. Las capacidades de simulación omiten el tiempo, el coste, y la gestión del recurso. Incluyen las siguientes capacidades:

- o La capacidad de definir escenarios de simulación, con objetivos a medida e indicadores.
 - o La capacidad para llevar a cabo simulaciones simultáneas de múltiples escenarios.
 - o La capacidad de controlar el alcance de la simulación, y la capacidad de perseguir la optimización de un proceso de negocio local o de una cadena de valor global.
 - o Leyes de distribución avanzadas.
 - o El control total de los flujos de actividad.
 - o La gestión de colas.
 - o Capacidades avanzadas de calendario, para representar la disponibilidad del recurso humano y la frecuencia de los eventos en el proceso de negocio. Los calendarios personalizados pueden ser especificados para asociar las restricciones de la organización.
- Evaluación de los resultados y análisis estadísticos

MEGA Simulation analiza los resultados de la simulación aplicando indicadores y otras métricas basadas en fórmulas matemáticas. El rango de las fórmulas va desde sencillas fórmulas de Excel a complejos algoritmos de Visual Basic definidos por el usuario, que podrían indicar, por ejemplo, el número de órdenes procesadas, el número de órdenes rechazadas, el tiempo promedio del proceso de una orden, el plazo de entrega, etc. Además permite a los usuarios analizar los resultados de la simulación en relación con los objetivos de mejora del proceso, y de esta manera asociar los indicadores con un objetivo (como el valor requerido, el valor correspondiente al umbral de advertencia, etc.).

Las características del análisis de MEGA Simulation incluyen los instrumentos para analizar y resumir los datos de la simulación. Permite la agregación de los resultados de la simulación como una función de los requerimientos del análisis:

- o En el nivel elemental, los resultados están relacionados con los indicadores que supervisan cada proceso de negocio o procedimiento.
- o En el nivel global, los resultados están relacionados con indicadores consolidados, permitiendo la agregación de resultados elementales usando reglas de cálculo simples definidas por el usuario.

Los parámetros de personalización - leyes de distribución, calendarios, asignación de recursos, etc. – así como también los resultados de la simulación son almacenados en una base para cada escenario, y están disponibles para la herramienta de modelado permitiendo comparar múltiples escenarios dentro de una cadena de valores de un proceso, y posteriormente identificar la solución más apropiada.

Además se integra con el producto METIFY de Armstrong-Laing, que realiza análisis avanzados de costes y de rentabilidad.

- Método ABC

MEGA Process soporta análisis Activity-Based Costing.

6.4 Capacidades de Divulgación

- Importar/Exportar de/a otras herramientas de análisis

Los usuarios pueden exportar los resultados a Excel para análisis estadísticos más avanzados. También puede importar datos desde las hojas de cálculo de Excel.

- Importar/Exportar en diferentes formatos de visualización

Todos los resultados son almacenados en un archivo para su empleo con otros módulos de MEGA (Web/Document Publisher, etc.). El módulo MEGA Publisher proporciona capacidades de generación de documentos automatizadas en múltiples formatos, entre los que se incluyen MS Word y RTF.

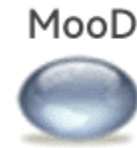
- Importar/Exportar a XML

MEGA Simulation puede importar datos desde archivos XML.

- Compartir vía Web/red local los modelos de simulación y los datos

Usando la plantilla del sitio Web para los proyectos de optimización del negocio, MEGA Simulation proporciona escenarios de simulación y resultados a los miembros del proyecto a través de un sitio Web, que puede estar integrado en la intranet de la empresa, mediante su publicación en HTML.

7 *MooD Transformation Toolset (The Salamander Organization, Ltd.)*



Fuentes de información: Web www.simul8.com [68, 69, 1].

En los siguientes apartados se detallan las características de simulación:

7.1 Técnica de Modelado

- Soporte de técnicas

Mood soporta una gama de técnicas y de notaciones correspondientes, que va desde técnicas de visualización hasta notaciones más formales como IDEF y UML.

7.2 Capacidades de Simulación

- Modulo separado o no

Salamander usa el paquete de simulación Simul8, de la Corporación Simul8, para llevar a cabo simulaciones y análisis en los procesos de negocio dentro de MooD Toolset. La tecnología de Simul8 está fuertemente integrada con MooD Transformation Toolset a través de un software adicional (el módulo Business Simulation), que es lanzado desde la herramienta Mood Process Explorer. Para apoyar a los usuarios finales a construir y a llevar a cabo las simulaciones, Simul8/MooD también ofrece varias plantillas guiadas. Básicamente, la interacción entre las dos herramientas consiste en usar MooD para visualizar y definir el modelo de negocio, y Simul8 para animar y cuantificar las implicaciones operacionales para su desarrollo.

- Animación

La animación es una parte integral e importante de SIMUL8. Se puede observar qué está sucediendo mientras que la simulación está funcionando. Se puede seguir el movimiento de los ítems entre los objetos durante la simulación, y también se muestra el número de ítems que están

actualmente en cada centro de trabajo. Los recursos se asignan a las tareas mientras éstas se realizan; y las colas de Simul8 se llenan y se vacían para mostrar las cargas de trabajo reales.

Un modelo de Simul8 aparece idéntico al modelo que representa Mood, reflejando las actividades de Mood, los enlaces que conectan con ellas, los roles que desempeñan, etc. De esta manera, cuando el modelo de Simul8 está ejecutándose se parece al modelo de Mood llevado "a la realidad".

Virtual Reality, característica exclusiva de la versión SIMUL8 Professional, ofrece una destacada visualización que permite representar la simulación en un entorno 3D más realista (como se muestra en la Figura 15). Una vez construido el modelo en 2D, con tan sólo un clic del ratón se permite ver automáticamente la simulación en 3D. También se pueden utilizar imágenes de la biblioteca 3D de SIMUL8 o importar imágenes 3D personales.

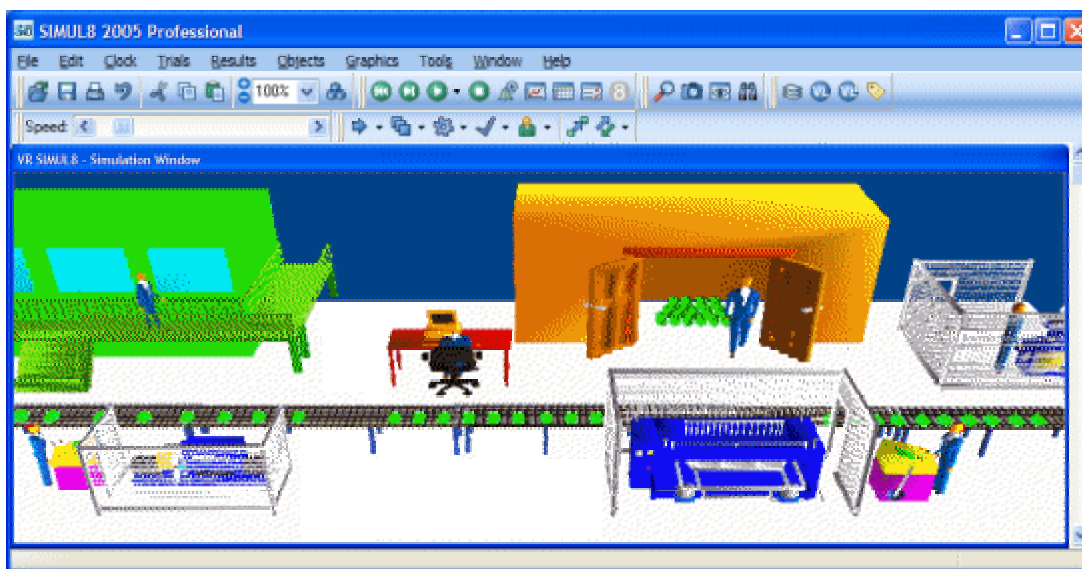


Figura 15. Animación de un proceso en 3D con Simul8

El reloj es el marco sobre el cual está construida la simulación. Todo en la simulación, desde los índices de llegada hasta los resultados, está asociado a los parámetros que han sido

fijados por el reloj.

- Modificación en curso

No se especifica en la documentación consultada.

- Análisis de ruta

La asignación de ruta le permite controlar el camino tomado por cada ítem de trabajo individual a través del modelo de simulación. De esta manera se puede controlar la asignación de la ruta, así como los ítems de trabajo.

- Presentación de los resultados

Los resultados de la ejecución de Simul8 están disponibles dentro de Mood Performance Activation para su presentación, análisis, e inspección (por ejemplo, en una tabla de funcionamiento como indicador de predicción). Los gráficos de cualquier resultado de SIMUL8 se pueden construir usando las hojas de cálculo internas de SIMUL8 de un modo similar a como se crean los gráficos en Excel. En la Figura 16 podemos ver un ejemplo de gráfica.

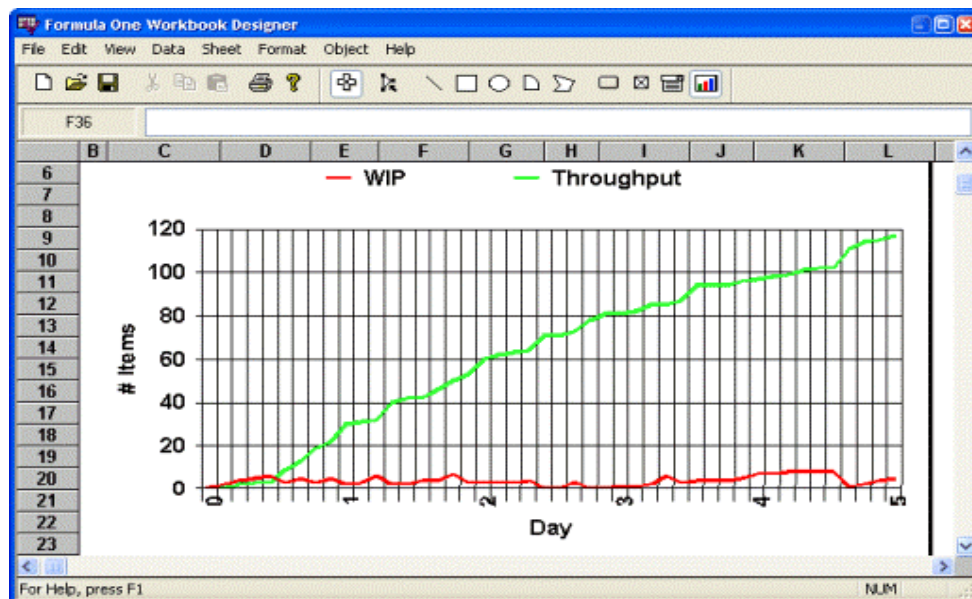


Figura 16. Gráfica en hoja de cálculo de Simul8

Simul8 crea también un archivo de documentación que incluye automáticamente la información sobre todos los objetos de la simulación y los ajustes que han sido seleccionados. Esto facilita la inclusión en los informes de la simulación de un listado donde se muestran claramente todos los ajustes y la lógica visual utilizada.

7.3 Capacidades Analíticas

- Análisis de capacidad (carga de trabajo)

Las simulaciones de Mood/Simul8 ofrecen capacidades de análisis animadas que se utilizan para un amplio número de tareas, incluyendo:

- o Características de análisis y de optimización del funcionamiento, y de restricciones de actividades.
- o Análisis del uso/asignación de los recursos adicionales de varios tipos (por ejemplo, las personas, los sistemas, etc.).

El complemento SIMUL8 Planner ofrece el poder combinado de la simulación dinámica y la planificación.

- Evaluación de los resultados y análisis estadísticos

Los datos resultantes del motor Simul8 pueden ser capturados, y luego analizados. Los resultados específicos sobre la utilización de los recursos, los tiempos de proceso, y muchos otros datos son seleccionados como requeridos.

SIMUL8 permite crear distribuciones personalizadas, sin embargo también proporciona una gama completa de distribuciones estadísticas clásicas. Las características incluyen la estadística descriptiva, las estimaciones del parámetro, análisis de la calidad de los ajustes, análisis gráficos (como se muestra en la Figura 17), la generación de variantes arbitrarias, la exportación hacia los productos de la simulación, entre otros.

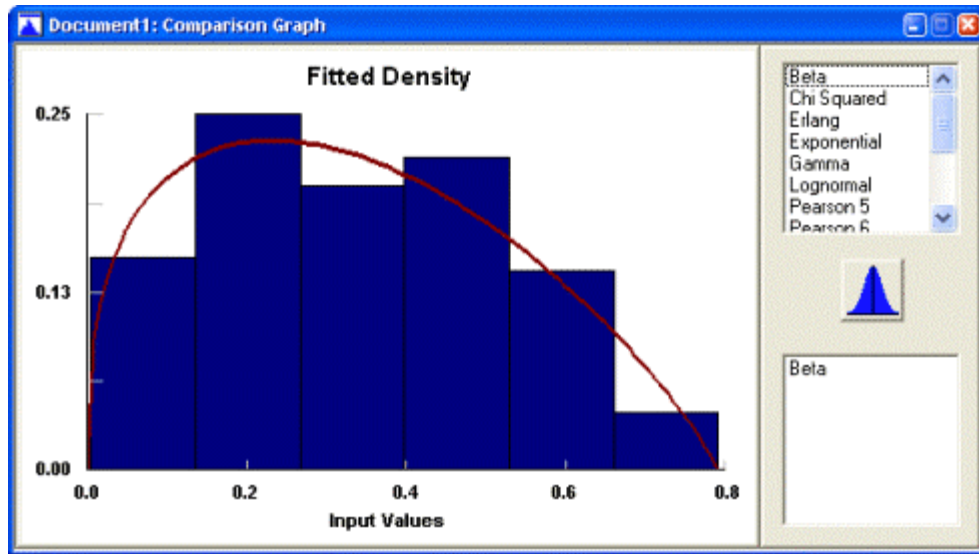


Figura 17. Comparación gráfica: Ajuste de la densidad

Además existen otros complementos de Simul8 que le permiten diversificar sus capacidades. Algunos de estos son:

- o Stat::Fit. Ayuda a determinar la mejor distribución estadística para usar SIMUL8, representando una muestra de valores.
 - o OptQuest. Permite hacer análisis de optimización con SIMUL8.
 - o V•I•S•A (Visual Interactive Sensitivity Analysis). Es una herramienta que permite comparar rápidamente distintas alternativas en función de varios criterios (análisis de sensibilidad).
- Método ABC

No se especifica en la documentación consultada.

7.4 Capacidades de Divulgación

- Importar/Exportar de/a otras herramientas de análisis

Simul8 puede ser codificado para dibujar datos de fuentes externas usando el motor adjunto Visual Logic (lenguaje de programación interno de SIMUL8). Este puede leer datos de fuentes externas tales como Excel o SQL. Para un análisis más detallado también existe un vínculo con AutoMod. Se integra en profundidad con las tecnologías Microsoft (OLE, VBA, etc.).

- Importar/Exportar en diferentes formatos de visualización

Los resultados pueden ser enviados en los formatos de Microsoft Project, PowerPoint, y Word. Además los diagramas de Visio se pueden convertir en SIMUL8.

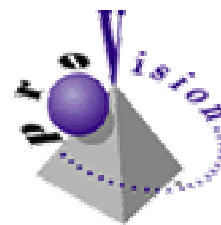
- Importar/Exportar a XML

Mood utiliza XML para la interoperabilidad con aplicaciones externas y fuentes de datos.

- Compartir vía Web/red local los modelos de simulación y los datos

MooD/Simul8 posee una versión de presentación del modelo generado en HTML para su ejecución y supervisión en una red por los distintos interesados del proceso.

El complemento *Simul8 Viewer* permite a compañeros y clientes visualizar las simulaciones sin tener SIMUL8.



8 ProVision (Proforma Corporation)

Fuentes de información: Web www.proformacorp.com [70, 1, 62].

Familia función: Organización y Sistema de Información.

Subfamilia función: Referencial Organización y Sistemas de información.

SO (sistemas operativos) soportados: Windows 2000 / XP.

SGBD (sistemas de gestión de base de datos) soportados: MS SQL Server, Oracle.

Descripción general de la herramienta:

ProVision Enterprise es una herramienta de modelado integrada que permite documentar, simular y publicar los procesos, la organización y el sistema de información.

Permite modelar el conjunto de elementos de una gestión de procesos:

- o La organización de la empresa: procesos, estrategia, objetivos, indicadores.
- o Los recursos humanos: organigrama, actores, roles y competencias.
- o El sistema de información: aspectos funcionales, aplicativos, técnicos y los servicios SOA (Service Oriented Architecture).
- o Los riesgos y los controles.

En los siguientes apartados se detallan las características de simulación:

8.1 Técnica de Modelado

- Soporte de técnicas

ProVision es una herramienta de simulación de eventos discretos, que soporta las técnicas

de modelado BPMN y UML.

8.2 Capacidades de Simulación

- Modulo separado o no

ProVision AnalyzerPlus realiza las animaciones y simulaciones ayudando a la visualización, el análisis y la optimización de los modelos de negocio.

- Animación

Permite visualizar y animar las ejecuciones virtuales de los procesos. También tiene la posibilidad de ejecutar los procesos muy largos en un segundo plano.

- Modificación en curso

No se especifica en la documentación consultada.

- Análisis de ruta

Visualiza las rutas a través de los escenarios del proceso que incurren en el mínimo/máximo coste y toman el mínimo/máximo tiempo para ejecutarlas.

- Presentación de los resultados

Actualmente, los informes analíticos generados dentro de ProVision están predefinidos. Los resultados de la simulación pueden ser mostrados y analizados tanto en gráficos como en hojas de cálculo de costes, tiempos y consumo de recursos.

8.3 Capacidades Analíticas

- Análisis de capacidad (carga de trabajo)

Durante la simulación, la información sobre los costes, el tiempo, y la utilización de los recursos son acumulados por cada actividad. Luego se genera un análisis predefinido con los

componentes siguientes:

- o Tablas de Estado de la Actividad.
- o Tablas de Estado del Ítem.
- o Distribuciones de Coste.
- o Entidades de Coste.
- o Tablas de Estado de Entidad.
- o Tablas de Estado de Recurso.
- o Tablas de Personal.
- o Tablas de Tiempos.
- o Tablas de Utilización de Recurso.

Los usuarios pueden realizar un número ilimitado de análisis “*what if*” variando la asignación de los recursos, los inventarios de materias primas, y los niveles de reabastecimiento.

- Evaluación de los resultados y análisis estadísticos

ProVision ofrece actualmente un análisis predefinido de los datos capturados durante la simulación. Realiza los siguientes análisis:

- o Restricciones de recursos e identificación de cuellos de botella - Varía la cantidad de recursos y las restricciones para analizar los cuellos de botella potenciales dentro de cada escenario de proceso.
- o Planificación del recurso - Ayuda a identificar el número específico de recursos requeridos para llevar a cabo los procesos de manera eficiente.
- o Comparación de escenarios - Compara los resultados de todas las simulaciones del proceso. Esto es una manera directa de ver cuáles son los procesos más rentables y

eficientes.

- o Los resultados se pueden combinar con las descripciones del proceso y con los modelos visuales de ProVisión para publicar un completo plan de mejora del proceso.
 - o Análisis de oportunidad - Identifica y asigna las oportunidades, y sus costes y beneficios para las actividades donde existen perspectivas de mejora del proceso.
 - o Análisis estadísticos mediante el método de Montecarlo.
- Método ABC

ProVision permite realizar análisis Activity-Based Costing.

8.4 Capacidades de Divulgación

- Importar/Exportar de/a otras herramientas de análisis

Los usuarios pueden exportar la información contenida dentro de los gráficos y de las hojas de cálculo directamente a Excel para análisis adicionales.

ProVision puede aceptar datos en tiempo real a través del uso de capacidades de importación/exportación proporcionadas desde:

- o Interfaces bidireccionales con ERwin, Rational Rose, y Together Soft.
 - o Exportar los resultados a paquetes de análisis estadísticos tales como Jump y MINITAB.
 - o COM API. El motor de simulación de ProVision puede estar independientemente accesible vía COM API o CIF (Common Interchange Format).
- Importar/Exportar en diferentes formatos de visualización

ProVision posee la capacidad de importar/exportar desde Access, CSV, archivos con

formato de texto o tabular, PDF. También puede importar/exportar datos vía MS Project, y Visio.

- Importar/Exportar a XML

Sí permite importar/exportar datos vía XML.

- Compartir vía Web/red local los modelos de simulación y los datos

Los módulos ProServer y WebVision permiten a ProVision distribuir los modelos y las simulaciones a través de una red en el formato HTML. ProServer proporciona un bloqueo a nivel de objeto y modelo, permitiendo a los usuarios compartir, controlar, y modificar los modelos a través de un cliente de ProVision, utilizando una base de datos centralizada de ProServer con procedimientos de registro/comprobación. La herramienta de publicación WebVision proporciona el acceso a los modelos de negocio y documentos de ProVision a través de un fichero que reside en un servidor de Internet o de la intranet. Además WebVision proporciona una lectura, con solamente una visión estática, de los modelos, los objetos, y la documentación a través de un buscador estándar de Internet.

Fuentes de información: Web www.caciasl.com [71, 1].

En los siguientes apartados se detallan las características de simulación:

9.1 Técnica de Modelado

- Soporte de técnicas

SIMPROCESS es intrínsecamente un paquete de simulación de eventos discretos. Además también soporta Flowcharting, BPMN y UML 2.0.

9.2 Capacidades de Simulación

- Modulo separado o no

El motor de simulación está integrado en SIMPROCESS.

- Animación

SIMPROCESS proporciona la capacidad de visualizar la animación de una simulación mientras se ésta se ejecuta. Durante la simulación, SIMPROCESS muestra una imagen animada del flujo, que ayuda a visualizar el proceso en movimiento. SIMPROCESS también puede generar gráficos en tiempo real (como en el ejemplo de la Figura 18), que muestran medidas de funcionamiento claves durante la simulación.

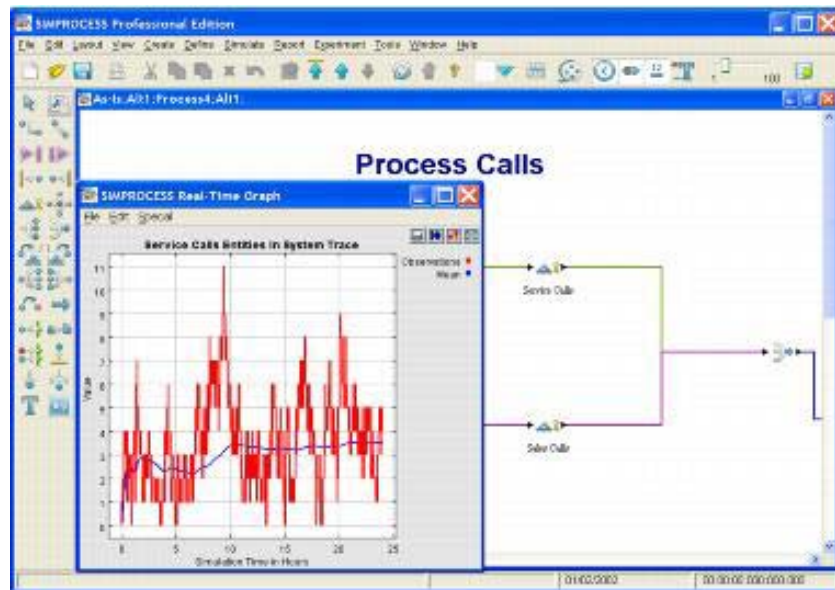


Figura 18. Gráfico en tiempo real en SIMPROCES

También incluye características de animación post-simulación que permiten a los usuarios visualizar la animación de una simulación sin tener que ejecutarla de nuevo. Esto se traduce en capacidades de repetición, permitiendo a los usuarios registrar la animación para su posterior repetición. Las animaciones pueden ser registradas sin la necesidad de mostrar la animación durante una simulación. Durante la repetición de las animaciones que han sido registradas, es posible realizar las siguientes acciones: pausa, avance rápido, y rebobinado.

- Modificación en curso

SIMPROCESS puede leer datos en tiempo real desde cualquier base de datos ODBC-compliant, y usarlos como parámetros en cualquier campo o atributo dentro de un modelo. Los datos de coste, la generación de entidades, y los niveles de recursos son algunas de las maneras en las que los usuarios pueden utilizar los datos en tiempo real. Además, los modelos se pueden alimentar entre ellos durante la simulación.

SIMPROCESS puede utilizar datos en tiempo real para las simulaciones a través de Java RMI server. SIMPROCESS ofrece una construcción externa especial del horario (cola de llegada para las entidades en la simulación) que es realmente un paquete de Java RMI server. Este

servidor RMI funciona como una "interfaz oyente" en las aplicaciones externas para llamar y alimentar a las entidades de SIMPROCESS en el tiempo de ejecución.

SIMPROCESS también puede interactuar en tiempo real con sistemas operacionales cuando está implementado como un Servicio Web en un SOA (Service-Oriented Architecture). Este método es similar al ya descrito Java RMI, excepto que establece un rango más amplio de posibilidades y una facilidad de puesta en práctica usando protocolos industriales estándares como SOAP (Simple Object Access Protocol).

- Análisis de ruta

No se especifica en la documentación consultada.

- Presentación de los resultados

Los datos de salida de SIMPROCESS se presentan por defecto en un informe estándar de texto. Los usuarios también pueden registrar los informes en hojas de cálculo o almacenarlos en bases de datos SQL. Los informes guardados incluyen un conjunto completo de datos estadísticos usados para el análisis del proceso. Los informes estándar están también complementados con varios diagramas en tiempo real y gráficos, que pueden ser generados para análisis destacados sobre el comportamiento de los procesos en áreas específicas. Una característica disponible en SIMPROCESS, *Custom Plot*, permite a los usuarios trazar múltiples valores sobre el mismo diagrama.

Todos los informes de SIMPROCESS pueden ser vistos dentro de SIMPROCESS (como se muestra en la Figura 19) o exportados a otros paquetes de software.

SIMPROCESS Standard Report
 Extracted from output file: D:\lpaya\Docencia\Curso 2005_2006\FAC\ejem2\Stat1.mon
 Simulation Concluded at : Wed Apr 05 13:13:50 2006

Entity : Total Count - Observation Based : Replication 1

Entity Names	Total Generated	Remaining In System	Total Processed
Llamadas de ser	255	8	247
Llamadas de ven	471	2	469

Entity : Count By State - Time Weighted : Replication 1

Entity Names	Total In System-----		Duration At Activity		Wait For Resources--		Hold For Conditions-	
	Average	Maximum	Average	Maximum	Average	Maximum	Average	Maximum
Llamadas de ser	4.502	13	2.562	4	1.941	10	0.000	0
Llamadas de ven	2.422	7	2.323	5	0.099	3	0.000	0

Entity : Cycle Time (in Minutes) By State - Observation Based : Replication 1

Entity Names	#Observed	Total In Process----		Duration At Activity		Wait For Resources--		Hold For Conditions-	
		Average	Maximum	Average	Maximum	Average	Maximum	Average	Maximum
Llamads de ser	247	25.693	68.060	14.790	23.119	10.902	52.345	0.000	0.000
Llamads de ven	469	7.428	14.649	7.123	11.446	0.304	5.104	0.000	0.000

Resource : Number of Units By State - Time Weighted : Replication 1

Resource Names	Capacity	-----Idle-----		-----Busy-----		--Planned Downt--		--Unplan Downt--		---Reserved---	
		Average	Max	Average	Max	Average	Max	Average	Max	Average	Max
Comerciales	4.000	1.677	4.000	2.323	4.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Tecnicos	3.000	0.438	3.000	2.562	3.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Resource : Percent Utilization By State : Replication 1

Resource Names	Idle	Busy	Planned	Unplanned	Reserved
Comerciales	41.924%	58.076%	0.000%	0.000%	0.000%
Tecnicos	14.614%	85.386%	0.000%	0.000%	0.000%

Entity : Cost Of Processing in Dollars : Replication 1

Entity Name	----- Capacity -----		----- Absorption ----	
	Total Cost	Avg. Cost per Entity	Total Cost	Avg. Cost per Entity
Llamadas de ser	922.17	3.73	922.17	3.73
Llamadas de ven	669.04	1.43	669.04	1.43

Resource : Cost Of Use in Dollars : Replication 1

Resource Name	----- Capacity -----		----- Absorption ----	
	Total Cost	Avg. Cost per Unit	Total Cost	Avg. Cost per Unit
Comerciales	669.04	167.26	669.04	167.26
Tecnicos	922.17	307.39	922.17	307.39

Figura 19. Informe de proceso en SIMPROCESS

9.3 Capacidades Analíticas

- Análisis de capacidad (carga de trabajo)

Las simulaciones de SIMPROCESS proporcionan la capacidad para:

- o Medir el tiempo, los costes, los recursos, el rendimiento, la capacidad, e identificar los cuellos de botella.
- o Visualizar/validar los procesos actuales, los problemas, los estados del sistema, las responsabilidades de organización.
- o Diseñar/probar las mejoras en las asignaciones de recursos, en la eficiencia, y en la tecnología empleada.
- o Desarrollar un caso de negocio, probar/validar los datos de la ejecución o los datos financieros, evaluar el ROI (retorno sobre la inversión).

Experiment Manager de SIMPROCESS ofrece una facilidad de análisis alternativa que puede usarse para definir y llevar a cabo diferentes simulaciones aplicadas a escenarios diferentes. Permite evaluar las decisiones alternativas de un proceso de negocio. Para facilitar esta actividad, SIMPROCESS proporciona una función llamada "Alternative Sub-processes" que crea las representaciones alternativas de un proceso de negocio utilizando su interfaz orientada al objeto. Esta poderosa función es usada para evaluar las alternativas de negocio. Cuando las simulaciones se están ejecutando, las alternativas pueden ser comparadas para escoger la que maximiza los niveles de servicio y las ganancias.

- Evaluación de los resultados y análisis estadísticos

Cuando la simulación se termina, se proporcionan los resultados de los modelos y se analizan las medidas de funcionamiento de interés. Además del tiempo de ciclo generado automáticamente, también se obtiene el rendimiento, los tiempos de espera, la utilización de los recursos e informes de costes, informes para examinar los niveles de servicio o el inventario durante el proceso.

La facilidad de optimización de OptQuest (Optek), puede también ser adoptada por SIMPROCESS como un módulo adicional que es especialmente utilizado para analizar las decisiones y para planificar los problemas. OptQuest ejecutará automáticamente un modelo de

SIMPROCESS, variando los valores de los parámetros del modelo, mientras busca resultados óptimos dentro de los límites especificados. El motor de OptQuest utiliza una optimización metaheurística y matemática, y técnicas de red neuronal para guiar su búsqueda y encontrar la mejor solución a los problemas de planificación y de decisión.

SIMPROCESS se apoya también en la herramienta *ExpertFit* de Averill Law & Associates, que es ejecutable desde dentro de SIMPROCESS. Esta herramienta está diseñada para determinar automáticamente el mejor ajuste de una distribución de probabilidad de un conjunto de datos. Además de aumentar la exactitud de una simulación y de disminuir el tiempo para encontrar la solución a un problema también realiza análisis de datos, y puede ser usado para modelar procesos arbitrarios.

- Método ABC

SIMPROCESS posee la capacidad de realizar análisis Activity-Based Costing.

9.4 Capacidades de Divulgación

- Importar/Exportar de/a otras herramientas de análisis

SIMPROCESS pueden exportar los resultados de la simulación a Excel para un análisis posterior.

- Importar/Exportar en diferentes formatos de visualización

SIMPROCESS permite a los usuarios almacenar los resultados de la simulación en una base de datos. Las versiones de Windows de SIMPROCESS incluyen como base de datos a Microsoft Access 2000. Incluye preguntas predefinidas, gráficos (puede importar imágenes en los formatos PNG, JPG, y GIF), e informes (todo ello puede ser copiado o modificado para análisis personalizados). SIMPROCESS también puede trabajar con otras bases de datos SQL, como MySQL, Oracle, o SQL Server.

- Importar/Exportar a XML

SIMPROCESS posee capacidades de importar/exportar a XML.

- Compartir vía Web/red local los modelos de simulación y los datos

Las características de la herramienta SIMPROCESS permiten que los modelos y las simulaciones (así como los gráficos dinámicos que muestran los resultados) puedan ser mostrados localmente o distribuidos a través de una red en HTML. La herramienta puede mostrar los resultados de uno o múltiples modelos y simulaciones a través de una red. Los modelos también se pueden alimentar entre ellos durante la simulación, proporcionando la capacidad de enviar las partes funcionales de un modelo hacia distintos ordenadores para aumentar su adaptabilidad y funcionamiento. Asimismo, SIMPROCESS también puede comunicarse con otras herramientas/técnicas de modelado y simulación (como los modelos Vensim Systems Dinamic) que se ejecuten en el mismo o diferentes ordenadores.

Además, los diagramas en tiempo real pueden estar asignados a ordenadores separados. Esto se pone en práctica de dos formas. Una es con un módulo Plot Server que es introducido en un ordenador aparte, en una red local. La otra implica el empleo de un cuadro de mandos externo, que puede ser ejecutado desde cualquier lugar de una WAN (Wide Area Network). Esta característica es útil cuando se utiliza la simulación en sesiones de análisis de grupo. El Plot Server de SIMPROCESS y las características del cuadro de mandos permiten que se pueden presentar en múltiples pantallas desde varios ordenadores. Esto ayuda a proporcionar una visualización más ordenada y mejora el funcionamiento de la simulación.

10 Telelogic System Architect (Popkin Software)



Fuentes de información: Web www.lanner.com [72, 1, 62].

Familia función: Organización y Sistema de Información.

Subfamilia función: Referencial Organización y Sistemas de información.

SO (sistemas operativos) soportados: Win 2000 Server, 2000 Professional XP, XP Professional, 2003 Server.

SGBD (sistemas de gestión de base de datos) soportados: MS SQL Server.

En los siguientes apartados se detallan las características de simulación:

10.1 Técnica de Modelado

- Soporte de técnicas

El módulo Telelogic System Architect Simulator ofrece simulación de eventos discretos. Además permite la simulación de procesos modelados en IDEF0, IDEF3, BPMN, UML, ERD, RDM (Relational Data Modeling), BPD (Business Process Diagrams), CPC (Catalyst Process Charts), PFD (Process Flow Diagrams), y AD (Activity Diagrams), entre otros. Además los usuarios pueden crear notaciones personales y diagramas tipo.

10.2 Capacidades de Simulación

- Modulo separado o no

System Architect se integra con el simulador de eventos discretos Witness de Lanner. El resultado de este producto ofrecido, Popkin Simulator II, soporta la simulación de diagramas de proceso, incluyendo la descomposición de los procesos en diagramas jerárquicos.

- Animación

Representación visual de la simulación.

- Modificación en curso

No se especifica en la documentación consultada.

- Análisis de ruta

No se especifica en la documentación consultada.

- Presentación de los resultados

Los resultados pueden ser capturados, compartidos y distribuidos en hojas de cálculo, en gráficos y en formatos de archivo de resultados.

10.3 Capacidades Analíticas

- Análisis de capacidad (carga de trabajo)

Analiza y optimiza estructuras de coste y la utilización óptima de los recursos. El análisis estático para los escenarios alternos se lleva a cabo usando el diagrama Explorer de System Architect.

- Evaluación de los resultados y análisis estadísticos

System Architect proporciona datos estadísticos e informes muy completos.

- Método ABC

System Architect soporta el análisis Activity-Based Costing.

10.4 Capacidades de Divulgación

- Importar/Exportar de/a otras herramientas de análisis

System Architect posee enlaces directos de entrada y salida con las hojas de cálculo, como Excel. También genera ficheros registrados en formato CSV, XSL y CSS para su integración con otras herramientas.

- Importar/Exportar en diferentes formatos de visualización

System Architect puede crear informes en formatos de texto RTF, Word y Access. Los gráficos son generados en formatos Adobe SVG. Gran conectividad con las bases de datos (ORACLE, SQL Server, Access, etc.). Además posee enlaces con las soluciones BPM (Microsoft VISIO).

- Importar/Exportar a XML

System Architect puede registrar los datos en el formato XML.

- Compartir vía Web/red local los modelos de simulación y los datos

Los modelos de proceso, los parámetros de la simulación y los resultados pueden ser compartidos a través de la red de la empresa gracias a su registro en HTML.

11 WebSphere Business Modeler (IBM Corporation)



Fuentes de información: Web www.ibm.com [28, 1, 62].

Familia función: Automatización.

Subfamilia función: Integración, aplicaciones y procesos.

SO (sistemas operativos) soportados: Linux / Windows 2000 / Windows Advanced Server SP3 / Windows XP Pro SP1 / Windows NT / AIX / HP-UX / Sun Solaris.

Descripción general de la herramienta:

WebSphere Business Integration es una plataforma de integración que permite la puesta en marcha de principio a fin de la cadena de valores de la empresa incluyendo a clientes, usuarios y abastecedores. La plataforma está estructurada alrededor de cinco funciones claves de la integración: modelado y simulación de los procesos, la integración de las aplicaciones, la conexión de los usuarios, el pilotaje y la gestión de los procesos para los fines de optimización.

En los siguientes apartados se detallan las características de simulación:

11.1 Técnica de Modelado

- Soporte de técnicas

WebSphere Business Modeler Advanced utiliza la técnica de modelado LOVEM, y una notación híbrida entre UML 2.0 y BPMN.

11.2 Capacidades de Simulación

- Modulo separado o no

WebSphere Business Modeler Advanced posee capacidades de simulación.

- Animación

Durante la ejecución de la simulación, Business Modeler anima la ejecución del flujo de negocio. La transmisión de los ítems de negocio, las colas, y los puntos de ejecución se representan gráficamente al usuario, como muestra en la Figura 20. WebSphere Business Modeler anima los flujos en una simulación paso a paso, permitiendo al usuario ver los datos en tiempo real. Puede ver el análisis sobre los procesos, los recursos, las actividades, y las colas durante la simulación o una vez completada ésta.

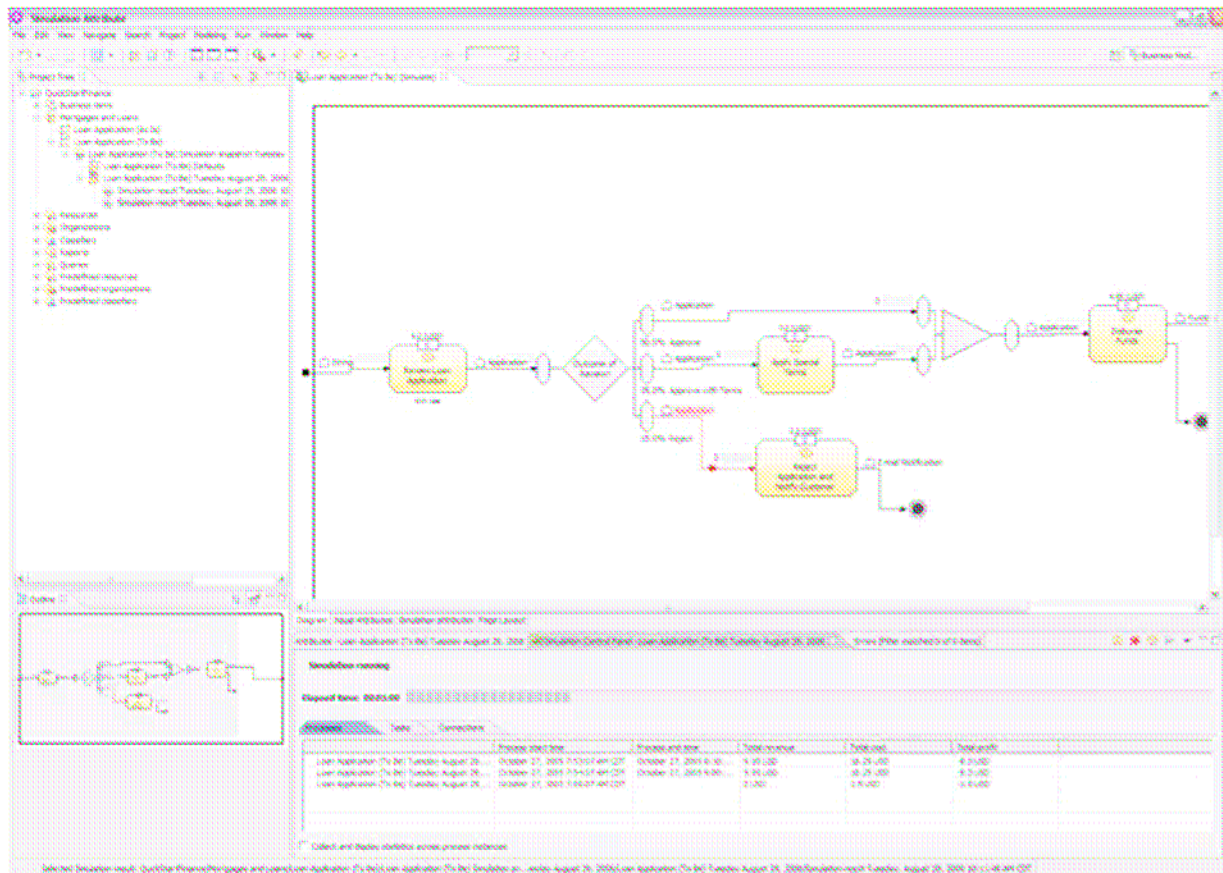


Figura 20. La simulación en WebSphere Business Modeler

- Modificación en curso

Las variables seleccionadas pueden ser modificadas durante la simulación.

- Análisis de ruta

Realiza una asignación de la ruta basada en los datos subsecuentes.

- Presentación de los resultados

Los resultados inmediatos son mostrados en una ventana separada, y son presentados en base a distintas categorías, tales como el proceso, la tarea, o la conexión. Los resultados pueden ser observados, impresos, y analizados usando un gran número de informes habituales y plantillas. WebSphere Business Modeler Advanced incluye una herramienta de informes que puede crear automáticamente informes escritos, numéricos, y gráficos. Algunos de estos informes predefinidos son:

- o Informe Sumario del Proceso - proporciona un solo informe que contiene el coste esencial y los informes de análisis de tiempos.
- o Informes de Comparación de Procesos - combina y compara los *Informes Sumario del Proceso* desde dos simulaciones de proceso para compararlas y proporcionar las comparaciones ROI (retorno sobre la inversión) de los flujos “as-is” (modelos de los procesos antes de introducir cambios) y “to-be” (modelos de los procesos después del cambio, también llamados “what if”).
- o Informe de Documentación - proporciona una descripción de los ítems de negocio, de los recursos, u otros elementos del modelo.
- o Informe de Procedimiento - documenta la secuencia de los pasos dentro de un proceso, y las relaciones de ese proceso con otros procesos y roles.

Estos informes permiten realizar un análisis ponderado detallado para validar y optimizar los procesos definidos. Todos estos informes pueden ser registrados en instrumentos de comunicación comprensivos a través de cuadros, tablas, informes, gráficos, o diagramas. Si se necesita un informe personalizado, existe un *Constructor de Informes* que ayuda a generarlo y a

publicar los modelos en la Web.

11.3 Capacidades Analíticas

- Análisis de capacidad (carga de trabajo)

El usuario puede especificar una variedad de condiciones diferentes para la simulación, incluyendo la cantidad y la composición de las entradas del proceso, y el número de personal y de recursos del sistema disponibles para llevar a cabo el proceso. Mediante la simulación se puede determinar cómo el funcionamiento de un proceso de negocio puede verse afectado por varias condiciones hipotéticas o reales.

WebSphere Business Modeler soporta extensas capacidades de simulación, incluyendo:

- o Análisis "what if" que permiten determinar rápidamente el modelo más eficiente antes de su puesta en práctica.
- o Modos de simulación arbitrarios, basados en probabilidades, o conducidos por datos.
- o El coste, el tiempo de parametrización de las actividades, y los recursos.
- o La asignación de los recursos basada en recursos individuales/colectivos, y en los roles.
- o Funciones de distribución incorporadas.

Hay dos categorías principales de análisis que el usuario puede llevar a cabo: análisis estático y análisis dinámico.

El **análisis estático** proporciona información sobre los modelos en su forma estática. Hay más de treinta tipos de análisis estáticos. Los ejemplos siguientes destacan algunos modos en los que el usuario puede usar el análisis estático para extraer información sobre los modelos de recursos, modelos de organización, modelos de datos, y modelos de proceso:

- o Análisis de los roles de los recursos - muestra una lista con los recursos e indica los roles asociados con cada recurso.
- o Análisis de tipo jerárquico - muestra todos los eventos de la definición de una organización específica dentro de un conjunto de definiciones de estructura.
- o Análisis del tipo de relación del caso - muestra un tipo especificado por el usuario, tal como una definición de posición o un ítem de negocio, y todos los casos (posiciones o casos de ítems de negocio) basados en ese tipo.
- o Análisis del rendimiento de la actividad - muestra la productividad por unidad de tiempo de las actividades en un proceso.

El **análisis dinámico** proporciona información sobre los resultados de una o varias simulaciones de proceso. El análisis dinámico refleja no sólo el modelo del proceso esencial y otros elementos de los modelos que son usados en las simulaciones, sino también los resultados de la simulación basados en atributos que el usuario especifica para un perfil de simulación particular.

Cuando los procesos son ejecutados, cada ejecución de proceso es un caso de proceso. El usuario puede usar el análisis dinámico para extraer información sobre casos de proceso específicos o sobre todos los casos de proceso juntos. También puede realizar el análisis comparativo entre los resultados de dos simulaciones diferentes.

Hay más de veinte tipos de análisis dinámicos. A continuación se muestran algunos modos en los que el usuario puede usar el análisis dinámico para mostrar los resultados asociados de actividades de proceso, resultados relacionados con casos de proceso específicos creados durante la simulación, resultados de proceso basados en todos los casos de proceso de un proceso simulado, y el análisis comparativo de los resultados de proceso de dos simulaciones diferentes:

- o Análisis de costes de la actividad - muestra los costes medios para los casos de actividad, para cada actividad usada en un proceso, incluyendo el ingreso medio, el coste de ejecución, el coste de ociosidad, el coste del recurso asignado, el coste

total, y el beneficio.

- o Análisis de asignación de recurso a casos de proceso - muestra los casos de tarea involucrados en un caso de proceso específico, incluyendo los recursos asignados por caso de tarea, la duración de la asignación, la escasez, y el coste.
 - o Análisis de costes de proceso - muestra una lista de casos de proceso (las rutas de proceso alternativa para el proceso simulado) y el ingreso medio, el coste medio de ejecución, el coste medio de ociosidad, el coste medio de los recursos asignados, y el beneficio medio para los casos de proceso que emparejan cada caso. Este análisis también muestra un promedio ponderado de los costes analizados a través de varios casos de proceso. La ponderación relativa para cada caso de proceso depende de su probabilidad de ocurrencia.
 - o Análisis de comparación de costes de procesos - muestra los costes de proceso para dos procesos, incluyendo el ingreso, el coste de ejecución, el coste de ociosidad, el coste de asignación del recurso, el coste total, y el beneficio para cada proceso. Este análisis también muestra la diferencia entre los valores correspondientes a los dos procesos.
- Evaluación de los resultados y análisis estadísticos

La versión 6.0 de WebSphere Modeler destaca un número de nuevas distribuciones, incluyendo Weibull, Continua, Beta, Erlang, Johnson, y Triangular, que soportan muchos más análisis de tipo estadístico, y que son aplicables para entornos industriales.

- Método ABC

WebSphere Business Modeler soporta Activity-Based Costing.

11.4 Capacidades de Divulgación

- Importar/Exportar de/a otras herramientas de análisis

WebSphere genera documentos en el formato CSV, pudiendo ser utilizados por hojas de cálculo como Excel.

- Importar/Exportar en diferentes formatos de visualización

WebSphere Business Modeler tiene unas características que le permiten la interoperabilidad con otros productos gracias al empleo de un amplio rango de formatos estándares. Estos incluyen la importación/exportación mediante formatos PDF, RTF, WebSphere MQ BuildTime (.fdl) y Microsoft Visio. Los usuarios también pueden generar modelos desde los diagramas de Visio usando el módulo Visio Import.

- Importar/Exportar a XML

WebSphere puede generar documentos en el formato XML. Además posee un enlace XML desde ARIS de IDS Scheer.

- Compartir vía Web/red local los modelos de simulación y los datos

WebSphere genera los documentos en el formato HTML para una difusión intranet. La distribución de las simulaciones está limitada a los usuarios mediante la distribución de capturas de pantalla.

12 ProcessModel (ProMODEL Corporation)



Fuentes de información: Web www.processmodel.com [73, 74, 75].

En los siguientes apartados se detallan las características de simulación:

12.1 Técnica de Modelado

- Soporte de técnicas

ProcessModel es una herramienta de simulación de eventos discretos, que soporta FlowCharter.

12.2 Capacidades de Simulación

- Modulo separado o no

El motor de simulación está integrado en ProcessModel.

- Animación

ProcessModel incluye funciones que permiten cubrir todo el ciclo de visualización y simulación de procesos:

- o Funciones de diagrama de flujos, para describir gráficamente los procesos más complejos.
- o Animación en tiempo real, que permite ver cómo los recursos humanos, documentos y otros objetos fluyen a través del sistema.
- o Modelado paso a paso, para la visualización simple de procesos complejos.
- o Asignación visual de recursos, para definir en detalle los criterios de asignación de todo tipo de recursos.

Además existen semáforos que cambian de color según la actividad de un recurso (no utilizado, en operación o inutilizable) y literalmente se ve el proceso en acción mediante la animación de las colas de entrada y salida. Provee una barra de estado que permite saber a simple vista el rendimiento del proceso, ciclos temporales, costes y otra información relevante que el usuario puede seleccionar o no.

ProcessModel permite, durante la animación, parar el proceso, quitar o añadir recursos o modificar el flujo de entidades, ejecutando otra vez la simulación para ver los nuevos resultados. La animación puede detenerse para maximizar la velocidad de ejecución. Esta ejecución de procesos puede programarse por períodos arbitrarios de tiempo. Además dispone de un “período de calentamiento” que permite establecer un tiempo de inicialización para generar las condiciones del proceso después de un cierto intervalo inicial, y a partir de ese momento iniciar la captura estadística.

También permite ejecutar múltiples réplicas con el fin de incrementar la exactitud estadística de la variabilidad o aleatoriedad que posee el modelo.

- Modificación en curso

Es posible modificar la cantidad de recursos y el flujo de entidades durante la simulación.

- Análisis de ruta

Es posible usar múltiples tipos de rutas por donde fluyen entidades tales como las basadas en porcentajes, condicionales y muchas otras.

- Presentación de los resultados

Con ProcessModel se pueden obtener resúmenes estadísticos en diferentes formatos: informes numéricos, diversos tipos de gráficos (como por ejemplo el que se muestra en la Figura 21) y listas de series temporales. Son especialmente útiles los gráficos de rendimiento, de utilización y de capacidad.

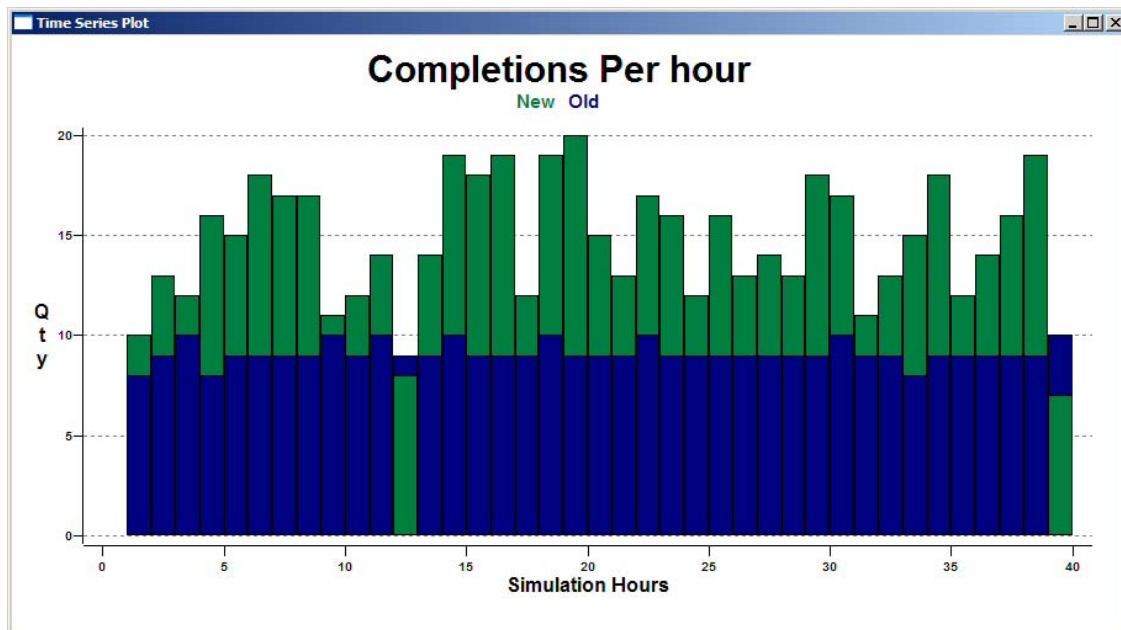


Figura 21. Ejemplo de gráfico de salida en ProcessModel

12.3 Capacidades Analíticas

- Análisis de capacidad (carga de trabajo)

Para lograr la optimización, ProcessModel permite al sistema ejecutar automáticamente múltiples escenarios para encontrar los parámetros óptimos del modelo que produzcan la salida deseada. También se pueden realizar ejecuciones usando distribuciones estadísticas tales como distribución normal, uniforme, definida por el usuario o incluso curvas empíricas. Estas ejecuciones “en seco” son muy útiles para entender mejor el comportamiento de los procesos de negocio.

Además facilita el análisis en la planificación de la capacidad, cuellos de botella, reducción de costes, gestión de horarios de producción, asignación de los recursos humanos y planificación de turnos. La capacidad de simulación permite también toda clase de análisis del tipo “what if”.

SimRunner es un instrumento de ProcessModel diseñado para optimizar los ajustes del modelo y de esta manera alcanzar objetivos de mejora como: la búsqueda del coste total más bajo

encontrando una tarifa de producción específica; o que cambios (y cantidades de recursos) usar para encontrar acuerdos de servicio. Vemos un ejemplo de este instrumento en la Figura 22.

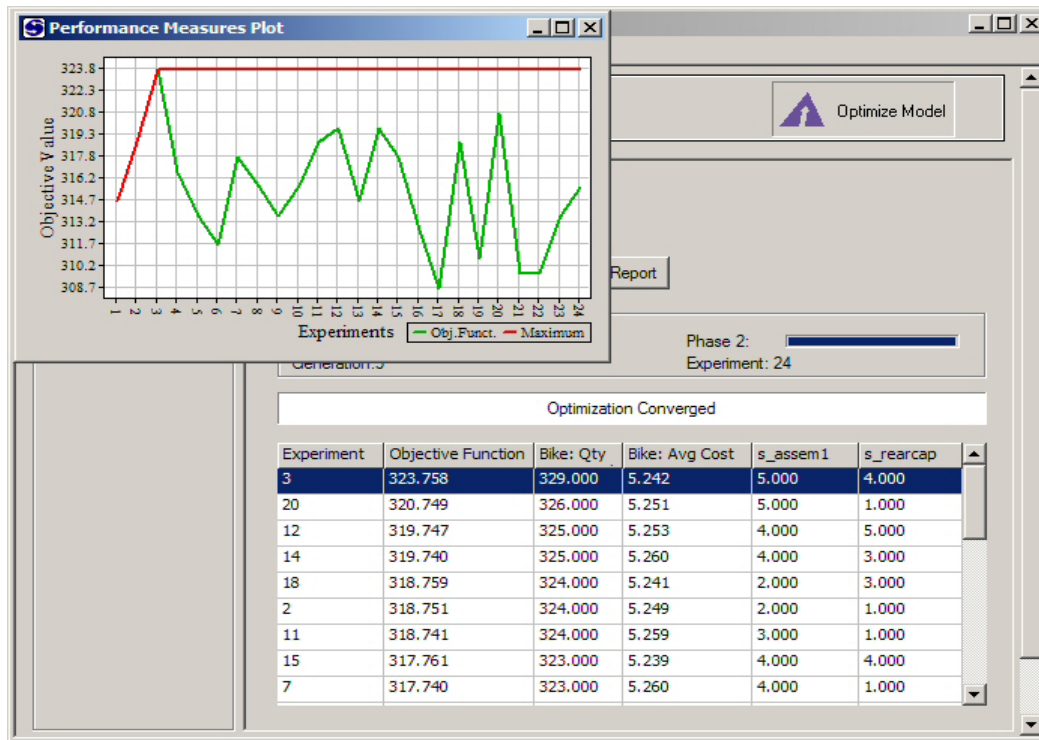


Figura 22. Módulo SimRunner de ProcessModel

- Evaluación de los resultados y análisis estadísticos

Después de simular el modelo, el evaluador de actividades críticas de ProcessModel, *HotSpot Evaluator*, puede mostrar gráficamente los diez puntos de mayor tiempo de espera. Esto ayuda a encontrar donde enfocar los mayores esfuerzos para obtener los mejores resultados en las mejoras. En la Figura 23 se muestra un ejemplo de este instrumento.

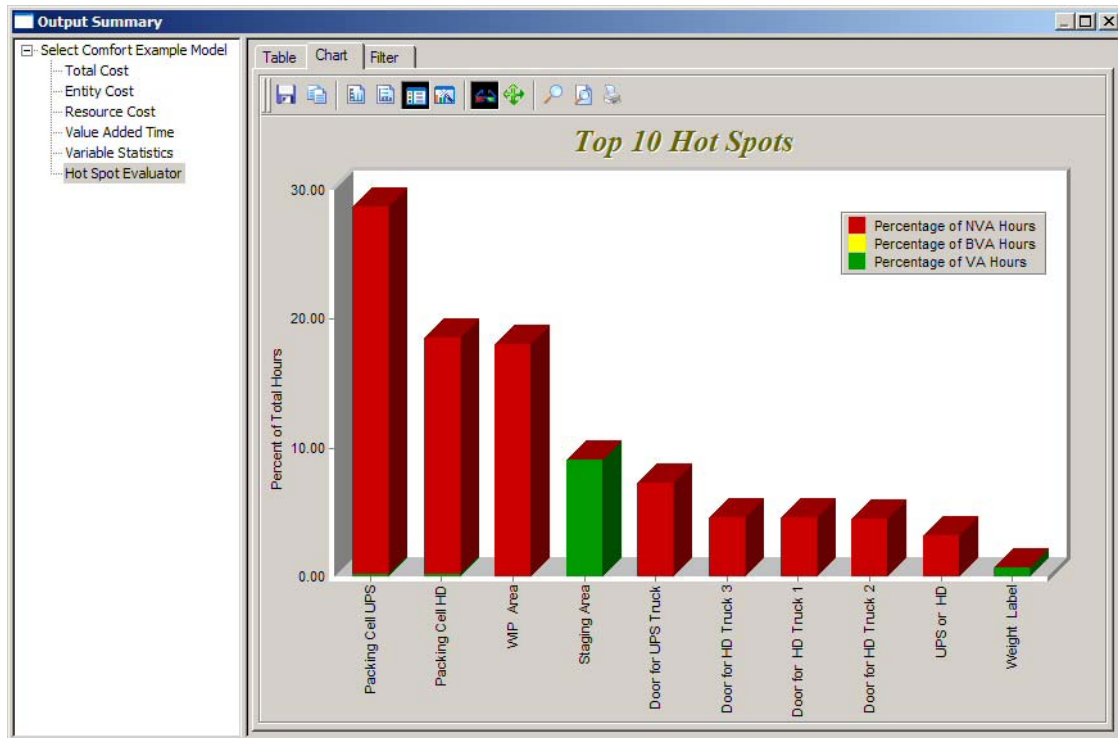


Figura 23. Evaluador de Actividades Críticas en ProcessModel

El módulo *Stat::Fit* de ProcessModel (ver Figura 24) permite realizar análisis estadísticos con los resultados de la simulación.

No se especifica en la documentación consultada.

- Compartir vía Web/red local los modelos de simulación y los datos

ProcessModel puede exportar en HTML. Esta función permite crear una imagen de su modelo en un formato para páginas Web.

13 BONAPART (Pikos)



Fuentes de información: Web www.pikos.net [76].

En los siguientes apartados se detallan las características de simulación:

13.1 Técnica de Modelado

- Soporte de técnicas

Bonapart soporta Data Flow Diagramming, EPC, BPML y UML.

13.2 Capacidades de Simulación

- Modulo separado o no

El motor de simulación está integrado en Bonapart Professional.

- Animación

Bonapart ofrece una visualización gráfica de la simulación.

- Modificación en curso

No se especifica en la documentación consultada.

- Análisis de ruta

No se especifica en la documentación consultada.

- Presentación de los resultados

Los resultados, en forma de histogramas o de protocolos, se crean fácilmente para cada proceso, subproceso o para cualquier recurso o base de información.

La Figura 25 muestra el histograma para el departamento "procesamiento de la orden" en una simulación. Se muestran tres gráficos: capacidad usada (en azul), capacidad bloqueada (en verde) y colas de trabajo (en rojo). También posee un asistente de diagramas para la presentación gráfica de los resultados en hojas de cálculo.

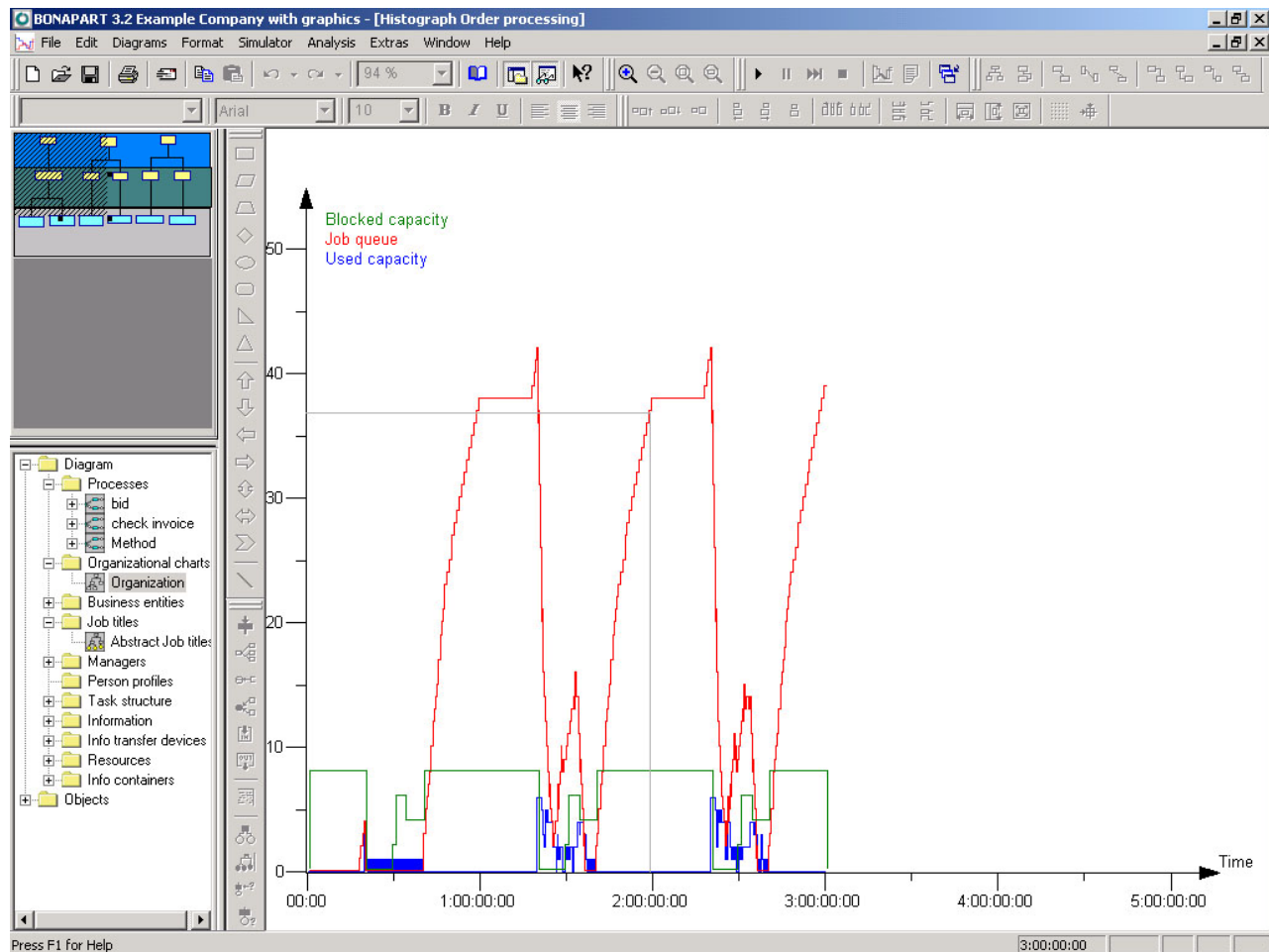


Figura 25. Representación de un histograma en Bonapart

13.3 Capacidades Analíticas

- Análisis de capacidad (carga de trabajo)

El usuario tiene la capacidad de asignar parámetros de simulación a cada atributo del

modelo. Por ejemplo:

- o Capacidades de recursos humanos y físicos.
- o Tiempos de proceso (incluyendo otros factores como los tiempos disponibilidad de los recursos).
- o Asignación de individuos o grupos a actividades.
- o Tiempos de transferencia y flujos de información.
- o Condiciones de entrada y salida.
- o Costes directos e indirectos de personal, recursos y sistemas informáticos.

La simulación es capaz de analizar los procesos para comprobar el funcionamiento global, identificar los cuellos de botella causados por recursos insuficientes o flujos de información defectuosos, y estimar parámetros del proceso como los factores de tiempo y costes.

- Evaluación de los resultados y análisis estadísticos

Cuando se descubre un defecto en un proceso, los usuarios pueden ejecutar diferentes simulaciones y comparar los resultados con Bonapart Professional. Los escenarios alternativos con los valores cambiados se pueden ejecutar y evaluar según distintos criterios tantas veces como sea necesario. El número de ejecuciones de simulación se integra en los resultados, de modo que los usuarios puedan crear comparaciones individuales. De este modo, se encuentra el proceso óptimo antes de su implementación, y se promueve la seguridad cuando se ponen en práctica las medidas de reestructuración en una empresa.

- Método ABC

No se especifica en la documentación consultada.

13.4 Capacidades de Divulgación

- Importar/Exportar de/a otras herramientas de análisis

Para resumir fácilmente los resultados de la simulación, éstos pueden ser exportados directamente a Microsoft Excel y usar su asistente de diagramas para la preparación gráfica, tal y como se muestra en la Figura 26.

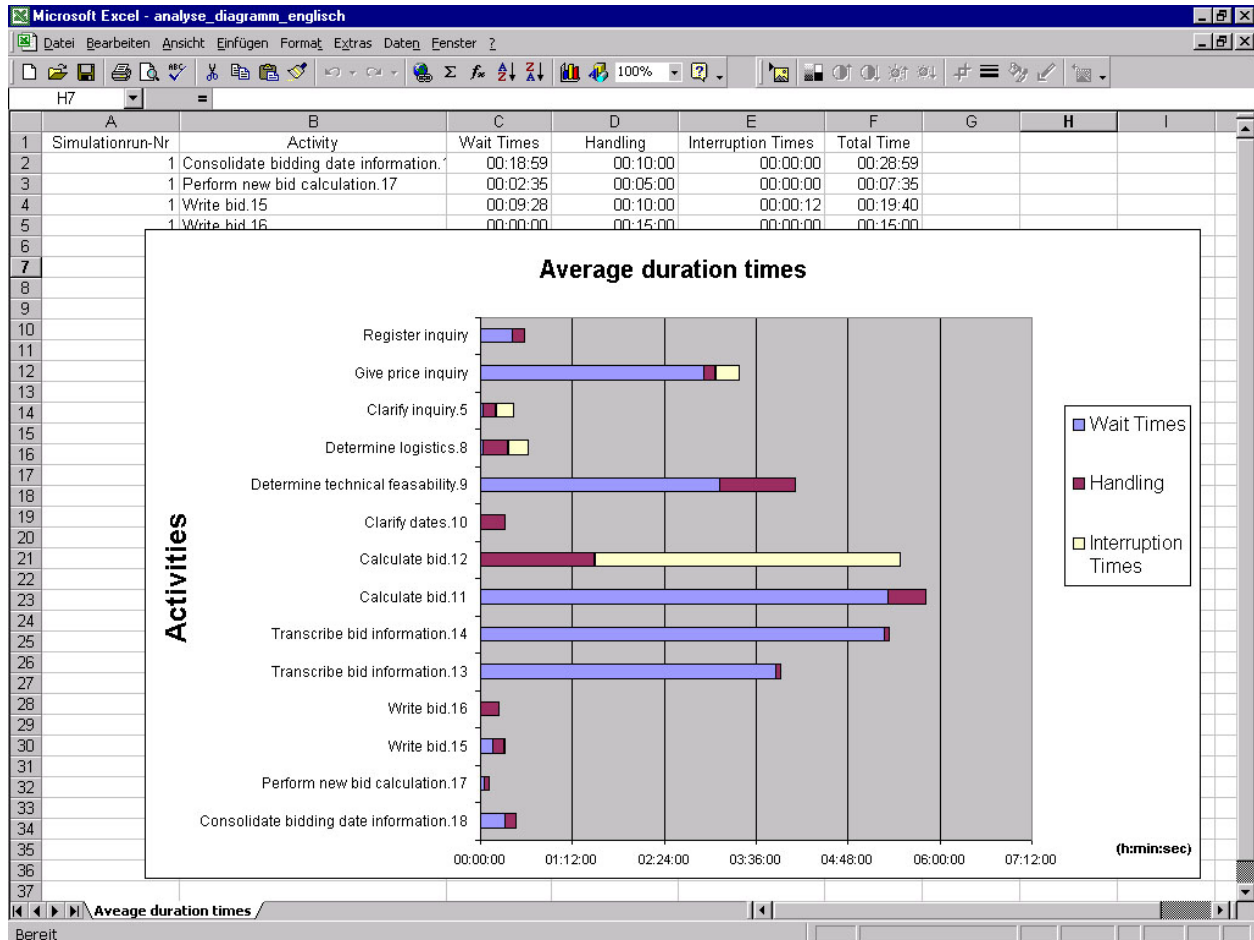


Figura 26. Resultados del análisis de simulación en Excel

- Importar/Exportar en diferentes formatos de visualización

Bonapart puede exportar los resultados en los formatos Adobe PDF, Adobe SVG y Word.

- Importar/Exportar a XML

Bonapart permite intercambio de datos en XML.

- Compartir vía Web/red local los modelos de simulación y los datos

Bonapart puede publicar los resultados Internet/Intranet mediante su publicación en HTML.

14 *PROTOS* (Pallas Athena)



Fuentes de información: Web www.pallas-athena.com [77, 58].

En los siguientes apartados se detallan las características de simulación:

14.1 Técnica de Modelado

- Soporte de técnicas

Protos es una herramienta que se basa en Redes de Petri, y soporta IDEF y UML.

14.2 Capacidades de Simulación

- Modulo separado o no

Protos posee un módulo de simulación separado, llamado ExSpect simulation software, aunque la última versión 7.0 lo introduce dentro de Protos.

- Animación

Exspect permite una simulación paso a paso.

- Modificación en curso

No se especifica en la documentación consultada.

- Análisis de ruta

No se especifica en la documentación consultada.

- Presentación de los resultados

Los resultados de la simulación pueden presentarse en forma de matriz (ver Figura 27), o bien en forma de diagramas de asignación de actividades (swimlanes), tal y como se muestra en

la Figura 28.

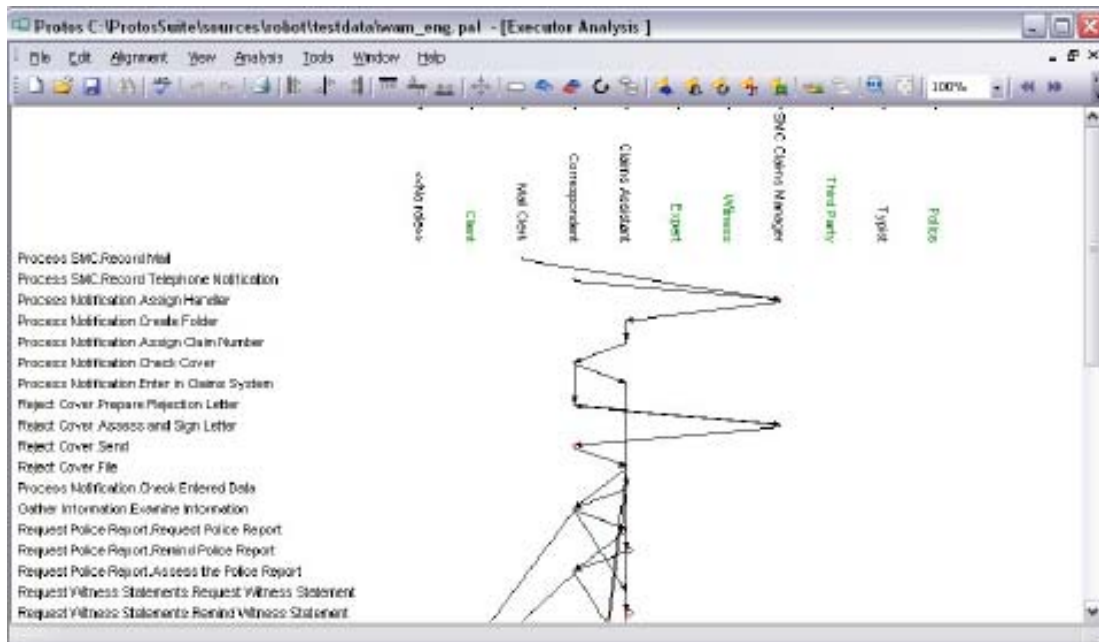


Figura 27. Representación de los resultados en una matriz

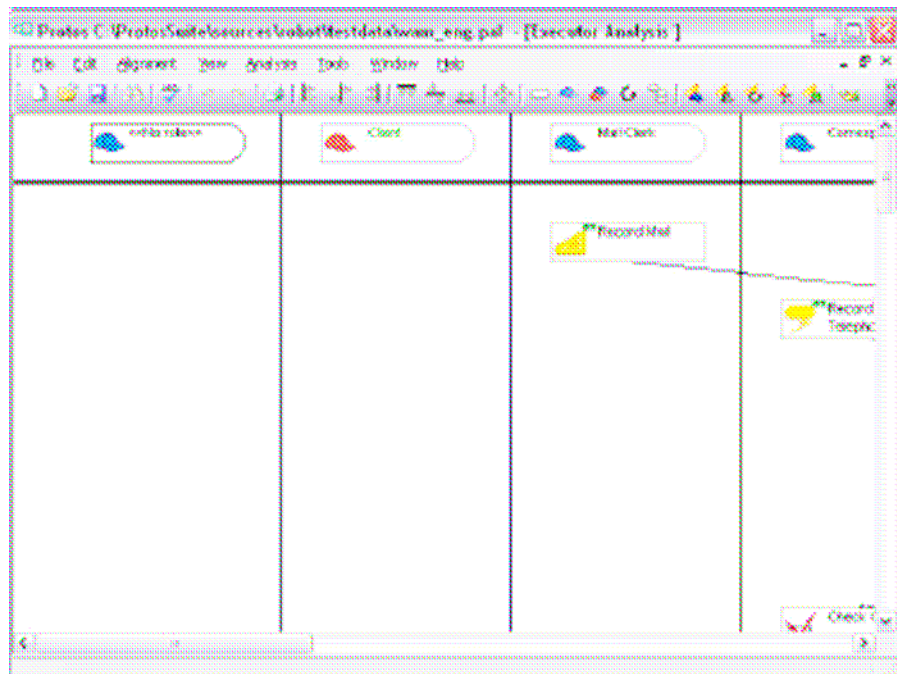


Figura 28. Representación de los resultados en swimlanes

14.3 Capacidades Analíticas

- Análisis de capacidad (carga de trabajo)

Protos proporciona amplios análisis del flujo de trabajo (tiempos de espera, errores, porcentajes de disponibilidad, etc.).

- Evaluación de los resultados y análisis estadísticos

Una vez finalizada la simulación, se crea un archivo Excel con todos los resultados de la misma. El resultado de la simulación puede ser importado desde una hoja de cálculo de Excel, que incluye un intervalo de confianza promedio de entre el 90% y del 99 % de los índices de utilización, de los tiempos de espera, de los tiempos de servicio, del rendimiento y de los costes.

- Método ABC

No se especifica en la documentación consultada.

14.4 Capacidades de Divulgación

- Importar/Exportar de/a otras herramientas de análisis

Como se ha comentado antes, Protos puede registrar e importar los resultados de la simulación en Excel.

- Importar/Exportar en diferentes formatos de visualización

Protos puede registrar los resultados de la simulación en el formato RTF.

- Importar/Exportar a XML

El módulo XML-Export de Protos permite exportar a XML.

- Compartir vía Web/red local los modelos de simulación y los datos

Protos puede compartir los resultados de la simulación mediante los formatos HTML y

CSS.

15 FirstSTEP™ (Interfacing Technologies)

Fuentes de información: Web www.interfacing.ca [78].

En los siguientes apartados se detallan las características de simulación:

15.1 Técnica de Modelado

- Soporte de técnicas

FirstSTEP se apoya en la simulación de eventos discretos, y soporta IDEF, BPMN y UML.

15.2 Capacidades de Simulación

- Modulo separado o no

Interfacing proporciona las capacidades de simulación a partir de la metodología FirstSTEP, integrada en la propia herramienta.

- Animación

Es posible tener acceso a los resultados dinámicos de la utilización de los recursos mientras la simulación se está ejecutando. De esta manera se pueden disponer de resultados actualizados continuamente durante la simulación, y usarlos para supervisar la utilización de los recursos en curso.

- Modificación en curso

No se especifica en la documentación consultada.

- Análisis de ruta

La característica *Path Statistics Reports* de FirstSTEP Designer incluye la secuencia de

las actividades ejecutadas para las rutas, los datos de funcionamiento de las actividades y la probabilidad de ejecución. Todas las rutas posibles son capturadas, incluyendo la ruta más larga, la más corta, la más y la menos costosa.

- Presentación de los resultados

Los resultados de FirstSTEP Designer pueden ser impresos como tablas, diagramas de barras, gráficos circulares, diagramas de Gantt y gráficos de flujo de proceso.

El diagrama *Process Function View* es un diagrama de asignación de actividades (swimlane) que permite observar el flujo de actividades y de procesos a través de los grupos de organización en el modelo.

15.3 Capacidades Analíticas

- Análisis de capacidad (carga de trabajo)

Después de la ejecución de una simulación, FirstSTEP puede analizar el funcionamiento de los procesos y de los recursos, identificando los posibles cuellos de botella, descubriendo los conflictos de recursos, y destacando los retrasos. Éstas y otras capacidades de análisis se esquematizan a continuación:

- o Planificación de la capacidad de los recursos (demanda temporal, atrasos, disponibilidad).
- o Análisis del valor añadido.
- o Análisis del tiempo de ciclo.
- o Identificación de cuellos de botella.
- o Control de colas.
- o Análisis del riesgo.

- o Análisis “what if”.

- Evaluación de los resultados y análisis estadísticos

Hay dos tipos de informes en FirstSTEP: informes estáticos e informes de simulación.

Los **informes estáticos** están basados en los datos del diagrama de flujo del proceso. Estos informes se utilizan para obtener los datos iniciales del funcionamiento del proceso (costes, tiempos, etc.) antes de ejecutar la simulación. También son usados para localizar las áreas del proceso donde se realizarán los cambios, o para comenzar las mejoras. Entre otras utilidades se encuentran la de observar el impacto de los nuevos volúmenes de entrada y los niveles de disponibilidad de los recursos en los tiempos de proceso.

Los **informes estadísticos de simulación** muestran la estadística del flujo de material y los datos de funcionamiento para los procesos y los recursos. Estos resultados se obtienen de la estadística del evento recogida durante la simulación.

- Método ABC

No se especifica en la documentación consultada.

15.4 Capacidades de Divulgación

- Importar/Exportar de/a otras herramientas de análisis

Es posible almacenar los resultados en archivos CSV para su exportación a Excel.

- Importar/Exportar en diferentes formatos de visualización

Los resultados también pueden ser exportados como archivos de texto ASCII para su uso en programas de hojas de cálculo o procesadores de texto como Word. También pueden exportarse los escenarios a MS Project y Visio. Además se pueden registrar los mapas de proceso en JPEG.

- Importar/Exportar a XML

FirstSTEP Designer posee la capacidad de exportar a XML.

- Compartir vía Web/red local los modelos de simulación y los datos

Es posible exportar los escenarios en HTML para su divulgación por Internet o a través de una intranet.

Capítulo VII RESUMEN DE LAS HERRAMIENTAS Y SUS CARACTERÍSTICAS

Una vez analizadas las características de simulación que nos ofrecen cada una de las herramientas analizadas en el capítulo anterior, en este capítulo se esquematizan en tablas resumen, a modo comparativo, para poder así disponer de una visión general más práctica de las mismas. Se pretende facilitar la presentación de las características de todas las herramientas de forma ordenada, por cada bloque definido anteriormente: Técnica de Modelado, Capacidades de Simulación, Capacidades Analíticas y Capacidades de Divulgación. De esta manera se proporciona una forma eficaz para buscar la herramienta que mejor se ajusta a las necesidades particulares de cada uno.

A continuación se representan dichas tablas, por cada grupo de características descritas anteriormente en cada una de las herramientas.

1 Tabla resumen de las Técnicas de Modelado

En la tabla siguiente se han presentado las herramientas analizadas y un conjunto de las técnicas más comunes que utilizan para el modelado y la simulación.

Las abreviaturas “SED” y “FC” utilizadas en la tabla se corresponden a la Simulación de Eventos Discretos y a Flowcharting respectivamente.

En la columna de “Otras” se han agrupado técnicas menos comunes, como: Role-based Process Maps, Role-based Process Modeling, Relational Data Modeling, Business Process Diagrams, Catalyst Process Charts, Process Flow Diagrams, Activity Diagrams, etc., así como también los módulos de herramientas que permiten a los usuarios definir nuevos lenguajes de modelado.

<i>Herramienta</i>	<i>Técnicas soportadas</i>									
	SED	BPMN	IDEF	EPC	UML	FC	LOVEM	DFD	ERD	Otras
ADONIS	✓	✓	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✓
ARIS Simulation	✓	✓	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗
ENVISION VIP	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✓
HOLOCENTRIC Modeler	✓	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✓	✓
iGrafx	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗
MEGA Simulation	✓	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗
MooD Transformation Toolset	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✓
ProVision	✓	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗
SIMPROCESS	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗
Telelogic System Architect	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✓
WebSphere Business Modeler	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓
Processmodel	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗
BONAPART	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✓	✗	✓
PROTOS	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✓
FirstSTEP Designer	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗

Tabla 2. Resumen de las Técnicas de Modelado

De la tabla anterior podemos extraer algunas conclusiones. Por ejemplo, la técnica más utilizada por las distintas herramientas es el lenguaje UML, seguido muy de cerca por las técnicas BPMN y Simulación de Eventos Discretos; y entre las que menos se utilizan encontramos

técnicas como ERD, DFD, LOVEM y Flowcharting. Hay que destacar también que la mitad de las herramientas estudiadas soportan además otras técnicas menos comunes que las anteriores.

2 Tabla resumen de las Capacidades de Simulación

En la tabla siguiente se presentan las herramientas analizadas relacionadas con las distintas capacidades de simulación que poseen.

En la primera columna, las herramientas se clasifican según si poseen el motor de la simulación integrado en la propia herramienta o bien si está separado en un módulo complementario.

En cuanto a las prestaciones de la animación, debido a la gran variedad de características de animación que poseen muchas de las herramientas, se ha decidido por clasificar las capacidades de animación en tres grados diferentes: alto, medio y bajo.

Las últimas columnas hacen referencia a los formatos en que las herramientas presentan los resultados de la simulación. Estos se han agrupado en:

- G/D: Resultados que se presentan tanto en gráficos como en diagramas, organigramas, etc.
- M/T: Resultados presentados en matrices y tablas.
- TXT: Resultados presentados en informes tabulares y de texto estructurado.

En aquellas herramientas cuyas características no se especificaban en la documentación consultada se le han asignado en la casilla correspondiente el icono de un signo de interrogación.

<i>Herramienta</i>	<i>Capacidades de Simulación</i>								
	Módulo Integrado	Prestaciones de Animación			Modificación en curso	Análisis de Ruta	Resultados		
		Alto	Medio	Bajo			G/D	M/T	TXT
ADONIS	✓			✓	✗	✓	✓	✓	✓
ARIS Simulation	✗		✓		?	?	✓	✓	✓
ENVISION VIP	✗			✓	✗	✓	✗	✓	✓
HOLOCENTRIC Modeler	✓	?			?	?	✓	✓	✓
iGrafx	✓	✓			✓	?	✓	✗	✓
MEGA Simulation	✓		✓		✓	?	✓	✓	✓
MooD Transformation Toolset	✗	✓			?	✓	✓	✓	✓
ProVision	✓			✓	?	✓	✓	✓	✓
SIMPROCESS	✓		✓		✓	?	✓	✓	✓
Telelogic System Architect	✗			✓	?	?	✓	✓	✓
WebSphere Business Modeler	✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓
Processmodel	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓
BONAPART	✓			✓	?	?	✓	✓	✓
PROTOS	✓			✓	?	?	✓	✓	✓
FirstSTEP Designer	✓		✓		?	✓	✓	✓	✓

Tabla 3. Resumen de las Capacidades de Simulación

De la tabla anterior podemos extraer las siguientes conclusiones:

- Se observa que la mayoría de las herramientas poseen las capacidades de simulación integradas en la propia herramienta, y no como un módulo adicional.
- El grado en que las herramientas presentan la animación de la simulación es en general bajo.
- Características como la modificación en curso o el análisis de ruta no son en general especificadas en la información proporcionada por las herramientas.
- Prácticamente todas las herramientas poseen una gran variedad de formatos visuales en que presentan los resultados de la simulación.

3 Tabla resumen de las Capacidades Analíticas

En la tabla siguiente se presentan las herramientas analizadas relacionadas con las distintas capacidades analíticas que poseen.

En las primeras columnas, las herramientas se clasifican según el análisis de capacidad que proporcionan. Debido a que las características de este bloque son muy diversas y que los análisis llevados a cabo por las herramientas persiguen diferentes datos de salida, se va a realizar una valoración de las mismas en tres niveles: alto, medio y bajo. Esta valoración dependerá de si las herramientas están capacitadas para llevar a cabo análisis en la planificación de la capacidad, localización de los cuellos de botella, reducción de costes, gestión de horarios de producción, asignación de los recursos humanos y materiales, planificación de turnos, etc.

En las siguientes columnas se miden las capacidades de análisis estadístico que pueden proporcionar las distintas herramientas. Este módulo se ha dividido en los siguientes tres apartados:

- Según si la herramienta está capacitada o no para realizar análisis estadísticos (AE) con los datos resultantes de la simulación, bien por sí misma o bien a partir de un módulo complementario a la herramienta.
- Según si se apoya en distribuciones estadísticas (DE) o no para llevar a cabo el

análisis de los datos resultantes de la simulación.

- Según si la herramienta realiza tales análisis estadísticos exportando los datos a otras herramientas de análisis estadístico (OHAE), como por ejemplo MINITAB o SAS JMP.

En la última columna se hace referencia a que si la herramienta permite llevar a cabo el método Activity-Based Costing (ABC).

En aquellas herramientas cuyas características no se especificaban en la documentación consultada se le han asignado en la casilla correspondiente el icono de un signo de interrogación.

<i>Herramienta</i>	<i>Capacidades Analíticas</i>						
	Análisis de Capacidad			Análisis Estadísticos			ABC
	Alto	Medio	Bajo	AE	DE	OHAE	
ADONIS	✓			✓	✓	✗	✓
ARIS Simulation	✓			✓	?	✓	✓
ENVISION VIP		✓		✗	✗	✗	?
HOLOCENTRIC Modeler	✓			✓	✓	✗	✓
iGrafx		✓		✓	✓	✓	?
MEGA Simulation		✓		✓	✓	✗	✓
MooD Transformation Toolset		✓		✓	✓	✗	?
ProVision	✓			✓	✓	✓	✓
SIMPROCESS	✓			✓	✓	✗	✓
Telelogic System Architect			✓	✓	?	✗	✓
WebSphere Business Modeler	✓			✓	✓	✗	✓
Processmodel	✓			✓	✓	✗	?
BONAPART	✓			?	?	✗	?
PROTOS			✓	✓	✓	✗	?
FirstSTEP Designer		✓		✓	✓	✗	?

Tabla 4. Resumen de las Capacidades Analíticas

De la tabla anterior podemos extraer las siguientes conclusiones:

- Puede observarse que la mayoría de las herramientas analizadas presentan un nivel elevado de análisis de capacidad, parte esencial de la herramienta ya que a partir de este análisis se obtendrán unos resultados finales más provechosos.
- En cuanto al análisis estadístico puede notarse que prácticamente todas las herramientas realizan análisis estadísticos apoyados en distribuciones estadísticas, mayoritariamente proporcionadas por la propia herramienta.
- Además de lo anterior, las herramientas eligen en general apoyarse en el método Activity-Based Costing para la asignación de los costes del proceso.

4 Tabla resumen de las Capacidades de Divulgación

En la siguiente tabla se presentan las herramientas analizadas relacionadas con las distintas capacidades de divulgación que poseen.

En las primeras columnas de la tabla se detalla si las herramientas pueden exportar e importar los resultados de la simulación a hojas de cálculo (HC), que generalmente será Excel, o a otras herramientas de análisis (HA), para llevar a cabo análisis más profundos de los resultados.

En las siguientes columnas se especifican los distintos formatos de visualización en que las herramientas pueden exportar e importar los resultados de la simulación. Estos pueden ser:

- Formatos de texto (TXT): CSV, TXT, RTF, etc.
- Formatos de bases de datos (BD), como por ejemplo de Access, Oracle y SQL Server.
- Formatos de imagen (IMG): PDF, BMP, JPG, EMF, PNG, PCX, SVG, etc.

En las dos últimas columnas se detalla la capacidad para importar/exportar los resultados a XML, y también a la intranet de la empresa o a la Web mediante archivos en formato HTML.

<i>Herramienta</i>	<i>Capacidades de Divulgación</i>						
	Herramientas de Análisis		Formatos de Visualización			XML	Intranet / Internet
	HC	OH	TXT	BD	IMG		
ADONIS	✓	✗	✓	✗	✓	✓	✓
ARIS Simulation	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓
ENVISION VIP	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓
HOLOCENTRIC Modeler	✓	✗	✓	✗	✓	✓	✓
iGrafx	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓
MEGA Simulation	✓	✗	✓	✗	✗	✓	✓
MooD Transformation Toolset	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓
ProVision	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
SIMPROCESS	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓
Telelogic System Architect	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓
WebSphere Business Modeler	✓	✗	✓	✗	✓	✓	✓
Processmodel	✓	✗	✓	✗	✗	?	✓
BONAPART	✓	✗	✓	✗	✓	✓	✓
PROTOS	✓	✗	✓	✗	✗	✓	✓
FirstSTEP Designer	✓	✗	✓	✗	✓	✓	✓

Tabla 5. Resumen de las Capacidades de Divulgación

De la tabla anterior podemos extraer las siguientes conclusiones:

- Todas las herramientas analizadas presentan la posibilidad de exportar los resultados de la simulación a hojas de cálculo, que generalmente es Excel. Son pocas las que además lo hacen a otras herramientas de análisis.
- La mayoría de las herramientas se apoyan en una gran variedad de formatos, tanto de texto como de imagen, para facilitar así su exportación a otras aplicaciones, como por ejemplo a Microsoft Office. Por otro lado no muchas de ellas ofrecen conectividad de los resultados con las bases de datos más comunes.
- Finalmente se puede observar que todas las herramientas permiten exportar y publicar los resultados a través de los formatos XML, HTML, y similares.

Por tanto, en cuanto a las capacidades de divulgación, la herramienta ProVision es la más completa.

Capítulo VIII CONCLUSIONES

A lo largo del trabajo desarrollado en este documento hemos podido adentrarnos gradualmente en el concepto y las implicaciones que caracterizan hoy en día a los procesos de negocio en muchas organizaciones.

Se ha constatado que modelando los procesos de negocio se obtiene una descripción más o menos fiel de los procesos que definen a una organización, y que estos modelos ayudan en gran medida al estudio llevado a cabo por los analistas, empujados por la búsqueda continua de nuevas soluciones de mejora. Para llevar a cabo ese modelado se dispone de una serie de diferentes técnicas de modelado que van a reducir, en cierto grado, la complejidad que conlleva la labor de modelado. Se puede observar que cada técnica posee ciertas aptitudes particulares, y es por ello que cada herramienta elige aquella o aquellas que mejor se adaptan al objetivo que se propone. Ciertamente es que la simulación de eventos discretos suele situarse entre las preferidas por las distintas compañías de software en este dominio.

La simulación de los procesos de negocio es actualmente un complemento casi imprescindible de las herramientas de modelado, no solamente por el extenso campo de aplicación que abarca su uso, sino también por cómo puede llegar a facilitar la tarea de comprensión, análisis, predicción y mejora en los procesos de negocio, ahorrando a las organizaciones cuantiosos costes en cambios e innovaciones improductivos realizados en el mundo real.

Los instrumentos que hacen posible desarrollar tales beneficios en los procesos de negocio son las herramientas de modelado y simulación. Es por esta razón que se considere un factor clave acertar en la selección de la herramienta que mejor se adapta a los propósitos de la organización. Con motivo de esa importante elección, en este documento se ha llevado a cabo el estudio de un conjunto de estas herramientas, analizando aquellas características que permiten no sólo cuantificar, sino también cualificar las capacidades que ofrecen en el campo de la simulación de los procesos de negocio. De entre esas características que se han identificado encontramos la técnica de modelado utilizada, y un conjunto de características relacionadas con las capacidades de simulación, de análisis y de divulgación.

No se ha pretendido en ningún momento elegir o destacar alguna herramienta por encima de las demás. Solamente se han mostrado sus características a partir de la información de la que se ha podido disponer desde las diferentes fuentes de información, y es, a partir de este análisis, misión ineludible de los responsables del negocio escoger aquella herramienta cuyas capacidades mejor se ajusten a los objetivos buscados.

Como apreciación final, se puede destacar que el conjunto de las herramientas existentes actualmente en el ámbito del modelado y de la simulación de los procesos de negocio proporcionan, en general, amplias y variadas capacidades en muchos campos, aunque quizás le falten mayores prestaciones de animación.

REFERENCIAS

- [1] Hall, C., Harmon, P. (2006). The 2006 Enterprise Architecture, Process Modeling and Simulation Tools Report. Business Process Trends, www.bptrends.com.
- [2] Sparks, G. (2005). Una Introducción al UML. El Modelo de Proceso de Negocio, Sparx Systems, Australia. White paper, <http://www.sparxsystems.com>
- [3] Hammer, M. (2003). The Agenda: What Every Business Must Do to Dominate the Decade. Ed. Three Rivers Press.
- [4] Lowenthal, N.J. (2004). Definición y Análisis de un Proceso de Negocios. Ed. Panorama Mexico.
- [5] Ortín, M.J., García Molina, J., Moros, B., Nicolás, J. (2002). El Modelo del Negocio como base del Modelo de Requisitos. Grupo de Investigación de Ingeniería del Software. Departamento de Informática y Sistemas. Facultad de Informática. Universidad de Murcia, Spain.
- [6] Desel, J., Erwin, T. (2000). Modeling, Simulation and Analysis of Business Processes, in *Business Process Management*, 1 ed. Aalst, W. v. d., Desel, J., and Oberweis, A., Eds. 2000, pp. 129-141.
- [7] Eriksson, H.E., Penker, M. (2000). Business Modeling with UML: Business Patterns at Work. Ed. John Wiley & Sons Inc. Thesis, Technische Universität Hamburg- Harburg.
- [8] Hommes, B.J. (2004). The Evaluation of Business Process Modeling Techniques, Thesis, Delft University of Technology, Faculty of Electrical Engineering, Mathematics and Computer Science (EEMCS). Dept.of Information Systems Algorithms. Delft (The Netherlands).
- [9] Curtis, B., Kellner, M.I., Over, J. (1992). Process Modeling, Communications of the ACM, Vol. 35, No. 9, pp. 75-90.
- [10] Giaglis, G.M. (2001). A taxonomy of business process modelling and information

system modelling techniques, *International Journal of Flexible Manufacturing Systems*, vol. 13, no. 2, pp. 209-228.

[11] Muñoz, D.F. (2001). Antes de decidir ¡Simule!, Departamento de Ingeniería Industrial y de Operaciones. Instituto Tecnológico Autónomo de México.

[12] Lee, Y., Elcan, A. (1996). Simulation modelling for process reengineering in the telecommunications industry. *Interfaces* 26 (3), 1–9.

[13] Davies, M. (1997). A generic model for simulation office process flows. *European Journal of Operational Research* 99, 267–277.

[14] Bapat, V., Pruitte, E. (1998). Using simulation in call centres. In: *Proceedings of the 1998 Winter Simulation Conference*, pp.1395–1399.

[15] Lin, G., Ettl, M., Buckley, S., Bagchi, S., Yao, D., Naccarato, R., Allan, R., Kim, K., Koenig, L. (2000). Extended enterprise supply-chain management at IBM personal systems group and other divisions. *Interfaces* 30 (1), 7–25.

[16] Chandrasekaran, S., Silver, G., Miller, J., Cardoso, J., Sheth, A. (2002). Web service technologies and their synergy with simulation. In: *Proceedings of the 2002 Winter Simulation Conference*, pp. 606–615.

[17] Warren, J., MacArthur, P., Crosslin, R. (1994). A dynamic modelling toolkit to add rigor to business process reengineering. In: *Proceedings of 27th Hawaii International Conference on System Sciences*, pp. 683–692.

[18] Nidumolu, S., Menon, N., Zeigler, B. (1998). Object-oriented business process modelling and simulation: A discrete event system specification framework. *Simulation Practice and Theory* 6, 533–571.

[19] van Eijck, D., Vreede, G.J. de (1998). Simulation support for organizational coordination. In: *Proceedings of the 31st Hawaiian International Conference on Systems Sciences*, pp. 633–642.

[20] Melão, N., Pidd, M. (2004). Using component technology to develop a simulation library for business process modelling (Electronic version). *European Journal of Operations Research*, 172, 1, 163-178.

[21] Web: www.bpmglobalsolutions.com (2007).

[22] Object Management Group, Inc. (OMG) (2006). Business Process Modeling Notation Specification. Technical Report, <http://www.bpmi.org>.

[23] Web: www.softexpert.com (2007).

[24] Sección Técnica de Procesos de Mejora y Sistemas de Medición de la Comisión de Modernización y Calidad de la FEMP (2003). Procesos de Mejora Continua. White paper, <http://www.femp.es>.

[25] Ferdian (2001). A Comparison of Event-driven Process Chains and UML Activity Diagram for Denoting Business Processes.

[26] Kozar, K.A. (1997). The Technique of Data Flow Diagramming. White paper, <http://spot.colorado.edu/~kozar/DFDtechnique.html>.

[27] Web: www.nos.org/htm/course.htm (2007).

[28] Web: www.ibm.com (2007).

[29] Doran, J., Gilbert, N. (1994). Simulating Societies: An Introduction. In Gilbert, N. & Doran, J. (Eds.), *Simulating Societies: The Computer Simulation of Social Phenomena*, UCL Press, London.

[30] Paul, R.J., Giaglis, G.M., Hlupic, V. (2000). Simulation of Business Processes: A Review. *American Behavioral Scientist*, vol. 42, no. 10, pp. 1551-1576, 1999.

[31] Greasley, A. (2004). Using process mapping and business process simulation to support a process-based approach to change in a public sector organisation.

[32] Greasley, A. (2003). Using business-process simulation within a business process re-

engineering approach. *Business Process Management Journal*, vol. 9, no. 4, pp. 408-420.

[33] Giaglis, G.M., Paul, R.J. (1996). It's Time to Engineer Re-engineering: Investigating the Potential of Simulation Modelling in Business Process Redesign. In Scholz-Reiter, B. and Stickel, E. (Eds.), *Business Process Modelling*, Springer-Verlag, Berlin, pp. 313-332.

[34] Melão, N. (2001). Improving the effectiveness of business process modelling and simulation. Thesis, Lancaster University, Department of Management Science, United Kingdom.

[35] Hlupic, V., Vreede, G.J. de (2005). Business process modelling using discrete-event simulation: Current opportunities and future challenges. *International Journal of Simulation & Process Modelling*, Volume 1, Nos. 1/2, 2005.

[36] Hlupic, V., Robinson, S. (1998). 'Business process modelling using discrete-event simulation', in Madeiros, D.J., Watson, E.F., Karson, J.S. and Manivannan, M.C. (Eds.): *Proceedings of the Winter Simulation Conference WSC'98*, Washington DC, SCS, pp.1363–1369.

[37] Robinson, S. (2003). *Simulation: The Practice of Model Development and Use*, John Wiley & Sons, Chichester, UK.

[38] Web: www.enpresadigitala.net (2003). Simulación de Procesos Productivos.

[39] Web: www.avoka.com (2007).

[40] Vreede, G.J. de (1998). Collaborative business engineering with animated electronic meetings. *Journal of Management Information Systems*, Vol. 14 No. 3, pp. 141-64.

[41] Paul, R.J., Hlupic, V., Giaglis, G. (1998). Simulation modeling of business processes. *Proceedings of the 3rd UK Academy of Information Systems Conference*, Lincoln.

[42] Vreede, G.J. de, Verbraeck, A. (1996). Animating organisational processes: insight eases change. *Journal of Simulation Practice and Theory*, Vol. 4 No. 3, pp. 245-63.

[43] Pegden, C.D., Shannon, R.E., Sadowski, R.P. (1995). *Introduction to Simulation*

Using SIMAN. McGraw-Hill, London.

[44] Sierhuis, M., Clacey, W.J., Seah, C., Trimble, J.P., Sims, M.H. (2003). Modeling and simulation for mission operations work system design. *Journal of Management Information Systems*, Vol. 19 No. 4, pp. 85-128.

[45] Giaglis, G.M. (1999). Dynamic process modelling for business engineering and information systems. PhD thesis, Brunel University, London.

[46] Levas, A., Boyd, S., Jain, P., Tulske, W.A. (1995). The role of modelling and simulation in business process reengineering. In Alexopoulos, A.; Kang, K.; Lilegdon, W.R. and Goldsman, D. (Eds). *Proceedings of the 1995 Winter Simulation Conference*, Orlando, FL, pp. 1341-6.

[47] Madhusudan, T., Son, Y.J. (2005). A simulation-based approach for dynamic process management at web service platforms. *Computers and Industrial Engineering*, Volume 49, Issue 2, Pages: 287 – 317.

[48] Vinoski, S., Lea, D. (2003). Middleware for web services. *IEEE Internet Computing* Volume 7, Issue 1, Jan/Feb 2003 Page(s): 28 – 29.

[49] Bussler, C., Maedche, A., Fensel, D. (2002). A conceptual architecture for semantic enabled web services. *ACM SIGMOD*, 31(4), 24–29.

[50] Leymann, F., Roller, D., Schmidt, M. (2002). Web services and business process management. *IBM Systems Journal*, 41(2), 198–211.

[51] Hlupic, V. (2001). Business Process Modelling Using Discrete-Event Simulation: Potential Benefits and Obstacles for Wider Use. *Proceedings of the UKSIM 2001, Conference of the United Kingdom Simulation Society*, Cambridge, April 2001, (Ed. by Al-Dabass D., Turner S., Taylor S., Mahfouf M., Pollard J., Hlupic V., Stevens A. and Cheng R.), pp.190-195, UKSS, 2001.

[52] Paolucci, E., Bonci, F., Russi, V. (1997). Redesigning organisations through business process re-engineering and object-orientation, *Proceedings of the Fifth European Conference on*

Information Systems, pp. 587–601.

[53] Tumay, K. (1996). Business process simulation, in: Charnes, J.M., Morrice, D.J., Brunner, D.T., Swain, J.J. (Eds.), Proceedings of the 1996 Winter Simulation Conference. SCS, pp. 93–98.

[54] Meel, J.W., van Sol, H.G. (1996). Business engineering: dynamic instruments for a dynamic world. *Simulation and Gaming* 27 (4), 440–661.

[55] Bal, J. (1998). Process analysis tools for process improvement. *The TQM Magazine* 10 (5), 342–354.

[56] Pirus, J.F. (2006). L'apport des outils de BPM à l'optimisation de la performance. White paper, <http://www.journaldunet.com>.

[57] Barber, K.D., Dewhurst, F., Pritchard, M.C. (2005). Cost allocation for business process simulation models.

[58] Jansen-Vullers, M.H., Netjes, M. (2006). Business Process Simulation – A Tool Survey. Department of Technology Management, Eindhoven University of Technology, The Netherlands.

[59] Law, A.M., Kelton, W.D. (2000). *Simulation modeling and analysis*. McGraw-Hill, New York.

[60] Salvadó Artells, M. (2004). Desarrollo de un programa de simulación basado en el método de Montecarlo para el cálculo de dosis con maniqués divididos en voxels. Aplicaciones en tomografía computarizada. Tesis, Facultat de Medicina i Ciències de la Salut Departament de Ciències Mèdiques Bàsiques, Reus, Spain.

[61] Web: www.boc-eu.com (2007).

[62] Web: www.bpms.info (2007).

[63] Web: www.ids-scheer.com (2007).

- [64] Web: www.infomgtsolutions.com (2007).
- [65] Web: www.holocentric.com (2007).
- [66] Web: www.igrafx.com (2007).
- [67] Web: www.mega.com (2007).
- [68] Web: www.simul8.com (2007).
- [69] Web: www.simcore.fr (2007).
- [70] Web: www.proformacorp.com (2007).
- [71] Web: www.caciasl.com (2007).
- [72] Web: www.lanner.com (2007).
- [73] Web: www.processmodel.com (2007).
- [74] Web: www.bds.com.es (2007).
- [75] Gladwin, B.D., Harrell, C.R. (1997). Introduction to ProcessModel and ProcessModel 9000. Proceedings of the 1997 Winter Simulation Conference.
- [76] Web: www.pikos.net (2007).
- [77] Web: www.pallas-athena.com (2007).
- [78] Web: www.interfacing.ca (2007).