

JISBD
2006
500e

Editors:
José C. Riquelme, Pere Botella

Ingeniería del Software y Bases de Datos

Editors:
José C. Riquelme, Pere Botella



FIB



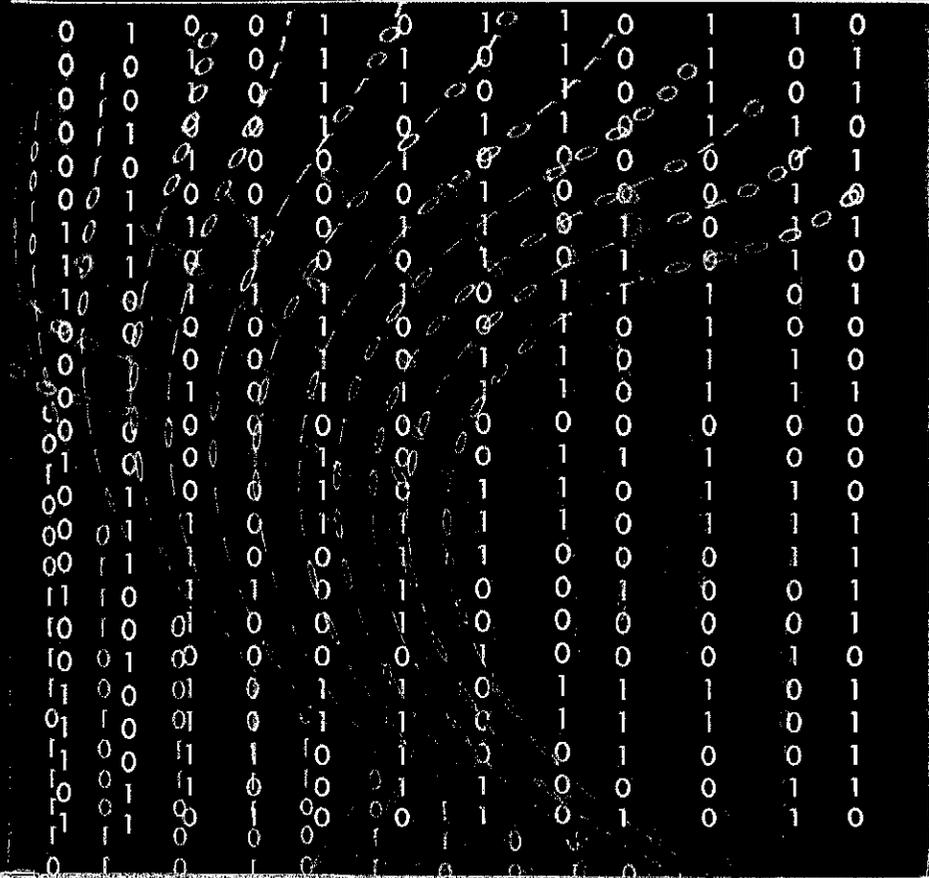
INTERSYSTEMS



Microsoft



Ingeniería del Software



Ingeniería del Software y Bases de Datos

Actas de las
XI Jornadas de Ingeniería
del Software y Bases de Datos

Sitges, 3 al 6 de Octubre de 2006

Editores:

José C. Riquelme
Pere Botella

Publicado por



Ingeniería del Software y Bases de Datos

Sitges, 3 al 6 de Octubre de 2006

Comité Ejecutivo JISBD 2006

Presidente del Comité Organizador

Pere Botella (Universitat Politècnica Catalunya)

Presidente del Comité De Programa

José C. Riquelme (Universidad de Sevilla)

Secretario Comisión Permanente

Mario Piattini (Universidad de Castilla-La Mancha)

Coordinador de Tutoriales

Xavier Franch (Universitat Politècnica de Catalunya)

Coordinador de Talleres

Antonio Ruiz (Universidad de Sevilla)

Ingeniería del Software y Bases de Datos

Primera edición, Septiembre 2006

© Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería (CIMNE)
Gran Capitán s/n, 08034 Barcelona, España
www.cimne.upc.es

Impreso por: Artes Gráficas Torres S.A., Morales 17, 08029 Barcelona, España

Depósito legal: B-42461-2006

ISBN: 84-95999-99-4

Comité de Programa JISBD 2006

Jesús Aguilar (U. Sevilla)
José F. Aldana (U. Málaga)
Bárbara Álvarez (U. P. Cartagena)
María J. Aramburu (U. Jaume I)
Joao Araujo (U. Nova De Lisboa)
Orlando Belo (U. Do Minho)
Rafael Berlanga (U. Jaume I)
Pere Botella (U. P. Catalunya)
Nieves Brisaboa (U. Coruña)
Coral Calero (U. Castilla-La Mancha)
Carlos Canal (U. Málaga)
José M. Caverio (U. Rey Juan Carlos)
Matilde Celma (U. P. Valencia)
Rafael Corchuelo (U. Sevilla)
Dolors Costal (U. P. Catalunya)
Yania Crespo (U. Valladolid)
Carlos Delgado (U. Carlos III)
Oscar Díaz (U. País Vasco)
Javier Dolado (U. País Vasco)
Joao Falcão e Cunha (U. Porto)
Xavier Franch (U. P. Catalunya)
Pablo de la Fuente (U. Valladolid)
Lidia Fuentes (U. Málaga)
Mario J. Gaspar da Silva (U. Lisboa)
Marecla Genero (U. Castilla-La Mancha)
Juan Gómez (U. Alicante)
Alfredo Gofí (U. País Vasco)
Jon Iturriz (U. País Vasco)
Elena Jurado (U. Extremadura)
Natalia Juristo (U. P. Madrid)
Antonia Lopes (U. Lisboa)

Comité Organizador (U. P. Catalunya)

Alberto Abelló
Claudia Ayala
Xavier Burgués
Jordi Conesa
Dolors Costal
Cristina Gómez
Gemma Grau

Adolfo Lozano (U. Extremadura)
Henrique Madeira (U. Coimbra)
Esperanza Marcos (U. Rey Juan Carlos)
Eduardo Mena (U. Zaragoza)
Ana Moreira (U. Nova De Lisboa)
Ana M. Moreno (U. P. Madrid)
Juan J. Moreno (U. P. Madrid)
Juan M. Murillo (U. Extremadura)
Oscar Pastor (U. P. Valencia)
Ernesto Pimentel (U. Málaga)
Ángeles Places (U. Coruña)
Antonio Polo (U. Extremadura)
Carme Quer (U. P. Catalunya)
Celia Ramos (U. Algarve)
Isidro Ramos (U. P. Valencia)
Isabel Ramos (U. Sevilla)
Antonio Rito (U. Técnica De Lisboa)
María J. Rodríguez (U. Granada)
Francisco Ruiz (Castilla-La Mancha)
Fernando Sánchez (U. Extremadura)
Juan Sánchez (U. P. Valencia)
Sofia Sousa Brito (I. P. Beja)
Ernest Teniente (U. P. Catalunya)
Miguel Toro (U. Sevilla)
Ambrosio Toval (U. Murcia)
Juan C. Trujillo (U. Alicante)
Javier Tuya (U. Oviedo)
Toni Urpi (U. P. Catalunya)
Antonio Vallecillo (U. Málaga)
Belén Vela (U. Rey Juan Carlos)

Revisores Adicionales

Alberto Abelló
Álvaro E. Prieto
Amparo Navasa
Ángel Herranz
Antônia Mas
Antonio Cesar Gómez
Antonio Ruiz
Arantza Illarramendi
Artur Boronat
Cesar J. Acuña
Clara Benac Earle
Cristina Vicente Chicote
Daniel Gomes
Daniel Jiménez
Dante Currizo
Domingo S. Rodríguez-Bacna
Dulce Domingos
Eduardo Pérez-Ureta
Encarna Sosa
Esperança Amengual
Fernando Molina
Fran J. Ruiz-Bertol
Francisco Gutiérrez
Francisco J. Lucas
Francisco J. García-Peñalvo
Francisco L. Gutiérrez
Herbert Kuchen
Isabel Nunes
Ismael Navas
Ismael Sanz
Javier Cámara
Javier Cubo
Javier Gutierrez
Jennifer Pérez
Jesús Arias
Joaquín Nicolás
Jordi Cabot
Jorge Martínez-Gil
José Luis Garrido
José Magno Lopes
José María Conejero
José Norberto Mazón
José Ramón Ríos
Juan Ángel Pastor

Juan Carlos Preciado
Juan Manuel Vara
Julia González
Lars-Åke Fredlund
Manuel Serrano
Marcirio Silveira Chaves
Mari Carmen Otero
María del Mar Roldán
María Esperanza Manso
María Isabel Sánchez Segura
María Teresa Gómez
María Visitación Hurtado
Marta Tabares
Martin Solari
Miguel Ángel Laguna
Miguel A. Martínez-Aguilar
Miguel A. Martínez-Prieto
Miguel A. Pérez Toledano
Miguel A. Rodríguez Luaces
Miguel Rodríguez Penabad
M^a Ángeles Moraga
Norberto Díaz-Díaz
Nuria Medina
Oscar Dieste
Paloma Cáceres
Pascal Poizat
Patricia Paderewski
Patricio Letelier
Pedro J. Muñoz
Pedro Sánchez-Palma
Pedro Valderas
Pepe Carsí
Rafael Ceballos
Raquel Trillo
Raúl Giráldez
Roberto Rodríguez-Echeverría
Santiago Melia
Sergio Ilarri Arigas
Toñi Reina
Toufik Taibi
Valeria de Castro
Vicente Luque
Vicente Pelechano
Xavier Ferré

Sistema Automático de Revisión (Quercus Software Engineering Group)

Pablo Amaya
Daniel García

Universidad de Extremadura
Universidad de Extremadura

Entidades Patrocinadoras



Facultat d'Informàtica de Barcelona



Prólogo

La undécima edición de las Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos se celebró en Sitges (Barcelona) entre el 3 y el 6 de Octubre de 2006. Desde aquellas primeras ediciones del año 1996 en Sevilla y La Coruña, donde las Jornadas de Ingeniería del Software y las de Bases de Datos se celebraron por separado hasta la presente edición se ha recorrido un largo camino. La unificación de las dos líneas en un solo encuentro, primero con estructuras separadas y desde hace dos ediciones con un Comité de Programa único, ha servido para consolidar a la comunidad JISBD como una de las más dinámicas en las tecnologías informáticas, como se demostró en el número de inscritos de la última edición celebrada en el seno del Primer Congreso Español de Informática (CEDI).

Como viene ocurriendo desde la edición del 2001, las JISBD han acogido la celebración, en paralelo y compartiendo algunos actos, de PROLE, las VI Jornadas de Programación y Lenguajes. Ambos eventos son organizados bajo los auspicios de SISTEDES (Sociedad de Ingeniería del Software y Tecnologías de Desarrollo de Software), sociedad constituida en Granada durante la celebración de CEDI en Septiembre del 2005. Desde la edición de 2006, todas las personas inscritas en JISBD o PROLE serán miembros de SISTEDES hasta la celebración de las siguientes jornadas.

En los diez años transcurridos, las JISBD han servido de foro de encuentro para motivar y servir de acicate al esfuerzo investigador de los participantes. Este impulso ha incrementando de manera muy importante la presencia en foros internacionales de trabajos de investigación de grupos españoles y portugueses. Así se puede consultar en el *ISI Web of Science* que el número de trabajos con las palabras claves "Software Engineering" provenientes de España o Portugal en el año 1996 fue de 3, de 15 en el 2002 y de más de 30 en el 2005. Con palabras claves referidas a Bases de Datos los resultados de crecimiento que se obtienen son similares. Es muy posible que versiones previas de esos trabajos fueron presentadas y, a su vez enriquecidas, en ediciones anteriores de las JISBD. Parece justo pensar que sin la existencia de estas Jornadas no se hubiera conseguido este significativo avance en la presencia internacional de sus participantes.

El presente libro de actas contiene los trabajos seleccionados por el Comité de Programa para la edición de este año 2006. Se recibieron un total de 123 trabajos con la siguiente distribución geográfica: 25 de Latinoamérica, 6 de Portugal, 90 de España, 1 de Francia y 1 de India. El Comité de Programa realizó una ardua tarea de revisión, mediante la cual cada trabajo fue revisado por tres o cuatro expertos, abriéndose posteriormente un debate para los trabajos que presentaban disparidad de criterios. El número final de trabajos seleccionados para publicarse completos fue de 41, considerándose además como interesantes 14 trabajos para su prescutación como artículos cortos de 6 páginas.

Como es habitual de ediciones anteriores fueron dos las conferencias impartidas durante esta edición. La lección inaugural de título *Software Architecture: Past, Present, and Future* fue dictada por el profesor David Garlan de la prestigiosa *Carnegie Mellon University*. El profesor

Garlan es considerado uno de los fundadores del campo de la Arquitectura Software y, en particular, es experto en representación formal y análisis de diseño de arquitecturas. La segunda conferencia titulada *Model Independent Schema and Data Translation* fue pronunciada por el profesor Paolo Atzeni de la *Università Roma Tre*. El profesor Atzeni trabaja en tópicos relacionados con Bases de Datos, ha sido presidente de la *EDBT Association* y actualmente es secretario de la *VLDB Endowment*. Asimismo las dos conferencias de PROLE impartidas por los profesores Eelco Visser y Krzysztof Apt, han sido incluidas en el programa de JISBD.

También como en ediciones anteriores y con una importante participación e interés se desarrollaron los talleres asociados durante el primer día de las Jornadas. Un total de ocho talleres con la presentación y debate de nuevas propuestas en líneas de trabajo diversas como software orientado a aspectos, pruebas del software, sistemas hipermedias, bases de datos o servicios web. Los talleres de JISBD representan la vanguardia de la investigación y semillero de ideas, convirtiéndose en un foro de encuentro imprescindible dentro de las Jornadas. Asimismo, se ha ofrecido un interesante tutorial sobre Líneas de Producto Software por parte de los profesores Oscar Díaz y Salvador Trujillo.

La celebración de las JISBD con tan alto número de partícipes obliga a una importante labor desinteresada por parte de muchas personas. En primer lugar a los investigadores que han considerado que las JISBD eran un foro adecuado para presentar sus trabajos y a los distintos organizadores y participantes de los talleres. A los miembros del comité ejecutivo y del comité organizador que han coordinado los talleres y tutoriales, así como los detalles de la organización y celebración del encuentro. A los miembros del grupo Quercus por su, cada año mejor, sistema de revisión de trabajos. También queremos dar las gracias al personal del CIMNE, en especial a Paola Pizzi, por su eficaz soporte en la organización del evento. Finalmente, no hay palabras para agradecer y reconocer el trabajo realizado por el Comité de Programa y los revisores adicionales. Se han realizado 380 revisiones y más de 20 discusiones o debates sobre artículos con discrepancias. Gran parte del éxito de estas Jornadas se debe al tiempo que estos investigadores le han dedicado a esta tarea.

La próxima edición de las JISBD en el 2007 volverá a celebrarse en común con el CEDI en Zaragoza. Les deseamos a sus responsables un nuevo éxito de convocatoria que refleje el buen momento que goza la comunidad investigadora ibero-americana en Ingeniería del Software y Bases de Datos.

Silges, Octubre de 2006
José C. Riquelme, Pere Botella (Editores)

INDICE

CONFERENCIAS INVITADAS

Model Independent Schema and Data Translation	19
<i>P. Atzeni</i>	
Software Architecture: Past, Present and Future	20
<i>D. Garlan</i>	

INGENIERÍA DE PROCESOS

Usabilidad en Entornos MDA: Propuesta y Estudio Empírico	23
<i>S. Abrahao, E. Insfran y J. Vanderdonck</i>	
Diagrama Gantt Extendido: Una Representación Gráfica de los Recursos Humanos	34
<i>F. J. Ruiz-Bertró y J. Dolado</i>	
De Modelos de Proceso a Modelos Navegacionales	44
<i>C. Solís, J. H. Canós, M. Llavador y M. C. Penadés</i>	

MODELADO DE DATOS I

Indexación de Datos SRTM de Elevación Terrestre. Algoritmos de Carga Masiva en el Árbol Q*	57
<i>F. Rodríguez y M. Barrena</i>	
A Methodology for Vertical Integration over Biomedical Knowledge	67
<i>E. Jiménez-Ruiz, R. Berlanga, I. Sanz y R. Danger</i>	
Modelado Multidimensional de Almacenes de Datos con MDA	77
<i>J. N. Mazón, J. Pardillo, S. Meliá y J. Trujillo</i>	

MANTENIMIENTO SOFTWARE

Contención de Consultas con Valores Nulos usando el Método CQC	89
<i>G. Rull, C. Farré y T. Urpi</i>	
Diseño Sistemático de Pruebas para Consultas XPath utilizando Técnicas de Partición	99
<i>C. de la Riva, J. García-Fanjul y J. Tuya</i>	

Testeo de Software con Dos Técnicas Metaheurísticas <i>E. Alba, F. Chicano y S. Janson</i>	109
Modelos y Algoritmos para la Generación de Objetivos de Prueba <i>J. J. Gutiérrez, M. J. Escalona, M. Mejias y J. Torres</i>	119

MODELADO DE DATOS II

Intensive Crossovers: Improving Quality in a Genetic Query Optimizer <i>V. Muntés-Mulero, J. Aguilar-Saborit, C. Zuzarte y J-L. Larriba-Pey</i>	131
A Calculus and Algebra for Querying Directed Acyclic Graphs <i>S. Santini y A. Gupta</i>	141
Especificación Declarativa del Reforzamiento de Restricciones de Asociaciones en Esquemas Conceptuales <i>P. Nieto, A. Santiago, D. Costal y C. Gómez</i>	151
Extending ATSQL to Support Temporally Dependent Information <i>C. Martín, M.H. Böhlen y C. López</i>	161

CALIDAD

Experience Measuring Maintainability in Software Product Lines <i>G. Aldekoa, S. Trujillo, G. Sagardui y O. Díaz</i>	173
Herramienta de Soporte a la Valoración Rápida de Procesos Software <i>F. Pino, F. García y M. Piattini</i>	183
Modelado y Simulación de la Evaluación Heurística de Usabilidad <i>N. Hurtado, M. Ruiz y J. Torres</i>	193

GENERACIÓN AUTOMÁTICA

MCGen: Un Entorno para la Generación Automática de Compiladores de Modelos Específicos de Dominio <i>M. Llavador, J. H. Canós, P. Letelier y C. Solís</i>	205
Definición de Operaciones Complejas con un Lenguaje Específico de Dominio en Gestión de Modelos <i>A. Gómez, A. Boronai, L. Hoyos, J. Á. Carsi y I. Ramos</i>	215
Transformación de Modelos para el Desarrollo de Bases de Datos Objeto-Relacionales <i>J. M. Vara, B. Vela, J. M. Cavero y E. Marcos</i>	225

MINERÍA DE DATOS

Evaluating Maintenance Cost Computing Algorithms for Multi-Node OLAP Systems <i>J. Loureiro y O. Belo</i>	241
Hybrid Evolutionary Data Analysis Technique for Environmental Modeling <i>J. Acosta, A. Nebot y J. M. Fuertes</i>	251
RESOP: Un Método para la Reducción de Bases de Datos <i>I. Nepomuceno, J. A. Nepomuceno y R. Ruiz</i>	261

ARQUITECTURAS SOFTWARE I

A Conceptual Framework for Automated Service Trading <i>P. Fernández, M. Resinas y R. Corchuelo</i>	273
A Semantic Formalization of UML-RT Models with CSP+T Processes Applicable to Real-Time Systems Verification <i>M.I. Capel, L.E. Mendoza, K. Benghazi y J.A. Holgado</i>	283
Asignación Sistemática de Responsabilidades en una Arquitectura de Tres Capas <i>X. Franch, J. Pradel y J. Raya</i>	293

INGENIERÍA DE REQUISITOS I

Una Aproximación basada en Patrones para el Modelado Conceptual de Sistemas Cooperativos <i>J. L. Isla Montes, F. L. Gutiérrez Vela y P. Paderewski Rodríguez</i>	305
Aplicación Práctica de un Proceso de Ingeniería de Requisitos de Seguridad <i>D. Mellado, E. Fernández-Medina y M. Piattini</i>	315
Disentangling Crosscutting in AOSD: Formalization based on a Crosscutting Pattern <i>J.M. Conejero, K. van den Berg y J. Hernández</i>	325

INGENIERÍA DE REQUISITOS II

Validación de Modelos usando Escenarios y Prototipado Automático <i>A. Roche, P. Letelier, E. Navarro y M. Llavador</i>	337
Hacia la Definición de un Perfil de UML 2.0 para Modelar Requisitos de Seguridad en Procesos de Negocio <i>A. Rodríguez, E. Fernández-Medina y M. Piattini</i>	347
Propuesta de un Procedimiento de Selección de Técnicas de Educación de Requisitos <i>D. Carrizo y O. Diezle</i>	357
A Survey on the Automated Analyses of Feature Models <i>D. Benavides, A. Ruiz-Cortés, P. Trinidad y S. Segura</i>	367

ARQUITECTURAS SOFTWARE II

Replicación Distribuida en Arquitecturas Software orientadas a Aspectos Utilizando Ambientes	379
<i>N. Ali, J. Perez, C. Costa, I. Ramos y J. A. Cursi</i>	
Modularizing Framework Hot Spots using Aspects	389
<i>A. Santos, A. Lopes y K. Koskimies</i>	
Organizational Architectural Styles Specification	400
<i>C. Silva, J. Araújo, A. Moreira, J. Castro, F. Alencar y R. Ramos</i>	
Diseñando Patrones de Coordinación: de Solución Única a Patrón de Coordinación Candidato	411
<i>P. L. Pérez-Serrano y M. Sánchez-Alonso</i>	

MISCELÁNEA SOFTWARE

La Incertidumbre como Herramienta en la Ingeniería de Software	423
<i>N. Medinilla y I. Gutiérrez</i>	
Un Perfil UML para la Definición de un Lenguaje Gráfico de Transformaciones basado en QVT	433
<i>S. Meliá, J. Gómez, J. L. Serrano y J. N. Mazón</i>	
Generación de Aplicaciones Web basadas en Procesos de Negocio mediante Transformación de Modelos	443
<i>V. Torres, V. Pelechano y P. Giner</i>	
Modelado de la Agregación de Portlets por medio de Statecharts	453
<i>O. Díaz, A. Irastorza, M. Azanza y F. Villoria</i>	

TRABAJOS CORTOS

Diseño de Modelos de Minería de Clasificación en Almacenes de Datos	465
<i>J. Zubcoff y J. Trujillo</i>	
Ampliación de la Sintaxis y la Semántica de SQL para el Tratamiento de Datos Tipo Restricción	471
<i>M. T. Gómez-López y R. M. Gasca</i>	
A Hypermedia Role-based Access Control Meta-Model	477
<i>D. Sanz, P. Diaz y I. Aedo</i>	
Integrando Modelos de Procesos y Activos Reutilizables en una Herramienta MDA	483
<i>O. Avila-García, A. Estévez García, E. V. Sánchez Rebull y J. L. Roda García</i>	
Investigando los Beneficios de Pair Designing: Un Estudio Empírico con Profesionales	489
<i>F. García, C. Visaggio, G. Canfora y M. Piattini</i>	
Experiencias en Integración de Métodos Cualitativos y Cuantitativos	495
<i>M. Lázaro, E. Marcos y S. Vegas</i>	

Engineering Automated Negotiations	502
<i>M. Resinas, P. Fernandez y R. Corchuelo</i>	
ROS: Servicio de Optimización Remota	508
<i>E. Alba, J. G. Nieto y F. Chicano</i>	
Evolución de Sistemas orientados a Aspectos utilizando Patrones de Interacción	514
<i>M. A. Pérez Toledano, A. Navasa Martínez, J. M. Murillo Rodríguez y C. Canal Velasco</i>	
Diseño de Primitivas de Reflexión Estructural Eficientes Integradas en SSCLI	520
<i>J. M. Redondo López, F. Ortin Soler y J. M. Cueva Lovelle</i>	
Towards a Methodology for Distributed Requirements Elicitation	526
<i>G. Aranda, V. Vizcaino, A. Cechich y M. Piattini</i>	
A Generic Core MOF Metamodel for AORE	532
<i>P. Sánchez, J. Magno, A. Moreira, L. Fuentes y J. Araújo</i>	
Caracterización de Refactorizaciones para la Implementación en Herramientas	538
<i>C. López, R. Marticorena y Y. Crespo</i>	

- [14] Institute of Electrical and Electronics Engineers. *IEEE Standard Computer Dictionary: A Compilation of IEEE Standard Computer Glossaries*. 1990.
- [15] K. Kang, S. Cohen, J. Hess, W. Novak, and S. Peterson. *Feature-Oriented Domain Analysis (FODA) Feasibility Study*. Technical Report CMU/SEI-90-TR-21. Software Engineering Institute. Carnegie Mellon University. 1990.
- [16] N. Lassing, D. Rijsenbrij, and H. van Vliet. *Towards a Broader View on Software Architecture Analysis of Flexibility*. Proceedings of the Asian-Pacific Software Engineering Conference (APSEC). 1999.
- [17] J. Liu, D. Batory, and C. Lengauer. *Feature Oriented Refactoring of Legacy Applications*. ICSE, 2006.
- [18] T. J. McCabe, and A. H. Watson. Software Complexity, *Crosstalk, Journal of Defense Software Engineering* 7, 12. December 1994.
- [19] G. Molter. *Integrating SAAM in Domain-Centric and Reuse-Based Development Processes*. Proc. 2nd Nordic Workshop Software Architecture (NOSA '99). 1999.
- [20] J.C. Munson, and T.M. Khoshgoftaar. *The detection of fault-prone program*. IEEE Transactions on Software Engineering. Volume 18, Issue 5. May 1992.
- [21] T. Pearse, and P. Oman. *Maintainability measurements on industrial source code maintenance activities*. 11th International Conference on Software Maintenance (ICSM'95). 1995.
- [22] K. Pohl, G. Bockle, and F. van der Linden. *Software Product Line Engineering - Foundations, Principles and Techniques*. Springer. 2005.
- [23] SEI. Maintainability Index Technique for Measuring Program Maintainability. <http://www.sci.cmu.edu/str/descriptions/mitmpm.html>
- [24] M. Van Emden. *An Analysis of Complexity*. Mathematical Centre Tracts. 1971.
- [25] K. D. Welker, and P. W. Oman. *Software Maintainability Metrics Models in Practice*. Crosstalk, Journal of Defense Software Engineering 8, 11 November/December 1995.
- [26] F. Zhuo, B. Lowther, P. Oman, and J. Hagemester. *Constructing and Testing Software Maintainability Assessment Models*. Proceedings of the First International Software Metrics Symposium. 1993.

XI Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos
 IISBD 2006
 José Riquelme - Pere Botella (Eds)
 © CIMNE, Barcelona, 2006

HERRAMIENTA DE SOPORTE A LA VALORACIÓN RÁPIDA DE PROCESOS SOFTWARE

Francisco J. Pino^{1,2}, Félix García², Mario Piattini²

1: Grupo IDIS
 Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
 Universidad del Cauca
 Calle 5 No. 4 - 70. Popayán, Cauca, Colombia.
 e-mail: fjpino@unicauca.edu.co

2: Grupo Alarcos
 Escuela Superior de Informática
 Universidad Castilla-La Mancha
 Paseo de la Universidad 4, Ciudad Real, España.

e-mail: {Felix.Garcia, Mario.Piattini}@uclm.es, web: <http://alarcos.inf-cr.uclm.es/>

Palabras clave: Mejora de procesos software, SPI, Valoración rápida de procesos, Pequeñas empresas desarrolladoras de software, Pymes.

Resumen. A partir de principios de los años noventa la comunidad de Ingeniería del Software ha expresado especial interés en la mejora de procesos software. Para la mejora de procesos software se involucran modelos que conducen la mejora, métodos de evaluación de procesos y modelos de procesos a seguir. La evaluación de procesos llevada a cabo internamente por una empresa desarrolladora de software que consume poco tiempo, pocos recursos y que tiene poca rigurosidad es conocida como valoración rápida de procesos, y se utiliza para obtener información relevante acerca de la ejecución de los procesos que luego es usada en el control y mejora de ellos. Para ayudar a obtener esta información en este artículo se presenta una herramienta de apoyo para la ejecución de valoraciones rápidas de procesos software denominada SPQA.web y además se muestra la experiencia de la aplicación y utilización de la herramienta en una pequeña empresa desarrolladora de software que lleva a cabo actualmente un programa de mejora de procesos.

1. INTRODUCCIÓN

A partir de principios de los años noventa la comunidad de Ingeniería del Software (industria e investigadores) ha expresado especial interés en la mejora de procesos software (conocida por las siglas inglesas SPI, Software Process Improvement). Esto se evidencia por el creciente número de artículos que tratan el tema según el análisis de la tendencia de las publicaciones

de mejora de proceso presentado en [10], así como por la aparición de un gran número de estándares relacionadas con SPI creados por organizaciones internacionales como el SEI e ISO. Para llevar a cabo esfuerzos SPI en una empresa es necesario involucrar diferentes tipos de modelos, entre los cuales están un modelo que conduce la mejora (por ejemplo IDEAL [14]), un método de evaluación de procesos (por ejemplo ISO/IEC 15504:2004 [6]) y un modelo de procesos de referencia a seguir (por ejemplo CMMI [2]).

Para la realización de una evaluación de procesos en una empresa es necesario seguir un método de evaluación que produzca resultados cuantitativos que caractericen la capacidad del proceso (o la madurez de la organización) [12], estos resultados ofrecen información del estado actual (fortalezas y debilidades) de los procesos software que sirve para definir las estrategias para la ejecución de la mejora de procesos. Una empresa para obtener información relevante acerca de la ejecución de sus procesos puede llevar a cabo evaluaciones de procesos internas que consumen poco tiempo, pocos recursos y que tienen poca rigurosidad, conocidas como valoraciones rápidas de procesos software [8]. Las valoraciones rápidas son un factor de éxito en la mejora de procesos llevados a cabo en una organización, ya que pueden ser aplicadas frecuentemente, en poco tiempo y con pocos recursos, para obtener información acerca del impacto en los procesos de las acciones de mejora introducidas por el esfuerzo SPI. Trabajos relacionados con la utilización de valoraciones rápidas de procesos software en esfuerzos SPI se presentan en [8],[17],[9].

Para ayudar a obtener la información relevante acerca de los procesos es importante proporcionar a las empresas herramientas software que ayuden a la ejecución de valoraciones rápidas de procesos. Este tipo de herramientas permiten soportar acciones repetitivas, reduciendo la carga cognitiva de las personas involucradas en la actividad de valoración y reducir cualquier carga administrativa asociada con la aplicación manual de esta actividad.

En este artículo se presenta una herramienta Web que sirve de apoyo a la valoración rápida de procesos software denominada SPQA.web que soporta y gestiona diferentes instrumentos de valoración. El objetivo de esta herramienta es ayudar a las empresas, involucradas en un programa de mejora de procesos software, en la ejecución de las valoraciones rápidas de procesos software. Además se presenta la experiencia de la aplicación y utilización de la herramienta en una pequeña empresa desarrolladora de software que lleva a cabo actualmente un programa de mejora de procesos software.

Además de esta introducción el artículo presenta en la sección 2 una panorámica de las herramientas utilizadas en la valoración de procesos. En la sección 3 se introduce la herramienta SPQA.web. La sección 4 describe la aplicación y utilización de la herramienta en un programa SPI. La sección 5 muestra las conclusiones y trabajos futuros.

2. HERRAMIENTAS PARA VALORACIÓN DE PROCESOS

Para la valoración de procesos software existen diferentes herramientas comerciales tales como CMM-Quest[1], Appraisal Wizard [4], SPICE 1-2-1 [7], IME Toolkit [5], existen también herramientas creadas desde la académica como es el caso de Evaluación Asistida de CMMI-SW [15]. En la tabla 1 se presenta una comparación de estas herramientas desde la perspectiva del modelo de procesos de referencia y el método de evaluación de procesos

que soportan, además se realiza una muy breve descripción de ellas.

Nombre	Modelo de referencia	Método de evaluación	Descripción para la valoración
CMM-Quest	CMMI-SE/SW Continuo	ISO/IEC 15504	Se asignan valores a los objetivos, no permite valoraciones a nivel de prácticas generales y específicas. Su utilización presenta un grado medio de dificultad.
Appraisal Wizard	CMM, CMMI-SE/SW Continuo y escalonado.	SCAMPI	Se ingresan todos los valores que se asignan a las distintas instancias de evaluación (prácticas, objetivos, áreas de proceso). Brinda un soporte amplio y detallado. La herramienta presenta un alto grado de dificultad al ser utilizada.
SPICE 1-2-1	ISO/IEC TR 15504:1998	ISO/IEC TR 15504:1998	Se asignan valores a las prácticas base y a las prácticas genéricas directamente. La herramienta presenta un mediano grado de dificultad al ser utilizada.
IME Toolkit	CMMI-SE/SW		Se asignan valores numéricos a las prácticas, a partir de las cuales la herramienta genera puntuaciones para las áreas de proceso. Su utilización presenta un grado medio/bajo de dificultad.
Evaluación Asistida de CMMI-SW	CMMI-SW	SCAMPI	Se asignan valores a nivel de práctica, objetivos, áreas de proceso o nivel de madurez. Brinda soporte a las reglas del método simplificando y facilitando las tareas del evaluador.

Tabla 1. Herramientas de valoración de procesos software

Las herramientas presentadas en la tabla anterior soportan un único modelo de procesos y método de evaluación. Además debido a restricciones de presupuesto muchas pequeñas empresas desarrolladoras de software no pueden adquirir herramientas comerciales. La herramienta SPQA.web ha sido desarrollada y es mantenida por el "Grupo de Mejora de Procesos Software" del grupo de investigación IDIS. Es una herramienta Web gratuita que sirve de apoyo a las valoraciones rápidas de procesos software y tiene dos características fundamentales: (i) soporta diferentes instrumentos de valoración obtenidos de los modelos de procesos de referencia, y (ii) permite gestionar los instrumentos de valoración de acuerdo a las necesidades del entorno (por ejemplo la aparición de actualizaciones o nuevos estándares de mejora, ó por las necesidades propias capturadas en las empresas a las cuales brinda soporte el "Grupo de Mejora de Procesos Software"). Actualmente la herramienta SPQA.web tiene un instrumento que soporta la valoración de algunas áreas de procesos del modelo CMMI y otro instrumento que soporta la valoración de los procesos del estándar ISO/IEC 12207:2002 [3]. El método de evaluación esta basado en el estándar ISO/IEC 15504:2004. Para la evaluación de los procesos se asignan directamente valores a las prácticas base (ó específicas) y a las prácticas genéricas.

3. HERRAMIENTA DE SOPORTE A LA VALORACIÓN SPQA.WEB

Las valoraciones de procesos tienen dos objetivos: el primero es generar datos de alta calidad que identifiquen los problemas de los procesos software y el segundo es brindar la base para tomar decisiones al interior de la empresa. Las valoraciones rápidas de procesos

permiten obtener datos relevantes acerca de la ejecución de los procesos de una empresa en poco tiempo y con pocos recursos. A partir de estos datos se obtiene la información que permite identificar los aspectos que realmente la empresa debe mejorar. Considerando la importancia de la calidad de la información a obtener en la actividad de valoración, es conveniente utilizar herramientas software que den soporte a la ejecución de esta actividad, además estas herramientas permiten reducir el tiempo y los recursos consumidos por la actividad. A continuación se muestra una visión general de la herramienta SPQA.web que sirve de apoyo a la valoración rápida de procesos software.

3.1. Consideraciones Generales de SPQA.web

La herramienta SPQA.web permite realizar valoraciones rápidas sobre cómo se está llevando a cabo el proceso de desarrollo de software en la organización. La herramienta tiene en estos momentos dos instrumentos de valoración, uno basado en algunas áreas de proceso del modelo CMMI y otro basado en el estándar ISO/IEC 12207.

La valoración se realiza asignando valores acerca del cumplimiento ó no de las practicas específicas (ó base) y genéricas del modelo de procesos de referencia escogido. Por ejemplo, hay un instrumento de valoración de la herramienta SPQA.web que permite verificar a nivel de prácticas el estado actual de los procesos software de la empresa con respecto a las áreas de proceso del modelo CMMI. Este instrumento de valoración consta de 123 preguntas sobre las diferentes prácticas específicas y genéricas de las áreas de proceso del nivel 2 de CMMI versión escalonada.

Los diferentes instrumentos de valoración están compuestos por encuestas independientes sobre cada área de proceso, permitiéndole al usuario escoger el área de proceso a evaluar. Las preguntas hacen alusión a la realización ó no de actividades que son consideradas como las mejores prácticas para el desarrollo de software dentro de una organización que pretende garantizar la capacidad de sus procesos software.

La herramienta brinda soporte al Modelo Ligero de Evaluación de la Calidad de Procesos de Desarrollo de Software -Light MECPDS- [16] el cual se basa en el estándar ISO/IEC 15504:2004 para determinar la capacidad de los procesos y la madurez de la organización.

3.2. Arquitectura

La arquitectura usada en la construcción de esta herramienta es una arquitectura de tres capas [13], la cual permite separar en diferentes capas la interfaz, la lógica de negocio y el almacenamiento de información (persistencia), como se muestra en la figura 1.

Este tipo de arquitectura hace posible que a través de la interfaz de la aplicación los clientes se encarguen de diligenciar las encuestas y ver los resultados y en el servidor de aplicaciones se ejecuta toda la lógica del negocio, el acceso a los datos (persistencia) y además se encarga de enviar las respuestas a la interfaz del cliente. Esto permite tener una aplicación de cliente ligero, que ofrece ventajas en cuanto a implementación y capacidad de administración, consiguiendo una aplicación flexible.

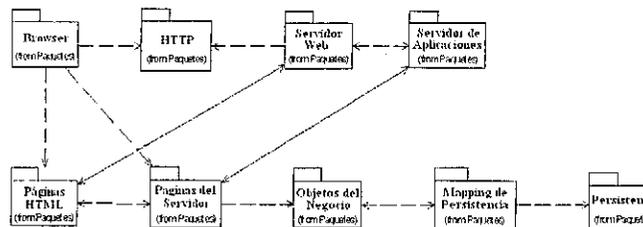


Figura 1. Arquitectura de la herramienta

3.3. Descripción de SPQA.web

La herramienta puede ser utilizada por dos tipos de clientes diferentes: el Usuario Empresa y el Administrador. Para cada uno de los usuarios se manejan roles y privilegios de acceso. Para evitar la pérdida de información en el sistema, para cada sesión de usuario iniciada se controla el manejo de la información de tal manera que no se puedan hacer inserciones, eliminaciones y modificaciones sin la debida autenticación.

Además solo existe un Administrador quien es el encargado de controlar el crecimiento de la aplicación, ya que es el único cliente autorizado para gestionar el sistema adicionando, eliminado ó modificando las preguntas, recomendaciones, procesos ó áreas, en la base de datos que almacena toda la información relacionada con los instrumentos de valoración. El administrador es la persona encargada de proporcionar flexibilidad y extensibilidad a la herramienta, manteniendo el sistema en un estado óptimo. La figura 2 muestra el diagrama general de casos de uso de la herramienta.

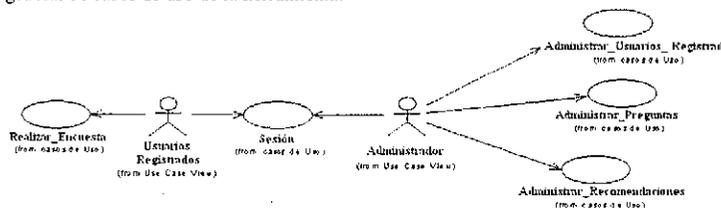


Figura 2. Diagrama general de casos de uso de la herramienta

La Herramienta SPQA.web controla el acceso a la información impidiendo que un Usuario no autorizado consulte información que no le corresponde, garantizando la confidencialidad de la información de las empresas. Además las empresas que no desean dejar registrados sus datos pueden entrar al sistema registrándose como empresa anónima. En la figura 3 se observa la interfaz para la valoración de un proceso con la herramienta.

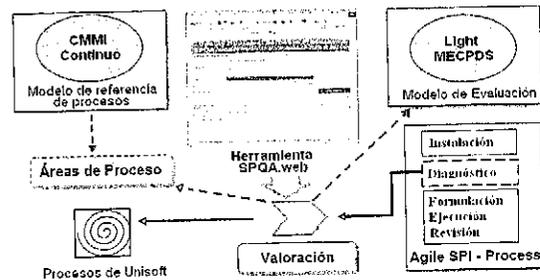


Figura 4. Programa de mejora de Unisoft y la herramienta SPQA.web

De esta primera utilización de la herramienta para soportar la actividad de valoración en el programa de mejora de Unisoft se puede concluir que la experiencia fue enriquecedora tanto para la empresa como para el grupo de mejora encargado de la herramienta. Las personas de la empresa que intervinieron en la realización de la valoración utilizando la herramienta, expresaron las siguientes opiniones:

- Que la herramienta es útil para la valoración y fácil de utilizar.
- Que muchas de las preguntas de la encuesta les permiten ver con mayor claridad los cambios que están adoptando, tener en cuenta algunas actividades que no hacen y deberían hacer, así como descubrir por sí mismo sus problemas y debilidades.
- Que las recomendaciones que brinda la herramienta asociada a una actividad que no se realiza les ayuda a tener realimentación para la mejora de sus procesos.
- Que la herramienta le permite a la persona encargada de la mejora en la empresa tener una visión general del estado de los procesos en los diferentes momentos en que se realizan las valoraciones. Y que ésta información es útil para gestionar el programa de mejora de procesos software.

El grupo encargado de la herramienta obtuvo una primera evaluación de su utilización y validó su correcto funcionamiento en un entorno real. Con la realimentación brindada por las personas de la empresa que utilizaron la herramienta se consiguió información importante para proceder a realizar algunas mejoras en la misma. Tales mejoras estarán enfocadas a ampliar la forma de responder las preguntas, teniendo en cuenta porcentajes o colocando valores intermedios. Otra sugerencia realizada fue que se debe tener la opción de asociar a las preguntas información aclarativa, ya que algunas preguntas no son muy claras y hubo necesidad de consultar a la persona de soporte del programa de mejora.

5. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

En este artículo se ha presentado una herramienta de apoyo para la valoración rápida de procesos software denominada SPQA.web y su aplicación y utilización en una pequeña

empresa que actualmente lleva a cabo un programa de mejora de procesos software.

La herramienta SPQA.web tiene dos características fundamentales: la primera es que soporta diferentes instrumentos de valoración obtenidos a partir de los modelos de procesos de referencia, y la segunda es que permite gestionar los instrumentos de valoración de acuerdo a las necesidades expresadas por el entorno, como por ejemplo la aparición de actualizaciones o nuevos estándares de mejora ó por las necesidades específicas expresadas por las empresas a las cuales brinda soporte el "Grupo de Mejora de Procesos Software". Mediante la utilización de la herramienta SPQA.web en la actividad de valoración se persigue reducir el tiempo y los recursos consumidos en esta actividad, y además recolectar datos de alta calidad que identifiquen los problemas de los procesos software para obtener información que sirva de base para tomar decisiones al interior de la empresa.

SPQA.web y las valoraciones rápidas son adecuadas para ser aplicadas en cualquier tipo de empresa (grande o pequeña). Sin embargo debido a las características intrínsecas de las valoraciones rápidas las pequeñas empresas pueden sacar mayor beneficio de ellas.

Es viable desde la academia apoyar las iniciativas de mejora de procesos en empresas desarrolladoras de software que cuentan con pocos recursos desde diferentes perspectivas. Una de ellas es presentar proyectos relacionados con SPI a entidades financiadoras con el fin de obtener recursos para aplicar a proyectos SPI en este tipo de empresas. Mediante esta estrategia se pueden tener asesores y herramientas a bajo costo para apoyar desde la academia los esfuerzos SPI. Además se puede brindar infraestructura técnica especializada en soportar y apoyar esfuerzos SPI, como por ejemplo las herramientas software. Las aplicaciones Web que den soporte a esta área son una buena alternativa.

Como trabajo futuro hay dos frentes de trabajo, en el primero se pretende mejorar la herramienta completando todas las áreas de proceso del instrumento de valoración de CMMI, mejorando la visualización de los resultados y además analizando la posibilidad de brindar soporte a otros métodos de valoración. En el segundo frente se pretende hacer un seguimiento de la utilización de la herramienta en el programa de mejora de la empresa Unisoft para obtener mayor realimentación y así proceder a su evaluación, refinamiento y mejora. También se pretende utilizar la herramienta en otros programas SPI que inician algunas empresas de Parquesoft Popayán.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido posible realizarlo gracias al Proyecto COMPETISOFT financiado por CYTED, al proyecto SIMEP_SW financiado por Colciencias y la Universidad del Cauca, a la empresa Unisoft Colombia Ltda., a Maria E. Solís y Carmen J. Sánchez, y al grupo de investigadores en mejora de procesos software del grupo de investigación IDIS.

REFERENCIAS

- [1]. Self Assessment Tool CMM-Quest, 2001, <http://www.cmm-quest.com/>, Page Access in August, 2005
- [2]. *CMMI for Systems Engineering/Software Engineering, Version 1.1*. 2002. Software

- Engineering Institute: Pittsburgh.
- [3]. ISO/IEC 12207:2002. *Information technology - Software life cycle processes*. 2002, International Organization for Standardization: Geneva.
 - [4]. Appraisal Wizard, Formal or informal appraisal tool, 2003, <http://www.isd-inc.com>, Page Access in August, 2005
 - [5]. IME Toolkit, 2003, http://www.man-info-systems.com/MIS_files/page0006.htm, Page Access in August, 2005
 - [6]. ISO/IEC 15504-2:2003/Cor.1:2004(E). *Information technology - Process assessment - Part 2: Performing an assessment*. 2004, International Organization for Standardization: Geneva.
 - [7]. SPICE 1-2-1., 2004, <http://www.synspace.com/ES/Products/orderspice.html>, Page Access in April, 2006
 - [8]. Cater-Steel, A.P. *Low-rigour, Rapid Software Process Assessments for Small Software Development Firms*. in *Australian Software Engineering Conference (ASWEC'04)*, 2004, p. 368-377
 - [9]. Daily, K. and D. Dresner, *Towards software excellence - informal self-assessment for software developers*. Software Process: Improvement and Practice, 2003. 8(3): p. 157-168.
 - [10]. Hall, T., A. Rainer, and N. Baddoo, *Implementing Software Process Improvement: An Empirical Study*. Software Process: Improvement and Practice, 2002. 7(1): p. 3-15.
 - [11]. Hurtado, J. and otros, *Agile SPI : Sistema integral para el mejoramiento de procesos de desarrollo de software en Colombia*. 2006, Universidad del Cauca y Colciencias.: Popayán, Colombia.
 - [12]. IEEE, C.S., *Guide to the Software Engineering Body of Knowledge - SWEBOOK*. 2004, Washington: Angela Burgess. 119-146.
 - [13]. Larman, C., *UML y patrones. introducción al análisis y diseño orientado a objetos*. 2 ed. 1999, México: Prentice-Hall. 536.
 - [14]. McFeeley, R., *IDEAL: A Users Guide for Software Process Improvement. Handbook CMU/SEI-96-HB-001*. 1996, Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University: Pittsburgh, USA.
 - [15]. Peralta, M., E. Diez, P. Britos, and R. García Martínez. *Evaluación asistida de CMMI-SW*. in *Jornadas en Ingeniería de Sistemas Informáticos y de Computación (JISIC 2004)*. 2004.
 - [16]. Pino, F., F. García, F. Ruiz, and M. Piattini. *Adaptación de las normas ISO/IEC 12207:2002 e ISO/IEC 15504:2003 para la evaluación de la madurez de procesos software en países en desarrollo*. in *X Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos, JISBD'2005*. 2005. p. 187-194
 - [17]. Wangenheim, C.G.v., A. Anacleto, and C.F. Salviano, *Helping Small Companies Assess Software Processes*. IEEE Software., 2006: p. 91-98.

MODELADO Y SIMULACIÓN DE LA EVALUACIÓN HEURÍSTICA DE USABILIDAD

Nuria Hurtado¹, Mercedes Ruiz¹ y Jesús Torres²

1: Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos
Escuela Superior de Ingeniería
Universidad de Cádiz

C/ Chile nº1- 1003 - Cádiz (España)

e-mail: {nuria.hurtado, mercedes.ruiz}@uca.es, web: <http://www.uca.es>

2: Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos
ETS Ingeniería Informática
Universidad de Sevilla

Avda. Reina Mercedes s/n - Sevilla (España)

e-mail: jtorres@lsi.us.es, web: <http://www.us.es>

Palabras clave: Modelado y Simulación del proceso software, Usabilidad, Evaluación Heurística.

Resumen. La evaluación heurística o evaluación de expertos es, sin duda, el método de evaluación de usabilidad más conocido y utilizado. Dentro de los métodos de inspección de usabilidad, está considerado un método de bajo coste, especialmente indicado en circunstancias en las que los recursos y el presupuesto son limitados. El número de evaluadores que se utilice así como la experiencia de los mismos se consideran aspectos esenciales que afectan tanto a la calidad de las evaluaciones como a los costes que genera su aplicación. En este artículo, se presenta un modelo dinámico que simula el comportamiento del proceso de detección de problemas de usabilidad en una evaluación heurística. La simulación del modelo permite observar el comportamiento del método y la evolución en el tiempo de los costes asociados y la calidad del resultado en relación con el número de problemas de usabilidad encontrados. Del mismo modo, será posible predecir los efectos que tendrán en dicho comportamiento los cambios en factores clave como son el número de evaluadores y la experiencia de los mismos. Asimismo, el modelo desarrollado proporciona un marco para el estudio de otros factores que afectan a la evaluación heurística de usabilidad.