

XVII

Jornadas de Ingeniería del
Software y Bases de Datos

Sistedes 2012



ACTAS

JISBD

PROLE

JCIS



Almería, 17 al 19 de Septiembre

Editores: Antonio Ruíz | Luis Iribarne

A. Ruíz, L. Iribarne (Eds.): Actas de las “XVII Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos (JISBD’2012)”, Jornadas SISTEDES’2012, Almería 17-19 sept. 2012, Universidad de Almería.

JISBD 2012

**XVII Jornadas de Ingeniería del
Software y Bases de Datos (JISBD)**

Almería, 17 al 19 de Septiembre de 2012

Editores:
Antonio Ruíz
Luis Iribarne

Actas de las “*XVII Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos (JISBD)*”
Almería, 17 al 19 de Septiembre de 2012
Editores: Antonio Ruíz y Luis Iribarne
<http://sistedes2012.ual.es>
<http://www.sistedes.es>

ISBN: 978-84-15487-28-9
Depósito Legal: AL 674-2012
© Grupo de Informática Aplicada (TIC-211)
Universidad de Almería (España)
<http://www.ual.es/tic211>

Prólogo

Las XVII Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos (JISBD) (JISBD 2012) se celebraron del 17 al 19 de Septiembre de 2012 en Almería y fueron organizadas por Grupo de Investigación de Informática Aplicada de la Universidad de Almería. Al igual que en anteriores ediciones, JISBD se celebró en paralelo y compartiendo algunos actos de las XII Jornadas de Programación y Lenguajes (PROLE) y de las VIII Jornadas de Ciencia e Ingeniería de Servicios (JCIS). Lo tres eventos son organizados bajo el auspicio de SISTEDES, la Sociedad de Ingeniería del Software y Tecnologías de Desarrollo de Software.

JISBD se ha consolidado como un foro de referencia donde investigadores y profesionales de España, Portugal e Iberoamérica, en los campos de la Ingeniería del Software y de las Bases de Datos, pueden debatir e intercambiar ideas, crear sinergias y, sobre todo, conocer la investigación que se está llevando a cabo en dicha comunidad. A fin de conseguir de manera efectiva este espacio de intercambio, las jornadas se organizaron por sesiones temáticas en las que han tenido cabida hasta cinco tipos de contribuciones: (1) trabajos regulares, que presentan algún resultado de investigación, (2) trabajos emergentes, que están comenzando su andadura, (3) demostraciones de herramientas, (4) trabajos relevantes ya publicados y (5) tutoriales. Para iniciar el debate indicando los aspectos más destacables y los más discutibles de cada contribución, los coordinadores de sesión delegaron parcialmente dicha responsabilidad en la figura del contraponente de cada contribución.

Las sesiones temáticas de esta edición han sido:

- *Sesión 1:* Bases de Datos, Almacenes de Datos, Minería de Datos, Recuperación de la información
- *Sesión 2:* Ingeniería Web, Interfaces de Usuario, Sistemas Colaborativos, Computación Ubicua
- *Sesión 3:* Apoyo a la decisión en Ingeniería del Software, Metodologías, Experimentación
- *Sesión 4:* Calidad, Pruebas y Requisitos
- *Sesión 5:* Desarrollo de Software Dirigido por Modelos
- *Sesión 6:* Líneas de Producto, Componentes y Arquitecturas Software
- *Sesión 7:* Otros aspectos de Ingeniería del Software y Bases de Datos.

Este volumen presenta las 86 contribuciones que han formado parte de esta edición: 35 trabajos regulares (con un 71% de ratio de aceptación), 19 trabajos emergentes (con un 89% de ratio de aceptación), 18 trabajos ya publicados, 14 herramientas y 2 tutoriales. También ofrece una breve reseña de la charla invitada impartida por el profesor Armando Fox de la Universidad de California, Berkeley titulada: “Cruzando el abismo educativo” de la ingeniería de software utilizando Software como Servicio y computación en nube. Agradezco que aceptara formar parte de estas Jornadas y su más que colaborativa disposición.

Un signo que acompaña la madurez de la comunidad es la existencia de un abanico de herramientas software cada vez más poblado y de mayor calidad. En esta edición se dispuso un comité de apoyo para su revisión y se organizó una breve sesión plenaria el último día donde dar a conocer y discutir sobre el “mapa de herramientas” de la comunidad JISBD. Estamos convencidos de que esta iniciativa aumentará las sinergias entre los grupos de investigación y por ende aumentará el valor del conocimiento científico y tecnológico que va atesorando nuestra comunidad.

Me gustaría expresar mi más sincero agradecimiento a los miembros del Comité de Programa por su tiempo y dedicación a la hora de revisar y seleccionar los artículos que fueron finalmente aceptados para su presentación, y que han permitido confeccionar un año más un programa de gran calidad y nivel. También a los distintos Coordinadores que se han ocupado de organizar aspectos esenciales como las demostraciones de herramientas (Cristina Vicente y Fernando Sánchez), trabajos relevantes (Amador Durán), tutoriales (Ángeles Saavedra) y coordinadores de las diferentes sesiones temáticas. Por supuesto, mi agradecimiento a los autores que enviaron artículos a las Jornadas, hayan sido aceptados o no, por su esfuerzo y contribución al evento.

También me gustaría agradecer al equipo del comité de organización liderado por Luis Iribarne su gran esfuerzo y excelente trabajo, que han permitido hacer realidad esta conferencia; al Comité Permanente de las JISBD por depositar su confianza a la hora de presidir el Comité de Programa, y por su constante apoyo y soporte. Mención especial merece Coral Calero, cuyos consejos y ayuda como presidente saliente han sido siempre inestimables. Un especial agradecimiento a la Universidad de Almería, que ha hecho posible que la conferencia fuera todo un éxito. Asimismo, este evento no hubiera sido posible sin el aval de la Sociedad de Ingeniería del Software y Tecnologías de Desarrollo de Software (SISTEDES) y sin la colaboración de la Asociación de Técnicos de Informática (ATI), y la oficina española del W3C.

Muchas gracias a todos los asistentes y participantes a las JISBD 2012, y esperamos verles de nuevo en las próximas JISBD.

Almería, Septiembre 2012

Antonio Ruiz-Cortés
Presidente del Comité de Programa de JISBD 2012

Prologo de la Organización

Las jornadas SISTEDES 2012 son un evento científico-técnico nacional de ingeniería y tecnologías del software que se celebra este año en la Universidad de Almería durante los días 17, 18 y 19 de Septiembre de 2012, organizado por el Grupo de Investigación de Informática Aplicada (TIC-211). Las Jornadas SISTEDES 2012 están compuestas por las XVII Jornadas de Ingeniería del Software y de Bases de Datos (JISBD'2012), las XII Jornadas sobre Programación y Lenguajes (PROLE'2012), y la VIII Jornadas de Ciencia e Ingeniería de Servicios (JCIS'2012). Durante tres días, la Universidad de Almería alberga una de las reuniones científico-técnicas de informática más importantes de España, donde se exponen los trabajos de investigación más relevantes del panorama nacional en ingeniería y tecnología del software. Estos trabajos están auspiciados por importantes proyectos de investigación de Ciencia y Tecnología financiados por el Gobierno de España y Gobiernos Regionales, y por proyectos internacionales y proyectos I+D+i privados. Estos encuentros propician el intercambio de ideas entre investigadores procedentes de la universidad y de la empresa, permitiendo la difusión de las investigaciones más recientes en ingeniería y tecnología del software. Como en ediciones anteriores, estas jornadas están auspiciadas por la Asociación de Ingeniería del Software y Tecnologías de Desarrollo de Software (SISTEDES).

Agradecemos a nuestras entidades colaboradoras, Ministerio de Economía y Competitividad (MINECO), Junta de Andalucía, Diputación Provincial de Almería, Ayuntamiento de Almería, Vicerrectorado de Investigación, Vicerrectorado de Tecnologías de la Información (VTIC), Enseñanza Virtual (EVA), Escuela Superior de Ingeniería (ESI/EPS), Almerimatik, ICESA, Parque Científico-Tecnológico de Almería (PITA), IEEE España, Colegio de Ingenieros Informática de Andalucía, Fundación Mediterránea, y a la Universidad de Almería por el soporte facilitado. Asimismo a D. Félix Faura, Director de la Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva (ANEP) de la Secretaría de Estado de I+D+i, Ministerio de Economía y Competitividad, a D. Juan José Moreno, Catedrático de la Universidad Politécnica de Madrid, presidente de la Sociedad de Ingeniería y Tecnologías del Software (SISTEDES), a D. Francisco Ruiz, Catedrático de la Universidad de Castilla-La Mancha, y a D. Miguel Toro, Catedrático de la Universidad de Sevilla, por su participación en la mesa redonda "*La investigación científica informática en España y el año Turing*"; a Armando Fox de la Universidad de Berkley (EEUU) y a Maribel Fernández del King's College London (Reino Unido), como conferenciantes principales de las jornadas, y a los presidentes de las tres jornadas por facilitar la confección de un programa de *Actividades Turing*. Especial agradecimiento a los voluntarios de las jornadas SISTEDES 2012, estudiantes del Grado de Ingeniería Informática y del Postgrado de Doctorado de Informática de la Universidad de Almería, y a todo el equipo del Comité de Organización que han hecho posible con su trabajo la celebración de una nueva edición de las jornadas JISBD'2012, PROLE'2012 y JCIS'2012 (jornadas SISTEDES 2012) en la Universidad de Almería.

Luis Iribarne
Presidente del Comité de Organización
[{JISBD;PROLE;JCIS}](mailto:@sistedes2012)

Comité Científico

Presidente del Comité de Programa:

Antonio Ruiz Cortés (Universidad de Sevilla)

Coordinadores de Demostraciones:

Cristina Vicente-Chicote (Univ. Politécnica de Cartagena)

Fernando Sánchez (Univ. Extremadura)

Coordinadora de Tutoriales:

Ángeles Saavedra Places (Univ. A Coruña)

Coordinador de Divulgación de Trabajos Relevantes ya Publicados:

Amador Durán (Univ. de Sevilla)

Coordinadores de Sesiones Temáticas:

Coordinadores Sesión Temática 1:

Alfredo Goñi (Univ. País Vasco)

José Francisco Aldana (Univ. de Málaga).

Coordinadores Sesión Temática 2:

Pascual González (Univ. Castilla-La Mancha)

Juan Carlos Preciado (Univ. Extremadura)

Coordinadores Sesión Temática 3:

Mercedes Ruiz (Univ. Cádiz)

Agustín Yagüe (Univ. Politécnica de Madrid)

Coordinadores Sesión Temática 4:

Xavier Franch (Univ. Politécnica de Catalunya)

Claudio de la Riva (Univ. Oviedo)

Coordinadores Sesión Temática 5:

Antonio Vallecillo (Univ. Málaga)

José Raúl Romero (Univ. Córdoba)

Coordinadores Sesión Temática 6:

Carlos Canal (Univ. Málaga)

Silvia Abrahão (Univ. Politécnica Valencia)

Coordinadores Sesión Temática 7:

Coral Calero (Univ. Castilla-La Mancha)

Comité de Programa:

Ambrosio Toval (Univ. Murcia)
Ana María Moreno (Univ. Polit. Madrid)
Ana Moreira (Univ. Nova Lisboa)
Antonio Polo (Univ. Extremadura)
Antonio Rito (Univ. Tec. Lisboa)
Arantza Illarramendi (Univ. País Vasco)
Arantza Irastorza (Univ. País Vasco)
Artur Boronat (Univ. Leicester)
Carles Farré (Univ. Polit. Catalunya)
Carme Quer (Univ. Polit. Catalunya)
Cristina Cachero (Univ. Alicante)
Daniel Rodríguez (Univ. Alcalá)
David Benavides (Univ. Sevilla)
Dolors Costal (Univ. Polit. Catalunya)
Eduardo Fdez-Medina (Univ. Castilla-La Man)
Emilio Insfrán (Univ. Polit. Valencia)
Ernest Teniente (Univ. Polit. Catalunya)
Ernesto Pimentel (Univ. Málaga)
Esther Guerra (Univ. Autónoma de Madrid)
Félix García (Univ. Castilla-La Mancha)
Francisco Gutiérrez-Vela (Univ. Granada)
Francisco Ruiz (Univ. Castilla-La Mancha)
Goiuria Sagardui (Univ. Mondragón)
Ignacio Panach (Univ. Valencia)
Irene Garrigós (Univ. Alicante)
Isidro Ramos (Univ. Polit. Valencia)
Ismael Sanz (Univ. Jaume I)
Jaime Gómez (Univ. Alicante)
Javier Cámara (Univ. De Coimbra)
Javier Dolado (Univ. País Vasco)
Javier Jaén (Univ. Polit. Valencia)
Javier Tuya (Universidad de Oviedo)
Jenifer Pérez (Univ. Polit. Madrid)
Jesús García Molina (Univ. Murcia)
Jesús Torres (Univ. Sevilla)
Jesús Aguilar (Univ. Pablo Olavide)
Joan Fons (Univ. Polit. Valencia)
Joao Araujo (Univ. Nova Lisboa)
João Falcão e Cunha (Univ. Porto)
Jon Iturrioz (Univ. País Vasco)
Jordi Cabot (École des Mines de Nantes)
José Hilario Canós (Univ. Polit. Valencia)
José Luis Arjona (Univ. Huelva)
José Luis Fernández-Alemán (Univ. Murcia)
José Luis Roda (Univ. La Laguna)
José María Caveró (Univ. Rey Juan Carlos)
José Norberto Mazón (Univ. Alicante)

José Ramón Paramá (Univ. A Coruña)
José Riquelme (Univ. Sevilla)
José Samos (Univ. Granada)
Juan Carlos Trujillo (Univ. Alicante)
Juan de Lara (Univ. Aut. Madrid)
Juan Garbajosa (Univ. Polit. Madrid)
Juan Hernández (Univ. Extremadura)
Juan José Moreno (Univ. Polit. Madrid)
Juan Manuel Murillo (Univ. Extremadura)
Juan Manuel Vara (Univ. Rey Juan Carlos)
Juan Sánchez (Univ. Polit. Valencia)
Luis Iribarne (Univ. Almería)
M^a Esperanza Manso (Univ. Valladolid)
M^a José Escalona (Univ. Sevilla)
Macario Polo (Univ. Castilla-La Mancha)
Manuel Fernández-Bertoa (Univ. Málaga)
Manuel Nuñez (Univ. Comp. de Madrid)
Manuel Resinas (Univ. Sevilla)
Marcela Genero (Univ. Castilla-La Mancha)
María José Aramburu (Univ. Jaume I)
Maribel Sánchez-Segura (U. Carlos III)
Mario Piattini (Univ. Castilla-La Mancha)
Miguel Goulao (Univ. Nova Lisboa)
Miguel R. Luaces (Univ. A Coruña)
Miguel Toro (Univ. Sevilla)
Natalia Juristo (Univ. Polit. Madrid)
Nelly Bencomo
Nieves Brisaboa (Univ. A Coruña)
Orlando Ávila-García (Open Canarias S.L.)
Oscar Díaz (Univ. País Vasco)
Oscar Dieste (Univ. Polit. Madrid)
Oscar Pastor (Univ. Polit. Valencia)
Óscar Pedreira (Univ. A Coruña)
Pablo de la Fuente (Univ. Valladolid)
Patricia Paderewski (Univ. Granada)
Pedro J. Clemente (Univ. Extremadura)
Pedro Pablo Alarcón (Univ. Polit. Madrid)
Pedro Sánchez (Univ. Polit. Cartagena)
Pepe Carsí (Univ. Polit. Valencia)
Rafael Berlanga (Univ. Jaume I)
Rafael Capilla (Univ. Rey Juan Carlos)
Rafael Corchuelo (Univ. Sevilla)
Robert Clarisó (UOC)
Roberto Ruiz (Universidad Pablo Olavide)
Salvador Trujillo (IKERLAN)
Santiago Meliá (Univ. Alicante)
Sergio Segura (Univ. Sevilla)
Sira Vegas (Univ. Polit. Madrid)
Toni Urpí (Univ. Polit. Catalunya)

Valeria De Castro (Univ. Rey Juan Carlos)
Verónica Bollati (Univ. Rey Juan Carlos)
Vicente Luque Centeno (Univ. Carlos III)
Vicente Pelechano (Univ. Polit. Valencia)
V́ctor Śnchez (Open Canarias)
Yania Crespo (Univ. Valladolid)

Comit́ de Organizaci3n

Presidente:

Luis Iribarne (Universidad de Almeŕa)

Miembros:

Alfonso Bosch (Universidad de Almeŕa)
Antonio Corral (Universidad de Almeŕa)
Diego Rodŕguez (Universidad de Almeŕa)
Elisa ́lvarez, Fundaci3n Mediterŕnea
Javier Criado (Universidad de Almeŕa)
Jesús Almendros (Universidad de Almeŕa)
Jesús Vallecillos (Universidad de Almeŕa)
Joaquín Alonso (Universidad de Almeŕa)
Joś Andŕs Asensio (Universidad de Almeŕa)
Joś Antonio Piedra (Universidad de Almeŕa)
Joś Francisco Sobrino (Universidad de Almeŕa)
Juan Francisco Inglés (Universidad Polit́cnica de Cartagena)
Nicolás Padilla (Universidad de Almeŕa)
Rosa Ayala (Universidad de Almeŕa)
Saturnino Leguizam3n (Universidad Tecnol3gica Nacional, Argentina)

Índice de Contenidos

Resumen de Sesiones Temáticas

Sesión Temática 1: Bases de Datos, Almacenes de Datos, Minería de Datos, Recuperación de la información.

Coordinadores: *Dr. Alfredo Goñi y Dr. José Francisco Aldana*

Sesión Temática 2: Ing. Web, Interf. Usuario, Sist. Colaborativos, Computación Ubicua

Coordinadores: *Dr. Pascual González y Dr. Juan Carlos Preciado*

Sesión Temática 3: Apoyo decisión Ing. Software, Metodologías, Experimentación

Coordinadores: *Dra. Mercedes Ruiz y Dr. Agustín Yagiie*

Sesión Temática 4: Calidad, Pruebas y Requisitos

Coordinadores: *Dr. Xavier Franch y Dr. Claudio de la Riva*

Sesión Temática 5: *Desarrollo de Software Dirigido por Modelos*

Coordinadores: *Dr. Antonio Vallecillo y Dr. José Raul Romero*

Sesión Temática 6: Líneas de Producto, Componentes y Arquitecturas Software

Coordinadores: *Dr. Carlos Canal y Dr. Silvia Abrahão*

Sesión Temática 7: Miscelánea

Coordinadora: *Dra. Coral Calero*

Chala Invitada

“Crossing the Software Education Chasm using Software-as-a-Service and Cloud Computing”, Armando Fox (Univ. Berkeley, USA).....21

Sesiones Temáticas

Sesión Temática 1: Bases de Datos, Almacenes de Datos, Minería de Datos, Recuperación de la información.

Coordinadores: Dr. Alfredo Goñi y Dr. José Francisco Aldana

Carlos Blanco Bueno, Eduardo Fernandez-Medina and Juan Trujillo. *Modelado Seguro de Consultas OLAP y su Evolución.* (Emergente)..... 25-30

Elisa de Gregorio, Alejandro Maté, Hector Llorens, Juan Trujillo, Jan Jurjens. *Modelado y Generación Automática de Requisitos de Cuadros de Mando.* (Emergente) 31-36

Francisco Javier Fernández Bejarano, Pedro José Abad Herrera, José Luis Álvarez Macías and José Luis Arjona Fernández. *MiningDeepWeb: Herramienta para la Extracción de Información en la Web profunda mediante técnicas de minería de datos.* (Herramienta) .. 37-40

Jose-Norberto Mazon, Jose Zubcoff, Irene Garrigos, Roberto Espinosa and Rolando Rodríguez. <i>Open Business Intelligence: uso amigable de tecnicas de inteligencia de negocio sobre datos abiertos</i> . (Emergente)	41-46
David Anton, Alfredo Goñi and Arantza Illarramendi. <i>Diseño de un sistema de telerehabilitación basado en Kinect</i> . (Emergente)	47-52
Manuel A. Regueiro, Sebastián Villarroya, Gabriel Sanmartín and José R.R. Viqueira. <i>Integración de observaciones medioambientales: Solución inicial y retos futuros</i> . (Emergente)	53-58
Sebastián Villarroya, Gabriel Álvarez, Roi Méndez and José R.R. Viqueira. <i>Análisis espacio-temporal en sistemas de bases de datos lógico-funcionales</i> . (Emergente)	59-64
Ismael Navas-Delgado, Alejandro Del Real-Chicharro, Miguel Medina, Francisca Sánchez-Jiménez and Jose F Aldana Montes. <i>Social Pathway Annotation: Extensions of the Systems Biology Metabolic Modelling Assistant</i> . (Relevante)	65-66
Roberto Uribe-Paredes, Enrique Arias, Diego Cazorla and Jose L. Sanchez. <i>Una estructura Metrica Generica para Búsquedas por Rango sobre una Plataforma Multi-GPU</i> . (Regular)	67-80
Francisco Claude and Susana Ladra. <i>Practical Representations for Web and Social Graphs</i> . (Relevante)	81-82
Luis G. Ares, Nieves R. Brisaboa, Alberto Ordóñez and Oscar Pedreira. <i>Reducción de la Complejidad Externa en Búsquedas por Similitud usando Técnicas de Clustering</i> . (Regular)	83-96
Angel Luis Garrido, Oscar Gomez, Sergio Ilarri and Eduardo Mena. <i>NASS: A Semantic Annotation Tool for Media</i> . (Regular)	97-108

Sesión Temática 2: Ing. Web, Interf. Usuario, Sist. Colaborativos, Computación Ubicua
Coordinadores: Dr. Pascual González y Dr. Juan Carlos Preciado

Miguel Sánchez Román, Beatriz Jimenez Valverde, Francisco Luis Gutiérrez Vela and Patricia Paderewski. <i>Políticas de seguridad en sistemas workflow colaborativos</i> . (Emergente)	111-116
Joaquina Martin-Albo and Coral Calero. <i>Redes Sociales: Estrategia de Marketing para la pequeña empresa</i> . (Emergente)	117-122
Jesus M. Hermida, Santiago Meliá, Andres Montoyo and Jaime Gomez. <i>Sm4RIA Extension for OIDE: Desarrollo de Rich Internet Applications en la Web Semántica</i> . (Herramienta)	123-126
Victor M. R. Penichet, Maria-Dolores Lozano and Jose A. Gallud, Ricardo Tesoriero. <i>TOUCHE CASE Tool: A Task-Oriented and User-Centered Case Tool to Develop Groupware Applications</i> . (Herramienta)	127-130

Miguel A. Teruel, Elena Navarro, Víctor López-Jaquero, Francisco Montero and Pascual Gonzalez. <i>CSRML Tool: una Herramienta para el Modelado de Requisitos de Sistemas Colaborativos</i> . (Regular)	131-144
Natalia Padilla-Zea, Patricia Paderewski, Francisco Luis Gutiérrez Vela and Nuria Medina Medina. <i>Una arquitectura para el desarrollo de videojuegos educativos con actividades colaborativas</i> . (Regular)	145-158
Francy D. Rodríguez and Silvia T. Acuña. <i>Implementación de una Solución Reutilizable para una Funcionalidad de Usabilidad</i> . (Regular)	159-172
Juan Antonio Pereira, Silvia Sanz, Inko Perurena and Julián Gutiérrez, Imanol Luengo. <i>An experience migrating a Cairngorm based Rich Internet Application from Flex to HTML5</i> . (Regular)	173-184
Iñaki Fernández De Viana Y González, Pedro Abad, José Luis Arjona and José Luis Álvarez. <i>Verificación de la información extraída por wrappers web usando algoritmos basados en colonias de hormigas</i> . (Regular)	185-198
Francisco Montero, Víctor López-Jaquero, Elena Navarro and Enriqueta Sánchez. <i>Computer-Aided Relearning Activity Patterns for People with Acquired Brain Injury</i> . (Relevante)	199-200
Alejandro Catala, Javier Jaen, Betsy van Dijk and Sergi Jordà. <i>Exploring Tabletops as an Effective Tool to Foster Creativity Traits</i> . (Relevante)	201-202
Juan Carlos Preciado. <i>Tutorial: Desarrollo Dirigido por Modelos en Ingeniería Web con Webratio y RUX-Tool</i> . (Tutorial)	203-206

Sesión Temática 3: Apoyo decisión Ing. Software, Metodologías, Experimentación

Coordinadores: Dra. Mercedes Ruiz y Dr. Agustín Yagüe

Daniel Crespo and Mercedes Ruiz. <i>SIM4CMM: Decision Making Support in CMMI Based Project Management</i> . (Herramienta).....	209-212
Tomas Martinez-Ruiz, Felix Garcia and Mario Piattini. <i>SPRINTT: Un Entorno para la Institucionalización de Procesos Software</i> . (Regular)	213-226
Andrea Delgado, Francisco Ruiz, Ignacio García and Mario Piattini. <i>Un experimento para validar transformaciones QVT para la generación de modelos de servicios en SoaML desde modelos de procesos de negocio en BPMN2</i> . (Regular)	227-240
Carlos López, M. Esperanza Manso and Yania Crespo. <i>Evaluación de la eficiencia en métodos de identificación del defecto de diseño God Class</i> . (Regular)	241-254
Raúl Marticorena and Yania Crespo. <i>Alf como lenguaje de especificación de refactorizaciones</i> . (Regular)	255-268
Ana M. Moreno, Agustín Yagüe and Diego Yucra. <i>Usability mechanisms extension to ScrumTime</i> . (Herramienta)	269-272

Ana M. Moreno, Agustín Yague and Diego Yucra. <i>Tailoring user stories to deal with usability</i> . (Regular)	273-283
Jose Antonio Cruz-Lemus, Marcela Genero, Silvia T. Acuña and Marta Gomez. <i>Réplica de un experimento que estudia las relaciones extroversión-calidad y extroversión-satisfacción en equipos de desarrollo de software</i> . (Regular).....	285-286
Isabel María Del Águila, José Del Sagrado and Francisco Javier Orellana. <i>Metaheurísticas como soporte a la selección de requisitos del software</i> . (Regular)	287-297
Jose Antonio Cruz-Lemus, Marcela Genero, Danilo Caivano, Silvia Abrahao, Emilio Infran and Jose Angel Carsi. <i>Assessing the Influence of Stereotypes on the Comprehension of UML Sequence Diagrams: A Family of Experiments</i> . (Relevante)	299-312

Sesión Temática 4: Calidad, Pruebas y Requisitos

Coordinadores: Dr. Xavier Franch y Dr. Claudio de la Riva

Federico Leonardo Toledo, Beatriz Pérez Lamanha and Macario Polo. <i>Enfoque dirigido por modelos para probar Sistemas de Información con Bases de Datos</i> . (Regular)	315-328
Raquel Blanco, Javier Tuya and Ruben V. Seco. <i>Evaluación de la cobertura en la interacción usuario-base de datos utilizando un enfoque de caja negra</i> . (Regular)	329-342
Juan Jose Dominguez-Jimenez, Antonia Estero-Botaro, Antonio García-Domínguez and Inmaculada Medina-Bulo. <i>Evolutionary Mutation Testing</i> . (Relevante).....	343-344
Carmen R. Cutilla, Julian A. García-García and Javier J. Gutiérrez. <i>Hacia una propuesta de priorización de casos de pruebas a partir de NDT</i> . (Emergente)	345-350
Silvio Cacace and Tanja Vos. <i>Model-Based Testing in Early Software Development Phases</i> . (Herramienta)	351-354
Antonia Estero-Botaro, Juan Boubeta-Puig, Valentín Liñeiro-Barea and Inmaculada Medina-Bulo. <i>Operadores de Mutación de Cobertura para WS-BPEL 2.0</i> . (Regular).....	355-368
Lorena Gutiérrez-Madroñal, Juan José Domínguez-Jiménez and Inmaculada Medina-Bulo. <i>Prueba de mutaciones sobre consultas de procesamiento de eventos en aplicaciones en tiempo real</i> . (Regular)	369-382
Marcos Palacios, José García-Fanjul and Javier Tuya. <i>Testing in Service Oriented Architectures with dynamic binding: A mapping study</i> . (Relevante).....	383-384
Sergio Segura, Robert M. Hierons, David Benavides and Antonio Ruiz-Cortés. <i>Automated Metamorphic Testing on the Analysis of Feature Models</i> . (Relevante)	385-386
Ana Belén Sánchez and Sergio Segura. <i>Automated testing on the analysis of variability-intensive artifacts: An exploratory study with SAT Solvers</i> . (Emergente).....	387-392
César Jesús Pardo Calvache, Félix García, Francisco J. Pino, Mario Piattini and Maria Teresa Baldassarre. <i>PrMO: An Ontology of Process-reference Models</i> . (Regular).....	393-406

Albert Tort, Antoni Olivé and Maria-Ribera Sancho. <i>An Approach to Test-Driven Development of Conceptual Schemas</i> . (Relevante)	407-408
Victor M. R. Penichet, Maria-Dolores Lozano, Jose A. Gallud and Ricardo Tesoriero. <i>Requirement-based Approach for Groupware Environments Design</i> . (Relevante).....	409-410
Emma Blanco-Muñoz, Antonio García-Domínguez, Juan Jose Dominguez-Jimenez and Inmaculada Medina-Bulo. <i>GAMERAHOM: una herramienta de generación de mutantes de orden superior para WS-BPEL</i> . (Herramienta)	411-414
Antonio García Domínguez, Antonia Estero Botaro, Juan José Domínguez Jiménez, Inmaculada Medina Bulo y Francisco Palomo Lozano. <i>MuBPEL: una Herramienta de Mutación Firme para WS-BPEL 2.0</i> . (Herramienta).....	415-418
Federico Leonardo Toledo, Macario Polo and Beatriz Pérez Lamancha. <i>Tutorial de Pruebas de Rendimiento</i> . (Tutorial)	419-421

Sesión Temática 5: Desarrollo de Software Dirigido por Modelos

Coordinadores: Dr. Antonio Vallecillo y Dr. José Raul Romero

Javier Luis Canovas Izquierdo and Jordi Cabot. <i>Creación Colaborativa de Lenguajes Específicos de Dominio</i> . (Emergente).....	425-430
Javier Troya y Antonio Vallecillo. <i>On the Modular Specification of Non-Functional Properties in DSLs</i> . (Emergente)	431-436
Alfonso Rodriguez, Eduardo Fernandez-Medina, Juan Trujillo and Mario Piattini. <i>Secure Business Process model specification through a UML 2.0 Activity Diagram profile</i> . (Relevante).	437-438
Feliu Trias, Valeria de Castro, Marcos López Sanz and Esperanza Marcos. <i>Definición del dominio de las aplicaciones Web basadas en CMS: un Metamodelo Común para CMS</i> . (Regular)	439-452
María Gómez, Ignacio Mansanet, Joan Fons, and Vicente Pelechano. <i>MOSKitt4SPL: Tool support for Developing Self-Adaptive Systems</i> . (Herramienta)	453-456
Alvaro Jimenez, Veronica Bollati, Juan Manuel Vara and Esperanza Marcos. <i>Aplicando los principios del DSDM al desarrollo de transformaciones de modelos en ETL</i> . (Regular)	457-470
Encarna Sosa Sánchez, Pedro J. Clemente, Jose Maria Conejero and Roberto Rodriguez-Echeverria. <i>Un proceso de modernización dirigido por modelos de sistemas web heredados hacia SOAs</i> . (Emergente)	471-476
Francisco Javier Bermúdez Ruiz and Jesús Joaquín García Molina. <i>Un framework basado en modelos para la modernización de datos</i> . (Regular)	477-490

Iván Santiago, Juan Manuel Vara, María Valeria De Castro and Esperanza Marcos. <i>iTrace: un framework para soportar el análisis de información de trazabilidad en proyectos de Desarrollo Software Dirigidos por Modelos</i> . (Regular)	491-504
Victor Manuel Bolinches Marin and José Angel Carsí Cubel. <i>Diseño de niveles y uso de motores en el desarrollo de videojuegos dirigido por modelos</i> . (Regular)	505-518
Pedro Sánchez, Diego Alonso, Francisca Rosique, Bárbara Álvarez and Juan Ángel Pastor. <i>Introducing Safety Requirements Traceability Support in Model-Driven Development of Robotic Applications</i> . (Relevante)	519-520
Javier Espinazo Pagán, Jesús Sánchez Cuadrado and Jesús García Molina. <i>Un repositorio NoSQL para acceso escalable a modelos</i> . (Regular)	521-534
Ricardo Perez-Castillo, Jose Antonio Cruz-Lemus, Ignacio Garcia-Rodriguez de Guzman and Mario Piattini. <i>A Family of Case Studies on Business Process Mining</i> . (Relevante)....	535-536
Maria Gomez, Joan Fons and Vicente Pelechano. <i>Evolución de Sistemas Auto-Adaptables mediante Modelos en Tiempo de Ejecución</i> . (Regular)	537-550
Jesús Sánchez Cuadrado, Orlando Ávila García, Javier Luis Canovas Izquierdo and Adolfo Sánchez-Barbudo. <i>Parametrización de las transformaciones horizontales en el modelo de herradura</i> . (Emergente)	551-556
Jesús Sánchez Cuadrado. <i>Transformación de modelos con Eclectic</i> . (Herramienta)	557-560
Manuel Wimmer, Loli Burgueño and Antonio Vallecillo. <i>Prueba de Transformaciones de Modelos con TractsTool</i> . (Herramienta)	561-564
Rober Morales-Chaparro, Juan Carlos Preciado and Fernando Sanchez-Figueroa. <i>Desarrollo dirigido por modelos de visualización de datos para la Web</i> . (Regular)	565-578
Pedro J. Clemente, Juan Hernández, Jose Maria Conejero and Guadalupe Ortiz. <i>Managing crosscutting concerns in component based systems using a model driven development approach</i> . (Relevante)	579-580

Sesión Temática 6: Líneas de Producto, Componentes y Arquitecturas Software

Coordinadores: Dr. Carlos Canal y Dr. Silvia Abrahão

Sebastián Villarroya Fernández, David Mera, Manuel A. Regueiro and José Manuel Cotos. <i>Diseño de Servidores de Adquisición y Publicación de Datos de Sensores</i> . (Regular)	583-596
Jesús García-Galán, Pablo Trinidad and Rafael Capilla. <i>Automating the deployment of componentized systems</i> . (Emergente)	597-602
Javier Cámara and Rogerio De Lemos. <i>Towards Run-time Resilience Evaluation in Self-Adaptive Systems</i> . (Emergente)	603-608

Juan F. Ingles-Romero, Cristina Vicente-Chicote, Javier Troya and Antonio Vallecillo. <i>Prototyping component-based self-adaptive systems with Maude</i> . (Regular)	609-622
Francisco Sánchez-Ledesma, Juan Pastor y Diego Alonso. <i>Entorno de desarrollo de aplicaciones para un framework de componentes</i> . (Herramienta)	623-626
Jessica Díaz, Jennifer Pérez, Pedro P. Alarcón and Juan Garbajosa. <i>Agile Product Line Engineering—A Systematic Literature Review</i> . (Relevante)	627-628
Abel Gómez, M ^a Carmen Penadés and José H. Canós. <i>Generación de Documentos con Contenido Variable en DPLfw</i> . (Regular)	629-642
Sergio Segura, José A. Galindo, David Benavides and José Antonio Parejo. <i>BeTTY: Un Framework de Pruebas para el Análisis Automático de Modelos de Características</i> . (Herramienta)	643-646
Silvia Abrahão, Sonia Montagud and Emilio Insfran. <i>A Systematic Review of Quality Attributes and Measures for Software Product Lines</i> . (Relevante)	647-648

Sesión Temática 7: Miscelánea

Coordinadora: Dra. Coral Calero

John W. Castro, Silvia T. Acuña, Oscar Dieste. <i>Diferencias entre las Actividades de Mantenimiento en los Procesos de Desarrollo Tradicional y Open Source</i> . (Regular)	651-664
María Fernández-Ropero, Ricardo Pérez-Castillo, Mario Piattini. <i>Refactorización selectiva de Procesos de Negocio</i> . (Regular)	665-678
José Luis Fernández-Alemán, Juan M. Carrillo De Gea, Joaquín Nicolás, Ambrosio Toval, Diego Alcón, and Sofía Ouhbi. <i>Accessibility and Internationalization in Requirements Engineering Tools</i> . (Regular)	679-692
Gorka Guerrero, Roberto Yus, and Eduardo Mena. <i>Using Small Affordable Robots for Hybrid Simulation of Wireless Data Access Systems</i> . (Regular)	693-706
Pablo Ortiz, Jennifer Pérez, Santiago Alonso, José Luis Sánchez, Javier Gil. <i>Agile Moodle: Una plataforma para el Aprendizaje Ágil en Ingeniería del Software</i> . (Herramienta)	707-710
M. Cruz, B. Bernárdez, M. Resinas, A. Durán. <i>Auditoría de procesos de negocio en la nube: persistencia mediante almacenes no relacionales</i> . (Emergente)	711-716

Charla Invitada

*Crossing the Software Education Chasm using
Software-as-a-Service and Cloud Computing*

Armando Fox

A. Ruíz, L. Iribarne (Eds.): Actas de las “*XVII Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos (JISBD'2012)*”, Jornadas SISTEDES'2012, Almería 17-19 sept. 2012, Universidad de Almería.

Crossing the Software Education Chasm using Software-as-a-Service and Cloud Computing

Prof. Armando Fox

Computer Science Division, University of California, Berkeley

fox@cs.berkeley.edu

Via the remarkable alignment of cloud computing, software as a service (SaaS), and Agile development, the future of software has been revolutionized in a way that also allows us to teach it more effectively. Over the past 3 years we have been reinventing UC Berkeley's undergraduate software engineering course to cross the long-standing chasm between what many academic courses have traditionally offered and the skills that software employers expect in new hires: enhancing legacy code, working with nontechnical customers, and effective testing. In our course, "two-pizza teams" of 4 to 6 students create a prototype application specified by real customers (primarily nonprofit organizations) and deploy it on the public cloud using the Rails framework and Agile techniques. Students employ user stories and behavior-driven design to reach agreement with the customer and test-driven development to reduce mistakes. During four 2-week iterations, they continuously refine the prototype based on customer feedback, experiencing the entire software lifecycle—requirements gathering, testing, development, deployment, and enhancement—multiple times during a 14-week semester. Because of Rails' first-rate tools for testing and code quality, students learn by doing rather than listening, and instructors can concretely measure student progress. We have also successfully repurposed those same tools to support nontrivial machine grading of complete programming assignments, allowing us to scale the on-campus course from 35 to 115 students and offer a Massively Open Online Course (MOOC) to over 50,000 students. Indeed, to support instructors interested in adopting our techniques in their classes, we provide not only an inexpensive textbook and prerecorded video lectures to complement the curriculum, but also a set of questions and programming assignments that includes free autograding. Our experience has been that students love the course because they learn real-world skills while working with a real customer, instructors love it because students actually practice what they learn rather than listening to lecture and then coding the way they always have, and employers love it because students acquire vital skills missing from previous software engineering courses.

Refactorización selectiva de Procesos de Negocio

María Fernández-Ropero, Ricardo Pérez-Castillo, Mario Piattini

Instituto de Tecnologías y Sistemas de Información (ITSI), Universidad of Castilla-La Mancha,
Paseo de la Universidad 4 13071, Ciudad Real, España
{MariaS.Fernandez, Ricardo.PdelCastillo, Mario.Piattini}@uclm.es

Resumen. Los modelos de procesos de negocio se han convertido en uno de los activos más importantes para las organizaciones. Las organizaciones intentan disponer de representaciones precisas de sus procesos de negocio, por lo que deben enfrentarse, durante el ciclo de vida de los procesos de negocio, a defectos en la calidad en dichas representaciones como, por ejemplo, la falta de entendibilidad y modificabilidad. Estos defectos se acentúan cuando los modelos de procesos de negocio han sido extraídos mediante ingeniería inversa (por ejemplo desde los sistemas de información que los soportan parcialmente). En este caso, la refactorización puede ser usada para modificar la representación de los procesos de negocio preservando su comportamiento externo. Este trabajo propone una técnica para seleccionar el conjunto de operadores de refactorización más apropiado en cada caso a fin de maximizar la mejora de entendibilidad y modificabilidad de los modelos de procesos de negocio. La técnica considera un conjunto de medidas presentes en la literatura para evaluar entendibilidad y modificabilidad, y define un conjunto de indicadores para dichas medidas para priorizar la aplicación de cada uno de los operadores de refactorización.

Palabras clave: Modelos de Procesos de Negocio; Refactorización; Entendibilidad; Modificabilidad

1 Introducción

Los procesos de negocio describen una secuencia de actividades de negocio coordinadas, así como los roles y recursos involucrados en ellas, que la organización debe llevar a cabo para conseguir sus objetivos de negocio comunes [1]. Los procesos de negocio son actualmente reconocidos como uno de los activos de negocio intangible que más ventaja competitiva puede aportar a las organizaciones, si estas realizan una gestión apropiada de ellos [2], ya que permiten a las organizaciones adaptarse ágilmente a los cambios. Para gestionar adecuadamente los procesos de negocio es necesario representarlos mediante modelos que simplifiquen la realidad atendiendo a notaciones estándares, siendo BPMN (*Business Process Modeling Notation*) [3] la que se está imponiendo en los últimos años al ser una notación entendida tanto por analistas de sistemas como expertos de negocio.

Las empresas cada vez prestan más atención en describir fielmente sus procesos de negocio y con un grado de calidad óptimo. Es decir, representaciones que eviten de-

fectos que afecten a la entendibilidad y modificabilidad, entre otras. Tanto entendibilidad como modificabilidad son las características de calidad consideradas más influyentes en la calidad final percibida de los procesos de negocio [4, 5].

Los defectos de calidad que presentan los modelos de procesos de negocio se manifiestan en mayor medida en aquellos que son extraídos semi-automáticamente mediante ingeniería inversa a partir de, por ejemplo, los sistemas de información que los soportan. El aumento del nivel de abstracción común a cualquier técnica de ingeniería inversa implica lamentablemente cierta pérdida de semántica. Por ejemplo, los modelos de procesos de negocio obtenidos pueden contener un gran número de *gateways* anidados que aumentan su complejidad.

Una solución para mejorar la entendibilidad y modificabilidad de ese tipo de modelos de procesos de negocio es la refactorización. Las técnicas y algoritmos de refactorización modifican la estructura interna de los modelos de procesos de negocio sin alterar su semántica y comportamiento externo, de forma que estos modelos sean más entendibles y/o modificables, y por lo tanto, se reduzcan los costes derivados de su gestión y mantenimiento [6].

Uno de los desafíos de la refactorización de modelos de procesos de negocio es la elección del conjunto de operadores de refactorización a aplicar, así como el orden en el que hacerlo, para un determinado modelo de procesos de negocio. De hecho, los operadores de refactorización propuestos en la literatura son aplicados siguiendo dos enfoques: (1) aplicar el conjunto completo de operadores de refactorización disponibles y (2) aplicar un subconjunto de estos operadores de refactorización bajo la decisión de un experto de negocio. No obstante, ambos enfoques no aseguran que se obtenga la mayor ganancia de calidad posible, es decir, el operador de refactorización que es bueno para mejorar la calidad de un cierto modelo de procesos de negocio puede que no sea apropiado para otro modelo. Este artículo aborda este reto mediante la propuesta de una técnica que aplica operadores de refactorización de forma selectiva basándose en mediciones e indicadores de calidad.

La contribución principal de este artículo se estructura en tres líneas bien definidas. Primero, la técnica propone un conjunto de operadores o reglas de refactorización para modelos de procesos de negocio especialmente obtenidos mediante ingeniería inversa. Segundo, se propone un mecanismo de evaluación de las características de calidad de entendibilidad y modificabilidad mediante un conjunto de medidas obtenidas de la literatura [5, 7, 8]. Tercero, la técnica define de forma heurística un conjunto de indicadores para las medidas anteriores, así como un conjunto de reglas basadas en umbrales que indican si un operador de refactorización debe ser aplicado o no en el modelo de proceso de negocio bajo estudio. Adicionalmente, a fin de facilitar la adopción de esta técnica, se ha desarrollado una herramienta que instrumentaliza dicha técnica.

El resto del documento se organiza de la siguiente manera: la sección 2 resume los trabajos relacionados; la sección 3 detalla las medidas utilizadas para evaluar la entendibilidad y modificabilidad; la sección 4 presenta en detalle los operadores de refactorización; la sección 5 define los indicadores basados en las medidas propuestas y el conjunto de reglas para determinar el/los operador/es de refactorización más ade-

cuados; la sección 6 describe brevemente la herramienta de soporte; y por último, la sección 7 expone las conclusiones y trabajo futuro.

2 Trabajos Relacionados

Hoy en día existe un gran interés en solucionar los problemas de calidad que se pueden presentar a la hora de modelar procesos de negocio. Este interés ha ido creciendo en los últimos años y varios autores han investigado el impacto de las características de calidad en los modelos de procesos de negocio. Todos ellos concluyen que es necesario garantizar la entendibilidad y modificabilidad en un modelo de procesos de negocio, ya que éstos son un artefacto clave en el desarrollo de sistemas de información. El principal objetivo en cada uno de estos trabajos es determinar los parámetros que influyen en las características de calidad entendibilidad y modificabilidad como es el caso de los trabajos [4, 5, 8-10]. Estos trabajos proponen varias métricas para medir estas características de calidad como el número de tareas, el número de conectores, etc.

Otros trabajos como [6, 11, 12] proponen mejorar la calidad de los modelos de procesos de negocio mediante la refactorización y, de esta forma, obtener modelos de procesos más entendibles y más fáciles de mantener. Para poder realizar esto los autores de estos trabajos proponen varios escenarios en los que sería necesario aplicar algún operador de refactorización con el fin de mejorar el modelo y qué operador de refactorización en concreto sería necesario aplicar.

Sin embargo, ninguno de los anteriores trabajos propone utilizar las métricas de calidad que evalúan la entendibilidad y modificabilidad para descubrir los escenarios en los que sería necesario aplicar cada uno de los operadores de refactorización propuestos y, por tanto, ser capaz de aplicar el conjunto más adecuado de operadores de refactorización en lugar de aplicar todos ellos de forma indiscriminada.

3 Medidas de Entendibilidad y Modificabilidad

En esta sección se muestran una serie de medidas definidas para medir la entendibilidad y la modificabilidad de un modelo de procesos de negocio, las cuales han sido validadas de forma empírica por *Rolon et al.* en [7, 8] y *Sánchez-González et al.* en [5]. A continuación se muestra su definición así como sus abreviaturas que son utilizadas a lo largo del documento, divididas dependiendo la característica que evalúa.

3.1 Medidas para evaluar la entendibilidad

- **Número total de eventos** (TNE - *Total Number of events*): Esta variable es relativa al número total de eventos en un modelo de procesos de negocio, es decir, a la suma de eventos de inicio, eventos intermedios y eventos finales.
 - **Número total de eventos de inicio** (TNSE – *Total Number of Start Event*): Relativa únicamente a los eventos de inicio.

- **Número total de eventos intermedios** (TNIE – *Total Number of Intermediate Event*): Relativa únicamente a los eventos intermedios.
- **Número total de eventos de fin** (TNEE – *Total Number of End Event*): Relativa únicamente a los eventos de fin.
- **Número de objetos de datos de salida de actividades** (NDOOut - *Number of data objects which are outputs of activities*): Es el número de objetos de datos que son salida de actividades, es decir, que son el destino de un flujo de asociación en el que el origen es una actividad.
- **Número de objetos de datos de entrada de actividades** (NDOIn - *Number of data objects which are inputs of activities*): Es el número de objetos de datos que son entrada de actividades, es decir, que son el origen de un flujo de asociación en el que el destino es una actividad.
- **Número de nodos** (NN - *Number of Nodes*): Esta variable es relativa al número de actividades y elementos de flujo en un modelo de procesos de negocio.
- **Grado promedio de puertas de enlace (Gateway)** (AGD - *Average Gateway Degree*): Expresa el promedio del número de arcos de entrada y salida que tiene una puerta de enlace.
- **Profundidad** (Dep - *Depth*): Es el máximo anidamiento de bloques estructurados en un modelo de procesos de negocio.

3.2 Medidas para evaluar la modificabilidad

- **Nivel de conectividad entre actividades** (CLA - *Connectivity level between activities*): Es el cociente entre el número total de actividades y el número de flujos de secuencia entre actividades.
- **Separabilidad** (Sep - *Separability*): Es el cociente entre el número de vértices de corte (como las puertas de enlace o los eventos intermedios) entre el número total de nodos del modelo de procesos de negocio.

3.3 Medidas para evaluar tanto entendibilidad como modificabilidad

- **Número total de puertas de enlace (Gateway)** (TNG - *Total Number of gateways*): Esta variable es relativa al número total de puerta de enlace en un modelo de procesos de negocio, sea cual sea su tipo.
- **Número de flujos de secuencia procedente de un evento** (NSFE - *Number of sequence flows from event*): Esta variable es relativa al número de flujos de secuencia que tiene como origen un evento.
- **Número de flujos de asociación** (NAF - *Number of association flows*): Es el número de flujos de asociación existentes en un modelo de procesos de negocio.
- **Número de flujos de secuencia procedentes de una puerta de enlace** (NSFG - *Number of sequence flows from gateways*): Esta variable es relativa al número de flujos de secuencia que tienen como origen una puerta de enlace.
- **Densidad** (Den - *Density*): Es el cociente del número total de arcos en un modelo de procesos de negocio entre el número máximo de arcos posibles.

- **Coefficiente de Conectividad** (CC - *Coefficient of Connectivity*): Es el cociente entre el número total de arcos en un modelo de procesos de negocio entre el número total de nodos.
- **Secuencialidad** (Seq - *Sequentiality*): Es el grado en que se construye el modelo mediante secuencias puras de tareas.

4 Operadores de Refactorización

A continuación se muestran los escenarios (ER) más relevantes en los que se hace necesario aplicar un operador de refactorización, también denominados *smells* en varios trabajos, los cuales que han sido recogidos de la literatura en [6, 11, 13, 14] y adaptados al caso concreto de procesos de negocio obtenidos mediante ingeniería inversa. Junto a estos escenarios se muestra su identificador, para posterior identificación, una descripción, una breve discusión sobre el mismo, las medidas utilizadas para su detección de las comentadas en el apartado anterior, el operador de refactorización (OR) que sería necesario aplicar y la mejora que ofrece la aplicación de dicho operador en la calidad. En la Tabla 1 puede verse gráficamente cada uno de estos escenarios y su resultado tras aplicar el operador de refactorización correspondiente.

4.1 ER1: Nombres no definidos en lenguaje natural de actividades o procesos

Descripción: las actividades y procesos deben tener un nombre característico que revele su propósito. Al obtener los procesos de negocio a partir de ingeniería inversa y teniendo en cuenta que el código fuente fue desarrollado siguiendo la nomenclatura oportuna (clases que comienzan en mayúscula, métodos que empiezan en minúscula, no espacios entre nombres, etc.) las actividades y procesos tendrán un nombre correcto pero sin espacios. Será necesario aplicar un algoritmo que separe las palabras y coloque el primer carácter en mayúscula.

Discusión: estudios proponen utilizar una nomenclatura basada en un formato de verbo-objeto. En nuestro caso, ya se cumple dicha nomenclatura y sólo es necesario separar las palabras para adecuarlas al lenguaje natural.

Operador OR1: separa palabras teniendo en cuenta que una letra mayúscula indica el inicio de una nueva palabra y varias letras mayúsculas consecutivas indican una única palabra, normalmente siglas (Véase Tabla 1).

Medida para su detección: no existe ninguna medida para su detección. Se aplica a todas las actividades y procesos.

Mejora de calidad: entendibilidad.

4.2 ER2: Anidamiento innecesario

Descripción: al obtener los procesos de negocio a partir de ingeniería inversa se incrementa la posibilidad de que existan puertas de enlace (gateways) anidados que aumenten la complejidad. En estos casos, se deben sustituir por alternativas equiva-

lentes más fáciles de comprender por los usuarios. De esta forma, se aumenta la entendibilidad del modelo y hace el mantenimiento del mismo menos costoso.

Discusión: varios estudios demuestran que esta complejidad en el modelo provoca una falta de entendibilidad. Además, existen estudios que proponen medidas para comparar la similitud de varias estructuras.

Operador OR2: si existen dos o más gateways anidados del mismo tipo se sustituyen por un único gateway de ese tipo. (Véase Tabla 1).

Medida para su detección: Den, NN, TNG, NSFG, Dep, Sep, AGD.

Mejora de calidad: entendibilidad y modificabilidad.

4.3 ER3. Malas prácticas en el modelado de procesos de negocio

Descripción: al obtener los procesos de negocio a partir de ingeniería inversa existe la posibilidad de que los modelos no sigan las buenas prácticas recomendadas en el modelado de BPMN.

Discusión: en numerosos artículos recomiendan como buena práctica a la hora de modelar el usar siempre gateways divisores y unificadores. La aplicación de estos gateways debe coincidir.

Operador OR3: Se añade un Gateway exclusivo entre estas actividades. (Véase Tabla 1).

Medida para su detección: CLA.

Mejora de calidad: entendibilidad.

4.4 ER4: Anidamiento innecesario 2

Descripción: al obtener los procesos de negocio a partir de ingeniería inversa se incrementa la posibilidad de que existan gateways anidados que aumenten la complejidad. En estos casos, se deben sustituir por alternativas equivalentes más fáciles de comprender por los usuarios. De esta forma, se aumenta la entendibilidad del modelo y hace el mantenimiento del mismo menos costoso.

Discusión: varios estudios demuestran que esta complejidad en el modelo provoca una falta de entendibilidad. Además, existen estudios que proponen medidas para comparar la similitud de varias estructuras.

Operador OR4: si existen dos o más gateways anidados del mismo tipo se sustituyen por un único gateway de ese tipo. (Véase Tabla 1).

Medida para su detección: Den, NN, TNG, Dep, Sep, AGD.

Mejora de calidad: entendibilidad y modificabilidad.

4.5 ER5. Actividades pequeñas consecutivas

Descripción: al obtener los procesos de negocio a partir de ingeniería inversa existe la posibilidad de que se obtengan numerosas actividades pequeñas consecutivas que no representen gran cantidad de lógica de negocio. Si existen dos o más actividades consecutivas que acceden (leen y/o escriben) únicamente a los mismos datos (data object) y son ejecutadas por el mismo rol puede ser síntoma de que pueden agruparse en una sola actividad que represente el comportamiento de las anteriores.

Discusión: en los modelos de procesos de negocio se puede dar el caso de que una actividad pertenezca a otra, es decir, que tengan semántica similar [14] y por tanto se puedan agrupar.

Operador OR5: estas actividades pequeñas pasan a ser una única actividad (simple) con el mismo comportamiento que las anteriores. En esta refactorización se debe dar un nombre a la nueva actividad que sea representativo de las actividades de las que procede. Una opción es ponerle el nombre de la primera y de la última actividad. (Véase Tabla 1).

Medida para su detección: métrica propuesta por *Smirnov* en [14], NAF, NDOOut, NDOIn, Seq.

Mejora de calidad: entendibilidad y modificabilidad.

4.6 ER6. Fragmentos redundantes

Descripción: en un modelo de procesos de negocio pueden existir fragmentos que contengan la misma lógica de control de flujo. Este hecho hace que el mantenimiento sea más costoso ya que un cambio en el modelo debe ser propagado en todas las ocurrencias de ese fragmento de forma manual y esto puede repercutir en errores de concordancia.

Discusión: una de las razones más comunes para esta redundancia en los modelos se debe a la tendencia a utilizar el copy-paste. Esto provoca que un simple cambio en uno de ellos deba ser reeditado manualmente en cada una de sus ocurrencias. En numerosos artículos se recomienda definir una únicamente vez dicho fragmento de forma global para prevenir errores y mejorar la entendibilidad.

Operador OR6: estos fragmentos del modelo que están duplicados pasan a ser una única actividad compleja que es referenciada en el modelo. (Véase Tabla 1).

Medida para su detección: para su consecución se utilizan métricas capaces de determinar la similitud entre dos fragmentos del modelo como la propuesta por *Dijkman* en [6].

Mejora de calidad: entendibilidad y modificabilidad.

4.7 ER7. Eventos de inicio y/o de fin no conectados

Descripción: al obtener los procesos de negocio a partir de ingeniería inversa existe la posibilidad de que los modelos no estén conectados con los eventos de inicio y/o fin.

Discusión: todos los modelos de procesos de negocio deben comenzar con evento de inicio y finalizar con un evento de finalización.

Operador OR7: realiza la conexión del evento de inicio con la primera actividad y la conexión del evento de finalización con la última actividad. (Véase Tabla 1).

Medida para su detección: TNE, NSFE, CC.

Mejora de calidad: entendibilidad.

4.8 ER8. Varios eventos de finalización

Descripción: al obtener los procesos de negocio a partir de ingeniería inversa existe la posibilidad de que exista más de un evento de finalización [13].

Discusión: al existir más de un evento de finalización se disminuye la entendibilidad del modelo. Por ese motivo, es necesario utilizar fragmentos similares que aporten más entendibilidad.

Operador OR8: se agrupan todas las tareas finales en un gateway exclusivo, es decir, que el flujo terminará cuando uno de los posibles caminos active la puerta de enlace. Aplicar después de OR7. (Véase Tabla 1).

Medida para su detección: TNEE.

Mejora de calidad: entendibilidad.

4.9 ER9. Varias actividades consecutivas

Descripción: al obtener los procesos de negocio a partir de ingeniería inversa existe la posibilidad de que se obtengan numerosas actividades consecutivas. Esto se debe a que cada método es representado como una actividad y puede ser que un método invoque a otro método, este a su vez invoque a un tercero y así sucesivamente.

Discusión: una sucesión de actividades que no son relevantes puede provocar falta de entendibilidad en el modelo. Por ese motivo es preferible agrupar las actividades comprendidas entre la segunda y la penúltima en una sola actividad.

Operador OR9: estas actividades pasan a ser una única actividad (simple) con el mismo comportamiento que las anteriores de forma consecutiva. En esta refactorización se debe dar un nombre a la nueva actividad que sea representativo de las actividades de las que procede. Una opción es ponerle el nombre de la segunda y de la penúltima. (Véase Tabla 1).

Medida para su detección: CLA, Seq.

Mejora de calidad: entendibilidad y modificabilidad.

Tabla 1. Escenarios de Refactorización (ER).

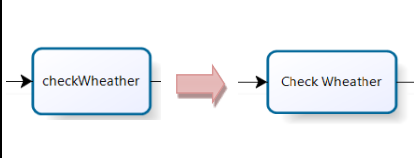
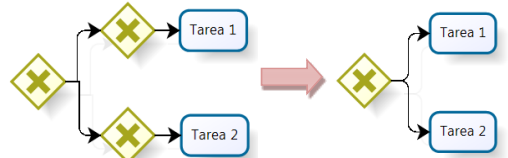
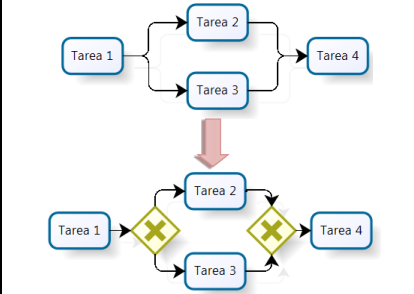
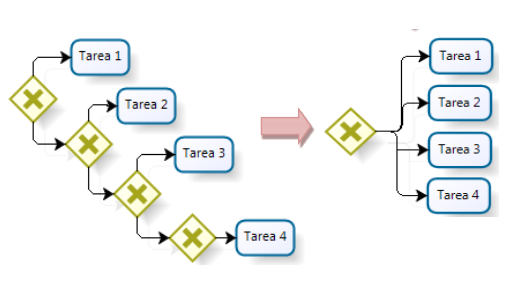
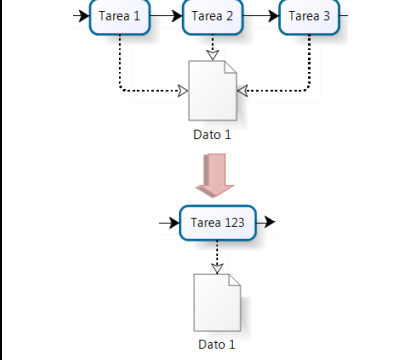
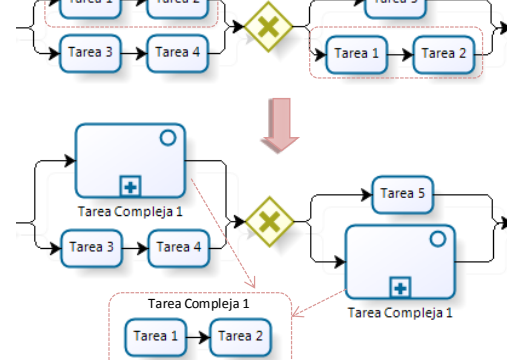
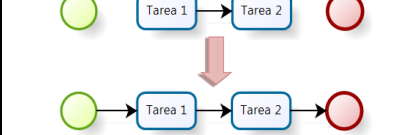
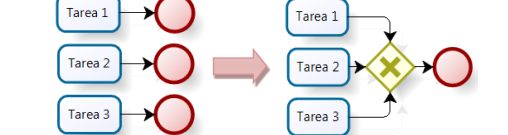
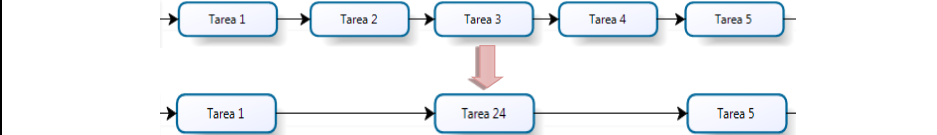
ER1: Nombres no definidos en lenguaje natural de actividades o procesos	ER2: Anidamiento innecesario
	
ER3. Malas prácticas en el modelado de procesos de negocio	ER4: Anidamiento innecesario 2
	
ER5. Actividades pequeñas consecutivas	ER6. Fragmentos redundantes
	
ER7. Eventos de inicio y/o de fin no conectados	ER8. Varios eventos de finalización
	
ER9. Varias actividades consecutivas	
	

Tabla 2. Relación entre medidas y operadores de refactorización.

	OR1	OR2	OR3	OR4	OR5	OR6	OR7	OR8	OR9
TNE							♦	♦	
TNG		♦		♦					
NSFE							♦		
NMF					♦				
NSFG		♦							
NDOOut					♦				
NDOIn					♦				
CLA			♦						♦
NN		♦		♦					
Den		♦		♦					
CC							♦		
AGD		♦		♦					
Sep		♦		♦					
Seq					♦				♦
Dep		♦		♦					
<i>Dijkman</i>						♦			

A modo resumen se presenta en la Tabla 2 una matriz de operadores de refactorización y medidas en la que se especifica qué medidas intervienen o afectan en la aplicación de un determinado operador de refactorización.

5 Indicadores y Reglas de Refactorización Selectiva

Una vez descritos los posibles operadores de refactorización junto las medidas para su detección se muestran en la Tabla 3 qué valores han de tener de dichas medidas para activar cada uno de los operadores de refactorización. Además, se muestra la mejora realizada en base a las medidas. En la primera columna aparece el identificador de la refactorización, en la segunda columna aparecen las medidas que son necesarias medir para promover su aplicación, en la tercera columna se muestran los intervalos a los que deben pertenecer los valores de las mediciones para que se realice dicha refactorización, y en la última columna se muestra los nuevos valores de las medidas tras la aplicación de la refactorización en base a los valores iniciales. Estos intervalos han sido establecidos de manera heurística tras la observación de numerosos modelos de procesos de negocio reales. El subíndice “f” simboliza el valor final de la medida y el subíndice “i” simboliza el valor inicial de la medida.

En algunos casos los valores de las mediciones pueden ser insuficientes para aplicar la refactorización por lo que haría falta la opinión de un experto. Estos casos son simbolizados en la Tabla 3 mediante la etiqueta “*Expert*”.

Tabla 3. Intervalos para la activación de cada uno de los operadores de refactorización. Se asume un operador lógico OR entre los distintos intervalos para la activación de cada operador.

Operador Refact.	Medida para su detección	Intervalos para su activación	Mejora en las medidas
OR2	Den, NN, TNG, NSFG, Dep, Sep, AGD.	Si NSFG = 1 Si AGD = 2 Si $\frac{TNG}{NN} > \frac{1}{2}$ Si Den = 2 & Dep = 2 $\rightarrow Expert$	$NN_f < NN_i$ $NSFG_f = 1$ $TNG_f < TNG_i$ $Den_f < Den_i$ $Dep_f < Dep_i$ $AGD_f > AGD_i$
OR3	CLA	Si CLA < 1	$CLA_f > CLA_i$ $TNSF_f > TNSF_i$ $TNG_f > TNG_i$
OR4	Den, NN, TNG, Dep, Sep, AGD.	Si $\frac{TNG}{NN} > \frac{1}{2}$ Si AGD = 3 $\rightarrow Expert$ Si Den = 2 & Dep = 2 $\rightarrow Expert$	$NN_f < NN_i$ $NSFG_f > NSFG_i$ $TNG_f < TNG_i$ $Den_f < Den_i$ $Dep_f < Dep_i$ $AGD_f > AGD_i$
OR5	NAF, NDOOut, NDOIn, Seq.	Si NAF > NDOOut + NDOIn & Seq ≥ 3	$NAF_f < NAF_i$ $NN_f < NN_i$
OR6	Medida propuesta por <i>Dijkman</i> [6]	Reglas propuestas por <i>Dijkman</i> [6]	$NN_f < NN_i$ $Den_f < Den_i$
OR7	TNE, NSFE, CC	Si TNE > NSFE Si CC < 1	$NSFE_f > NSFE_i$ $CC_f > CC_i$
OR8	TNEE	Si TNEE > 1	$TNEE_f = 1$ $NN_f < NN_i$ $CC_f > CC_i$
OR9	CLA, Seq	Si CLA = 1 & Seq ≥ 5	$Seq_f < Seq_i$ $CLA_f = CLA_i$ $NN_f < NN_i$

6 Herramienta de Soporte

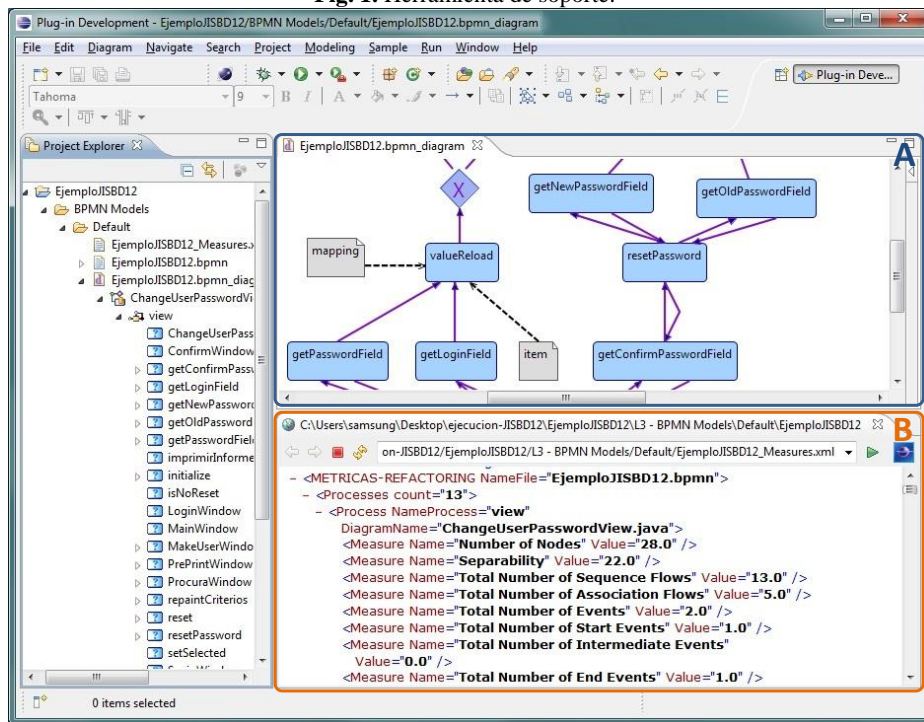
Actualmente se está trabajando en la implementación de una herramienta que permita calcular las medidas comentadas en la sección 2 respectivas a un modelo de proceso de negocio concreto. Junto a estas métricas también se están implementando los operadores de refactorización mostrados en la Tabla 1 y el conjunto de reglas mostradas en la Tabla 3 para su activación. Esta herramienta está siendo implementada como un plug-in para Eclipse™ de tal forma que sea compatible con otras herramientas de ingeniería inversa que han sido implementadas como plug-in para este entorno de desarrollo y obtienen procesos de negocio a partir de código fuente (por ejemplo, la herramienta MARBLE [15]).

En la Fig. 1 se muestra un extracto de la herramienta desarrollada. En la parte A de la figura se muestra el modelo de procesos de negocio que se pretende refactorizar

representado gráficamente bajo la notación BPMN. En la parte B de la figura se encuentran los valores de las medidas implementadas correspondientes a dicho modelo de procesos de negocio mostrado como ejemplo.

El objetivo de esta herramienta es realizar casos de estudios que permitan refinar y/o modificar las reglas de activación definidas en este trabajo y obtener los indicadores más adecuados para cada una de las medidas.

Fig. 1. Herramienta de soporte.



7 Conclusiones y Trabajo Futuro

El trabajo presenta una técnica de refactorización selectiva de modelos de procesos de negocio basada en mediciones de calidad. Esta idea se aparta de la idea convencional de aplicar operadores de refactorización de forma indiscriminada o mediante un experto de negocio. La idea es guiar las refactorizaciones usando los valores de las mediciones de las características de entendibilidad y modificabilidad con el fin de asegurar un mejor resultado final.

La técnica propone utilizar un conjunto de 18 medidas para evaluar las características de calidad de entendibilidad y/o modificabilidad de los modelos de procesos de negocio. Posteriormente, la técnica define un conjunto de indicadores y reglas basadas en dichas medidas con el fin de determinar el conjunto más apropiado de operadores de refactorización que permita aumentar en mayor medida el grado de calidad de un

determinado modelo de proceso de negocio. Mientras que las medidas para estas características de calidad se han extraído mediante una revisión sistemática de la literatura, los umbrales de los indicadores obtenidos a partir de esas medidas así como las reglas para aplicar unos operadores de refactorización han sido definidos heurísticamente.

Este trabajo piloto, en el cual se ha desarrollado además una herramienta de soporte, está permitiendo en la actualidad aplicar la técnica de refactorización selectiva a diferentes modelos de proceso de negocio obtenidos mediante ingeniería inversa desde sistemas de información reales. Esta validación empírica en curso permitirá refinar y ajustar los indicadores basándonos en evidencias reales.

Además, como otras líneas de trabajo futuro se ha planificado: (i) determinar la mejora obtenida con cada uno de los operadores de refactorización con el fin de establecer no sólo el conjunto que sería necesario aplicar, sino también el orden en el que aplicarlos para obtener mayor grado de calidad; y (ii) incorporar nuevas medidas relativas a otras características de calidad como la testabilidad, perteneciente a la mantenibilidad, o la seguridad.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido soportado por el programa FPU así como los siguientes proyectos I+D: ALTAMIRA (JCCM, PII2I09-0106-2463), MOTERO (JCCM and FEDER, PEII11-0366-9449), PEGASO/MAGO (TIN2009-13718-C02-01) y MOTERO (JCCM and FEDER, PEII11-0366-9449).

Referencias

1. Weske, M., *Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures*. 2007, Leipzig, Alemania: Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 368.
2. Jeston, J., J. Nelis, and T. Davenport, *Business Process Management: Practical Guidelines to Successful Implementations*. 2nd ed. 2008, NV, USA: Butterworth-Heinemann (Elsevier Ltd.). 469.
3. OMG. *Business Process Modeling Notation Specification 1.0*. 2006; Available from: http://www.omg.org/bpmn/Documents/OMG_Final_Adopted_BPMN_1-0_Spec_06-02-01.pdf.
4. Reijers, H.A. and J. Mendling, *A study into the factors that influence the understandability of business process models*. Systems, Man and Cybernetics, Part A: Systems and Humans, IEEE Transactions on, 2011(99): p. 1-14.
5. Sánchez-González, L., et al., *Quality assessment of business process models based on thresholds*. On the Move to Meaningful Internet Systems: OTM 2010, 2010: p. 78-95.
6. Dijkman, R., et al., *Identifying refactoring opportunities in process model repositories*. Information and Software Technology, 2011.
7. Rolon, E., et al. *Evaluation measures for business process models*. 2006: ACM.
8. Rolon, E., et al. *Prediction models for BPMN usability and maintainability*. 2009: IEEE.
9. Mendling, J., H. Reijers, and J. Cardoso, *What makes process models understandable?* Business Process Management, 2007: p. 48-63.

10. Mendling, J. and M. Strembeck. *Influence factors of understanding business process models*. 2008: Springer.
11. Weber, B., et al., *Survey paper: Refactoring large process model repositories*. *Comput. Ind.*, 2011. **62**(5): p. 467-486.
12. Leopold, H., S. Smirnov, and J. Mendling, *Refactoring of process model activity labels*, in *Proceedings of the Natural language processing and information systems, and 15th international conference on Applications of natural language to information systems*. 2010, Springer-Verlag: Cardiff, UK. p. 268-276.
13. Koehler, J., et al., *Combining Quality Assurance and Model Transformations in Business-Driven Development*, in *Applications of Graph Transformations with Industrial Relevance*, S. Andy, et al., Editors. 2008, Springer-Verlag. p. 1-16.
14. Smirnov, S., H. Reijers, and M. Weske. *A semantic approach for business process model abstraction*. 2011: Springer.
15. Pérez-Castillo, R., et al., *MARBLE. A Business Process Archeology Tool*, in *27th IEEE International Conference on Software Maintenance (ICSM 2011)*. 2011: Williamsburg, VI. p. 578 - 581