



PETRÓLEOS DE VENEZUELA S.A.



MINISTERIO DEL PODER POPULAR  
PARA CIENCIA Y TECNOLOGÍA



Fundación Instituto de  
Ingeniería (FII-MCT)



Fondo Nacional de Ciencia,  
Tecnología e Innovación  
(FONACIT-MCT)



MINISTERIO DEL PODER POPULAR  
PARA EDUCACIÓN SUPERIOR



Fundación Gran Mariscal  
de Ayacucho (FGMA-MES)



GOBIERNO DE NUEVA ESPARTA



CÁMARA VENEZOLANA DE EMPRESAS DE  
TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

**Microsoft**® MICROSOFT

X WORKSHOP IBEROAMERICANO DE  
INGENIERÍA DE REQUISITOS Y AMBIENTES DE SOFTWARE

<http://kuainasi.ciens.ucv.ve/ideas07>

# X Workshop Iberoamericano de Ingeniería de Requisitos y Ambientes de Software



**Memorias**  
Isla de Margarita, Venezuela



Primer Encuentro Venezolano sobre  
Tecnologías de Información e  
Ingeniería de Software

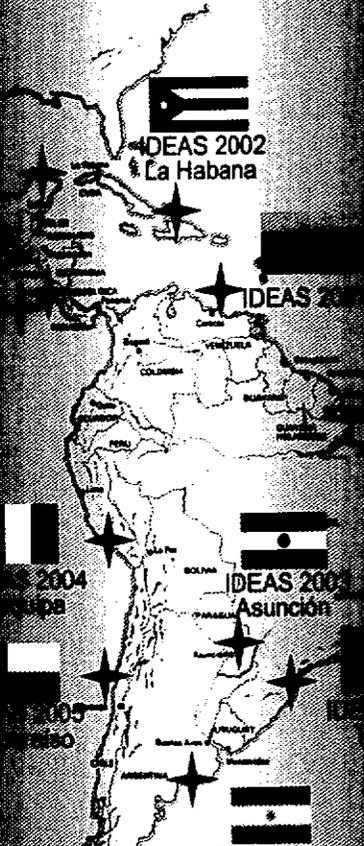
Del 7 al 11 de Mayo de 2007

Iberoamericano  
de Requisitos  
de Software



Isla  
Estado

Del 7 al 11 de



MEMORIAS

## X Workshop Iberoamericano de Ingeniería de Requisitos y Ambientes de Software



Editores

Francisca Losavio  
Guilherme Horta Travassos  
Vicente Pelechano  
Isabel Díaz  
Alfredo Matteo

Isla de Margarita, Venezuela  
Del 7 al 11 de Mayo de 2007

MEMORIAS

---

**X Workshop Iberoamericano de  
Ingeniería de Requisitos  
y Ambientes de Software**

### Ficha Técnica

Memorias del X Workshop Iberoamericano de Ingeniería de Requisitos y Ambientes de Software (IDEAS'07)  
Editores: F. Losavio, G. H. Travassos, V. Pelechano, I. Díaz, A. Matteo  
Mayo, 2007 – Caracas, Venezuela

Copyright © 2007 by IDEAS'07

All rights reserved

Prohibida la reproducción total o parcial de esta obra,  
por cualquier medio, sin la autorización de sus editores

ISBN:978-980-325-323-3

If58120076201398

### Agradecimiento

La publicación de estas memorias fue posible gracias al apoyo de las siguientes instituciones venezolanas:



Fondo Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación (Fonacit)  
del Ministerio del Poder Popular para Ciencia y Tecnología



Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CDCH)  
de la Universidad Central de Venezuela

---

### Presidencia IDEAS'07

---

#### Francisca Losavio

Universidad Central de Venezuela  
Facultad de Ciencias  
Escuela de Computación

---

### Comité Directivo de IDEAS

---

#### Ernesto Pimentel

Universidad de Málaga  
España

#### Jaelson Brelaz de Castro

Universidad Federal do Pernambuco  
Brasil

#### Luca Cemuzzi

Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción  
Paraguay

#### Luis Olsina

Universidad Nacional de La Pampa  
Argentina

#### Miguel Katrib

Universidad de La Habana  
Cuba

#### Oscar Pastor

Universidad Politécnica de Valencia  
España

#### Silvia Gordillo

Universidad Nacional de La Plata  
Argentina

---

### Comité Organizador IDEAS'07

---

#### Alfredo Matteo

Co-Presidente  
Universidad Central de Venezuela  
Facultad de Ciencias  
Escuela de Computación

#### Isabel Díaz

Co-Presidente  
Universidad Central de Venezuela  
Facultad de Ciencias Económicas y Sociales  
Escuela de Economía

---

### Comité de Programa

---

**Guilherme Horta Travassos**  
Co-Presidente  
Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Brasil

**Vicente Pelechano**  
Co-Presidente  
Universidad Politécnica de Valencia  
España

---

### Miembros del Comité de Programa

---

- (1) **Alessandro Garcia**, Lancaster University – United Kingdom
- (2) **Alfredo Matteo**, Universidad Central de Venezuela – Venezuela
- (3) **Altigran Soares da Silva**, Universidade Federal do Amazonas – Brasil
- (4) **Álvaro Arenas**, CCLRC Rutherford Appleton Laboratory – Reino Unido
- (5) **Amador Durán**, Universidad de Sevilla – España
- (6) **Antonio Brogi**, Universidad de Pisa – Italia
- (7) **Antonio Ruiz**, Universidad de Sevilla – España
- (8) **Antonio Valleclillo**, Universidad de Málaga – España
- (9) **Carne Quer**, Universitat Politècnica de Catalunya – España
- (10) **Claudia Maria Lima Werner**, COPPE/Universidade Federal do Rio de Janeiro
- (11) **Emília Mendes**, University of Auckland – Nueva Zelanda
- (12) **Ernesto Pimentel**, Universidad de Málaga – España
- (13) **Ernest Teniente**, Universitat Politècnica de Catalunya – España
- (14) **Esperanza Marcos**, Universidad Rey Juan Carlos – España
- (15) **Fernanda Aletar**, Universidade de Pernambuco – Brasil
- (16) **Francisco Ruiz**, Universidad de Castilla-La Mancha – España
- (17) **Gustavo Rossi**, Universidad Nacional de La Plata – Argentina
- (18) **Itana Gimenes**, Universidade Estadual de Maringá – Brasil
- (19) **Jaelson Castro**, Universidad Federal de Pernambuco – Brasil
- (20) **João Araújo**, Universidade Nova de Lisboa – Portugal
- (21) **João Falcão e Cunha**, Universidade do Porto – Portugal
- (22) **Jonás Montilva**, Universidad de Los Andes – Venezuela
- (23) **José Carlos Maldonado**, Universidade de São Paulo – Brasil
- (24) **Juan Hernández**, Universidad de Extremadura – España
- (25) **Judith Barrios**, Universidad de Los Andes – Venezuela
- (26) **Júlio Leite**, Pontificia Universidade Católica do Rio de Janeiro – Brasil
- (27) **Kátia Marçal de Oliveira**, Universidade Católica de Brasília – Brasil
- (28) **Luca Cernuzzi**, Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción – Paraguay
- (29) **Luis Olsina**, Universidad Nacional de La Pampa – Argentina
- (30) **Maria Lancastre**, Universidade de Pernambuco – Brasil
- (31) **Manoel Mendonça**, Universidade Salvador UNIFACS – Brasil
- (32) **Marcello Visconti**, Universidad Técnica Federico Santa María – Chile
- (33) **Márcio Delamaro**, Centro Universitário Eurípides de Marília – Brasil
- (34) **Márcio de Oliveira Barro**, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro – Brasil
- (35) **María Angélica Ovalles**, Universidad Simón Bolívar – Venezuela
- (36) **Mario Plattini**, Universidad de Castilla-La Mancha – España
- (37) **Miguel Katrib**, Universidad de La Habana – Cuba
- (38) **Nancy Zambrano**, Universidad Central de Venezuela – Venezuela
- (39) **Natalia Juristo**, Universidad Politécnica de Madrid – España
- (40) **Oscar Pastor**, Universidad Politécnica de Valencia – España
- (41) **Pere Botella**, Universitat Politècnica de Catalunya – España
- (42) **Regina Maria Maciel Braga**, Universidade Federal de Juiz de Fora – Brasil
- (43) **Ricardo de A. Falbo**, Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
- (44) **Sandra Fabbri**, Universidade Federal de São Carlos – Brasil
- (45) **Silvia Gordillo**, Universidad Nacional de La Plata – Argentina

---

## Revisores Colaboradores

---

- (1) **Alberto Abelló**, Universidad Politècnica de Catalunya – España
- (2) **Alicia Díaz**, Universidad Nacional de La Pampa – Argentina
- (3) **Antonia Reina Quintero**, Universidad de Sevilla – España
- (4) **Arlito Claudio Dias Neto**, COPPE/Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil
- (5) **Heman Melgratti**, Universidad de Pisa – Italia
- (6) **Isabel Díaz**, Universidad Central de Venezuela – Venezuela
- (7) **Isi Castillo**, Universidad Central de Venezuela – Venezuela
- (8) **Ismael Navas**, Universidad de Pisa – Italia
- (9) **Javier Bazzocco**, Universidad Nacional de La Pampa – Argentina
- (10) **Joaquín Peña Siles**, Universidad de Sevilla – España
- (11) **Jobson Luiz Massolar da Silva**, COPPE/Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil
- (12) **José María Conejero**, Universidad de Extremadura – España
- (13) **Juan Manuel Murillo**, Universidad de Extremadura – España
- (14) **María Istela Cagnin**, Centro Universitário Eurípides de Marília – Brasil
- (15) **María José Escalona**, Universidad de Sevilla – España
- (16) **Pedro J. Clemente**, Universidad de Extremadura – España
- (17) **Pedro Valderas**, Universidad Politècnica de Valencia – España
- (18) **Razvan Popescu**, Universidad de Pisa – Italia
- (19) **Rodrigo de Oliveira Spinola**, COPPE/Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil
- (20) **Thalzel Fuentes**, Universidad de Pisa – Italia
- (21) **Valter Vieira de Camargo**, Centro Universitário Eurípides de Marília – Brasil
- (22) **Victoria Torres**, Universidad Politècnica de Valencia – España

## PRÓLOGO

Este volumen contiene los trabajos aceptados y presentados en el *X Workshop Iberoamericano de Ingeniería de Requisitos y Ambientes de Software: IDEAS'07* celebrado en la Isla de Margarita, Venezuela, del 7 al 11 de mayo de 2007.

Muy brevemente mencionaremos los números y los pasos que dimos durante el proceso de evaluación. Inicialmente se enviaron 104 resúmenes que finalmente se concretaron en el envío de 82 artículos. Cada artículo se asignó a 3 revisores. En la difícil decisión de aceptar o rechazar los trabajos se discutieron las discrepancias con respecto a un mismo artículo para alcanzar, donde fuera posible, un consenso. Además de esto adoptamos el criterio de aceptar como artículos todos y sólo aquellos que obtuvieron un promedio igual o superior a 4 sobre 6. Así, el resultado final ha sido que de los 82 artículos enviados, 29 han sido aceptados para su presentación.

La cantidad de trabajos enviados se ha mantenido, lo que constituye un síntoma claro del interés que existe por IDEAS. Esto nos hace pensar que, pasados 10 años, IDEAS ha lograrse consolidarse como un foro de primer nivel en Ingeniería del Software para Iberoamérica. Al mismo tiempo, el porcentaje de aceptación indica un nivel de exigencia interesante para la realidad Iberoamericana que puede ayudar a situar a IDEAS a una altura que permita obtener un mayor reconocimiento de las calificaciones de los autores en sus respectivos países.

Evidentemente, todo esto no hubiera sido posible sin la valiosa colaboración de distintos actores a quienes se dirigen nuestros más sinceros agradecimientos. Entre ellos cabe mencionar a los *autores*, por su esfuerzo en investigación, los *revisores*, *miembros del Comité de Programa* y sus *colaboradores*, quienes han realizado un esfuerzo particularmente intenso por la cantidad de trabajos recibidos y el proceso adoptado, los *miembros del Comité Organizador*, los *ponentes* de los tutoriales y conferencias invitadas, el *Comité Directivo de IDEAS* y todas las demás *personas e instituciones patrocinantes* que de distintas formas han contribuido para que este evento se constituya en una ocasión importante y beneficiosa para la comunidad científica en nuestra región.

Esperamos disfruten de IDEAS'07 así como de la cálida acogida y exuberante belleza de la Isla de Margarita.

Francisca Losavio  
Presidenta IDEAS'07

Guilherme Horta Travassos  
Co-Presidente Comité de Programa  
Vicente Pelechano  
Co-Presidente Comité de Programa

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>SESIÓN 1: LENGUAJES, MÉTODOS, PROCESOS Y HERRAMIENTAS (Parte 1) .....</b>	<b>1</b>
<b>Extracting the Best Features of Two Tropos Approaches for the Efficient Design of MAS .....</b>	<b>3</b>
María Jocelia Silva, Paulo Roberto Maciel, Rosa C. Pinto, Fernanda Alencar, Patrícia Tedesco, Jaelson Castro Universidade Federal de Pernambuco, Brasil	
<b>Soporte Automatizado a la Ingeniería de Requisitos de Seguridad .....</b>	<b>17</b>
Daniel Mellado <sup>1</sup> , Moisés Rodríguez <sup>2</sup> , Eduardo Fernández-Medina <sup>2</sup> , Mario Piattini <sup>2</sup> <sup>1</sup> Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, España <sup>2</sup> Universidad de Castilla-La Mancha, España	
<b>SESIÓN 2: MODELADO ORGANIZACIONAL .....</b>	<b>31</b>
<b>Construcción de Modelos de Requisitos a partir de Modelos de Procesos y de Metas .....</b>	<b>33</b>
José De la Vara, David Anes, Juan Sánchez Universidad Politécnica de Valencia, España	
<b>Modelagem de Requisitos Organizacionais, Não-Funcionais e Funcionais em Software Legado com Ênfase na Técnica I* .....</b>	<b>47</b>
Victor F. Araya S. <sup>1,2</sup> , André A. Vicente <sup>2</sup> , Fabio G. Köerich <sup>2</sup> , Jaelson Brelaz de Castro <sup>3</sup> <sup>1</sup> Universidad de Talca, Chile <sup>2</sup> Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil <sup>3</sup> Universidade Federal de Pernambuco, Brasil	
<b>SESIÓN 3: MEDICIÓN Y EXPERIMENTACIÓN .....</b>	<b>61</b>
<b>Validando la Usabilidad y Mantenibilidad de los Modelos de Procesos de Negocio: un Experimento y su Réplica .....</b>	<b>63</b>
Elvira Rolón <sup>1</sup> , Félix García <sup>2</sup> , Francisco Ruiz <sup>2</sup> , Mario Piattini <sup>2</sup> <sup>1</sup> Universidad Autónoma de Tamaulipas, México <sup>2</sup> Universidad de Castilla-La Mancha, España	
<b>Soporte de Información Contextual en un Marco de Medición y Evaluación .....</b>	<b>77</b>
Hernán Molina, Luis Olsina Universidad Nacional de La Pampa, Argentina	
<b>Propuesta de Marco para la Selección de Técnicas de Educación de Requisitos ...</b>	<b>91</b>
Dante Carrizo <sup>1</sup> , Oscar Dieste <sup>2</sup> <sup>1</sup> Universidad Complutense de Madrid, España <sup>2</sup> Universidad Politécnica de Madrid, España	

<b>SESIÓN 4: INGENIERÍA DE REQUISITOS .....</b>	<b>105</b>
<b>Discovering Group Communication Requirements .....</b>	<b>107</b>
Igor Miranda <sup>1</sup> , Renata Araujo <sup>2</sup> , Marcos Borges <sup>1</sup> <sup>1</sup> Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil <sup>2</sup> Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Brasil	
<b>Comparação do Impacto do Uso de um Processo de Engenharia de Requisitos entre Grupos de Desenvolvimento de Software - Um Estudo de Caso .....</b>	<b>121</b>
Elias Canhadas Genvigir <sup>1-2</sup> , Nilson Sant'Anna <sup>1</sup> <sup>1</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil <sup>2</sup> Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Brasil	
<b>Extensión al Modelo de Separación Multi-Dimensional de Concerns en Ingeniería de Requisitos .....</b>	<b>135</b>
Carlos A. Ospina, Carlos A. Parra, Luis F. Londoño, Raquel Anaya Universidad EAFIT, Colombia	
<b>SESIÓN 5: PROCESOS DEL NEGOCIO .....</b>	<b>149</b>
<b>Una Propuesta Basada en Modelos para la Construcción de Sistemas Ubicuos que den Soporte a Procesos de Negocio .....</b>	<b>151</b>
Pau Giner, Victoria Torres Universidad Politécnica de Valencia, España	
<b>Experiencia en Transformación de Modelos de Procesos de Negocios desde BPMN a XPDL .....</b>	<b>165</b>
Beatriz Mora, Francisco Ruiz, Félix García, Mario Piattini Universidad de Castilla-La Mancha, España	
<b>Verification of Models in a MDA Approach for Collaborative Business Processes ...</b>	<b>179</b>
Pablo Villarreal <sup>1</sup> , Jorge Roa <sup>1</sup> , Enrique Salomone <sup>1-2</sup> , Omar Chlotti <sup>1-2</sup> <sup>1</sup> Universidad Tecnológica Nacional, Argentina <sup>2</sup> INGAR-CONICET, Argentina	
<b>SESIÓN 6: LENGUAJES, MÉTODOS, PROCESOS Y HERRAMIENTAS (Parte 2) .....</b>	<b>193</b>
<b>Towards a Standardized Description and a Systematic Use of Social Patterns .....</b>	<b>195</b>
Carla Silva <sup>1</sup> , João Araújo <sup>2</sup> , Ana Moreira <sup>2</sup> , Jaelson Castro <sup>1</sup> <sup>1</sup> Universidade Federal de Pernambuco, Brasil <sup>2</sup> Universidade Nova de Lisboa, Portugal	
<b>Aplicación de QVT al Desarrollo de Almacenes de Datos Seguros: Un caso de Estudio .....</b>	<b>209</b>
Emilio Soler <sup>1</sup> , Juan Trujillo <sup>2</sup> , Eduardo Fernández-Medina <sup>3</sup> , Mario Piattini <sup>3</sup> <sup>1</sup> Universidad de Matanzas, Cuba <sup>2</sup> Universidad de Alicante, España <sup>3</sup> Universidad de Castilla-La Mancha, España	

<b>SESIÓN 7: MDA Y TRANSFORMACIÓN DE MODELOS .....</b>	<b>223</b>
<b>Marco de Referencia para la Evaluación de Herramientas basadas en MDA .....</b>	<b>225</b>
Juan Bernardo Quintero, Raquel Anaya de Paez Universidad EAFIT, Colombia	
<b>Composición de Transformaciones de Modelos en MDD basada en el Álgebra Relacional .....</b>	<b>239</b>
Roxana Giandini <sup>1</sup> , Gabriela Pérez <sup>1</sup> , Claudia Pons <sup>1-2</sup> <sup>1</sup> Universidad Nacional de La Plata, Argentina <sup>2</sup> Universidad Abierta Interamericana, Argentina	
<b>OOWS Suite: Un Entorno de Desarrollo para Aplicaciones Web basado en MDA ...</b>	<b>253</b>
Francisco Valverde, Pedro Valderas, Joan Fons Universidad Politécnica de Valencia, España	
<b>SESIÓN 8: LENGUAJES, MÉTODOS, PROCESOS Y HERRAMIENTAS (Parte 3) .....</b>	<b>267</b>
<b>Utilizando a Técnica I* para Modelar a Concepção de Vigotski Visando Auxiliar o Processo de Desenvolvimento de Software Educacional para Pessoas com Deficiência Visual .....</b>	<b>269</b>
Victor F. Araya S. <sup>1-2</sup> , Dorivaldo Rodrigues da Silva <sup>2</sup> , André Abe Vicente <sup>2</sup> , Jaelson de Castro <sup>3</sup> <sup>1</sup> Universidad de Talca, Chile <sup>2</sup> Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil <sup>3</sup> Universidad Federal de Pernambuco, Brasil	
<b>Intercambio de Modelos UML y OO-Method .....</b>	<b>283</b>
Beatriz Marín, Giovanni Giachetti, Oscar Pastor Universidad Politécnica de Valencia, España	
<b>Apoio Automatizado à Gerência de Riscos Cooperativa .....</b>	<b>297</b>
Victorio Carvalho, Alexandre Coelho, Ricardo Falbo Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil	
<b>SESIÓN 9: LENGUAJES, MÉTODOS, PROCESOS Y HERRAMIENTAS (Parte 4) .....</b>	<b>311</b>
<b>Um Modelo Integrado de Requisitos com Casos de Uso .....</b>	<b>313</b>
Michel Fortuna <sup>1-2</sup> , Claudia Werner <sup>1</sup> , Marcos Borges <sup>1</sup> <sup>1</sup> Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil <sup>2</sup> Universidade Federal do Juiz de Fora, Brasil	
<b>Planejamento Integrado das Atividades de Codificação e Testes em Orientação a Objetos no Nível de Granularidade dos Métodos.....</b>	<b>327</b>
Tatiane Lopes, Clovis Fernandes Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Brasil	
<b>Desenvolvimento de Interface com Usuário Dirigida por Modelos com Geração Automática de Código .....</b>	<b>341</b>
Lucas Issa <sup>1</sup> , Clarindo Pádua <sup>1</sup> , Rodolfo Resende <sup>1</sup> , Stenio Viveiros <sup>1</sup> , Pedro Neto <sup>2</sup> <sup>1</sup> Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil <sup>2</sup> Universidade Federal do Piauí, Brasil	

<b>SESIÓN 10: REQUISITOS Y COLABORACIÓN .....</b>	<b>355</b>
<b>OO-Sketch: Una Herramienta para la Captura de Requisitos de Interacción .....</b>	<b>357</b>
José Ignacio Panach, Sergio España, Inés Pederiva, Oscar Pastor Universidad Politécnica de Valencia, España	
<b>Colaboração e Negociação na Elicitação de Requisitos .....</b>	<b>371</b>
Danilo Freitas, Marcos Borges, Renata Araujo Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil	
<b>SESIÓN 11: SERVICIOS WEB Y COMPONENTES .....</b>	<b>385</b>
<b>Automated Generation of BPEL Adapters .....</b>	<b>387</b>
Antonio Brogi, Razvan Popescu Universidad de Pisa, Italia	
<b>Un Enfoque Dirigido por Modelos para el Desarrollo de Servicios Web Semánticos</b>	<b>401</b>
César J. Acuña, Esperanza Marcos, Mariano Minoli Universidad Rey Juan Carlos, España	
<b>Un Perfil UML para la definición de Componentes Inteligentes .....</b>	<b>415</b>
José Luis Pastrana <sup>1</sup> , Ernesto Pimentel <sup>1</sup> , Miguel Katrib <sup>2</sup> <sup>1</sup> Universidad de Málaga, España <sup>2</sup> Universidad de La Habana, Cuba	
<b>EVETIS'07: PRIMER ENCUENTRO VENEZOLANO SOBRE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN E INGENIERÍA DE SOFTWARE .....</b>	<b>427</b>

---

## Sesión 1

### Lenguajes, Métodos, Procesos y Herramientas (Parte 1)

## Validando la Usabilidad y Mantenibilidad de los Modelos de Procesos de Negocio: un Experimento y su Réplica

Elvira Rolón<sup>1</sup>,  
Félix García<sup>2</sup>, Francisco Ruiz<sup>2</sup>, Mario Piattini<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería Arturo Narro Siller, Universidad Autónoma de Tamaulipas  
Centro Universitario Tampico-Madero, 89336 Tamaulipas, México  
erolon@proyectos.inf-cr.uclm.es

<sup>2</sup> Departamento de Tecnologías y Sistemas de Información  
Centro Mixto de Investigación y Desarrollo de Software UCLM-Soluziona  
Universidad de Castilla-La Mancha, Paseo de la Universidad 4,  
13071, Ciudad Real, España.  
{Felix.Garcia, Francisco.RuizG, Mario.Piattini}@uclm.es

**Resumen.** De cara a promover la mejora continua de los modelos de procesos de negocio así como de facilitar la evaluación temprana de ciertas propiedades de calidad del modelo, se ha definido un conjunto de medidas para evaluar la complejidad estructural de dichos modelos. En este artículo se presenta la validación de las medidas propuestas mediante dos experimentos realizados con alumnos de la Universidad de Castilla-La Mancha en España, y de la Universidad Autónoma de Tamaulipas en México. Con la realización del primer estudio empírico fue posible conocer el conjunto de medidas útiles para evaluar la usabilidad y la mantenibilidad de modelos conceptuales de procesos de negocio. El segundo experimento fue una réplica del primero y nos permitió corroborar y validar los resultados del primer estudio.

**Palabras clave:** Procesos de Negocio, Modelado, Medición, Validación

### 1 Introducción

El modelado de procesos de negocio ha ganado una amplia aceptación en la última década como una valiosa técnica de diseño y gestión para una variedad de propósitos. Así mismo, con el surgimiento de nuevas y diferentes propuestas para la gestión de los procesos de negocio (PN), se han propiciado dos importantes aspectos relacionados a los requisitos de los modelos de procesos [1]: 1. Que se haya incrementado considerablemente la cantidad y variedad de usuarios y diseñadores de modelos y, 2. que se haya incrementado la cantidad y variedad de los propósitos para los cuales son usados los modelos de procesos.

Uno de los primeros pasos en el logro de las metas de las organizaciones es el modelado de PN, que desde el punto de vista empresarial pretende los siguientes



### 3 Diseño Experimental

Con el objetivo de establecer qué medidas son útiles para evaluar la entendibilidad y mantenibilidad de los MPNs, se ha iniciado el desarrollo de una familia de experimentos, que además nos permitirá evaluar aspectos de calidad de modelos conceptuales de procesos de negocio expresados con BPMN. En el contexto de la familia se han llevado a cabo los dos primeros experimentos que nos han permitido obtener las primeras conclusiones sobre la validez empírica de las medidas, habiéndose seleccionado un conjunto representativo del total de las medidas definidas para MPNs.

El diseño experimental utilizado fue el mismo para ambos estudios, ya que una vez realizado un primer experimento, se realizó una réplica del mismo con la finalidad de corroborar los resultados obtenidos.

Inicialmente a los sujetos se les dio una sesión de introducción sobre el modelado de procesos de negocio y del metamodelo BPMN, además de una sesión de entrenamiento para proporcionarles a los participantes el conocimiento necesario para llevar a cabo las tareas requeridas en el experimento.

En ambos experimentos se realizó un diseño intra-sujetos, en el que todos los sujetos tenían que contestar a todos los test. A cada sujeto le fue entregada una selección de diez MPNs los cuales les fueron dados en diferente orden. Al repartir el material ya descrito a los sujetos, se hizo una breve explicación de cómo rellenar los test, indicándoles que no había límite de tiempo para la realización de los mismos y que en caso de duda podían preguntar al responsable de la organización del experimento.

Una visión general del diseño de los experimentos se puede observar en la Fig. 2.

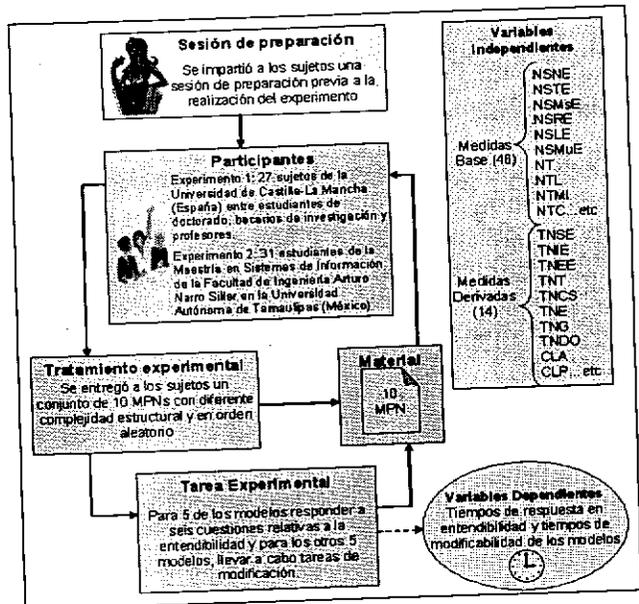


Fig. 2. Diseño Experimental

Una descripción más detallada tanto de las medidas definidas como del diseño experimental se puede consultar en [8], donde además se presentan algunos ejemplos del material experimental utilizado. A continuación se resumen los aspectos más significativos.

#### 3.1 Objetivo

Siguiendo la plantilla GQM [9], el objetivo del primer experimento y su réplica fue:

- *Analizar* medidas de complejidad estructural para modelos de procesos de negocio
- *Con el propósito de* evaluarlas
- *En relación a* la capacidad de ser usadas como indicadores de la entendibilidad y la modificabilidad de dichos modelos,
- *Desde el punto de vista de* los investigadores
- *En el contexto de* estudiantes, becarios de investigación y profesores de ingeniería en informática (primer experimento) y estudiantes de un master en informática (réplica).

#### 3.2 Material

El material estaba compuesto por diez MPNs expresados con BPMN. Cada modelo tenía un diferente grado de complejidad, obtenidos variando el valor de las medidas tal como se puede apreciar en la Tablas 1 y 2. La intención al elegir modelos de dimensiones distintas, fue la de determinar la influencia de la complejidad del modelo para diferentes usuarios como pueden ser los analistas de negocios y los ingenieros de software, en quienes particularmente esta enfocado el objetivo de nuestro estudio. Para cada modelo se elaboraron dos cuestionarios: en el primero de ellos se pidió responder a una serie de cinco preguntas relacionadas a la entendibilidad del modelo, y en el segundo se propuso una serie de modificaciones a realizar en el modelo. Además, al final de cada cuestionario se incluyó una pregunta para que los sujetos evaluaran de acuerdo a su opinión la complejidad de los modelos presentados. El material también incluía un ejemplo resuelto en el cual se indicaba la forma en que debían realizarse los ejercicios.

Tabla 1. Valores de las medidas base

		VALORES Y MEDIDAS BASE																						
		NSNE	NSTE	NSME	NSRE	NSLE	NSMUE	NT	NTL	NTMI	NYC	etc.	TNSE	TNEE	TNT	TNCS	TNE	TNO	TNDQ	CLA	CLP	etc.		
1	2							2					9											
2	2							2					8											
3	2							4					10											
4	1							1					5											
5	3							2					9											
6	1	1						1	3	1	1	1	9											
7	1	1	1	1	1	2	8	1	1	15	2	3	3	1										
8	3							3					20											
9	3							4					27											
10	3							9					37											

Tabla 2. Valores de las medidas derivadas

MPN	VALORES MEDIDAS DERIVADAS														
	TISE	TNE	TNEE	TNEI	TNEI	TNEI	TNEI	TNEI	TNEI						
1	2	0	2	4	9	0	9	1	3	1,5000	1,0000	0,3333	0,6667	0,2222	0,0000
2	2	0	2	4	6	0	6	1	2	3,0000	1,5000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000
3	2	0	4	6	10	0	10	1	6	2,5000	2,5000	0,5000	0,5000	0,3000	0,0000
4	1	0	1	2	5	2	7	4	2	7,0000	1,0000	0,0000	1,0000	0,4000	0,0000
5	3	2	3	8	9	2	11	4	22	1,5714	0,5000	0,6364	0,3636	0,8889	0,0000
6	2	4	3	9	9	0	9	3	2	0,0000	2,4000	0,5000	0,5000	0,1111	0,0000
7	2	4	8	14	17	3	20	4	2	2,8571	1,0000	0,0000	1,0000	0,1178	0,0000
8	3	0	3	6	20	0	20	1	4	1,2500	0,0000	0,5000	0,5000	0,1000	0,0000
9	3	0	4	7	27	0	27	1	4	1,3500	4,0000	0,5000	0,5000	0,0741	0,0741
10	3	0	9	12	32	0	32	6	5	2,1333	5,3333	0,4000	0,6000	0,0938	0,0000

### 3.3 Sujetos

En los dos experimentos realizados los sujetos seleccionados tenían una experiencia similar en el modelado de procesos. A pesar de ello, les fue impartida la sesión de entrenamiento, sin que con ello fueran conscientes de los aspectos que intentábamos analizar. El grupo de participantes en el primer experimento estuvo formado por 27 sujetos entre estudiantes de doctorado, becarios de investigación y profesores de la Escuela Superior de Informática de la Universidad de Castilla-La Mancha de Ciudad Real, España.

El grupo de participantes en el segundo experimento estuvo formado por 31 sujetos estudiantes del Master en Sistemas de Información que se imparte en la División de Estudios de Posgrado e Investigación de la Facultad de Ingeniería Arturo Narro Siller, en la Universidad Autónoma de Tamaulipas en México. El perfil de los participantes corresponde a diferentes áreas entre las que destacan principalmente: Ingeniería en Informática, Licenciatura en Informática Administrativa e Ingeniería Industrial.

Cada sujeto recibió un material compuesto por diez MPNs, cinco de ellos con cuestionarios de preguntas sobre el modelo y los otros cinco con ejercicios de modificaciones. En el caso de los cuestionarios relativos a la entendibilidad del modelo los sujetos debían responder "sí" ó "no" a las seis cuestiones listadas, y en el caso del cuestionario de modificabilidad debían llevar a cabo cinco modificaciones consistentes en adicionar y/o eliminar tareas, objetos de datos, roles o dependencias entre elementos. Antes de iniciar las tareas solicitadas en cada cuestionario, se pidió a los sujetos que escribieran la hora de inicio, y al término de la realización de las tareas solicitadas también se les pidió escribieran la hora de finalización. Al final de cada cuestionario los sujetos evaluaron subjetivamente la complejidad en una escala de 5 valores.

### 3.4 Variables e Hipótesis

Las variables independientes son las distintas medidas base y derivadas definidas que evalúan la complejidad estructural de los MPNs. Las variables dependientes son las relativas a las dos subcaracterísticas de calidad: la entendibilidad y la modificabilidad de los MPNs, las cuales fueron medidas a través de los tiempos de respuesta empleados por los sujetos para llevar a cabo las tareas requeridas, así como de los

aciertos a las cuestiones relacionadas a las tareas de entendimiento y de los aciertos en las tareas de modificación.

Las hipótesis planteadas acorde al objetivo de nuestra investigación son las siguientes:

- **Hipótesis nula,  $H_{0a}$ :** No hay una correlación significativa entre las medidas de complejidad estructural y el tiempo de entendibilidad.
- **Hipótesis alternativa,  $H_{1a}$ :** Hay una correlación significativa entre las medidas de complejidad estructural y el tiempo de entendibilidad.
- **Hipótesis nula  $H_{0m}$ :** No hay una correlación significativa entre las medidas de complejidad estructural y el tiempo de modificabilidad.
- **Hipótesis alternativa,  $H_{1m}$ :** Hay una correlación significativa entre las medidas de complejidad estructural y el tiempo de modificabilidad.

## 4 Resultados

Para realizar el análisis de los datos obtenidos de los dos experimentos, una vez que éstos fueron recogidos de las hojas de respuestas, se controló que estuvieran completas y se revisaron los aciertos en las respuestas así como los tiempos empleados para la realización de cada ejercicio. En el caso del primer experimento los cuestionarios de los 27 sujetos participantes estuvieron completos en cuanto a la realización de las tareas solicitadas. En cambio, en el segundo experimento se contó con la participación de un total de 35 sujetos, pero al revisar los aciertos en las respuestas se encontraron 4 de ellos incompletos, ya que solo habían respondido los cuestionarios de entendibilidad, sin dar respuesta a las tareas de modificabilidad. Considerando que esto podría afectar en el análisis de los resultados, se decidió descartarlos del experimento, por lo que solo se analizaron los datos de 31 sujetos.

### 4.1 Análisis Descriptivo

Al efectuar el análisis e interpretación de los datos recogidos, intentamos comprobar las hipótesis formuladas en el apartado 3.4, para lo cual inicialmente se realizó un resumen con las estadísticas descriptivas de tales datos (Tabla 3). Este resumen está compuesto por los valores de las medidas para cada modelo de proceso de negocio (Tablas 1 y 2), por las medianas de las puntuaciones dadas por los sujetos a las dos subcaracterísticas analizadas, así como por la media de los tiempos de entendibilidad y modificabilidad en cada modelo.

En cuanto a los resultados del primer experimento, se puede ver en la Tabla 3 que en relación a los tiempos de entendibilidad los modelos 5, 6 y 10 fueron los más difíciles de entender por los sujetos, mientras que los modelos 2, 7 y 9 resultaron con mayor complejidad a la hora de llevar a cabo tareas de mantenimiento, en este caso al efectuar las modificaciones solicitadas. Al analizar los valores de las desviaciones estándar, se puede ver que hay una variación, ya que los modelos 6, 8 y 10 presentan una desviación estándar más alta para el caso de la entendibilidad, mientras que los

modelos 1, 2 y 5 son los que presentan mayor desviación estándar para las tareas de modificabilidad.

Tabla 3. Promedios y Desviación Estándar para tiempos de entendibilidad y modificabilidad

MPN	Experimento 1				Experimento 2			
	Tiempos de Entendib.		Tiempos de Modificab.		Tiempos de Entendib.		Tiempos de Modificab.	
	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.
1	121	43	327	172	181	107	323	187
2	166	42	401	193	159	45	454	227
3	185	53	291	106	182	60	384	161
4	149	57	306	127	175	53	2546	603
5	280	80	375	160	248	54	438	189
6	279	130	345	143	220	109	409	241
7	221	75	416	102	230	86	473	176
8	211	83	305	77	193	66	392	181
9	187	58	392	106	240	61	362	183
10	236	98	319	107	247	85	454	263

De los resultados obtenidos a partir del *segundo experimento*, en la tabla 3 se observa que han sido los modelos 5, 9 y 10 los más difíciles de entender por los sujetos, y que los modelos 4, 7 y 10 fueron los de mayor complejidad a la hora de llevar a cabo las modificaciones solicitadas. Respecto al resultado de la desviación estándar existe una gran variación para el caso de la entendibilidad, al ser los modelos 1, 6 y 7 los que presentan la desviación más alta, mientras que en el caso de las tareas de mantenimiento son los modelos 4, 6 y 10 los que presentan mayor desviación estándar.

Al analizar estos resultados y considerando también los valores de las medidas presentadas en las Tablas 2 y 3, los modelos 7, 9 y 10 parecen ser los modelos con mas alta complejidad estructural lo cual proporciona alguna evidencia acerca de la influencia de la complejidad estructural de los modelos de procesos de negocio en su mantenibilidad.

En cuanto al resultado de la valoración subjetiva (Tabla 4) acerca de la complejidad de los modelos presentados y de acuerdo a la escala utilizada, los sujetos del *primer experimento* consideraron que en el caso de la entendibilidad casi todos los modelos son de complejidad normal, excepto los modelos 2, 3 y 4 que fueron calificados como de complejidad "algo simple". En lo relativo a la valoración subjetiva de los modelos en los que debieron hacer tareas de modificación, los modelos 7 y 10 fueron puntuados con una complejidad mayor, siendo considerados como "algo complejos". El resto de los modelos fueron valorados de complejidad "algo simple" y "normal".

A diferencia, en los resultados de la valoración subjetiva obtenidos en el segundo experimento, los sujetos consideraron que son cinco los modelos que tienen complejidad "algo simple" siendo estos los modelos 1, 2, 7, 8 y 10, mientras que el resto de modelos fueron valorados de complejidad "normal". Referente a la valoración subjetiva de los modelos para las tareas de modificación los sujetos consideraron que los modelos 5, 7 y 10 son "algo complejos" y el resto de complejidad "normal". En esta última valoración existe una similitud en los resultados del primer experimento en cuanto a la complejidad de los modelos 7 y 10.

Tabla 4. Resultados de la valoración subjetiva de los modelos

MPN	Experimento 1		Experimento 2	
	Med. Val. Entendib.	Med. Val. Modificab.	Med. Val. Entendib.	Med. Val. Modificab.
1	3	3	2	3
2	2	2	2	3
3	2	3	3	3
4	2	2	3	3
5	3	3	3	3,5
6	3	3	3	3
7	3	4	2	4
8	3	3	2	3
9	3	3	3	3
10	3	3,5	2,5	4

De igual forma, al comparar estos resultados con los tiempos relacionados a las tareas de entendibilidad y modificabilidad, existe una coincidencia en los modelos 7 y 10, los cuales aparecen como algunos de los modelos que presentan mayor complejidad.

#### 4.2 Análisis Estadístico

A partir del resumen de los promedios en los tiempos de entendibilidad y de modificabilidad, así como el resumen de los valores de las medidas fue posible realizar un análisis estadístico. Inicialmente se efectuó un análisis de correlación de los valores de las medidas con respecto a los tiempos de respuesta y al número de aciertos de los resultados obtenidos en ambos experimentos, el cual se llevó a cabo siguiendo las sugerencias de Perry *et al.* [9], Wholin *et al.* [10], Juristo y Moreno [11], Ciolkowski *et al.* [12] y Briand *et al.* [13].

Para comprobar si la distribución de los datos obtenidos era normal, se aplicó el test de Kolmogorov-Smirnov. Como resultado de ello se obtuvo que la distribución era no normal, por lo que se decidió utilizar un test estadístico no paramétrico como el coeficiente de correlación de Spearman con un nivel de significación  $\alpha = 0.05$  lo cual indica la probabilidad de rechazar la hipótesis nula cuando es cierta (error de tipo I), es decir, el nivel de confianza es del 95%.

Usando el coeficiente de correlación de Spearman cada una de las medidas fue correlacionada separadamente con los tiempos de entendibilidad y modificabilidad. En la Tabla 5 se muestran los resultados del análisis de correlación del *primer experimento* para los tiempos de entendibilidad, tiempos de modificabilidad, los aciertos en las tareas de entendibilidad y modificabilidad, así como de la valoración subjetiva de los modelos en ambos ejercicios.

En los resultados del análisis estadístico a partir de los datos obtenidos en el *primer experimento* que se muestran en la Tabla 5, se puede ver que existe una correlación (rechazando la hipótesis  $H_{0n}$ ) entre los tiempos de entendibilidad y las medidas NEDDB, NSFE, TNE, NIMsE, NEMsE, y TNIE. Sin embargo respecto al tiempo empleado por los sujetos en la modificabilidad de los diagramas, el análisis de correlación no arrojó ningún resultado (aceptando la hipótesis  $H_{0m}$ ), por lo que ninguna medida tiene correlación con dicha variable. Considerando que no existe

ninguna correlación de las medidas definidas con respecto a los tiempos de modificabilidad, en futuros experimentos este aspecto será tomado en cuenta a la hora de refinar el material experimental.

Tabla 5. Resultados del análisis de correlación de Spearman (primer experimento)

Medida	TEnt	TMod	AEnt	AMod	VEnt	VMod
NT	0,387	-0,067	636(*)	-0,562	0,577	758(*)
NEDDB	744(*)	0,268	-0,216	-0,374	0,378	0,485
NSFE	824(*)	0,405	0,252	-0,484	754(*)	877(*)
NSFL	0,225	-0,135	-0,023	-0,384	0	698(*)
TNSE	0,563	0,04	657(*)	-728(*)	0,63	0,421
TNEE	0,556	0,099	0,304	-0,809	0,426	639(*)
TNE	835(*)	0,366	0,196	-0,607	650(*)	862(*)
TNT	0,387	-0,067	636(*)	-0,562	0,577	758(*)
TNA	0,512	0	0,571	-0,626	650(*)	753(*)
CLA	-0,406	0,103	-0,366	0,433	722(*)	-0,26
NINtoE	742(*)	0,472	-0,35	-0,373	0,423	0,343
NENE	0,049	0,025	0,491	-0,242	0,193	691(*)
NEMtoE	742(*)	0,472	-0,35	-0,373	0,423	0,343
NSFA	0,231	0,073	737(*)	-0,431	0,572	0,512
NDOIn	0,315	-0,201	0,06	687(*)	-0,038	-0,036
NDOOut	0,331	-0,376	-0,15	708(*)	0,163	0,415
TNE	652(*)	0,502	-0,328	-0,23	0,423	0,419
TNDO	0,332	-0,395	0,069	805(*)	0,197	0,273
PDOTOut	0,03	-0,333	768(*)	-0,152	-0,114	-0,034

En relación a los aciertos en las tareas de entendibilidad y modificabilidad, existe una correlación entre los aciertos de entendibilidad y las medidas NT, TNSE, TNT, NSFA, y PDOTOut. Así mismo, existe una correlación entre los aciertos en los ejercicios de modificación de los modelos y las medidas TNSE, NDOIn, NDOOut, y TNDO.

Finalmente, en cuanto a las valoraciones subjetivas que los sujetos hicieron de los modelos, existe una correlación entre la entendibilidad y las medidas NSFE, TNE, TNA y CLA, y una correlación entre la modificabilidad y las medidas NT, NSFE, NSFL, TNEE, TNE, TNT, TNA y NENE. De este análisis se puede resumir que las medidas que presentan dos o más correlaciones con las variables analizadas son las medidas: NT, NSFE, TNSE, TNE, TNT y TNA.

De igual forma en el segundo experimento se aplicó el test de Kolmogorov-Smirnov el cual reveló que los datos recogidos tenían una distribución no-normal, por lo que también se utilizó el test estadístico no paramétrico de coeficiente de correlación de Spearman con un nivel de significancia de  $\alpha=0.05$ . Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 6.

De acuerdo a los resultados mostrados en la Tabla 6, existe una correlación (rechazando la hipótesis  $H_{0m}$ ) entre los tiempos de entendibilidad y las medidas NT, NSFE, TNSE, TNEE, TNE, TNT y TNA. Con respecto al tiempo empleado por los sujetos en la modificabilidad de los diagramas, el análisis de correlación indica a diferencia de los resultados obtenidos en el primer experimento que las medidas CLA, NCS, NEDEB, NSFG, TNCS, y TNG tienen correlación con dicha variable (rechazando la hipótesis  $H_{0m}$ ).

Tabla 6. Resultados del análisis de correlación de Spearman (segundo experimento)

Medida	TEnt	TMod	AEnt	AMod	VEnt	VMod
NT	644(*)	-0,289	0,565	-0,29	-0,109	0,41
NEDDB	0,596	0,588	0,231	-0,34	0,233	745(*)
NSFE	691(*)	-0,003	0,526	-0,542	-0,004	0,45
NSFL	0,315	0,248	-0,068	-0,464	-0,087	653(*)
TNSE	744(*)	-0,333	814(*)	-0,081	-0,011	0,335
TNEE	710(*)	-0,034	0,3	849(*)	0,041	641(*)
TNE	817(*)	0,144	0,42	650(*)	0,044	754(*)
TNT	644(*)	-0,289	0,565	-0,29	-0,109	0,41
TNA	805(*)	-0,153	0,586	-0,276	0,003	0,569
CLA	-0,406	681(*)	669(*)	0,098	-0,094	0,217
NSNE	0,507	-0,403	676(*)	0,142	-0,011	0,147
NCS	0,202	654(*)	-0,364	-0,102	0,075	0,528
NEDEB	0,142	725(*)	-0,008	0,128	-0,041	0,599
NSFG	0,427	702(*)	-0,051	-0,297	0,232	775(*)
TNCS	0,202	654(*)	-0,364	-0,102	0,075	0,528
TNG	0,505	723(*)	0,179	-0,106	0,203	788(*)

En relación a los aciertos en las tareas de entendibilidad y modificabilidad, existe una correlación entre los aciertos de entendibilidad y las medidas NSNE, TNSE, y CLA. Así mismo, existe una correlación entre los aciertos en los ejercicios de modificación de los modelos y las medidas TNEE y TNE.

Finalmente, en cuanto a las valoraciones subjetivas que los sujetos hicieron de los modelos, en el caso de la entendibilidad no existe correlación con ninguna de las medidas. Este resultado varió en relación a los resultados obtenidos en el primer experimento en donde 4 de las medidas presentan una correlación con dicha variable. Por último, se observa que existe una correlación entre la modificabilidad y las medidas NEDDB, NSFL, TNEE, TNE, NSFG, y TNG.

Al comparar los resultados obtenidos en ambos experimentos, se observa que en ambos casos hay un total de 10 medidas que mantienen correlación con las variables analizadas siendo estas: NT, NEDDB, NSFE, NSFL, TNSE, TNEE, TNE, TNT, TNA y CLA.

## 5. Amenazas de la Validez

Los principales problemas que amenazaron la validez de los estudios empíricos realizados fueron:

- **Validez Interna.** Como parte del experimento, se controlaron las siguientes variables:
  - *Características de los participantes.* El uso de un diseño intra-sujetos minimizó el posible riesgo de diferencias entre los sujetos.
  - *Complejidad de las tareas.* Las tareas experimentales fueron equivalentes en complejidad para cada grupo de modelos experimentales (entendibilidad y mantenibilidad).

- *Instrumentación.* Se usaron las mismas técnicas de medición para las variables dependientes e independientes para todos los participantes. El riesgo de error en la medición fue reducido por el cálculo automático de todos los valores.
- *Capacitación.* A todos los participantes les fue impartida una sesión de preparación previa y recibieron los conocimientos necesarios para llevar a cabo adecuadamente el experimento. En ambos experimentos, esta sesión introductoria fue impartida por la misma persona y utilizando el mismo material, por lo que la formación recibida previa al experimento fue la misma para los dos grupos de sujetos participantes.
- *Efectos de aprendizaje.* Los modelos experimentales fueron entregados a los sujetos en un orden aleatorio y solo un tipo de tarea (entendibilidad ó modificabilidad) fue requerida en cada modelo para minimizar los efectos de aprendizaje y secuencia.
- *Control del entorno.* Este hecho no afectó la validez interna ya que el experimento se llevó a cabo bajo condiciones controladas en el que los participantes fueron supervisados por los encargados del experimento.
- *Efectos de fatiga.* El tiempo promedio de la duración del experimento fue de 40 minutos por lo que se evitaron los efectos de fatiga.
- *Error en la medición.* Otra amenaza a la validez interna es el hecho de que los sujetos eran responsables de registrar los tiempos empleados en la realización de las tareas. Esto incrementa el riesgo de error en la medición para la variable dependiente, ya que los sujetos podían quizás haber registrado los tiempos de forma incorrecta. El diseño intra-sujetos ayudó a minimizar esta amenaza porque el posible error de medición podría distribuirse aleatoriamente a través de los niveles de la variable independiente. Además, un reloj digital fue proyectado en la pizarra durante la ejecución de los experimentos para facilitar a los participantes anotar tiempos exactos.
- **Validez externa.** Se identificaron tres posibles amenazas a la validez externa del estudio empírico:
  - *Los modelos experimentales.* En ambos experimentos se utilizaron algunos modelos de procesos de negocio encontrados en la literatura y otros representativos de casos reales, pero para futuros estudios empíricos se deben utilizar modelos de procesos de negocio reales.
  - *Las tareas experimentales.* Los tipos de tareas a realizar en los modelos fueron diseñados para lograr los objetivos de la investigación, pero estas deberían ser adaptadas a situaciones reales en la práctica.
  - *Población muestral.* Una clara amenaza a la generalidad de los resultados de este estudio fue el tipo de sujetos experimentales y el background de cada grupo participante considerando que estos fueron de distintos países. Sin embargo, la población seleccionada para los experimentos fueron estudiantes de maestría, estudiantes de doctorado y profesores, lo cual reduce la posibilidad de generalizar los resultados en la práctica. De cualquier forma, esta amenaza se espera reducir en un futuro, al realizar nuevos estudios empíricos con una población formada por gente del ámbito empresarial.

## 6. Conclusiones y Trabajo Futuro

En este trabajo, se han presentado los resultados de dos experimentos realizados con estudiantes de doctorado, becarios y profesores de la Escuela de Informática de la Universidad de Castilla-La Mancha y con estudiantes de la Master en Sistemas de Información de la Universidad Autónoma de Tamaulipas en México. El objetivo en la realización de estos experimentos fue el de analizar y evaluar la complejidad estructural de los modelos de proceso de negocio en un nivel conceptual a partir de un conjunto de medidas que han sido definidas en base a la notación estándar BPMN.

Así mismo, con la realización de la familia de experimentos se pretende analizar atributos de la calidad del modelo tales como la usabilidad y la mantenibilidad, con lo cual se estaría proporcionando el soporte necesario a la hora de llevar a cabo las tareas de mantenimiento de los modelos de proceso de negocio.

Como resultado de estudios empíricos realizados fue posible saber que, del total de medidas definidas, diez de ellas tienen correlación con las variables analizadas que fueron los tiempos de entendibilidad, tiempos de modificabilidad, aciertos de entendibilidad y modificabilidad, así como en la valoración subjetiva acerca de la complejidad de los modelos.

En cuanto al trabajo por realizar se tienen contemplados los siguientes aspectos:

- En la realización de nuevos experimentos, se pretende analizar dos subcaracterísticas más de la calidad del modelo como son la analizabilidad y la facilidad de aprendizaje, las cuales están relacionadas a la usabilidad y a la mantenibilidad del modelo, respectivamente.
- En el contexto de la familia de experimentos se tiene previsto realizar un nuevo diseño experimental con el fin de confirmar si las medidas no validadas en estos primeros experimentos pueden ser útiles para evaluar la usabilidad y mantenibilidad de los MPNs, o son candidatas a ser descartadas. Para ello se llevará a cabo un nuevo experimento con estudiantes del Master Universitario en Tecnología del Software, en la Universidad del Sannio (Benevento, Italia).
- Adicionalmente, se iniciará el desarrollo de los modelos de procesos de negocio de una empresa del sector salud, lo que nos permitirá en estudios futuros, utilizar modelos experimentales de casos reales. De igual forma se tiene programada la realización de un nuevo experimento en el que participarán empleados de esta empresa, con lo cual podremos comparar los resultados hasta ahora obtenidos con la gente del área de ingeniería del software.

**Agradecimientos.** Este trabajo ha sido parcialmente financiado por los proyectos ENIGMAS (Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, Consejería de Educación y Ciencia, referencia PBI-05-058), ESFINGE subvencionado por el Ministerio de Educación y Ciencia (Dirección General de Investigación)/Fondos Europeos de Desarrollo Regional (FEDER), referencia TIN2006-15175-C05-05 y COMPETISOFT (Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, referencia 506AC0287).

## Referencias

1. Becker, J., Rosemann M., and von Uthmann, C. Guidelines of Business Process Modeling. Business Process Management, Models, Techniques and Empirical Studies. (2000) Springer-Verlag.
2. Multamäki, M., Objective-Driven Planning of Business Process Modeling. Department of Industrial Engineering and Management. Helsinki University of Technology. (2002).
3. Gruhn, V. and Laue, R. Complexity Metrics for Business Process Models. Proceedings of 9th International Conference on Business Information Systems (BIS'06). Klagenfurt, Austria. (2006)
4. Cardoso, J., How to Measure the Control-flow Complexity of Web Processes and Workflows, Workflow Handbook, WfMC, Editor. Lighthouse Point, FL, USA. (2005) 199-212.
5. OMG, Business Process Modeling Notation. Object Management Group. (2006)
6. García, F., Bertoa, M. F., Calero, C., et al., Towards a Consistent Terminology for Software Measurement. Information and Software Technology, (2006). 48(8) 631-644.
7. Briand, L., Morasca, S., and Basili, V. Property-Based Software Engineering Measurement. IEEE Transactions on Software Engineering, (1996). 22(1) 68-86.
8. Rolón, E., Ruiz, F., García, F., Piattini, M. Métricas para la Evaluación de Modelos de Procesos de Negocio. 9º Workshop Iberoamericano de Ingeniería de Requisitos y Ambientes de Software (IDEAS'06). La Plata, Buenos Aires, Argentina. (2006) 419-432
9. Perry, D., Porte, A. and Votta, L. Empirical Studies of Software Engineering: A Roadmap. Future of Software Engineering, (2000) 345-355.
10. Wohlin, C., Runeson, P., Höst, M., et al., Experimentation in Software Engineering: An Introduction. Kluwer Academic Publishers. (2000)
11. Juristo, N. and Moreno, A. Basics of Software Engineering Experimentation. Kluwer Academic Publishers. (2001)
12. Ciolkowski, M., Shull, F. and Biffl, S. A Family of Experiments to Investigate the Influence of Context on the Effect of Inspection Techniques. Proceedings of the 6th International Conference on Empirical Assessment in Software Engineering (EASE'02). Keele (UK). (2002).
13. Briand, L., El Emam, K. and Morasca, S. Theoretical and Empirical Validation of Software Product Measures. International Software Engineering Research Network, Technical Report ISERN-95-03. (1995).

## Soporte de Información Contextual en un Marco de Medición y Evaluación

Hernán Molina, Luis Olsina

GIDISWeb, Facultad de Ingeniería, UNLPam, Calle 9 y 110  
(6360) General Pico, La Pampa, Argentina  
[hmolina,olsinal]@ing.unlpam.edu.ar

**Resumen.** El uso de un marco que defina de forma precisa la información utilizada en actividades de medición y evaluación en los proyectos de software de una organización, puede ofrecer soluciones más consistentes y comparables. Sin embargo, las diferencias del contexto, determinado por cada proyecto, pueden afectar la coherencia y consistencia entre los resultados de los distintos proyectos. En este trabajo se discute la importancia del uso de información de contexto para dicho propósito. Además, se propone un modelo y una estrategia para la representación y el uso de información de contexto en el marco de medición y evaluación denominado INCAMI, para asistir en la recomendación de soluciones de diseño y en la interpretación de los resultados obtenidos. Se ilustra el modelo con un caso de estudio.

**Palabras Clave:** Aseguramiento de calidad, medición, evaluación, contexto.

### 1 Introducción

En cualquier campo de la ciencia, el conocimiento nunca puede interpretarse de forma aislada debido a la riqueza y ambigüedad del lenguaje natural utilizado para expresarlo, y a que existen siempre factores externos (de su contexto), incluyendo puntos de vista, factores temporales, espaciales, funcionales y estructurales [20], que determinan la interpretación de la información disponible. Esto no es diferente en la ingeniería de software e ingeniería web, en las cuales se utilizan diversas definiciones de conceptos en todas las actividades que involucran, y cuya aplicación e interpretación sólo es válida bajo ciertas condiciones del contexto en las que son utilizadas. En particular, el aseguramiento de calidad es uno de los procesos clave, ya que ofrece mecanismos para la mejora, tanto de los procesos como de los productos que de ellos surjan. En este área, se han publicado importantes resultados de investigaciones entre los cuales destacamos a [13, 15, 16], donde se define un marco de medición y evaluación, orientado a propósitos y centrado en la organización, llamado INCAMI que define de forma explícita los conceptos involucrados en la definición, medición y evaluación de requerimientos no funcionales mediante el uso de una ontología [12] para ser aplicados en proyectos de software y web de una organización. Sin embargo, considerando que la organización puede llevar a cabo diversos proyectos, estas actividades deben estar respaldadas por la información relevante del contexto, relativo a la entidad bajo análisis, que permita validar la