

1

ESPERANZA MARCOS MARTÍNEZ

**MÉTODOS  
DE INVESTIGACIÓN  
Y FUNDAMENTOS  
FILOSÓFICOS E INGENIERÍA  
DEL  
SOFTWARE Y SISTEMAS  
DE INFORMACIÓN**

UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS

ISBN 84-9772-064-4



9 788497 720649

Métodos de Investigación y Fundamentos  
Filosóficos en Ingeniería del Software  
y Sistemas de Información

El Escorial (Madrid)  
18 de Noviembre de 2002

Esperanza Marcos Martínez (Ed.)



Grupo Kybele  
Departamento de Informática, Estadística y Telemática  
Escuela Superior de Ciencias Experimentales y Tecnología

Reservados todos los derechos. Ni la totalidad ni parte de este libro, incluido el diseño de la cubierta, puede reproducirse o transmitirse por ningún procedimiento electrónico o mecánico, incluyendo fotocopia, grabación magnética o cualquier almacenamiento de información y sistemas de recuperación, sin permiso escrito del AUTOR y de la Editorial DYKINSON, S.L.

© Copyright by  
Universidad Rey Juan Carlos  
Servicio de Publicaciones  
Esperanza Marcos (Editora)  
Madrid, 2003

Editorial DYKINSON, S.L. Meléndez Valdés, 61 - 28015 Madrid  
Teléfono (+34) 91 544 28 46 - (+34) 91 544 28 69  
e-mail: info@dykinson.com  
<http://www.dykinson.es>  
<http://www.dykinson.com>

ISBN: 84-9772-064-4  
Depósito Legal: M-14683-2003

*Preimpresión realizada por los autores*

*Impreso por:*  
JACARYAN, S. A.  
Avda. Pedro Díez, 3. 28019 Madrid

## Organización

Grupo Kybele  
Departamento de Informática, Estadística y Telemática  
Escuela Superior de Ciencias Experimentales y Tecnología  
Universidad Rey Juan Carlos

**Presidencia**  
Esperanza Marcos

## Comité de Programa

Antonio Fernández Anta	<i>U. Rey Juan Carlos</i>
Juan Garbajosa Sopena	<i>U. Politécnica de Madrid</i>
Victor Guijarro Mora	<i>U. Rey Juan Carlos</i>
José Manuel Marqués	<i>U. de Valladolid</i>
Alfredo Marcos Martínez	<i>U. de Valladolid</i>
Esperanza Marcos Martínez	<i>U. Rey Juan Carlos</i>
Jose Ángel Olivas Varela	<i>U. de Castilla-La Mancha</i>
Joan Antoni Pastor-Collado	<i>U. Internacional de Cataluña</i>
Eulalia Pérez Sedeño	<i>U. del País Vasco</i>
Mario Piattini Velthuis	<i>U. de Castilla-La Mancha</i>
Isidro Ramos Salavert	<i>U. Politécnica de Valencia</i>
Miguel Toro Bonilla	<i>U. de Sevilla</i>

MIFISIS 2002

1er. Workshop en Métodos de Investigación y  
Fundamentos Filosóficos en Ingeniería del  
Software y Sistemas de Información

El Escorial (Madrid)  
18 de Noviembre de 2002

**Organiza**

Grupo Kybele  
Departamento de Informática, Estadística y Telemática  
Escuela Superior de Ciencias Experimentales y Tecnología

Con el apoyo de la Acción Especial MICYT TIC2000-3250-E y en el  
contexto de actividades de la red MIIS



**Colaboran**



Servicio de  
Publicaciones URJC



Asociación de  
Técnicos en  
Informática



Sociedad Española  
de Lógica,  
Metodología y  
Filosofía de la  
Ciencia

## PRÓLOGO

Este libro recoge los trabajos presentados en MIFISIS, primer Workshop en Métodos de Investigación en Ingeniería del Software y Sistemas de Información celebrado, en conjunción con las VII Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos y en el marco de los Encuentros en Tecnología del Software, el 18 de noviembre de 2002 en El Escorial. Todos los trabajos presentados han sido revisados por, al menos, dos miembros del Comité de Programa. MIFISIS se ha realizado dentro de las actividades de la Red-MIIS (Métodos de Investigación en Ingeniería del Software) financiada por el Ministerio de Ciencia y Tecnología (TIC2000-3250-E).

La Red-MIIS, constituida por distintos grupos de investigación en Ingeniería del Software (IS), Sistemas de Información y Filosofía de la Ciencia, es una iniciativa para trabajar en relación a los métodos de investigación que se están aplicando en IS. Alrededor de la investigación en esta *joven ciencia* se plantean las siguientes preguntas: ¿Son apropiados los métodos actuales para la investigación en la IS? ¿Cubren todos los problemas que se pueden plantear en la investigación en este área? ¿Es necesario definir nuevos métodos diferentes a los métodos científicos tradicionalmente usados? ¿Es necesario adaptar los métodos que ya existen? ¿Cómo se debe realizar la validación de los trabajos de investigación en IS?

Pero, los aspectos metodológicos de la investigación en IS aplicada a los Sistemas de Información no deberían desligarse de las bases y fundamentos de la Filosofía de la Ciencia, sino más bien beneficiarse de la sinergia de dichas disciplinas. Por ello, en la primera reunión de la red se planteó la organización de MIFISIS como un foro de encuentro entre expertos en Ingeniería del Software, Sistemas de Información y Filosofía de la Ciencia.

Sin embargo, es fácil apreciar que las bases y fundamentos filosóficos afectan, no sólo a la Investigación en Ingeniería del Software y Sistemas de Información, sino a otros muchos aspectos de estas disciplinas. En general, dichos fundamentos suelen importarse directamente de las ciencias tradicionales, algo que no siempre es correcto. Piénsese por ejemplo en el uso del término "modelo" en IS o en SI: ¿tiene realmente el mismo significado que el que podría atribuírsele en la teoría de modelos? En este sentido, comienza a haber un importante movimiento a nivel internacional que trata de profundizar en estos conceptos desde una perspectiva filosófica. A modo de ejemplo, puede verse: "Classes versus Prototypes: Some Philosophical and Historical Observations" de Taivalsaari, publicado en el *Journal of Object-Oriented Programming*, Vol. 10, Nº. 7 de 1997; "A Historical Perspective on the Philosophical Foundations of Information Systems", de Saraswat, P. and College, B., publicado en *Foundation of Information Systems: Toward a Philosophy of Information Technology* en noviembre de 1998; o el número especial sobre "Philosophical Reasoning in Information Systems Research" de la revista *Information Systems Frontiers* de Kluwer.

Por ello, se decidió ampliar el ámbito de MIFISIS para incluir, además de temas relacionados con la investigación y validación en IS y en SI, otros aspectos de relevancia para estas áreas, como Ontologías, Ética, Sociedad de la Información y Ciberespacio, Métafora, etc.

Queremos agradecer a todos los ponentes su participación en el Workshop y muy especialmente a los miembros del Comité de Programa por su colaboración en el proceso de revisión.

Además del Ministerio de Ciencia y Tecnología, han colaborado en la organización, la Asociación de Técnicos en Informática (ATI), la Sociedad Española de Lógica, Metodología y Filosofía de la Ciencia, así como el servicio de publicaciones de la UCM quien patrocina la edición de estas actas. A todos ellos queremos darles las gracias.

Mérida, noviembre de 2002

Esperanza Marcos Martínez  
 Presidenta del Comité Organizador  
 MIFISIS 2002

## Índice

<b>Método Mixto de Evaluación de Sistemas de Información Aplicados al Aprendizaje Colaborativo .....</b>	<b>9</b>
<i>Alejandra Martínez Monés, Pablo de la Fuente, Yannis Dimitriadis, Bartolomé Rubia</i>	
<b>Combinación de Métodos de Investigación para la Comprensión de los Factores Críticos de Éxito en Implantaciones de Sistemas ERP .....</b>	<b>21</b>
<i>José Esteves, Joan Pastor, Josep Casanovas</i>	
<b>Selección de ERP en Pequeñas y Medianas Empresas con un Proyecto de Investigación-Acción .....</b>	<b>35</b>
<i>Christian A Estay-Niculcar, Joan A. Pastor-Collado</i>	
<b>Utilización de Investigación-Acción en la Definición de un Entorno para la Gestión del Proceso de Mantenimiento del Software .....</b>	<b>48</b>
<i>Francisco Ruiz, Macario Polo, Mario Piattini</i>	
<b>Un método para la definición de métricas de software .....</b>	<b>65</b>
<i>Manuel Serrano, Mario Piattini, Coral Calero, Marcela Genero, David Miranda</i>	
<b>La inteligencia, la memoria social y el Ciberespacio .....</b>	<b>75</b>
<i>Isidro Ramos, Jennifer Pérez</i>	
<b>¿Crisis del modelo lineal? Aproximación a propuestas alternativas en filosofía de la tecnología .....</b>	<b>87</b>
<i>Víctor Guijarro</i>	
<b>Aplicando la Filosofía de las Ciencias de la Complejidad a la Ingeniería del Software .....</b>	<b>97</b>
<i>David Benavides, Antonio Ruiz-Cortés y Miguel Toro</i>	
<b>Métodos científicos, software lógico e inteligencia artificial .....</b>	<b>106</b>
<i>José A. Olivas, Alejandro Sobrino</i>	
<b>¿Qué se Entiende, en España, por Investigación en Ingeniería del Software? .....</b>	<b>118</b>
<i>Francisco José Galán y José Miguel Cañete</i>	
<b>Reingeniería de la Metodología .....</b>	<b>129</b>
<i>Francisco José Campos Roselló</i>	
<b>Investigación en Ingeniería del Software vs. Desarrollo Software .....</b>	<b>136</b>
<i>Esperanza Marcos</i>	
<b>Filosofía de la Informática: una agenda tentativa .....</b>	<b>151</b>
<i>Alfredo Marcos</i>	

- Incluso si el objetivo es explícito, las hipótesis experimentales, a menudo no se hacen explícitas, por ejemplo. ¿qué se pretende deducir del análisis? ¿Es creíble el resultado?
- Las definiciones de medidas no siempre tienen en cuenta el entorno o contexto en el que serán aplicadas, por ejemplo ¿Se puede utilizar una medida definida para un entorno no orientado a objetos en un contexto orientado a objetos?
- No siempre es posible realizar una validación teórica adecuada de la medida porque el atributo que queremos medir no siempre está bien definido, por ejemplo, la noción de complejidad.
- Un gran número de medidas nunca se han validado empíricamente, por ejemplo, ¿cómo saber que medida de tamaño predice mejor el esfuerzo en un entorno de desarrollo?

En [6] se afirma que las métricas son un buen medio para entender, monitorizar, controlar, predecir y probar el desarrollo software y los proyectos de mantenimiento. Además tal y como señaló Pfleeger [12] las métricas pueden ser utilizadas por los profesionales e investigadores para tomar las mejores decisiones. Es evidente que si queremos alcanzar todos estos objetivos debemos evitar, en la medida de lo posible, todos los problemas señalados.

Este artículo presenta un método de trabajo para definir métricas software de una manera estructurada, y válidas teóricamente y útiles en la práctica. En la siguiente sección se introduce el método de trabajo a nivel general, mientras que una descripción detallada de cada una de las etapas se expone en la sección 3. En el último apartado se exponen las conclusiones.

## 2 Método de trabajo

La definición de las métricas debe basarse en objetivos de medida claros y siguiendo las necesidades de la organización. Aunque en la literatura relativa a las métricas software se comenta la necesidad de la validación, no existen propuestas que integren todos los aspectos que es necesario tener en cuenta en dicha validación. Teniendo en cuenta todas las consideraciones expuestas, en la figura 1 se propone un proceso de definición de métricas, de manera que se puedan conseguir métricas válidas y útiles para productos software. Este proceso está basado en el método utilizado por Calero et al. [7] y el método MMLC (Measure Model Life Cycle) [8].

En la figura 1 se puede observar que el método propuesto, consta de diversas fases que van desde la identificación de los objetivos y las hipótesis de trabajo hasta la aplicación y posterior retirada de una métrica. En dicha figura, las flechas continuas representan el flujo de las métricas y las discontinuas representan el flujo de información a lo largo de todo el proceso. Este proceso consta de cinco etapas principales:

- **Identificación:** Se definen los objetivos que se persiguen a la hora de crear la métrica y se plantean las hipótesis de cómo se llevará a cabo la medición. Sobre los elementos de esta etapa (objetivos e hipótesis) se basarán todas las

etapas siguientes. Como resultado de esta etapa se generan los requisitos que debe cumplir la métrica.

- **Creación:** Se realiza la definición de la métrica y su validación teórica y empírica. Esta etapa es una de las más importantes y larga pues como abarca un proceso iterativo del que debe salir una métrica válida tanto formal como empíricamente.
- **Aceptación:** Una vez obtenida una métrica válida, suele ser necesario pasar por una etapa de aceptación de la métrica en la que se harán pruebas en entornos reales, de manera que podamos comprobar si la métrica cumple los objetivos deseados dentro del campo de aplicación real.
- **Aplicación:** Una vez que tengamos una métrica aceptada, la utilizaremos dentro del campo de la aplicación para la que fue diseñada.
- **Acreditación:** Es la última etapa del proceso, que discurre en paralelo con la fase de aplicación y tiene como objetivo el mantenimiento de la métrica, de manera que se pueda adaptarla al entorno cambiante de aplicación. Como consecuencia de esta etapa, puede que una métrica sea retirada, porque ya no sea útil en el entorno en el que se aplica o que se reutilizada para iniciar el proceso de nuevo.

## 3 Etapas del método

A continuación se detallan las etapas que componen el método propuesto.

### 3.1 Identificación

En esta etapa se pretende identificar los objetivos de la medida y las hipótesis en las que nos basamos para crear las métricas. Los objetivos indican lo que se pretende conseguir con la utilización del proceso de medida y representan la razón por la que se llevará el proceso de medida (el "porqué"). Las hipótesis son la forma en la que se pretende llevar a cabo la medida (el "cómo"), identificando la información que se debe manejar para conseguir alcanzar los objetivos deseados. Este proceso suele estar basado en la experiencia y el conocimiento de los expertos y puede utilizar mecanismos basados en GQM (Goal-Question-Metric) [2][3][17].

Como resultado de esta fase se deben obtener los requisitos que debe cumplir la métrica, los cuales serán utilizados en la etapa de creación. Además, como se observa en la figura, los objetivos serán utilizados en las etapas de aceptación, aplicación y acreditación.

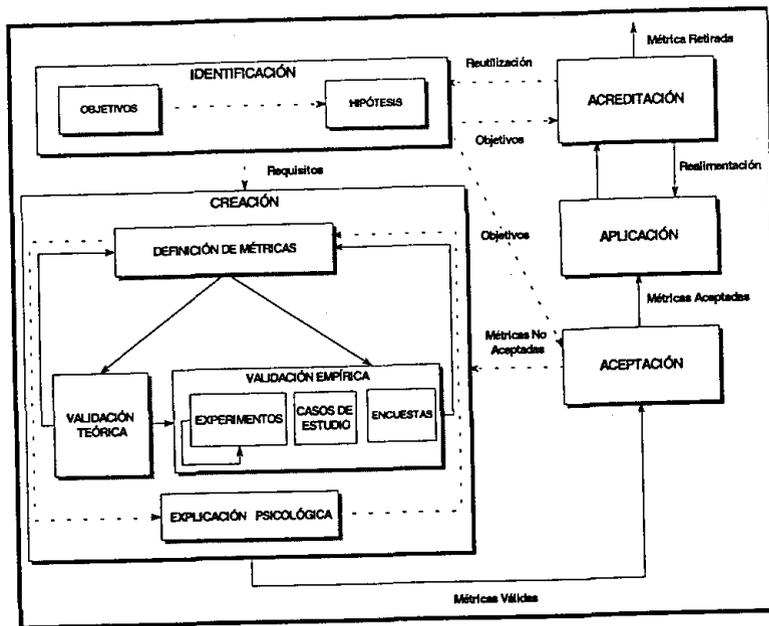


Figura 4.- Método de Investigación

### 3.2 Creación

El proceso de creación es aquel en el que a partir de los requisitos obtenidos en la etapa de identificación se creará una métrica válida, lista para ser aplicada en entornos reales. Como se puede observar en la figura 1, el proceso de creación de las métricas es evolutivo e iterativo y se subdivide en varias etapas intermedias. Como resultado de la retroalimentación, las métricas deben ser redefinidas de acuerdo a las validaciones, teóricas o empíricas, fallidas.

Al final de la etapa de creación, las métricas se considerarán válidas y aquellas que no sean válidas, serán descartadas.

#### 3.2.1. Definición

Es el primer paso de esta fase que debe realizarse considerando las características del producto que vamos a medir y la experiencia de los profesionales. Es recomendable conseguir esta definición de una forma metodológica, aplicando, por ejemplo, la aproximación GQM [3][15] en el que se puede definir el propósito de la métrica que se define, el punto de vista del usuario y el contexto de uso. En la definición se deben considerar objetivos claros, es decir, realizar una definición de la métrica orientada al objetivo para evitar obtener una definición de la métrica que no cumple con el objetivo

deseado. Es deseable que la definición de las métricas se realice de manera formal para evitar ambigüedades.

#### 3.2.2. Validación teórica

El objetivo principal de la validación teórica es comprobar si la idea intuitiva acerca del atributo que está siendo medido se refleja en la medida. Esto se hace analizando los requisitos que deben ser satisfechos cuando estamos midiendo. Además la validación teórica proporciona información relacionada con las operaciones matemáticas y estadísticas que pueden ser realizadas con la métrica, lo cual es esencial cuando tengamos que trabajar con ella.

Lamentablemente no existe un estándar para la validación formal a través del cual obtener la información matemática de las métricas definidas, sin embargo, hay dos tendencias principales en la validación: los marcos basados en aproximaciones axiomáticas (que definen formalmente propiedades deseables de las medidas para un atributo software concreto) [18][6] y los que se basan en la teoría de la medida [19][22][14], cuyo objetivo es obtener la escala matemática a la que pertenece una métrica, y por tanto sus transformaciones admisibles, estadísticos y tests aplicables y especifican un marco general en el que las medidas deben ser definidas.

#### 3.2.3. Validación empírica

El objetivo de esta etapa es probar la utilidad práctica de las métricas propuestas. El saber general, la intuición o la especulación, no son fuentes fiables de conocimiento [4] por lo que es necesario realizar validaciones empíricas con las métricas.

La validación empírica se utiliza para obtener información objetiva sobre la utilidad de las métricas propuestas ya que puede que una métrica sea correcta desde un punto de vista formal, pero no tener relevancia práctica para un problema determinado.

Así pues, el estudio empírico resulta necesario para comprobar y entender las implicaciones de las medidas de nuestros productos. Esto se consigue a través de hipótesis en el mundo real, mas allá de la pura teoría, que habrá que comprobar con datos empíricos.

Kish [10] divide las investigaciones empíricas en tres clases principales: experimentos, encuestas y simples investigaciones. Experimentos son las investigaciones en las que las posibles variables perturbadoras han sido aleatorizadas. Encuestas son investigaciones en las que los sujetos del estudio son una muestra representativa de la población a la que pertenecen. Investigaciones simples son aquellas en las que no hay aleatoriedad de variables perturbadoras ni representatividad de los sujetos que componen la muestra de estudio. El primer tipo corresponde con el método experimental (experimentos en nuestro método) mientras que los otros dos se enmarcan dentro del método correlacional (casos de estudio en nuestro método).

Así pues, la forma de saber si debemos desarrollar un caso de estudio o un experimento, dependerá del grado de control que tengamos sobre las variables. Si tenemos un alto grado de control sobre las variables que pueden afectar a las hipótesis, estaremos en condiciones de realizar un experimento mientras que si, por el contrario, no va a ser posible controlar muchas de las variables afectadas, será mejor realizar un caso de estudio. Otro de los factores que nos permitirán elegir entre ambas alternativas será el grado en el que la experimentación podrá ser realizada. Si la réplica es fácil de llevar a cabo tendremos un experimento mientras que si esta es bastante difícil de conseguir tendremos un caso de estudio. En la tabla 1 se presentan estos conceptos [11].

**Tabla 1.** Factores para seleccionar la técnica de experimentación

Factor	Experimentos	Casos de estudio
Nivel de control	Alto	Bajo
Dificultad de controlar	Baja	Alta
Nivel de réplica	Alto	Bajo
Facilidad de replicar	Baja	Alta

#### Experimentos

Los experimentos se utilizan cuando tenemos el control de la situación y queremos controlar su comportamiento directa, precisa y sistemáticamente. Un experimento puede ser llevado a cabo, por ejemplo, en un laboratorio bajo condiciones controladas, donde los eventos están organizados para simular su aparición en el mundo real. El objetivo es manipular una o más variables y mantener las otras variables a niveles fijos. Un experimento es un examen formal, riguroso y controlado, en el que se identifican y manipulan los factores claves.

La ventaja de un experimento es que puede determinar en que situaciones ciertas afirmaciones son ciertas y puede proporcionar el contexto en el que ciertos estándares, métodos y herramientas son recomendables. Sólo si el experimento se realiza adecuadamente, seremos capaces de sacar conclusiones acerca de las relaciones entre la causa y el efecto para la cual formulamos la hipótesis [20]. Los experimentos necesitan ser planeados cuidadosamente y realizar una buena planificación si queremos que nos proporcionen resultados útiles y significativos [9].

Es importante, además, realizar réplicas de los experimentos porque con los resultados de un único experimento es difícil apreciar si los resultados son generalizables y poder así concluir que sus resultados son válidos.

#### Casos de estudio

Los casos de estudio se utilizan para monitorizar proyectos, actividades o asignaciones. Los datos son recogidos para un propósito específico del estudio. El caso de estudio está orientado normalmente a analizar un determinado atributo o establecer relaciones

entre diferentes atributos. El nivel de control de un caso de estudio es menor que el de un experimento. Los casos de estudio son estudios observacionales (es decir, se llevan a cabo mediante la observación de un proyecto o actividad que se realiza) mientras que los experimentos son estudios controlados [21].

#### Encuestas

Una encuesta es, a menudo, un método de investigación que se realiza de forma retrospectiva, cuando por ejemplo, una herramienta o técnica ha sido utilizada durante un periodo de tiempo [11]. Las principales formas de recolección de datos son cualitativos con las entrevistas y los cuestionarios. Estas formas de recolección tomando muestras que sean representativas de la población que se quiere estudiar. Los resultados de una encuesta son después analizados de manera que se puedan sacar conclusiones descriptivas o explicativas. Las encuestas son muy utilizadas en las ciencias sociales. No proporcionan control sobre la ejecución de la encuesta y por lo tanto no es posible compararla a otras parecidas no es posible manipular las variables.

Las encuestas tienen la habilidad de proporcionar una gran cantidad de datos para evaluar, pero es necesario que nuestro objetivo esté en obtener la máxima información posible de la menor cantidad de variables, ya que la reducción simplifica el análisis.

La definición de una encuesta debe hacerse de una forma metodológica y debe incluir una serie de parámetros para conseguir obtener información fiable de la

#### 3.2.4. Explicación psicológica

Idealmente deberíamos ser capaces de explicar la influencia de los factores des de un punto de vista psicológico. Algunos autores, como por ejemplo, proponen el uso de la psicología cognitiva como una disciplina de referencia. En esta manera, las teorías como ACT (Adaptative Control of Thought) [1] que se refieren a la influencia de ciertas métricas en la comprensión de los sistemas.

#### 3.3 Aceptación

Suele ser necesaria la existencia de una fase de pruebas en laboratorio para que se realice una experimentación sistemática en entornos reales y con usuarios para verificar si cumple los objetivos buscados dentro de un entorno de trabajo (es decir, en la etapa de diferencia de los casos de estudio en que en éstos últimos no se realiza en el entorno final de aplicación). En definitiva intenta encontrar "válidas" que se consiguieron al final de la fase de creación son aceptadas en la aplicación reales, teniendo en cuenta los objetivos obtenidos en la experimentación e identificación.

Esta etapa debe ser realizada con proyectos no críticos y con riesgos bajos. Idealmente debería usarse en proyectos piloto de manera que el fracaso de la métrica no suponga un fracaso en un proyecto importante.

Si conseguimos demostrar que la métrica sigue cumpliendo los objetivos, estaremos en disposición de pasar a la etapa de aplicación, si no es así, deberemos volver a la etapa de creación.

### 3.4 Aplicación

En esta etapa utilizaremos la métrica ya aceptada en el entorno real. Esta fase discurrirá en paralelo con la fase de acreditación.

### 3.5 Acreditación

Esta última fase del proceso es una etapa dinámica que persigue el aseguramiento de la métrica y la mejora continua de la misma, en función de cómo evoluciona el entorno de aplicación, de manera que podamos seguir cumpliendo los objetivos que se perseguían al principio del método.

En ocasiones el entorno puede variar tanto (por ejemplo, pasar de un entorno estructurado a uno orientado a objeto) que la métrica no sea aplicable, en este caso, la métrica debería ser descartada y el conocimiento adquirido durante su tiempo de vida debería realimentarse a la etapa de identificación de manera que podamos crear una métrica adecuada para el nuevo entorno cumpliendo los objetivos perseguidos. Además al utilizar la experiencia de la utilización de la métrica descartada, tendremos más probabilidades de formular hipótesis correctas en la etapa de identificación.

## 4 Conclusiones

La medida en la ingeniería del software es un elemento crucial que ayuda de gran manera en la mayoría de las etapas del ciclo de vida de un producto software. Últimamente están apareciendo una gran cantidad de métricas, pero no suelen tener el éxito esperado. Esta falta de éxito suele deberse a que sólo se basan en el conocimiento de los expertos en el tema, pero no suelen seguir un método de creación adecuado y sistemático.

En este artículo se ha propuesto un método para la definición de métricas válidas, que abarca desde la etapa de identificación de objetivos de medida hasta la etapa de retirada de la métrica. En este método se incluyen diversas técnicas de validación tanto teórica como empírica, así como casos de prueba en entornos reales, que pretenden que la métrica definida sea útil y adecuada.

El método propuesto está siendo utilizado en diversos entornos, el más avanzado de los cuales se encuentra en la etapa de aceptación.

### Agradecimientos

Esta investigación es parte del proyecto CALDEA (TIC 2000-0024-P4-02) financiado por la Subdirección General de Proyectos de Investigación, Ministerio de Ciencia y Tecnología.

## Bibliografía

- [1] Anderson, J.R. (1983). *The Architecture of Cognition*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- [2] Basili V. y Rombach H. (1988). The TAME project: towards improvement-oriented software environments. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 14(6), 728-738
- [3] Basili V. y Weiss D. (1984). A Methodology for Collecting Valid Software Engineering Data, *IEEE Transactions on Software Engineering*, 10, 728-738.
- [4] Basili, V.R., Shull, F. y Lanubille, F. (1999). Building Knowledge through families of experiments. *IEEE Transactions on Software Engineering*. July/August. No. 4. pp. 456-473
- [5] Briand L., Arisholm S., Counsell F., Houdek F. and Thévenod-Fosse P. (1999). Empirical Studies of Object-Oriented Artifacts, Methods, and Processes: State of the Art and Future Directions. *Empirical Software Engineering*, 4(4), 387-404.
- [6] Briand, L.C., Morasca, S. y Basili, V. (1996). Property-based software engineering measurement. *IEEE Transactions on Software Engineering*. 22(1). pp.68-85.
- [7] Calero, C., Piattini, M. y Genero, M. (2001). Method for obtaining correct metrics. *Proc. of the 3<sup>rd</sup> International Conference on Enterprise and Information Systems (ICEIS'2001)*, 779-784
- [8] Cantone G., y Donzelli P. (2000), "Production and maintenance of software measurement models", *Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering*, 5, pp. 605-626.
- [9] Juristo N. y Moreno A. (2001). *Basics of Software Engineering Experimentation*, Kluwer Academic Publishers.
- [10] Kish, L. (1959). Some statistical problems in research design. *American Sociological Review*. 24. pp.328-338.
- [11] Pfleeger, S. (1994-1995). Experimental design and analysis in software engineering part 1-5, *ACM Sigsoft, Software Engineering Notes*. 19(4), 16-20; 20(1), 22-26; 20(2), 14-16; 20(3), 13-15; 20(4), 14-17.
- [12] Pfleeger, S. L. (1997). "Assessing Software Measurement". *IEEE Software*. March/April. pp. 25-26.
- [13] Pfleeger, S. y Kitchenham, B. (2001). Principles of Survey Research. Part 1: Turning Lemons into Lemonade. *ACM Sigsoft, Software Engineering Notes*. 26(6), 16-18
- [14] Poels G. y Dedene G. (2000). Distance-based software measurement: necessary and sufficient properties for software measures. *Information and Software Technology*, 42(1), 35-46.

La Ingeniería del Software como una profesión Tecnológica: implicaciones en la investigación .....	162
<i>Jaime A. Chavarriaga L.</i>	
La metáfora en la ingeniería del software.....	179
<i>Lorenzo Javierre Acín</i>	

## Método Mixto de Evaluación de Sistemas de Aplicados al Aprendizaje Colaborat

Alejandra Martínez Monés<sup>1</sup>, Pablo de la Fuente<sup>1</sup>, Yannis Dimitriad

<sup>1</sup>Dpto. Informática.

<sup>2</sup>Dpto. Teoría de la Señal, Telecomunicaciones e Ingenier

<sup>3</sup>Dpto. Didáctica y Organización Educativa.

Universidad de Valladolid.

{amartine, pfuente}@infor.uva.es, yannis@tel.uva.es, brut

### Resumen

En los últimos años se está observando un interés creciente por la paradigma interpretativo para el estudio de Sistemas de Información de captar su complejidad teniendo en cuenta el contexto en que visión de los participantes sobre los problemas estudiados. Sin perspectiva presenta nuevos retos, entre los que se encuentra orientaciones metodológicas y herramientas para apoyar los e trabajo se presenta una propuesta de método mixto para la evalu con una orientación interpretativa, aplicado a un dominio concre Sistemas de Información: los sistemas de apoyo al aprendiz. Dicho método combina fuentes de datos de diversa procedencia de análisis bajo un esquema cualitativo global. La propuesta ha puesta en marcha en un proyecto de investigación educativa a últimos tres años. El método es generalizable a otros Sistemas cuestión que sería interesante abordar como medio para vali propuesta, y a la vez contribuir a la extensión de la perspectiv: otros dominios.

**Palabras clave:** investigación cualitativa, enfoque interpreta formativa, estudio de casos, CSCL.

### 1 Introducción

En los últimos años se ha observado en distintas disciplinas movimiento hacia métodos de investigación no basados en tradicional. Aracil [1] defiende que la ingeniería como tal no es aplicada, sino como “combinación de procesos tendentes a la s concretos y reales”, lo que implica la necesidad de asumir la co de lo real. La Ingeniería del Software no ha quedado fuera de son varios los autores que están proponiendo el uso de metodol el estudio de Sistemas de Información, que se presentan como científico basado en el paradigma positivista [5][11].

Dentro de los enfoques cualitativos, la investigación interpretativ énfasis en el estudio del contexto y cómo éste influye en el si construido, teniendo siempre en cuenta la perspectiva de los part [7]. A nuestro juicio, este enfoque es apropiado para el es