

EXPERIENCIAS EN INTEGRACIÓN DE MÉTODOS CUALITATIVOS Y CUANTITATIVOS

María Lázaro^{1*}, Esperanza Marcos¹ y Sira Vegas²

¹ Grupo de investigación Kybele
Universidad Rey Juan Carlos
C/ Tulipán s/n, 28933, Móstoles, Madrid
e-mail: marialaz@gmail.com, esperanza.marcos@urjc.es

² Facultad de Informática
Universidad Politécnica de Madrid
Campus de Montegancedo s/n, 28660, Boadilla del Monte, Madrid
e-mail: svegas@fi.upm.es

Resumen. La experimentación se caracteriza por ser de naturaleza iterativa. Esto quiere decir que los experimentos no ocurren de forma aislada, sino que la interpretación de los resultados de un determinado experimento sirven para dar forma a las hipótesis del siguiente, dando lugar así al llamado ciclo de experimentación/aprendizaje. En la actualidad, la etapa de interpretación de resultados experimentales en IS es nula o muy pobre. Esto influye negativamente en el ciclo de experimentación/aprendizaje. Pensamos que los métodos de investigación cualitativa son una herramienta muy potente, que pueden mejorar esta etapa de interpretación, por lo que en este artículo proponemos su uso integrado con métodos cuantitativos. Hemos llevado a la práctica estas ideas sobre integración de métodos en una serie de experimentos cuantitativos que venimos haciendo desde hace unos años. Aunque la experiencia está aún en curso, ya hemos podido apreciar que, efectivamente, los métodos cualitativos nos han ayudado a responder el porqué de los resultados cuantitativos. Esta comprensión más profunda de lo que está ocurriendo durante el experimento nos ha abierto nuevos caminos en el estudio experimental que nos llevan a rediseñar el experimento cuantitativo en modos que, en ausencia de las técnicas cualitativas, nunca se nos hubiera ocurrido abordar.

Palabras clave: Experimentación, métodos de experimentación, integración de métodos cualitativos y cuantitativos.

1. INTRODUCCIÓN

La experimentación se caracteriza por su naturaleza iterativa. A partir de una serie de hipótesis, se diseña y realiza un experimento para contrastarla. Los resultados arrojados por el experimento se interpretan, y llevan a modificar las hipótesis de partida, o a rediseñar el experimento, iniciándose un ciclo de experimentación/aprendizaje. La interpretación de resultados (y por tanto la continuidad del ciclo experimentación/aprendizaje) es una de las asignaturas pendientes de la experimentación en Ingeniería del Software (IS). Para mejorar la

interpretación (y por tanto el ciclo de experimentación/aprendizaje), proponemos integrar métodos cualitativos de experimentación en experimentos cuantitativos

En función del objeto de estudio, existen dos tipos de enfoque o métodos de investigación: cualitativos y cuantitativos. Los *métodos de investigación cuantitativa* se encargan de medir y analizar el grado de asociación o relación entre variables cuantificadas [4]. Están basados en la inducción probabilística del positivismo lógico, y son objetivos, ya que consideran que todos los fenómenos pueden ser reducidos a indicadores empíricos que representan la realidad. Además, tratan de generalizar los resultados obtenidos a través de una muestra para hacer inferencia sobre la población de la cual procede la muestra. Por su parte, los *métodos de investigación cualitativa* se encargan del proceso de significados. Están basados en la interpretación y el constructivismo y son subjetivos ya que consideran que existen múltiples realidades o verdades basadas en una construcción de la realidad [4], [9]. Estos métodos tienen como objetivo la generalización de resultados, sino que tratan de identificar la naturaleza profunda de las realidades, su sistema de relaciones, o su estructura dinámica. Al contrario de lo que se pueda pensar a través de estas definiciones, no siempre se puede discriminar definitivamente entre métodos cuantitativos y métodos cualitativos, por lo que la elección del método a aplicar en la investigación de IS se está convirtiendo en tema de investigación en sí mismo [5], [7], [8], [15], [16].

Tradicionalmente, los métodos cualitativos han estado ligados a las ciencias sociales, por su asociación al factor humano. Sin embargo, nosotros proponemos que, por su naturaleza, los métodos cualitativos pueden ser una herramienta muy potente durante la fase de interpretación de resultados experimentales. Estos métodos, pueden ayudar al investigador arrojando luz sobre los procesos internos del sujeto experimental que está usando el objeto de estudio. Lo que permite realizar una mejor interpretación de los resultados arrojados por los métodos cuantitativos y, por tanto, un rediseño del experimento y un verdadero ciclo de experimentación/aprendizaje.

En el trabajo que aquí se presenta, hemos estudiado cómo enriquecer los resultados de un experimento que la Universidad Politécnica de Madrid lleva realizando desde el año 2000. Dicho experimento tiene como objetivo el estudio de la efectividad de tres técnicas de evaluación de código [10]. En este experimento, se han aplicado técnicas cuantitativas en cada una de las replicaciones llevadas a cabo, y aunque se han obtenido resultados interesantes, no se ha podido dar respuesta a algunas preguntas que han surgido durante la interpretación de los resultados obtenidos. Así, por ejemplo, a través de los métodos cuantitativos se han identificado los factores que influyen en la efectividad de las técnicas de evaluación de código, pero no se ha podido encontrar el porqué de la influencia de esos factores y no otros. Este porqué podría ser investigado mediante la utilización de métodos cualitativos. Para ayudarnos a entender mejor los resultados obtenidos mediante métodos cuantitativos y arrojar luz en aquellos puntos oscuros, en este trabajo se propone la integración de ambos métodos.

El resto del artículo se estructura del siguiente modo: La Sección 2 comenta los trabajos relacionados con la integración de métodos. La sección 3 presenta el caso de estudio sobre el que se está realizando el trabajo aquí presentado. La sección 4, relata nuestras experiencias

con la utilización de métodos cualitativos como soporte a la interpretación de resultados experimentales cuantitativos para el caso de estudio anteriormente presentado. Finalmente, la Sección 5, presenta las conclusiones del trabajo realizado.

2. TRABAJOS RELACIONADOS

Cuando nos planteamos el enriquecimiento de los resultados experimentales obtenidos mediante métodos cuantitativos con el uso de métodos cualitativos, nos fijamos en el campo de las ciencias sociales, campo con experiencia en el uso de métodos cualitativos [14], [18]. y pionero en la utilización conjunta de métodos cuantitativos y cualitativos [1], [3], [14]. En el caso concreto de [3], se proponen diversas formas de integración de ambos métodos:

- *Complementación*, donde cada orientación es capaz de revelar diferentes e interesantes zonas de la realidad ya que cada investigación fluye por separado y al final se unen los resultados de cada una.
- *Combinación* que intenta conseguir resultados complementarios utilizando la fuerza de un método para realzar el otro; por tanto, se comienza la investigación aplicando uno de los métodos y los resultados obtenidos se utilizan como base para abordar el siguiente experimento con el método contrario.
- *Validación-cruzada o triangulación*, que combina dos o más teorías u orígenes de datos para estudiar el mismo fenómeno para ganar un entendimiento más completo de él. En este caso, los resultados en ambos experimentos deben ser los mismos.

No obstante, no proporciona ninguna guía de cómo ha de realizarse la integración. La Figura 1, refleja las distintas formas de integración de métodos.

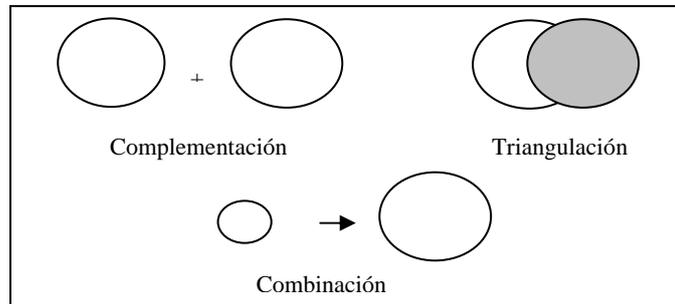


Figura 1 Formas de integrar métodos cuantitativos y cualitativos.

En el área de la Ingeniería del Software, ha habido escasos trabajos sobre la mezcla de ambos métodos. Este hecho puede comprobarse en que hasta hace pocos años no existía preocupación al respecto o, si existía, no estaba bien definida. Así, en un intento de examen, diversos autores [7] concluyen que aunque los temas tratados en investigación son muy variados, no se utilizan todos los métodos y aproximaciones posibles, centrándose principalmente en aspectos técnicos y no sociales o culturales. De forma similar, otros autores [15] resaltan que los métodos de investigación tradicional no son siempre directamente aplicables a la investigación en IS. Además, y hasta cierto punto, la investigación en IS ha estado basada principalmente en un enfoque cuantitativo, siendo menor la literatura sobre

investigación en IS con métodos cualitativos. De ella, se puede destacar el trabajo realizado por [16] que presenta una visión general sobre la investigación cualitativa: perspectivas filosóficas, métodos de investigación cualitativos, técnicas cualitativas de recogida de datos y modos de análisis. Esta visión es adecuada para un primer acercamiento pero queda corta para un análisis posterior ya que no profundiza en las técnicas y métodos presentados, explicándolas con detalle o poniendo ejemplos. Otro trabajo dentro del campo cualitativo es el realizado por [19] donde destaca la utilización de métodos cualitativos aplicados a las personas implicadas en un desarrollo de software debido a la necesidad de tratar con la complejidad del comportamiento humano. Este artículo aunque bastante más profundo que [16] para el uso de métodos cualitativos, no aborda el tema que nos hemos planteado: cómo mezclar los métodos cualitativos con los cuantitativos.

Por otro lado, existen artículos que plantean el fracaso de los métodos cualitativos o cuantitativos por separado para tratar problemas dentro de la investigación de IS o bien de sus paradigmas. Este es el caso, de [8], que ante este problema plantean un nuevo paradigma de investigación e intentan proponer una metodología de investigación a partir de él, pero sin llegar a una solución concreta. Por otro lado, dentro del campo de la integración de métodos, se puede citar a [6] que basándose en una clasificación de objetos de investigación, presentan un ejemplo de combinación de métodos cualitativos-cuantitativos relacionándolo con el método Action Research. Sin embargo, toma la palabra combinación como integración, siendo en realidad esta palabra un subtipo de la integración. De forma similar, ocurre en [11], cuyo tema es la combinación de métodos cualitativos y cuantitativos en la investigación de los Sistemas de Información.

Un grupo muy reducido de experimentos en IS han empleado dentro del mismo experimento métodos cualitativos y cuantitativos. No obstante, estos métodos se empleaban de forma disjunta, sin relación entre ellos. Podría decirse que siguen un enfoque similar al que propone la complementación. Sin embargo, lo que se pretende en este trabajo es utilizar los métodos cualitativos como refuerzo a la etapa de interpretación de resultados de los experimentos cuantitativos. Este enfoque está más en línea con el tipo de integración propuesta por la combinación.

Por tanto, se observa que la integración de los métodos cuantitativos y cualitativos en la experimentación en IS es un problema abierto, en el cual todavía son necesarias nuevas aportaciones para que llegue a un estado de donde los investigadores empíricos puedan elegir entre uno u otro o una integración de ambos dependiendo de los objetivos del de estudio empírico.

3. CASO DE ESTUDIO

A continuación se detalla el experimento sobre el que hemos ejercitado la integración de métodos, con el objetivo de estudiar si permite obtener resultados más completos frente a los resultados obtenidos por las técnicas cuantitativas. El experimento en cuestión, es una replicación del iniciado por Basili y Selby [2], y posteriormente replicado por Kamsties y Lott [12] y Wood et al. [21]. Se ha venido realizando desde el año 2000 [10], [20] en la Facultad de Informática de la Universidad Politécnica de Madrid, y tiene como objetivo general, al

igual que sus predecesores, el **estudio de la efectividad de tres técnicas de evaluación de código**. Más concretamente, las técnicas bajo estudio son: una técnica de evaluación estática, y dos técnicas de evaluación dinámica o pruebas, una funcional y otra estructural. La técnica estática empleada es la lectura mediante abstracciones sucesivas [13], la funcional, partición en clases de equivalencia [17], y la estructural, cobertura de decisión [17].

El objetivo general del experimento se va a materializar realizando la investigación de tres aspectos:

- La posible **influencia de la técnica y el tipo de falta** en la efectividad. Se quiere saber hasta qué punto pueden influir en el hecho de que se encuentre una determinada falta o no la técnica que se está aplicando y el tipo de falta del que se trate. Si existiese esta influencia, nos llevaría a la existencia de técnicas más efectivas que otras, bien para determinados tipos de faltas, bien de modo absoluto.
- La posible **influencia de la visibilidad de los fallos** en la efectividad de las técnicas dinámicas. En caso de que un determinado sujeto no vea un fallo presente en el programa, puede deberse a dos causas: que el sujeto no haya sido capaz de generar un caso de prueba al aplicar la técnica tal que ejercite la falta asociada a ese fallo o que, habiéndose ejercitado, el sujeto no haya sido capaz de verlo. De existir dicha influencia, la efectividad de las técnicas dinámicas se vería mermada por la visibilidad de los fallos que ejercita.
- La posible **influencia de la posición de las faltas** en un programa en su identificación durante la aplicación de la técnica estática. De existir esta influencia, significaría que hay partes del código en las cuales es más sencillo detectar las faltas.

El experimento se llevó a cabo en tres sesiones, celebradas en tres días distintos, durante las cuales cada sujeto aplicaba una técnica a un programa. Cada día se trabajaba con un programa distinto para evitar que los sujetos pudiesen intercambiar información acerca de las faltas que habían detectado. De ese modo, cada sujeto aplicaba las tres técnicas sobre los tres programas. Las tareas a realizar por los sujetos durante cada sesión consistían en:

- Aquellos sujetos que tenían asignada la técnica estática, la aplicaban, con el fin de encontrar todas las faltas posibles en los programas. Esto permitiría el estudio tanto de la influencia de la técnica y el tipo de falta, como de la posición de la falta.
- Aquellos sujetos que tenían asignada alguna de las técnicas dinámicas, aplicaban en primer lugar la técnica, con el fin de generar un conjunto de casos de prueba y permitir el estudio de la influencia de la técnica y el tipo de falta. A continuación se les entregaba un conjunto de casos de prueba tal que era capaz de detectar todos los fallos contenidos en los programas, lo que permitía el estudio de la influencia de la visibilidad.

En este punto es donde típicamente terminan la mayoría de los experimentos realizados en IS, tras la exposición de los resultados obtenidos. Aunque estos resultados suelen dar respuesta a las hipótesis de partida, no dicen mucho más en general. Aún falta un paso, que resulta clave en la realización de experimentos: el que corresponde con la fase de interpretación de resultados. Esta fase consiste en el estudio de los resultados obtenidos con el fin de elaborar

nuevas hipótesis que retroalimenten el proceso de experimentación y lleven a la reformulación del experimento.

En nuestro caso, los resultados experimentales se han enriquecido con una serie de hipótesis. A continuación se presentan ambos de forma conjunta:

En lo relativo a la **efectividad de las técnicas**, se ha observado que:

- Las técnicas funcional y estructural son igual de efectivas y ambas menos efectivas que la revisión de código.

Quizá la técnica estática se comporta peor que las dinámicas porque los sujetos están más acostumbrados a realizar las pruebas (aunque sea de manera informal) cuando programan en asignaturas previas a ésta. O quizá las diferencias observadas entre las técnicas podrían provenir de que a los sujetos les resulten más sencillas las dinámicas que la estática o que la estática se explica peor en clase.

- La efectividad varía entre los programas. Adicionalmente, hay indicios de que algunos programas no se comportan del mismo modo para todas las técnicas. Quizá los programas, aún siendo semejantes desde un punto de vista de complejidad, pueden tener distinto grado de dificultad para los sujetos
- La clasificación actual de faltas no tiene influencia en la efectividad de las técnicas. Esto quiere decir que todas las faltas se comportan igual independientemente de la técnica.
- Se revisó la naturaleza de las faltas desde la perspectiva de su posible detección por parte de las técnicas, y se observó que todas ellas eran detectables por las técnicas. Sería conveniente buscar otra taxonomía de faltas, en función de si pueden ser o no detectadas por una determinada técnica.

En lo que se refiere a la **visibilidad de los fallos**, se ha observado que:

- Hay un tipo de faltas, las cosméticas, que tienen una visibilidad menor que el resto. Quizá sería conveniente adiestrar a los sujetos no sólo en el manejo de las técnicas, sino también en cómo detectar los fallos.
- Aún para los fallos más visibles, no se logra que todos los sujetos los vean.
- Quizá sería conveniente adiestrar a los sujetos no sólo en el manejo de las técnicas, sino también en cómo detectar los fallos.

Finalmente, sobre la **posición de las faltas** se ha encontrado que:

- La posición de la falta no influye en el hecho de que sea más o menos fácil de encontrar.
- Sería conveniente buscar otro posible factor de influencia en la detección de las faltas por la técnica de revisión.

Como puede verse a la luz de estos resultados, el análisis de los datos casi despierta más preguntas que proporciona respuestas. Al interpretar estos resultados elaboramos distintas hipótesis que podrían explicarlas. Algunas de ellas se pueden responder con otro experimento cuantitativo pero en otros casos es necesario utilizar un enfoque cualitativo. De ahí surge la necesidad de integrar ambos métodos en la experimentación.

4. ENRIQUECIMIENTO DE LOS RESULTADOS CUANTITATIVOS CON MÉTODOS CUALITATIVOS

Para poder completar los resultados cuantitativos obtenidos en el experimento, decidimos utilizar de forma conjunta en la siguiente replicación del experimento métodos cuantitativos y cualitativos. Esto nos permitiría conocer mejor a los sujetos en relación a lo que piensan y sienten mientras realizan el experimento.

Cuando se incorporaron los métodos cualitativos a este experimento, éste ya se había replicado cuatro veces en la Universidad Politécnica de Madrid. La forma en la que se realizó la integración de ambos métodos fue la siguiente:

En primer lugar, se obtuvo un conjunto de preguntas que permitirían conocer el porqué de los resultados cuantitativos. Para lograr esto se procedió a estudiar detalladamente los resultados obtenidos en el experimento cuantitativo para cada variable respuesta que examinaba. A partir de estos resultados se derivaron las hipótesis del estudio cualitativo, las cuales a su vez determinaron las preguntas buscadas, que deberían realizarse a los sujetos durante el experimento. Toda esta información se reflejó en una tabla, de la cual la Tabla 1 es un fragmento.

Variable respuesta	Resultados cuantitativos	Hipótesis	Preguntas cualitativas
Efectividad: Porcentaje de sujetos que genera un caso de prueba que ejercita una determinada falta o que detectan una determinada falta	Las técnicas funcional y estructural son igual de efectivas y ambas menos efectivas que la revisión de código	Los sujetos están más acostumbrados a realizar las pruebas cuando programan	- ¿Qué técnica te gusta más?
		Las dinámicas les resultan más sencillas que la estática	- ¿Qué técnica te ha parecido más fácil de aplicar?
		La estática se explica en clase peor que las otras	- ¿Qué técnica te ha parecido más fácil de entender?
	La efectividad varía entre los programas. Adicionalmente, hay indicios de que algunos programas no se comportan del mismo modo para todas las técnicas	Aún siendo semejantes los programas desde un punto de vista de complejidad, pueden tener distinto grado de dificultad para los sujetos	- ¿Qué programa has entendido mejor? - ¿Qué programa te ha parecido más fácil? - ¿Con qué programa has detectado más faltas? - ¿Qué programa parece tener las faltas más difíciles?
Visibilidad de fallo: Porcentaje de sujetos que detectan un determinado fallo	Hay un tipo de faltas que tienen una visibilidad menor que el resto	Sería conveniente adiestrar a los sujetos no sólo en el manejo de las técnicas, sino también en cómo detectar los fallos.	- ¿Qué fallos son los más visibles?
	Aún para los fallos más visibles, no se logra que todos los sujetos los vean		- ¿Por qué crees que no ves más fallos?

Tabla 1. Tabla relación de resultados cuantitativos y preguntas cualitativas.

Es importante puntualizar que, si las personas que se están ocupando de las partes cuantitativa y cualitativa del experimento son distintas (como fue nuestro caso), la tabla debe ser revisada por un investigador que se ocupe de la parte cuantitativa, para así evitar posibles omisiones de

preguntas importantes, o mal interpretación de lo que se busca con ellas.

Tal y como se vio en la sección anterior, la interpretación de resultados llevó no sólo a trazar a grandes rasgos lo que podría ser la parte cualitativa del experimento, sino que también condujo a un refinamiento de la parte cuantitativa. Tal fue el caso de la nueva taxonomía de faltas, o de la búsqueda de nuevos factores que puedan influir en la detección de faltas por parte de la técnica estática. No obstante, la Tabla 1 tiene como objetivo reflejar únicamente aquellos temas relacionados con la parte cualitativa del experimento.

Una vez se contó con una lista de preguntas que indagaban sobre el porqué de los resultados cuantitativos, se hacía necesario confeccionar los cuestionarios que las contendrán. En nuestro caso, establecimos cinco cuestionarios distintos, los cuales eran independientes de los formularios utilizados para la parte cuantitativa del experimento. Esto implicaba que además de definir los contenidos de dichos cuestionarios, teníamos que concretar los momentos en los cuales los sujetos tendrían que rellenarlos. Los formularios confeccionados fueron:

- Formulario previo a la aplicación de todas las técnicas.
- Formulario posterior a la técnica de revisión de código.
- Formulario posterior a la técnica estructural.
- Formulario posterior a la técnica funcional.
- Formulario posterior a la aplicación de todas las técnicas.

Contestar al cuestionario previo fue la primera tarea que realizaron los sujetos del experimento. Al finalizar cada sesión del experimento, se proporcionó a cada sujeto el formulario posterior a la técnica que hubiera tenido que aplicar durante esa sesión. Finalmente, se entregó a los sujetos el formulario posterior a la aplicación de todas las técnicas como último paso del experimento al finalizar la última sesión.

Terminada la fase de campo, los datos cualitativos obtenidos se analizaron de forma separada a los cuantitativos. En primer lugar, utilizamos técnicas de análisis cualitativas como matrices de distinto tipo o redes para la organización de datos y codificaciones, clustering, recuento, etc. Posteriormente, para validar los resultados obtenidos, utilizamos técnicas estadísticas no paramétricas como puede ser el contraste χ^2 de Pearson sobre proporciones.

Finalmente, fue necesario realizar un análisis conjunto de los resultados cuantitativos y cualitativos para obtener resultados enriquecidos. Para ello, una vez que se obtuvieron los resultados cualitativos, los investigadores de esta parte se reunieron con los investigadores de la parte cuantitativa que son los que habían elaborado las hipótesis sobre el porqué de sus resultados. En esta reunión, se intentó enlazar los dos procesos utilizando los resultados cualitativos para dar respuestas a las hipótesis surgidas del experimento cuantitativo. Lo que se buscaba es un resultado global a partir de ambos experimentos.

Siguiendo este método, una de las conclusiones que hemos obtenido de esta experiencia es que, efectivamente, los métodos cualitativos nos han permitido entender qué pasa en las cabezas de los sujetos, ayudándonos a responder el porqué de los resultados cuantitativos. Gracias a los métodos cualitativos, obtuvimos algunas respuestas para nuestras hipótesis. Dado que el desarrollo de software tiene un componente humano importante, no podemos olvidarnos de él y tratar los experimentos en IS como los experimentos en química, pues los sujetos influyen en los resultados. Algunos de los resultados más llamativos son:

- En cuanto a las técnicas, pensábamos que la estática tenía una efectividad menor porque a los sujetos no les gustaba. Por el contrario, parece que inicialmente les gusta, pues se entiende mejor, pero que luego son más fáciles de aplicar, y por tanto gustan más, las técnicas dinámicas.
- En referencia a los programas, se ratifica nuestra creencia de que los sujetos, perciben diferencias entre los programas, resultándoles unos más fáciles que otros.

Esta comprensión más profunda de lo que está ocurriendo durante el experimento entre el sujeto y el objeto nos ha abierto nuevos caminos en el estudio del objeto, que nos llevan a rediseñar el experimento cuantitativo en modos que, en ausencia de las técnicas cualitativas, nunca se nos hubiera ocurrido abordar.

La siguiente analogía es válida: utilizando únicamente los métodos cuantitativos buscábamos en un cuarto oscuro con una linterna; suplementando los métodos cuantitativos con los cualitativos se han encendido algunas lámparas que iluminan rincones de la habitación a los que la luz de la linterna no alcanzaba.

5. CONCLUSIONES

En este artículo hemos presentado nuestras experiencias en la integración de métodos de investigación cuantitativos y cualitativos en el campo de la experimentación en IS. Éstas, nos han mostrado que, tal y como habíamos pensado, los métodos cualitativos son de gran ayuda a la hora de realizar la interpretación de resultados experimentales cuantitativos, ya que permiten una comprensión más profunda de lo que está ocurriendo durante el experimento. Esta mayor comprensión nos ha abierto nuevos caminos en nuestro estudio experimental, que nos llevan a rediseñar el experimento cuantitativo en modos que, en ausencia de las técnicas cualitativas, nunca se nos hubiera ocurrido abordar.

REFERENCIAS

- [1] Arnau J. *Métodos de investigación en las ciencias humanas*. Omega, Barcelona, (1978).
- [2] Basili, V.R., and Selby, R.W. 1987. "Comparing the Effectiveness of Software Testing Strategies". *IEEE Transactions on Software Engineering*. Pages 1278-1296. SE-13 (12).
- [3] Bericat E.: *La integración de los métodos cuantitativo y cualitativo en la investigación social*, Ariel sociología, Barcelona, (1998).
- [4] Denzin N. K. y Lincoln, Y. S. *Handbook of Qualitative Research*. Sale, J. E. M., Lohfeld L. Brazil K. "Revisiting the Quantitative-Qualitative Debate: Implications for Mixed Methods Research". *Quality and Quantity*, **36**, (2002).
- [5] Dobson, P. J.: "The Philosophy of Critical Realism-An Opportunity for Information Systems Research". *Information Systems Frontiers*, **3(2)**, pp. 199-210, (2001).
- [6] Giesecke S., Thorsten Kopp. "Integration of Qualitative and Quantitative Methods. Research Methods in Software Engineering Book", *Trustworthy Software Systems*, 1, Berlin (2005).

- [7] Glass, R.L., Vessey, I., Ramesh, V.: "Research in Software Engineering: an analysis of the literature. Information and Software Technology". *Elsevier Science B.V. N.* **44**, pp. 491-506, (2002).
- [8] Gregg, D. G., Kulkarni, U. R., Vinzé, A. S.: "Understanding the Philosophical Underpinnings of Software Engineering Research" *Information Systems. Information Systems Frontiers*, **3(2)**, pp. 169-183, (2001).
- [9] Guba E. G., Lincoln, Y. S. *Competing paradigms in qualitative research*. Denzin N. K. Y Lincoln Y. S, *Handbook of qualitative Reserach*, Thousands Oaks, Sage, (1994).
- [10] N. Juristo, N., Vegas. S. "Functional testing, structural testing and code reading: What fault type do they each detect?" *Empirical Methods and Studies in Software Engineering- Experiences from ESERNET*. Springer-Verlag. Vol. **2785**. Chapter 12. pp. 235-261, (2003).
- [11] Kaplan, B., Duchon, D.: "Combining qualitative and quantitative methods in information systems research: A case study". *MIS Quarterly* **12** pp. 571-586, (1998).
- [12] Techniques. *Proceedings of the Fifth European Software Engineering Conference*. Sitges, Spain.
- [13] Linger, R.C., Mills, H.D, and Witt, B.I. *Structured Programming: Theory and Practice*. Addison Wesley, 1979.
- [14] Losada J. L., López-Feal R. *Métodos de investigación en Ciencias Humanas y Sociales*. Thomson, Madrid, (2003).
- [15] Marcos, E., Marcos, A.: An Aristotelian Approach to the Methodological Research: a Method for Data Models Construction. *Information Systems- The Next Generation*. L. Brooks and C. Kimble (Eds.). Mc Graw-Hill, (1998), 532-543.
- [16] . Myers, M. D.: "Qualitative Research in Information Systems". *MIS Quarterly*, **21(2)**, June, pp. 241-242, (1997).
- [17] Pressman R.S. *Software Engineering. A Practitioners Approach*. McGraw-Hill, 2001.
- [18] Ruiz J. I. Ispizua M. A. *La descodificación de la vida cotidiana: Métodos de investigación cualitativa*. Universidad de Deusto, Bilbao (1989).
- [19] Seaman, C. B.: "Qualitative methods in empirical studies of software engineering". *IEEE Transactions on Software Engineering* **25**, pp. 557-572, (1999).
- [20] Vegas, S. Un experimento sobre el comportamiento de tres técnicas de evaluación de código. VIII Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos (JISBD'03). Alicante. 12-14 Noviembre 2003.
- [21] Wood, M., Roper, M., Brooks, A., and Miller J. 1997. Comparing and Combining Software Defect Detection Techniques: A Replicated Empirical Study. Proceedings of the 6th European Software Engineering Conference. Zurich, Switzerland.