

Aplicación de Mapa Cognitivo Compartido en Equipos de Desarrollo de Software Científico-Técnico

Salamon Alicia,
Maller Patricio,
Mira Natalia,

*Departamento de Informática
Instituto Universitario Aeronáutico
Av. Fuerza Aérea, 6500, Córdoba, Argentina*

Boggio Alejandra,
Pérez Sofía,
Coenda Francisco.

*Departamento de Informática
Instituto Universitario Aeronáutico
Av. Fuerza Aérea, 6500, Córdoba, Argentina*

as.salamon@gmail.com, pmaller@gmail.com, ncmira@gmail.com, alejandra.boggio@gmail.com,
sofiabeatrizperez@gmail.com, franciscocoenda@gmail.com

Abstract

El presente trabajo realiza una adaptación de la metodología Strategic Options Development and Analysis (SODA) en el campo de la mejora continua de procesos de software. La hipótesis de este trabajo es que los mapas conceptuales compartidos, como representación gráfica de los modelos cognitivos de los decisores, son una herramienta que puede ser utilizada en situaciones donde el problema tenga impacto potencial y no haya situaciones de conflicto pre-existentes entre los decisores. Se presenta una experiencia en la que líderes técnicos y de gestión de equipos de software debían identificar y priorizar áreas de mejora siguiendo los lineamientos de SODA y aplicándolo en una intervención grupal para consensuar objetivos comunes y elicitar una visión compartida.

1. Introducción

Las encuestas son herramientas de uso común para investigar áreas de mejora relacionadas a la Ingeniería del Software en equipos de científicos-técnicos que desarrollan software. Este trabajo, para investigar dichas áreas de mejora en lugar de utilizar encuestas, explora un nuevo marco de trabajo para la elicitación y estructuración de la información generada a partir de los miembros del equipo de desarrollo de software científico-técnico utilizando diferentes técnicas como Strategic Options Development and Analysis (SODA), Rejilla de Kelly, Card Sorting y otros. Este enfoque pone énfasis en el consenso del equipo y en el establecimiento de prioridades para identificar las áreas críticas a mejorar.

Este trabajo expone una experiencia de intervención en un área de ingeniería que nuclea desarrolladores de software científico-técnico. Esta área desarrolla e integra software embebido y de simulación bajo estándares internacionales.

Algunos autores presentan estudios realizados en los cuales indican que las diferencias en los procesos de construcción de software empresarial y software científico son tales que los modelos y prácticas utilizadas en el primero no son fácilmente transferibles al segundo sin un esfuerzo importante de adaptación (tayloring) [1]

Algunas diferencias entre el software científico y software empresarial pueden ser apreciadas en la Tabla 1. [2-6]

Tabla 1. Diferencia entre software científico y software empresarial

Software científico	Software Empresarial
El software es un medio para un fin. Es un componente de otro producto mayor.	El software es un fin en sí mismo. Es un producto único.
Se definen los objetivos al comienzo del desarrollo pero no siempre de manera clara y concisa. Puede o no seguir una metodología de desarrollo de software.	Se definen los objetivos de manera clara y concisa al comienzo del proyecto. Se sigue una metodología de desarrollo de software.
Generalmente los desarrolladores y usuarios son los mismos, es difícil encontrar un mercado externo para sus	Generalmente los desarrolladores y los usuarios del sistema son distintas personas

productos.	y existe un amplio mercado externo para sus productos.
Las pruebas y aseguramiento de la calidad son costosas. Se utiliza simulación para llevarlas a cabo ya que las pruebas del experimento físico la mayoría de las veces no se realiza por el costo (económico, social, ambiental) que ello significa.	Las pruebas y aseguramiento de la calidad son más fáciles de llevar a cabo que en el software científico.

En investigaciones a nivel internacional se han utilizado las encuestas, siendo una herramienta de uso común cuando se plantea identificar áreas susceptibles de mejoras en el desarrollo de software, aún así, no se puede negar que el uso de esta técnica como única herramienta presenta serios inconvenientes.

En este sentido, resulta fundamental enfocarse en las dificultades que se presentan en los procesos de desarrollo como una forma para mejorar posteriormente los mismos.

Se detecta la necesidad de implementar una metodología que permita la identificación y priorización de áreas de mejora de procesos, de manera de alcanzar mayor eficiencia, velocidad y calidad en los desarrollos.

Este trabajo describe los resultados de aplicar una versión modificada de la metodología SODA y completar la matriz de constructos personales de Kelly con un grupo de líderes en esta organización, con una adaptación en la formulación de los mapas cognitivos.

En el contexto de mejora continua, es necesario considerar la utilización combinada de diversos enfoques para lograr en una primera etapa la comprensión holística del dominio del problema, y posteriormente abordar la estructuración del mismo. La técnica SODA [1,7] permite contemplar los aportes del equipo de decisores del área, para trabajar luego en la selección y priorización de opciones. Sin embargo, la generación de mapas cognitivos, uno de los puntos más complejos de SODA, presenta una limitación en el tiempo requerido en una actividad que a priori no representa grandes divergencias en los mapeos cognitivos individuales.

La hipótesis de este trabajo es que los problemas de mejora continua constituyen un subconjunto de los problemas complejos, en el contexto de lo Complejo no hay relación evidente entre causas y efectos y sólo se puede avanzar prestando atención a los patrones emergentes [8]

Por lo tanto se deben crear entornos que permitan que los patrones emerjan, por lo que es importante elevar los niveles de interacción y comunicación del equipo; y por último promover que las ideas emerjan a través de la discusión, o marcando desafíos, fomentando la diversidad, y que pueden ser tratados con herramientas de

menor costo y complejidad que los mapas cognitivos individuales, tales como las herramientas de la Investigación Operativa Soft [9,10] y como el Repertory Grid de Kelly [11], y aun así conservar las salidas esperadas de una estructuración del problema bajo los lineamientos de la metodología SODA.

La estructura de presentación de este trabajo es, en una primera instancia, a modo de marco teórico, en el cual se hace referencia a los recursos metodológicos utilizados durante la experiencia. Posteriormente se realiza una breve descripción de la justificación para modificar la utilización de mapas cognitivos, a ésta le sigue la descripción de la aplicación concreta en el taller realizado con los líderes decisores y se consignan las instancias desarrolladas en el mismo. Finalmente se presentan algunas conclusiones sobre la experiencia que delimita el alcance del trabajo.

2. Recursos metodológicos

Para abordar la problemática, se utilizó como marco conceptual SODA, un marco para la estructuración de problemas elaborado en la segunda parte de la década del 70. El enfoque de SODA se basa en el subjetivismo, donde el saber y la experiencia de los integrantes del equipo constituyen un elemento clave para el desarrollo de decisiones confiables y sustentables. La estructuración de problemas está guiada por la “Teoría de las Construcciones Personales”, teoría cognitiva que sostiene que los individuos se esfuerzan por dar sentido a su mundo con el fin de manejarlo y controlarlo. [12-14]. Las herramientas clásicas de SODA son los mapas cognitivos, a nivel individual y colectivo.

Se realizó una dinámica de elicitación utilizando card sorting para indagar acerca de la forma en que cada uno de los responsables de la gestión evaluaría áreas de mejora en el proceso de desarrollo de software. Esta tarea se apoya en las teorías de clasificación que se centran en las categorías y en las relaciones jerárquicas entre conceptos. Esto es, las estructuras mentales de los individuos presentan un ordenamiento jerárquico, de manera que cada grupo está incluido en otro de orden superior [15] y, a su vez, aglutina a varios de orden inferior [16,17]. En esta etapa, y aquí la diferenciación con la utilización tradicional de mapas cognitivos, no se construyeron los mapas individuales, sino que se diseñó una dinámica para favorecer la construcción grupal del mapa.

Se utilizó la técnica Repertory Grid creada por Kelly [11] está diseñada para interpretar el modo en que una persona da sentido a sus experiencias. Repertory Grid es un instrumento de evaluación de las dimensiones y estructura del sistema de construcción personal que utiliza la valoración de elementos asociados a constructos bipolares. [18,19], se utiliza para identificar tanto

coincidencias como disidencias en un grupo de investigadores. Dicha grilla permitió limpiar conceptos y organizarlos en una matriz (Kelly afirma que las personas buscan encajar las experiencias del mundo en constructos cognitivos). Se define como un constructo a una categoría descriptiva que permite clasificar los acontecimientos y que representa la precepción de la realidad. Se generó una matriz de datos conocida como Matriz de Kelly. La técnica en cuestión utilizada es un instrumento de evaluación de las dimensiones y estructura del significado personal que se deriva de la “Teoría de los Constructos Personales”, estas dimensiones o elementos son los aspectos relevantes en el contexto que se está evaluando. Esta matriz empleada: Matriz de Kelly, es un sistema bidimensional de elementos y constructos donde los mismos están interceptados entre sí. Los elementos están ubicados en la parte superior de la matriz: columnas, y los constructos en las filas.

A partir de la teoría de Kelly, los constructos bipolares fueron un importante mecanismo para organizar, simplificar e interpretar el “entorno”.

En la matriz de la Tabla 2 se observan los constructos bipolares emergentes (positivos) a la derecha y los constructos bipolares opuestos (negativos) a la izquierda de cada fila.

Tabla 2. Matriz con constructos bipolares

	Elemento 1	Elemento 2	
Constructo Negativo 1			Constructo 1 Positivo 1
Constructo Negativo 2			Constructo 2 Positivo 2

Como se mencionó anteriormente, los subsistemas están relacionados entre sí, en este caso se realizó a través del Método de Contexto Mínimo donde Kelly plantea la técnica de la tríada: evaluando tres elementos describir una característica común a dos de ellos (medida de similitud), y que a su vez los diferenciara del tercero (medida de contraste), de esta manera se tomaron dichas medidas como valores de bipolaridad, reflejando la posibilidad de moverse en la misma dimensión entre dos valores identificados, ayudando así a validar los constructos expuestos.

3. Técnica de mapa cognitivo compartido

Aunque la técnica propuesta por SODA claramente son los mapas cognitivos, la utilidad de la aplicación en su máxima expresión ha sido cuestionada en investigaciones. La necesidad real de un mapa cognitivo compartido fue analizada por Langfield-Smith [20], concluyendo que la capacidad para mantener ese nivel de creencias colectivas es transitoria, y por lo tanto no

resulta crítico para el proceso de toma de decisiones. Un componente clave, sin embargo, se refiere al construccionismo ejercitado por el grupo en la creación del mapa cognitivo, como un aspecto a ser preservado [21]. En términos de economías, un mapa cognitivo colectivo derivado a partir de la agregación de los mapas cognitivos individuales puede contener unos 1000 nodos, lo que representaría en la mayoría de los casos una sobreingeniería de la actividad de mejora. Siendo en estos casos que involucran problemas como los descritos anteriormente en los que los participantes para la construcción del mapa comparten el conocimiento homogéneo del dominio, un subgrupo factible a tratar con la opción de Repertory Grid entre otras técnicas para construir el mapa grupal, sin pasar primero por la construcción de los mapas individuales y luego construir el mapa grupal [22].

Nuestra fundamentación para sustituir la generación de mapas cognitivos individuales por una dinámica de grupo tiene su base en el tipo de objetivos y grado de impacto de los proyectos de mejora continua. La mejora continua, si bien cumple con las características de los problemas complejos, tiene tres características que son intrínsecas al dominio y que generan un pre-acuerdo entre decisores:

- La mejora implica una ganancia sobre la situación actual, y el retorno de inversión puede estimarse.
- Los decisores pueden variar su grado de compromiso con el proyecto, y en general, sus responsabilidades primarias incluyen tangencialmente la mejora.
- Hay una baja fragmentación de la visión.

El mapa cognitivo compartido como herramienta de soporte a la estructuración tiene como objetivo principal el relevamiento, acuerdo y consenso que potencialmente puede lograrse a partir de la conducción del grupo en una situación concreta y particular a fin de obtener una visión compartida acerca de dicha situación [23-26].

4. Experiencia

La experiencia se desarrolló durante una jornada completa, en 3 fases específicas y de diferente duración.

En la primera fase se realizó una intervención informal a través de una discusión y debate acerca de la situación actual y características de los procesos de desarrollo de software extraídos de la industria, así como experiencias anteriores en el área de desarrollo de software científico-técnico. El objetivo principal de esta fase fue promover la interacción del grupo para que construyan consenso como observadores del problema. Seguido, los entrevistados expresaron como participantes cómo ven los procesos de desarrollo de software en los que son actores y cumplen algún rol, utilizando lenguaje

coloquial con marcada tendencia técnica, como era de esperarse. Para esta actividad los facilitadores de este taller trataron de atemperar los liderazgos más fuertes y alentar los más tranquilos, de forma que el equipo de trabajo fuera una estructura plana y sin atractores. Se capturaron las frases/conceptos/ideas más representativas. Para esta actividad se decidió utilizar la técnica de card sorting [27], a fin de categorizar los contenidos agrupando y asociando entre sí un número predeterminado de tarjetas (4 por persona) etiquetadas con las diferentes categorías temáticas (surgidas de la interacción y el acuerdo entre los participantes como grandes agrupaciones de aspectos: Metodología, Soporte, Capacitación y Gestión). Así, cada participante completó las 4 tarjetas mencionadas consignando en ellas características/percepciones de la situación de los procesos de desarrollo. De esta manera, partiendo del comportamiento de los propios participantes, se organizó la información conforme al modelo mental de los mismos. Con esta aplicación del concepto de clasificación se logró manejar y reducir la información compleja acerca de la realidad del desarrollo de software científico-técnico, con la finalidad de mejorar la comprensión del entorno, generando así categorías cognitivas, es decir, un conjunto de concepciones intelectualmente organizadas que referencian la realidad del sujeto, tales como las dificultades que el desarrollador asume, considera y percibe críticas en su proceso de construcción, y que conforman así los grupos cognitivos.

En la segunda fase del taller se utilizó la Repertory Grid de Kelly, que permitió limpiar conceptos y organizarlos en una matriz de datos. Los mismos debieron ser representativos de lo que está sujeto a análisis, homogéneos y lo más precisos posibles. Esta matriz empleada: Matriz de Kelly, es un sistema bidimensional de elementos y constructos: los elementos están ubicados en la parte superior de la matriz: columnas, y los constructos en las filas.

Como se mencionó anteriormente, los subsistemas están relacionados entre sí a través del Método de Contexto Mínimo y la técnica de la tríada: la misma consistió en presentar al individuo tres elementos y pedirle que describiera una característica común a dos de ellos, y que a su vez los diferenciara del tercero, de esta manera se tomaron dichas medidas como valores de bipolaridad, reflejando la posibilidad de moverse en la misma dimensión entre dos valores identificados, ayudando así a validar los constructos expuestos. Por ejemplo, la rotación en los cargos directivos caracteriza a las actividades de Gestión y Metodología, no en la misma medida que las actividades de Soporte.

Paso siguiente se completó la matriz con valores. Esta matriz construida en el taller representó los constructos obtenidos conjuntamente entre todos los participantes. Se organizaron en las columnas los elementos: Metodología,

Soporte, Capacitación y Gestión identificados en la fase 1, en las filas se ubicaron las ideas extraídas también en la fase anterior, mostrando las proposiciones positivas a la derecha y las negativas a la izquierda, luego se completaron los espacios faltantes (ya sea a la derecha o a la izquierda). (Tabla 3). Posteriormente, de acuerdo a una escala, se categorizó cada elemento en función de la valoración realizada sobre cada constructo (Tabla 3), es decir, se consensó la medida en la que dicha característica se presenta en un elemento en la realidad de los participantes.

Tabla 3. Matriz grupal resultante obtenida

	M	C	S	G	
Falta de experiencia	6	1	6	1	Mayor capacitación
Conocimientos básicos	1	6	2	6	Capacitación especializada
Objetivos estratégicos confusos	1	6	1	6	Objetivos estratégicos claros
Ausencia procedimientos y pautas de trabajo	5	5	1	6	Procedimientos y pautas de trabajo claras
Falta de planificación de las actividades	5	1	6	1	Llevar metodologías de ejecución
Inestabilidad de los plazos	6	2	6	1	Estabilidad de los plazos
Escases de herramientas y recursos	4	5	5	5	Documentar de manera ágil
Resistencia al cambio por parte de las personas	4	2	2	5	Personas proactivas
Alta rotación de cargos directivos	4	1	1	6	Poca rotación de cargos directivos
Presupuestos bajos	1	6	6	2	Presupuestos más altos

M=Metodología, C=Capacitación, S=Soporte y Gestión

La tercera fase abarcó la construcción de un mapa cognitivo colectivo. Como era de esperarse, el resultado presentó un alto nivel de consenso. A partir de las ideas (constructos) obtenidos en la fase anterior se generó el mapa cognitivo grupal: se ubicaron los conceptos y se relacionaron entre sí, nuevamente a partir de la discusión y consenso grupal. Se expresaron en forma de acciones deseables positivas. Para la construcción y elaboración del mapa se utilizó el enfoque “escalonado hacia abajo”, es decir, trabajando desde las opciones hacia la meta: La mejora de la calidad de productos software. Esto es, a partir de la matriz de Kelly se tomaron los valores positivos de la derecha y se ordenaron a partir de la

interacción con los participantes, llegando a la meta del equipo.

Como resultado se posicionaron en las colas las potenciales acciones/aspectos a considerar y sobre los cuales accionar para lograr la mejora objeto de realización de este taller. (Figura 1) En este sentido, conocimiento compartido de los objetivos estratégicos, enfoque en la capacitación, aplicación de presupuestos acordados, etc. son las acciones a considerar sobre las cuales la ejecución de acciones terminaría impactando en la situación inicialmente planteada.



Fig. 1. Mapa cognitivo grupal obtenido

5. Conclusión

La situación problema identificada en este trabajo, está dentro de la categoría de problemas complejos, pero con las particularidades de las iniciativas de mejora continua.

En ese contexto se realizó una experiencia de intervención basado en SODA adaptado, donde se realizó una modificación en el empleo de los mapas cognitivos. De esta manera, las expectativas de identificación y priorización de las áreas de mejora más críticas o sensibles fueron cumplidas y consensuadas, y toda la actividad pudo llevarse a cabo en una jornada.

La adaptación de las técnicas para abordar este tipo de problema permite la utilización de técnicas y herramientas acorde a los niveles de inversión y retorno esperado de los proyectos.

6. Referencias

[1] Rosenhead J. y Mingers J. "Análisis Racional Reestudiado para un Mundo Problemático: Métodos para estructurar problemas en condiciones de complejidad, incertidumbre y conflicto." *Iveplan Instituto Venezolano de Planificación*, Caracas, Venezuela. (2001).

[2] Segal J. Scientists and software engineers: a tale of two cultures. *PPIG University of Lancaster*, UK, (2008).

[3] Segal J. Some problems of professional end user developers. *IEEE Symposium on Visual Languages and Human-Centric Computing (VLHCC)*, Coeur d'Alene, Idaho, USA. (2007).

[4] Chalmers A. What is this called science?. *Open University Press*. Milton Keynes, UK. (1982).

[5] D. Kelly and R. Sanders. Assessing the Quality of Scientific Software. *First International Workshop on Software Engineering for Computational Science and Engineering*. Leipzig, Germany. (2008).

[6] Carver J., Kendall R., Squires S., and Post D. Software Development Environments for Scientific and Engineering Software: A Series of Case Studies. *IEEE Computer Society*, Washington, DC, USA, (2007).

[7] Ion G. "Cognitive mapping and strategic options development and analysis (SODA)". *Wiley Encyclopedia of Operations Research and Management Science*, edited by Cochran J. J. Copyright John Wiley & Sons, Inc. (2010).

[8] Snowden D. y Boone M. "A Leader's Framework for Decision Making" *Harvard Business Review*. 2007.

[9] Zanazzi J., Conforte J., Boaglio L., Dimitroff M. y Carignano C. "Problemática de trabajo en equipo. Metodología para el análisis conjunto". *I ERABIO (Encuentro Regional Argentino Brasileiro de Investigación Operativa) - XXI ENDIO*. Posadas, Argentina. (2008).

[10] Zanazzi J., Salamon A., Cabrera G., Gonzalez A. y Pedrotti B. "La investigación operativa soft en la estructuración de problemas vinculados con la orientación vocacional" *XXII EPIO - XXIV ENDIO*. Río Cuarto, Córdoba. Argentina. (2011).

[11] Kelly G. A. "The psychology of personal constructs" *Norton and Company*, N. York. (1955).

[12] Eden C. y Ackermann S. "Using repertory grid for problem construction". *European Journal of operational research*, vol. 35 (9), pp779-790. (1998).

[13] Stewart V. y Stewart A. "Business applications of repertory grid." *McGraw-Hill Book Company*. Berkshire England. (1981).

[14] Lemke F., Clark M. y Wilson H. (2010): "Customer experience quality: an exploration in business and consumer contexts using repertory grid technique". *Journal of the Academy of Marketing Science*, Disponible on line, (2011).

[15] Saez Martínez F. J. "Las configuraciones cognoscitivas como herramienta de análisis de la estructura sectorial". *Revista europea de dirección y economía de la empresa*, vol. 14 N°3, pp. 111 - 134. (2005).

[16] Rosch E. "Principles of categorization". Publicado en Rosch y Lloyd "Cognition and categorization". *Lawrence Erlbaum Associates* pp. 24-48., New Jersey, (1978).

[17] Anderson J. R. "Cognitive Psychology". *Foreman*. Nueva York. (1985).

[18] Feixas G. y Cornejo J. M. "Manual de la técnica de la rejilla mediante el programa record v.2.2". *Paidós*, Barcelona. (1996).

- [19] Alexander P., Van Loggerenberg J., Lotriet H. y Phahlamohlaka J. "The use of the repertory grid for collaboration and reflection in a research context" *Group Decision and Negotiation*, vol. 19, pp. 479-504. (2010)
- [20] Langfield-Smith K. "Exploring the need for a Shared Cognitive Map". *Journal of Management Studies*, vol. 29(3), pp. 249-368. (1992).
- [21] Martínez Sánchez B. "Estructuración cognitiva del mundo vocacional. Departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación". *Tesis Doctoral. Universitat de Valencia, Servei de Publicacions*. (2005).
- [22] Kerievsky J. "Stop Over-Engineering!" *Software Development*, vol. 10, N° 4. (2002)
- [23] Alles M. A. "Dirección estratégica de recursos humanos. Gestión por competencias." *Ediciones Granica S.A. Argentina*. (2000)
- [24] Alles M. A. "Desempeño por competencias." *Ediciones Granica S.A. Argentina*. (2002)
- [25] Levy-Leboyer C. "La Gestión de las Competencias". *Gestión 2000*. Barcelona. (1997):
- [26] Gasalla J. M. (2004): *La nueva dirección de personas*. Ed: Pirámide Madrid.
- [27] Rugg G. y McGeorge P. "The sorting techniques: a tutorial paper on card sorts, picture sorts and item sorts". *Expert Systems*, vol. 22, N° 3. (2005)