

Guía Metodológica para el Mejoramiento del Desarrollo de Software a través de la Aplicación de la Técnica Árboles de Problemas

Raúl J. Martelo⁽¹⁾, Iris Jiménez-Pitre⁽²⁾ y Luis Moncaris González⁽¹⁾

(1) Facultad de Ingeniería, Grupo de Investigación en Tecnologías de las Comunicaciones e Informática, GIMATICA, Universidad de Cartagena, Cartagena-Colombia.

(2) Facultad de Ciencias Básicas y aplicadas, grupo de investigación BIEMARC, Univ. de la Guajira, Guajira-Colombia (e-mail: rmartelog1@unicartagena.edu.co; iajimenez@uniguajira.edu.co; lmoncarisg@gmail.com)

Recibido Sep. 30, 2016; Aceptado Dic. 12, 2016; Versión final Ene. 20, 2017, Publicado Jun. 2017

Resumen

Se presenta una guía metodológica para revisar situaciones que se presentan y puedan resultar problemáticas en los procesos de desarrollo de software, a través de la técnica árboles de problemas. La guía se aplica en la empresa Nokia Solutions y Networks Colombia Ltda., permitiendo evidenciar situaciones problemáticas en forma inmediata. Esto sugiere identificar por medio de expertos el problema central, sus causas, efectos y determinar a través de votaciones, cuáles son los principales problemas. Por lo tanto, la guía sirve como base para proponer soluciones a las causas y efectos seleccionados, mediante la creación de estrategias que incluyan acciones hacia la mejora del proceso de desarrollo de software.

Palabras clave: prospectiva; árboles de problemas; desarrollo de software; estrategias de gestión

Methodological Guide for Improving Software Development through the Application of the Problem Trees Technique

Abstract

This methodological guide intends to review situations that arise and can be problematic in software development processes through technical problem trees. When applied to the company Nokia Solutions and Networks Colombia Ltda., such situations are evident, suggesting identified through experts the central problem, its causes, effects and determined through voting, what they are major; therefore, it serves as a basis for proposing solutions to the causes and effects selected, by creating strategies that include actions towards improving the software development process, thus solving the central problem.

Keywords: prospective; problems trees; software development; management strategies

INTRODUCCIÓN

Las tecnologías de la información, dentro de múltiples áreas ofrecen ventajas destacando: agilizar procesos, ahorrar costos, ahorrar personal, promover la educación. Dichas tecnologías son creadas por desarrolladores expertos quienes, basándose en métodos, modelos, diagramas y requerimientos, logran producir un software que cumpla con unas especificaciones establecidas; estas soluciones realizan actividades que comúnmente serían costosas para una empresa, de ahí la importancia de desarrollarlas para entregar un producto de calidad que satisfaga las necesidades del cliente. Los procesos de desarrollo de software son organizados a través de estrategias enfocadas hacia la entrega del producto en el tiempo establecido, logrando eficiencia en dichos procesos a pesar de no siempre llegar al resultado esperado. El objetivo principal en todo desarrollo de software es la entrega del producto idóneo, para lo cual surgen metodologías que indican pasos progresivos e iterativos que guían a desarrolladores en los debidos procesos, para asegurar el éxito y la calidad del producto final.

Para tal efecto existen metodologías ágiles utilizadas en el desarrollo de software, capaces de adaptarse al problema y lograr con mayor eficacia los objetivos (Navarro et al., 2013); algunas diseñadas para cubrir proyectos masivos o específicos, como la aplicada en Peláez et al. (2013), en la que se propone un software para la expedición de paz y salvos en instituciones que lo requieran; otras aplicadas al desarrollo de aplicaciones móviles (Gasca et al., 2013), e incluso para el desarrollo de software en microempresas (Calvo-Valverde, 2015). Al aplicar metodologías de desarrollo de software, se evitan inconvenientes como la mala formación de los equipos de trabajo; inconsistencias en procesos de elaboración e inclusive, no terminar el producto en el tiempo estipulado. Factores como los anteriores, al traer consigo pérdida en la calidad del software, conllevan a implementar herramientas que ayuden a identificar soportes para realizar los proyectos deseados (Gallego y Hernández, 2015).

Existen metodologías que proporcionan el apoyo necesario para crear un software adaptado a las necesidades del usuario, incluyendo la gestión de riesgos y problemas; sin embargo, en ocasiones tal gestión no se aplica (Fernández y Bernad, 2014), poniendo en riesgo la integridad del producto. Por lo anterior, realizar un análisis de dicha situación es de utilidad para diferenciar entre las causas que la generan así como los efectos que pueda ocasionar, apoyándose para esto en la técnica árbol de problemas, la cual permite ordenar las ideas presentes en la situación y localizar el problema central o focal que se quiere solucionar, desplegando consigo las causas y efectos de éste (Sánchez, 2007) con la finalidad de establecer parámetros que guíen a los desarrolladores y arquitectos a no cometer o repetir acciones equivocadas, y como resultado mejorar los procesos para la creación del software.

Por tal razón, se crea una guía metodológica que contribuye a desarrolladores y arquitectos en la determinación de situaciones problema que puedan presentarse, y facilita el mejoramiento del desarrollo de software identificando las causas y efectos que presenta, mediante la técnica arboles de problema implementada sobre la plataforma SoftProsp de la Universidad de Cartagena.

ANTECEDENTES

Múltiples aplicaciones han tenido la técnica árboles de problemas en los últimos años, entre las cuales se destaca Gómez (2003), donde se efectúa un análisis y diagnóstico de la gestión ambiental de los municipios andaluces, para detectar los principales problemas y proponer una estrategia de solución a partir de la metodología del marco lógico de proyectos. Otra aplicación de árboles de problemas se encuentra en la creación de un Modelo de Promoción de la Salud, con Énfasis en Actividad Física, para una Comunidad Estudiantil Universitaria (Prieto, 2003), donde se define un modelo cuyos principales componentes son: las redes de participación y apoyo al fomento de la salud y actividad física; apoyo y transformación político normativa, y finalmente la reorientación académica hacia la formación integral y sus estrategias. Se emplea árboles de problemas en la explicación de las situaciones identificadas, definiendo los niveles básicos de causalidad en las mismas.

Choi y Cho (2005), realizaron una formulación matemática de errores de truncamiento en evaluaciones de seguridad probabilísticas, a través de la técnica de árbol basado en el enfoque de conjuntos de corte mínimo (MCS, minimal cut set). Alberto (2005) aplicó un modelo para el ordenamiento de un espacio rural, en el cual se crearon cuatro árboles de problemas que reflejan las problemáticas más importantes del nordeste argentino en cuanto al impacto de la expansión urbana sobre terrenos de valor y riesgo ambiental, con el fin de plantear escenarios de futuro sobre el ordenamiento del espacio en estudio, acorde al proceso de urbanización incipiente.

De igual manera, en el campo de la genética se encuentran trabajos como el de Sarwat et al., (2005), donde se propone un protocolo estandarizado para el aislamiento del ADN genómico de *Terminalia arjuna* para el análisis de la diversidad genética, utilizando árbol de problemas de material para el aislamiento del ADN.

Asimismo, en Leeuwis (2007), se adapta la técnica a un árbol socio-técnico, específicamente para explorar las relaciones entre las dimensiones técnicas y sociales de situaciones problemáticas complejas para distintos contextos. En Douthwaite et al., (2007), utilizan árboles de problemas para análisis de vías de impactos participativos, permitiéndole al personal del proyecto accesibilidad en el análisis, el cual trabajaba con modelos lógicos. Además, se ven beneficiados por la capacidad de la técnica de ayudar a clarificar una vista lineal de las vías de impacto. Artículos enfocados a la infancia también pueden ser hallados, como es el caso de Villamil et al., (2009), donde el objetivo del estudio fue diseñar e implementar una estrategia de respuesta a los núcleos problemáticos en niños de 1 a 4 años, que afecten su calidad de vida y desempeño ocupacional, haciendo uso de la técnica árboles de problemas para lectura de necesidades comprensivas. En el sector agrícola, Ammani et al., (2010), utilizan la técnica árboles de problemas para determinar situaciones no deseadas relacionadas al sistema de proyectos de desarrollo agrícola en Nigeria (ADPs), obteniendo como problema raíz la financiación inadecuada, para luego transponer el árbol y convertir causas y consecuencias del problema en soluciones.

En el ámbito local, para el departamento de Bolívar se ha diseñado un plan estratégico y prospectivo de innovación y desarrollo científico-tecnológico para 2010-2032 (Amar et al., 2011), cuyo objetivo es promover el desarrollo científico e innovación tecnológica respaldando iniciativas y proyectos de acuerdo a criterios de calidad y pertinencia en el departamento, tendientes a mejorar las condiciones sociales, económicas y culturales de la región en su conjunto. La técnica árboles de problemas es implementada en el área científica para hallar causas y efectos sobre: la desarticulación entre la investigación realizada en el entorno científico y otros; inexistencia de un sistema de monitoreo efectivo y confiable para medir el impacto de grupos de investigación en el departamento. En el área tecnológica: para hallar causas y efectos de la escasez de actores en el entorno tecnológico; y en el sector financiero, descubrir efectos y causas del escaso apalancamiento financiero a proyectos de innovación.

La industria farmacéutica también ha utilizado la técnica árboles de problemas en distintos proyectos, tal como en Montes de Oca et al., (2014), donde se busca perfeccionar el proceso del servicio posventa de productos para uso humano que comercializa el Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria; y en Reid y Suárez (2014), en el que se establecen acciones de mejora continua en el proceso de distribución de medicamentos en la Droguería La Habana, para la disminución en su vencimiento. En orden de ideas, se tiene también en el área de la salud el estudio realizado por Carrillo-Álvarez y Martínez-Díaz (2016), enfocado en determinar el estadio y balance decisional de cambio de conducta en personas que viven con diabetes (y criterios para insulino terapia), que acuden a control al Centro de Salud de Ekmul, Yucatán, con base en el modelo transteorético y con enfoque cualitativo, aplicando árboles de problemas con el objetivo de esquematizar las relaciones entre el descontrol glucémico con las alternativas de solución.

Se destaca también en el ámbito local la plataforma SoftProsp, la cual es una herramienta web creada en la Universidad de Cartagena, enfocada en la creación y gestión de estudios prospectivos, incluye la técnica árboles de problemas junto a técnicas prospectivas como lluvia de ideas, ábaco de Regniér, encuestas y demás. Dicha plataforma ha sido utilizada con diversos propósitos, uno de estos se observa en Martelo et al., (2016), en el que se utilizan las técnicas mencionadas para la creación de un modelo que acompañe la definición de variables claves en estudios prospectivos y crear filtros adicionales en estudios prospectivos y obtener variables confiables. Esta plataforma será utilizada para el desarrollo de la presente guía.

ESQUEMA PLANTEADO

La plataforma web de estudios prospectivos SoftProsp, ayuda a la utilización de técnicas prospectivas, entre ellas la técnica árboles de problemas. Fue desarrollada utilizando la metodología Proceso unificado racional (RUP), la cual es un proceso continuo de desarrollo en niveles y compone un conjunto de actividades para transformar requisitos del usuario en módulos de software. Para la realización del módulo de árboles de problemas, se examinaron minuciosamente los requerimientos relevantes del proceso de creación del mismo, a través de la observación de estudios realizados por diferentes empresas y que fueron la base del análisis de requerimientos. A esto, se le suma la búsqueda de mejorar el proceso para realizar estudios prospectivos, obteniendo como resultado la creación de una plataforma con diferentes técnicas para ofrecer una solución web completa y a la altura de las necesidades de usuarios. A continuación, la Figura 1 muestra el enfoque conceptual planteado. La Figura 1 representa los detalles y pasos a seguir de la metodología aplicada; esta se encuentra conformada por instancias principales:

(i) Reunión de grupo de expertos: Etapa en la que se define qué líderes de desarrollo y desarrolladores participan en el estudio.

(ii) Definición del problema central: Se realiza una reunión con los expertos escogidos en la anterior etapa para definir el problema principal en el proceso de desarrollo de software en estudio.

(iii) Definición de causas del problema central: En esta etapa se definen las causas por las cuales surge el problema central.

(iv) Definición de efectos de las causas: Etapa en la que el grupo de expertos define las consecuencias o efectos de las causas halladas en la etapa anterior.

(v) Votación sobre causas/efectos más recurrentes: Las causas son sometidas a votación, siendo determinantes para el estudio aquellas con mayor puntaje positivo y descartadas aquellas con mayor puntaje negativo. Los efectos son valorados de acuerdo a su importancia, en la cual un voto positivo significa relevancia dentro del estudio y uno negativo significa que el efecto puede no tener un alto impacto en el problema que lo contiene y que debe ser descartado del mismo.

(vi) Construcción de árbol diagnóstico: Se estructura el árbol de problemas a partir de las causas y efectos determinados en la etapa anterior.

(vii) Construcción del plan de acción: Se definen las acciones y estrategias para eliminar o aminorar el impacto del problema central.

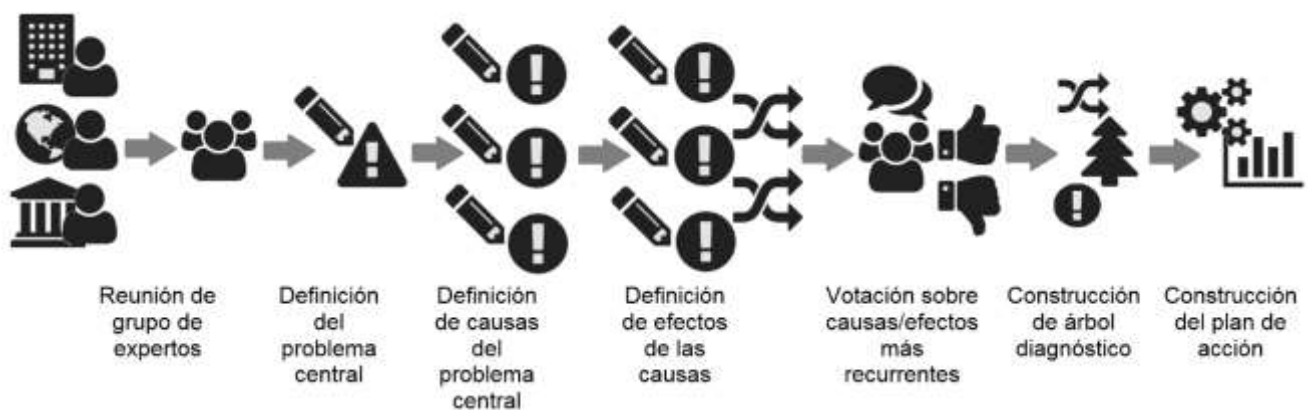


Fig. 1: Enfoque conceptual planteado

RESULTADOS

Este estudio se realizó utilizando la plataforma de estudios prospectivos SoftProsp y su módulo de creación de árboles de problemas. Con la aplicación de la técnica árboles de problemas, se espera encontrar las dificultades que pueden generar de manera conjunta, un problema mayor o padre. Al finalizar, se esperan efectos que deben ser solventados para evitar los problemas que se evidencian en la investigación. Al realizar el estudio “Mejoramiento del desarrollo de software a través de la consecución de causas y efectos”, se esperan encontrar los efectos a tener en cuenta al momento del desarrollo de software, de manera que se pueda mejorar la calidad del mismo. Esto se realiza con desarrolladores de la empresa NOKIA (reunión de grupo de expertos), que se encarga de la creación de sistemas de información y automatización de procesos internos.

Lo anterior es efectuado en colaboración con la plataforma SoftProsp, utilizando la herramienta integrada de Árboles de problemas, en la cual se crea una nueva sesión de estudio agregando aquellos expertos participantes (Fig. 2), que para el caso en mención son los desarrolladores: Eduardo Pérez, Erickson Lima, Leonardo Ortega y Luis Moncaris; luego se asigna el nombre de la sesión de estudio para su fácil identificación y finalidad, el cual es: Desafíos del desarrollo de software en las grandes empresas; el siguiente punto consta en agregar la fecha de finalización de la sesión, siendo la fecha para la sesión el 30 de octubre de 2015; posteriormente se agregan a los coordinadores, encargados de monitorear y gestionar la sesión para llevarla a buen término, en el caso de estudio se seleccionó a Luis Moncaris como coordinador de la sesión. Luego del anterior procedimiento, para finalizar la creación de la sesión de estudio, se determina el problema raíz con ayuda del grupo de expertos, el cual se concluye que es: Baja calidad en el desarrollo, precedida por una breve descripción (Fig. 3).

Expertos	<input type="checkbox"/> Eduardo Pérez <input type="checkbox"/> Eduardo Pérez <input type="checkbox"/> Erickson Lima <input type="checkbox"/> Erickson Lima <input type="checkbox"/> Leonardo Ortega <input type="checkbox"/> Leonardo Ortega <input type="checkbox"/> Luis moncaris <input type="checkbox"/> lmoncaris@gmail.com <input type="checkbox"/> Luis Morcaris
Expertos a invitar para realizar el estudio Predicción de Genios	
Nombre	Desafíos del desarrollo de software en las grandes empresas
Fecha final	30/10/2015
Coordinadores	<input type="checkbox"/> Luis moncaris <input type="checkbox"/> lmoncaris@gmail.com <input type="checkbox"/> Luis Morcaris
Los coordinadores podrán organizar los efectos de una mejor manera	

Fig. 2: Creación sesión de árboles de problemas, reunión de expertos

Problema Raíz

Etiqueta	Baja calidad en el desarrollo
Descripcion	La baja calidad en el desarrollo se presenta muy frecuentemente en los grandes grupos de desarrollo y es una batalla de la ingeniería de software para mejorar a través de estándares y patrones de desarrollo

Fig. 3: Problema raíz del estudio

A partir del problema o nodo raíz determinado, se inicia la creación de las causas (nodos hoja), que componen el problema principal del proceso de desarrollo de software. En la Figura 4, se ve reflejado el proceso de creación de una de las causas: en la parte superior se observa una causa o idea existente de título ESTRATG, acompañada de una descripción breve de la misma; en la parte inferior se observa el formulario para agregar nuevas causas o efectos hijos al nodo hoja de la parte superior. Es en esta parte donde se observa que una vez creadas las causas, cada una hace las veces de nodo raíz para la creación de problemas subyacentes al nodo padre. De esta manera se comienza a crear un árbol de problemas.

Crear problema hijo en nodo...

Idea seleccionada

Título:
ESTRATG

Descripción:
No existen estrategias para mejorar el desarrollo

Hijos:
2

Efectos totales 0

Crear problema
Crear efecto

Etiqueta

PDOC

Descripción

Poca documentacion del software que se está creando

Fig. 4: Creación de causas de problemas (nodos hoja)

Una diferencia estructural en el desarrollo de un estudio de árboles de problemas estándar, es la construcción de un sistema de votación de las causas y efectos creados para los problemas; esto ayuda a diferenciar de manera gráfica y fácil, cuáles se deben tener en cuenta dentro de los resultados del estudio. Para estos, un voto positivo en el software significa relevancia dentro del estudio; por el contrario, un voto negativo significa que pueden no tener un alto impacto en el problema que los contiene y que deben ser descartados del mismo. Así las cosas, una puntuación positiva para causas y efectos al finalizar el estudio, significa que deben ser tomados en cuenta como posibles orígenes y futuros del problema central, precisando crear para estas últimas estrategias que puedan aminorar su impacto sobre el proceso o proyecto. Como resultado del estudio, se obtienen las causas y efectos señalados en la Tabla 1. Efectuados los puntos anteriores y finalizada la creación de causas y efectos (Fig. 5), se da por terminado el estudio y se cierra la sesión.

Tabla 1: Causa y efectos del estudio.

Causas	Efectos
Presión en el desarrollo de software (Soft02)	Estimación del proyecto con tiempos demasiado ajustados (Soft2.1) Asignación extra de recursos (Soft2.2)
Cambios en las especificaciones del proyecto (Soft03)	Daños de módulos(Soft01) Sobrecosto en mantenimiento del proyecto (Soft01)
Ausencia de especificaciones técnicas (Soft04)	Documentación escasa (Soft01) Dificultad de seguimiento a la infraestructura (Soft01)
Ausencia de un proyecto documentado o correctamente documentado (Soft05)	Costo exagerado de desarrollo en tiempo (Soft01) Dificultad de trazabilidad (Soft01)
Demasiadas innovaciones superficiales (Soft06)	Costo de desarrollo (Soft01) Curva de aprendizaje más larga (Soft01)
Añadir en el desarrollo funcionalidades que no estaban originalmente (Soft07)	Tiempo de desarrollo exagerado (Soft01)

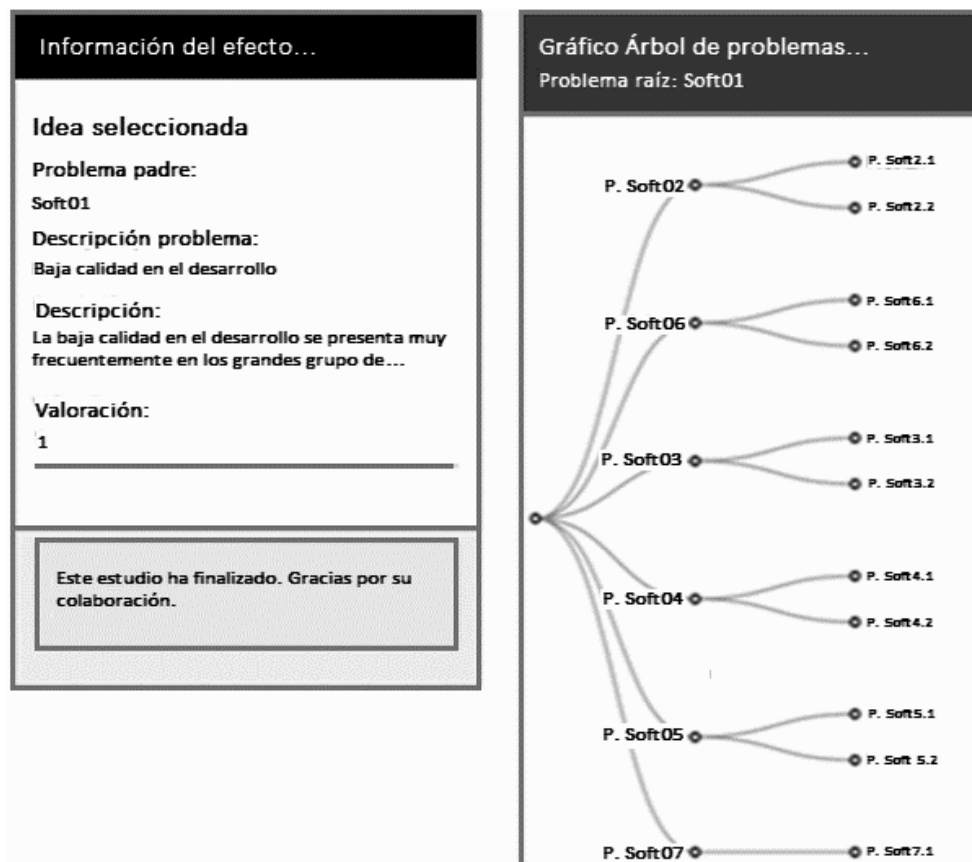


Fig. 5: Árbol de problemas final del estudio

Se finaliza la sesión de estudio donde se obtuvo el árbol de problemas (Fig. 5), con causas y efectos definidos. Luego, se procedió a construir el plan de acción a través de la interpretación del árbol por parte del grupo de expertos, con el objetivo de dar solución a los problemas de desarrollo de software encontrados. Las estrategias planteadas para cada problema se encuentran sintetizadas en la Tabla 2.

Se puede encontrar en la literatura proyectos similares a este, por ejemplo, se tiene a Pardo *et al.*, (2010), en donde se presenta a Agile SPI – Process, como un proceso de mejora de desarrollo de software, basado principalmente en metodologías y principios ágiles, requerimientos livianos y adaptaciones de modelos internacionales. Sin embargo, se destaca que trabajos como el anterior se enfocan específicamente en procesos de desarrollo, en contraste con la técnica árboles de problemas, la cual se centra en los problemas, faltas o necesidades de equipos desarrolladores, quienes pueden o no encontrarse bajo la ejecución de cualquier metodología.

Tabla2: Árbol de problemas final del estudio

Nº	Problema	Estrategia
1	El software no puede ser probado ni crear test del código.	Se desarrolló un ambiente de calidad, para realizar pruebas de las funcionalidades entregadas por los desarrolladores, asegurando que el encargado de calidad realice las pruebas necesarias antes de hacer entregas de software al usuario final, lo cual se hace para corregir imprevistos. El costo asumido con este plan, es la creación de un servidor extra para cada aplicación, el cual también debe cumplir con mantenimiento y costo de infraestructura.
2	Cambios en las especificaciones del Proyecto.	Se implementaron metodologías ágiles como SCRUM, las cuales con ciclos cortos de desarrollo y entrega, permiten cambiar la forma de entrega de nuevas funcionalidades, permitiendo hacer un seguimiento efectivo de las mismas y además, agregar nuevas especificaciones en poco tiempo, satisfaciendo al cliente de manera rápida, efectiva y no retrasando el desarrollo completo del proyecto.
3	Ausencia de especificaciones técnicas	Al implementar la metodología SCRUM, se agregó un ente entre el personal de especificaciones y los desarrolladores, denominado SCRUM Master, el cual al poseer alta comprensión del sistema y del flujo de trabajo, y conocimiento sobre requerimientos, entre otras características, técnica las tareas que los desarrolladores deben cumplir, especificando de manera efectiva las tareas a ejecutar.
4	Ausencia de un proyecto documentado o correctamente documentado.	Se implementó la herramienta de seguimiento de desarrollo JIRA creada por Atlassian. En ella se registra cada una de las funcionalidades de manera técnica y precisa, ayudando al seguimiento de tareas, desempeño de desarrolladores y documentación de cambios y requerimientos del software, operando como repositorio de información sobre el proyecto.
5	Demasiadas innovaciones superficiales	En consenso con el equipo, se concluye que a pesar de correr riesgos al innovar superficialmente con nuevas técnicas o herramientas de desarrollo, es necesario hacerlo para ir a la vanguardia, entregar software de calidad y útil para el usuario. Para esto se llevó a cabo un plan de pilotos de software, sin aplicar nuevas tecnologías a todos los proyectos, buscando a través de los mismos medir la capacidad de respuesta a nuevas implementaciones tecnológicas, nivel de ayuda en el desempeño y creación de experiencias de usuarios en el software. Por tanto, para implementar nuevas tecnologías, se realizan planes pilotos sobre las mismas antes de utilizarlas de facto en todos los proyectos.
6	Añadir en el desarrollo funcionalidades que no estaban originalmente.	Ligado a los problemas y estrategias 2 y 4 de esta tabla, al darle solvencia se ayuda a complementar el desarrollo de software con las especificaciones requeridas por el usuario. Además, para la implementación de estas, se generó un plan de pruebas con usuarios para observar el nivel de eficiencia y usabilidad del resultado obtenido por la especificación, de manera que al resolver aspectos técnicos por el equipo, sea este último quien apruebe la solución realizada, entregando un ambiente familiar e igualmente fácil de usar desde una etapa temprana de prototipado.

CONCLUSIONES

Al utilizar la técnica Árboles de Problemas para el objeto de estudio es importante, porque contribuye a un consenso entre los expertos participantes en la definición del problema principal, causas y efectos del mismo. Del mismo modo la realización de esa disgregación de las partes constitutivas del problema raíz, permite obtener una visión holística el objeto de estudio y aprender de todos los elementos que lo forman, puesto que no todos los expertos tienen dominio sobre el resto de partes.

La aplicación de la técnica Arboles de problemas, exige que sea un estudio objetivo, porque son precisamente los participantes quienes identifican los problemas y repercusiones; al no realizarse de la manera descrita, pierde el sentido del consenso, de las votaciones y argumentaciones realizadas al interior de ella. Con la aplicación de la técnica arboles de problemas se ha identificado el estado actual del proceso de desarrollo de software en la empresa Nokia Solutions and Networks Colombia Ltda., siendo encontradas las causas y efectos más recurrentes del problema central. Además, el hecho que la técnica permita considerar una causa

y que esta a su vez tenga causas consigo, permite para solucionar la primera, considerar una mejor planeación con un cronograma y presupuesto ajustados de mejor manera al asignar recursos para solucionarlos. En el proceso de desarrollo de software se eligieron los efectos críticos por medio del voto, para posteriormente crear las estrategias necesarias y aminorar su influencia en dicho proceso.

REFERENCIAS

- Alberto, J., Aplicación a través de SIG de un modelo para el ordenamiento de un espacio rural sujeto a la presión del crecimiento urbano. Estudio de un caso del Gran Resistencia, Resistencia: Centro de Geociencias Aplicadas – Instituto de Geografía. Facultad de Humanidades. UNNE (2005)
- Amar, P., y otros ocho autores, Plan estratégico y prospectivo de innovación y desarrollo científico y tecnológico del departamento de Bolívar, Informe final, Gobernación de Bolívar y otros (2010)
- Ammani, A.A., S.J. Auta y J.A. Aliyu, Challenges to Sustainability: Applying the Problem Tree Analysis Methodology to the ADP System in Nigeria, *Journal of Agricultural Extension*: 14(2), 35-45 (2010)
- Calvo-Valverde, L., Metodología iterativa de desarrollo de software para microempresas, *Tecnología en Marcha*: 28 (3), 99-115 (2015)
- Carrillo-Álvarez, S. y G. Martínez-Díaz, Cambio de conducta para insulinoterapia en personas que viven con diabetes tipo 2, Yucatán, México, *Revista Biomed*: 27(2) 61-74 (2016)
- Choi, J.S. y N.Z. Cho, Truncation Error Evaluation Method for Minimal Cut Set-Based Fault Tree Analysis, *Journal of NUCLEAR SCIENCE and TECHNOLOGY*: 42(10), 854-860 (2005)
- Douthwaite, B. y otros siete autores, Participatory impact pathways analysis: a practical application of program theory in research-for-development, *The Canadian Journal of Program Evaluation*: 22(2), 127-159 (2007)
- Fernández, L. y P. Bernad, Gestión de riesgos en proyectos de desarrollo de software en España: estudio de la situación, *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*: 70, 233-243 (2014)
- Gallego, M. y J. Hernández, Identificación de factores que permitan potencializar el éxito de proyectos de desarrollo de software, *Scientia et Technica Año XX*: 20 (1), 70-80 (2015)
- Gasca, M.C., L.L. Camargo y B. Medina, Metodología para el desarrollo de aplicaciones móviles, *Tecnura*: 18 (40), 20-35 (2013)
- Gómez, M., Análisis y propuesta de estrategia de desarrollo para la gestión ambiental de los residuos urbanos en los municipios de Andalucía, *Revista de estudios regionales*: (68), 61-68 (2003)
- Leeuwis, C., *Communication for Rural Innovation*, 3ª edición, 231, Blackwell Science, Oxford, Inglaterra (2004)
- Martelo, R.J., L. Moncaris y L. Vélez, Integración de Ábaco de Régnier, Encuestas y Lluvia de Ideas en la Definición de Variables Claves en Estudios Prospectivos, *Información Tecnológica*: 27(5), 243-250 (2016)
- Montes de Oca, N., A. Ibis y E. Roque, Perfeccionamiento del proceso de servicio posventa, *Revista Cubana de Farmacia*: 48(2), 273-284 (2014)
- Navarro, A., J.D. Fernández y J. Morales, Revisión de metodologías ágiles para el desarrollo de software, *Prospect.*: 11 (2), 30-39 (2013)
- Pardo, C., J. Hurtado y C. Collazos, Mejora de procesos de software ágil con agile spi process, *Dyna*: 77(164), 251-263 (2010)
- Peláez, L.E., A. Toro, D.L. Carvajal y D.C. López, Desarrollo de software aplicando una propuesta metodológica diseñada en la Universidad Católica de Pereira, *Entre Ciencia e Ingeniería*: 7 (14), 85-92 (2013)
- Prieto, A., Modelo de Promoción de la Salud, con Énfasis en Actividad Física, para una Comunidad Estudiantil Universitaria, *Revista Salud Pública*: 5(3), 284-300 (2003)
- Reid, L. e Y. Suárez, Mejoras aplicadas al proceso de distribución de medicamentos en la Droguería La Habana, *Revista Cubana de Farmacia*: 48(4), 598-611 (2014)
- Sánchez, N., El marco lógico. Metodología para la planificación, seguimiento y evaluación de proyectos, *Visión gerencial*: 6 (2), 328-343 (2007)
- Sarwat, M., M. Singh, M. Lakshmikumar, A. Kumar, S. Das y P. Shankar, A standardized protocol for genomic DNA isolation from *Terminalia arjuna* for genetic diversity analysis, *Elec. J. of Biotechnology*: 9(1), 717-3458 (2006)