CAPÍTULO IV

PRÁCTICAS Y METODOLOGÍAS ÁGILES UTILIZADAS EN LA INDUSTRIA DEL SOFTWARE EN COLOMBIA

Nathalia Bibiana Duque Madrid

Magíster en Ingeniería de Sistemas y Computación. Compensar Unipanamericana. Fundación Universitaria Panamericana. Grupo de Investigación en Ingeniería de Sistemas- GIIS. Correo electrónico: nbduquem@unipanamericana.com. Cll. 32 #17-30 Teusaquillo, Bogotá, Colombia.

José Hember Solórzano Pardo

Magíster en Comunicación Educativa. Compensar Unipanamericana Fundación Universitaria Panamericana. Grupo de Investigación en Ingeniería de Sistemas- GIIS. Correo electrónico: jhsolorzanop@unipanamericana.edu.co. Cll. 32 #17-30 Teusaquillo, Bogotá, Colombia.

Resumen

Partiendo de la necesidad de contar con una metodología para desarrollo de software que se adapte a las condiciones de los equipos de trabajo que se conforman para la realización de actividades académicas tales como: proyectos de aula, prácticas empresariales, pasantías y trabajos de grado, el grupo de investigación GIIS de la Facultad de Ingeniería de Unipanamericana, adelanta el proyecto denominado “Metodología Ágil para Desarrollo de Software Centrado en la Calidad desde un Entorno Académico”. El proyecto ha sido planteado metodológicamente en 5 fases, de las cuales, a la fecha se han ejecutado 3. En este capítulo se socializan los resultados obtenidos durante la primera fase, que consiste en la identificación de prácticas y metodologías ágiles utilizadas en empresas que realizan desarrollo de software en Colombia, mediante la aplicación de un instrumento tipo cuestionario en 51 empresas del sector, ubicadas en Bogotá, Medellín, Cali y el Eje Cafetero. En este sentido, a partir de un análisis cualitativo de los resultados se logra inferir, la coherencia y relación existente entre el uso de metodologías ágiles y la aplicación de sus reglas y artefactos por parte de los grandes desarrolladores de software. Así mismo, se evidencia la ausencia del uso de metodologías formales para desarrollo de software en empresas pequeñas.

Palabras clave: Kanban, metodologías ágiles, prácticas ágiles, programación extrema, Scrum.

AGILE PRACTICES AND METHODOLOGIES USED IN THE SOFTWARE INDUSTRY IN COLOMBIA

Abstract

Starting from the need to have a methodology for software development that adapts to the conditions of the work teams that are formed for the realization of academic activities such as: classroom projects, business practices, internships and degree work, the GIIS research group of the Faculty of Engineering of Unipanamericana, advances the project called “Agile Methodology for Software Development focused on Quality from an Academic Environment”. The project has been methodologically proposed in 5 phases, of which, to date they have been executed 3. In this chapter, the results obtained during the first phase are socialized, which consists in the identification of agile practices and methodologies used in companies of software development in Colombia, through the application of a questionnaire type instrument in 51 companies in the sector, located in Bogotá, Medellín, Cali and the Eje Cafetero. In this sense, from a qualitative analysis of the results it is possible to infer the coherence and relationship between the use of agile methodologies and the application of their rules and artifacts by big software development companies. Likewise, the absence of the use of formal methodologies for software development in small companies is evident.

Key words: agile methodologies, agile practices, Kanban, Scrum, eXtreme programming.

Este capítulo es resultado de la fase 1 del Proyecto de Investigación denominado “Metodología ágil para desarrollo de software centrado en la calidad desde un entorno académico” que se encuentra en fase de ejecución 3/5. El proyecto es financiado por Compensar Unipanamericana Fundación Universitaria Panamericana, bajo el código de proyecto PI072019.

Introducción

En Colombia, la Industria del Software ha presentado un crecimiento significativo en la última década. De acuerdo con el estudio denominado “El Ecosistema y la Economía Digital en América Latina” publicado en 2015 por Raúl Katz bajo el auspicio de la Fundación Telefónica, en el año 2013 como resultado de la digitalización en Colombia se generaron cerca de 21.300 empleos en la industria de TI (Tecnologías de la Información), ubicando al país en segundo lugar, con respecto de sus homólogos en la región. Del mismo modo, en (Clúster de Software y Tecnologías de la Información de Bogotá, 2018) se afirma que “después de Brasil y México, Colombia registra las mayores ventas de servicios de TI, en América Latina y se estima que en este tipo de servicios, para los próximos años, Colombia será el país de mayor crecimiento en la región” (p.23).

Por otro lado, la construcción de software involucra una serie de actividades que van más allá de la programación. Pressman & Maxim (2015), definen el desarrollo de software como un proceso de aprendizaje social, dado que genera interacción entre usuarios y

diseñadores, entre usuarios y herramientas cambiantes, y entre diseñadores y herramientas en evolución. Como consecuencia de tales interacciones generadas dentro del proceso de desarrollo de software, surgen diversas actividades que precisan la necesidad de contar con una metodología que guíe su ejecución, sin dejar de lado que se debe velar en todo momento por la calidad del producto final. Han sido muchos los autores que han planteado metodologías para desarrollo de software, bajo diferentes enfoques: ágil, incremental, iterativo, por etapas, evolutivo, secuencial, entre otros. Sin embargo, dadas las características sociales del proceso de desarrollo de software, (Pressman & Maxim, 2015) es difícil que los equipos de trabajo en esta área puedan adoptar y aplicar uno de estos marcos metodológicos siguiendo a cabalidad su especificación.

En consecuencia, se considera pertinente, y relevante, indagar acerca del enfoque metodológico con el cual empresas dedicadas al desarrollo de software en Colombia, están abordando la construcción de software, de manera que los resultados de dicha indagación permitan dar respuesta a la pregunta ¿Cuáles son las metodologías y prácticas ágiles de mayor aceptación y uso en la industria del software en Colombia? Y con ello, contribuir, en gran medida, a la adaptación de una metodología (objetivo principal del proyecto de investigación) que facilite la ejecución de proyectos de desarrollo de software en entornos académicos, sin reñir con las prácticas de la industria. La importancia de generar una alineación entre los enfoques metodológicos para desarrollo de software de la industria y los utilizados en la academia, se encuentra determinada por el hecho que el capital humano con el cual se nutre la Industria del Software proviene, en gran medida, del sector académico y tal como se ha mostrado en Andrade, Ramírez, Mendoza y Sánchez (2018), la cualificación del capital humano en una organización influye directamente en la capacidad de innovación y esta a su vez en el nivel de competitividad. No en vano, ha existido en todo el mundo una preocupación creciente frente a la escasez de personal en el sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (ManpowerGroup, 2016). Por consiguiente, resulta valioso contar con una metodología para desarrollo de software que permita a los estudiantes de la Facultad de Ingeniería de Unipanamericana, llevar a cabo sus prácticas empresariales y trabajos de fin de grado utilizando un marco de trabajo, que además de brindarles herramientas necesarias para obtener el resultado esperado, los prepare frente a las demandas del mercado laboral en este tema.

En tal sentido, este capítulo presenta los resultados de la primera fase del proyecto de investigación, cuyo objetivo fue la identificación de prácticas y metodologías ágiles utilizadas en empresas que realizan desarrollo de software en Colombia, de manera tal, que su resultado provea un insumo relevante para el objetivo principal del proyecto de investigación, que consiste en adaptar una metodología ágil para desarrollo de software centrado en la calidad desde el entorno académico de la Facultad de Ingeniería de Unipanamericana.

Fundamentación teórica

Desarrollo de Software Ágil

Todo proyecto debe obedecer a una planeación cuidadosa, ordenada y estructurada que permita su ejecución a satisfacción de las partes involucradas. Los proyectos de desarrollo

de software no son la excepción. El desarrollo de software requiere orden, disciplina y una excelente gestión para que dicha tarea sea eficiente y de calidad (Medina y López, 2015). En este sentido, el Desarrollo de Software Ágil aporta la base de conocimiento que permite disminuir el costo y aumentar la eficiencia en los procesos de desarrollo de software (Larman, 2003). Igualmente, el agilismo propone metodologías ligeras que facilitan el abordaje de nuevos requisitos durante el proceso de desarrollo de software (Linden, 2018), contrario a lo que proponen los métodos tradicionales: analizar el dominio de forma exhaustiva para minimizar al máximo la probabilidad de que se produzcan cambios (Jamali & Oveisi, 2016). Por otra parte, en Candela, Duque y Sepúlveda (2015), se ha establecido que son las metodologías basadas en principios para Desarrollo de Software Ágil las que tienen el mayor grado de aceptación en la industria.

El Desarrollo de Software Ágil tiene su origen formal en el año 2001, cuando se reunieron 17 críticos de los procesos de desarrollo de software convocados por Kent Beck. Los asistentes a la reunión abordaron la forma como se estaba desarrollando software y llegaron a la definición del concepto Métodos Ágiles, “para describir métodos más ligeros en comparación con los métodos tradicionales. Así, llegan a un acuerdo para establecer cuatro valores fundamentales para los métodos ágiles y doce principios que deben seguir” (Yepes Palacio, 2017, p. 90). Estos valores y principios quedaron consignados en el documento divulgado bajo el título Manifiesto Ágil y son:

Valores del Manifiesto Ágil

“Estamos descubriendo formas mejores de desarrollar software tanto con nuestra propia experiencia como ayudando a terceros. Mediante este trabajo se aprende a valorar: Individuos e interacciones sobre procesos y herramientas. Software funcionando sobre documentación extensiva. Colaboración con el cliente sobre negociación contractual. Respuesta ante el cambio sobre el seguimiento de un plan” (Agile Manifesto, 2001).

Principios del Manifiesto Ágil

- “Nuestra mayor prioridad es satisfacer al cliente mediante la entrega temprana y continua de software con valor.
- Aceptamos que los requisitos cambien, incluso en etapas tardías del desarrollo. Los procesos ágiles aprovechan el cambio para proporcionar ventaja competitiva al cliente.
- Entregamos software funcional frecuentemente, entre dos semanas y dos meses, con preferencia en el periodo más corto posible.
- Los responsables de negocio y los desarrolladores trabajamos juntos de forma cotidiana durante todo el proyecto.
- Los proyectos se desarrollan en torno de individuos motivados. Hay que darles el entorno y el apoyo que necesitan y confiarles la ejecución del trabajo.
- El método más eficiente y efectivo de comunicar información al equipo de desarrollo y entre sus miembros es la conversación cara a cara.

- El software funcionando es la medida principal de progreso.
- Los procesos ágiles promueven el desarrollo sostenible. Los promotores, desarrolladores y usuarios debemos ser capaces de mantener un ritmo constante de forma indefinida.
- La atención continua a la excelencia técnica y al buen diseño mejoran la agilidad.
- La simplicidad, o el arte de maximizar la cantidad de trabajo no realizado, es esencial.
- Las mejores arquitecturas, requisitos y diseños emergen de equipos autoorganizados.
- A intervalos regulares, el equipo reflexiona sobre cómo ser más efectivo para, a continuación, ajustar y perfeccionar su comportamiento en consecuencia” (Agile Manifesto, 2001).

De manera previa a la existencia del Manifiesto Ágil, se habían generado algunas iniciativas tendientes a agilizar los procesos de construcción de software y a partir de la promulgación del Manifiesto, empezaron a surgir cada vez más propuestas metodológicas que aplican sus valores y principios. Los enfoques ágiles más utilizados de acuerdo con Yepes, Pardo y Gómez, (2016) son Scrum, eXtreme Programming (XP) y Kanban. Estos se presentan en la siguiente sección.

Metodologías Ágiles para desarrollo de software

Scrum

De acuerdo con Collabnet VersionOne (2019), Scrum es la metodología ágil más utilizada en el mundo. Sin embargo, su origen no está ligado al desarrollo de software. Esta metodología fue desarrollada a principios de la década de los 80 por los japoneses Ikujiro Nonaka y Hirotaka Takeuchi, quienes se enfocaron en analizar la forma en la que empresas de tecnología como Xerox, Cannon, Epson, Honda, entre otras, desarrollaban sus nuevos productos (Asato, Ramírez, Fierro y Gutiérrez, 2017).

En 1995 Ken Schwaber presentó “Scrum Development Process” en OOPSLA95 (Object-Oriented Programming Systems & Applications conference) (SCRUM Development Process), un marco de reglas para desarrollo de software, basado en los principios de scrum, y que él había empleado en el desarrollo de Delphi, y Jeff Sutherland en su empresa Easel Corporation (compañía que en los macrojuegos de compras y fusiones, se integraría en VMARK, y luego en Informix y finalmente en Ascential Software Corporation) (Lubaris Info 4 Media, 2015, p.15).

Scrum define una serie de reglas, artefactos y roles para el equipo de trabajo. Sin embargo, estas no son de irremediable cumplimiento dado que, como lo presenta (Lubaris Info 4 Media, 2015) existen dos enfoques: Scrum Técnico y Scrum Pragmático. De esta manera, el enfoque técnico de Scrum propende por el aprendizaje y cumplimiento de las reglas que se requieren para familiarizarse con la agilidad, mientras el enfoque pragmático plantea que “Una vez iniciados en agilidad, y con el conocimiento que el propio equipo acumula a través de las retrospectivas, se pueden ir “rompiendo” las reglas y adoptar scrum pragmático, personalizado y más adecuado a las propias circunstancias del propio

equipo y proyecto” (Lubaris Info 4 Media, 2015, p.16). En efecto, y tal como se presenta en la sección de resultados de este capítulo, existen empresas que, aunque trabajan con un enfoque ágil e indican aplicar Scrum, no utilizan sus reglas a cabalidad.

eXtreme Programming (XP)

Esta metodología conocida comúnmente como XP, tiene como propósito fundamental proveer a los procesos de desarrollo de software la capacidad de responder y adaptarse rápidamente a los cambios solicitados por el cliente. “Esto lo hace proponiendo entregas frecuentes en cortos ciclos de desarrollo con la intención de obtener retroalimentación oportuna frente a buenas necesidades del negocio” (Yepes, Pardo y Gómez, 2016, p.4).

XP utiliza una práctica denominada Programación por Pares, con la cual se busca que dos programadores trabajen juntos. Uno de los integrantes de la pareja toma el rol de *driver*, encargándose de escribir el código fuente; la otra persona se desempeña como *observer* o *navigator* y su función consiste en revisar permanentemente el código escrito por su compañero, con el fin de detectar errores y retroalimentar de manera constante el proceso de codificación. La pareja de trabajo debe intercambiar roles con frecuencia Yepes, Pardo y Gómez, (2016). Con esta práctica, la metodología XP propende por la prevención de errores surgidos durante la codificación, los cuales en etapas posteriores del proceso de desarrollo de software pueden resultar costosos para cualquier proyecto.

Kanban

Esta metodología tiene su origen como un subsistema del método TPS (*Toyota Production System*) creado por la compañía Toyota a finales de los años 80 para controlar los niveles de inventario y el flujo de insumos en el proceso de producción. Los usos documentados de Kanban en el área de Desarrollo de Software, datan del año 2004 cuando David Anderson la empezó a utilizar en Microsoft (Colla, 2016).

Según indica Colla (2016), “Kanban permite para el desarrollo de software visualizar el trabajo, limitar el trabajo en progreso e identificar restricciones del proceso para que se alcancen los objetivos de producción mientras que al mismo tiempo mantiene su foco en ítems individuales en cada momento” (p.1). Así mismo, Fuertes y Sepúlveda (2016), definen a Kanban como “un método productivo que permite mantener el flujo de trabajo, conservando la calidad en la fabricación del producto de forma rápida y garantizada para las organizaciones” (p.2).

En términos generales, se puede decir que Kanban es un método pensado principalmente para la administración de procesos en líneas de producción, sin embargo, su uso adaptado para el área de Desarrollo de Software ha probado ser efectivo y (Collabnet VersionOne, 2019) reporta que en la actualidad es utilizada por el 5% de las organizaciones.

Metodología

El abordaje metodológico de este estudio se realiza dentro de la investigación aplicada, enfoque que enmarca el proyecto de investigación. De esta manera, el estudio se ha llevado

a cabo en las siguientes etapas: 1) Revisión bibliográfica, 2) Diseño del instrumento para recolección de información, tipo cuestionario, 3) Selección de empresas a incluir en el estudio, 4) Aplicación del instrumento, 5) Organización de datos, 6) Análisis y presentación de resultados.

La exploración bibliográfica permitió establecer la existencia de revisiones literarias en las cuales se relacionan los usos documentados de metodologías ágiles en el sector industrial, tales como: Fuertes y Sepúlveda (2016), Yepes, Pardo y Gómez, (2016), Medina y López, (2015) entre otras. Sin embargo, cabe resaltar que el estudio que aquí se presenta busca, en cierta medida, corroborar de manera directa la información reportada en los documentos encontrados, específicamente para el caso colombiano y en empresas receptoras de practicantes de Unipanamericana, de manera homóloga al trabajo presentado en Argentina por Rujana, Romero, Tortosa, Tomaselli y Pinto, (2016), en el cual, a partir de la aplicación de 19 encuestas a empresas Pymes, se llegó a inferencias como: “son pocas las empresas que aplican actualmente o aplicaron en el último tiempo procesos ágiles; prefiriendo la mayoría volcarse a las metodologías tradicionales tal como el Desarrollo en Cascada” (p.648).

De otro lado, el diseño del instrumento para recolección de información se realizó teniendo en cuenta que el propósito principal de esta fase del proyecto de investigación es dar respuesta a la pregunta ¿Cuáles son las metodologías y prácticas ágiles de mayor aceptación y uso en la industria del software en Colombia? En consecuencia, se realizó la desagregación de las prácticas definidas en los marcos metodológicos más conocidos según, Yepes, Pardo y Gómez (2016), evitando utilizar de manera directa los nombres de las metodologías o de sus artefactos, a fin de minimizar la presencia de sesgos en los resultados. Las prácticas desagregadas son: Especificación funcional en historias de usuario, lista de requerimientos, ciclos de desarrollo cortos, reuniones diarias, reuniones semanales, programación por pares, validación de interfaces de usuario, tablero de estados, pruebas unitarias y pruebas funcionales o de aceptación.

Una vez diseñado el instrumento, se realizó la validación del mismo, contando para ello con la participación de personal adscrito a una empresa dedicada al entrenamiento y certificación en el uso de metodologías ágiles en Colombia, además de ser una importante empresa de Desarrollo y Pruebas de Software. Posteriormente, se seleccionaron las empresas para realizar la aplicación del mismo. La selección se llevó a cabo teniendo en cuenta que, en el estudio realizado por el Clúster de Software y Tecnologías de la Información de Bogotá (2018), se determinó que “Bogotá concentra alrededor del 73% de la industria de software y TI de Colombia y es el principal destino de inversión extranjera en el sector” (p.40) y que la segunda ciudad con mayor número de empresas relacionadas con fabricación o producción de software es Medellín. De esta manera, se conformó un grupo de 51 empresas ubicadas en Bogotá, Medellín, Cali y el Eje Cafetero por su cercanía con éstas dos últimas ciudades, como se ilustra en la figura 1.

Figura 1: Ubicación geográfica de las empresas participantes en el estudio.

Fuente: Elaboración propia (2019).

Del mismo modo, para el estudio fue muy importante contar, dentro del grupo seleccionado, con empresas en las cuales los estudiantes de la Facultad de Ingeniería de Unipanamericana realizan sus prácticas empresariales. Finalmente, resulta de interés precisar que la aplicación del instrumento se llevó a cabo entre abril y junio de 2019.

Resultados

La organización de los datos obtenidos tras la aplicación del instrumento deja claros aspectos relacionados con las características de las empresas participantes. Al respecto es preciso indicar que, un poco más del 50% de las empresas se clasifican como pequeñas, aproximadamente la tercera parte son medianas y la fracción restante grandes, como se observa en la figura 2.

Figura 2: Tamaño de las empresas participantes en el estudio.

Fuente: Elaboración propia (2019).

Así mismo, en la figura 3, se presenta la distribución de las empresas con respecto de su actividad principal, siendo notable la predominancia del desarrollo a la medida.

Figura 3: Actividad principal de las empresas participantes en el estudio.

Fuente: Elaboración propia (2019).

Por otra parte, el análisis de la información ha permitido establecer que, el 33% de las empresas de desarrollo de software, no se identifica ni con un enfoque tradicional ni con uno ágil. De ese 33%, el 100% corresponde a empresas pequeñas. Con relación al 67% restante, se encontró que en su totalidad indican estar trabajando con un marco ágil. En lo que respecta a las metodologías ágiles, el 45% de las empresas no utiliza una metodología formalmente especificada, de este 45%, el 96% a su vez corresponde a empresas pequeñas. Es notable que todas las empresas grandes se encuentran dentro del 55% que sí utiliza metodologías con especificaciones formales. Dentro del grupo de empresas que utilizan metodologías ágiles formalmente especificadas, se encontró que Scrum es la más utilizada, con un 81% de los casos como se presenta en la figura 4. Tan solo una de las empresas, que representa el 4%, reportó tener una metodología de su propia creación. Cabe aclarar que, con respecto del total general, Scrum es utilizada en el 41% de las empresas.

Estos resultados, dan cuenta de la alineación del comportamiento de la industria del software en Colombia frente al resto del mundo, según se ha presentado en (Collabnet VersionOne, 2019). De igual manera, se infiere gran coincidencia entre los resultados obtenidos y lo reportado por la literatura en, Fuertes y Sepúlveda (2016), Yepes, Pardo y Gómez, (2016) y Medina y López, (2015).

Llama la atención que, cerca del 8% de las empresas indican estar utilizando una metodología ágil y formalmente especificada, sin embargo, al indagar por el nombre de la metodología, no se obtiene respuesta. Del mismo modo, se ha encontrado que una de las empresas pese a haber indicado utilizar un marco metodológico ágil, realiza especificaciones funcionales detalladas utilizando casos de uso.

Figura 4: Metodologías ágiles utilizadas por las empresas participantes en el estudio.

Fuente: Elaboración propia (2019).

En lo referente a las prácticas ágiles, el 63% de las empresas realiza especificación funcional utilizando historias de usuario. Dentro de la fracción complementaria, se hay empresas que no documentan la especificación funcional estas son pequeñas en su totalidad; Ninguna de las empresas grandes realiza especificación funcional en casos de uso, hecho que resulta bastante coherente frente a que todas las empresas grandes reportaron el uso de metodologías ágiles con especificaciones formales. En la figura 5 se ilustran estos hallazgos.

Figura 5: Práctica para especificación funcional utilizada por las empresas participantes en el estudio, según su tamaño.

Fuente: Elaboración propia (2019).

Otra de las prácticas ágiles por la cual se indagó en el estudio, es la programación por pares. Al respecto se obtuvo como resultado que tan solo 4 empresas la utilizan. Sin

embargo, es importante resaltar que de estas 4 empresas, solo 2 trabajan con XP que es la metodología que incluye esta práctica de manera específica en su definición. Las otras 2 empresas que utilizan programación por pares pese a responder que utilizan un marco ágil, no han indicado el nombre de la metodología utilizada, de hecho, forman parte del grupo de empresas que no cuentan con una metodología formal.

En cuanto a las pruebas de software, tan solo una de las empresas, que representa el 2%, ha precisado no utilizar ningún tipo de pruebas. El 92% de las empresas lleva a cabo pruebas funcionales o de aceptación y el 41% de estas realiza además pruebas unitarias. Es decir que en total, el 53% de las empresas no realiza pruebas de software unitarias.

Un hallazgo de especial interés, se refiere a la periodicidad de las reuniones. En este sentido, cobra relevancia el hecho que aunque la metodología más utilizada resulta ser Scrum, las reuniones diarias no presentan igual porcentaje de adopción. De las 21 empresas que utilizan Scrum, el 43% no realiza reuniones diarias sino semanales. No obstante, esto puede explicarse por el uso del enfoque pragmático de Scrum, explicado en (Lubaris Info 4 Media, 2015). Por otra parte, el 18% de las empresas expone no tener una periodicidad definida para reuniones con su equipo de desarrollo, valga decir que todas estas empresas son pequeñas.

Conclusiones

Una de las motivaciones para la realización de este estudio, ha sido la identificación de las metodologías y prácticas de mayor aceptación en la industria del software en Colombia, en aras de nutrir la construcción de una propuesta metodológica ágil que se adapte a condiciones dadas por el entorno académico. En este sentido, el objetivo ha sido alcanzado, en tanto que se ha logrado la identificación de los elementos mencionados. Sin embargo, contrario a lo esperado, los resultados de este estudio dejan claro que en Colombia existe falta de formalismo en los procesos para construcción de software, presente principalmente en las empresas pequeñas. Sin embargo, este hallazgo abre la ventana para que, por medio del proyecto de investigación, se contribuya no solo al fortalecimiento de la academia en esta área, sino también al de los pequeños productores de software. En contraposición, es concluyente que las empresas grandes de desarrollo de software en Colombia, utilizan procesos bien definidos y preferentemente guiados por metodologías ágiles formalmente especificadas.

De otro lado, no resulta casual la coincidencia entre la falta de formalismo en las empresas pequeñas y la necesidad identificada en el proyecto de investigación dentro del cual se enmarca el presente estudio. Las metodologías ágiles formalmente especificadas, se adaptan fácilmente a equipos de trabajos medianos o grandes, no siendo así para equipos pequeños en los cuales las exigencias pueden resultar muy robustas y difíciles de adoptar. Los equipos de desarrollo pequeños requieren propuestas metodológicas que les permitan ser ágiles y eficientes, sin recargarse con prácticas que demanden más esfuerzo del que un equipo reducido en número de integrantes puede entregar.

Referencias bibliográficas

- Agile Manifesto. (2001). Recuperado el 20 de junio de 2019, de <https://agilemanifesto.org/iso/es/manifesto.html>.
- Andrade, J. M., Ramírez, E., Mendoza, J. A y Sánchez, H. (2018). La innovación, el capital intelectual y la competitividad en las pequeñas empresas del sur colombiano. En Y. d. Chirinos Araque (Ed.), *Tendencias en la Investigación Universitaria. Una Visión Desde Latinoamérica* (Vol. 4, pág. 65). Santa Ana de Coro, Falcón, Venezuela: Fondo Editorial Universitario Servando Garcés de la Universidad Politécnica Territorial de Falcón Alonso Gamero.
- Asato, J. A., Ramírez, E., Fierro, J. G y Gutiérrez, F. G. (2017). *Aplicación de Marcos de Trabajo Ágil para el Desarrollo de Software en Ambientes Académicos*. Pistas Educativas, 39, 6-25.
- Candela Uribe, C. A., Duque Madrid, N. B & Sepúlveda, L. E. (2015). *Marco de referencia metodológico para un laboratorio dedicado al desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles*. Entre Ciencia e Ingeniería, 9(17), 20-24.
- Clúster de Software y Tecnologías de la Información de Bogotá. (2018). *Hacia la implementación de estrategias para el crecimiento del capital humano*. Cámara de Comercio de Bogotá. Bogotá D.C.: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD.
- Colla, P. E. (2016). *Uso de opciones reales para evaluar la contribución de metodologías KANBAN en desarrollo de software*. ASSE 2016, 17 Simposio Argentino de Ingeniería en Software, 159.
- Collabnet VersionOne. (2019). *13th Annual State of Agile Report*. Recuperado el 21 de junio de 2019, de <https://www.stateofagile.com/#ufh-i-521251909-13th-annual-state-of-agile-report/473508>.
- Fuertes, Y y Sepúlveda, J. (2016). *Scrum, Kanban y Canvas en el sector comercial, industrial y educativo - Una revisión de la literatura*. Revista Antioqueña de las Ciencias Computacionales y la Ingeniería de Software, 6(1), 46-50.
- Jamali, G y Oveisi, M. (2016). *A Study on Project Management Based on PMBOK and PRINCE2*. Modern Applied Science, 10(6), 142-146. doi:10.5539/mas.v10n6p142.
- Larman, C. (2003). *Agile and Iterative Development: A Manager's Guide*. Addison Wesley.
- Linden, T. (2018). Scrum-Based Learning Environment: Fostering Self-Regulated Learning. *Journal of Information Systems Education*, 29(2), 65-74. Obtenido de <http://jise.org/Volume29/n2/JISEv29n2p65.html>.
- Lubaris Info 4 Media. (2015). *Scrum Manager I* (Vol. 2.5.1). (J. Palacio, Ed.).
- ManpowerGroup. (2016). *Escasez de Talentos*. Madrid: ManpowerGroup.
- Medina, L. N y López, W. M. (2015). *Escoger una Metodología para Desarrollar Software, Difícil Decisión*. (ACOFI, Ed.) Educación en Ingeniería, 10(20), 98-109.

- Pressman, R & Maxim, B. (2015). *Software Engineering: A Practitioner's Approach* (9 ed.). New York: McGrawHill.
- Rujana, M., Romero, N., Tortosa, N., Tomaselli, G y Pinto, N. (2016). *Análisis sobre adopción de metodologías ágiles en los equipos*. XVIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. Entre Ríos: Argentina.
- Yepes, D. (2017). *Representación de los principios del Manifiesto Ágil en el núcleo de Semat*. Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Yepes, J., Pardo, C y Gómez, O. (2016). *Estado del Arte de la Utilización de Metodologías Ágiles y otros Modelos en Pymes de Software*. VII Taller Internacional de Calidad en las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.