

Framework para la evaluación de calidad de procesos ágiles

Resumen de Tesis presentada para obtener el Doctorado en Ciencias Informáticas
en la Facultad de Informática de UNLP

Dra. Noelia Pinto

ns.pinto@ca.fre.utn.edu.ar

Centro de Investigación Aplicada a TIC (CInApTIC). UTN FRRe

Director Dr. César Acuña

Centro de Investigación Aplicada a TIC (CInApTIC). UTN FRRe

Codirector Dr. Gustavo Rossi

Centro de Investigación LIFIA Facultad de Informática UNLP

19 de Noviembre de 2020

Resumen

La industria del software requiere de productos y servicios de alta calidad, puede lograrse mediante la aplicación de modelos y metodologías de calidad reconocidos internacionalmente. Sin embargo, estos modelos en pequeñas y medianas empresas (PYMES) son muy difíciles de implementar ya que ello implica una gran inversión en dinero, tiempo y recursos.

Por ello, resulta necesario establecer estrategias que permitan la automatización del ciclo de desarrollo de software, de forma tal de promover la reducción de costos y la eficiencia en los procesos de obtención de productos finales. En este caso, la filosofía ágil resulta ser el enfoque más adecuado para los entornos de desarrollo actuales, y se posicionan como alternativa a los procesos de desarrollo con alto costo en documentación y procesos excesivamente prolongados.

Con el objetivo de facilitar la adopción de prácticas ágiles en las PYMES, promoviendo el aseguramiento de la calidad de los procesos de desarrollo de software, se presenta Agile Quality Framework (AQF), un framework cuya propuesta integra el diseño y desarrollo de un modelo que permita evaluar la calidad en procesos ágiles de software, y una plataforma que permitirá el seguimiento de proyectos de software ágiles junto a la evaluación sistemática de calidad del proceso de desarrollo.

AQF surge, como una plataforma que contribuye con los equipos de desarrollo de software a partir de la evaluación de calidad en proyectos ágiles, considerando como objeto de la medición al proceso de desarrollo independientemente del enfoque ágil seleccionado.

Palabras Claves: *Calidad de Software; Procesos ágiles de Desarrollo de Software; Evaluación de Calidad*

1. Introducción

La mejora e innovación de los procesos de software, con el objetivo de incrementar la calidad de sus productos y servicios, se ha convertido, en los últimos años, en el elemento diferenciador que las empresas necesitan para mejorar sus niveles de competitividad en la Industria del Software. Sin embargo, diversos estudios coinciden en la dificultad de las PYMES (Mas., Amengual., 2005)(Pasini, Esponda, Bertone & Pesado, 2008) (Pfleger, 2002) para implementar programas de Mejoras de Proceso de Software (Software Process Improvement - SPI), fundamentalmente porque la aplicación de estos modelos resulta costosa en términos económicos y de esfuerzo, pues requieren una gran inversión en dinero, tiempo y recursos, sus recomendaciones son complejas de aplicar y el retorno de la inversión se produce a muy largo plazo (Garzás, Fernández & Piattini, 2009). De esta forma, los

parámetros de tiempos de desarrollo y costo de soluciones afectarán directamente al trabajo que se realice, siendo la calidad la primera variable de ajuste disponible.

Dado que la calidad del producto de software desarrollado está estrechamente relacionada con la calidad del proceso utilizado, las PyMEs necesitan implementar proyectos para la mejora de sus procesos que le permitan incrementar la calidad de sus productos. De esta forma, analizando la situación de la Industria del Software en el NEA (Región Nordeste de Argentina) respecto a la adopción del ciclo de vida que guíe los procesos de desarrollo de las empresas, surge la necesidad de proporcionar un marco de trabajo que permita evaluar la calidad cuando optan por trabajar con enfoques ágiles (Acuña, Cuenca Pletsch, Tomaselli, Pinto & Tortosa; 2015).

Habiendo realizado un análisis de la literatura disponible se observa que, en su mayoría, los estudios se centran en analizar la implementación de prácticas ágiles, sin evaluar la relación entre el proceso de desarrollo de software y la calidad. Así, y teniendo en cuenta las particularidades de organizaciones tipo PYMES, resultados de estudios previos realizados (Rujana, Romero Franco, Tortosa, Tomaselli, & Pinto, 2016), demuestran la ausencia de estrategias que permitan a las empresas integrar agilidad a sus ciclos de desarrollo sin dejar de lado aspectos relacionados a la calidad de software.

En términos prácticos, si bien existen numerosos estudios que demuestran una creciente adopción de estos enfoques en empresas de software (Version One 12th Annual State of Agile™ Report, 2018), el rápido crecimiento de la agilidad ha generado confusión, malas interpretaciones e incluso efectos negativos en el desarrollo de algunos proyectos de software (Bollati, V. A., Gaona, G., Pletsch, L. C., Gonnet, S., & Leone, H., 2017). Este escenario implica, por lo tanto, la búsqueda de estrategias que permitan no solo guiar a las empresas en la adopción de las prácticas ágiles sino también en cuestiones relacionadas a la gestión de la calidad que contribuyan en la generación de valor en la producción de software.

En este sentido, y como primera alternativa, se ha implementado y validado un marco de trabajo que permite evaluar la calidad cuando se opta por trabajar con procesos ágiles de desarrollo de software. Dicho framework se denomina AQF (Agile Quality Framework) y su versión actual está formada por un modelo, QuAM (Quality Agile Model), compuesto por métricas, atributos y criterios que permiten medir los niveles de calidad asociados a las prácticas ágiles, y por QuAGI (Quality AGile), una herramienta de software que brinda soporte a dicho modelo a través de la automatización del seguimiento de proyectos y la visualización de diferentes informes (Pinto, Acuña, Tortosa & Cabas Geat; 2018).

Cabe destacar que este desarrollo constituye uno de los objetivos de la tesis doctoral denominada “Framework para la evaluación de calidad de procesos ágiles”, realizada en el marco del proyecto “Evaluación de Calidad en Procesos Ágiles de Desarrollo de Software”, financiado por la UTN y ejecutado en el Centro de Investigación aplicada en TICS (CInApTIC) de la Facultad Regional Resistencia, con el código IAI4445TC.

1.1. Hipótesis y Objetivos de la Tesis

Se ha definido para la tesis la Hipótesis de investigación como sigue:

“Será factible mejorar la calidad de los procesos de desarrollo de software guiados por prácticas ágiles a través de la evaluación automática de la calidad de dichos procesos utilizando un

framework compuesto por un modelo de calidad y una herramienta que automatice la gestión de dicho modelo”

El Objetivo General de esta tesis doctoral ha consistido en: *“Proponer un framework que facilite el seguimiento de proyectos y la evaluación de calidad de procesos en empresas PYMES que implementen prácticas ágiles en el desarrollo de software”*.

Para conseguirlo, se establecieron los siguientes objetivos específicos:

1. Realizar un estudio de trabajos previos relacionados a modelos de calidad y herramientas de software aplicables a procesos ágiles en contextos de empresas PYMES.
2. Proponer un modelo de evaluación de calidad sobre procesos de desarrollo de software guiados por prácticas ágiles, en base a la definición de un conjunto de componentes.
3. Diseñar e implementar herramientas de software que soporten la gestión de componentes del modelo de calidad e integren un framework que evalúe la calidad en procesos ágiles.
4. Analizar y estudiar el comportamiento del framework propuesto utilizando un método de validación sobre entornos reales de producción de software.

1.2. Enfoque Metodológico

Teniendo en cuenta las características de esta tesis, luego de analizar modelos tradicionales y otros más específicos, el método de investigación que se ha seguido constituyó una adaptación del propuesto por Marcos y Marcos (Marcos, E., & Marcos, A., 1999) para la investigación en Ingeniería del Software. El método genérico es un método general de trabajo, basado en los pasos a seguir, según Bunge (Bunge, M., 1989) en cada investigación científica. Aunque estos pasos se basan en el método deductivo hipotético, debido a su generalidad, son aplicables, con ciertas modificaciones, a cualquier tipo de investigación e incluso a la resolución de cualquier tipo de problema que intentemos resolver.

Particularmente, durante la tesis las fases de *Resolución* y *Validación* se han llevado a cabo siguiendo la teoría de la Ingeniería de Software Empírica, es decir la rama de la Ingeniería de Software que se basa en la experimentación como método para corresponder ideas o teorías con la realidad, la cual refiere a mostrar con hechos las especulaciones, suposiciones y creencias sobre la construcción de software (Wohlin, C et al, 2000). Por un lado, la *Resolución* comprende todas las actividades que conducen a lograr el producto final que, para la tesis, ha significado la obtención del framework AQF. Y por otro lado la *Validación* implica el proceso del estudio, análisis y observación de la implementación del framework sobre proyectos ágiles reales.

Tanto para el proceso de Resolución como el de Validación, se han utilizado dos de las técnicas más relevantes de la Ingeniería de Software Empírica: la encuesta y el estudio de casos.

Las encuestas se han realizado sobre una muestra representativa de la población, y luego los resultados han sido generalizados al resto de la población. Su utilización ha permitido obtener datos, primero para el diagnóstico de la situación actual y a posteriori para el estudio de la reacción de la población analizada al implementar el framework AQF en sus proyectos.

Durante la etapa de *Validación* se han realizado estudios de casos, un instrumento adecuado para muchos tipos de investigación de ingeniería de software, ya que los objetos de estudio (en este caso proyectos ágiles de software), son fenómenos contemporáneos, que son difíciles de estudiar de forma aislada (Kitchenham, B., Pickard, L., & Pfleeger, S. L., 1995) Este método ha permitido la

observación de diversas variables y su comportamiento en cada uno de los equipos donde se han puesto los proyectos ágiles bajo evaluación del framework AQF.

Cabe destacar también que los estudios de caso no se realizaron en simultáneo, por lo que el carácter iterativo del proceso de *Validación* ha permitido que los resultados de cada uno de los estudios de casos sirvan como punto de control de lo realizado hasta el momento, pudiendo realizar los ajustes que se consideren necesario tanto sobre el modelo como sobre la herramienta que conforman el framework AQF para un próximo estudio.

2. AQF: Desarrollo de la propuesta

El aporte significativo de AQF se centra en que el nivel de calidad de un proyecto ágil no sea definido únicamente a través de un valor numérico, sino que sea el resultado también de la evaluación de otros aspectos, en base al contexto en el que se desarrolla el proceso y los factores que lo impactan.

Aquí, es necesario aclarar que, cuando se hace referencia al término “Proyecto Ágil”, se incluye a aquéllos que implementan prácticas ágiles para el proceso de desarrollo del producto software en base a cualquier enfoque tal como Scrum, Kanban, Lean o híbridos.

El framework AQF está compuesto por:

- Un *modelo de calidad*, denominado QuAM (Quality Agile Model) que consta de:
 - Una estructura formal definida en función a componentes, atributos, métricas y criterios relacionados entre sí.
 - Una estrategia de medición que establece el nivel de calidad asociado a cada componente.
- Una herramienta de software, QuAGI (Quality AGile) que da soporte al modelo, constituyendo un medio para su validación, y se compone de:
 - Una arquitectura que define cada uno de los componentes que forman la herramienta.
 - Una representación lógica que permite implementar el proceso de medición sobre cada uno de los componentes del modelo QuAM.
 - Un conjunto de interfaces que facilitan la interacción de actores externos (tales como administrador del proyecto, equipo de desarrollo, etc) con la herramienta.

2.1. QuAM: El modelo de calidad

QuAM (Quality Agile Model), es un modelo conceptual cuyo objetivo es describir el conjunto de componentes que influye en la calidad de proyectos ágiles junto a un procedimiento de evaluación de calidad que los integra. QuAM permite asociar los resultados de la medición con un perfil de calidad asociado al proyecto ágil evaluado (Pinto, Acuña, Cuenca Pletsch; 2016). El modelo QuAM surge de un relevamiento sistemático de la literatura y del análisis del contexto actual a partir del relevamiento de información realizado en la Industria del software en el nordeste argentino (NEA) del cual se han obtenido factores de relevancia que fueron incluidos al esquema de componentes de QuAM. Tal como se observa en la Figura 1, la estructura del modelo incluye 4 componentes, formados por atributos, cada uno de los cuales se mide a través de métricas directas e indirectas.



Figura 1. Componentes y atributos del modelo de calidad QuAM

Sin embargo, para la evaluación de calidad de proyectos ágiles que propone AQF no basta con la definición de un modelo, sino que resulta necesario automatizar la gestión de los componentes de QuAM a partir de una herramienta que permita el seguimiento de proyectos acompañado por la obtención de informes parciales respecto de la calidad del proceso ágil que lo caracteriza. Por ello, a fin de complementar el framework AQF, durante la tesis se abordó el desarrollo de QuAGI, una aplicación web que permite la gestión de los componentes de QuAM a través de la medición y obtención automática de los valores correspondientes a cada una de las métricas a lo largo del proceso de desarrollo. El objetivo central de esta herramienta es permitir el seguimiento online de proyectos basados en prácticas ágiles junto a la posibilidad de realizar evaluaciones continuas respecto al nivel de calidad que se esté logrando en el proceso.

2.2. QuAGI: Plataforma web para seguimiento de proyectos ágiles

QuAGI fue diseñada como una aplicación web escalable de forma tal que, permita añadir nuevas funcionalidades de manera rápida y sencilla a partir de reportes de feedback que surjan luego de escenarios de validación que se describirán en el capítulo siguiente de esta tesis.

Por lo tanto, QuAGI permite administrar proyectos ágiles, realizar el seguimiento de cada uno de ellos, obtener diversos informes y constituye una herramienta de comunicación interna entre los integrantes del equipo. Por último, da soporte a los procesos de toma de decisiones asistiendo a los responsables mediante reportes que informen sobre evaluación de calidad del proyecto y recomendaciones de ajustes para la mejora continua (Pinto, Tortosa, Cabas Geat, Ibáñez & Acuña; 2018).

La arquitectura propuesta para QuAGI consiste en una plataforma basada en componentes reutilizables, permitiendo así que las aplicaciones que se integren a la plataforma hagan uso de dichos componentes. Tal como se observa en la Figura 2, cada uno de los componentes de QuAGI representa una vista particular de su arquitectura, y esta configuración propuesta permite asegurar el mantenimiento de la trazabilidad entre los diferentes artefactos desarrollados, la reutilización de estos y el mejor control de su evolución a la hora de incorporar nuevas funcionalidades.

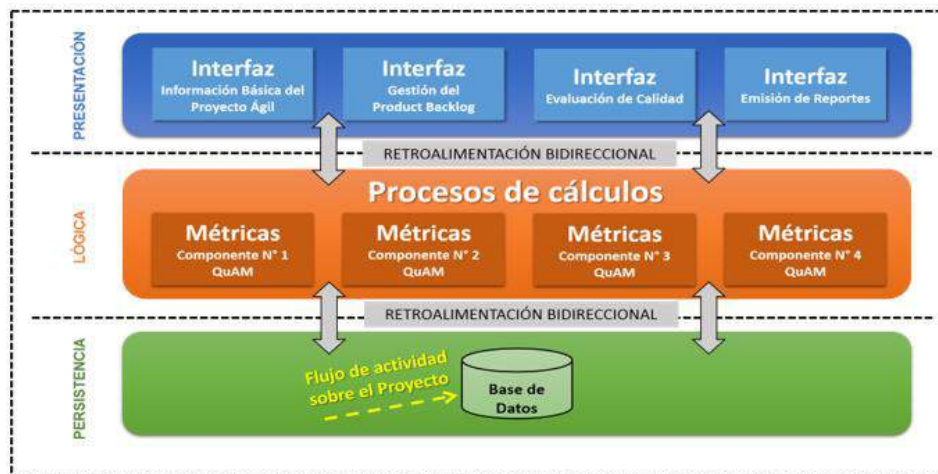


Figura 2. Arquitectura conceptual de QuAGI

Considerando que existen actualmente en el mercado muchas herramientas que permiten gestionar proyectos de software (por ejemplo, Trello, Taiga.io, Jira, etc), QuAGI, a diferencia de las existentes, además forma parte del framework AQF, por lo que no solo permite el seguimiento online de los proyectos de software, sino que también da soporte a lo establecido en un modelo de calidad propio y permite, entonces, realizar evaluación de calidad del proyecto en cuestión. Así, actualmente QuAGI permite: Configuración inicial del proyecto ágil, Gestión del Product Backlog, Evaluación de calidad y Emisión de reportes.

Cabe destacar que QuAGI almacena constantemente la interacción de los usuarios con la herramienta; por lo que, cuando se requiere conocer sobre el nivel de calidad del proyecto, QuAGI recupera dicha información, realiza las mediciones de todos los componentes, definidos por QuAM, y obtiene la evaluación de forma automática. Una de las contribuciones más importantes derivadas de esta tesis se enfoca en la posibilidad de incorporar, al seguimiento de proyectos ágiles, el proceso de evaluación de calidad asociado al ciclo de desarrollo que se pretende gestionar.

Finalmente, resulta importante destacar que, como resultado del desarrollo de esta plataforma web QuAGI la misma ha sido registrada, durante el desarrollo de la tesis, como Obra Inédita de Software ante la Dirección Nacional de Derecho de Autor dependiente del Ministerio de Justicia y Derechos Humanos de la República Argentina¹.

2.3. Valor agregado de AQF

La propuesta del framework AQF se destaca por ciertos aspectos que no solo benefician a la calidad de los procesos de desarrollo, sino que, asimismo, ayudan a tomar decisiones que añaden valor agregado a los proyectos de software.

- **Propuesta integral**

Un aspecto clave de AQF, es que representa una propuesta que integra el seguimiento de un proyecto de software y la evaluación de calidad del proceso ágil asociado, en una única plataforma.

¹ El Registro se ha publicado en el Boletín Oficial del Poder Ejecutivo Nacional el 25 de junio de 2019, con el Número RE-2019-57162220-APN-DNDA-#MJ

A diferencia de trabajos relacionados, que se enfocan unilateralmente en algunos aspectos del ciclo de desarrollo de software, AQF observa el proceso ágil desde 4 factores: producción de entregables, equipo de trabajo, comunicación con el cliente y gestión de requerimientos, coincidiendo con los valores de la filosofía ágil en la gestión de proyectos. AQF, obtiene una visión integral de la implementación del proceso ágil, a lo largo de todo el ciclo de desarrollo, reforzando la información de la evaluación de calidad obtenida con informes útiles para la toma de decisiones.

- **Procedimiento de Evaluación**

AQF ofrece la definición detallada de un procedimiento de evaluación integral, que basándose en QuAM, permite comprender el significado del nivel de calidad del proceso ágil asociado a su capacidad de producción de entregables del equipo, a la evaluación del equipo de trabajo, a la comunicación con el cliente y a la gestión de requerimientos. De hecho, el aspecto diferenciador de este procedimiento de evaluación es que la calidad de un proyecto ágil no es un valor binario, sino que puede darse en un espectro de valores que seguramente estén condicionados por condiciones del contexto donde el proyecto se lleva a cabo.

- **Visibilidad del trabajo de equipo**

Otro beneficio de AQF, frente a otras propuestas disponibles en la literatura, es que ofrece mayor visibilidad del trabajo asignado al equipo. Esta característica exalta uno de los principios ágiles: la transparencia, haciendo hincapié en la importancia del acceso y conocimiento sobre la información que se maneja de cada proyecto. QuAGI propone, entonces, una visión holista de cada proyecto, mostrando, no solamente la actividad y quién tiene asignado cada tarea, sino promoviendo que cada integrante del equipo conozca todo el trabajo no finalizado en el que está participando.

- **Gestión del conocimiento**

AQF, a partir de la interacción de usuarios con QuAGI, permite generar conocimiento útil que se transformarán, luego, en lecciones aprendidas para toma de decisiones en proyectos actuales y futuros proyectos ágiles. A partir de los datos y de las evidencias generadas por el uso de QuAGI, se podrían analizar indicadores que permitan exponer las bondades y debilidades de los elementos intervinientes en los procesos ágiles de desarrollo de software de los proyectos evaluados. Este aporte de conocimiento permite el monitoreo y evaluación de los logros obtenidos por la ejecución de determinadas prácticas ágiles; fomentando la creación de una cultura orientada al autoaprendizaje y socialización, para permitir que las buenas prácticas y las lecciones aprendidas sean de total conocimiento de los participantes en la mejora continua de los procesos de desarrollo de software.

3. Resultados obtenidos

Para validar la propuesta presentada en la tesis, se ha elegido trabajar con estudios de caso para que la validación de la propuesta se realice sobre entornos reales de proyectos ágiles en ejecución, de forma tal de obtener retroalimentación de los potenciales usuarios de QuAGI y al mismo tiempo poner en práctica toda la definición del método de evaluación propuesto por QuAM, lo que en sí mismo ya es un mecanismo de mejora. Además, los estudios de casos son una herramienta

empírica que provee de cierto grado de libertad para definir contextos que puedan adecuarse a las necesidades de validación que fueran surgiendo.

Se han ejecutado 3 estudios de casos para validar QuAGI a partir del seguimiento de proyectos ágiles reales y su evaluación de calidad en base a los componentes establecidos por QuAM².

A modo de resumen, se destaca que en el estudio de caso N° 1 se llevó adelante la validación de la herramienta en un primer sprint de proyectos ágiles en 20 equipos de desarrollo de empresas PYMES de software. En función al uso de la herramienta QuAGI se realizó una encuesta a los equipos de forma tal de validar la estructura de QuAM analizando la utilidad de cada componente en la evaluación de calidad de procesos ágiles. Del estudio se concluyó que un 70% de los equipos participantes consideran útil la herramienta QuAGI para la evaluación de calidad de procesos ágiles gracias a que facilita el seguimiento de la estructura del modelo tal como se define en QuAM. En el caso del 30% que consideró de poca o nula ayuda utilizar QuAGI, se pudo relevar que se debió a la falta de informes representativos del proceso asociado al trabajo en equipo, factor fundamental para el éxito de proyectos ágiles de acuerdo con su perspectiva.

Los resultados del estudio de caso N° 1 dieron lugar al diseño del estudio de caso N° 2, el cual tuvo por objetivo validar la información que QuAGI ofrece para mejorar la calidad de trabajo en equipo en proyectos ágiles. El estudio de caso N° 2 estuvo constituido por 90 personas pertenecientes a 20 equipos, y se enfocó en los resultados proporcionados por el componente N° 2 de QuAM “Evaluación del trabajo en equipo”. Los resultados que se lograron, luego de analizar los informes proporcionados por QuAGI y recomendaciones realizadas durante reuniones posteriores a la implementación, fueron muy superiores a los obtenidos en un primer control sin aplicar las mejoras indicadas por la herramienta. No solo se observaron mejoras a nivel del trabajo en equipo, sino que esto impactó favorablemente a los demás componentes considerados al evaluar la calidad del proceso asociado al proyecto ágil correspondiente. La experiencia aportó además mejoras que eran necesarias a nivel de interfaz para continuar añadiendo valor a QuAGI como herramienta de seguimiento.

Finalmente, se diseñó un nuevo estudio de caso que facilite la validación integral de QuAGI teniendo en cuenta la evaluación de todos los componentes de QuAM. El estudio de caso N° 3 se caracterizó por analizar el rendimiento completo de QuAGI en equipos sin experiencia previa con otras herramientas de seguimiento en proyectos ágiles. Además, se incluyó en el estudio el análisis de la calidad de proyectos ágiles en equipos que utilizaron otra herramienta diferente con el objetivo de comparar resultados. Durante la experiencia se realizaron observaciones en forma gradual y en diferentes momentos acordados desde el inicio, registrándose cada caso para su posterior análisis. Concluyendo el estudio de caso, los resultados que se obtuvieron, han sido mucho mejores para la calidad de los procesos en los equipos que utilizaron QuAGI en sus proyectos ágiles no solo a nivel de gestión sino también relacionados a curva de aprendizaje, experiencia de usuario y utilidad.

Además, el proceso de validación de la propuesta de la tesis ha permitido obtener conclusiones y adquirir experiencias de las que se desprenden ciertas lecciones aprendidas. En primer lugar, luego de haberse ejecutado todos los estudios de caso se destaca cómo las recomendaciones ofrecidas por QuAGI en conjunto con el seguimiento de los componentes definidos en QuAM permite mejorar notoriamente la calidad de los procesos ágiles de cada proyecto. Del análisis se destaca

² Y las características y particularidades de cada caso se detallan en profundidad en la tesis disponible en <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/109769>

también que los participantes subrayan entre los beneficios de QuAGI que sea una herramienta fácil de usar, útil y, sobre todo, manifiestan intención de usarla en el futuro pues la información obtenida resulta de vital importancia para el éxito de sus proyectos. Todo esto no hubiera sido posible sin analizar la aplicabilidad real de la evaluación de calidad de proyectos ágiles mediante el estudio de componentes definidos en QuAM y el seguimiento automático a través de QuAGI, logrado gracias al proceso de ejecución de estudios de casos.

En segundo lugar, la realización de esta experiencia de validación ha permitido, además, analizar el grado de adecuación, completitud y corrección de los resultados en los informes de calidad aportados por QuAGI; logrando modificaciones que aporten valor en cada instancia de validación y favorezca la obtención de la mejor versión de la herramienta.

Y, por último, pero no menos importante, el estudio de casos sobre proyectos ágiles reales ha posibilitado obtener realimentación de los participantes que aplicaron el modelo y usaron la herramienta. Esto no solo colaboró con mejoras a nivel de interfaz y usabilidad de la herramienta QuAGI, sino que también permitió añadir valor a través de mejoras en la configuración de los componentes de QuAM.

4. Conclusiones y Trabajos Futuros

La tesis doctoral que se presenta en este artículo tiene como objetivo principal el diseño, desarrollo e implementación del framework, AQF, para la evaluación de calidad en procesos ágiles de desarrollo de software.

El trabajo de esta tesis ha permitido integrar en AQF la presentación de un nuevo Modelo de Calidad, QuAM; y la implementación de una herramienta de software, QuAGI, que da soporte automático a lo establecido en QuAM. Y, mejor aún, la propuesta ha sido adaptada, en base a estudios de casos de validación, para que pueda utilizarse en entornos reales de producción con proyectos de software cuyo desarrollo es guiado por prácticas ágiles.

Como trabajos futuros se pretende llevar a cabo más casos de estudio que permitan lograr la versión que se adecúe, en mayor medida, a la realidad de las PyMES, incorporando sus prácticas más comunes y permitiendo obtener el nivel de calidad más representativo a cada proyecto ágil que se evalúe a través de AQF. Además, resulta necesario incorporar al estudio de validación el resto de los componentes para analizar el funcionamiento integral del framework.

Además, a pedido de las empresas, se continuará expandiendo AQF mediante la incorporación de un Asistente Virtual que actúe en función a eventos, libere de trabajo de monitorización a los Administradores de Proyecto y de soporte a la toma de decisiones de directivos de las empresas.

Finalmente, cabe destacar que, como resultado de realización de la tesis, se han generado 2 proyectos de investigación, “Evaluación del impacto de las emociones en la calidad de software desde el punto de vista del usuario”, y otro, denominado “iQuAGI: Un enfoque inteligente para la evaluación de calidad de procesos de software ágiles”, ambos pertenecientes al CInApTIC y en ejecución actualmente.

Referencias

Acuña, C., Cuenca Pletsch, L., Tomaselli, G., Pinto, N., Tortosa, N. (2015) “Calidad de Software y Metodologías Ágiles en las PYMES de la Industria del Software”. Publicado en Memorias de 3er Congreso Nacional de Ingeniería Informática/Sistemas de Información (CONAIISI 2015). Noviembre, 2015. ISBN 978-987-1896-47-9.

Bollati, V. A., Gaona, G., Pletsch, L. C., Gonnet, S., & Leone, H. (2017). "The state of agile development adoption in Argentine software companies". In Computer Conference (CLEI), 2017 XLIII Latin American (pp. 1-10). IEEE.

Bunge, M. (1989). *La investigación científica* (No. 330.018 BUN).

Garzas, Fernández & Piattini (2009). "Una aplicaci3n de la Norma ISO/IEC 15504 para la evaluaci3n por nivel de madurez de Pymes y pequeños equipos de desarrollo". *Revista Española de Innovaci3n, Calidad e Ingeniería del Software*, Vol.5, No. 2.

Kitchenham, B., Pickard, L., & Pfleeger, S. L. (1995). Case studies for method and tool evaluation. *IEEE software*, 12(4), 52-62.

Mas A., Amengual E. (2005). "Las mejoras de los procesos de Software en las pequeñas y medianas empresas (pymes). Un nuevo modelo y su aplicaci3n a un caso real". *Revista Española de Innovaci3n, Calidad e Ingeniería del Software*, Vol.1, No. 2

Marcos, E., & Marcos, A. (1999). *An Aristotelian Approach to the Methodological Research: a Method for Data Model Construction. Information Systems. The Next Generation.* McGraw Hill, 532-543.

Pasini, A. C., Esponda, S., Bertone, R. A., & Pesado, P. (2008). "Aseguramiento de Calidad en PYMES que desarrollan software." XIV Congreso Argentino de Ciencias de la Computaci3n.

Pfleger, S. (2002) "Ingeniería de Software. Teoría y Práctica." Pearson Education.

Pinto, N., Tortosa, N., Cabas Geat, B., Ibáñez, L., & Acuña, C. (2018, November). Validaci3n de la reingeniería aplicada sobre la primera versi3n de Agile Quality Framework. In XIX Simposio Argentino de Ingeniería de Software (ASSE)-JAIIO 47 (CABA, 2018).

Pinto, N., Acuña, C., & Cuenca Pletsch, L. R. (2016). Quality Evaluation in Agile Process: A First Approach. In XXII Congreso Argentino de Ciencias de la Computaci3n (CACIC 2016)...

Rujana, M., Romero Franco, N., Tortosa, N., Tomaselli, G., & Pinto, N. (2016). "Análisis sobre adopci3n de metodologas ágiles en los equipos de desarrollo en pymes del NEA". WICC 2016

Version One 12th Annual State of Agile™ Report (2018) Available at <https://explore.versionone.com/state-of-agile/versionone-12th-annual-state-of-agile-report>

C. Wohlin, P. Runeson, M. H3st, M. C. Ohlsson, B. Regnell, and A. Wessl3n. *Experimentation in software engineering: an introduction.* Kluwer Academic Publishers, Norwell, MA, USA, 2000.