

# PROJECT, DESIGN AND MANAGEMENT

ISSN: 2683-1597



## Cómo citar este artículo:

Rojas Sánchez, M. Á. & Uc Rios, C. E. (2022). Gestión de proyectos en tesis de titulación universitaria. *Project, Design and Management*, 4(1), 52-68. doi: 10.35992/pdm.4vi1.974

## GESTIÓN DE PROYECTOS EN TESIS DE TITULACIÓN UNIVERSITARIA

**Miguel Angel Rojas Sánchez**

Universidad Internacional Iberoamericana (Uruguay)

[miguel.rojas.uy@gmail.com](mailto:miguel.rojas.uy@gmail.com) · <https://orcid.org/0000-0003-2215-1742>

**Carlos Eduardo Uc Rios**

Universidad Internacional Iberoamericana (México)

[carlos.uc@unini.edu.mx](mailto:carlos.uc@unini.edu.mx) · <https://orcid.org/0000-0003-1321-019X>

**Resumen.** La gestión de proyectos es una disciplina que influye en forma directa en el éxito o fracaso de cualquier proyecto y la industria del software no es la excepción. La curricula académica de las universidades se centra en brindar los conocimientos necesarios para que los estudiantes adquieran las competencias técnicas y metodológicas necesarias para lograr la correcta ejecución de un proyecto. Sin embargo, el énfasis en materias de gestión, así como la práctica en proyectos reales presenta una dificultad adicional y por consiguiente una dedicación menor que el resto de las áreas de conocimiento. En este artículo se responde las siguientes preguntas de investigación: i) ¿Cuántas horas se dedican los estudiantes a la gestión de proyectos? y ii) ¿Las horas de gestión de proyectos se relacionan con la metodología aplicada? Este trabajo de investigación utiliza la estadística descriptiva con un enfoque cuantitativo de carácter no experimental, donde se analizaron los datos provenientes de 349 proyectos de tesis de titulación universitaria de carreras de ciencias de la computación provenientes de dos universidades. Los proyectos analizados se centran en 3 metodologías de gestión: la propuesta por el Project Management Institute (PMI), una específica para proyectos de software y el framework SCRUM. Finalmente, en función de los resultados obtenidos se demuestra que en el contexto académico no existen diferencias considerables que relacionen el esfuerzo con la metodología aplicada y que el esfuerzo en tareas de gestión se ubica en el intervalo de entre 5% y 15% siendo consistente con la literatura presentada.

**Palabras clave:** gestión de proyectos, tesis de grado, desarrollo de software, comparación de esfuerzo entre metodologías de gestión

## PROJECT MANAGEMENT IN UNIVERSITY CAPSTONE PROJECTS

**Abstract.** Project management is a discipline that directly influences the success or failure of any project, and the software industry is no exception. The university's academic curriculums focus on providing students the required knowledge to obtain technical and methodological skills that are necessary to achieve correct project execution. However, the emphasis on project management subjects, as well as their practice

in real projects presents an additional difficulty and therefore a lower dedication than the rest of the knowledge areas. This article answers the following research questions: i) How many hours do students devote to project management? and (ii) Are the project management hours related to the methodology applied? In this research work, descriptive statistics were used with a quantitative approach of a non-experimental nature, where data from 349 university capstone projects of computer science careers from two different universities were analyzed. The projects analyzed focus on 3 management methodologies: the one proposed by the Project Management Institute (PMI), one specific to software projects, and the SCRUM framework. Finally, depending on the results obtained, it is shown that in the academic context there are no considerable differences that relate the effort to the methodology applied and that the effort in management tasks is located in the range between 5% to 15 %, being consistent with the literature presented.

**Keywords:** project management, degree thesis, software development, comparison of effort between management methodologies

## **Introducción**

Según el Project Management Institute (2017), un proyecto es “un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único” (Project Management Institute, 2017, p.4), debido a que un proyecto requiere que se inviertan recursos materiales, económicos, humanos, tiempo, entre otros, se debe realizar un paso previo para así determinar su viabilidad.

Una vez determinada la viabilidad de un proyecto, el siguiente paso lógico consiste en realizar su planificación. Para Campo Arranz et al. (2014), la planificación de un proyecto consiste en determinar y estimar las actividades, asignar los recursos que las llevarán adelante y definir como se realizará la gestión y administración.

La planificación de un proyecto es el paso inicial en la construcción de un sistema de software y es en esta planificación donde se definen las distintas fases que lo componen, donde en cada fase se realizan distintas tareas. Sin embargo, existe un proceso que debe ejecutarse transversalmente y a lo largo de todo el proyecto, el cual se denomina gestión del proyecto. La gestión de proyecto es la actividad encargada de verificar que el desarrollo de este se realice en los plazos acordados, con la calidad convenida y con el costo estipulado. El éxito de un proyecto radica en buena medida a la correcta ejecución de la gestión del proyecto (Sommerville, 2011).

En el ámbito de la industria existe una gran cantidad de información generada por las empresas, producto de años de trabajo y experiencia acumulada. El relevamiento de métricas sobre el esfuerzo dedicado a los distintos tipos de tareas, horas invertidas, tecnologías utilizadas, así como otro tipo de información es un activo muy valioso y es una de las actividades innatas de las empresas que buscan mejorar la ejecución de proyectos actuales y la planificación de nuevos proyectos.

Lamentablemente, esta información se encuentra en poder de las empresas y difícilmente es compartida con la academia, la cooperación entre la industria y la academia mediante el intercambio de información permitiría alinear los planes académicos con lo que la industria necesita. Compartir esta información con la academia solo es posible, si las empresas visualizan el beneficio o la ganancia, no necesariamente económica, que pueden obtener ya sea a corto o largo plazo, dicho de otras palabras una inversión a futuro donde todos ganan. La desconexión existente entre la academia y la industria hace que los estudiantes no dispongan de información fidedigna de proyectos reales, y el acceso a métricas o estadísticas de esta clase de proyectos (reales y actuales) se hace muy difícil.

En las tesis de titulación académica analizadas en este trabajo, los estudiantes deben realizar el ciclo completo de la construcción de un sistema de información, esto

significa que no solo deben demostrar que son capaces de construir un sistema, sino que también deben demostrar que están capacitados para realizar las actividades de gestión del proyecto. Dentro de estas actividades, deben ser capaces de realizar estimaciones, recolectar métricas que retroalimenten el proyecto, seguimiento, la gestión del riesgo entre otras muchas actividades que conduzca al proyecto a una conclusión exitosa.

Según lo expresado por Ramos Cerdas (2015), la función de la universidad no consiste exclusivamente en difundir conocimiento, ni tampoco en conservar los conocimientos adquiridos, ya que ambas acciones, también pueden lograrse utilizando un libro. El rol de las universidades es mantener vivo el saber, la conjunción entre los que saben y los que quieren aprender.

Para Morales Vallejo (2013), las metas académicas se encuentran relacionadas con el proceso de aprendizaje de los estudiantes y las calificaciones finales que estos obtienen. Para ayudar a los estudiantes a cumplir con las metas académicas, las universidades tienen la necesidad de medir el grado y la calidad con la que sus estudiantes logran sus objetivos académicos, así como también su aprendizaje. Para las universidades resulta de vital importancia detectar aquellos puntos que pueden y deben ser mejorados, permitiendo diseñar estrategias académicas que permitan reforzar aquellos conocimientos que no presentan la calidad esperada o bien aquellos conocimientos que no son aplicados, y de esa forma actuar sobre ello. Mediante estas estrategias, las universidades buscan formar mejores profesionales y ciudadanos, lo cual es el principal y más importante objetivo de una universidad.

La Asociación de Maquinaria Computacional (ACM) publica desde 1960 recomendaciones para las curricula académicas en las diferentes carreras en ciencias de la computación, donde se incluye la gestión de proyectos como una disciplina que los estudiantes deben dominar (Association for Computing Machinery, 2021).

Para Fioravanti et al. (2018), la gestión de proyectos de software es uno de los temas más relevantes dentro de la ingeniería de software, y es por este motivo que no debe faltar en la curricula académica de las ciencias de la computación. El principal argumento esgrimido por este autor consiste en la relación existente entre la gestión del proyecto con el éxito o el fracaso del proyecto. En esta misma línea, afirma que existen dificultades para enlazar la teoría con la práctica y los docentes no son capaces de demostrar la importancia y relacionar estas dos realidades. En el desarrollo de su artículo introduce y presenta evidencia de su experiencia aplicando el aprendizaje basado en proyectos donde los estudiantes pueden aplicar sus conocimientos en proyectos reales.

Autores como Pressman (2010) o Sommerville (2011) profundizan y aplican la gestión de proyectos en los proyectos de software. Estos autores incluyen a la gestión de proyectos como otra disciplina existente dentro del campo de la ingeniería de software. Es en este escenario donde la gestión de proyectos descrita por estos autores solo es aplicable a proyectos de software, y esto se debe a que se describen con gran detalle la manera en que debe realizarse cada una de sus actividades, brindando herramientas y lineamientos específicos para estos tipos de proyectos.

La metodología de gestión de proyectos especificada y descrita por el PMI (Project Management Institute, 2017) y la metodología ágil de SCRUM (Satpathy, 2016) determinan, en líneas generales, todo lo que un gerente de proyectos debe realizar para lograr ejercer una efectiva gestión de proyectos, pero estas disciplinas no entran en detalle de cómo se debe realizar la gestión de proyectos para una actividad en particular. Debido a esto, es que estas metodologías pueden ser aplicadas a cualquier tipo de proyecto, y recae en el gerente de proyectos definir la manera o la forma en que debe realizar la implementación de las actividades descritas en estas metodologías, así como también, las herramientas que debe utilizar.

La metodología de gestión de proyectos propuesta por el Project Management Institute<sup>1</sup> (PMI) es una metodología de gestión que puede aplicarse a cualquier tipo de proyecto y por este motivo, es de las más difundidas. Se destaca por ser flexible y adaptable a cualquier tipo de proyecto, sin embargo, desde el punto de vista metodológico es considerada por algunos como una metodología muy burocrática y pesada en lo que a procedimientos y requisitos se refiere.

El cuerpo de conocimiento que describe para esta metodología como se debe realizar la gestión de proyectos, de forma correcta y eficiente, está desarrollado en su completitud por el Project Management Institute (Project Management Institute, 2017) a través de lo que se conoce como el PMBOK<sup>2</sup>. Este documento se encuentra bajo un constante proceso de revisión y actualización por parte de esta institución. Autores como Lledó & Rivarola (2007) complementan estos documentos brindando ejemplos prácticos, concretos y aplicados, para cada uno de los procedimientos definidos en el PMBOK, de forma de acercar la teoría con la práctica.

Con el avance de los años, las metodologías ágiles se han vuelto muy populares y es cada vez más común el uso de estas metodologías para gestionar los proyectos de software (Appelo, 2011). Esta adopción se basa en que las metodologías ágiles permiten construir pequeñas unidades de software funcional, que es entregado rápidamente al cliente para de esa forma corregir cualquier problema en la mala interpretación o implementación de requisitos, fallos funcionales o bien insatisfacciones del cliente lo más rápido posible.

SCRUM es una de estas metodologías ágiles, donde se prioriza la agilidad y la entrega continua por sobre los procesos. Mediante la definición de iteraciones cortas y procesos estrictamente definidos, se favorece lo humano para lograr los objetivos planteados en los tiempos requeridos, realizando las correcciones justas en el momento en que se detectan. Al igual que el PMI, en SCRUM existe un manual que también se denomina cuerpo de conocimiento donde se describe por completo la metodología (Satpathy, 2016).

De acuerdo con Alaimo & Salías (2013), la metodología SCRUM se sustenta en 3 cimientos fundamentales: Inspección, adaptación y transparencia, para los cuales se definen roles de equipo, eventos y artefactos respectivamente. La descripción y especificación completa de esta metodología puede encontrarse en el sitio oficial de SCRUM, fundado por Ken Schwaber uno de los creadores<sup>3</sup> de esta metodología.

En la academia se fomenta el uso de las principales metodologías de gestión de proyectos, pero no se ha encontrado investigaciones conducidas por parte de las universidades que describan y se focalicen en medir aspectos específicos de cómo es realizada la actividad de gestión de proyectos o bien, cual es la cantidad de horas que un estudiante dedica a tareas de este tipo.

Existen pocos trabajos de investigación que se focalicen en investigar el esfuerzo dedicado a tareas de gestión en proyectos de software en el contexto académico. Uno de estos trabajos es conducido por Saini & Chomal (2020), en este trabajo analizan cómo se distribuye el esfuerzo en el desarrollo de proyectos de software, enfocándose en trabajos de Maestría. Según los resultados presentados por estos autores, el esfuerzo en la fase o actividades de planificación y requerimientos se ubicó en el intervalo entre 2% y 15% con una media de 7%.

Cuando centramos nuestra atención en la industria, muchas empresas son celosas en brindar información del esfuerzo real que se invierte en las distintas tareas que se

---

<sup>1</sup> <https://www.pmi.org/>

<sup>2</sup> <https://www.pmi.org/pmbok-guide-standards/foundational/pmbok>

<sup>3</sup> <https://www.scrum.org/>

realizan en sus proyectos, ya que en muchos casos es información de uso interno y no quieren que la competencia disponga de este conocimiento.

En el artículo presentado por Jones (2005), se estudia esta temática para la industria del software clasificando los proyectos según su tamaño u objetivo. Según se revela en este artículo, Capers Jones indica que el esfuerzo dedicado a tareas de gestión en los proyectos de software, según los datos analizados, se encuentra entre 10% y 13%, siendo 10% el tipo de proyecto que más se asemeja a los proyectos de titulación académica.

La técnica de puntos por casos de uso utilizada para medir el esfuerzo en la gestión de proyectos es analizada por Primandari & Sholiq (2015). En su trabajo, concluyen que el esfuerzo en las actividades de gestión alcanza 3.8% del total de horas invertido. Los resultados obtenidos y presentados por Kassen Shaleh, donde relaciona el esfuerzo de gestión con la tasa de pago para dichas tareas, indica que según la tasa de pago del esfuerzo para tareas de gestión en proyectos de software de mediano o gran tamaño es de 8.34% (como se citó en Primandari & Sholiq, 2015, p.83).

Un estudio de similares características es conducido y presentado por Mukherjee, Gupta, & Thirugnanam (2016) obteniendo otros resultados, los cuales fueron que el esfuerzo en tareas de gestión de proyectos se situó en un promedio de 16,14% del total de horas insumidas, con un valor mínimo observado de 1,82% y un valor máximo de 35%

De acuerdo con lo expuesto por el Project Management Institute (2017) en su cuerpo de conocimiento, la gestión de proyectos es una competencia fundamental para todo profesional que desee gestionar proyectos y por este motivo los futuros profesionales deben adquirir la experiencia práctica necesaria. En la misma línea se expresan el resto de los autores mencionados anteriormente, donde destacan la importancia de la gestión de proyectos y se relación con el éxito o fracaso de los proyectos.

Según Pressman (2010) el esfuerzo en la gestión del proyecto no depende exclusivamente de las características del proyecto, sino que también es importante considerar el tipo de proyecto y el contexto donde este es ejecutado o implementado. Es por este motivo que, registrar las mediciones en tareas de gestión de proyectos en proyectos de titulación académica resulta relevante, ya que, estas mediciones pueden ser contrastadas con la industria y la literatura existente.

Con lo dicho anteriormente, parece haber un vacío en lo que se refiere a trabajos de investigación que se focalicen en medir el esfuerzo de las tareas de gestión de proyectos en el ámbito académico y en particular en los proyectos de titulación universitaria. Estudios de estas características pueden brindar información muy valiosa para comprender como es que los futuros profesionales aplican y realizan la gestión de proyectos, brindando insumos muy importantes no solo para la académica y universidades sino también a las empresas que se encuentran habidas para contratar al mejor talento técnico y humano.

En este trabajo de investigación, se conduce un estudio detallado sobre el esfuerzo dedicado por los estudiantes en actividades de gestión de proyectos, con el fin de responder las preguntas: i) ¿Las horas de gestión de proyectos se relaciona con la metodología aplicada? y ii) ¿Cuántas horas dedican los estudiantes a la gestión de proyectos?

Para responder estas preguntas se analizarán los trabajos finales de titulación académica cuyo objetivo, es la construcción de un sistema de software donde se haya utilizado alguna de las metodologías de gestión de proyectos objeto de este estudio. El análisis de los datos se realizará mediante el uso de estadística descriptiva según los conceptos presentados y propuestos por Ross & Valdés Sánchez (2014) prestando especial atención a los estadísticos básicos y utilizados dentro de esta rama de la

estadística (descriptiva), como ser: tendencia, dispersión, centralización, mediana, entre otros.

### **Método**

Según los autores Sampieri Hernández et al. (2014) existen 2 enfoques de investigación: cuantitativo y cualitativo, pero si combinamos ambos enfoques de investigación da como resultado un tercer enfoque denominado enfoque mixto. El enfoque utilizado para este trabajo de investigación fue el enfoque cuantitativo ya que, en el desarrollo de éste, se realiza el registro y medición del esfuerzo (en horas) de las tareas y/o actividades de gestión de proyectos en las tesis de titulación universitaria.

La ausencia en la intervención del sujeto de estudio, así como también, la no manipulación de las variables recolectadas determina que el tipo de investigación realizado es de carácter no experimental siendo este un trabajo categorizado como descriptivo, ya que su finalidad es determinar el esfuerzo de los estudiantes en las tareas de gestión de proyectos en el contexto académico y de igual forma, validar la relación del esfuerzo con la metodología utilizada en los trabajos universitarios.

De acuerdo con Martínez, (2020) y Ross & Valdés Sánchez (2014), la estadística descriptiva se utiliza cuando se trabaja con toda la población sujeta a estudio, permitiendo organizar, describir, analizar, interpretar y presentar las características de los datos analizados mediante el uso de estadísticos básicos como ser: mediana, mínimo, máximo promedio, media acotada, varianza, desviación estándar entre otros.

En este trabajo, el acceso a la información y el volumen de datos analizados permite realizar una investigación que incluya el 100% de la población sujeta a estudio, motivo por el cual se utilizará la estadística descriptiva (y no estadística inferencial) durante este trabajo investigación.

### ***Participantes***

Los proyectos participantes de este estudio provienen de dos universidades privadas de Uruguay: universidad de la empresa (UDE) y universidad ORT Uruguay (ORT). La selección de estas universidades se debe principalmente a que los proyectos de grado para la titulación universitaria en la mayoría de sus proyectos consisten en la creación de un sistema de software; mientras que en el resto de las universidades la tesis de grado consiste en un trabajo de investigación o la creación de un prototipo producto de una investigación o bien el acceso a los proyectos de grado no fue posible.

Para este trabajo de investigación se recolectó información de 250 proyectos provenientes de la Universidad ORT Uruguay y 99 proyectos provenientes de la Universidad de la Empresa. En total se analizaron 349 proyectos realizados como parte de la tesis de titulación universitaria de estudiantes universitarios en carreras de Licenciatura y/o Ingeniería en Sistemas. La duración mínima de los proyectos es de 6 meses con una extensión prevista de 3 meses adicionales. Existen muy pocos proyectos cuya duración superó los tiempos estipulados por las universidades llegando a un máximo de 14 meses. La documentación analizada fue recogida de la biblioteca de las universidades.

Los proyectos analizados comprenden los periodos académicos del 2012 al 2020 inclusive. El análisis de los proyectos incluyó la revisión y validación de la información aportada por los estudiantes en la documentación entregada como tesis de grado. Para lo cual se analizó detalladamente el registro realizado y de esa forma determinar la correctitud en la información registrada por los estudiantes; en los casos en los que se detectó algún error en el registro, como puede ser en la suma de horas o en la asignación

de horas en una tarea incorrecta, como puede ser el caso de horas de documentación contabilizadas como horas de gestión, se realizó el ajuste correspondiente.

### ***Diseño y análisis de datos***

Este estudio está focalizado en el análisis de la documentación entregada por los estudiantes del proyecto realizado como requisito para la obtención del título universitario. El primero paso realizado fue identificar y cuantificar los proyectos que registraron el esfuerzo (en horas) de tareas y/o actividades dedicadas a la gestión del proyecto y la metodología de gestión utilizada. Del análisis realizado, se identificaron 3 metodologías que fueron utilizadas en más del 96% de los proyectos: la metodología propuesta por el Project Management Institute (PMI), la gestión de proyectos específica para proyectos de software (G.E.S.) y el framework SCRUM. El resto de las metodologías que fueron utilizadas, como ser: Kanban, OpenUp, etc. fueron descartadas de este trabajo, ya que no se contaba con una cantidad suficiente de proyectos. El total de tesis para cada metodología se presenta en la tabla 1.

Tabla 1

*Cantidad de proyectos analizados según la metodología aplicada*

<b>Cantidad de Proyectos</b>	<b>Metodología</b>	<b>Universidad ORT Uruguay</b>	<b>Universidad de la Empresa</b>
115	Gestión específica de software	42	73
35	Metodología PMI	17	18
199	SCRUM	191	8
3	OpenUp, Kanban, etc.	0	3
352		250	99

*Nota:* Fuente: elaboración propia

Se creó y organizó un conjunto de datos (dataset) con la información obtenida en el paso anterior, de forma tal que, cada proyecto a incluir debía satisfacer dos condiciones: 1) haber registrado la metodología utilizada y 2) haber realizado el registro de horas. Para facilitar la interpretación y comparación de los datos se utilizaron gráficas de barras apiladas e histogramas y tablas con la información estadística relevante.

Este conjunto de datos fue sometido a distintos análisis que incluyen: análisis de porcentaje de ejecución de proyectos en función de la metodología de gestión aplicada por universidad y otro histograma con el conjunto completo de los datos, esfuerzo dedicado a tareas de gestión de proyectos en intervalos de 5% por universidad y con el conjunto completo, así como también histogramas del esfuerzo medido en horas para cada metodología y para todos los proyectos en su conjunto.

## **Resultados**

### ***Relevamiento del esfuerzo en horas de gestión de proyectos***

Se analizó la documentación presentada para un total de 250 proyectos de la universidad ORT Uruguay que comprenden los períodos 2012-2020, según se presenta en la tabla 1. En el 33.6% de estos proyectos analizados (84 proyectos), no se encontró evidencia en la documentación escrita sobre registro o medición de horas en tareas de gestión de proyectos, mientras que el restante 66.4% de los proyectos (166 proyectos) había aportado evidencia del registro de actividades afines a la gestión del proyecto.

Según estos porcentajes, existe un total de 166 proyectos válidos para medir el esfuerzo en gestión de proyectos según se exhibe en la tabla 2.

Tabla 2

*Proyectos válidos según metodología aplicada y universidad de procedencia*

Cantidad de Proyectos	Metodología	Universidad ORT Uruguay	Universidad de la Empresa
<b>Válidos</b>			
81	Gestión específica de software	23	58
30	Metodología PMI	13	17
134	SCRUM	130	4
245		166	79

Nota: Fuente: elaboración propia

En lo que refiere a la universidad de la empresa y de un total de 99 proyectos analizados (ver tabla 1), los porcentajes obtenidos según se presentan en la figura 1, no presentan mayores variaciones. El 20.2% (20 de los proyectos) no presentaba evidencia de haber realizado el registro de horas de gestión de proyectos mientras que el 79.8% si presentó evidencia escrita de haber realizado dicho registro, determinando un total de 79 proyectos válidos (ver tabla 2).

Desde una óptica general se obtiene que en el ámbito académico y para los proyectos analizados provenientes de ambas universidades el 29.8% (104 proyectos) de un total de 349 proyectos no aportó evidencia escrita del registro de horas en tareas de gestión de proyectos, mientras que el restante 70.2% (245 proyectos) aportó evidencia de haber realizado dicho registro.

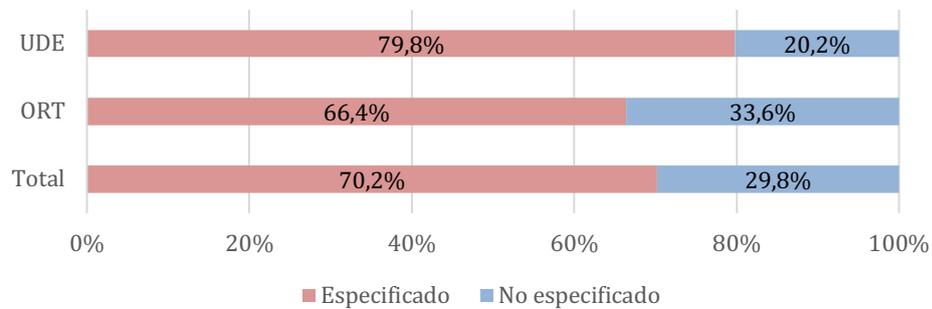


Figura 1. Porcentaje de proyectos con especificación de horas de gestión

Nota: Fuente: elaboración propia

Los proyectos de la Universidad ORT Uruguay presentan una fuerte tendencia a utilizar scrum como metodología o framework para realizar la gestión del proyecto, relegando de esta forma la metodología de PMI o la gestión de proyecto específica de software. El detalle de los porcentajes obtenidos para cada universidad y cada metodología se exhibe en la figura 2.

Por otro lado, a diferencia de la universidad ORT, la universidad de la empresa presenta una fuerte tendencia a las metodologías tradicionales siendo la gestión de proyectos específica de software con 73,4% la metodología más utilizada, en segundo lugar, con 21.5% la metodología PMI y por último scrum con solamente 5.1% de los proyectos.

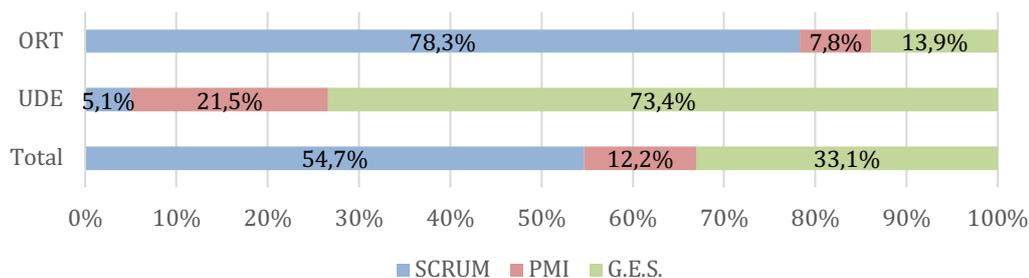


Figura 2. Proyectos discriminados según la metodología aplicada

Nota: Fuente: elaboración propia

De la figura anterior se puede deducir que ambas universidades presentan distintas preferencias en cuanto a la metodología de gestión que utilizan los estudiantes para realizar la gestión de proyectos en las tesis de grado universitario. Esta diferencia puede deberse a las características de los proyectos de grado, al enfoque de la curricula académica o algún otro factor que debe ser analizado con mayor detenimiento.

Al totalizar los proyectos de ambas universidades, y teniendo en cuenta que la ORT aporta más del doble de proyectos que la UDE, se observa que casi la mitad de los proyectos se basan en metodologías tradicionales para realizar la gestión de los proyectos (12.2% PMI + 33.1% G.E.S.), mientras que la otra mitad (54.7%) utiliza scrum (ver figura 2). La cuantificación de los proyectos según la metodología y universidad de procedencia fueron presentados en la tabla 2.

El esfuerzo dedicado a tareas referidas a la gestión de proyectos presenta pequeñas diferencias al compararse los datos obtenidos en ambas universidades. En la mayoría de los proyectos analizados el registro de horas para dichas tareas se encuentra entre 5% y 15% y en menor medida, con una dedicación superior al 15% o inferior al 5%.

Según se desprende de la tabla 3, ambas universidades presentan un porcentaje de proyectos muy similar, con una diferencia de apenas 3% para la cantidad de proyectos cuyo registro de horas de gestión es inferior al 5%, siendo este porcentaje de 15.7% y 12.7% para ORT y UDE respectivamente.

Este comportamiento no se observa en el intervalo comprendido entre 5% y 10%, según los resultados obtenidos, la diferencia entre la cantidad de proyectos de la ORT y la UDE es de 18.5%, donde el 59.5% del total de proyectos analizados de la UDE se encuentra en este intervalo, a diferencia de la ORT que de los proyectos analizados solamente el 41% se ubica en este intervalo.

El intervalo comprendido entre 10% y 15% no presenta diferencias significativas y ambas universidades disponen de casi el mismo porcentaje de proyectos en este intervalo con 24.7% y 24.1% para ORT y UDE respectivamente, siendo esto una diferencia de solamente 0.6%.

Por último, la cantidad de proyectos donde el registro de horas de gestión fue superior al 15% presenta una diferencia de 18.5% entre ambas universidades. Mientras que el 18.7% de los proyectos analizados de la ORT se encuentra con un registro superior al 15%, en la UDE este comportamiento solo se observó en 3.8% de los proyectos analizados. El detalle de los resultados obtenidos se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 3

*Detalle de proyectos en función del porcentaje de horas dedicadas a gestión*

	Universidad ORT Uruguay (ORT)		Universidad de la Empresa (UDE)		Total	
	#	%	#	%	#	%
<b>Menor a 5%</b>	26	15.7%	10	12.7%	36	14.7%
<b>Entre 5% y 10%</b>	68	41.0%	47	59.5%	115	46.9%
<b>Entre 10% y 15%</b>	41	24.7%	19	24.1%	60	24.5%
<b>Superior a 15%</b>	31	18.7%	3	3.8%	34	13.9%

*Nota:* Fuente: elaboración propia

Al considerar el conjunto de todos los proyectos analizados, se puede observar que el 71.4% de los proyectos se ubica en el entorno del 5% al 15%. Según expresa Jones, (2005), los proyectos de desarrollo de software presentan un esfuerzo en tareas de gestión en el entorno del 10% de las horas totales del proyecto. Si se considera que los proyectos analizados se encuentran en un contexto académico y son ejecutados por futuros profesionales se puede considerar que el rango del 5% al 15% es un rango que en mayor o menor medida se encuentra muy cercano a la industria.

Los datos estadísticos calculados para ambas universidades se exponen en la tabla 4, según se puede apreciar, no existen diferencias considerables o relevantes entre los proyectos de ambas universidades con excepción del mínimo o máximo que se apartan de la mediana. Es importante destacar que la media acotada al excluir el 10% del segmento inferior y del segmento superior, nos devuelve un valor muy próximo al promedio y la mediana, esto quiere decir que los extremos no afectan al conjunto de datos.

Tabla 4

*Estadísticos de horas de gestión según universidad de procedencia*

	UDE % Horas Gestión	ORT % Horas Gestión
<b>Promedio</b>	8,3%	10,5%
<b>Media Acotada (10%)</b>	8,2%	9,8%
<b>Mediana</b>	7,8%	9,0%
<b>Mínimo</b>	2,8%	1,0%
<b>Máximo</b>	16,7%	45,7%
<b>Desviación estándar (<math>\sigma^2</math>)</b>	3,1%	6,8%
<b>Varianza (<math>\sigma</math>)</b>	0,1%	0,05%

*Nota:* Fuente: elaboración propia

### ***Esfuerzo según metodología aplicada***

Para analizar el esfuerzo dedicado a la gestión de proyectos cuya gestión fue realizada utilizando la metodología SCRUM se utilizaron 134 proyectos. Este conjunto de datos fue utilizado para construir el histograma que se presenta en la figura 3. La forma que se observa en el histograma (curva dibujada), se asemeja a una campana o distribución normal, con un leve aumento para los proyectos cuyo esfuerzo es mayor a 20%. Estos resultados no generan asombro y no son de extrañar debido a que estos son proyectos realizados por estudiantes y debido a la naturaleza académica de estos proyectos se pueden presentar situaciones o comportamientos particulares. En proyectos reales también se pueden presentar situaciones particulares que puedan generar que algunos proyectos se escapen de los valores típicos.

En el histograma que se presenta en la figura 3, se puede apreciar que 93 proyectos (69.4%) se encuentran entre el intervalo de 5% y 15%, 20 proyectos (14.9%) con un esfuerzo inferior al 5% y 21 proyectos (15.7%) con un esfuerzo superior al 15%.

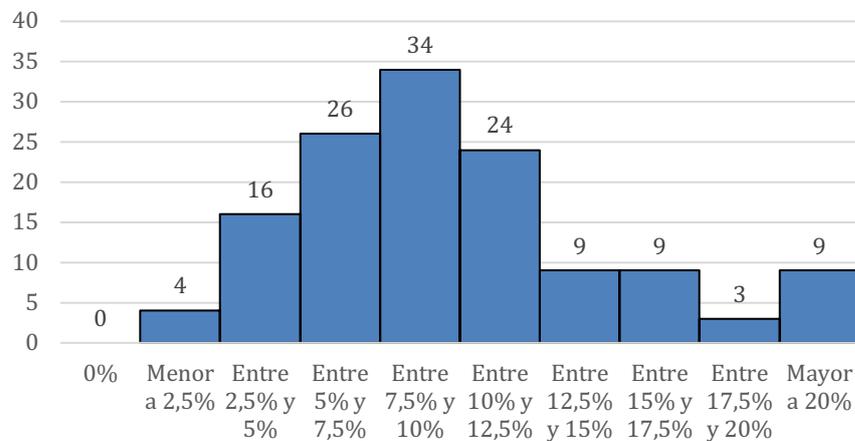


Figura 3. Esfuerzo en gestión de proyectos en proyectos gestionados con SCRUM

Nota: Fuente: elaboración propia

En el histograma obtenido para los 30 proyectos cuya ejecución fue gestionada mediante la metodología del PMI y que se presenta en la figura 4, se observa que la curva que se dibuja en dicha gráfica presenta una forma irregular como la que se presenta en una clasificación bimodal. Esto quiere decir que existe la posibilidad que existan 2 grupos de proyectos, donde se presentan los picos, con características distintivas, el análisis de estos proyectos y sus características escapa a este trabajo. Del total de proyectos analizados, 24 proyectos que equivale al 80% de los proyectos, aportó evidencia que ubica el esfuerzo insumido en tareas de gestión de proyectos en el entorno de entre 5% y 15% del total de horas ejecutadas en el proyecto. Se observa que solamente 2 proyectos (6.7%) tuvieron un esfuerzo inferior al 5% y 4 proyectos (13.3%) con un esfuerzo superior al 15%

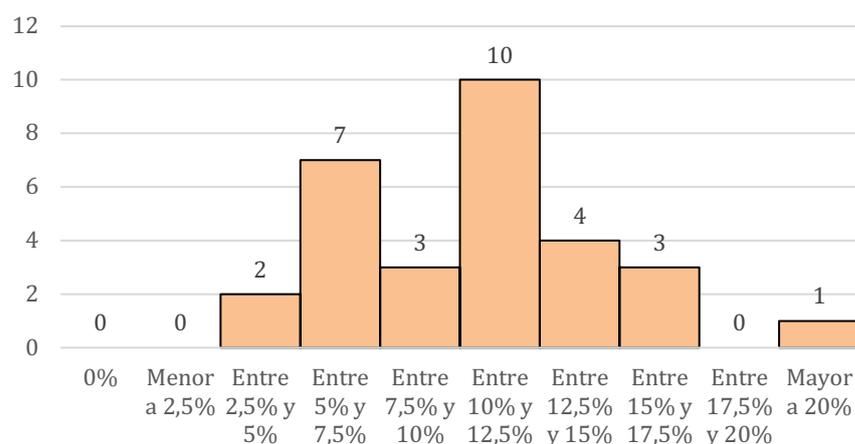


Figura 4. Esfuerzo en gestión de proyectos en proyectos gestionados con metodología PMI

Nota: Fuente: elaboración propia

El histograma presentado en la figura 5, fue construido con los datos obtenidos de los 81 proyectos de titulación universitaria que realizaron la gestión del proyecto mediante la metodología gestión específica de software.

La figura 6 revela que 58 proyectos de los analizados (71.6% del total) declaran que el esfuerzo insumido para actividades o tareas de gestión de proyectos se encuentran entre el intervalo de 5% y 15%, mientras que 14 proyectos (17.3%) dedican un esfuerzo inferior al 5% y 9 proyectos (11.1%) con un esfuerzo superior al 15%



Figura 5. Esfuerzo en gestión de proyectos en proyectos con gestión específica de software

Nota: Fuente: elaboración propia

El análisis de los datos para cada metodología permite comparar en forma objetiva los valores obtenidos y sacar conclusiones acordes. Sin embargo, también se puede analizar los datos desde el punto de vista académico para todos los proyectos de grado sin importar la metodología aplicada. Como se revela en la figura 6, 175 proyectos (71.4% de los 245 proyectos incluidos en este trabajo) presentan evidencia que señala que el esfuerzo invertido en tareas de gestión de proyectos se encuentra entre 5% y 15%.

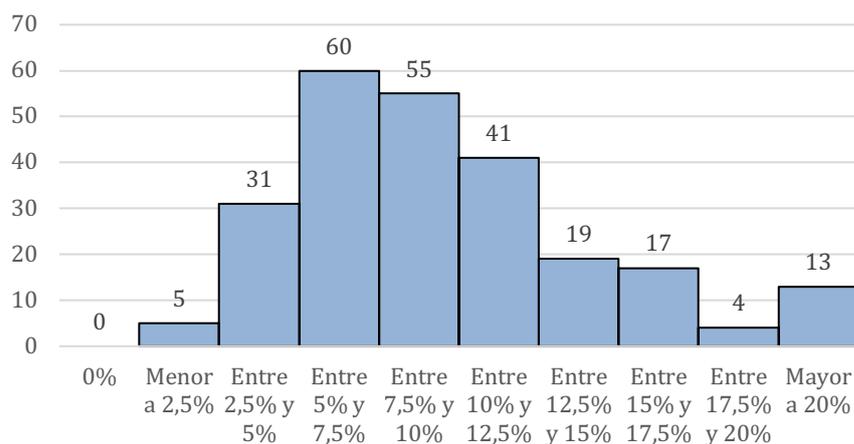


Figura 6. Esfuerzo en gestión de proyectos sin discriminar la metodología utilizada

Nota: Fuente: elaboración propia

De los datos estadísticos presentados en tabla 5 y la figura 7, se desprende que no existen diferencias de relevancia entre las metodologías de gestión aplicadas por los estudiantes. La distribución de proyectos en función de la metodología aplicada indica

que metodología más utilizada por los estudiantes en los 245 proyectos analizados es SCRUM, seguida por la gestión específica de software (G.E.S.) y por último la metodología PMI con 134, 81 y 30 respectivamente. La cantidad de horas totales de los proyectos (en base a los promedios) presentan poca variación entre las distintas metodologías: SCRUM, PMI y gestión de proyectos específica para software con 1737, 1646 y 1561 respectivamente. La duración promedio de los proyectos de grado analizados cuando no se discrimina en función de la metodología de gestión aplicada es de un promedio de 1666 horas.

Tabla 5  
*Datos estadísticos discriminado por metodología aplicada*

	SCRUM	PMI	Gestión específica de software (G.E.S.)	Total (General)
<b>Cantidad de proyectos</b>	134	30	81	245
<b>Promedio (Horas totales)</b>	1737	1646	1561	1666
<b>Promedio (Gestión de Proyecto)</b>	10,2%	10,5%	8,7%	9,8%
<b>Media acotada (10%)</b>	9,5%	10,2%	8,3%	9,1%
<b>Mediana</b>	8,7%	10,2%	7,3%	8,5%
<b>Mínimo</b>	1,0%	3,0%	2,0%	1,0%
<b>Máximo</b>	45,7%	25,3%	24,9%	45,7%
<b>Desviación estándar (<math>\sigma^2</math>)</b>	6,8%	4,5%	4,5%	5,9%
<b>Varianza (<math>\sigma</math>)</b>	0,5%	0,2%	0,2%	0,4%

Nota: Fuente: elaboración propia

El esfuerzo dedicado en tareas de gestión declarado y registrado por los estudiantes en las tesis de titulación universitaria tampoco presenta diferencias significativas en función de la metodología aplicada. La aplicación de la metodología PMI y SCRUM se encuentran en 10.2% y 10.5% respectivamente, mientras que la gestión específica de proyectos de software es un poco inferior con un promedio de 8.7%. Como es de esperar la media acotada (al 10%) mantiene la relación y nos permite descartar los extremos (outsiders) que pueden afectar el valor calculado. Los valores obtenidos 9.5%, 10.2% y 8.3% no difieren significativamente al contrastarlos con los promedios presentados anteriormente. Tampoco existen diferencias considerables en lo que se refiere a la varianza y la desviación estándar.

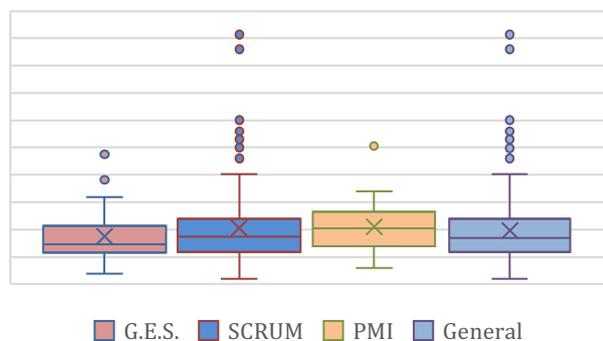


Figura 7. Gráfico de cajas para las metodologías aplicadas

Nota: Fuente: elaboración propia

Con los resultados obtenidos, se observa que las distintas metodologías aplicadas presentan valores muy similares entre ellas, con pocos valores atípicos y con un valor para la mediana que tampoco presenta valores muy disimiles entre las metodologías analizadas. En lo que respecta a los mínimos y máximos observados, se puede apreciar que para el caso de los mínimos no existen diferencias relevantes entre las distintas metodologías, aunque el valor mínimo registrado parece ser resultante de un proyecto cuya medición no fue realizada correctamente. Con respecto al máximo, SCRUM es la metodología donde el máximo es cuatro veces mayor al promedio, siendo esto uno de los casos de borde. Para el resto de las metodologías el máximo se ubicó en torno al 25%.

### Discusión y conclusiones

Al iniciar este trabajo de investigación se planteó el objetivo de responder a las siguientes dos preguntas de investigación:

- i) ¿Las horas de gestión de proyectos se relaciona con la metodología aplicada?
- ii) ¿Cuántas horas se dedican los estudiantes a la gestión de proyectos?

Para responder estas preguntas se analizaron 245 proyectos de grado provenientes de dos universidades privadas del país, la universidad ORT Uruguay y la universidad de la empresa.

En base a los resultados obtenidos y a los porcentajes calculados, la universidad ORT Uruguay es la universidad que tiene la mayor cantidad de proyectos donde no se registraron horas de gestión de proyectos con un porcentaje de 33.6%, en comparación al 20.2% registrado en la universidad de la empresa. Si se analiza el porcentaje de proyectos que no realizó el registro de horas de gestión para el conjunto total de proyectos (sin discriminar por universidad), el porcentaje obtenido es aproximadamente un tercio del total de proyectos (29.8%).

Al tratarse de una tarea crítica, que se relaciona directamente con el éxito o fracaso de los proyectos, un 29.8% parece ser porcentaje muy elevado y no debe ser tomado a la ligera. Esto significa que no existe evidencia, o no se presenta, que indique que los estudiantes realicen tareas fundamentales como ser: medición, registro del trabajo realizado, seguimiento y control; actividades básicas de un gerente de proyectos. En base al porcentaje de proyectos que no aporta evidencia de este trabajo o bien que estas actividades no fueron realizadas, evidencia que las universidades deben hacer foco en recalcar la relevancia de realizar esta tarea, y que los estudiantes comprendan la importancia, su impacto, como de realizarse y la necesidad de registrar esta información.

Con respecto a los proyectos que, si registraron el esfuerzo en las tareas de gestión, se pueden realizar un conjunto de observaciones y conclusiones que se detallan a continuación.

Según los resultados obtenidos, no existe evidencia que indique que la metodología aplicada se relacione con el esfuerzo que los estudiantes dedican a tareas de gestión de proyectos. La diferencia entre la media acotada calculada para las 3 metodologías analizadas no superó el 1.9%, siendo estos resultados 8.3%, 9.5% y 10.2% para SCRUM, PMI y GES respectivamente. Esto quiere decir que sin importar la metodología utilizada el porcentaje de horas a estas tareas no difiere en forma significativa.

Es interesante notar que la metodología PMI, siendo una metodología tradicional que se centra en la documentación y aplicación de procesos claramente definidos no demuestra una sobrecarga en el esfuerzo dedicado a las tareas de gestión por sobre las otras metodologías. Antes de realizar este trabajo de investigación, se podría haber

planteado una hipótesis que enuncie que la metodología PMI o bien la gestión de proyectos específica de software requieren de mayores esfuerzos de gestión que en las metodologías ágiles y en particular de SCRUM; sin embargo, en este trabajo se descarta esa hipótesis.

En este trabajo, se presenta la suficiente evidencia para responder de forma negativa la primera pregunta de investigación: ¿Las horas de gestión de proyectos se relaciona con la metodología aplicada? Según los resultados obtenidos y presentados a lo largo de este artículo, se puede descartar la existencia de una relación que indique que la metodología ejecutada a lo largo de un proyecto se encuentra relacionada con el esfuerzo que los estudiantes deben realizar en las tareas de gestión de proyectos, al menos en lo que refiere al contexto académico. Sin embargo, y dicho lo anterior, es importante destacar que existen 2 áreas de conocimiento que no fueron aplicados durante los proyectos siendo estos la gestión de proveedores y la gestión de costos. Es muy posible que, en proyectos reales, al incluir estas áreas de conocimiento, las horas de gestión utilizando PMI sean un poco superiores a las utilizadas en este trabajo de investigación.

Responder la siguiente pregunta: ¿Cuántas horas se dedican los estudiantes a la gestión de proyectos? fue el segundo objetivo de este trabajo de investigación. Obtener una respuesta a esta interrogante basándose en el análisis de proyectos académicos, permite comparar si los proyectos en el ámbito académico tienen el mismo nivel de dedicación que los proyectos reales.

En función de los resultados obtenidos se puede afirmar que en un contexto académico el esfuerzo dedicado por los estudiantes a tareas de gestión de proyectos se encuentra en el intervalo de 5% y 15% del total de horas dedicadas al proyecto. Como era esperable, existieron algunos proyectos que se alejaron del intervalo definido, para poder determinar las causas es necesario realizar análisis específicos, sin embargo, con la documentación analizada no fue posible realizar ninguna conclusión. Es aconsejable que en estos casos que los correctores realicen este análisis y documenten en los proyectos los motivos de las divergencias de forma tal de disponer de la información necesaria cuando se la requiera.

Los resultados obtenidos y el rango definido de 5% y 15% del total de horas del proyecto en esfuerzo en gestión, parece ser más consistente con los resultados expresados por otros autores, como se ha presentado en la literatura analizada, así como también con la industria. Recordemos que Jones (2005) situó el esfuerzo en 10%, en el contexto académico y siendo los estudiantes los encargados de realizar la gestión de proyectos un desvío de  $\pm 5\%$  parece estar dentro del margen aceptable, siendo estos valores muy próximos a los obtenidos en proyectos reales.

Como conclusión, a través de este trabajo y en lo que refiere al contexto académico, queda en evidencia que no existe relación entre el porcentaje de horas dedicadas a tareas de gestión de proyectos y la metodología utilizada. Según los resultados presentados, entre el 70% y 80% de los proyectos analizados presentaba evidencia que las horas totales realizadas en tareas de gestión se ubicó en el intervalo de 5% y 15% sin importar la metodología utilizada.

### ***Reflexiones y limitaciones***

Las universidades son un elemento fundamental en la formación de profesionales, pero más importante aún son en la formación de personas que mediante sus capacidades contribuyan con la sociedad en la que se encuentran inmersos. Es en este contexto donde cada vez se hace más necesario formar mejores profesionales y no solo en lo que refiere a las habilidades técnicas sino también en las habilidades sociales.

Los planes académicos de las universidades deben estar en constante cambio, adaptándose a las demandas de la industria y la sociedad, y es debido a este motivo que

medir la correlación entre lo que se enseña y lo que la industria demanda, es una necesidad. Sin embargo, en este trabajo se miden algunos parámetros que permiten contrastar los resultados obtenidos en la academia, para la gestión de proyectos, con los que se presentan en la industria. Esta contraposición de resultados tiene como finalidad el verificar si los contenidos académicos y la exigencia de la universidad para con los estudiantes se encuentra alineada con lo que industria necesita o demanda, o si, por el contrario, existe una brecha entre la academia y la industria.

Este trabajo se concentró en analizar, cuantificar y presentar los resultados obtenidos de medir el esfuerzo dedicado en una de las tareas que se encuentra estrechamente ligada al éxito o fracaso de los proyectos, como lo es la gestión de proyectos.

Durante el transcurso de este trabajo se han presentado distintas dificultades que debieron ser subsanadas y que limitó la cantidad de proyectos, como ser la existencia de proyectos donde no se realizaron las mediciones, documentación o registros adecuados. Es por esto por lo que es aconsejable que las universidades hagan énfasis en resaltar la importancia de realizar la medición del esfuerzo de las tareas realizadas a lo largo del proyecto dando lineamientos claros y precisos sobre cómo se debe realizar y que se debe medir.

### ***Propuestas de continuidad***

Este trabajo presenta la oportunidad de brindar una mirada a la gestión de proyectos desde el punto de vista de la academia y de los estudiantes, sentando la base para futuros trabajos similares para el resto de las actividades que se realizan en una tesis de grado de titulación universitaria. En particular parece interesante realizar investigaciones que se centren en el esfuerzo en desarrollo, testing y documentación en forma individual, así como también trabajos que combinen y presenten esta información unificada. Con los resultados obtenidos se puede investigar si alguna de estas tareas se relaciona directamente con la metodología utilizada, como se ha realizado a lo largo de este trabajo.

Otro camino interesante para explorar consiste en realizar la medición del esfuerzo en gestión de proyectos en otras disciplinas y contrastarlo con los resultados expuestos en este trabajo de forma tal de verificar y comparar las similitudes y discrepancias del esfuerzo dedicados a tareas de gestión de proyectos entre proyectos de software y proyectos de otros indoles.

Por último, este trabajo pretende colaborar con las universidades brindando más información sobre la naturaleza y la ejecución de los proyectos de grado, centrándose en la gestión de proyectos en el contexto académico. La finalidad última de esta investigación es que las universidades dispongan de datos reales, producto de proyectos propios de sus estudiantes. Las universidades no deben olvidar que trabajan por y para los estudiantes, la mejora continua no es una opción sino una obligación.

### **Referencias**

- Alaimo, M., & Salías, M. (2013). *Proyectos ágiles con #Scrum : flexibilidad, aprendizaje, innovación y colaboración en contextos complejos*.
- Appelo, J. (2011). *MANAGEMENT 3.0: Leading Agile Developers, Developing Agile Leaders* (M. Taub (ed.)). Addison Wesley.
- Association for Computing Machinery. (2021). *Curricula Recommendations*. <https://www.acm.org/education/curricula-recommendations>
- Campo Arranz, R., Domínguez, M. del C., & Rodrigo Raya, V. (2014). *Gestión de*

- proyectos*. RA-MA Editorial.
- Fioravanti, M., Sena, B., Natan Paschoal, L., Silva, L., Allian, A. P., Nakagawa, E., Souza, S., Isotani, S., & Barbosa, E. (2018). Integrating Project Based Learning and Project Management for Software Engineering Teaching: An Experience Report. In *Proceedings of the 49th ACM Technical Symposium on Computer Science Education (SIGCSE '18)*, 806–811. <https://doi.org/10.1145/3159450.3159599>
- Jones, C. (2005). Software Cost Estimating Methods for Large Projects. *CrossTalk - The Journal of Defense Software Engineering*, 18(4), 8–12.
- Lledó, P., & Rivarola, G. (2007). *Gestión de Proyectos*. Prentice Hall y Pearson Education.
- Martínez, E. (2020). *Estadística*. UAPA.
- Morales Vallejo, P. (2013). *Los objetivos didácticos*. Publicaciones de la Universidad de Deusto.
- Mukherjee, R., Gupta, T., & Thirugnanam, M. (2016). Review of Effort Distribution in IT companies. *International Journal of Engineering and Techniques*, 2(6), 59–63.
- Pressman, R. (2010). *Ingeniería de Software: Un enfoque práctico* (6ta Ed.). McGraw-Hill Interamericana.
- Primandari, P. L., & Sholiq, S. (2015). Effort Distribution to Estimate Cost in Small to Medium Software Development Project with Use Case Points. *Procedia Computer Science*, 72, 78–85.
- Project Management Institute. (2017). Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK). In *Project Management Institute* (6ta ed.). Project Management Institute.
- Ramos Cerdas, A. (2015). Gestión del conocimiento en el proceso de docencia para instituciones de educación superior. *SIGNOS*, 7(2), 31–43.
- Ross, S. M., & Valdés Sánchez, T. (2014). *Introducción a la Estadística*. Reverté.
- Saini, J. R., & Chomal, V. S. (2020). On Effort Distribution in Software Project Development for Academic Domain. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, 9(3), 1750–1760.
- Sampieri Hernández, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6a ed.). McGraw-Hill Interamericana.
- Satpathy, T. (2016). *Cuerpo de Conocimiento de SCRUM (Guía SBOK)* (3er ed.). SCRUMStudy.
- Sommerville, I. (2011). *Ingeniería de software 9* (9na.). Addison-Wesley.

**Fecha de recepción:** 14/12/2021

**Fecha de revisión:** 18/01/2022

**Fecha de aceptación:** 29/03/2022