



## **Definición y ponderación de factores de éxito para procesos de gestión de proyectos de desarrollo de software en ambientes académicos de práctica profesional supervisada en carreras de informática.**

Rambo AR\*.<sup>§</sup>, Boari M<sup>§</sup>, Sueldo RL.\* , Urquijo R\*

*\* Depto. de Informática, Facultad de Ciencias Exactas Químicas y Naturales (FCEQyN), Universidad Nacional de Misiones (UNaM) Posadas, Misiones 3300/Argentina. § Depto. de Formación Docente e Investigación Científica. Facultad de Ciencias Exactas Químicas y Naturales (FCEQyN), Universidad Nacional de Misiones (UNaM) Posadas, Misiones 3300/Argentina..*

**Resumen.** Un proyecto es un esfuerzo que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único. Dentro de las actividades a ser consideradas en la gestión de un proyecto se encuentran el gerenciamiento, el planeamiento y cronograma del proyecto; la gestión de riesgos y la estimación de costos con las particularidades que involucran a la gestión de proyectos de desarrollo de productos software. Es así como surge este proyecto dentro de las líneas de investigación del “Programa de Investigación en Computación” de la FCEQyN en la UNaM donde se prevé no solo diseñar instrumentos y ejecutarlos orientándolos al relevamiento de datos vinculados a la gestión de proyectos de software desarrollados en nuestra facultad en el ámbito de la formación académica. Además ponerlos en marcha de acuerdo con las tecnologías de explotación de información aplicables a la identificación de características presentes en proyectos de ingeniería de software que definan el éxito de los mismos.

**Palabras clave:** *gestión de proyectos, unipersonales, práctica profesional supervisadas, sistemas de información, informática.*

**Introducción** En otras Universidades con carreras de perfil de formación profesional similar también existen materias que abordan la ejecución de este tipo de proyectos entre ellas podemos mencionar las siguientes relevadas a modo de ejemplo: La materia Trabajo Final en el quinto año de la carrera de Licenciatura en Sistemas de cursado anual que se realiza en la Universidad Nacional de Chilecito, en cuyo fundamento menciona: “... Esta Asignatura contribuirá a formar un Ingeniero tecnológico capacitado para desarrollar sistemas de ingeniería y tecnología afines a los existentes y producir innovaciones. Formar un profesional capaz de analizar y evaluar



requerimientos, y sobre esta base, desarrollar, diseñar, organizar e implementar sistemas de información...”<sup>1</sup> En la Universidad Nacional del Nordeste en la cátedra Ingeniería del Software II, la cual se encuentra en el cuarto año de cursado de la misma, con la variante de que se tiene la opción de trabajar en grupos de hasta tres alumnos. En cuyos Objetivos menciona: “... Preparar al Alumno en la exposición de proyectos. Cubrir todas las etapas de documentación del proyecto. Desarrollo de habilidades de ‘Trabajar enfocado al cliente’; de esta manera el alumno deberá demostrar al cliente que el proyecto cumple las expectativas requeridas y acordadas. Uso eficaz del ciclo de vida del proyecto; utilizando el ciclo de vida que mejor se adapte para el mismo...”<sup>2</sup>

Por medio del relevamiento realizado se detecta que no existe una definición y ponderación de factores de éxito para procesos de gestión de proyectos de desarrollo de software específicamente académicos, y con la particularidad que se desarrollan en proyectos unipersonales, por ello es importante trabajar sobre la definición de los mismos pudiendo suministrar la posibilidad de generar planes de acción con medidas de tipo preventivas para ser realizadas con los alumnos en desarrollo de estos proyectos previniendo el fracaso de los mismos.

**Proyectos y Gestión de Proyectos de Software.** Un proyecto es “un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único” según el PMI(1) quienes definen también a la gestión de proyectos como “la aplicación del conocimiento, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades de un proyecto con la finalidad de conseguir los requisitos del mismo”. La gestión de un proyecto involucra dentro entre las actividades a ser consideradas la de realizar actividades de gerenciamiento (definición, control, guía, monitoreo, selección, evaluación, etc.), planeamiento del proyecto, cronograma del proyecto, gestión de riesgos y estimación de costos con las particularidades que involucran a la gestión de proyectos de desarrollo de productos software (2). Además las consecuencias de estimaciones inadecuadas desencadenan a posterior grandes pérdidas monetarias en los proyectos e incluso la no conclusión de los mismos (3). SWEBOK<sup>3</sup>(4), Software Engineering Body of Knowledge, es un documento que fue creado por la Software Engineering Coordinating Committee, y se encuentra sustentado por la IEEE Computer Society<sup>4</sup>, se trata de una guía sobre el conocimiento presente en el área de la Ingeniería del Software.

Existen estándares de gestión de proyectos de tipo general, como ser el Project Management Body of Knowledge (PMBOK) del Project Management Institute (PMI)<sup>5</sup> y también se encuentran disponibles enfoques de gestión específicos para proyectos de software.

---

1Plan de Estudios Licenciatura en Sistemas. Universidad Nacional de Chilecito. Recuperado el: 05/02/2019.  
[http://www.undec.edu.ar/pdf/pdf\\_plan\\_es\\_LicenciaturaenSistemas.pdf](http://www.undec.edu.ar/pdf/pdf_plan_es_LicenciaturaenSistemas.pdf)

2Plan de Estudios Licenciatura en Sistemas. Universidad Nacional del Nordeste. Recuperado el: 05/02/2019  
[http://www.exa.unne.edu.ar/carreras/lic\\_sistemas\\_informacion.php](http://www.exa.unne.edu.ar/carreras/lic_sistemas_informacion.php)

3Recuperado el: 03/02/2019 [www.swebok.org](http://www.swebok.org)

4IEEE Computer Society [www.computer.org/portal/web/guest/home](http://www.computer.org/portal/web/guest/home)

5Project Management Institute Recuperado el: 03/02/2019 [www.pmi.org](http://www.pmi.org)

Actualmente se encuentra la 5ta edición disponible en español. Entre los estándares específicos de gestión de proyectos de software se analizarán además de los mencionados anteriormente a los correspondientes al Capability Maturity Model Integrated (CMMI - capítulo Project Management)<sup>6</sup> y al Rational Unified Process (RUP - también el capítulo de Project Management) por estar dichos enfoques entre los de mayor difusión (5)(6). Además existen otras normas y modelos que son seguidos por otras empresas, como CMM, ISO 9001, SPICE, PSP, TSP, ISO 20.000, ITIL, entre otros.

**Factores de Éxito en Gestión de Proyectos.** El éxito de un proyecto debe medirse en términos de desviaciones del alcance de las características y funcionalidades previstas dentro de los márgenes de costos y tiempos previstos. Sin embargo los casos de retrasos, sobrecostos, frustración de expectativas e incluso fracasos rotundos en la consecución de los fines de los proyectos registrados en la literatura son muy significativos. En el campo de los proyectos de sistemas de información es muy referenciado el informe Chaos es una de las estadísticas más usadas. Son publicadas aproximadamente cada 2 años, desde 1994. El reporte CHAOS clasifica los proyectos en diferentes escalas que definen el *éxito* de los mismos cuando el proyecto fue entregado a tiempo, en el presupuesto y con todas sus funciones, se los califican como *deficiente* cuando el proyecto fue finalmente entregado pero con gastos muy superiores que están más allá del presupuesto, también aquellos que no se entregan a tiempo o no completados y como *fracaso* cuando nada fue entregado. El estudio del 2015 indica que el 36% de todos los proyectos corresponden a casos exitosos, 45% se clasifican como deficientes y el 19% son casos que fracasaron (7).

Por medio del relevamiento realizado se detecta que no existe una definición y ponderación de factores de éxito para procesos de gestión de proyectos específicamente académicos. Es por ello que trabajar sobre su identificación y definición puede suministrar la posibilidad de generar planes de acción con medidas de tipo preventivas para ser realizadas con los alumnos en desarrollo de estos proyectos previniendo el fracaso.

Existen trabajos de diferentes autores que han intentado construir un marco para la clasificación de los factores críticos para el éxito o el fracaso de un proyecto. Según Pinto y Mantel(8) y Pinto y Prescott (9) se identifica que los factores críticos caen dentro de dos grandes grupos.

En el trabajo de Navascues (10) presenta los modelos y herramientas de la gestión de proyectos su empleo en relación con la simulación de procesos software para un entorno multiproyecto consigue identificar metodologías y modelos para descomponer jerárquicamente el problema multiproyecto, generar planes en condiciones de limitación de recursos y modelar y hacer frente al riesgo y la incertidumbre. El trabajo se valida sobre una empresa dedicada a

---

<sup>6</sup>Software Engineering Institute (CMU) , Capability Maturity Model Integration Recuperado el: 03/02/2019 [www.sei.cmu.edu](http://www.sei.cmu.edu)



realizar software a medida y busca optimizar la asignación de los recursos sobre los proyectos actuales para lo cual se procede a la validación sobre 50 proyectos pertenecientes a esta empresa.

En otro trabajo se presenta una metodología basada en los mapas cognitivos difusos para la formalización y el análisis de los factores críticos de éxito (11).

Hay estudios que buscan definir un modelo donde a partir de información básica del proyecto se pueda predecir su dificultad y clasificarlo en función de su riesgo (12). Otros estudios llevados a cabo para analizar los factores de éxito y causas de fracaso más influyentes en proyectos donde aplican una primer etapa de análisis estadístico de encuestas realizadas y una segunda etapa de minería de datos y clusterización (13).

**Metodología** Las PPS están directamente relacionadas con el nivel de egreso, debido a que por lo general es una de las últimas materias que rinden y con la cual se reciben. Por eso la metodología de gestión de proyectos utilizada y todo lo que ellos conlleva para llevar adelante estas PPS que consisten en el análisis, diseño, desarrollo e implementación de un sistema en un ámbito real.

Con el propósito de concretar los objetivos del presente trabajo se propone un modelo mixto de investigación, este se dividirá en tres etapas:

La primera etapa, consiste en analizar las cantidades de estudiantes ingresantes y egresados, cantidad de estudiantes avanzados que inician sus PPS y cantidades que finalizan las carreras de Analista en Sistemas de Computación y de Licenciatura en Sistemas de Información, con el propósito de identificar las proporciones de alumnos que aprueban y desaprueban estas PPS y que egresan de estas carreras.

La segunda etapa consiste en el relevamiento bibliográfico de las recomendaciones sobre las prácticas reales llevadas adelante por los profesionales en el ambiente laboral y realizar entrevistas a los estudiantes, egresados y docentes donde del discurso de los mismos se determinarán las estrategias para abordar las PPS, con el fin de identificar factores que pueden incidir en la concreción de las mismas y en el posterior egreso de las carreras. Esta fase del estudio se realizará con la implementación de entrevistas semiestructuradas que posibiliten respuestas a preguntas abiertas, con el fin de capturar estos indicadores de los estudiantes, egresados y docentes.

La tercera etapa consiste en realizar encuestas a estudiantes avanzados y egresados planteando las posibles estrategias, herramientas, problemas comunes, y demás factores identificados durante las entrevistas para sistematizar y realizar un análisis cuantitativo buscando una relación entre las mismas y éxito en la concreción de las PPS y el egreso de los estudiantes. Para concluir se realizará un análisis comparativo de los resultados obtenidos en las etapas mencionadas, con el fin de aportar con un cuerpo teórico que identifique las estrategias aplicadas por los estudiantes, egresados y docentes de las carreras Analista en Sistemas de Computación y de Licenciatura en Sistemas de Información.

## Variables

**Tabla 1:** Datos de encuesta a estudiantes avanzados. Variables contempladas en el presente proyecto

Nombre	Definición
Estudiantes Avanzados	Estudiantes que cursen el tercer año de las carreras sin deber materias de segundo y que se encuentren inscriptos en las PPS
Egresados	Egresados que hayan finalizado su PPS y hayan obtenido el título final.
Docentes	Docentes a cargo de las cátedras de PPS (Proyecto Software en Licenciatura en Sistemas de Información y Trabajo Final en Analista en Sistemas de Computación)

**Población** Estudiantes, Docentes y Egresados de las carreras de Analista en Sistemas de Computación y de Licenciatura en Sistemas de Información de la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales de la Universidad Nacional de Misiones con sede en la ciudad de Apóstoles, Misiones.

**Unidad de análisis** Para el alcance de los objetivos de la presente propuesta, los sujetos estarán compuesto por encuestas enviadas a todos los egresados tomando aquellas encuestas que sean respondida de manera voluntaria por los mismos, los estudiantes que cursen el tercer año de las carreras y se encuentren inscriptos en las cátedras que contemplan la realización de las PPS

**Resultados obtenidos** A continuación, se observa en la Tabla 1 los resultados de la encuesta que se realizó a los estudiantes de los últimos años de la carrera, estudiantes avanzados, que solamente le falta rendir menos de tres materias totales del plan de estudios y entre ella la materia de trabajo final.

**Tabla 2.** Datos de encuesta a estudiantes avanzados

Datos Relevados a estudiantes avanzados	Respuestas
Cantidad asistentes	33
Promedio años en la carrera	8,25
Tiene tema	25
Porcentaje de los asistentes que tiene tema	75,76%



Porcentaje de los asistentes que tiene tutor	78,79%
Tiene problemas con el tutor	6,06%
Desea que la carrera le ayude a contactar a su tutor	21,21%
Porcentaje de los presentes que cursó trabajo final	81,82%
Porcentaje de los que cursaron que los hicieron como regular	70,37%
Porcentaje con problemas de investigación	24,24%
Porcentaje con problemas de escritura	33,33%
Promedio de horas dedicadas al estudio	12
Máximo	35
Mínimo	2
Trabaja	0,8484848485
Trabajan y tienen tema	66,67%
Horas promedio de trabajo semanales	34
Máximo	60
Mínimo	10
Porcentaje de los que trabajan y su trabajo está relacionado a la informática	92,86%
Porcentaje de los que tienen tema y su trabajo está relacionado al tema de tesis	36,36%
Familiares a cargo	6,06%
Beca	27,27%
Necesita ayuda con alguna herramienta o sw	21,21%

Luego del seguimiento realizado ese año se incrementó en gran cantidad los egresados, lo cuales también estuvieron incentivados por el Cambio de Plan de Estudios.

Si bien la experiencia profesional recién se adquiere una vez finalizada la carrera de grado, algunos avances en el relevamiento de información que vamos llevando a cabo para este proyecto nos permiten identificar que más del 84,85 % de los encuestados son estudiantes que trabajan y en el 92,86% de ellos están relacionados a la informática, esto determina que poseen alguna experiencia laboral previa y refleja de alguna manera la gran demanda de profesionales informáticos en el medio local y que los estudiantes de los últimos años de la carrera en su mayoría ya se encuentran con posibilidades reales de inserción en el campo laboral.

La mayoría de los estudiantes cursaron las materias del plan de estudios, pero luego se alejaron de la carrera por esto una carrera que se planifica en tres años en el caso de Analista en Sistemas y cinco años en Licenciatura en Sistemas tiene entre los encuestados un promedio de permanencia de ocho años en la carrera, esto es tomando el año de ingreso y el año de realización de la encuesta.

**Tabla 3:** Resultados de la encuesta realizada a egresados de la carrera

<b>Datos Relevados a estudiantes egresados</b>	<b>Respuestas</b>
Cantidad de encuestados	30
Cantidad solo Analistas	36,67%
Cantidad solo LSI	13,33%
Ambas Carreras	50,00%
Cantidad promedio de años alejado de la carrera	5
cursaban solo trabajo final	50,00%
experiencia laboral al momento de hacer el trabajo final	63,33%
promedio de horas que trabaja al día al momento de hacer el TF	6
promedio de atraso en la entrega del proyecto en meses	4

Aunque solamente el 6,06% expresó tener problemas con los tutores el 21,21% expresó que sería positivo contar con intervención de la carrera en el dialogo con los tutores.

También es interesante observar que solamente el 27,27% cuenta con becas, el 6,06% tiene familiares a cargo y el 21,21% expreso necesitar ayuda con alguna herramienta o software de trabajo para la realización de su trabajo final.

También se les consulto sobre la cantidad de horas por día dedicadas al proyecto que promedia las 12 horas semanales cuando el promedio de horas de trabajo semanales es de 34 horas y solamente el 36,36% tienen su trabajo relacionado a su tema de trabajo final.

A pesar de que se busca que a partir de la inserción en un ambiente de trabajo real que el alumno adquiere diversas habilidades que pueden resumirse en la capacidad de trabajar en equipo, en forma colaborativa y de resolver problemas reales propios de la disciplina. Esto constituye una formación temprana para el estudiante que no sólo aporta a su conocimiento, sino a su experiencia, pero también puede volverse un obstáculo para obtener el título.

Dentro del grupo de egresados podemos observar en la Tabla 2 que demoran en promedio entregar su trabajo final como máximo con un atraso de 4 meses y el 63,33% cuenta con experiencia laboral trabajando en promedio 6 horas diarias al momento de elaboración de su trabajo final, y el 80% estima importante la figura de un director para el acompañamiento en la elaboración de su trabajo final. Uno de los aspectos evaluados era determinar las necesidades que observaban los estudiantes que debían ser abordadas desde su perspectiva para colaborar con el éxito y concreción de sus proyectos. Los resultados se encuentran expresados en la Tabla 3. Se puede observar que el 93,33% de los egresados cree necesario reforzar los conocimientos con respecto a lenguajes de programación mientras que un 80,43% de los estudiantes opinan lo mismo. El 83,33% de los egresados menciona la necesidad de reforzar contenidos de bases de

datos mientras un porcentaje menor pero no menos importante de 69,57% de los estudiantes tienen esta opinión.

**Tabla 4:** Necesidades identificadas por los egresados y estudiantes

<b>Necesidades detectadas por los estudiantes</b>	<b>Egresados</b>	<b>Estudiantes</b>
¿Cree necesario reforzar estos conocimientos en el cursado de la carrera con respecto a <i>lenguajes de programación?</i>	93,33%	80,43%
¿Cree necesario reforzar estos conocimientos en el cursado de la carrera con respecto a <i>base de datos?</i>	83,33%	69,57%
¿Cree necesario reforzar estos conocimientos en el cursado de la carrera sobre <i>Herramientas CASE?</i>	76,67%	56,52%
¿Cree necesario reforzar estos conocimientos en el cursado de la carrera sobre <i>metodologías?</i>	73,33%	80,43%

En cuanto a herramientas CASE es un 76,67% de los egresados en comparación con un 56,52% de los estudiantes y en cuanto a metodologías 73,33% de los egresados mencionan la necesidad versus el 80,43% de los estudiantes. Se podría decir que los egresados ven necesarios los conocimientos en etapas finales del proyecto como lo son la programación y las bases de datos y los estudiantes en etapas tempranas como la aplicación de metodologías. Pero ambos grupos demuestran el nivel de incertidumbre alto que sufren al momento de enfrentar sus prácticas. Para mejorar el acompañamiento es que se pretende profundizar el presente estudio.

**Conclusión** Si bien la experiencia profesional recién se adquiere una vez finalizada la carrera de grado, algunos avances en el relevamiento de información que vamos llevando a cabo para este proyecto nos permiten identificar que más del 63,33 % de los encuestados egresados tenían alguna experiencia laboral previa, esto refleja de alguna manera la gran demanda de profesionales informáticos en el medio local y que los estudiantes de tercer año de la carrera en su mayoría ya se encuentran con posibilidades reales de inserción en el campo laboral.

De este modo, a partir de la inserción en un ambiente de trabajo real, el alumno adquiere diversas habilidades que pueden resumirse en la capacidad de trabajar en equipo, en forma colaborativa y de resolver problemas reales propios de la disciplina. Esto constituye una formación temprana del alumno que no sólo aporta a su conocimiento, sino a su experiencia.



De esta forma, las carreras de Informática proveen a sus egresados las capacidades fundamentales que le permitirán desempeñarse con éxito en su vida profesional; conocimiento en Informática a través de una sólida formación y experiencia real a través de la PPS.

Estamos avanzando actualmente en una nueva etapa del proyecto donde estamos analizando las encuestas realizadas sobre los estudiantes avanzados, clasificando los grupos de encuestados buscando identificar cuáles son los factores que se presentan como de mayor importancia o predominantes entre alumnos avanzados que no logran finalizar sus PPS y los egresados. Por parte analizando estos primeros datos extraídos del grupo de egresados se logra observar que se presentan posibles cuestiones a reforzar desde la formación de los estudiantes como las necesidades expresadas en cuanto al manejo del lenguaje y del gestor de base de datos.

Esto también surge de que la aplicación de estos conocimientos adquiridos previamente en un entorno áulico a una experiencia con usuarios reales en entornos reales, lo que da cuenta de la importancia de generar más espacios que permitan fomentar el aprendizaje basado en proyectos desde las cátedras para mejorar su experiencia al llegar a la instancia de trabajo final.

Se pretende cruzar las metodologías utilizadas con la incidencia y compararlas en una siguiente etapa del presente proyecto en base a los diferentes factores relevados y comparar los casos de éxito y fracasos (trabajos finalizados y sin finalizar).

**Reconocimientos:** El presente trabajo se encuentra dentro del marco del Proyecto de Investigación acreditado según código 16Q646-PI :”Metodología para la definición de ponderación de factores de éxito para procesos de gestión de proyectos académicos unipersonales de práctica profesional supervisadas en carreras de informática”. El cual recibió un subsidio dentro del financiamiento a los Proyectos a Jóvenes Investigadores según RESOL. CS. N.º 0700/2018. Universidad Nacional de Misiones - Argentina-

**Revelación.** Los autores informan que no hay conflictos de interés en este trabajo.

**Referencias.** We adopted the format based on Standard ANSI/NISO Z39.29 - 2005 ([link to Standard in PDF](#)) and “International Committee of Medical Journal Editors Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals Sample References” available at: [http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform\\_requirements.html](http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html).

- (1) Project Management Institute. Guía de los fundamentos de la Dirección de proyectos [Project Management Institute] 2004.
- (2) Sommerville, I. Ingeniería de software [trad de la 6ta edición], Addison Wesley, México 2002.
- (3) Wayt Gibbs W. La crisis crónica de la Programación. Scientific American.1994.
- (4) Bourque, P., Fairley, R. E. (2014). Guide to the Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOOK). IEEE Computer Society. Versión 3. Edition: 3.
- (5) Jacobson, I., Booch, G., Rumbaugh, J., (2001) “Rational Unified Process” ISBN 0201707101, Addison Wesley.
- (6) Equipo del Producto CMMI. (2012). CMMI para Desarrollo. Mejora de los procesos para el desarrollo de mejores productos y servicios. Software Engineering Process Management Program. Versión 1.3. , V1.3.
- (7) Standish Corporation. (2015). Chaos chronicles version 3.0. Technical report, The Standish Group. <https://www.standishgroup.com/.../CHAOSReport2015-Final.pdf>
- (8) Pinto J. K., Mantel S. J. (1990) The causes of project failure. IEEE Transactions on Engineering Management, 37(4):269–276.
- (9) Pinto J. K., Prescott J. E.(1990). Planning and tactical factors in the project implementation process. Journal of Management Studies 27(3):305–327.
- (10) Navascués Fernández J. V., (2008) Técnicas avanzadas para la gestión de proyectos software. Universidad de Sevilla. Departamento de Lenguajes y Sistemas de Información. Trabajo para la obtención del Diploma de Estudios Avanzados. (Informe de Investigación). Postgrado Oficial en Ingeniería y Tecnología del Software. <https://www.lsi.us.es/docs/doctorado/memorias/Memoria-JNavascues.pdf>
- (11) Vázquez L. M. Y., Rosello R. R., Estrada F. A. (2012) Modelado y análisis de los Factores Críticos de Éxito de los proyectos de software mediante Mapas Cognitivos Difusos. Ciencias de la Información, vol. 43, núm. 2, pp. 41-46. Instituto de Información Científica y Tecnológica. La Habana, Cuba. ISSN 0864-4659.
- (12) Alba, C.; Rodríguez, V.; Ortega, F.; Villanueva, J. (2008). Predicción y clasificación de riesgos en proyectos de Sistemas de Información.12th International Conference on Project Engineering. 9–11/07. Zaragoza. España.
- (13) Cousillas, S. M.; Rodríguez Montequín, V.; Villanueva Balsera, J.; Alvarez Cabal, V. (2013). Project success Factors and Failure Causes Analysis: Behavioral Pattern Detection Using Clustering Techniques. 17th International Congress on Project Management and Engineering. 17-19/07. Logroño. España.