

Procedimiento para la gestión del riesgo en el desarrollo del software educativo

Procedure for risk management in the development of educational software

Procedimento para gestão de risco no desenvolvimento de software educacional

DAYANA OLIVIA HERNÁNDEZ REVILLA¹, WALFREDO GONZÁLEZ HERNÁNDEZ²,
ALBERTO MEDINA LEÓN³

Recibo: 09.04.2019 – Aprobación: 31.01.2020

DOI: <https://doi.org/10.30554/ventanainform.40.3276.2019>

Artículo de revisión⁴

Resumen: *En el artículo se presenta un breve panorama de los procesos de gestión de riesgos, teniendo en cuenta los métodos fundamentales establecidos en la literatura y el software educativo, indicando los aspectos pedagógicos necesarios para la evaluación de riesgos en este tipo de software. Posteriormente, se delimita el procedimiento propuesto por cuatro fases para la gestión de riesgos con sus acciones y operaciones, definiendo los roles involucrados, así como los artefactos que se generan en cada una de ellas, integrando las fórmulas previstas para el cálculo de los valores de las probabilidades que permitirán la toma de decisiones sobre el riesgo. Las fases tienen dos etapas que estructuran el procedimiento para mitigar el riesgo. El procedimiento debe aplicarse a cada una de las etapas de las metodologías de desarrollo de un software educativo.*

1 Ingeniera Informática. Profesora Instructora, Universidad de Matanzas, Matanzas, Cuba. Correo electrónico: Dayana.hernandez@umcc.cu. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5429-2326>.

2 Doctor en Ciencias Pedagógicas. Profesor Titular, Universidad de Matanzas, Matanzas, Cuba. Correo electrónico: walfredogh@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4028-4266>.

3 Doctor en Ciencias Técnicas. Profesor Titular, Universidad de Matanzas, Matanzas, Cuba. Correo electrónico: alberto.medina@umcc.cu. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6019-4551>

4 Artículo proveniente del proyecto título completo, ejecutado en el periodo fecha inicio –fecha de terminación, e inscrito en el grupo de investigación nombre del grupo de la nombre de la institución. [Si es una opción de grado, se especifica el título obtenido y el tutor o presidente del trabajo].

Palabras clave: *risk, risk management, educational software, risk management in educational software development*

Abstract: *The article gives a brief overview of the processes in risk management, taking into account the fundamental processes established in the literature and the educational software, indicating the pedagogical aspects necessary for risk management in this type of software. Subsequently, the procedure proposed by four phases for risk management with its actions and operations is delimited, defining the roles involved, as well as the artifacts that are generated in each of them. In each of them the formulas provided for the calculation of the values of the probabilities that will allow decision making about risk are integrated.*

Keywords: *risk, risk management, educational software, risk management in the development of educational software.*

Resumo: *O artigo apresenta um breve panorama dos processos de gestão de riscos, levando em consideração os processos fundamentais estabelecidos na literatura e no software educacional, indicando os aspectos pedagógicos necessários para o gerenciamento de riscos neste tipo de software. Posteriormente, o procedimento proposto por quatro fases para o gerenciamento de riscos com suas ações e operações é delimitado, definindo os papéis envolvidos, bem como os artefatos gerados em cada um deles. Em cada uma delas são integradas as fórmulas previstas para o cálculo dos valores das probabilidades que permitirão a tomada de decisão sobre risco.*

Palavras-chave: *risco, gerenciamento de risco, software educacional, gerenciamento de risco no desenvolvimento de software educacional.*

Introducción

El desarrollo industrial y tecnológico de las sociedades modernas ha puesto en evidencia la presencia de riesgos que van más allá de los naturales conocidos hasta ahora por la humanidad. Con los grandes sistemas técnicos ha nacido también para la sociedad un potencial de riesgo y de catástrofe del que solamente ha llegado a tomar consciencia poco a poco el público a través de una larga cadena de accidentes (Dey et al., 2016; Srikanth, Hettiarachchi, & Do,

2016)& Do, 2016. Todos los ingenieros involucrados en mayor o menor medida en la ejecución de proyectos de ingeniería, conocen casos de proyectos donde algún grave problema, o la combinación de varios problemas han hecho que el proyecto “fracase”. Dentro de la palabra “fracaso”, se incluyen proyectos que sufren retrasos de años, proyectos que con desviaciones presupuestarias enormes o proyectos que simplemente “no funcionan”(Aldunce, Beilin, Howden, & Handmer, 2015; Marcelino-Sádaba, Pérez-Ezcurdia, Echeverría Lazcano, & Villanueva, 2014; Sarigiannidis & Chatzoglou, 2014). En resumen, no se ha cumplido alguno de los objetivos tradicionales del proyecto: plazo, costo y calidad; aunque es habitual que el incumplimiento de alguno de ellos, lleve o arrastre a los otros dos, en mayor o menor medida (Morales Camprubí, 2015). Por ello es necesario declarar los tipos de riesgo.

Existen diferentes tipos de riesgo, laborales, alimentarios, bancarios, de proyecto, medioambientales, de software y tienen en común que los responsables son conscientes de la existencia de amenazas que suponen un peligro para la consecución de sus objetivos. Dedicar esfuerzos y recursos a mantener estos riesgos por debajo de un límite previamente consensuado en sus organizaciones.

Para maximizar los beneficios de dicha gestión y contar con garantías de éxito, los esfuerzos han de ser empleados de forma metódica, estructurada y, sobre todo, según un proceso de evaluación y mejora continua (Matturro, Raschetti, & Fontán, 2019; Saleem & Burney, 2019). Ello permite a las organizaciones ajustar sus procesos a un entorno en cambio constante (Sosa & Connor, 2018; Sözbilir, 2018) Los logros obtenidos ante las amenazas de hoy no suponen garantía de éxito para las amenazas de mañana (Baloch et al., 2014). Debido a ello la gestión de riesgos constituye un imperativo de la empresa de hoy.

La gestión de riesgos puede aplicarse a toda una organización, en sus áreas y niveles, en cualquier momento. La composición de la gestión del riesgo define los atributos necesarios para realizarla de buena manera, al mencionar que el proceso debe iniciarse en la alta dirección de la empresa, mostrar su compromiso y emitir políticas o directrices para la gerencia de riesgos (Hubbard, 2009; Sievi-Korte, Beecham, & Richardson, 2019). Aunque la práctica de la gestión del riesgo ha sido desarrollada con el tiempo y en muchos sectores, a fin de satisfacer las diversas necesidades, la adopción de procesos sensibles dentro de un marco global, puede ayudar a garantizar que el riesgo se gestione de manera eficaz, eficiente y coherente en toda la organización. Todo ello se gestiona a partir de la implantación de las normas declaradas por las organizaciones certificadoras de procesos.

Existen normas que ayudan a que las organizaciones, empresas y proyectos creen un estándar a la hora de gestionar los riesgos. A nivel internacional, la International Standard Organization (ISO) publicó en 2009, la ISO 31000 de gestión del riesgo - principios y directrices y la ISO/IEC 31010 la gestión del riesgo - técnicas de apreciación del riesgo. En el 2013 la ISO publicó la ISO/TR 31004 gestión del riesgo - orientación para la implementación de la norma NC-ISO 31000.

Las organizaciones cada vez son más conscientes de los impactos que les pueden generar los riesgos referentes a las Tecnologías de Información (TI). Es frecuente que empresas de diversos sectores económicos reporten pérdidas debido a fallas y/o ataques sobre sus servicios de TI, los cuales afectan seriamente su reputación y su solidez financiera y operacional (Gómez, Pérez, Donoso, & Herrera, 2010).

El uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones se ha intensificado en las organizaciones independiente de la naturaleza y actividad que realicen, este propio desarrollo ha provocado que se encuentren en constante evolución y deben ser sometida a nuevas y crecientes necesidades. Su uso masivo, también la ha convertido en blanco de ataques; por eso los riesgos asociados a estas se intensifican y transforman y por ello se hace necesario crear y adaptar constantemente los medios y métodos utilizados para conservar la seguridad de la información que las organizaciones quieren proteger (Castro & Bayona, 2011). De ahí que la gestión del riesgo en las organizaciones dedicadas al desarrollo de software es importante.

La gestión de riesgos en proyectos pretende identificar, estudiar y eliminar las fuentes de riesgo antes de que comiencen a amenazar el éxito o la finalización exitosa de un proyecto de desarrollo. Los proyectos de software no están exentos de esto. En la informatización de la sociedad actual es necesario prever todo lo que atente contra los proyectos de software y para garantizar que estos se desarrollen es necesario gestionar los riesgos que pueden evitar que el proyecto concluya satisfactoriamente (Kliem & Ludin, 2019; Shojaei & Haeri, 2019).

Un tipo de software que merece un análisis, es el software educativo por su impacto en los procesos educativos (Hong & Chen, 2018; Olmos-Raya et al., 2018; Stolaki & Economides, 2018) . En ese tipo de software al analizar las metodologías por las que se rigen al desarrollarlo (Aslan, 2016; Cataldi, 2000; Sommerville, 2005) el análisis de riesgo se realiza solo en una de las etapas durante el desarrollo. La gestión de riesgo es un proceso transversal al desarrollo del software y está presente en todas las etapas. No solo se debe considerar gestionar los riesgos durante el desarrollo, sino antes, durante y después de comenzar el proyecto. Al analizar los riesgos de cada componente del proceso (Angarita-Zapata,

Vásquez Cardozo, & Andrade-Sosa, 2019; Davis, McDuffie, Drake, & Seiwel, 2019; Fuentealba, Badillo, & Sánchez-Matamoros, 2019; González Hernández, 2019; Skovholt, Nordenström, & Stokoe, 2019) que interactúa con el producto de software educativo y luego cuando concluye el producto de software que está en manos de los usuarios a los que va dedicado, es necesario gestionar los riesgos que pueden surgir en la etapa de capacitación y otros procesos necesarios cuando se termina el software educativo.

1. Desarrollo temático

1.1 Procedimiento para la gestión del riesgo en el desarrollo de un software educativo

La siguiente propuesta metodológica que tiene como objetivo gestionar el riesgo en el desarrollo del software educativo. Cada acápite describirá detalladamente cada etapa, proponiendo una serie de acciones a seguir para identificar riesgos en este tipo de software, evaluarlos y mitigarlos, para que el producto final tenga la calidad requerida. Por tanto, el procedimiento que se propone contiene los siguientes aspectos:

- Está constituida por 3 fases, cada fase contiene 2 etapas en las cuales se describen los pasos a seguir para gestionar el riesgo en el desarrollo del software educativo.
- Define cómo y cuándo se realizará la gestión de los riesgos encontrados en el proceso de desarrollo del software educativo, qué modelos utilizar para archivar la documentación referente a los riesgos.
- Define que especialista participa en cada etapa del proceso.
- Hace principal énfasis en los riesgos pedagógicos.
- El rol de especialista en riesgo se incorpora al grupo de desarrollo de software educativo.
- Es un proceso iterativo, que se realizará en todo el desarrollo además de ser supervisado y controlado.

La figura 1 muestra las etapas del procedimiento de gestión de riesgo y la llave encierra los roles asociados al número correspondiente a cada etapa.

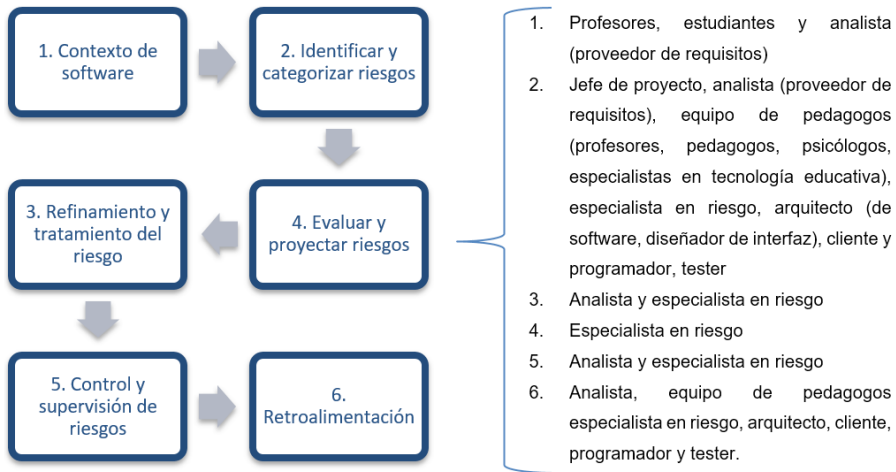


Figura 1. Etapas del procedimiento para la gestión de riesgo en el software educativo y sus roles correspondientes. Fuente: Elaboración de los autores.

A continuación, se distribuyen las fases y cada etapa correspondiente a esa fase para gestionar el riesgo en un software educativo.



Figura 2. Distribución de epígrafes del procedimiento para la gestión del riesgo en un software educativo. Fuente: Elaboración de los autores.

A continuación, se describen las 6 etapas:

1. Establecer los contextos del software: En esta etapa se definen los parámetros externos (el entorno cultural, social, político, legal, reglamentario, financiero, tecnológico, económico, natural y competitivo, a nivel internacional, nacional, regional o local) e internos (la estructura de la organización, las funciones y la obligación de rendir cuentas; las políticas, los objetivos y las estrategias que se establecen para conseguirlo; las capacidades, entendidas en términos de recursos y conocimientos, los sistemas de información, los flujos de información y los procesos de toma de decisiones (tanto formales como informales); las normas, las directrices y los modelos adoptados por la organización) a tener en cuenta cuando se gestiona el riesgo (Martin Monroy, R. Ribon, & Puello,

2018; Nicolás, De Gea, Nicolás, Fernández-Alemán, & Toval, 2018)nd CoçDRdcW y no deben faltar los aspectos didácticos y pedagógicos. Es importante resaltar el contexto educativo y tecnológico que forman parte de los parámetros externos, según Marcelino-Sádaba et al. (2014) y Nicolás et al. (2018).

En este contexto se determinarán los roles específicos a participar en el proyecto para el desarrollo del software educativo y su responsabilidad dentro del mismo.

2. Identificar y categorizar los riesgos: Se realizará el proceso de identificación de los riesgos determinando todos los posibles, se le asocia a cada riesgo una pregunta en cada uno de los temas, las respuestas a dichas preguntas permiten estimar el impacto del riesgo. Luego se clasifica para saber qué tanto repercute en el proyecto y se asocia una categoría cualitativa.

3. Evaluar y proyectar los riesgos: Se debe calcular el factor de riesgo con la fórmula correspondiente teniendo el valor de su probabilidad, impacto y el costo de su consecuencia en caso de que ocurra, para luego representarlo en el nivel de referencia y en la línea de corte para tener una visión aún más clara de cuánto puede afectar al proyecto. También se calculan el nivel de atención al riesgo y el valor de riesgo total, de acuerdo al resultado de estos valores y su nivel de repercusión se continúa o no con el proyecto.

4. Refinamiento y tratamiento de los riesgos: El riesgo se refina a través del método condición-transición-consecuencia (CTC), luego se le da tratamiento al riesgo para tratar de mitigarlos y se lleva a cabo un plan de acción para cada riesgo.

5. Control y supervisión de los riesgos: Escoger los mecanismos y acciones adecuadas, este proceso debe controlarse y ser supervisado a través de todo el proceso de desarrollo del proyecto.

6. Retroalimentación: Se guardará la documentación archivada del proyecto y se comunicará cómo se evaluaron los riesgos al equipo de desarrollo, además de poner en marcha las medidas necesarias para no repetir los errores en proyectos futuros.

Para la ejecución de estas fases se establecen los roles participantes en las etapas de gestión de riesgo del software educativo.

Profesores: Encargados de interactuar con el software educativo, parte responsable de educar a los estudiantes para aprender a utilizar el software educativo.

Estudiantes: Encargados de interactuar con el software educativo

Jefe del proyecto: Responsable de supervisar todas las tareas del proyecto, encargado de firmar contratos y establecer acuerdos con los clientes.

Analista (proveedor de requisitos): Acompaña el proceso desde sus inicios, es el que se entrevista con el cliente y recoge toda la información posible para comenzar el proyecto.

Equipo de pedagogos (profesores, pedagogos, psicólogos, especialistas en tecnología educativa): Encargados de acompañar todo el proceso para que en cada etapa se tomen todos los requerimientos, políticas y normativas específicas de la educación.

Especialista en riesgo: Experimentado y participante en proyectos de otro tipo evaluando la repercusión del riesgo.

Arquitecto (de software, diseñador de interfaz): Especialista en diseño y prototipado en software educativo.

Cliente: Persona encargada de comunicar al equipo de desarrollo todo lo que necesita el producto final.

Programador: Encargado de codificar el trabajo del analista y del equipo de desarrollo.

Tester: Encargado de hacer las pruebas pertinentes al software después de concluida su implementación y antes de llegar al usuario final.

Los roles descritos permiten determinar las responsabilidades con los procesos que tienen lugar en las fases. Cada uno de estos roles pueden ser ocupados por varias personas, ello depende de la complejidad del producto a desarrollar. A continuación, se desglosan cada una de las fases en las etapas y acciones a ejecutar.

Preparación para gestionar el riesgo en el software educativo

En la primera fase se prepara el equipo de desarrollo para comenzar con las investigaciones pertinentes para el desarrollo.

Etapas 1 Establecer los contextos de software

Se definen los parámetros externos e internos a tener en cuenta cuando se gestiona el riesgo, y se establecen el alcance y los criterios de riesgo para la política de gestión del riesgo. Además, como el software educativo tiene sus particularidades se especifica el contexto educativo y el tecnológico.

Paso 1.1: Establecer contexto interno y externo y dentro de ellos hacer énfasis en el contexto educativo y tecnológico

Contexto Educativo: Debe tenerse en cuenta que el software contenga temas relacionados con el sistema de asignaturas del nivel educacional para el cual esté dirigido. Los aspectos a considerar son: las pantallas, el entorno de comunicación y dentro de los aspectos pedagógicos: los objetivos educativos, los contenidos, las actividades interactivas, la integración curricular, la documentación del programa, los aspectos funcionales: utilidad del programa en cuanto a motivación y facilitación de aprendizajes. La capacitación de los profesores también exige prioridad, tanto en el uso de las tecnologías como en el conocimiento del software en general, saber cómo utilizarlo adecuadamente para el proceso de enseñanza-aprendizaje. Tener en cuenta las características propias de cada estudiante.

Contexto Tecnológico: Considerar cuál es el equipamiento disponible para la creación del software, siempre tratando de que sea el óptimo, así como también la infraestructura tecnológica. Un aspecto también de importancia dentro de este contexto es el alcance de las computadoras a los estudiantes, debe tratarse de darle un uso individual o en parejas, depende de cómo este diseñado el software para lograr el objetivo para el que fue creado.

Etapas 2: Identificar y categorizar los riesgos

Luego de establecer los contextos, se debe identificar dónde pueden aparecer los riesgos en el software. Para realizar la identificación se utiliza una serie de preguntas que están asociados con las subcategorías genéricas del riesgo como el: tamaño del producto, complejidad del proyecto, grado de incertidumbre estructural, disponibilidad de información histórica, tamaño y experiencia de la plantilla, calendario, ámbito del software, estimación de recursos y personal del proyecto, características del cliente e intercambio.

Paso 2.1: Elaborar preguntas asociadas a los riesgos

Varios autores (Silic & Back, 2016; Tho, 2012) definen que el riesgo del proyecto es directamente proporcional al tamaño del producto. El tamaño del producto influye en el aumento de los riesgos del mismo. La siguiente lista de comprobación de elementos de riesgo identifica riesgos genéricos asociados con el tamaño del producto (software): ¿Tamaño estimado del producto en LDC o FP, (¿LCD y FP son técnicas de estimación de proyecto? FP es la estimación orientada a puntos de función del proyecto y LCD es orientada a líneas de código.)? ¿Tamaño estimado del producto en número de archivos y transacciones? ¿Porcentaje de desviación en el tamaño del producto respecto a la medida de productos anteriores? ¿Tamaño de la base de datos creada o empleada por el producto? ¿Número de usuarios del producto?

Estas preguntas las elaboran el jefe del proyecto y el analista mientras que el analista o quien se entrevista con el cliente las aplica para obtener respuestas. La siguiente lista de comprobación de elementos de riesgo identifica riesgos genéricos asociados con diferentes clientes: ¿Ha trabajado con el cliente anteriormente? ¿Tiene el cliente una idea formal de lo que necesita? ¿Aceptarán el cliente gastar su tiempo en reuniones formales de requisitos para identificar el ámbito del proyecto? ¿Está dispuesto el cliente a establecer una comunicación fluida con el desarrollador? ¿Está dispuesto el cliente a participar en las revisiones? ¿Está dispuesto el cliente a dejar a su personal hacer el trabajo? ¿Entiende el cliente el proceso del software? ¿Es estable el ámbito del proyecto? ¿Son estables los requisitos del proyecto? ¿Es nueva para su organización la tecnología a construir? ¿Demandan los requisitos del cliente la creación de nuevos algoritmos o tecnología de entrada o salida? ¿Demandan los requisitos del producto una interfaz de usuario especial? ¿Demandan los requisitos del producto la creación de componentes de programación distintos de los que su organización haya desarrollado hasta ahora? ¿Demandan los requisitos el empleo de nuevos métodos de análisis, diseño o pruebas? ¿Demandan los requisitos el empleo de métodos de desarrollo del software no convencionales, tales como los métodos formales, enfoques basados en inteligencia artificial y redes neuronales? ¿Imponen excesivas restricciones de rendimiento los requisitos del producto? ¿No está seguro el cliente de que la funcionalidad pedida sea factible?

En el software educativo no pueden faltar los riesgos asociados a los aspectos pedagógicos que son abordadas en una amplia literatura al respecto (Díaz Chaves & Arandia Rodríguez, 2019; Feng, 2019; González Hernández, 2019; Molina Jaime, Font Moll, & Pino-Fan, 2019; Skovholt et al., 2019; van Leeuwen & Janssen, 2019). Las preguntas son elaboradas por los pedagogos asociados al proyecto y aplicadas en la entrevista por el analista son: ¿Se han comprendido cuáles son los objetivos del software a desarrollar y para quién va dirigido? ¿Se adecua a los objetivos del nivel en el cual se encuentran los estudiantes? ¿Se estructuran en relación con el diseño curricular del proceso formativo en el cual se encuentra el estudiante? ¿Posee elementos retroalimentadores para que el estudiante pueda corregir sus errores? ¿Se ajusta a las cuestiones éticas que lleva el tratamiento de los estudiantes? ¿Se adecúa el software con el sistema de asignaturas del nivel educacional a quien va dirigido? ¿El nivel de desarrollo de los estudiantes es suficiente para trabajar con el software? ¿Los profesores están preparados totalmente para trabajar correctamente con el software y darle el uso adecuado? ¿Todos los estudiantes tienen acceso a las computadoras para trabajar correctamente con el software?

Estas preguntas generales surgen de las reuniones con los participantes en el proyecto y son generadas por ellos para encontrar todo tipo de riesgo que pueda poner en peligro el desarrollo del producto: ¿Se dispone del tiempo suficiente para la realización del software? ¿Ha sido exitosa la comunicación entre los integrantes del equipo de desarrollo? ¿Tiene el equipo de ingenieros de software el conjunto adecuado de habilidades y experiencia? ¿Es adecuado el número de personas del equipo del proyecto para realizar el trabajo? ¿Se realizaron correctamente los cálculos de estimación del presupuesto para la realización del proyecto? ¿Se utilizaron dos métodos diferentes para comprobarlo?

Si alguna de estas preguntas se responde de manera negativa deben establecerse sin falta pasos de mitigación, monitoreo y gestión. El grado en el que el proyecto está en riesgo es directamente proporcional al número de respuestas negativas (Chang, 2015; Dey et al., 2016; Nicolás et al., 2018; Srikanth et al., 2016).

Paso 2.2: Asociar cada pregunta a un tipo de riesgo.

Al responder cada pregunta y detallar los riesgos posibles se realiza una categorización de cada uno de ellos, de manera general y después específica. A continuación, se muestra en la figura 3 un esquema de cómo se define.

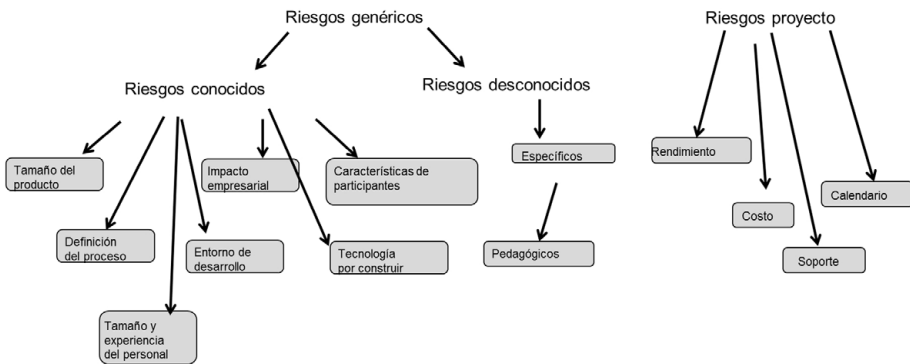


Figura 3. Categorías de los riesgos. Elaboración propia

Las categorías genéricas están asociadas a los aspectos generales del proyecto (Baró-Solé et al., 2018; Calderón, Ruiz, & O'Connor, 2017; Seide Molléri, Gonzalez-Huerta, & Henningsson, 2018): Riesgos genéricos: Son una amenaza potencial para todos los proyectos de software; Riesgos del proyecto: Amenazan el plan del proyecto; Riesgos conocidos: Son todos aquellos que se pueden descubrir después de una cuidadosa evaluación del plan de proyecto, del entorno técnico y comercial en el que se desarrolla el proyecto y otras fuentes de infor-

mación fiables; Riesgos desconocidos: No se conocen, pero pueden llegar a ser identificados en el transcurso de la realización del proyecto; Riesgos específicos: Solo se pueden identificar los que tienen una clara visión de la tecnología, el personal y el entorno específico del proyecto en el que se trabaja. Para identificarlo se examinan el plan de proyecto y la representación del ámbito del software.

Luego se determinan los subconjuntos de riesgos conocidos en las siguientes subcategorías genéricas (Martin Monroy et al., 2018; Nicolás et al., 2018): Tamaño del producto (TP): riesgos asociados con el tamaño global del software que se va a construir o modificar; Impacto empresarial (EMP): riesgos asociados con restricciones impuestas por la administración o por el mercado que están relacionados con el ámbito educativo; Características de los participantes (CP): riesgos asociados con las características de los participantes y con la habilidad de los desarrolladores para comunicarse con los participantes en forma oportuna. Definición del proceso (Kranjca, Orač, Podpečana, Lavrača, & Robnik-Šikonja): riesgos asociados con el grado en el que se definió el proceso de software y la manera como se sigue por parte de la organización desarrolladora; Entorno de desarrollo (ED): riesgos asociados con la disponibilidad y calidad de las herramientas por usar para construir el product; Tecnología por construir (TC): riesgos asociados con la complejidad del sistema que se va a construir y con lo “novedoso” de la tecnología que se incluye en el Sistema; Tamaño y experiencia del personal (TEP): riesgos asociados con la experiencia técnica y de proyecto global de los ingenieros de software que harán el trabajo.

Según Baró-Solé et al. (2018) el jefe del proyecto identifica los promotores de riesgo que afectan los componentes de riesgo de software. Los componentes son rendimiento, coste, soporte y calendario. A esta propuesta se le agrega el componente pedagógico porque se trata de un software educativo: Riesgo de rendimiento (REND): El grado de incertidumbre con el que el producto encontrará sus requisitos y se adecue para su empleo pretendido; Riesgo de coste (C): El grado de incertidumbre que tendrá la estimación de los recursos y del personal para la realización del proyecto, todos ellos asociados al coste; Riesgo de soporte (SOP): El grado de incertidumbre de la calidad del software para corregirse, adaptarse y ser mejorado; Riesgo de calendario (CAL): El grado de incertidumbre de que el calendario del proyecto se mantendrá y de que el producto se entregará a tiempo; Riesgo pedagógico (PED): El grado de incertidumbre de la preparación de los profesores para trabajar con el software, el nivel de desarrollo de los estudiantes, el nivel educacional y la institución donde se trabajará con el software ya terminado y el nivel de desarrollo de la tecnología que allí posean.

Como se puede observar en el esquema 2.1 el riesgo pedagógico, es un riesgo específico del producto y desconocido, por las características específicas que posee, que solo se puede identificar tras evaluar cuidadosamente el plan de proyecto, el entorno técnico y pedagógico.

Posteriormente de tener el componente de riesgo específico, se debe especificar los tipos de categoría, probabilidad e impacto del riesgo encontrado, de esta forma se mide el riesgo de manera cuantitativa.

Paso 2.3: Determinar la categoría, probabilidad e impacto del riesgo

Categoría: Las categorías están asociadas a un tipo de riesgo dentro de riesgos genéricos, están los conocidos y desconocidos, en otro grupo están los riesgos del proyecto, se asoció a cada grupo dentro de estos riesgos generales un identificador relacionado con el nombre del riesgo y aparece en la explicación de cada tipo de riesgo.

Probabilidad:

1. **Raro:** El riesgo es muy poco probable que ocurra, la probabilidad es muy baja y no ha sido reconocido en proyectos anteriores.
2. **Improbable:** El riesgo tiene una probabilidad baja de que ocurra.
3. **Probable:** El riesgo puede llegar a tener una probabilidad relativamente alta de que ocurra.
4. **Casi Ciertas:** El riesgo tiene una probabilidad bastante alta de ocurrir.

Impacto:

1. **Despreciable:** No tiene valor significativo para el proyecto, que en este caso como se está trabajando en el software educativo por la importancia que representa no deben existir riesgos de este tipo de impacto, porque todos son relevantes.
2. **Marginal:** Se encuentra en el margen, es decir puede llegar a ser crítico o despreciable, por lo que debe ser supervisado constantemente para que no llegue a convertirse en un impacto crítico.
3. **Crítico:** Tiene un impacto significativo para el proyecto, ya en este punto hay que tomar medidas más drásticas.
4. **Catastrófico:** Puede llegar a representar el fin del proyecto, es cuando el riesgo ya repercutirá negativamente sobre el mismo y deben tomarse las medidas para contrarrestar esos efectos indeseables.

Etapa 3: Evaluar y proyectar los riesgos

Paso 3.1 Evaluación

Teniendo los riesgos identificados y la categoría, la probabilidad y el impacto del mismo de que ocurra se debe evaluar con resultados ma-

temáticos, para tener un valor específico del riesgo (factor de riesgo). Primero se determinan valores de 0 hasta 1, considerando cada característica de cada riesgo, el cual tendrá un valor de relevancia para la gestión de los mismos. Para esto existen rangos para cada clasificación de probabilidad y de impacto (Chang, 2015).

Por tanto, a partir de los rangos se propone otra forma de darle valores a las categorías de impacto y probabilidad mencionadas en la etapa anterior, que son las utilizadas en la presente propuesta para gestionar los riesgos encontrados, utilizando rangos de valores entre 0 y 1. A continuación se presenta en la tabla 1.

Tabla 1. Rangos de valores de probabilidad y del impacto

Categorías de Probabilidad(P)	Categorías de Impacto(I)	Rangos numéricos
Raro	Despreciable	0 - 0.19
Improbable	Marginal	0.2 - 0.49
Probable	Crítico	0.5 - 0.79
Casi Ciertas	Catastrófico	0.8 - 1.0

Fuente: Elaboración de los autores

Paso 3.2: Elaborar tabla de identificación y valores asociados.

Luego de la clasificación, se debe archivar la información anterior en una tabla que contenga los siguientes aspectos: identificador del riesgo (RiesgoID) que es un valor único que identifica a ese riesgo, rol del miembro del equipo de desarrollo que identificó el riesgo (Rol), fecha de descubrimiento del riesgo (fecha et al.), pregunta asociada al riesgo, descripción del riesgo(Descripción) incluye como se encontró, causas y otras cuestiones que lo distinguen, clasificación asociada al tipo de riesgo: Impacto (I) y su valor asociado (VI) y probabilidad (P) y su valor asociado (aceptado, Blincoe, Harrison, Kaur, & Damian).

Tabla 2. Identificación de riesgos y valores asociados

Riesgo ID:	Rol:	Fecha:	
Pregunta:			
Descripción:			
I:	VI:	P:	VP:

Fuente: Elaboración de los autores

Esta tabla servirá para ir organizando los riesgos y sus valores correspondientes para mantener su control y poder calcular los aspectos esenciales. Según el enfoque de análisis de riesgos que propuso la fuerza aérea estadounidense [AFC88]; puede aplicar los siguientes

pasos para determinar las consecuencias globales de un riesgo: 1) determine la probabilidad promedio del valor de ocurrencia para cada componente de riesgo; 2) determine el impacto para cada componente con base en los criterios mostrados, y 3) complete la tabla de riesgos y analice los resultados como se describe en las secciones anteriores.

Paso 3.3 Calcular la exposición al riesgo general.

La exposición al riesgo en general, se realiza usando la siguiente fórmula (Hall, 2010):

$$ER = P * C$$

Donde, ER representa la exposición del riesgo en general. P, es la probabilidad de ocurrencia y C es el costo en caso de que ocurra.

Pressman (2011) utiliza esta ecuación para realizar una estimación del coste de riesgo, y así proporcionar un significado para ajustar el coste final estimado para un proyecto.

La exposición de riesgo se ha definido como la magnitud y probabilidad de un resultado indeseable (Mohapatra & Panda, 2016; Rendon & Snider, 2019; Silic & Back, 2016; Tho, 2012). Si la probabilidad es pequeña, es decir casi cero, los riesgos raramente pueden describirse. Si un tipo de riesgo ocurre regularmente entonces se caracteriza como riesgo común, de los cuales existen diferentes categorías y dimensiones. Existe una comprensión común en la exposición de total de riesgo a un punto dado en el tiempo: es la suma matemática de los valores de exposición del riesgo. Sin embargo, los riesgos son clasificados en diferentes categorías, entonces la suma de los riesgos que ocurren en todas las categorías, representa la exposición de riesgo total a un punto dado en el tiempo.

Para Tho (2012) la exposición del riesgo es el producto de la probabilidad y la magnitud del resultado indeseable de la relación, como se expresa en la siguiente ecuación, [Tho, 2005]

$$RE = Pr(UO) * L(UO)$$

Donde RE es la exposición de riesgo; Pr(UO) es la probabilidad de un resultado indeseable; y L(UO) es la magnitud de pérdida debido al resultado indeseable. Considerado las variables en la ecuación, si la probabilidad (de pérdida) sostuvo valores constantes, la exposición de riesgo es proporcional a la pérdida, y viceversa. Sin embargo, ni inconstante (la magnitud de pérdida ni la probabilidad de pérdida) es constante encima de un período de tiempo, porque son dinámicos, es

decir varían en el tiempo. Con el tiempo, la exposición de riesgo total se representa por la ecuación siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Total risk exposure} &= \text{Total (Probability of loss * Magnitude} \\ &\quad \text{of loss) * (valor del riesgo total)} \\ &= \text{Total (probabilidad de pérdida * magnitud de la pérdida)} \end{aligned}$$

Por lo que se puede ver que concuerda con la ecuación anterior, agregando el total de los valores que obtiene la variable de probabilidad de pérdida y de magnitud y de esta forma se puede medir con más exactitud el riesgo.

Para calcular factores de riesgo o niveles, las valoraciones de probabilidad descriptivas se convierten en medidas numéricas. En la siguiente ecuación (Marcelino-Sádaba et al., 2014; Tho, 2012) se muestra cómo se puede calcular:

$$FR = P + C - (P * C)$$

RF=risk factor es Factor de riesgo

P: Probabilidad (valores de 0-1)

I: Consecuencia o impacto (valores de 0-1).

Los valores de probabilidad y de impacto serán bajos en (0) y altos en (1). Para tener una noción exacta se pueden proyectar también estos valores. Se realiza de esta manera si la cantidad de riesgos es considerablemente alta, para proyectos grandes, si no son tantos pueden hacerse normalmente por la cantidad de factores de riesgos que tenga y el número exacto de ese valor en el otro eje (Chang, 2015; Nicolás et al., 2018). Por lo que es necesario realizar un ordenamiento por prioridad de los riesgos para determinar el nivel de atención a cada riesgo, porque no solo basta con el factor de riesgo y al proyectarlo saber el área de prioridad, sino que deben desprejar los de alta probabilidad, aunque su impacto sea bajo. Para calcularlo se utiliza la siguiente fórmula:

$$NAR = PR * FR$$

NAR: nivel de atención al riesgo.

PR es el peso de cada riesgo= Probabilidad de pérdida * Magnitud de la pérdida (impacto).

FR: Factor de riesgo.

Al tener el valor de cada uno de los riesgos, se conoce en qué orden atenderlos de manera priorizada. Para ello se llenan los valores en el

software auxiliar, donde se entran los siguientes aspectos: Número de riesgos, valores de la probabilidad (P) y el impacto (I), valores de (P*I), los valores de factor de riesgo, valores de nivel de atención al riesgo. Al tener todos estos datos se ordenan descendientemente los valores de nivel de atención al riesgo, y organizar los datos de cada riesgo para que así saber cuáles son los riesgos que atender.

Primero, los más importantes, para así comenzar rápidamente a trazar medidas que puedan eliminarlos o mitigarlos al menos. Posteriormente, se realiza un cálculo general de todos los valores de riesgos calculados anteriormente a través de la siguiente ecuación:

$$VTR = \sum (PR * FR)$$

VRT: Valor Riesgo Total.

PR: Peso de cada riesgo= Probabilidad de pérdida * Magnitud de la pérdida (impacto).

FR: Factor de riesgo.

Si este valor es mayor que 0 y menor que 100, entonces se continúa con el proyecto y se toman las medidas necesarias para mitigar los riesgos. En caso contrario, tendrá lugar al abandono del mismo, porque existen gran cantidad de riesgos que resultan altamente importantes y determinantes, imposibles de gestionar a tiempo para que el producto final tenga la calidad requerida. En estas ecuaciones no deben faltan los valores de peso de cada riesgo puesto que en el software educativo es de gran importancia por repercutir en el impacto que este puede tener sobre el mismo que amenaza en gran medida la calidad.

Etapas 4: Refinamiento y tratamiento de los riesgos

Una forma de refinamiento del riesgo es la propuesta por (Haq, Gu, Liang, & Abdullah, 2019; Muriana & Vizzini, 2017; Pressman, 2011) es la que tiene el formato condición-transición-consecuencia (CTC), es decir el riesgo se enuncia de la siguiente manera:

Dado que <condición> entonces hay preocupación porque (posiblemente) <consecuencia>. Esta condición puede ser refinada por subcondiciones, las condiciones de las mismas se mantienen iguales, pero el refinamiento ayuda aislar los riesgos subyacentes y pueden conducir a análisis y respuestas más sencillas.

Todo este análisis de riesgo hasta el momento solo tiene una meta que es ayudar al equipo de proyecto a tomar acciones para lidiar con el riesgo. Una estrategia efectiva debe ser evitar el riesgo, monitorearlo, y realizar el plan de contingencia. Conforme avanza el proyecto debe

seguir realizándose el monitoreo de riesgos. El gestor de proyecto monitorea si el riesgo se vuelve más o menos probable, también debe dar seguimiento a la efectividad de los pasos de mitigación del riesgo (Ouriques, Wnuk, Gorschek, Svensson, & Engineering, 2019). Las planificaciones de contingencia suponen que los esfuerzos de mitigación fracasaron y que el riesgo se convirtió una realidad.

Al realizar las etapas anteriores cuidadosamente se puede pasar a la toma de decisiones, es decir teniendo toda la información detallada del riesgo que se encontró realizando correctamente las etapas anteriores se deben de tomar las medidas pertinentes para su eliminación o al menos mitigar los daños que ocasionarán en el proyecto que se esté trabajando.

Existen varias estrategias frente al riesgo, propuestas en varias investigaciones de autores mencionados anteriormente (Chang, 2015; Nicolás et al., 2018; Pressman, 2011; Tavares, da Silva, & de Souza, 2019) entre otros. Por un lado, están las reactivas, cuyo método es evaluar las consecuencias del riesgo cuando este ya se ha producido (ya no es un riesgo, sino una realidad) y actuar en consecuencia. Este tipo de estrategias acarrea consecuencias negativas, al poner el proyecto en peligro. Y por el otro las proactivas, que aplican el método de evaluación previa y sistemática de los riesgos y sus posibles consecuencias, a la par que conforman planes de contingencias para evitar y minimizar las consecuencias. Consecuentemente, este tipo de estrategias permite lograr un menor tiempo de reacción ante la aparición de riesgos impredecibles (Tavares et al., 2019; Wu, Zhu, Wan, Bao, & Li, 2019).

Según Marcelino-Sádaba et al. (2014) el tratamiento del riesgo supone un proceso cíclico de evaluación del tratamiento del riesgo; decidir si los niveles de riesgo residual son tolerables; si no son tolerables, generar un nuevo tratamiento del riesgo; y evaluar la eficacia de este tratamiento. Las opciones de tratamiento del riesgo no se excluyen necesariamente unas a otras, ni son apropiadas en todas las circunstancias. Evitar el riesgo decidiendo no iniciar o continuar con la actividad que causa el riesgo; aceptar o aumentar el riesgo a fin de perseguir una oportunidad; eliminar la fuente del riesgo; modificar la probabilidad; modificar las consecuencias; compartir el riesgo con otras partes (incluyendo los contratos y la financiación del riesgo); y retener el riesgo en base a una decisión informada.

Paso 4.1: Medidas para reducir el riesgo

Para reducir el riesgo se debe desarrollar una estrategia para reducir la movilidad. Se deben seguir los siguientes pasos:

- Reunirse con los miembros del equipo de desarrollo del proyecto y determinar las causas de los riesgos, que todos tengan noción de cada uno de ellos y sus características.
- Actuar para reducir esas causas que estén al alcance de nuestro control, antes de que comience el proyecto. Para ello se realiza un plan de acción del riesgo.
- Que los documentos se realicen de manera adecuada, se lleven a cabo como se indican, para esto el supervisor debe hacerse cargo de que se cumplan estrictamente.

Se deben buscar todas las opciones posibles para realizar un plan de acción. Para realizar este plan primeramente debe existir una comunicación entre todos los integrantes del equipo, consultar qué se debe hacer, debe contener de qué forma se realizará la eliminación del riesgo o la mitigación de los daños en caso de que ocurriera, quién o quiénes son los responsables de que se lleve a cabo y quién supervisará esta acción, que en este caso debe ser el jefe de proyecto. Este plan se ejecutará primeramente a los riesgos de prioridad, es decir los que tengan valores elevados de nivel de atención calculados en la etapa anterior.

A continuación, se elabora una tabla que recoge la información de los riesgos y parte de la información fue la siguiente:

Tabla 3. Plan de acción. Elaborada a partir de Hoja de información de riesgo de Pressman and Lowe (2013)

Plan de Acción	RiesgoID:
Riesgo:	
Causa:	
Refinamiento:	
Medidas de mitigación (¿Qué hacer?):	
Responsable:	Supervisor del responsable:

Etapas 5: Control y supervisión de los riesgos

Después de llevar a cabo el plan de acción de cada riesgo encontrado, se debe mantener un control estricto sobre el mismo y ser supervisado por el jefe de proyecto. Se deben supervisar los factores que proporcionan una indicación sobre si el riesgo se está haciendo más o menos probable. Debe comprobar que los pasos de reducción del riesgo sean efectivos, en caso de que no se cumpla, volver a tomar medidas más estrictas para controlar que el riesgo no tenga un impacto considerable en el proyecto. El jefe de proyecto deberá comprobar, además, los documentos cuidadosamente para asegurarse que son válidos y que contiene toda la información necesaria del riesgo.

En esta etapa es de alta importancia la supervisión de los riesgos encontrados porque se puede determinar si: Las respuestas son implementadas según se planificó; Las acciones de respuesta son tan efectivas como se esperaba o si nuevas respuestas deberían ser elaboradas: Las asunciones del proyecto son todavía válidas; La exposición a los riesgos ha cambiado y, en caso afirmativo, cual es la tendencia futura; Un disparador (evento) de riesgo ha ocurrido; Se han seguido las políticas y procedimientos adecuados; Han ocurrido riesgos nuevos que no estaban previamente identificados.

No sólo debe existir una supervisión sobre los riesgos encontrados, sino que además debe existir un control, lo más estricto posible, que reduzca la posibilidad de que aparezcan nuevos riesgos y las consecuencias sean aún mayores. Para tener noción de qué debe hacerse en esta etapa se pueden seguir las siguientes acciones: Evitar el riesgo, es decir, no realizar actividades arriesgadas cambiando el plan del Proyecto; Conseguir información acerca del riesgo cuando éste no es muy conocido, conocer bien su origen; Eliminar el origen del riesgo, para así tratar de eliminar el riesgo o mitigar el riesgo, si no se elimina el origen entonces se cambia el plan para que su exposición sea menor; Comunicar el riesgo al resto del equipo, al cliente y a la dirección, para que estén prevenidos; Tener registrado toda la información posible del riesgo para proyectos futuros.

Al realizar estas etapas de la propuesta se debe comprobar que los riesgos encontrados han sido mitigados, por tanto, al final el proyecto debe reevaluarse los valores de factor de riesgo, peso y nivel de atención. Si se ejecuta correctamente el plan de acción para estar seguros que los riesgos tendrán un efecto menos vulnerable para el proyecto en el que se trabaje.

Etapas 6: Retroalimentación

Esta es la última etapa del proyecto por sus características específicas y para que sirva de experiencia en proyectos futuros se debe archivar toda la información, hacer una última reunión con todos los miembros del equipo de desarrollo y comunicar todas las experiencias adquiridas, cuáles fueron los riesgos que se podían evitar, cuáles costaron más en general cuales fueron los que pusieron en riesgo la vida del proyecto.

Es necesario comunicar e informar los resultados de la gestión de riesgo. En la práctica, las anomalías ocurren porque los cambios incoherentes, y la documentación mantiene las pistas detalladas para resolverlos. Describiendo los riesgos, su valoración y su gestión, el cliente y los jefes del proyecto deben ser totalmente informados para

evitar sorpresas desagradables, ésta puede ser una parte importante del proceso negociando la asignación de un plazo más largo en caso de que un riesgo lo necesite.

Para que el proyecto concluya de forma satisfactoria se debe elaborar un reporte de datos importantes para la última reunión.

Tabla 4. Reporte final de riesgos. Elaborada a partir de la hoja de información de Pressman and Lowe (2013)

Reporte final del riesgo					
RiesgoID	Lista de riesgos de alto impacto	Causas	Consecuencias	Medidas de mitigación	Responsable

Este reporte permite que todos los involucrados den seguimiento a cada uno de los riesgos listados, las consecuencias, así como las consecuencias de no ejecutar las medidas de mitigación.

2. Conclusiones

La gestión del riesgo es uno de los procesos transversales en el proceso de desarrollo de un software pues proporciona a los desarrolladores la posible ocurrencia de un fallo que dé al traste con los procesos de desarrollo.

Los software educativos, son software en los cuales se integran problemáticas tecnológicas y pedagógicas. Esta última hace que el entorno sea altamente variable producto a los procesos educativos y que los riesgos aumenten de manera exponencial pues en los procesos educativos se introducen muchos cambios desde diferentes aristas. La introducción de los condicionamientos educativos en los procesos de mitigación del riesgo de un software hace que existan variaciones en las consideraciones de los riesgos a tener en cuenta. De la misma manera, se modifican los artefactos para la gestión del riesgo, así como los procesos de gestión.

El procedimiento propuesto modifica los procedimientos aportados en la literatura para atender las especificaciones educativas en cuanto a riesgo se refiere. Para ello se obtienen 6 etapas que permiten mitigar el riesgo en el desarrollo de los software educativos.

Referencias bibliográficas

- Aceptado, Blincoe, K., Harrison, F., Kaur, N., & Damian, D. Reference Coupling: An exploration of inter-project technical dependencies and their characteristics within large software ecosystems. *Information and Software Technology*. doi:10.1016/j.infsof.2019.03.005
- Aldunce, P., Beilin, R., Howden, M., & Handmer, J. (2015). Resilience for disaster risk management in a changing climate: Practitioners' frames and practices. *Global Environmental Change*, 30, 1-11. doi:10.1016/j.gloenvcha.2014.10.010
- Angarita-Zapata, J. S., Vásquez Cardozo, C. A., & Andrade-Sosa, H. H. (2019). Ampliando procesos y espacios de aprendizaje en agroindustria con dinámica de sistemas. *Praxis & Saber*, 10(22), 1-26.
- Aslan, S. (2016). *Digital Educational Games: Methodologies for Development and Software Quality*. (Doctor of Philosophy in Computer Science and Applications), Virginia Polytechnic Institute, Virginia-USA.
- Baloch, M. P., Qadri, S., Hussain, S., Ahmad, S., Siddique, A. B., & Azam, F. (2014). Comparative study of risk management in centralized and distributed software development environment. *Sci.Int.(Lahore)*, 26(4), 1523-1528.
- Baró-Solé, X., Guerrero-Roldan, A. E., Prieto-Blázquez, J., Rozeva, A., Marinov, O., Kiennert, C., . . . Garcia-Alfaro, J. (2018). Integration of an adaptive trust-based e-assessment system into virtual learning environments—The TeSLA project experience. *Internet Technology Letters*, 1-6. doi:10.1002/itl2.56
- Calderón, A., Ruiz, M., & O'Connor, R. V. (2017). *ProDecAdmin: A Game Scenario Design Tool for Software Project Management Training*. Paper presented at the 24th European Conference, EuroSPI 2017, Ostrava-Czech Republic.
- Castro, A. R., & Bayona, Z. O. (2011). Gestión de Riesgos tecnológicos basada en ISO 31000 e ISO 27005 y su aporte a la continuidad de negocios. *Ingeniería*, 16(2), 56-66.
- Cataldi, Z. (2000). *Una metodología para el diseño, desarrollo y evaluación de software educativo*. Facultad de Informática,
- Chang, C.-P. (2015). Software Risk Modeling by Clustering Project Metrics. *International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering*, 25(06), 1053-1076. doi:10.1142/s0218194015500175
- Davis, J. D., McDuffie, A. R., Drake, C., & Seiwel, A. L. (2019). Teachers' perceptions of the official curriculum: Problem solving and rigor. *International Journal of Educational Research*, 93, 91-100. doi:10.1016/j.ijer.2018.10.002
- Dey, P. P., Khan, M., Amin, M., Sinha, B. R., Badkoobehi, H., & Jawad, S. (2016). Managing interacting software project risks. *Pressacademia*, 2(1), 427-427. doi:10.17261/Pressacademia.2016118662
- Díaz Chaves , S. M., & Arandia Rodríguez, S. C. (2019). Los espacios de formación continua respecto a la enseñanza de lengua escrita. *Praxis & Saber*, 10(22), 1-22.
- fecha, i. I., Hall, M., Frank, E., Holmes, G., Pfahringer, B., Reutemann, P., & Witten, I. H. The WEKA Data Mining Software: An Update. *SIGKDD Explorations*, 11(1), 10-18.
- Feng, D. (2019). Interdiscursivity, social media and marketized university discourse: A genre analysis of universities' recruitment posts on WeChat. *Journal of Pragmatics*, 143, 121-134. doi:10.1016/j.pragma.2019.02.007
- Fuentealba, C., Badillo, E., & Sánchez-Matamoros, G. (2019). Identificación y caracterización de los subniveles de desarrollo del esquema de derivada. *Enseñanza de las Ciencias*(37-2), 63-84. doi:10.5565/rev/ensciencias.2518
- Gómez, R., Pérez, D. H., Donoso, Y., & Herrera, A. (2010). Metodología y gobierno de la gestión de riesgos de tecnologías de la información. *Revista de ingeniería*(31), 109-118.
- González Hernández, W. (2019). Definición del aprendizaje desarrollador de la informática por el profesional informático. *Revista Educación en Ingeniería*, 14(27), 106-115.
- Hall, J. (2010). *Test-Driven Web Application Development: Increasing the Quality of Web Development By Providing Framework with an Emphasis On Test-Driven Design and Development Methodologies*. (In partial fulfillment of the requirements of Master of Science in Software Engineering and Database Technologies), Regis University, USA.

- Haq, S. U., Gu, D., Liang, C., & Abdullah, I. (2019). Project governance mechanisms and the performance of software development projects: Moderating role of requirements risk. *International Journal of Project Management*, 37(4), 533-548. doi:10.1016/j.ijproman.2019.02.008
- Hong, X., & Chen, F. (2018). *Development of Children's Multiple Intelligence Based on Computer Educational Game Platform*. Paper presented at the IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering
- Hubbard, D. E. (2009). Fracaso de la Gestión de Riesgos: ¿ Por qué se ha roto y cómo solucionarlo. In: Agosto.
- Kliem, R. L., & Ludin, I. S. (2019). *Reducing project risk*: Routledge.
- Kranjca, J., Orač, R., Podpečana, V., Lavrača, N., & Robnik-Šikonja, M. (2017). ClowdFlows: Online workflows for distributed big data mining. *Future Generation Computer Systems*, 68, 38-58. doi:10.1016/j.future.2016.07.018
- Marcelino-Sádaba, S., Pérez-Ezcurdia, A., Echeverría Lazcano, A. M., & Villanueva, P. (2014). Project risk management methodology for small firms. *International Journal of Project Management*, 32(2), 327-340. doi:10.1016/j.ijproman.2013.05.009
- Martin Monroy, R., R. Ribon, J., & Puello, P. (2018). A Methodological Approach for Software Architecture Recovery. *Indian Journal of Science and Technology*, 11(21), 1-8. doi:10.17485/ijst/2018/v11i21/124487
- Matturro, G., Raschetti, F., & Fontán, C. (2019). A Systematic Mapping Study on Soft Skills in Software Engineering. *J. UCS*, 25(1), 16-41.
- Mohapatra, B. R., & Panda, J. K. (2016). A Study on the Strategic Risk Management in Software Engineering Projects. *International Journal of Advance Research in Computer Science and Management Studies*, 4(2), 30-34.
- Molina Jaime, Ó. J., Font Moll, V., & Pino-Fan, L. (2019). Estructura y dinámica de argumentos analógicos, abductivos y deductivos: un curso de geometría del espacio como contexto de reflexión. *Enseñanza de las Ciencias*(37-1), 93-116. doi:10.5565/rev/ensciencias.2484
- Morales Camprubí, F. (2015). Análisis y gestión de riesgos y oportunidades en grandes proyectos industriales.
- Muriana, C., & Vizzini, G. (2017). Project risk management: A deterministic quantitative technique for assessment and mitigation. *International Journal of Project Management*, 35(3), 320-340. doi:10.1016/j.ijproman.2017.01.010
- Nicolás, J., De Gea, J., Nicolás, B., Fernández-Alemán, J. L., & , & Toval, A. (2018). On the risks and safeguards for requirements engineering in global software development: systematic literature review and quantitative assessment. *IEEE Access*, 6, 59628-59656.
- Olmos-Raya, E., Ferreira-Cavalcanti, J., Contero, M., Concepción Castellanos, M., Chicchi Giglioli, I. A., & Alcañiz, M. (2018). Mobile Virtual Reality as an Educational Platform: A Pilot Study on the Impact of Immersion and Positive Emotion Induction in the Learning Process. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(6), 2045-2057. doi:10.29333/ejmste/85874
- Ouriques, R. A. B., Wnuk, K., Gorschek, T., Svensson, R. B., & Engineering, K. (2019). Knowledge management strategies and processes in agile software development: a systematic literature review. *International Journal of Software Engineering Technology and Applications*, 29(03), 345-380.
- Pressman, R. (2011). *Ingeniería del software: Un Enfoque Práctico* (Séptima Edición ed.). New York, USA: McGRAW-HILL Higher Education.
- Pressman, R., & Lowe, D. (2013). *Web Engineering: A Practitioner's Approach*: McGraw-Hill Higher Education.
- Rendon, R. G., & Snider, K. F. (2019). *Management of defense acquisition projects*: American Institute of Aeronautics and Astronautics, Inc.
- Saleem, H., & Burney, S. A. (2019). Imposing Software Traceability and Configuration Management for Change Tolerance in Software Production. *IJCSNS*, 19(1), 145-165.
- Sarigiannidis, L., & Chatzoglou, P. D. (2014). Quality vs risk: An investigation of their relationship in software development projects. *International Journal of Project Management*, 32(6), 1073-1082. doi:10.1016/j.ijproman.2013.11.001
- Seide Molléri, J., Gonzalez-Huerta, J., & Henningsson, K. (2018). *A Legacy Game for Project Management in Software Engineering Courses*. Paper presented at the ECSEE'18, Bavaria-Germany.

- Shojaei, P., & Haeri, S. A. S. (2019). Development of supply chain risk management approaches for construction projects: A grounded theory approach. *Computers & Industrial Engineering*, 128, 837-850.
- Sievi-Korte, O., Beecham, S., & Richardson, I. (2019). Challenges and recommended practices for software architecting in global software development. *Information and Software Technology*, 106, 234-253.
- Silic, M., & Back, A. (2016). The Influence of Risk Factors in Decision-Making Process for Open Source Software Adoption. *International Journal of Information Technology & Decision Making*, 15(01), 151-185. doi:10.1142/s0219622015500364
- Skovholt, K., Nordenström, E., & Stokoe, E. (2019). Evaluative conduct in teacher–student supervision: When students assess their own performance. *Linguistics and Education*, 50, 46-55. doi:10.1016/j.linged.2019.03.001
- Sommerville, I. (2005). *Ingeniería del software*: Pearson Educación.
- Sosa, R., & Connor, A. (2018). Innovation Teams and Organizational Creativity: Reasoning with Computational Simulations. *The Journal of Design, Economics, and Innovation*, 4(2), 157-170. doi:10.1016/j.sheji.2018.03.004
- Sözbilir, F. (2018). The interaction between social capital, creativity and efficiency in organizations. *Thinking Skills and Creativity*, 27, 92-100. doi:10.1016/j.tsc.2017.12.006
- Srikanth, H., Hettiarachchi, C., & Do, H. (2016). Requirements based test prioritization using risk factors: An industrial study. *Information and Software Technology*, 69, 71-83. doi:10.1016/j.infsof.2015.09.002
- Stolaki, A., & Economides, A. A. (2018). The Creativity Challenge game: An educational intervention for creativity enhancement with the integration of Information and Communication Technologies (ICTs). *Computers & Education*, 123, 195-211. doi:10.1016/j.compedu.2018.05.009
- Tavares, B. G., da Silva, C. E. S., & de Souza, A. D. (2019). Risk management analysis in scrum software projects. *Journal of International Transactions in Operational Research*, 26(5), 1884-1905.
- Tho, I. (2012). *Managing the risks of IT outsourcing*: Routledge.
- van Leeuwen, A., & Janssen, J. (2019). A systematic review of teacher guidance during collaborative learning in primary and secondary education. *Educational Research Review*, 27, 71-89. doi:10.1016/j.edurev.2019.02.001
- Wu, D., Zhu, X., Wan, J., Bao, C., & Li, J. (2019). A Multiobjective Optimization Approach for Selecting Risk Response Strategies of Software Project: From the Perspective of Risk Correlations. *Journal of International Journal of Information Technology Decision Making*, 18(1), 339-364.