

METODOLOGÍA PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO EN EL DESARROLLO DE UN SOFTWARE EDUCATIVO.

Ing. Dayana Olivia Hernández Revilla¹, Dr. C. Walfredo González Hernández²

*1. Universidad de Matanzas – Sede “Camilo Cienfuegos”,
Vía Blanca Km.3, Matanzas, Cuba. dayana.hernandez@umcc.cu*

*2. Universidad de Matanzas – Sede “Camilo Cienfuegos”, Vía
Blanca Km.3, Matanzas, Cuba.*

Resumen

El riesgo, es uno de los problemas que es posible encontrar en la industria de software, por tanto, identificarlos, prevenirlos y mitigarlos no es tarea fácil. La gestión de riesgo es la que ayuda al equipo de software a prevenir problemas futuros que pueden ocurrir o no. El objetivo de este trabajo es desarrollar una metodología para la gestión de esos riesgos en el software educativo. Los métodos teóricos empleados son el análisis y la síntesis y el histórico lógico, los métodos empíricos son el análisis documental, la entrevista, la encuesta y el criterio de experto.

Palabras claves: Metodología; riesgo; gestión de riesgo, software educativo.

Introducción

La ingeniería de software está formada por procesos, conjuntos de métodos (prácticas) y herramientas que permite a los profesionales elaborar software de cómputo de alta calidad. De ahí que la ingeniería de software permite elaborar a tiempo y con calidad sistemas complejos basados en computadoras. El proceso de software incorpora cinco actividades estructurales: comunicación, planeación, modelado, construcción y despliegue que son aplicables a todos los proyectos de software. La práctica de la ingeniería de software es una actividad para resolver problemas, que sigue un conjunto de principios fundamentales. (R. S. Pressman, 2010). En el transcurso del desarrollo del software se han tomado de manera genérica las siguientes fases (Ocampo, 2011): etapa de análisis, etapa de diseño, etapa de desarrollo, etapa de pruebas o verificación, etapa de implementación o entrega e implantación y etapa de mantenimiento.

En las etapas de desarrollo de software este autor menciona los pasos a seguir para desarrollar un software pero no se detiene a analizar la gestión del riesgo. Sobre el riesgo se ha abordado generalmente asociado a la incertidumbre de aquellas problemáticas que pueden atentar contra el desarrollo de un sistema informático (R. Pressman, 2014). Asumiendo el riesgo de esta manera existen variadas soluciones para lograr mitigarlo. Sin embargo, al analizar diversas investigaciones realizadas (Cataldi, et al. 2006) no se encontraron las pautas a seguir para la gestión de riesgo de un software específico: el software educativo.

Desarrollo

En correspondencia con las anteriores afirmaciones, es necesario primeramente el análisis de las definiciones de riesgo y la gestión del riesgo, las categorías de riesgo de software y las normas de riesgo. Analizar y definir características del software educativo con sus tipos. Determinar las metodologías de software y software educativo para definir o asumir una y construirla con artefactos, roles y documentación. Definir la gestión de los riesgos en el desarrollo de los software educativos. Luego de haber asumido las definiciones se desarrolla la propuesta metodológica que tiene como objetivo gestionar el riesgo en el desarrollo del software educativo.

Según (Kjølstad, 2002) el riesgo es la combinación de la probabilidad de que un escenario no deseado en particular sea realidad, con las consecuencias o impactos negativos que produciría esa falla en el proceso de interés. Para el Software Engineering Institute (SEI & University, 2004) es la posibilidad de sufrir una pérdida. Por su lado, R. S. Pressman (2010b) caracteriza el riesgo como la existencia de desastre o de pérdidas y daños en general supone la previa existencia de determinadas condiciones de riesgo. Un desastre representa la materialización de condiciones de riesgo existente. El riesgo, definido como la probabilidad de pérdidas futuras, se constituye por la existencia e interacción de dos tipos de factores: factores de amenaza y de vulnerabilidad. Según la (ISO 31 000, 2015) el efecto se manifiesta en la incertidumbre sobre la consecución de los objetivos. Un efecto es una desviación, positiva y/o negativa, respecto a lo previsto. Los objetivos pueden tener diferentes aspectos (tales como financieros, de salud y seguridad, o ambientales) y se pueden aplicar a diferentes niveles (tales como, nivel estratégico, nivel de un proyecto, de un producto, de un proceso o de una organización completa). Con frecuencia, el riesgo se caracteriza por referencia a sucesos potenciales y a sus consecuencias, o a una combinación de ambos. De la misma manera, el riesgo se expresa en términos de combinación de las consecuencias de un suceso (incluyendo los cambios en las circunstancias) y de su probabilidad. La incertidumbre es el estado, incluso parcial, de deficiencia en la información relativa a la comprensión o al conocimiento de un suceso, de sus consecuencias o de su probabilidad. La autora está de acuerdo que riesgo es probabilidad de sufrir pérdida, amenazas y vulnerabilidades, pero la (ISO 31 000, 2015) aportó un elemento bien importante y es que el efecto de la incertidumbre aporta no solo un resultado negativo sino también positivo respecto a lo previsto.

La gestión del riesgo, cuando se implanta y mantiene de acuerdo con esta norma internacional, permite a una organización: aumentar la probabilidad de alcanzar los objetivos; ser consciente de la necesidad de identificar y tratar el riesgo en toda la organización; mejorar la identificación de oportunidades y de amenazas; cumplir los requisitos legales y reglamentarios pertinentes y las normas internacionales; mejorar la prevención de pérdidas y la gestión de incidentes, según la (ISO 31 000, 2015). Según (Cardona, 1985) la gestión de riesgos es el conjunto de elementos, medidas y herramientas dirigidas a la intervención de la amenaza o la vulnerabilidad, con el fin de

disminuir o mitigar los riesgos existentes. (Galaway, 2004) afirma que es el arte y la ciencia de identificar, analizar, y responder a los riesgos a lo largo de la vida de un proyecto, con el propósito de lograr los objetivos del proyecto. La (ISO 31 000, 2015) identifica el riesgo como actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización en lo relativo al riesgo.

Por ello se resume que en la gestión de riesgo según (R. S. Pressman, 2010) hay varios aspectos importantes que se deben establecer en primer lugar y es el contexto, para analizar en qué espacios y ambientes se desarrolla el riesgo para poder detectar sus características propias, luego identificar el riesgo, analizarlo, evaluarlo, darle tratamiento para lograr evitarlo, reducirlo o mitigar sus consecuencias negativas y concluir con el seguimiento y la revisión con todos estos aspectos retroalimentar a las empresas, organizaciones y equipos de desarrollo, entre otros, para adquirir experiencias para futuros proyectos. Durante todo este proceso es necesario los roles de los involucrados con el riesgo, es importante resaltar que en el equipo de desarrollo los pedagogos juegan un papel fundamental porque son los que pueden identificar los riesgos pedagógicos, elaborar la documentación específica de cada riesgo pedagógico y los artefactos que ayuden a localizarlo desde su surgimiento hasta su desaparición o medida para mitigarlo.

Gestionar el riesgo es necesario para la orientación hacia el objetivo e identificar sus categorías hace minucioso y específico el trabajo que se está realizando, a continuación, se definen diferentes categorías de riesgo específicamente en el campo del software. Según (Charette, 1989) las categorías de riesgo son: Los riesgos conocidos son aquellos que pueden descubrirse después de una evaluación cuidadosa del plan del proyecto, del entorno empresarial o técnico donde se desarrolla el proyecto y de otras fuentes de información confiables. Los riesgos predecibles se extrapolan de la experiencia en proyectos anteriores.

Los riesgos impredecibles pueden ocurrir y lo hacen, pero son extremadamente difíciles de identificar por adelantado. Otro de los autores que propone otras categorías es (Castro, 2009), para este autor los riesgos del proyecto identifican potenciales problemas de presupuesto, calendario, personal (tanto técnico como en la organización), recursos, participantes y requisitos, así como su impacto sobre un

proyecto de software. Los riesgos técnicos identifican potenciales problemas de diseño, implementación, interfaz, verificación y mantenimiento.

Según la norma (ISO 31 000, 2015) La gestión del riesgo se puede aplicar a la totalidad de una organización, a todas sus áreas y niveles principales, en todo momento, así como a las funciones, los proyectos y las actividades específicas. Para la elaboración de este documento se tuvo en cuenta diferentes normas que explican el riesgo y su gestión en las diferentes organizaciones, empresas y equipos de desarrollo.

Se definió software educativo como un medio de enseñanza, un programa de cómputo dirigido a los centros educacionales que estén de acuerdo con enseñar de forma didáctica, para potenciar el proceso de enseñanza y aprendizaje. Es necesario seguir pautas pedagógicas, didácticas y dinámicas para que el software educativo sea atractivo, interesante y logre enseñar al estudiante o guiar al que lo esté utilizando, independientemente de la enseñanza en que se encuentre. (Galvis, 2000)

Para elegir los tipos de software educativo existente se asumió el criterio de (LEARNING, 1995) con los siguientes tipos: Computador como tutor, computador como herramienta, computador como aprendiz, tutoriales, entrenadores, repasadores, evaluadores, simuladores, libros electrónicos, juegos instructivos, sistema de experto y añadir además los hiperentornos.

Dentro de las metodologías de software educativo analizadas está la de (Marqués, 1995) que propone varias etapas y roles. Sin embargo, como ya se ha observado anteriormente en el desarrollo de estos proyectos pueden ocurrir dificultades que se denominan riesgos, cuestión que está ausente en los procesos de desarrollo que se han descrito con anterioridad. Al no reconocer el riesgo en sus metodologías, pues no es posible el debido tratamiento a la gestión de riesgo que repercute y atraviesa todo el proceso de desarrollo del software educativo y analizarlo con su situación específica. Debido a esta ausencia pues la autora propone, sobre la base de la gestión del riesgo en los software no educativos, la siguiente metodología que está compuesta por los siguientes elementos: Está constituida por cinco etapas en las cuales se describen los procedimientos 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 por etapas, qué instrumento utilizar para realizarla gestión, en este caso el arte facta de apoyo que sería la Hoja de Información de los Riesgos(HIR) y quiénes realizan estas actividades, que roles tendrán los integrantes del proyecto, en este caso como se trata de software educativos sería un equipo de desarrollo integrado por pedagogos, psicólogos, expertos en la materia a tratar, informáticos, guionistas, diseñadores, didactas, técnicos en audio y vídeo, entre otros. Es un proceso iterativo, que se realizará en todo el desarrollo además de ser supervisado y controlado.

Etapas que componen la metodología para la gestión de riesgo en el desarrollo del software educativo. Primeramente, establecer los contextos del software: En esta etapa se especifican los elementos de mayor importancia, dentro de los cuales no deben faltar los aspectos didácticos y pedagógicos, después de una buena comunicación entre los integrantes del equipo de desarrollo del software educativo y el gestor del proceso educativo que se informatiza, con el propósito de desarrollar una estructura para la identificación del riesgo posteriormente. El contexto se dividirá en dos tipos: contexto educacional y tecnológico. 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. El próximo paso es identificar y categorizar los riesgos determinando todos los posibles y su clasificación correspondiente para saber qué tanto repercute en el proyecto para categorizarlos uno a uno. Luego se pasa a evaluar y proyectar los riesgos donde 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. La próxima etapa es tratamiento de los riesgos, luego de saber cuáles son los riesgos que representan un peligro inminente en el proyecto se debe tratar de mitigar llevando a cabo un plan de acción para cada riesgo. Luego se procede al control y supervisión de los riesgos, cuando se escogen los mecanismos y acciones adecuadas, este proceso debe controlarse y ser supervisado a través de todo el proceso de desarrollo del proyecto. En esta metodología se incorpora el paso de retroalimentación, una de sus acciones fundamentales es guardar la documentación archivada del proyecto y se comunicará cómo se evaluaron los riesgos al equipo de desarrollo, además de

2009) discutirían la siguiente frase: “El riesgo del proyecto es directamente proporcional al tamaño del producto”. El tamaño del producto influye en el aumento de los riesgos del mismo. Las siguientes listas de comprobación de elementos de riesgos identifican riesgos genéricos asociados con el tamaño del producto (software) que pueden ser utilizadas en el caso de un software educativo:

¿Tamaño estimado del producto en LDC o FP⁶?

¿Tamaño estimado del producto en número de programas, 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?

⁶LCD 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.

En cada caso, la información del producto a desarrollar debe compararse con la experiencia anterior.

Si ocurre una gran desviación del porcentaje o si las magnitudes son similares, pero si los resultados anteriores fueron poco satisfactorios, el riesgo es grande.

Los gestores del proceso educativo tienen diferentes personalidades. Algunos disfrutan siendo gestores (la tensión, la negociación, las recompensas psicológicas de un buen producto). Un "mal" gestor del proceso educativo puede tener un profundo impacto en la habilidad del equipo de software para completar el proyecto a tiempo y dentro de presupuesto. Un mal gestor del proceso educativo representa una amenaza significativa al plan del proyecto y un sustancial riesgo para el jefe del proyecto. Las siguientes listas de comprobación de elementos de riesgo identifican los riesgos asociados a los aspectos pedagógicos. Por tanto, se realizan las siguientes preguntas:

¿Se han comprendido cuáles son los objetivos del software a construir 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 al que 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? ¿Se seleccionó en el equipo de desarrollo los especialistas pedagógicos? ¿Todos los estudiantes tienen acceso a las computadoras para trabajar de manera adecuada con el software? ¿Cumple con los requisitos higiénicos mínimos para el desarrollo del estudiante?

A continuación, se realizan

otra serie de preguntas que no deben faltar y son de alta importancia para esta etapa de identificación de los riesgos.

¿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 la experiencia necesaria?

¿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 comprobar?

Lo primero es asociar cada pregunta a un tipo de riesgo.

Al responder cada pregunta y detallar los riesgos posibles realizamos una categorización de cada uno de ellos, de manera general y después específica.

Las categorías genéricas están asociadas a los aspectos generales del proyecto. Aquí se pueden encontrar los riesgos genéricos que son una amenaza potencial para todos los proyectos de software, los riesgos del proyecto que amenazan el plan del proyecto.

Los riesgos conocidos que son 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 información fiables. Los riesgos desconocidos

que no se conocen, pero pueden llegar a ser identificados en el transcurso de la realización del proyecto. Los riesgos específicos que 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 y se les asocia un identificador. El tamaño del producto (TP) son los riesgos asociados con el tamaño global del software que se va a construir o a modificar. El impacto empresarial (EMP) está relacionado a los riesgos asociados con restricciones impuestas por la administración o por el mercado que están relacionados con el ámbito educativo. Las características de los participantes (CP) son los riesgos asociados con las características de los participantes y con la habilidad de los desarrolladores para comunicarse con los participantes en forma oportuna. La definición del proceso (DP) asociados a los riesgos con el grado en el que se definió el proceso de software y la manera como se sigue por parte de la organización desarrolladora. El entorno de desarrollo (ED) son los riesgos asociados con la disponibilidad y calidad de las herramientas por usar para construir el producto. La tecnología por construir (TC) son los 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. El tamaño y experiencia del personal (TEP) son los riesgos asociados con la experiencia técnica y de proyecto global de los ingenieros de software que harán el trabajo.

Luego se realiza una categorización más específica de los riesgos, saber qué componentes de riesgo son los de mayor importancia en el software educativo y el proyecto en general.

Los riesgos de rendimiento (REND) son el grado de incertidumbre con el que el producto encontrará sus requisitos y se adecue para su empleo pretendido. Los riesgos de coste (C) son el grado de incertidumbre que tendrá la estimación de los recursos y del personal para la realización del proyecto, todos ellos asociados al coste. Los riesgos de soporte (SOP) están asociados a el grado de incertidumbre de la calidad del software para corregirse, adaptarse y ser mejorado. Los riesgos de calendario (CAL) asociados a el grado de incertidumbre de que el calendario del proyecto se mantendrá y de que el

producto se entregará a tiempo. Los riesgos pedagógicos (PED) relacionados a 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, el nivel de desarrollo de la tecnología que allí posean, la experiencia de los especialistas pedagógicos en el desarrollo de software educativo.

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, debemos especificar los tipos de categoría, probabilidad e impacto del riesgo encontrado, de esta manera medimos el riesgo de manera cuantitativa.

En este paso se determina la categoría, probabilidad e impacto del riesgo. 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. Ejemplo: Impacto empresarial su identificador de categoría sería EMP. Para determinar la probabilidad se clasifica en raro, improbable, probable y casi cierta. Donde el raro es el riesgo es muy poco probable que ocurra, la probabilidad es muy baja y no ha sido reconocido en proyectos anteriores. El improbable es el riesgo que tiene una probabilidad baja de que ocurra. El probable que puede llegar a tener una probabilidad relativamente alta de que ocurra y casi ciertas que tiene una probabilidad bastante alta de ocurrir. Luego se determina el impacto que puede ser despreciable, marginal, crítico y catastrófico El despreciable no tiene valor significativo para el proyecto, que en este caso como estamos trabajando en el software educativo por la importancia que representa no deben existir riesgos de este tipo de impacto, porque todos son relevantes. El marginal que 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. El crítico que tiene un impacto significativo para el proyecto, ya en este punto hay que tomar medidas más drásticas. Generalmente en este sentido se encuentran los riesgos

asociados con el aprendizaje de los estudiantes pues implica cambios profundos en las estrategias y objetivos pedagógicos a alcanzar. Ello hace que pueda ocurrir un cambio en la política del software y por ende una modificación grande del mismo. Los cambios en las asignaturas y los contenidos de enseñanza también se pueden considerar como este tipo de riesgo por las implicaciones que tienen. Por último, el catastrófico que 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. La mayoría de los riesgos asociados al diseño curricular están en esta categoría por las implicaciones que tiene el cambio de política educativa. En el caso que la política sea no utilizar herramientas desarrolladas sino adquirirlas o que no se puedan implementar las variaciones curriculares, que deban actualizarse los fundamentos psicológicos de estos procesos pues no es posible desarrollar el sistema.

El próximo paso es evaluar y proyectar los riesgos, donde teniendo los riesgos identificados y la categoría, la probabilidad y el impacto del mismo de que ocurra debemos evaluarlos con resultados matemáticos, para tener un valor específico del riesgo (factor de riesgo). Primero se debe dar valores a la probabilidad de 0% hasta 100% y al impacto de 1 a 4 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. A continuación se presenta en la tabla 1.1 los valores numéricos típicos para la probabilidad y la tabla 1.2 con las evaluaciones de impacto, propuestas por (R. Pressman, 2014).

Tipos de Probabilidad(P)	Rangos numéricos %
Raro	0 - 25
Improbable	26 - 50
Probable	51 - 75
Casi Ciertas	76 - 100

Tabla 1.1 Rangos de valores de probabilidad.

Tipos de Impacto(P)	Rangos numéricos %

Despreciable	1
Marginal	2
Crítico	3
Catastrófico	4

Tabla 1.2 Rangos de valores de impacto.

A continuación, se elabora la tabla de identificación y valores asociados. Debe empezarse a archivar la información anterior en una tabla que contenga los siguientes aspectos: identificador del riesgo (RiesgoID), rol del miembro del equipo de desarrollo que identificó el riesgo (Rol), fecha de descubrimiento (Fecha) pregunta asociada al riesgo, descripción (a partir de los resultados de las preguntas), clasificación asociada al tipo de riesgo, tipo de impacto (I) y su valor asociado (VI) y tipo de probabilidad (P) y su valor asociado (VP). En el caso de los riesgos pedagógicos deben identificarse cuáles son de los niveles educativos y cuáles son solubles por el gestor del proceso educativo, lo cual hace que muchos de los riesgos puedan dejar de categorizarse como tal.

Con estos elementos se organizan los riesgos y sus valores correspondientes para tener el control de ellos y poder calcular los aspectos que se explican a continuación.

Ahora se calcula el factor de riesgo de cada uno utilizando la ecuación más general y factible para este caso, donde se tienen en cuenta todos los riesgos, aunque tengan baja probabilidad, pero si un alto impacto en el proyecto, y para este tipo de software las consecuencias repercuten en gran medida a la calidad del mismo. La ecuación es la siguiente [Cooper et al., 2005]: $FR = P + I - (P * I)$.

FR: Factor de riesgo, P: Probabilidad (valores de 0-100%) y I: Consecuencia o impacto (valores de 1-4).

Para calcular el nivel de atención al riesgo es necesario realizar un ordenamiento por prioridad de los riesgos para determinar el nivel de atención a cada riesgo, ya que no solo basta con el factor de riesgo y al proyectarlo saber el área de prioridad, no se deben despreciar los de alta probabilidad, aunque su impacto sea bajo. Podemos calcularlo de la siguiente manera: $NAR = PR * FR$.

NAR: Nivel de atención al riesgo, PR: 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, sabremos en qué orden atenderlos de manera priorizada. Para esto se elabora una tabla, donde pondremos los siguientes aspectos: identificador del riesgo (RiesgoID), valores de la probabilidad (VP) y el impacto (VI), los valores de factor de riesgo (FR), valores de nivel de atención al riesgo (NAR). Al tener todos estos datos debemos ordenar descendientemente los valores de nivel de atención al riesgo, y organizar los demás datos de cada riesgo para que de esta manera saber cuáles son los riesgos que debemos atender.

Luego se calcula el valor de riesgo total, primero los más importantes, para así empezar rápidamente a trazar medidas que puedan eliminarlos o mitigarlos.

Posteriormente, realizamos un cálculo general de todos los valores de riesgos calculados anteriormente a través de la siguiente ecuación: $VRT = \sum (PR * FR)$. Donde 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 podemos continuar el proyecto y tomar las medidas necesarias para mitigar los riesgos, pero 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.

Después se le da tratamiento a los riesgos, al realizar las etapas anteriores cuidadosamente se puede pasar a la toma de decisiones, es decir teniendo toda la información detallada del riesgo que encontramos realizando correctamente las etapas anteriores debemos 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 como Pressman, Dale Cooper, J. DavidsonFrame, 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 de evitar y minimizar las consecuencias. Consecuentemente, este tipo de estrategias permite lograr un menor tiempo de reacción ante la aparición de riesgos impredecibles.

Para reducir el riesgo se toman medidas y se desarrolla una estrategia para reducir la movilidad donde se siguen 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. Los documentos se elaboren de forma correcta, 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 que se tienen para realizar un plan de acción, y así considerar las más óptimas y aplicarlas. Esto será a consideración del equipo del proyecto. Para realizar este plan primeramente debe existir una comunicación entre todos los integrantes del equipo, consultar qué se debe hacer, debe contener de qué manera 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.

Luego se procede a la 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 debe supervisar los factores que pueden proporcionar 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.

Muchos investigadores en el tema coinciden que esta etapa es de alta importancia ya que si se realiza la supervisión de los riesgos encontrados se puede determinar, si las respuestas son implementadas según se planificó. Si las acciones de respuesta son tan efectivas como se esperaba o si nuevas respuestas deberían ser elaboradas. Si la exposición a los riesgos ha cambiado y, en caso afirmativo, cual es la tendencia futura. Si un disparador (evento) de riesgo ha ocurrido. Si se han seguido las políticas y procedimientos adecuados. Si han ocurrido riesgos nuevos que no estaban previamente identificados.

No solo debe existir una supervisión sobre los riesgos encontrados, sino que además debe existir un control lo más estricto posible, y se 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 que impliquen grandes cambios el plan del proyecto. Conseguir información acerca del riesgo cuando éste no es conocido, investigar la causa. 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 gestor del proceso educativo 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 metodológica 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 podemos estar más seguros que los riesgos tendrán un efecto menos vulnerable para el proyecto en el que se trabaje.

La retroalimentación es la última etapa del proyecto es incluida por la autora 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. Para que el proyecto concluya de forma satisfactoria se elabora un reporte de datos importantes para esta última reunión. Tomando como referencia la hoja de información de riesgo y añadiendo otros datos de importancia.

Conclusiones

En la presente investigación se determinaron los fundamentos teóricos y metodológicos sobre la gestión de riesgo en el proceso de desarrollo del software educativo analizando los criterios de los diferentes autores con el fin de elaborar una metodología para la gestión de riesgos durante los procesos de desarrollo del software educativo.

Bibliografía

- Abud Figueroa, M. A. (2009, 2009). MeISE: Metodología de Ingeniería de Software Educativo.
- Castro, G. M. (2009). El nuevo estandar ISO para la gestión de riesgo.
- Cataldi, Z. (2000). *Metodología de diseño, desarrollo y evaluación de software educativo*. Retrieved from liema@mara.fi.uba.ar
- Charette, R. N. (1989). Software Engineering Risk Analysis and Management.
- Galaway. (2004). L. Quantitative Risk Analysis for Project Management: A critical review.
- RAND Corporation working paper.
- Galvis, A. (2000). Ingeniería de software educativo. *2da reimpresión*.
- ISO 31 000, N. c. (2015). Gestión de riesgos - Principios y guías.
- LEARNING, L. w. S. (1995).
- Marqués, P. (1995). Metodología para la elaboración de un software educativo.
- Pressman, R. (2014). Software Engineering: A Practitioner's Approach, McGraw Hill, EUA., 8.
- Pressman, R. S. (2010). *Ingeniería de software, un enfoque práctico*.
- Guerra, A. A. (2016). Software educativo para el trabajo con matrices.