



Informe Técnico

Proceso de desarrollo de software centrado en el usuario propuesto por el “Grupo Espacios y Sistemas Interactivos para la Educación”

M. en C. Manuel Ignacio Castillo López

M. en D.M. Ana Libia Eslava Cervantes

Dr. Gustavo de la Cruz Martínez

M. en P. Jesús Ramírez Ortega

26 de septiembre del 2022

Tipo de Proyecto

Desarrollo

Financiamiento (interno)

Grupo ESIE

**Título: Proceso de desarrollo de software centrado en el usuario
propuesto por el Grupo “Espacios y Sistemas Interactivos para la
Educación”**

Autores:

M. en C. Manuel Ignacio Castillo López

M. en D.M. Ana Libia Eslava Cervantes

Dr. Gustavo de la Cruz Martínez

M. en P. Jesús Ramírez Ortega

Resumen

A lo largo de las actividades del grupo “Espacios y Sistemas Interactivos para la Educación” (ESIE), este ha participado y realizado diversos proyectos de software, para los que ha establecido un proceso de desarrollo, operación, entrega y/o mantenimiento bien definido. En este informe, se presenta un estudio del proceso de desarrollo de software, el cual tiene el objetivo la actualización, formalización y documentación de dicho proceso para una mejor disponibilidad y seguimiento por parte del grupo ESIE y sus colaboradores. Para realizar esta revisión, se han empleado diversos estándares y recomendaciones de la Ingeniería de Software, bajo los enfoques de diseño centrado en el usuario y de experiencia del usuario, factores con los que el grupo ha llevado a cabo sus procesos de software como estrategia central de desarrollo. La aplicación de estos estándares y recomendaciones ofrecen una formalización de estos procesos que aprovechan bases teóricas y prácticas bien establecidas en la producción de software el cual puede ser evaluado para determinar su calidad.

Índice

Introducción	4
1. Aspectos generales y antecedentes del proceso del Grupo ESIE	5
1.1. Relevancia de los procesos de diseño centrado en el usuario	8
1.2. Relevancia del diseño de experiencia del usuario	8
1.3. Aplicación de metodologías ágiles	9
1.4. Resumen	10
2. Proceso inicial – Actividades de preproducción del producto	11
2.1. Actividades iniciales – Procesos de adquisición y de provisión	13
2.2. Toma y análisis de requerimientos	13
2.2.1. Entrevista de entrada con el cliente	14
2.2.2. Análisis primario del perfil del usuario	15
2.2.3. Elaboración de cuestionarios de entrada para usuarios	15
2.2.4. Análisis de datos de usuarios	15
2.2.5. Propuesta del producto	16
2.3. Diseño de la solución	16
2.3.1. Coordinación de diseño	17
2.3.2. Revisión del diseño	19
2.3.3. Integración del diseño	19
2.4. Prototipo de baja fidelidad	19
2.5. Prototipo de media fidelidad	20
2.6. Definición de pruebas de aceptación	21
2.7. Prototipo de alta fidelidad	22
2.8. Resumen	22
3. Proceso de desarrollo – Actividades de producción del producto	23

3.1. Planificación de sprint	25
3.2. Definición de pruebas de aceptación	26
3.3. Actividades de implementación e integración	27
3.3.1. Conflictos de implementación	27
3.3.1.1. Revisión del diseño	27
3.3.1.2. Limitación de experiencia del responsable	28
3.3.2. Conflictos de integración	29
3.4. Actividades de lanzamiento	29
3.5. Revisión de actividades y rediseño	30
3.6. Resumen	31
4. Proceso de validación y entrega – Actividades postproductivas	32
4.1. Preparación de instrumentos de evaluación	32
4.2. Ejecución de pruebas	34
4.3. Análisis de resultados	35
4.4. Actividades en un lanzamiento parcial o entrega al cliente	35
4.4.1. Preparación de presentación al cliente	36
4.4.2. Preparación de la entrega del producto	36
4.5. Entrega	37
4.6. Resumen	37
5. Resultados	38
Referencias Bibliográficas	40

Introducción

En el campo de la Ingeniería de Software (IS), un proceso de software es un conjunto de actividades que conllevan a la producción de un producto de software. Estos procesos se basan en la toma de decisiones y juicios por parte de las personas que los ejecutan o están involucradas en su ejecución. Por esto, cada proceso de desarrollo de software es diferente, no existe alguno ideal y cada organización suele crear sus propios procesos y estándares para ejecutarlos (Bourque et al., 2014; ISO/IEC/IEEE, 2019, 2017; Sommerville, 2011).

Tras el constante ejercicio de los procesos de software de una entidad, se recomienda realizar tareas retrospectivas para afinar las prácticas y tareas que conforman dichos procesos, con la finalidad de mejorarlos, y con ello potencialmente mejorar los productos de trabajo; conforme a las expectativas y objetivos que persigan los practicantes (Bourque et al., 2014; Object Management Group, 2018; Sommerville, 2011).

El grupo ESIE ha colaborado con diversas instituciones y entidades, en el desarrollo de herramientas y espacios interactivos que emplean tecnología digital como un habilitador y plataforma de estas soluciones. A lo largo del ejercicio constante de estas actividades, el grupo ha definido un proceso que, con la adquisición de experiencia y la búsqueda por mejorar la calidad del trabajo y sus productos, ha evolucionado y se ha consolidado.

En este sentido, se ha realizado una revisión extensa de las actividades que conforman el proceso, contrastándolas con las metodologías que se emplean en su ejercicio, así como con su aplicación en los distintos cursos de nivel superior en los que los integrantes del grupo y sus colaboradores participan. En suma, se busca obtener una comprensión extensa y concreta, de los requisitos, productos de trabajo y las actividades del proceso, con el objetivo de obtener un marco de trabajo que permita la continua afinación conforme a las necesidades y objetivos específicos de cada proyecto, así como, mejorar su seguimiento en futuros ejercicios.

Para esto, se han considerado y empleado diversas recomendaciones de IS, de manera que la revisión, formalización y afinación del proceso por parte del grupo ESIE, siga

prácticas bien fundamentadas que ofrezcan un marco de trabajo sólido incorporando conocimiento de áreas como la ingeniería de procesos, gestión de la configuración y calidad de procesos y de productos.

El objetivo específico de esta revisión del proceso del grupo ESIE, es obtener una especificación general, que pueda *instanciarse* conforme con los parámetros que establezca cada proyecto en el que se aplique, permitiendo también la posibilidad de hacer cambios en las tareas más específicas dentro de las actividades que conforman el proceso.

El proceso del grupo ESIE se ha modelado acorde a lo especificado por *Business Process Model and Notation* (BPMN). BPMN ofrece un lenguaje que permite abstraer y representar actividades y los procesos que conforman, de manera tal que puedan ser estudiados con diversos objetivos, como su análisis, implementación y gestión, cerrando brechas entre el diseño e implementación de procesos (Object Management Group, 2014).

En los siguientes capítulos, inicialmente, se presenta el proceso general del desarrollo del grupo ESIE y como se ha consolidado a lo largo de su ejercicio. Posteriormente, se presentan los procesos que conforman un proyecto de software realizado por el grupo ESIE. De cada proceso, se describen las actividades generales que los conforman: sus parámetros y condiciones iniciales, las tareas generales que en su conjunto constituyen las actividades del proceso, sus productos de trabajo y las cualidades generales que deben poseer.

Los procesos se acompañan de un diagrama en notación BPMN que los describe. Las actividades que conforman el proceso aparecen en el orden que muestra en el diagrama del proceso.

1. Aspectos generales y antecedentes del proceso del Grupo ESIE

La metodología utilizada por el grupo ESIE para desarrollar software está basada en el proceso de diseño centrado en el usuario; una parte fundamental de esta metodología

es el análisis de las necesidades de los usuarios y suele ser complementado con el enfoque de diseño de Experiencia del Usuario.

Bajo estas consideraciones, el proceso del grupo ESIE consiste de las siguientes fases (de la Cruz Martínez et al., 2015):

1. *Planteamiento.*
2. *Diseño.*
3. *Realización.*
4. *Pruebas y validación.*
5. *Cierre.*
6. *Retroalimentación y mantenimiento.*

Las fases del proceso establecen un marco de trabajo bajo el que se desarrollan los productos de software con los que se adquiere un compromiso. De acuerdo con estándares y recomendaciones de la IS, este marco debe proveer un esquema que se adapte a las necesidades, expectativas y recursos de cada proyecto con el que se ejerce, así como a los valores y políticas de las instituciones que participan en los proyectos de software que realiza el grupo ESIE (Bourque et al., 2014; ISO/IEC/IEEE, 2019, 2017).

Por lo anterior, estas fases representan una metodología general que especifica los recursos, objetivos, requerimientos, expectativas, procesos de acuerdo con clientes y proveedores que cada proyecto imponga conforme a sus características e integrantes (incluyendo clientes, usuarios y otros interesados). El propósito de estas fases, es estandarizar las estrategias de trabajo y los recursos que, en lo general, son requeridos para las tareas que involucran. La estandarización ofrece facilidades para la comunicación y reduce los tiempos de capacitación entre proyectos; así como también puede permitir aprovechar la automatización para reducir costos (Bourque et al., 2014; Sommerville, 2011).

De manera común, todas las actividades del proceso generan documentación de decisiones, organización y resultados obtenidos. Esto permite mantener un archivo de

conocimiento que puede ser consultado en cualquier momento. El no contar con este conocimiento representa un potencial riesgo para el proyecto, pues cada integrante del equipo conservaría en su persona información que puede servir a otros o a la organización en el futuro, para resolver problemas, tomar, estudiar o evitar decisiones que han probado su efectividad o ineffectividad en el pasado (Bernsen y Dybkjaer, 2009; Bourque et al., 2014; ISO/IEC/IEEE, 2017).

Es importante resaltar que no es estrictamente necesario que esta documentación se presente en documentos de texto dedicados. Dependiendo de la naturaleza de las actividades, la documentación puede encontrarse en documentos de titulación producidos por estudiantes que colaboran en los proyectos del grupo, o bien, puede encontrarse como parte de repositorios de programación, en la documentación de usuario; o bien, en informes y reportes como éste.

Por otro lado, la estrategia con la que se ejecutan las fases del proceso aplica metodologías ágiles, las cuales a su vez se basan en procesos iterativos-incrementales. Siguiendo estas metodologías, el desarrollo comienza con un mínimo producto viable, el cual evoluciona a lo largo del proyecto hasta que alcanza un estado final. Los clientes y usuarios pueden proporcionar retroalimentación de cada versión del producto que se produce en cada incremento, la cuál puede ser analizada junto con riesgos, validaciones y con la misma especificación del producto; refinando el producto que se produce en cada etapa del proyecto (Bernsen y Dybkjaer, 2009; Bourque et al., 2014; Sommerville, 2011).

Es importante considerar que bajo el modelo iterativo-incremental, si bien cada etapa del proyecto puede producir una versión del producto, no es indispensable realizar una entrega formal al final de cada iteración. Esto dependerá de los acuerdos que se alcancen con los clientes de cada proyecto de software (Bourque et al., 2014; Sommerville, 2011).

1.1. Relevancia de los procesos de diseño centrado en el usuario

En este documento se ha mencionado que el Diseño Centrado en el Usuario es una de las principales bases del proceso del grupo ESIE. Por un lado, esto se debe a que los proyectos en los que se aplica, poseen objetivos didácticos prioritarios, por lo que es indispensable crear entornos en los que los usuarios se sientan cómodos y alentados a realizar las actividades para las que son diseñados los productos.

Los procesos de diseño centrado en el usuario ofrecen prácticas y procedimientos en los que las necesidades y expectativas del usuario poseen un rol primario habilitando el diseño y evaluación del producto respecto a factores humanos. Esto permite, por un lado, mejorar el producto durante su desarrollo y, por otro, evidenciar su calidad frente a los clientes y otros interesados en la producción del producto (Bernsen y Dybkjaer, 2009).

1.2. Relevancia del diseño de experiencia del usuario

La experiencia del usuario es una herramienta que nos ayuda a crear productos que sean atractivos y deseables para la clase de personas para quienes ha sido diseñado (Hassan Montero y Martín Fernández, 2005; Morville, 2004). Junto con procesos de Diseño centrado en el usuario, la experiencia del usuario también es un componente relevante dentro del proceso del ESIE, puesto que es una estrategia efectiva para atraer y mantener la atención del usuario en los objetivos didácticos que suelen poseer los productos de trabajo de los proyectos del equipo.

La combinación de estas estrategias de diseño, resulta en una estructuración de actividades en donde las necesidades y expectativas del usuario y otros interesados, fingen un papel primario en el diseño del producto y, durante su implementación, se revisan o evalúan las estrategias empleadas, buscando que el usuario pueda realizar las tareas que espera ejercite con el producto, manteniendo su atención y ofreciéndole una experiencia agradable que lo motive a desear interactuar con él en el futuro.

1.3. Aplicación de metodologías ágiles

Durante el análisis y formalización del proceso, se identificó a *Extreme Programming* (XP), como una metodología cuyas prácticas y estrategias de trabajo son cercanas a las estrategias de desarrollo del ESIE (originalmente basadas en SCRUM), pues sus principios y prácticas se pueden adaptar otros aspectos del proyecto además de la programación.

Por lo anterior, las prácticas con las que se buscan aplicar las tareas del proceso del grupo ESIE, se basan en los fundamentos de XP. En esta metodología, se presenta un énfasis al desarrollo por etapas, en las que se busca obtener una versión del producto que incrementa, mejora y corrige sus funcionalidades (Sommerville, 2011).

Los requerimientos se toman como *historias de usuario*, las cuales describen las actividades y objetivos de las actividades que se desea realice el producto. Estas tareas se desglosan como actividades de implementación y durante una etapa del proyecto, se busca completar una lista determinada de estas actividades (Sommerville, 2011).

Además, el cliente, los usuarios e interesados tienen un rol relevante en el desarrollo. Pueden nombrar a un representante interno o externo que posee poder de decisión respecto a la priorización de historias de usuario y la validación de las características y funcionalidades de cada versión producida en cada etapa del proyecto (Martin y Martin, 2007; Sommerville, 2011).

Además, en XP se fomenta la propiedad colectiva de los componentes del producto. Es decir, evitar que dentro del proyecto se produzcan expertos en aspectos individuales del mismo, sino que el conocimiento generado se distribuya entre varios miembros del equipo de desarrollo y que existan mecanismos que fomenten y permitan el fácil acceso al entendimiento, las decisiones y objetivos que persiguen los componentes del producto (Martin y Martin, 2007; Sommerville, 2011).

Así mismo, el cliente posee un rol activo en el desarrollo del producto. En particular en tareas de evaluación, resulta muy conveniente en conjunto con las prácticas de desarrollo centrado en el usuario y de experiencia del usuario. El crecimiento del

producto por etapas, permite descubrir aspectos que interrumpen o crean alguna dificultad para que los usuarios realicen las tareas esperadas, permitiendo analizar la forma en la que el producto se ajusta a sus objetivos.

Por si fuera poco, las estrategias de diseño de experiencia del usuario proveen herramientas útiles para realizar este análisis, ya que al estudiar la manera en la que los usuarios utilizan el producto, junto con la efectividad percibida, comodidad al usarlo, facilidad de aprendizaje de uso, entre otros factores, permiten elaborar instrumentos para evaluar los aspectos del producto con respecto a sus objetivos y las expectativas que los interesados en el proyecto tienen en él.

De esta forma, la aplicación de metodologías ágiles inspiradas en XP en conjunción con prácticas de diseño centrado en el usuario y de diseño de experiencia del usuario, brindan el marco de trabajo bajo el cual, el grupo ESIE ha realizado sus proyectos y que se formalizan en este documento para hacerlo disponible a sus integrantes, colaboradores y habilitar el análisis y ajuste del proceso en sí mismo, con el objetivo de poder aplicarlo conforme a las restricciones y condiciones de cada proyecto, buscando que el producto del trabajo satisfaga a sus usuarios y sus requerimientos.

1.4. Resumen

Como parte del desarrollo de sus actividades, el grupo ESIE ha participado y desarrollado diversos proyectos de software que tienen objetivos didácticos relevantes. A lo largo del ejercicio de estas actividades, se ha utilizado un proceso de desarrollo que ha madurado y se ha consolidado, el cual tiene fundamentos en procesos de Diseño Centrado en el Usuario, de Diseño de Experiencia del Usuario, Desarrollo Iterativo-incremental y Metodologías Ágiles.

Se ha realizado un ejercicio de formalización y especificación del proceso que considera la experiencia adquirida tras su constante ejercicio, así como su aplicación en cursos que forman parte de las actividades académicas del grupo. El proceso se ha modelado utilizando BPMN y se han identificado las tareas clave que se ejecutan en los

proyectos, así como su orden, dependencias, características, sus productos de trabajo y las cualidades que estos deben poseer.

El objetivo de formalizar y especificar este proceso, es mejorar su disponibilidad para su aplicación y seguimiento en los proyectos, además de permitir su fácil estudio con fines de capacitación para integrantes y colaboradores externos o temporales y, por supuesto, para mejorar el proceso con su continuo ejercicio, así como la mejora de la calidad del trabajo y de sus productos.

2. Proceso inicial – Actividades de preproducción del producto

En el capítulo anterior, se ha presentado de manera general el proceso del grupo ESIE, junto con los antecedentes en los que se basa. A partir de este apartado se presentarán a detalle los subprocesos y actividades generales que, en conjunto, conforman las seis etapas del proceso del grupo ESIE, así como las tareas generales que lo conforman.

Comenzaremos por el subproceso al que denominaremos *preproductivo*; que corresponde a las etapas 1 y 2 del proceso del grupo ESIE (*Planteamiento y Diseño*, respectivamente). Este primer subproceso, emana de prácticas de diseño centrado en el usuario y de diseño de experiencia del usuario, en las que la toma de requerimientos involucra la obtención de aspectos de usabilidad, principalmente a partir de necesidades de los clientes, usuarios y otros interesados (Bernsen y Dybkjaer, 2009; Bourque et al., 2014; ISO/IEC/IEEE, 2019, 2018, 2017; Object Management Group, 2018; Sommerville, 2011; UNAM y Secretaría de Economía, 2005).

A partir de estos requerimientos y expectativas, en etapas tempranas del proyecto se desarrollan prototipos de baja fidelidad con el fin de ajustar las interfaces, interacciones y funcionamiento, a partir de evaluar las interacciones de usuarios con estos prototipos. La figura 1 muestra el proceso *preproductivo* general en notación BPMN.

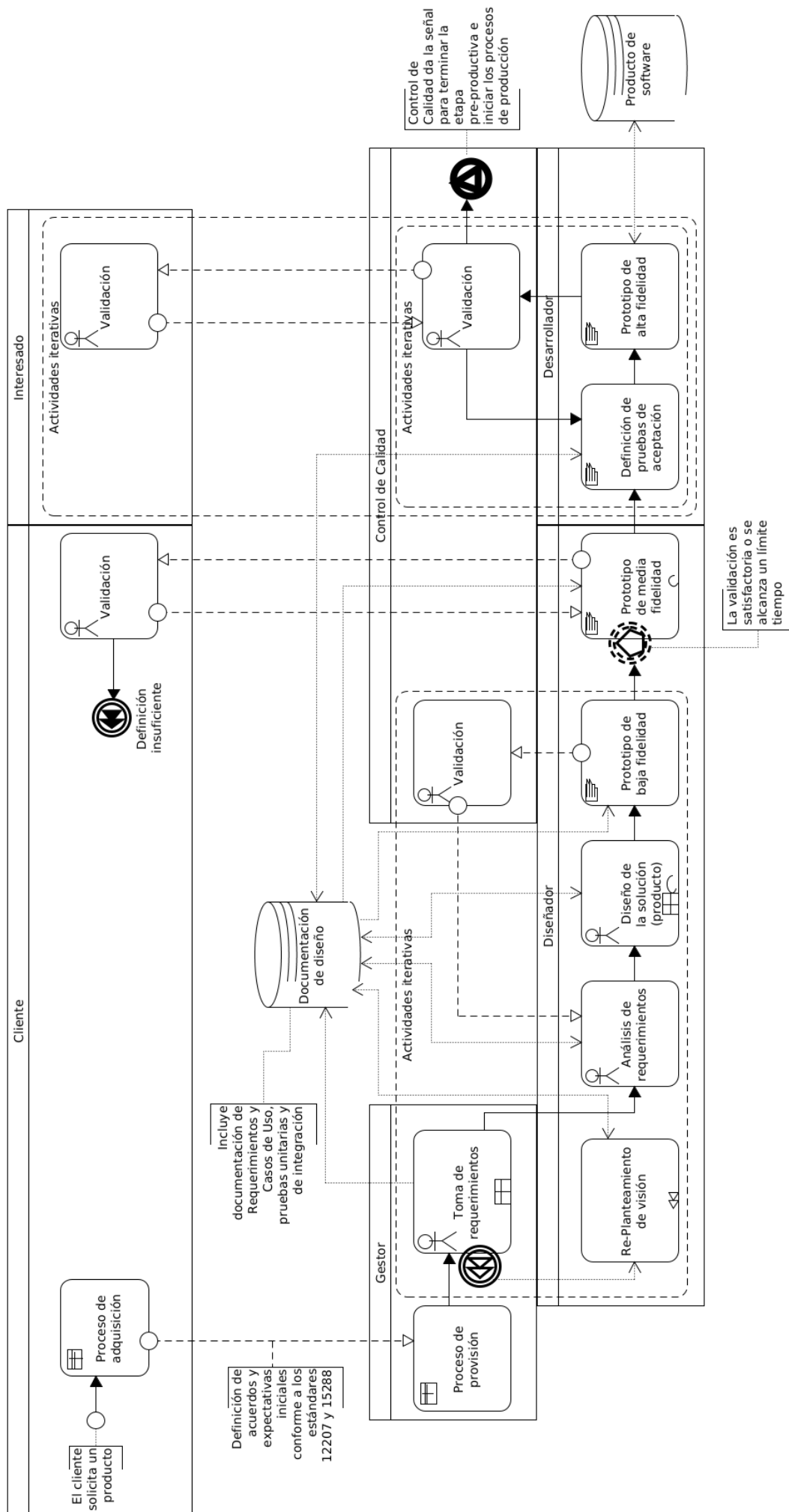


Figura 1: Diagrama BPNM del proceso Preproductivo

2.1. Actividades iniciales – Procesos de adquisición y de provisión

Conforme a estándares de desarrollo de software, las primeras tareas que se realizan al iniciar un proyecto establecen acuerdos iniciales con los clientes que solicitan un producto. Entre otros aspectos, se busca verificar que el proyecto o sus actividades sean cercanos a las líneas de trabajo del grupo ESIE. Adicionalmente, se busca estimar los recursos que serán necesarios y su origen, así como el formato de los entregables, fechas clave, alcances y mecanismos de evaluación (Bourque et al., 2014; de la Cruz Martínez et al., 2015; ISO/IEC/IEEE, 2019, 2017; Object Management Group, 2018).

- Entradas: interés y acercamiento de un cliente externo o de algún miembro del grupo ESIE, que desea generar algún producto de software.
- Salidas: acuerdos iniciales que conforman un marco de trabajo general para dar inicio a las actividades del proyecto.

2.2. Toma y análisis de requerimientos

Habiendo obtenido un marco de trabajo general que establece las bases mínimas para la colaboración entre el cliente y el grupo ESIE, así como los alcances y expectativas generales del proyecto, el siguiente paso es formalizar y esclarecer objetivos específicos, las funcionalidades y cualidades que se esperan del producto a desarrollar.

Estos factores deben responder a las expectativas, las cuáles pueden afinarse en esta etapa, junto con los alcances del proyecto. Para lograr esto, las actividades de toma y análisis de requerimientos, involucran activa y constantemente al cliente y otros interesados, con el objetivo de obtener un entendimiento mutuo y concreto de las funcionalidades, objetivos y expectativas del producto a realizar.

Dada la relevancia de actividades de diseño centrado en el usuario y de experiencia del usuario, las actividades de toma y análisis de requerimientos son realizadas en coordinación o bajo supervisión de un experto en experiencia del usuario. La figura 2

muestra el diagrama del proceso de toma de requerimientos; cuyas actividades se describen en las siguientes sub-secciones.

- Entradas: marco de trabajo general, conformado por una estimación general de recursos necesarios para realizar el proyecto, expectativas generales y un entendimiento de alto nivel del producto esperado.
- Salidas: especificación de requerimientos que, bajo los alcances del proyecto, definen los objetivos y las funcionalidades con las que se buscan cubrir, detalladas de manera que sea claro lo qué se espera que hagan los usuarios y qué resultados o comportamiento producen dichas funciones.

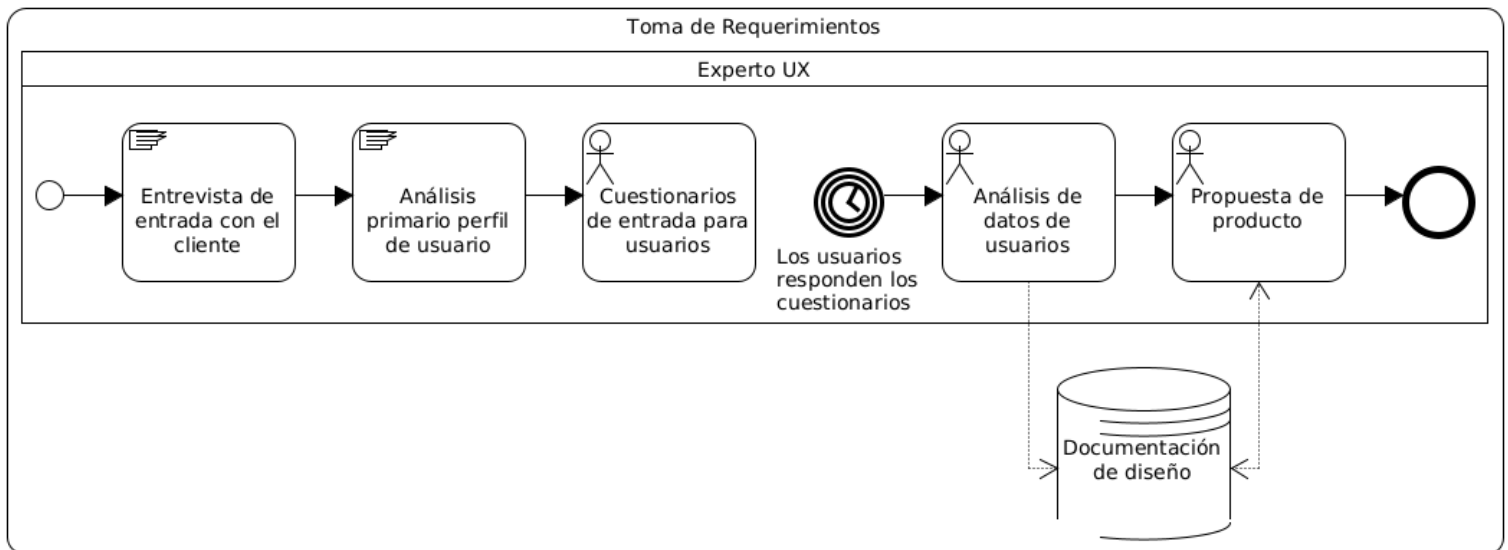


Figura 2: Diagrama BPMN del sub-proceso de Toma de Requerimientos

2.2.1. Entrevista de entrada con el cliente

La toma de requerimientos inicia con entrevistas al cliente, en las que se busca obtener una comprensión detallada de los objetivos del proyecto, las características esperadas del producto y las expectativas de su uso y alcance.

- Entradas: un marco de trabajo general establecido en coordinación con el cliente que solicita la realización del proyecto, en donde se incluyen las expectativas generales y una estimación de los recursos necesarios para ejecutar el proyecto.

- Salidas: entendimiento detallado de los objetivos del proyecto, el perfil general de los usuarios para quienes será destinado el producto de software a realizar junto con sus características, alcance y expectativas de su uso.

2.2.2. Análisis primario del perfil del usuario

Una vez que se cuenta con un entendimiento más detallado del proyecto, el producto a realizar y de los usuarios para quienes se destina el producto, la siguiente tarea es obtener un perfil más completo de estos usuarios, con la finalidad de refinar los casos de uso del producto e identificar las interacciones que tendrán.

- Entradas: entendimiento detallado del proyecto, el producto deseado y de los usuarios para quienes se destina.
- Salidas: perfil general del usuario que incluye su rango de edad, actividades generales y necesidades en torno al producto a construir.

2.2.3. Elaboración de cuestionarios de entrada para usuarios

El perfil de usuario que se obtiene en la etapa anterior, es afinado para obtener un mejor entendimiento de quiénes son los usuarios, cuáles son sus características específicas, sus necesidades, intereses, así como sus actividades o hábitos que tienen alguna relación con el producto. Para esto, se desarrollan cuestionarios que se publican o distribuyen en grupos y comunidades que pueden contener *usuarios tipo* de acuerdo al análisis primario.

- Entradas: perfil general de los usuarios, obtenido de los requerimientos y la información resultante de las entrevistas con el cliente.
- Salidas: cuestionarios de usuario que buscan obtener información suficiente que permita refinar el entendimiento de los *usuarios tipo*.

2.2.4. Análisis de datos de usuarios

Los cuestionarios de usuario se publican o distribuyen por un tiempo o hasta obtener un número deseado de respuestas. Después, se recopilan los resultados y se analizan

para refinar el entendimiento de los usuarios tipo; elaborando fichas de *personas* que representan las clases más relevantes de usuarios identificados, se usan como base para afinar las funcionalidades del producto y su interacción con estos usuarios.

- Entradas: respuestas suficientes de los cuestionarios de análisis de usuarios.
- Salidas: perfiles de *usuarios tipo* que describen a los usuarios, sus intereses, actividades y necesidades, de manera que el diseño de las funcionalidades del producto posea valor y utilidad para sus usuarios, siguiendo la estrategia de *personas* propuesta por Alan Cooper (Bernsen y Dybkjaer, 2009).

2.2.5. Propuesta del producto

Con un mejor entendimiento acerca de los usuarios tipo, los requerimientos, los objetivos y las expectativas del proyecto, se procede a elaborar una propuesta de alto nivel del producto a desarrollar, la cuál abarca las necesidades de los usuarios, las funcionalidades requeridas y sus características principales. Esta propuesta general será descrita con mayor precisión por varios expertos en las etapas siguientes.

- Entradas: perfil detallado de los usuarios tipo y recopilación de los requerimientos, expectativas y objetivos del proyecto.
- Salidas: especificación general del producto del proyecto que representa una propuesta que será afinada y detallada por expertos en las etapas siguientes.

2.3. Diseño de la solución

Una vez que se cuenta con una especificación de requerimientos conforme al entendimiento general del proyecto, se procede a diseñar la solución a un alto nivel. Este diseño, describe los componentes del producto a realizar, sus características y la manera en la que deben comportarse, así como su configuración, interfaces e interacciones que deben ofrecer a otros componentes y a los usuarios.

Esta tarea se representa con el subproceso que se muestra en la figura 3, donde distintos expertos trabajan en el diseño de la solución de manera coordinada, bajo

supervisión un gestor del diseño quien, en representación o coordinación con el cliente, usuarios u otros interesados, aprueba o solicita cambios en las propuestas de diseño que presentan los expertos.

Al final, el gestor reúne las propuestas y se integran en el diseño haciéndolo disponible para llevar a cabo las actividades del mismo. El desarrollo y propuesta de este diseño suele explorar propuestas basadas en teoría, recomendaciones o procedimientos comprobados; que habilitan o fomentan el desarrollo de actividades didácticas mediante el uso de tecnologías digitales.

- Entradas: especificación de requerimientos detallada, en la que los objetivos y alcances del proyecto son claros y conforme a las expectativas de los usuarios.
- Salidas: Documentación integral del diseño de la propuesta del producto a desarrollar.

2.3.1. Coordinación de diseño

Las actividades de diseño inician con un planteamiento general en el que todos los expertos que trabajarán los distintos aspectos del producto deben estar involucrados. Este planteamiento establece tareas de diseño y objetivos basados en el análisis de requerimientos.

- Entradas: especificación de requerimientos detallada, en la que los objetivos y alcances del proyecto son claros y conforme a las expectativas de los usuarios.
- Salidas: plan de diseño que establece los objetivos que deben cubrir los distintos aspectos del producto y que deberán ser implementados en etapas posteriores.

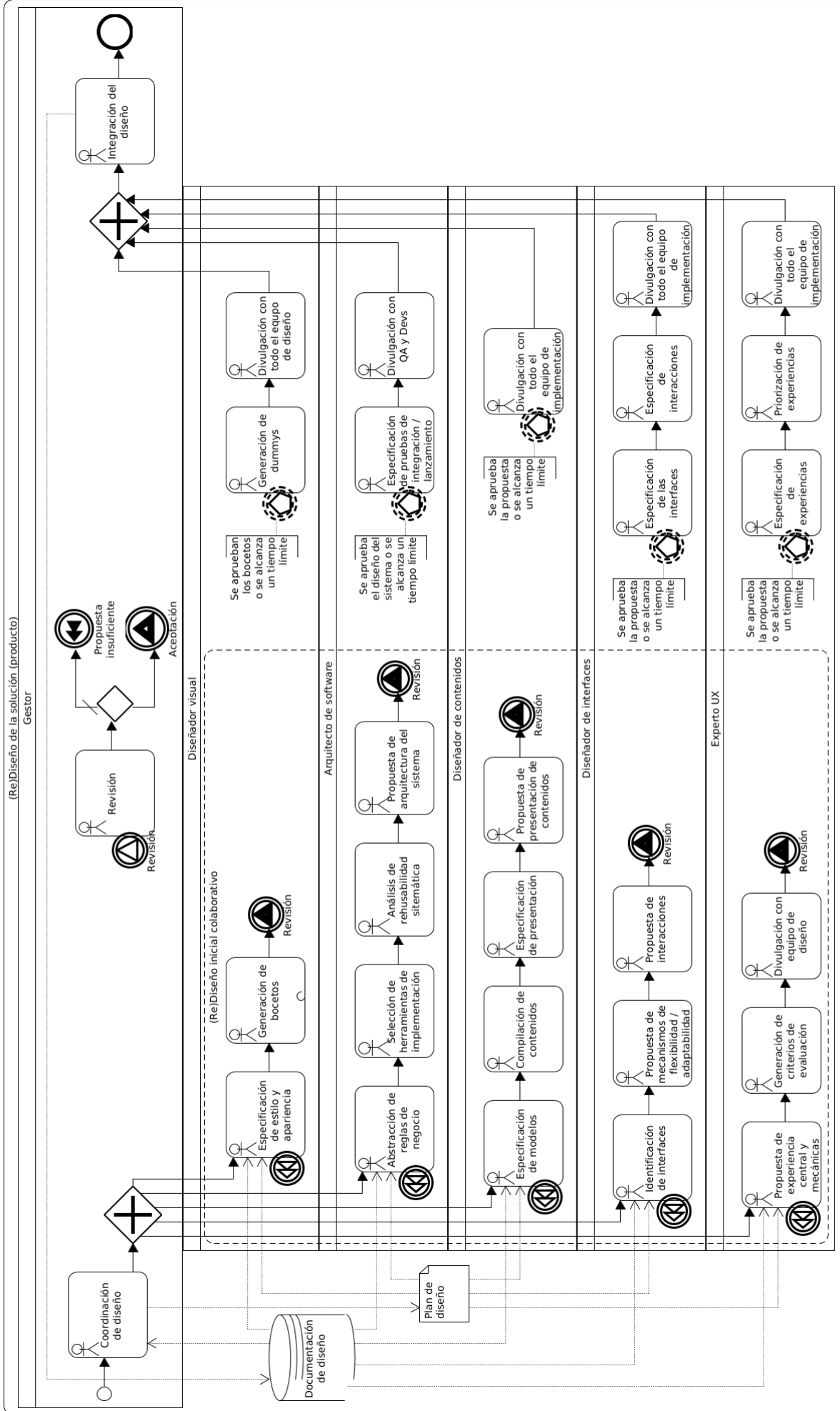


Figura 3: Diagrama BPMN del sub-proceso del Diseño de la solución

2.3.2. Revisión del diseño

Una vez que cada uno de los expertos produce una propuesta de diseño para los aspectos del producto en el que estén trabajando, se somete a un proceso de revisión en el que pueden colaborar el resto de los expertos, el cliente y otros interesados; bajo coordinación del gestor. Este grupo, determina si la propuesta es aceptable y puede continuar su proceso de formalización como parte del diseño, o si requiere de revisión y debe volver a ser presentada con correcciones o mejoras.

- Entradas: la notificación de uno de los expertos de tener lista una propuesta para el diseño de uno de los aspectos del producto (junto con la misma propuesta).
- Salidas: una notificación de aceptación de la propuesta o que indica que se requieren realizar ajustes a la misma antes de que pueda ser aceptada y continuar con su proceso de formalización.

2.3.3. Integración del diseño

Una vez que las propuestas de todos los expertos sean aceptadas y formalizadas, se integran en la documentación de diseño del producto haciéndolas disponibles a otros miembros del equipo en particular, a los implementadores de las distintas características que se han diseñado.

- Entradas: notificación por parte de todos los expertos realizando actividades de diseño de que han formalizado y presentado sus diseños con los equipos de implementación correspondientes.
- Salidas: se actualiza la documentación de diseño con los resultados de las actividades de diseño, de forma que esté disponible en las siguientes actividades del proyecto como guía y criterio de implementación.

2.4. Prototipo de baja fidelidad

El diseño que se obtiene tras las tareas anteriores, se implementa en un primer prototipo de baja fidelidad. Este prototipo suele ser construido físicamente o con

herramientas digitales que permitan una rápida implementación; usualmente carece de funcionalidades reales. El propósito de este primer prototipo es evaluar si una primera aproximación del producto es lo suficientemente adecuada conforme a la especificación e interpretación de los requerimientos de la que ha derivado el diseño.

- Entradas: el diseño de la solución realizado por un grupo de expertos y aprobado por el cliente, los interesados o un representante de ellos.
- Salidas: un prototipo de baja fidelidad que debería exhibir que el diseño se apega a las expectativas, objetivos y necesidades del cliente, los interesados y los usuarios. En caso de que el prototipo muestre aspectos que podrían ser mejorados; y puesto que el mismo se apega a la especificación de requerimientos, se debe volver a la tarea de *análisis de requerimientos* y hacer los cambios necesarios en ellos y en el diseño que deriva de éste análisis.

2.5. Prototipo de media fidelidad

Una vez se cuenta con un prototipo de baja fidelidad que se acepta como una mínima representación de los aspectos generales del producto a desarrollar, o se alcanza un tiempo límite conforme a los alcances del proyecto, el siguiente paso es crear un nuevo prototipo más cercano al producto final. Este prototipo suele ser desarrollado con medios digitales; pero también suele carecer de funcionalidades y se concentra en exhibir la interpretación de sus características, la forma en que interactúa con el usuario y la manera en la que ofrece sus funciones y retroalimentación al usuario.

El prototipo de media fidelidad es presentado a los interesados y/o sus representantes. Estos participantes del proyecto, deberán indicar si el prototipo desarrollado ofrece un acercamiento aceptable a sus objetivos y expectativas o si hay aspectos que podrían mejorarse. En este último caso, se realizan nuevas entrevistas con el cliente y usuarios a fin de afinar la visión obtenida del proyecto y se retoman las tareas a partir de la *toma de requerimientos* (sección 2.2).

Una nueva iteración de estas tareas no necesariamente debe ser exhaustiva, su alcance queda delimitado por el grado de satisfacción que hayan tenido los interesados respecto al prototipo presentado.

- Entradas: prototipo de baja fidelidad que representa los aspectos más generales del producto conforme a su especificación y diseño obtenidos en etapas anteriores.
- Salidas: prototipo de media fidelidad, que representa las interfaces, interacciones, contenidos y funciones del producto a realizar. Si el prototipo es aceptado por el cliente, usuarios, otros interesados y/o sus representantes, se procede a la siguiente etapa del proyecto. En caso contrario, se vuelve a la etapa de la *toma de requerimientos* (sección 2.2) para afinar las expectativas, objetivos, diseño y especificación de la solución que se está planteando.

2.6. Definición de pruebas de aceptación

Con la aceptación del prototipo de media fidelidad por parte de los interesados, se consolida la especificación inicial de la solución que representa el producto a desarrollar. En este siguiente paso, se definen pruebas de aceptación para los aspectos del producto basadas en la especificación que se ha consolidado.

Se busca involucrar a los interesados para definir las pruebas de aceptación, las cuáles pueden partir de observar cómo se representan los aspectos del producto en el prototipo de media fidelidad, identificando criterios que permitan validar la manera en la que se implementan las características del producto.

- Entradas: prototipo de media fidelidad basado en la especificación del proyecto obtenida tras las actividades de diseño realizadas en etapas anteriores.
- Salidas: pruebas de aceptación que validan que las características, partes, componentes y funcionalidades del producto a desarrollar se apeguen a su

especificación conforme a los objetivos y expectativas de los interesados en el producto del proyecto.

2.7. Prototipo de alta fidelidad

La última etapa del subproceso preproductivo, es la elaboración de un prototipo de alta fidelidad. Este siguiente prototipo representa un mínimo producto viable del proyecto. Esto significa, que este prototipo, si bien puede carecer de la mayoría de las características que deberá poseer el producto final, está construido con la tecnología que se ha elegido para el producto final y su implementación debe permitir agregar las características que deberá poseer al final del proyecto.

Este prototipo de alta fidelidad, es una primera versión del producto del proyecto y, de forma similar al prototipo de media fidelidad, este también será evaluado en conjunto con los interesados del proyecto.

- Entradas: pruebas de aceptación que establecen los criterios que debe satisfacer el producto.
- Salidas: un mínimo producto viable cuyas características satisfacen los criterios de aceptación. Estas características deben ser las de menor nivel y las más prioritarias o representativas del producto que se busca implementar al final del proyecto.

2.8. Resumen

Los procesos que abarcan las primeras dos etapas del proceso del grupo ESIE, *planteamiento* y *diseño*, se describen cómo un proceso *preproductivo*, el cuál incluye varias etapas de diseño en las que los interesados poseen poder de decisión y un rol significativo. Comienza por establecer acuerdos, alcances, objetivos y expectativas para posteriormente, refinar los objetivos y expectativas, detallando los requerimientos que deberá satisfacer el producto a desarrollar.

El diseño es consolidado por un grupo de expertos, quienes revisan en conjunto con el cliente, los interesados o sus representantes, la propuesta del producto y las cualidades que deberá poseer. Este proceso, suele involucrar la adquisición o producción de conocimiento.

Inicialmente, este diseño se implementa en un prototipo de baja fidelidad que es inspeccionado de manera interna por el equipo. Cuando se considera que este primer prototipo esclarece la interpretación del producto, se produce un nuevo prototipo de media fidelidad más cercano al producto solicitado, pero que se limita a exhibir sus características.

Finalmente, cuando los interesados aprueban el prototipo de media fidelidad, se produce un siguiente prototipo de alta fidelidad, implementado con las herramientas, tecnología y entornos objetivo para el producto final, pero que se limita a un mínimo producto viable. A partir de este prototipo de alta fidelidad, en las siguientes etapas del proyecto se irán agregando las características especificadas en el diseño y serán inspeccionadas conforme evolucione en el producto final para realizar los ajustes que fuesen necesarios al diseño.

El propósito de este exhaustivo proceso de diseño, es priorizar los objetivos y expectativas de los interesados, así como mitigar riesgos asociados a la interpretación de los requerimientos; además de concluir con una plataforma sólida para la implementación del producto, pues no solo parte de una especificación revisada en varias etapas, sino que parte también de un mínimo producto viable derivado de dos prototipos anteriores.

3. Proceso de desarrollo – Actividades de producción del producto

Continuamos con el proceso que denominamos *productivo*, al que le corresponden las etapas 3, 4 y 6 del proceso del grupo ESIE, que son:

3 – *Realización*: En las que se involucran iterativamente tareas de las etapa 2 – *Diseño*, así como de la siguiente etapa;

4 – *Pruebas y Validación*: Este proceso también responde a las actividades de la etapa;

6 – *Retroalimentación y mantenimiento*, pues incluye revisiones en conjunto con los interesados y permite establecer nuevos acuerdos para dar continuidad con el desarrollo de un producto previamente entregado.

Recordemos que el proceso del grupo ESIE se basa en actividades de desarrollo iterativas-incrementales, por lo que las tareas en una parte del proceso no necesariamente son exclusivas a la etapa en la que ocurren, como tampoco deben ocurrir de forma exhaustiva cada vez.

En esta etapa, el producto obtenido al final de la etapa anterior acumulará cambios que completan las funcionalidades y características que debe poseer de acuerdo a la especificación, la cuál será revisada junto con nuevas versiones del producto conforme sean producidas en conjunto con los interesados, para continuar afinando el diseño y sus criterios de aceptación.

Inicialmente, las iteraciones son delimitadas de acuerdo a un plan de trabajo que, con base en los recursos del proyecto, estima las actividades que se llevarán a cabo en cada iteración. Sin embargo, este plan no es inflexible, si el alcance y recursos del proyecto lo permiten, es posible que cambie la duración o el número de iteraciones en caso de que se determine necesario.

En la figura 4 se muestra el diagrama del proceso *productivo*; que inicia cuando se aprueba el prototipo de alta fidelidad y termina cuando, bajo el alcance del proyecto, se obtiene un producto que conforme a sus criterios de aceptación, implementa las funcionalidades y cualidades que se han diseñado.

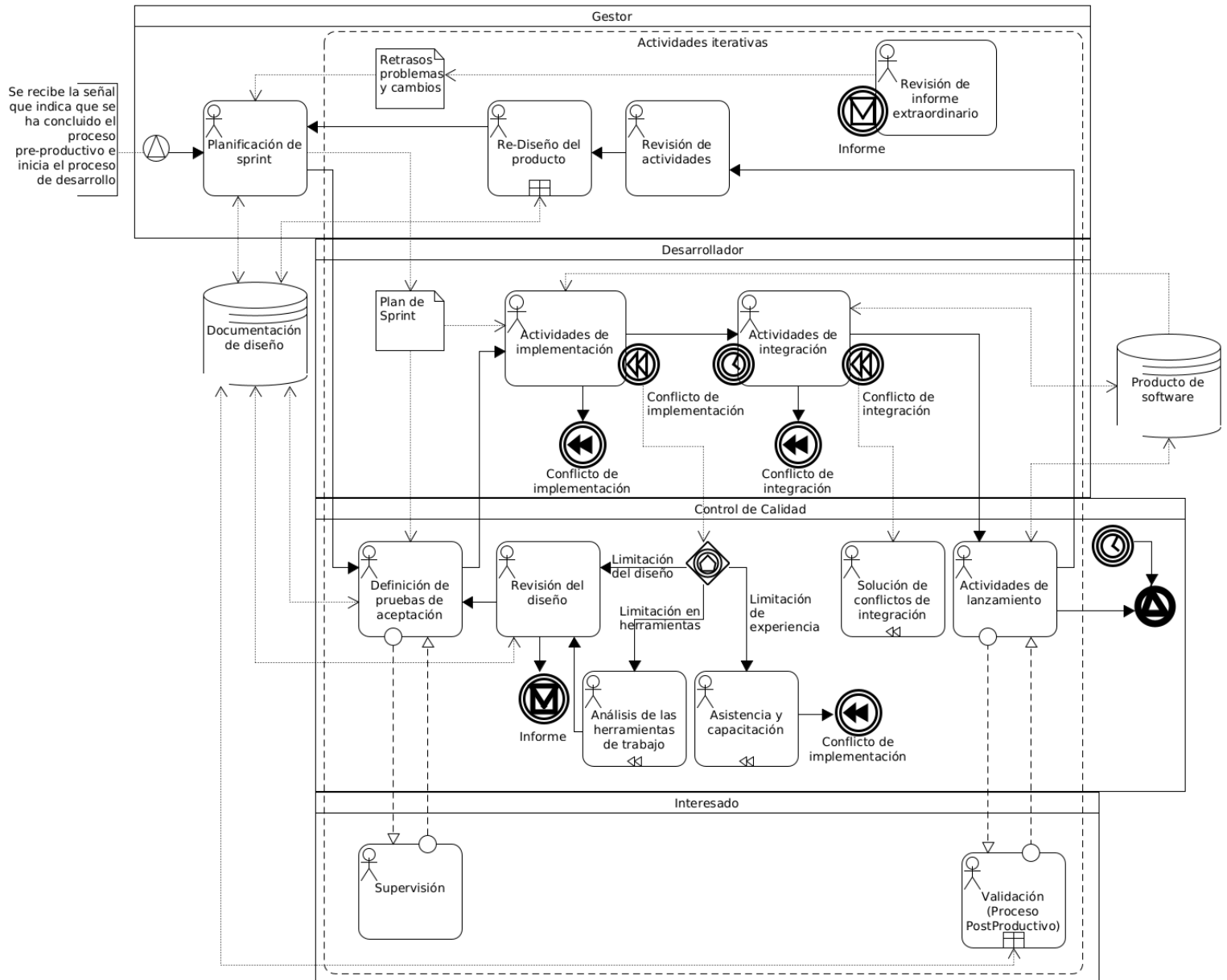


Figura 4: Diagrama BPMN del proceso Productivo

3.1. Planificación de sprint

Cada iteración del proceso productivo comienza con una planificación de las actividades que se harán en dicha iteración. Basados en metodologías ágiles, las iteraciones se denominan *sprints* y su planificación consiste en: priorizar las tareas de implementación y/o de mantenimiento, elegir las tareas de mayor prioridad y limitar la selección con base en los recursos que cuenta el *sprint*, particularmente respecto a

tiempo (alrededor de dos semanas de trabajo) y personal colaborando en la implementación. Finalmente, se asignan responsables para las tareas elegidas y se distribuyen entre los miembros del equipo.

Al final de cada *sprint* se realiza un proceso de revisión y lanzamiento parcial. En este proceso de revisión, las tareas contempladas para los siguientes *sprints*, pueden ser modificadas de acuerdo a los resultados del proceso de revisión del *sprint* que termina.

- Entradas: una versión previamente creada del producto y su especificación general detallada.
- Salidas: un plan de actividades que se deben realizar dentro de los alcances de la iteración que se planifica; las cuales responden al trabajo a realizar sobre la versión actual del producto generada y los objetivos de mayor prioridad conforme a la especificación y los interesados.

3.2. Definición de pruebas de aceptación

A partir del plan de actividades para la iteración que está iniciando, se crean pruebas de aceptación que validen los resultados de las tareas planificadas, con base en los criterios de aceptación obtenidos en etapas anteriores del proyecto. Estas pruebas de aceptación dependen de las características del proyecto que atienden las tareas a realizar. Las tareas de interfaz pueden evaluarse con instrumentos de usabilidad, las tareas de presentación de contenidos pueden evaluarse con una revisión por parte de expertos, las tareas de programación pueden evaluarse con pruebas unitarias, etc.

Un aspecto importante de estas pruebas de aceptación, es que se busca sean desarrolladas bajo supervisión de los interesados o sus representantes, contando con la interpretación de quienes solicitan el producto o de quienes le darán uso.

- Entradas: plan de actividades, especificación de diseño del producto y sus criterios de aceptación.
- Salidas: planificación de pruebas y/o instrumentos de evaluación para validar los resultados de las actividades de la iteración.

3.3. Actividades de implementación e integración

En esta etapa comienzan formalmente las actividades de la iteración. Conforme al plan de actividades obtenido, los integrantes del equipo desarrollan las tareas que les corresponden. Cuando las tareas son completadas, cada responsable postula sus resultados para integrarlos en una siguiente versión del producto. Solo si el resultado de la tarea satisface sus pruebas de aceptación, se integra a dicha versión; en caso contrario, se solicita al responsable de la tarea realizar los ajustes necesarios.

Durante el desarrollo de estas tareas pueden ocurrir conflictos que pueden requerir atención por parte de otros miembros del equipo de trabajo, además de los responsables de la tarea que presenta el conflicto. Estos conflictos se describen en las siguientes subsecciones.

- Entradas: plan de actividades con las tareas a realizar por los miembros del equipo de implementación, además de pruebas o instrumentos que validen los resultados de cada tarea de implementación.
- Salidas: una versión de desarrollo del producto con las características resultantes de las tareas de la iteración que satisficieron sus pruebas de aceptación.

3.3.1. Conflictos de implementación

Durante la realización de las tareas de implementación pueden ocurrir problemas que impiden su conclusión. Estos problemas se describen a continuación en tres categorías generales: Limitación del diseño, Limitación en las herramientas de trabajo y Limitación de experiencia del responsable.

3.3.1.1. Revisión del diseño

Los conflictos que se categorizan como *limitación del diseño* o *limitación en las herramientas de trabajo*, requieren que se realice una revisión del diseño propuesto. En particular, la *limitación en las herramientas de trabajo* requiere identificar claramente las limitaciones que pueden presentar las herramientas, de manera que, al revisar el

diseño, sea posible proponer una alternativa que bajo la especificación, criterios de aceptación y herramientas de trabajo, permitan la conclusión de la tarea.

También es posible que para resolver estos conflictos, sea necesario hacer ajustes a la especificación del producto y/o sus criterios de aceptación. Estos ajustes deberán ser propuestos al gestor de la iteración, quien deberá revisar la propuesta junto con los interesados o sus representantes. En todo caso, es importante generar un reporte que indique las causas de la limitación, el cuál contiene información útil para realizar ajustes al diseño y puede servir también para evitar incurrir en el mismo problema en el futuro.

Al final de estas actividades excepcionales, se vuelve a la etapa de *definir pruebas de aceptación* (sección 3.2) para contemplar los ajustes que resulten en la tarea en la que se identificó el conflicto y revisar los criterios bajo los que se considera aceptable.

- Entradas: durante la realización de una tarea de implementación ocurre un conflicto en torno al diseño del producto o a las herramientas de trabajo con las que se implementa el diseño respectivo de la tarea.
- Salidas: un informe que expresa con detalle las causas del conflicto con soluciones propuestas, el cuál será usado para revisar el diseño y si es necesario hacer ajustes en la especificación o en los criterios de aceptación.

3.3.1.2. Limitación de experiencia del responsable

Al desarrollar las características del producto, es posible que el responsable identifique una falta de experiencia para abordar alguna tarea. Puesto que las actividades del grupo ESIE son de índole académica, en estos casos se buscará capacitar al miembro del equipo, para que adquiera el conocimiento que le permita desarrollar la tarea de forma satisfactoria.

Al superar estas limitaciones, es posible que se identifiquen otras en el diseño o en las herramientas o bien, que se identifiquen otras limitaciones de experiencia, por lo que es posible que deba volverse a iniciar el subproceso excepcional de conflictos de implementación.

- Entradas: identificación por parte del responsable de una de las tareas de la iteración, de falta de experiencia para obtener los resultados esperados conforme a los criterios y pruebas de aceptación de la tarea.
- Salidas: se continúa con la tarea interrumpida una vez que el responsable ha recibido la capacitación necesaria, se ha reasignado la tarea o bien, pueden identificarse nuevas limitaciones, reiniciando este subproceso excepcional.

3.3.2. Conflictos de integración

Al acumular los resultados de las actividades de implementación realizadas durante la iteración, es posible que ocurran problemas de compatibilidad entre los resultados. Ya sea que se produjeron cambios diferentes el mismo artefacto que deben ser integrados de manera que se respeten ambos cambios, o que se presente una inconsistencia en la versión de desarrollo como consecuencia de integrar dos resultados; es importante realizar las acciones correctivas que sean requeridas al reunir estos resultados.

- Entradas: resultados de las actividades planificadas para la iteración que se lograron concluir.
- Salidas: una nueva versión de desarrollo del producto del proyecto; que acumula las características desarrolladas en la versión anterior junto con las que resultaron de las actividades de la iteración.

3.4. Actividades de lanzamiento

La nueva versión que resulta de completar las tareas de la iteración, debe ser validada en conjunto con los interesados y/o sus representantes para determinar si es necesario retomar tareas de implementación en torno a alguna de las características que se han agregado al producto (para corregir defectos o realizar cambios) y terminar la iteración con un breve periodo de retrospección.

Las actividades de validación del producto obtenido se basan en el proceso *postproductivo* (capítulo 4); en el que se realizan evaluaciones finales para determinar

el grado con el que el producto satisface su especificación, las expectativas y objetivos de sus interesados. Presentamos estas actividades en la siguiente sección.

Cuando no se prevé la ocurrencia de otra iteración conforme al plan del proyecto, las actividades de esta tarea dan fin al proceso producto e inician el proceso de validación; en el que además ocurre la entrega, permitiendo determinar si nuevos acuerdos, alcances y recursos permitirían continuar desarrollando el producto.

Las actividades de lanzamiento no necesariamente exigen que la versión obtenida del producto tenga que ser instalada y configurada en un entorno de producción. Los acuerdos establecidos inicialmente con los clientes en los procesos de adquisición y provisión al inicio del proyecto, dictan cómo se harán estas entregas.

Al final de una iteración intermedia, pueden no hacerse entregas al cliente, en cuyo caso, representantes de los interesados pueden tomar el papel de evaluadores, inspeccionando lanzamientos que ocurren de manera interna para el equipo de trabajo. Sobre estas versiones intermedias se continúan agregando los cambios de las siguientes iteraciones.

- Entradas: una nueva versión del producto en desarrollo que integra todas las características que se han desarrollado en las *actividades de implementación* pasadas del proyecto.
- Salidas: retroalimentación por parte del cliente, interesados y/o sus representantes sobre el producto resultante, el cuál revisan en un entorno de pruebas mediante evaluaciones de usabilidad y/o experiencia del usuario coordinadas por el equipo de desarrollo siguiendo de manera parcial o total las actividades del proceso *postproductivo* (capítulo 4).

3.5. Revisión de actividades y rediseño

En esta última actividad se prepara la siguiente iteración, por lo que solo ocurre cuando, tras evaluar el producto generado, existen condiciones para realizar otra iteración (ya sea que sea parte del plan del proyecto o se alcancen nuevos acuerdos durante el proceso de entrega).

Se revisan los resultados obtenidos de las actividades contempladas en el *plan del sprint*; incluyendo si conforme los resultados de la evaluación anterior, es necesario considerar una revisión del diseño o la implementación del producto.

Las actividades de rediseño son las mismas que se presentaron en el subproceso de *diseño del producto* (sección 2.3) y que se muestran en la figura 3. Sin embargo, es importante considerar que puesto que ya se cuenta con un diseño y que parte de este ha sido validado en las actividades anteriores, estas actividades de rediseño no necesariamente ocurrirán de forma exhaustiva y sólo se enfocan en los aspectos que requieran mayor atención.

- Entradas: resultados de la validación del producto obtenido hasta esta etapa del proyecto.
- Salidas: ajustes sobre la especificación del producto o sobre sus criterios de aceptación, con los que se retroalimentan las tareas pendientes en el proyecto para alcanzar sus objetivos y satisfacer las expectativas; con las cuales se planificará la siguiente iteración.

3.6. Resumen

En el proceso *productivo*, se abarcan principalmente las etapas 3, 4 y 6 del proceso del grupo ESIE (*Realización, Pruebas y Validación y Retroalimentación y mantenimiento*). Las actividades de estas etapas ocurren de manera iterativa-incremental, guiadas por principios del desarrollo ágil. En cada iteración, se produce una versión del producto que parte del mínimo producto viable obtenido en el proceso *preproductivo*, cuyas características se van aumentando y afinando hasta satisfacer la especificación del producto; basada en las expectativas y objetivos de los interesados, así como en los alcances del proyecto.

Los resultados de cada iteración no solo indican que tareas permanecen pendientes, también pueden sugerir cambios a la implementación o al diseño, los cuáles son resultados de realizar pruebas que involucran a los interesados.

Este proceso también contempla que durante la realización de las actividades de implementación o integración, pueden ocurrir problemas, para los que existen subprocesos que de forma general, abarcan estas dificultades y plantean mecanismos para resolverlas como parte de las actividades del proyecto; que pueden incluir la producción o divulgación de conocimiento.

Al final de este proceso, existen mecanismos que permiten retomarlo, si al presentar el producto considerado final al cliente se vislumbra la posibilidad de establecer nuevos acuerdos que, bajo los recursos del proyecto, permita nuevas iteraciones para continuar con la afinación o definición del producto que se construye.

4. Proceso de validación y entrega – Actividades postproductivas

Las tareas de validación ocurren al final de cada sprint y, en particular, cuando se trata de la última iteración, estas actividades se destinan a la entrega del producto. Este proceso corresponde a la etapa 4 del proceso del grupo ESIE (*pruebas y validación*) ; dependiendo su extensión y etapa del proyecto, puede incluir la etapa 5 y dar pie a la etapa 6 del proceso (*Cierre y Retroalimentación y mantenimiento* respectivamente). La figura 5 muestra el diagrama del proceso *postproductivo*.

4.1. Preparación de instrumentos de evaluación

De acuerdo al alcance planificado para la evaluación, será necesario contar con instrumentos que permitan analizar los aspectos elegidos por lo que, junto con estos instrumentos, también se planifican las actividades específicas que se desarrollarán durante las sesiones de prueba.

En particular, cuando este proceso de prueba ocurre en las etapas finales del desarrollo del producto, la evaluación suele girar en torno a la experiencia del usuario y la usabilidad.

- Entradas: alcance de la evaluación determinada en las actividades de lanzamiento de la última iteración de implementación realizada.
- Salidas: instrumentos de evaluación para los aspectos del producto que serán evaluados, junto con las actividades que deberán llevarse a cabo en las sesiones de prueba para recabar la información requerida por los instrumentos.

4.2. Ejecución de pruebas

Una vez que se cuentan con los instrumentos de evaluación de los aspectos a evaluar, junto con las actividades que deberán realizarse para obtener la información requerida por los instrumentos, se procede a realizar las pruebas.

Las pruebas en las que se evalúan aspectos de usabilidad y de experiencia del usuario, involucran usuarios que cumplen con el perfil de usuario tipo; como se encuentra definido hasta la etapa del proyecto en curso. Los usuarios son invitados a un entorno que imita al de producción para interactuar con el producto; posteriormente, será analizada la manera en la que alcanzan sus metas, en que reaccionan a las interfaces y a la retroalimentación.

- Entradas: instrumentos de evaluación y plan de actividades a realizar para recabar la información requerida por los instrumentos.
- Salidas: datos de usabilidad y de experiencia del usuario, así como identificación de defectos en las características del producto que se hubieran observado durante las pruebas.

4.3. Análisis de resultados

Los datos recabados durante la realización de las pruebas deben ser analizados conforme a los instrumentos. Este análisis ayudará a identificar; más allá de los defectos que se hayan presentado, aspectos que requieren atención desde los enfoques de la experiencia del usuario y/o la usabilidad, de manera que el producto sea lo más útil, valioso, creíble, accesible, encontrable, deseable y usable para sus usuarios (Bernsen y Dybkjaer, 2009; Morville, 2004).

Cuando la prueba se realiza en la última etapa del proyecto, el objetivo de la prueba es mostrar que el producto construido satisface su especificación y requerimientos, así como las expectativas de sus interesados con un grado cuantificable de aceptación. Si la prueba ocurre en una etapa intermedia y en los acuerdos establecidos en las primeras actividades del proyecto se acordó que no se realizarán entregas parciales, al finalizar el análisis de resultados, concluye el proceso de validación y continúa el proceso productivo con las actividades de revisión de resultados de la iteración y rediseño conforme a los resultados de la iteración y de las pruebas.

- Entradas: datos de usabilidad y de experiencia del usuario, además de posibles defectos identificados durante las pruebas.
- Salidas: información de usabilidad y experiencia del usuario que identifican puntualmente los aspectos del producto que requieren atención y/o el grado con el que satisfacen sus objetivos (desde el punto de vista del usuario) y su especificación.

4.4. Actividades en un lanzamiento parcial o entrega al cliente

Cuando en los acuerdos establecidos en los procesos de adquisición y provisión al inicio del proyecto se haya definido que se producirían entregas parciales al cliente; o bien, cuando el proceso de validación ocurre en la última etapa del proyecto, se debe preparar el lanzamiento conforme a las actividades que se presentan en las siguientes

subsecciones. Estas actividades corresponden a la etapa 5 (*Cierre*) del proceso del grupo ESIE.

4.4.1. Preparación de presentación al cliente

Se prepara una presentación al cliente con los avances o resultados obtenidos en respuesta a sus necesidades y objetivos como se hayan planteado y refinado durante el proyecto. En particular, se busca resaltar los resultados de las evaluaciones realizadas, para exhibir el grado con el que el producto hasta ahora desarrollado, satisface su especificación y las expectativas de los interesados.

- Entradas: resultados de las tareas de implementación desarrolladas junto a los resultados de sus pruebas de aceptación, además de la información de usabilidad y de experiencia del usuario obtenidos durante las pruebas.
- Salidas: presentación para los clientes de los resultados del proyecto obtenidos hasta la etapa en curso del proyecto.

4.4.2. Preparación de la entrega del producto

Dependiendo de si los acuerdos establecidos requieren que el producto sea instalado en un entorno de lanzamiento para su entrega, o si se prefirió la entrega de un paquete con los productos del proyecto, a la par en que se produce la presentación al cliente; otros miembros del equipo son elegidos para preparar la entrega del producto conforme a estos acuerdos.

- Entradas: producto de software, su documentación, manuales de usuario y otros productos entregables generados como resultados de las actividades de implementación.
- Salidas: preparación de la instalación del producto en su entorno de producción o de un paquete de entregables que deberá hacerse llegar al cliente.

4.5. Entrega

La última actividad en el proceso *postproductivo*, consiste en realizar la entrega al cliente. Esto incluye la realización de la presentación con los resultados obtenidos, así como una muestra del producto instalado o entrega del paquete de entregables; conforme a los acuerdos establecidos inicialmente.

Dependiendo de los resultados obtenidos; el cliente puede solicitar cambios o mantenimiento al producto que se entrega. Si se alcanzan condiciones que permitan extender el proyecto, o iniciar un nuevo proyecto que le dé continuidad a éste, entonces se comienza con un nuevo proceso *productivo*; que parte de los resultados de este cierre y planifica nuevas iteraciones que agregan o modifican las características en el diseño implementado del producto. Este caso corresponde a la etapa 6 (*Retroalimentación y mantenimiento*) del proceso del grupo ESIE.

- Entradas: presentación de resultados alcanzados y entregables conforme a los acuerdos establecidos al inicio del proyecto.
- Salidas: finaliza el proyecto; o si pueden negociarse condiciones suficientes, puede aprobarse una nueva etapa productiva para incrementar, cambiar o afinar las características del producto desarrollado.

4.6. Resumen

El proceso *postproductivo* se compone de dos partes: pruebas, las cuales ocurren como parte de las actividades del proceso *productivo* al final de cada iteración de desarrollo; y, entrega del producto o lanzamientos parciales al final del proyecto, o al final de una iteración si así fue establecido en los acuerdos con el cliente.

Las pruebas inician con la preparación de instrumentos de evaluación, cuya naturaleza depende de los aspectos del producto que desean evaluarse. De estos instrumentos emana una serie de actividades que deben realizarse muchas veces con usuarios tipo, para obtener los datos de usabilidad y experiencia del usuario que requieren. Estos datos son analizados con los instrumentos, para determinar el grado con el que el

producto satisface la especificación de las características desarrolladas, las metas de los usuarios y las expectativas de los interesados en general.

Estos resultados pueden usarse para retroalimentar la siguiente iteración, o para ser presentados al cliente. En una entrega, además de la presentación se realiza la instalación del producto en un entorno de producción o bien, se prepara un paquete entregable conforme a los acuerdos establecidos.

Durante la entrega; si se presentan condiciones que lo permitan, es posible establecer nuevos acuerdos con el cliente para planificar una etapa adicional del proyecto, en la que se retoman las actividades del *proceso productivo* para continuar con el desarrollo y afinación del producto hasta ahora generado.

5. Resultados

En las secciones anteriores se ha detallado el proceso del grupo ESIE bajo la interpretación adquirida tras realizar una revisión exhaustiva de las actividades que se realizan en los diversos proyectos en los que se ha aplicado. Se han estandarizado las actividades que conforman el proceso; con el análisis de sus actividades, determinando que lo más viable es definir un proceso generalizado cuyos aspectos específicos deben definirse en cada proyecto; de acuerdo a sus recursos, alcances, acuerdos y desarrollo.

En distintos ejercicios del proceso se han observado diferencias clave entre los proyectos, cómo el hecho de que no todos los clientes están de acuerdo con la realización de entregas parciales. Se reconoce dentro de la IS, que cada proyecto posee una amplia gama de parámetros que difícilmente serán totalmente replicables en otros (Bourque et al., 2014; Sommerville, 2011). Por esto, se han establecido mecanismos de flexibilidad en las actividades que tienen una mayor dependencia en los parámetros de cada proyecto.

Esta revisión del proceso del grupo ESIE, además de identificar las tareas que integran las diversas etapas y subprocesos que conforman un proyecto del grupo, también estructura la organización de los integrantes de trabajo y la estrategia con la que se

realizan dichas tareas. La estructura de las tareas se ha definido a partir de varias bases: principios del desarrollo ágil de software, diseño centrado en el usuario y diseño de experiencia del usuario.

Los principios ágiles ayudan a estructurar las actividades de forma que involucran múltiples roles; la toma de decisiones en las distintas etapas del proyecto es observada, comprendida y criticada desde múltiples puntos de vista. Algunos miembros del equipo de desarrollo del proyecto, en particular los interesados y sus representantes, pueden aprovechar estos múltiples puntos de vista para afinar el diseño del producto.

Esto también induce una mayor distribución del conocimiento involucrado en el desarrollo del proyecto, puesto que varios participantes realizan actividades en varias etapas y aspectos del producto, se mantienen al tanto de los motivos detrás de las decisiones de diseño e implementación, además de contar con mecanismos que les permiten participar y retroalimentar dichas decisiones.

Por su parte, el desarrollo iterativo-incremental permite aplicar cambios en el diseño de aspectos que han sido previamente desarrollados y, puesto que las características del proyecto se construyen gradualmente a lo largo de iteraciones, permite aplicar los cambios oportunamente, antes de que sea necesaria una reestructuración intensiva del producto.

Además, la integración del cliente, usuarios y otros interesados como miembros o colaboradores en el desarrollo del proyecto, resulta en una amplia atención a sus expectativas y objetivos. Las tareas del proyecto cuidan que el diseño del producto y su interpretación, sean tan próximos a estas expectativas y objetivos como los recursos y alcances del proyecto lo permitan.

De esta forma, la formalización que aquí se presenta del proceso de desarrollo del grupo ESIE, tiene como fin último desarrollar productos de calidad de acuerdo a cada proyecto, buscando ejercitar de mejor manera los objetivos didácticos y académicos que persiguen las actividades en general del grupo y que involucran los proyectos; obteniendo un marco de trabajo que sirve como medio para alcanzar estos objetivos.

Referencias Bibliográficas

- Bernsen, N.O., Dybkjaer, L., 2009. Multimodal usability., Human-computer interaction series. Springer.
- Bourque, P., Fairley, R.E., Society, I.C., 2014. Guide to the Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK(R)): Version 3.0, 3rd ed. IEEE Computer Society Press, Washington, DC, USA.
- de la Cruz Martínez, G., Eslava Cervantes, A.L., Castañeda Martínez, R., 2015. Diseño de la Experiencia del Usuario para Espacios Interactivos de Aprendizaje no Formal. Research in Computing Science 89, 53–62.
- Hassan Montero, Y., Martín Fernández, F.J., 2005. La Experiencia del Usuario. No solo usabilidad.
- ISO/IEC/IEEE, 2019. ISO/IEC/IEEE International Standard – Systems and software engineering - Content of life-cycle information items (documentation). ISO/IEC/IEEE 15289:2019(E) 1–86.
- ISO/IEC/IEEE, 2018. ISO/IEC/IEEE International Standard - Systems and software engineering – Life cycle processes – Requirements engineering. ISO/IEC/IEEE 29148:2018(E) 1–104.
- ISO/IEC/IEEE, 2017. ISO/IEC/IEEE International Standard - Systems and software engineering – Software life cycle processes. ISO/IEC/IEEE 12207:2017(E) First edition 2017-11 1–157. <https://doi.org/10.1109/IEEESTD.2017.8100771>
- Martin, R.C., Martin, M., 2007. Agile principles, patterns, and practices in C#, Robert C. Martin series. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
- Morville, P., 2004. User Experience Design [WWW Document]. Semantic Studios. URL https://semanticstudios.com/user_experience_design/ (accessed 6.16.22).
- Object Management Group, 2018. Essence — Kernel and language for software engineering methods.
- Object Management Group, 2014. Business Process Model and Notation.
- Sommerville, I., 2011. Software engineering. Addison-Wesley, Boston.

UNAM, Secretaría de Economía, 2005. NMX-I-059/02-NYCE-2005 Tecnología de la Información — Software — Modelos de procesos y evaluación para desarrollo y mantenimiento de software — Parte 2: Requisitos de Procesos (MoProSoft).