

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**FACULTAD DE SISTEMAS**

**UNIDAD DE TITULACIÓN**

**PROPUESTA DE UN MODELO PARA LA CALIDAD DEL PROCESO  
DE DESARROLLO DE JUEGOS SERIOS EDUCATIVOS**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
MÁSTER EN SOFTWARE**

**ANDRÉS ALEJANDRO CEVALLOS LÓPEZ**

andres.cevallosl@gmail.com

**Director: Dr. Marco Santorum Gaibor**

marco.santorum@epn.edu.ec

**Agosto 2020**

## **APROBACIÓN DEL DIRECTOR**

Como director del trabajo de titulación PROPUESTA DE UN MODELO PARA LA CALIDAD DEL PROCESO DE DESARROLLO DE JUEGOS SERIOS EDUCATIVOS por Andrés Alejandro Cevallos López estudiante del programa de Maestría en Software, habiendo supervisado la realización de este trabajo y realizado las correcciones correspondientes, doy por aprobada la redacción final del documento escrito para que prosiga con los trámites correspondientes a la sustentación de la Defensa Oral.

---

**Dr. Marco Santorum Gaibor**

**DIRECTOR**

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

Yo, Andrés Alejandro Cevallos López, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

**Andrés Alejandro Cevallos López**

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente trabajo a mi amada esposa María José Silva y mi pequeño hijo León los cuales son el motor de mi vida. Ustedes le dan sentido y propósito a mi vida.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mi director, Marco Santorum, el que muchas veces tuvo la paciencia para ayudarme a salir adelante.

A los ingenieros Santiago Freire y Belén Quishpe por su participación en la encuesta del modelo.

A mis tíos Ángel López y Martha Ponce representantes de mi madre en la tierra que siempre me han prestado su ayuda.

A San Judas Tadeo, Dios y mi mamá que me han ayudado desde el cielo.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

|   |            |
|---|------------|
| <b>LISTA DE FIGURAS.....</b>  | <b>I</b>   |
| <b>LISTA DE TABLAS.....</b>   | <b>II</b>  |
| <b>LISTA DE ANEXOS.....</b>   | <b>III</b> |
| <b>RESUMEN .....</b>  | <b>IV</b>  |
| <b>ABSTRACT .....</b>   | <b>V</b>   |
| <b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>   | <b>1</b>   |
| <b>1.1.1 Problemática .....</b>   | <b>1</b>   |
| <b>1.1.2 Objetivos.....</b>   | <b>3</b>   |
| <b>1.1.3 Objetivo General .....</b>                                       | <b>3</b>   |
| <b>1.1.4 Objetivos específicos.....</b>                                   | <b>3</b>   |
| <b>1.2 METODOLOGÍA .....</b>  | <b>3</b>   |
| <b>1.3 MARCO DE REFERENCIA .....</b>                                      | <b>4</b>   |
| <b>1.3.1 Mejoramiento de procesos de software .....</b>                   | <b>4</b>   |
| <b>1.3.2 Modelos de calidad .....</b>                                     | <b>5</b>   |
| <b>1.3.3 Criterios de Calidad .....</b>                                   | <b>7</b>   |
| <b>1.3.4 Buenas Prácticas .....</b>                                       | <b>8</b>   |
| <b>1.3.5 Juegos Serios .....</b>  | <b>8</b>   |
| <b>1.3.6 Marcos de trabajo Mecánicas, Dinámicas y Estética .....</b>      | <b>8</b>   |
| <b>1.3.7 Trabajos relacionados .....</b>                                  | <b>11</b>  |
| <b>1.4 CONCLUSIÓN DEL CAPITULO: .....</b>                                 | <b>12</b>  |
| <b>2. DETERMINACIÓN DE CRITERIOS DE CALIDAD Y BUENAS PRÁCTICAS</b>        | <b>13</b>  |
| <b>2.1 METODOLOGÍA DE REVISIÓN DE LITERATURA Y ANÁLISIS.....</b>          | <b>13</b>  |
| <b>2.1.1 Establecer la pregunta de investigación .....</b>                | <b>13</b>  |
| <b>2.1.2 Identificación de los trabajos relevantes .....</b>              | <b>13</b>  |
| <b>2.1.3 Criterios de Exclusión .....</b>                                 | <b>14</b>  |
| <b>2.1.4 Criterios de Inclusión .....</b>                                 | <b>14</b>  |
| <b>2.1.5 Resultados de la etapa de identificación.....</b>                | <b>14</b>  |
| <b>2.1.6 Análisis de resultados de criterios y buenas prácticas .....</b> | <b>15</b>  |
| <b>2.2 CRITERIOS Y PRÁCTICAS DE CALIDAD OBTENIDOS DE LOS ESTUDIOS</b>     | <b>17</b>  |

|       |  |           |
|-------|--|-----------|
| 2.2.1 | <b>Criterios de calidad de producto.....</b>   | <b>17</b> |
| 2.2.2 | <b>Criterios de calidad de proceso .....</b>   | <b>19</b> |
| 2.2.3 | <b>Buenas prácticas .....</b>  | <b>22</b> |
| 2.3   | <b>CRITERIOS DE CALIDAD OBTENIDOS DEL ESTUDIO DE PROYECTOS DE JUEGOS SERIOS .....</b>                  | <b>23</b> |
| 2.3.1 | <b>Learning Solutions experiencia de Designing Digitally, Inc. (P1) [53] .....</b>                     | <b>23</b> |
| 2.3.2 | <b>Proyecto EnerGAAware [54] (P2) .....</b>  | <b>25</b> |
| 2.3.3 | <b>Proyecto CMINDS (P3).....</b>   | <b>27</b> |
| 2.3.4 | <b>Conclusiones de los criterios de proyectos .....</b>  | <b>28</b> |
| 2.4   | <b>RESULTADO DE CRITERIOS DE CALIDAD Y BUENAS PRÁCTICAS OBTENIDAS .....</b>                            | <b>28</b> |
| 2.4.1 | <b>Criterios de calidad de producto.....</b>   | <b>29</b> |
| 2.4.2 | <b>Criterios de calidad de proceso obtenidos.....</b>  | <b>30</b> |
| 2.4.3 | <b>Buenas prácticas .....</b>  | <b>32</b> |
| 2.5   | <b>CONCLUSIÓN DEL CAPÍTULO .....</b>   | <b>34</b> |
| 3.    | <b>CONSTRUCCIÓN DEL MODELO DE CALIDAD DE PROCESO PARA EL DESARROLLO DE JS .....</b>                    | <b>35</b> |
| 3.1   | <b>ESTUDIO DE MODELOS DE CALIDAD DE SOFTWARE.....</b>  | <b>35</b> |
| 3.1.1 | <b>Estudio y selección de modelo de calidad para calidad de proceso de Desarrollo de software.....</b> | <b>35</b> |
| 3.1.2 | <b>Resultados de la evaluación de los modelos de calidad:.....</b>                                     | <b>39</b> |
| 3.2   | <b>ESTRUCTURA DEL MODELO DE CALIDAD .....</b>  | <b>40</b> |
| 3.2.1 | <b>Áreas de proceso CMMI .....</b>   | <b>40</b> |
| 3.2.2 | <b>Estructura de CMMI-Dev 1.3.....</b>   | <b>42</b> |
| 3.2.3 | <b>Cambios incorporados para el modelo de calidad.....</b>   | <b>44</b> |
| 3.2.4 | <b>Área de Ingeniería .....</b>  | <b>44</b> |
| 3.2.5 | <b>Área de proceso Desarrollo de Requerimientos.....</b>   | <b>45</b> |
| 3.2.6 | <b>Área de proceso Solución Técnica.....</b>   | <b>49</b> |
| 3.2.7 | <b>Área de proceso Integración de Producto. ....</b>   | <b>52</b> |
| 3.3   | <b>CONCLUSIÓN DEL CAPÍTULO .....</b>   | <b>53</b> |
| 4.    | <b>EVALUACIÓN DE PROCESOS USANDO EL MODELO DE CALIDAD.....</b>   | <b>54</b> |
| 4.1   | <b>REPRESENTACIONES CONTINUAS Y POR ETAPAS DE CMMI.....</b>  | <b>54</b> |
| 4.1.1 | <b>Representación Continua.....</b>  | <b>54</b> |

|              |  |           |
|--------------|--|-----------|
| <b>4.1.2</b> | <b>Representación por Etapas .....</b>                               | <b>55</b> |
| <b>4.2</b>   | <b>EVALUACIÓN CON CMMI.....</b>                                      | <b>55</b> |
| <b>4.2.1</b> | <b>Evaluación del área de proceso Desarrollo de Requisitos. ....</b> | <b>56</b> |
| <b>4.2.2</b> | <b>Evaluación del área de proceso Solución Técnica. ....</b>         | <b>58</b> |
| <b>4.2.3</b> | <b>Evaluación del área de proceso Integración de Producto.....</b>   | <b>58</b> |
| <b>4.2.4</b> | <b>Conclusiones de la evaluación. ....</b>                           | <b>60</b> |
| <b>4.3</b>   | <b>CONCLUSIÓN DEL CAPITULO: .....</b>                                | <b>60</b> |
| <b>5.</b>    | <b>CONCLUSIONES.....</b>   | <b>61</b> |
| <b>6.</b>    | <b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>  | <b>62</b> |



## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Mejora de Procesos.....   | 5  |
| Figura 2. Estructura genérica de modelo de calidad .....                          | 6  |
| Figura 3. Factor de Calidad usabilidad y sus criterios según ISO/IEC 9126: 2001 . | 7  |
| Figura 4. Marco de Trabajo MDA.....   | 9  |
| Figura 5. Marco de trabajo DPE .....  | 10 |
| Figura 6. Artículos Aceptados y Rechazados, Fase Identificación.....              | 15 |
| Figura 7. Estudios Totales identificados .....                                    | 15 |
| Figura 8. Herramienta Start. Estudios clasificados como marco de trabajo .....    | 16 |
| Figura 9. Formulario de criterios dentro de la herramienta StArt.....             | 17 |
| Figura 10. Componentes del modelo CMMI. Obtenida de [62].....                     | 41 |
| Figura 11. Áreas de gestión de CMMI-Dev 1.3.....                                  | 43 |
| Figura 12. Modificación de las áreas de proceso .....                             | 44 |
| Figura 13. Área de gestión de Ingeniería.....                                     | 45 |
| Figura 14. Representación continua.....   | 54 |
| Figura 15. Representación Continua.....   | 55 |

## LISTA DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1. Criterios de calidad de producto identificados en los estudios .....            | 18 |
| Tabla 2. Criterios de calidad de proceso. Inicio de Proyecto .....                       | 19 |
| Tabla 3. Criterios de calidad de proceso. Requerimientos .....                           | 20 |
| Tabla 4. Criterios de calidad de proceso. Diseño .....                                   | 21 |
| Tabla 5 . Criterios de calidad de proceso. Pruebas .....                                 | 21 |
| Tabla 6. Buenas prácticas identificadas en los estudios.....                             | 22 |
| Tabla 7. Criterios de calidad de producto .....  | 29 |
| Tabla 8. Criterios de calidad de proceso .....   | 30 |
| Tabla 9. Buenas prácticas .....  | 32 |
| Tabla 10. Evaluación GQM .....   | 36 |
| Tabla 11. Evaluación PSP.....  | 36 |
| Tabla 12. Evaluación TSP.....  | 37 |
| Tabla 13. Evaluación ISO/IEC/IEEE 12207.....   | 37 |
| Tabla 14. Evaluación de Cobit 4 .....  | 37 |
| Tabla 15. Evaluación ISO/IEC 15504.....  | 38 |
| Tabla 16. Evaluación ISO 90003.....  | 38 |
| Tabla 17. Evaluación de CMMI-Dev .....   | 39 |
| Tabla 18. Evaluación de ISO/IEC 20000 .....  | 39 |
| Tabla 19. Tabla de resumen de modificaciones al área de proceso de Ingeniería            | 46 |
| Tabla 20. Modificaciones realizadas al área de proceso .....                             | 50 |
| Tabla 21. modificaciones realizadas al área de proceso .....                             | 52 |
| Tabla 22. Resultados de evaluación del área de proceso desarrollo de requisitos<br>..... | 56 |
| Tabla 23. Resultados de evaluación del área de proceso Solución Técnica.....             | 58 |
| Tabla 24. Resultados de evaluación del área de proceso Integración de Producto<br>.....  | 59 |

## LISTA DE ANEXOS

|  |     |
|--|-----|
| ANEXO 1 EXTENSIÓN MODELO CMMI - DEV 1.3 PARA DESARROLLO DE<br>JUEGOS SERIOS EDUCATIVOS ..... | 69  |
| ANEXO 2 PLANTILLA DE EVALUACIÓN.....   | 149 |

## RESUMEN

En el presente trabajo se describe la elaboración de un modelo para la calidad en el proceso de desarrollo de juegos serios educativos. El modelo propuesto pretende servir como guía para desarrollar juegos serios educativos con calidad.

Para la elaboración del modelo se realizó una revisión sistemática de literatura sobre métodos, marcos de trabajo y modelos de calidad existentes para el desarrollo de juegos serios. Mediante el análisis de los estudios se obtuvieron criterios de calidad de proceso y buenas prácticas para incorporarlos a un modelo de calidad existente. Criterios de calidad adicionales se obtuvieron mediante el estudio de proyectos de desarrollo de juegos serios educativos.

Después de obtener los criterios y buenas prácticas, se estudiaron modelos de calidad existentes para el desarrollo de software de los cuales se seleccionó CMMI-Dev 1.3 como referencia para la elaboración del modelo. Los criterios de calidad fueron añadidos al modelo de calidad CMMI-Dev 1.3 resultando en una extensión del modelo denominada extensión CMMI-Dev 1.3 para juegos serios educativos.

**Palabras clave:** juegos serios, modelo de calidad, calidad de juegos serios.

## ABSTRACT

This paper describes the development of an educational serious game development process quality model. The proposed model aims to serve as a guide to develop serious educational games with quality.

For the model development, a systematic literature review was performed about methods, frameworks and existing quality models for serious games development. Through the studies analysis, process quality criteria and good practices were obtained to incorporate them into an existing quality model. Additional quality criteria were obtained through the study of serious educational game development projects.

After obtaining the quality criteria and good practices, existing software development quality models were studied, of which CMMI-Dev 1.3 was selected as reference for the elaboration of the model. The quality criteria were added to the CMMI-Dev 1.3 quality model resulting in a model extension called CMMI-Dev 1.3 Educational Serious Games extension.

**Keywords:** Serious Games, Architecture Framework, Software Design, Physical Rehabilitation.

# 1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad los videojuegos son una de las formas de entretenimiento más difundida a nivel mundial. Se estima que más de 2.5 billones de personas videojuegan a nivel mundial [1]. Dentro de los Estados Unidos se calcula que en promedio los jugadores pasan 7 horas a la semana haciéndolo [2].

Debido a la gran presencia de los videojuegos en la sociedad moderna, educadores y gente de tecnología busca aprovecharlos de mejor manera [3]. Así, los Juegos Serios (JS) se desarrollan con el propósito de ayudar en actividades de entrenamiento, publicidad, simulaciones o en el ámbito educativo, los mismos que pueden usarse a través de un ordenador o una consola [4]. Michael Zyda en [5], define a los juegos serios como: “un desafío mental, jugado con una computadora de acuerdo a reglas específicas, el cual usa el entretenimiento para desarrollar el entrenamiento corporativo o de gobierno, educación, salud, política pública, y objetivos estratégicos de educación”.

Los JS han demostrado su utilidad comparado con métodos de enseñanza tradicionales, ofreciendo resultados positivos al ser aplicados como técnica educativa pedagógica. Los JS se han convertido en una alternativa prometedora para adaptar al sistema educativo las nuevas necesidades de la sociedad [6]. En [7] se recopilan varias investigaciones sobre la aplicación de varios juegos educativos. Los resultados muestran que los JS tienen mejores resultados en ámbitos cognitivos comparado con enfoques tradicionales. Entre las ventajas encontradas se encuentran aumento de la motivación, mejora en las habilidades de resolución de problemas y fomento del aprendizaje activo.

Es por esto que el mercado de los JS se ha mantenido en crecimiento, en el año 2018 la utilidad obtenida a nivel mundial alcanzó 1 billón de dólares [8], reportes prevén que para el año 2020 el mercado de juegos serios alcance los 5 448 82 millones en ingresos [9].

## 1.1.1 Problemática

A pesar del gran impacto, su gran utilidad y el beneficio dentro del aula que tienen los juegos serios educativos, expertos afirman que no todos los juegos se realizan de manera correcta

y por lo tanto no cumpla con la finalidad por la cual fueron creados [10]. Esto puede atribuirse a problemas dentro del desarrollo de JS como los siguientes:

**a) Problemas a nivel de Diseño**

Uno de los problemas al diseñar un JS es mantener el balance entre el aprendizaje que se quiere obtener y la parte lúdica [11] [12]. Una de las dificultades al crear juegos serios radica en conectar los objetivos serios con los elementos de un juego que sea divertido, esto sin importar el grado de experiencia que tenga la persona que lo realice [10] [13]. Colocar contenido educativo dentro de un juego no garantiza que sea divertido, una experiencia motivadora, cumpla con objetivos educativos o sean un éxito comercial [11] [10] [13].

**b) Problemas a nivel de proceso de Desarrollo**

El desarrollo de un juego serio puede constituir un proceso largo y costoso [6] [14], el cual sumado al uso de una metodología pobre, ocasiona problemas de calidad dentro del proyecto como lo son: más tiempo en desarrollo de lo esperado, sobre presupuestos y desperfectos en producción [15].

**c) Problemas a nivel de evaluación de producto**

Los juegos serios generalmente son evaluados cuando se tiene el producto final terminado, pero no existe garantía de que el producto construido sea el mejor para las necesidades educativas.

Tomando en cuenta estos problemas, la investigación en la calidad dentro de juegos serios se ha convertido en un tema de interés. La revisión sistemática realizada por [16] sobre la calidad de juegos serios concluye que las investigaciones enfocadas en la calidad de JS, se centran en la evaluación del producto de software, pero no existen muchos trabajos acerca de los factores que permiten asegurar la calidad de un juego serio desde el proceso mismo de desarrollo.

En el ámbito de calidad de software, el Aseguramiento de la Calidad de Software (SQA) monitorea los procesos del software para asegurar la calidad del mismo [17]. Un proyecto manejado con baja calidad tiende a no cumplir sus objetivos en lo que se refiere a costo, tiempo y calidad final del producto. Las compañías de software ante el reto de generar productos de calidad con costos y tiempos adecuados, invierten en la adopción de sistemas de calidad de manera que puedan madurar sus procesos de software [18].

Para la adopción de un sistema de calidad, las empresas se basan en modelos de calidad. Modelos para la calidad de procesos como ISO/IEC 15504-5:2012 y CMMI, permiten tener una guía para construir productos de software con calidad, sin embargo, estos no suelen ser específicos para todos los dominios del software.

En esta propuesta se plantea un modelo de calidad para el proceso de desarrollo de JS educativos el cual permita a los desarrolladores tener una guía que les permita adoptar un sistema de calidad con el cual puedan mejorar sus procesos y garantizar la calidad del proyecto y del producto final.

### **1.1.2 Objetivos**

#### **1.1.3 Objetivo General**

Proponer un modelo para la calidad en el desarrollo de juegos serios educativos a partir de un análisis de modelos de calidad de procesos de desarrollo de software y del estudio de proyectos de desarrollo de juegos serios educativos existentes.

#### **1.1.4 Objetivos específicos**

- Realizar una revisión de literatura relacionada con la calidad en el desarrollo de juegos serios educativos para obtener un compendio de criterios claves y buenas prácticas de calidad de procesos, aplicables al desarrollo de juegos serios educativos.
- Estudiar los proyectos de desarrollo de juegos serios educativos con el fin de obtener un compendio de criterios claves y buenas prácticas de calidad de procesos utilizados en el desarrollo de juegos serios educativos.
- Utilizar el modelo propuesto para evaluar un proyecto de desarrollo de juegos serios educativos con el fin de validar su utilidad y generar retroalimentación que permita mejorar el modelo propuesto.

## **1.2 Metodología**

La construcción del modelo de calidad se realizó mediante las siguientes etapas:



#### *A. Revisión literatura y análisis*

Se realizó una revisión bibliográfica sobre modelos de calidad de juegos serios, modelos y metodologías de desarrollo de juegos serios, con el fin de encontrar estudios relevantes que nos permitan extraer criterios de calidad.

#### *B. Estudio de proyectos de JS educativos*

Se hizo un estudio de proyectos de desarrollo de juegos serios educativos para determinar criterios de calidad adicionales utilizados durante el proceso de desarrollo de juegos serios.

#### *C. Determinación de criterios y prácticas de calidad*

Se realiza el análisis de los artículos relevantes obtenidos en la revisión de literatura con el fin de determinar criterios y prácticas de calidad comunes de los modelos y metodologías. Estos criterios se incluirán en el modelo de calidad de software.

#### *D. Estudio de modelos de calidad para el proceso de software*

Se adelantó un estudio de los modelos de calidad de software existentes para determinar una base adecuada para la construcción del modelo de calidad.

#### *E. Caso de estudio*

Finalmente, se aplicó el modelo de calidad propuesto para la evaluación de un desarrollo de juego serio educativo para validar su utilidad y recabar datos para su mejora.

### **1.3 Marco de Referencia**

El presente trabajo se enmarca en el dominio del mejoramiento de procesos de software, modelos de calidad software y juegos serios. Se describe a continuación algunos conceptos importantes los cuales serán utilizados en el presente trabajo.

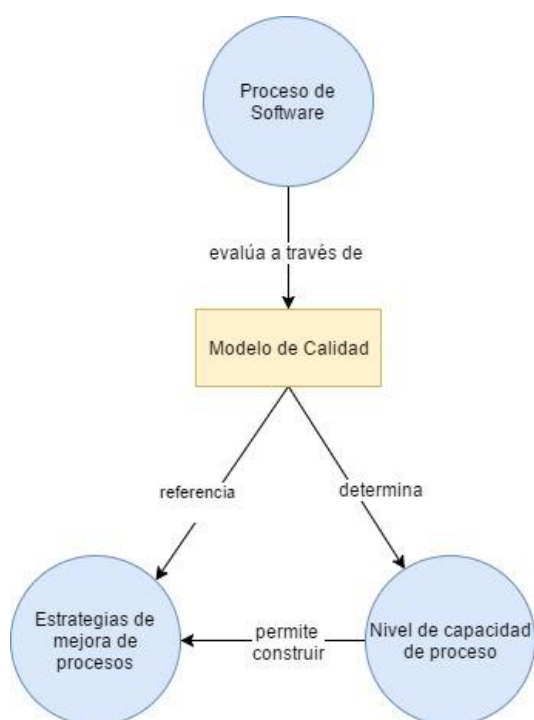
#### **1.3.1 Mejoramiento de procesos de software**

Muchas organizaciones buscan mejorar el software que desarrollan, una de las maneras de realizarlo es a través de la mejora de sus procesos. El mejoramiento del proceso de software (SPI en inglés), busca definir los elementos de un proceso de software efectivo de una manera efectiva [19]. La estrategia de SPI transforma los procesos existentes para el

desarrollo de software en algo que es más dedicado, más repetible y más confiable en términos de calidad de producto y tiempos de entrega.

El objetivo principal de la mejora de procesos de software es establecer métodos para poder mejorar el proceso de desarrollo de software, el cual incluye las áreas de manejo de proyecto, licitación y manejo de requerimientos, toma de decisiones, medir rendimiento, planificación de trabajo, gestión de riesgos, entre otros.

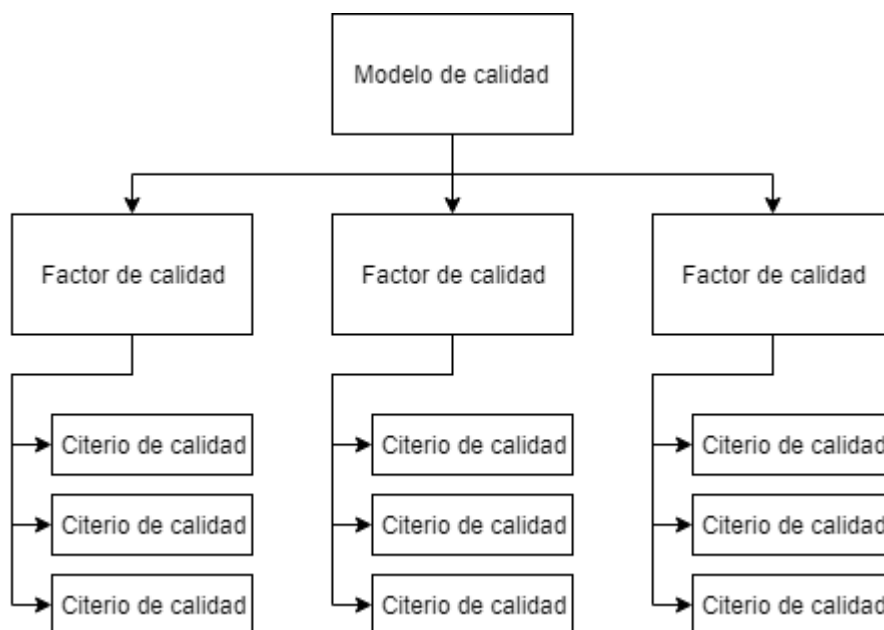
La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** explica el funcionamiento de un marco de trabajo orientado al mejoramiento de procesos de software, el proceso de software es evaluado mediante el uso de un modelo de calidad. La evaluación determina el grado de madurez del proceso de software lo que permite construir una estrategia de mejora.



**Figura 1. Mejora de Procesos**

### 1.3.2 Modelos de calidad

Un modelo de calidad es un modelo que define, evalúa o predice la calidad [20]. En [21] se describe una estructura genérica de un modelo de calidad, el cual se compone de factores de calidad definidos mediante criterios de calidad los cuales son evaluados por métricas, ver Figura 32.



**Figura 2. Estructura genérica de modelo de calidad**

Los modelos de calidad suelen clasificarse en modelos de calidad de producto y modelos de calidad de software.

**A. Modelos de calidad de producto**

Los modelos de calidad de producto agrupan características que sirven para especificar y evaluar un producto [21]. Un modelo de calidad de producto permite establecer los criterios de calidad que debe contener el producto de software de tal manera que permitan alcanzar la satisfacción del cliente [21].

Generalmente un modelo de producto de software identifica un pequeño conjunto de atributos de calidad clave los cuales se descomponen en subatributos [18]. El modelo de McCall y la ISO 9126 se estructuran de esta manera.

**B. Modelos de calidad de proceso**

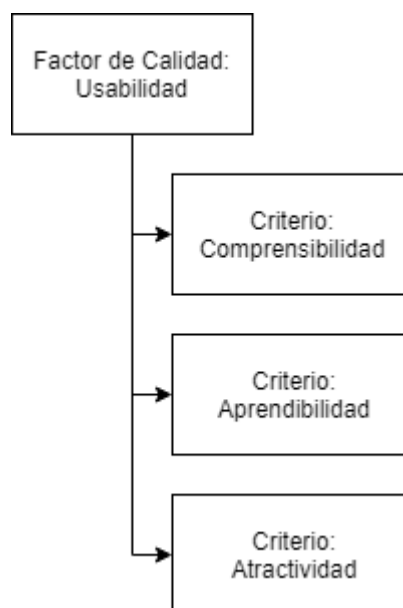
Para garantizar que el producto de software alcance los estándares de calidad deseados, y que el proyecto alcance sus objetivos de costo y tiempo es necesario que la calidad sea considerada desde el inicio del proyecto [22] [21]. El objetivo de un modelo de calidad de proceso es proveer una guía para evaluar y mejorar el ciclo de desarrollo de software el cual cumpla con factores de calidad establecidos [21].

Generalmente un modelo de calidad de proceso contiene los criterios para la realización efectiva de procesos para una o varias disciplinas [18]. El proceso se valora mediante el cumplimiento o no de estos criterios. La valoración del proceso permite ubicar al proceso en un nivel de madurez. CMM y la ISO 15504 son modelos de calidad de proceso.

### 1.3.3 Criterios de Calidad

Los criterios de calidad son condiciones que debe ser cumplirse dentro de una actividad o producto para que este pueda ser considerado de calidad. Los criterios de calidad definen a los requerimientos o factores de calidad de un modelo de calidad.

Los criterios de calidad de producto de software permiten evaluar al producto final como también servir de guía para establecer requerimientos para su diseño y construcción. ISO/IEC. Es posible tomar como ejemplo el modelo ISO/IEC 9126:2001 donde el factor de calidad de usabilidad se define por los criterios de comprensibilidad, aprendibilidad, operatividad y atractividad, ver Figura 3.



**Figura 3. Factor de Calidad usabilidad y sus criterios según ISO/IEC 9126: 2001**

Los criterios de calidad de un modelo de calidad de procesos corresponden a las actividades que se consideran producen buenos resultados para realizar un proceso [18]. Los criterios de calidad son agrupados en áreas de gestión comunes. Como ejemplo podemos tomar el estándar IEEE 1074 en donde el proceso de construcción de software se compone de

actividades: crear código ejecutable, crear documentación, realizar la integración de software. En el ejemplo las actividades son los criterios de calidad que se encuentran agrupados en el proceso construcción.

#### **1.3.4 Buenas Prácticas**

Las buenas prácticas son métodos o técnicas que han demostrado producir resultados positivos en alguna actividad. En algunos casos esta actividad o método ha sido aceptado como una manera estándar de hacer las cosas.

#### **1.3.5 Juegos Serios**

Existen varias definiciones para un JS, Michael y Chen en [23] definen a los juegos serios como “juegos en los cuales el entretenimiento no es el propósito primario”. Otra definición aportada por Michael Zyda en [5], los considera “un desafío mental, jugado con una computadora de acuerdo a reglas específicas, el cual usa el entretenimiento para desarrollar el entrenamiento corporativo o de gobierno, educación, salud, política pública, y objetivos estratégicos de educación”.

Tomando en cuenta estas dos definiciones se describen los juegos serios como un juego de computadora cuyo propósito va más allá del entretenimiento.

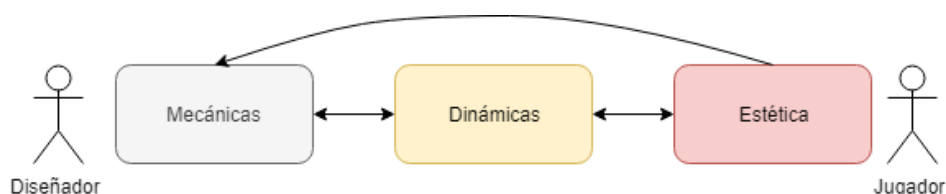
Para describir los componentes de diseño usados dentro de los JS educativos se usarán los marcos de trabajo Mecánicas, Dinámicas y Estética (MDA en sus siglas en inglés) y Diseño, Juego y Experiencia (DPE en sus siglas inglés).

#### **1.3.6 Marcos de trabajo Mecánicas, Dinámicas y Estética**

El marco de trabajo MDA [24] descompone la relación entre el diseñador y el jugador en tres componentes:

- Mecánicas: son las reglas formales del juego. Estas se establecen son establecidas por el diseñador del juego.
- Dinámicas: las dinámicas son la aplicación de las mecánicas en respuesta a las entradas del usuario o a la acción de otras mecánicas.
- Estética: son las respuestas emocionales del usuario al jugar.

Dentro de MDA el diseñador construye sus mecánicas en espera de una respuesta estética previamente definida. La Figura 4 muestra la interacción entre los componentes del marco de trabajo.



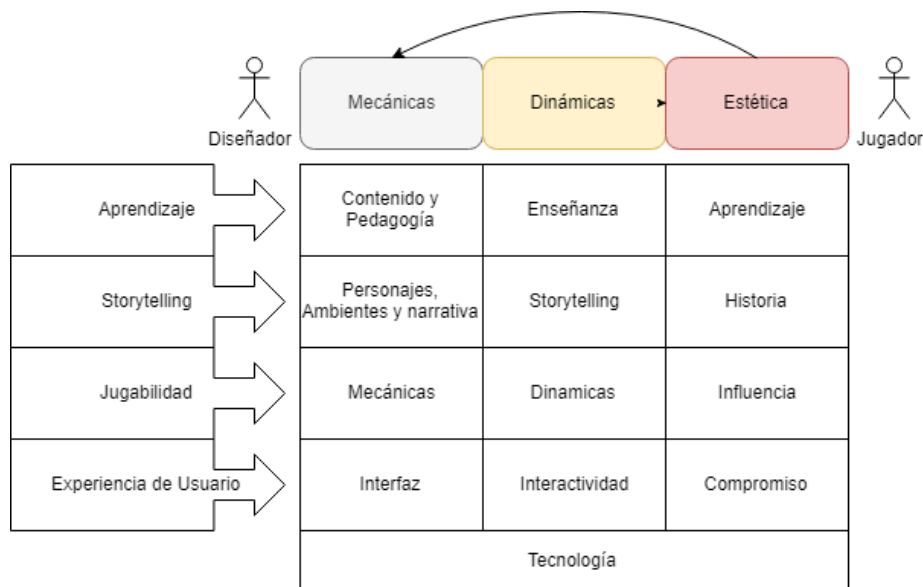
**Figura 4. Marco de Trabajo MDA**

### **Marco de trabajo Diseño, Juego y Experiencia**

El marco de trabajo DPE fue creado como una expansión del modelo MDA para poder describir los componentes de diseño de un JS educativo. De la misma manera que MDA, DPE descompone la relación entre el diseño y el jugador en tres componentes:

- **Diseño:** el diseño corresponde a los objetivos que se desean en la experiencia de juego. Estos objetivos guían la construcción del juego.
- **Juego:** la capa de juego representa la ejecución del juego por parte de un jugador. Esta capa se ve influenciada por las características propias del jugador como sus conocimientos, factores sociales, o experiencias.
- **Experiencia:** es la experiencia que se produce en el usuario al ser jugado. Esta capa retroalimenta a la capa de diseño en cuanto se puede verificar si los objetivos de diseño fueron alcanzados.

La expansión del marco de trabajo DPE incorpora 4 capas relacionadas con el diseño de JS educativos. Las capas son Aprendizaje, Storytelling, Jugabilidad (gameplay), Experiencia de Usuario las cuales tienen un aspecto de Diseño, Juego y Experiencia. Una capa de Tecnología se maneja de manera transversal al diseño debido a que el diseño se construye sobre tecnología. La Figura 5. Marco de trabajo DPE es una representación de la expansión del marco de trabajo DPE.



**Figura 5. Marco de trabajo DPE**

Las capas de la expansión del marco de trabajo DPE se describen a continuación:

**Capa de Aprendizaje:** en esta capa se diseñan los contenidos educativos y la pedagogía, lo cual al momento de aplicar el juego se convierte en enseñanza y finalmente en aprendizaje.

**Capa de Storytelling:** en esta capa se encuentra el diseño de la narrativa, diseño de personajes, diseño de historia del juego. El juego combina las decisiones que toma el jugador con el contenido que provee el juego produciéndose el Storytelling. La experiencia resultante es la historia del jugador con el juego.

**Capa de Jugabilidad:** la capa de jugabilidad se asemeja al marco de trabajo MDA. En esta capa se diseñan las mecánicas, conjuntos de reglas del juego, con las cuales el jugador interactúa dando lugar a las dinámicas. Las emociones que dan lugar las dinámicas se denominan influencia.

**Capa de Experiencia de Usuario:** En esta capa se encuentra el diseño de todo lo que permita al usuario interactuar con el juego, incluyendo el arte. El objetivo de la interfaz debe ser invitar al usuario a la interacción y al compromiso.

**Capa de Tecnología:** Los aspectos y limitaciones tecnológicas tienen un impacto al diseño del juego serio, puesto que todo lo diseñado tiene que ser construido con la tecnología disponible.

### **1.3.7 Trabajos relacionados**

Para establecer un punto de referencia, se describen a continuación algunos estudios relacionados con modelos de calidad de JS y métricas usadas para la evaluación de JS.

Los autores en [25] se propone un modelo para la calidad de producto basado en el estándar ISO 25010. En la propuesta se modifican las sub características de usabilidad y funcionalidad propias de la ISO, agregando características de juegos serios como la capacidad de ser aprendido, operatividad, estética de la interfaz, accesibilidad.

En [26] se propone un marco de trabajo para la evaluación del JS. El marco de trabajo evalúa al juego serio en 5 características de calidad primarias (características que afectan los resultados del juego serio) las cuales son: usabilidad, motivación, comprensibilidad, compromiso y experiencia de usuario.

Adicionalmente, el autor en [27] propone la evaluación de JS basado en ISO 9126 en tres dimensiones: Funcionalidad, adaptabilidad y eficiencia. El mismo estudio propone métricas para evaluar la calidad del juego serio desde dos perspectivas: del jugador (diversión, satisfacción, relevancia) y del software (rendimiento, mantenibilidad, portabilidad).

Otras propuestas toman en cuenta al proceso de desarrollo de JS. Barajas et al. en [28], proponen un modelo de verificación y validación de videojuegos serios cortos educativos. Su principal objetivo es asegurar el cumplimiento de los requerimientos pedagógicos y técnicos definidos y garantizar la completitud de los requerimientos mediante un enfoque basado en pruebas durante el ciclo de vida de desarrollo.

Dentro del artículo [29] se propone un marco de trabajo para el desarrollo de juegos serios terapéuticos. En la propuesta se maneja el desarrollo de software a través de un proceso iterativo. Se tiene una fase de iniciación donde se describen los involucrados del JS además de brindar una descripción de los objetivos serios y la jugabilidad deseada. La parte iterativa consiste en cuatro fases: Planificación y Control, Modelado, Construcción, Evaluación.



#### **1.4 Conclusión del Capítulo:**

En el Capítulo 1 se inició describiendo la importancia que tienen los juegos serios dentro de la educación actual. En la sección Problemática se analizaron los problemas que existen para su construcción y diseño y se propone la creación de un modelo de calidad de juego serios para atender a estos problemas. En la sección metodología se describe la manera en cómo se va a abordar la construcción del modelo. En la sección marco de referencia se abordan los conceptos necesarios para el proyecto.

En el siguiente capítulo se procede a identificar los criterios de calidad y buenas prácticas que se usaran para la construcción del modelo de calidad.

## 2. DETERMINACIÓN DE CRITERIOS DE CALIDAD Y BUENAS PRÁCTICAS

### 2.1 Metodología de revisión de literatura y análisis

Para conocer los criterios de calidad que son usados para la construcción de juegos serios educativos se identifican estudios relevantes mediante una revisión sistemática de literatura concerniente a métodos, marcos de trabajo y modelos orientados a la calidad que existen para la construcción de JS educativos.

Conforme al trabajo de Kitchenham en [30], una revisión sistemática identifica tres fases genéricas: establecer la pregunta de investigación, identificación de trabajos relevantes, validar la calidad de los trabajos realizados, resumir la evidencia e interpretar los resultados.

#### 2.1.1 Establecer la pregunta de investigación

Se establecieron como preguntas de investigación las siguientes:

**P1.** ¿Qué métodos, marcos de trabajo, modelos orientados a la calidad existen para la construcción de juegos serios?

**P2.** ¿Cuáles criterios de calidad se toman en los métodos, marcos de trabajo, modelos para la construcción de JS?

#### 2.1.2 Identificación de los trabajos relevantes

Para identificar los trabajos relevantes se tomaron en cuenta 2 bases de datos: IExplore y ScienceDirect. Estas bases fueron seleccionadas por ser relevantes en los ámbitos de las ciencias de la computación y la ingeniería de software.

Se realizó la consulta de información usando la siguiente combinación de palabras clave: *serious games, quality, model* dentro de los resúmenes y palabras clave de los artículos.

Se obtuvieron un total de 274 estudios, a los cuales se aplicó criterios de exclusión e inclusión.

### **2.1.3 Criterios de Exclusión**

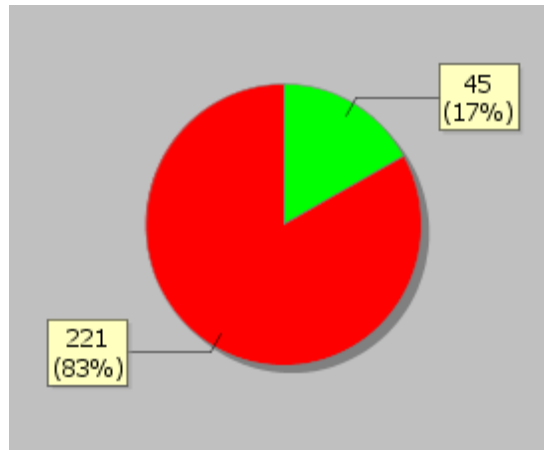
- Experiencias de juego serio: se excluyeron estudios en los cuales se enfocará en estudiar el impacto del juego serio y no aporte criterios para ninguna de las fases del ciclo de vida de desarrollo.
- Revisiones Sistemáticas de Literatura: se excluyeron revisiones sistemáticas de literatura.
- Gamificación: se excluyeron estudios que fueran experiencias de gamificación de actividades educativas y no estuviesen relacionados con JS.
- Simuladores, Motores: se excluyeron artículos referentes a simuladores o motores de juegos serios.
- Período de tiempo: se limitó el tiempo de las publicaciones para obtener resultados recientes de las investigaciones.
- No relacionado: se excluyeron artículos los cuales no estuviesen relacionados

### **2.1.4 Criterios de Inclusión**

- Método o metodología de diseño: se incluyeron métodos o metodologías que se enfoquen solo en el diseño de juegos serios, aunque no cubra todo el ciclo de vida de desarrollo.
- Métricas y modelos de calidad del producto: se incluyeron investigaciones las cuales permitan identificar métricas relevantes orientadas a la calidad de juegos serios.
- Juegos serios y desarrollo: se incluyeron investigaciones de desarrollo de juegos serios las cuales sean relevantes para la extracción de criterios de calidad del proceso de desarrollo.

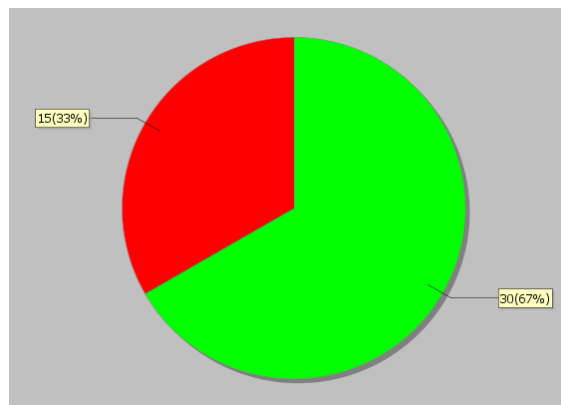
### **2.1.5 Resultados de la etapa de identificación**

Los criterios de inclusión y exclusión fueron aplicados a los títulos y a los resúmenes de los artículos. Mediante el proceso se identificaron 44 artículos para aplicar una revisión completa. La Figura 6 muestra el número de artículos aceptados y rechazados en la etapa de identificación.



**Figura 6. Artículos Aceptados y Rechazados, Fase Identificación**

Al realizar la lectura completa de los artículos se aplicaron nuevamente los criterios de exclusión dando como resultado un total de 30 artículos los cuales se usaron para la extracción de criterios de calidad. La Figura 7 muestra el total de artículos identificados y los artículos rechazados después de la lectura completa.



**Figura 7. Estudios Totales identificados**

### 2.1.6 Análisis de resultados de criterios y buenas prácticas

Para realizar el análisis de criterios de calidad se siguió el siguiente proceso:

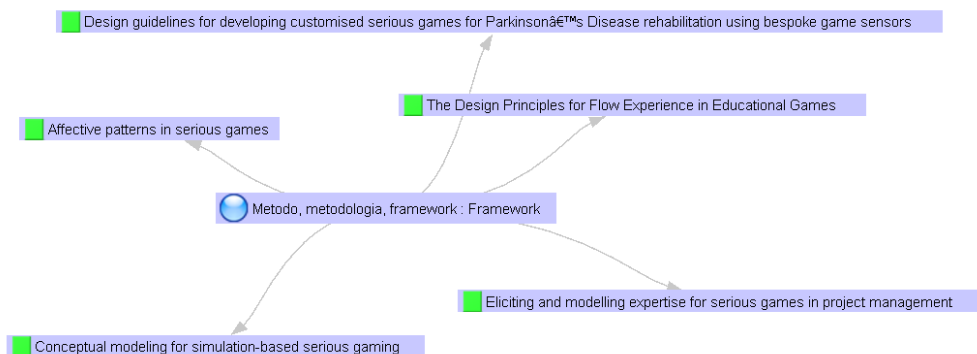
- a) Clasificación de los estudios.
- b) Extracción de criterios iniciales de los estudios.
- c) Clasificación de criterios, definición de formulario, y reevaluación de los estudios.

#### a) Clasificación de los estudios:

Los estudios fueron clasificados en los siguientes grupos:

- Metodologías y métodos de construcción de JS. A esta clasificación corresponde a los estudios en los cuales se propone metodologías o guías para el desarrollo para JS específicos o genéricos.
- Modelos y métricas de JS. A esta clasificación corresponden estudios en los que se proponen modelos de JS. Adicionalmente se incluyeron estudios los cuales proponen métricas para la evaluación de JS.
- Marco de trabajo de JS. A esta clasificación corresponden estudios en los cuales se presenten marcos de trabajo para la construcción o evaluación de JS.
- Desarrollo de JS. En esta clasificación están los estudios en los cuales se presenten experiencias en el desarrollo de JS.

La clasificación se realizó usando la herramienta StArt, ver Figura 8.



**Figura 8. Herramienta Start. Estudios clasificados como marco de trabajo**

### **b) Extracción de criterios iniciales de los estudios.**

Los estudios que fueron clasificados como metodologías y métodos, modelos y métricas, marco de trabajo de JS fueron usados para extraer criterios de calidad de producto y criterios de calidad de proceso iniciales. Se seleccionaron estos estudios pues definen actividades que contribuyen a construir un JS de manera efectiva.

### c) Clasificación de criterios, definición de formulario, y reevaluación de los estudios.

Estos criterios inicialmente fueron analizados y agrupados. Los criterios agrupados fueron ingresados a la herramienta StArt generando un formulario de criterios. Mediante el uso del formulario se aplicó a los estudios para identificar si estos efectivamente corresponden a los criterios definidos.

La Figura 9 muestra el formulario usado dentro de la herramienta StArt

The screenshot shows a web-based form titled "420 - Adapting UX to the design of healthcare games and applications". The form is organized into several sections with checkboxes for selection:

- Producto, Proceso:**
  - Producto de software
  - Proceso de desarrollo
  - Identificación y análisis del problema
  - Definición de propósito del juego. Cuales habilidades se desean adquirir. Objetivos de aprendizaje
- Inicio:**
  - BP Revision de juegos similares para obtencion de informacion relevante
  - BP Uso de analitica de datos anteriores para obtener informacion relevante
  - Definición de tipo de videojuego
  - Caracterización de usuarios y del ambiente de aprendizaje (jugadores profesores instituciones materia)
  - Definición y especificación de objetivos pedagogicos
  - Elicitación de requerimientos pedagogicos del juego. Realizado junto a expertos
- Requerimientos:**
  - Elicitación de requerimientos de usuarios finales (estudiantes pacientes entre otros)
  - Elicitación de requerimientos de educadores.
  - Elicitación de características del juego (mecanicas y dinamicas arte del juego)
  - BP Definir los requerimientos serios y características de juego por separado
  - Definición de actividades serias
  - Diseño de mecanicas y dinamicas ajustadas a los requerimientos pedagogicos
  - Diseño de estetica del juego ajustada a las características de los usuarios y requerimientos pedagogicos
  - Diseño de sistema de retroalimentación de datos al usuario

At the bottom of the form, there are several controls: "Status: Accepted", "Search session: SEARCH1", "Reading Priority: Low", and "Score: 0". There are also buttons for "Full text", "save & previous", "save & next", "previous", "next", "Save", and "Cancel". A red text note says "This paper is in Summarization step".

Figura 9. Formulario de criterios dentro de la herramienta StArt

## 2.2 Criterios y prácticas de calidad obtenidos de los estudios

En esta sección se presentan los criterios de calidad y buenas prácticas obtenidas de la revisión de literatura. Para una mejor presentación se realizó una clasificación de las buenas prácticas en 3 grupos:

- *Criterios de calidad de producto:* criterios de calidad en los artículos los cuales permitan definir y evaluar la calidad del producto final.
- *Criterios de calidad de proceso:* actividades comunes y que produzcan resultados efectivos dentro de los procesos de desarrollo de JS.
- *Buenas prácticas en desarrollo de Juego Serio:* se recopilan prácticas o acciones que den buenos resultados dentro del desarrollo de JS educativos.

### 2.2.1 Criterios de calidad de producto

Dentro de la Tabla 1 se encuentran los criterios de calidad de producto encontrados en los estudios que se identificaron en la revisión sistemática de literatura.

**Tabla 1. Criterios de calidad de producto identificados en los estudios**

| <b>Criterios de Calidad de Producto</b> | <b>Artículos de Referencia</b> |
|---|--------------------------------|
| Aprendibilidad                          | [25]; [26]; [31]; [32]         |
| Operatividad                            | [25]; [26]; [31]; [32]         |
| Estética de la interfaz                 | [25]; [32]                     |
| Accesibilidad                           | [25]; [26]; [31]; [32]         |
| Diversión                               | [26]                           |
| Satisfacción                            | [26]                           |
| Balance                                 | [26]                           |
| Atractividad                            | [26]; [31]                     |
| Relevancia, Utilidad                    | [26]; [31]                     |
| Adaptabilidad                           | [32]                           |
| Rendimiento                             | [26]                           |
| Compleitud                              | [26]                           |
| Compatibilidad                          | [26]                           |
| Portabilidad                            | [26]                           |

Se puede notar que existen más estudios relacionados con criterios de usabilidad del JS. El JS debe poder ser fácil de aprender y operar para que esto no se convierta en una barrera en el momento de adquirir los conocimientos que entregue el juego. La accesibilidad es otro criterio importante relacionado con la usabilidad. Construir un JS accesible permite a los usuarios usar el JS independientemente de sus capacidades físicas o técnicas, lo que permite llegar a un público más amplio y elimina barreras de aprendizaje.

Criterios como la atractividad, estética de la interfaz, satisfacción y diversión están orientados a medir cómo los usuarios se sienten al usar el JS. Estos criterios son importantes debido a que uno de los objetivos del JS es mantener una prolongada atención y motivación de los usuarios.

Los criterios utilidad/relevancia del JS permiten evaluar cuál JS es más apropiado para una actividad de aprendizaje. En el caso de un desarrollo se debe procurar tener utilidad/relevancia alta para que su uso sea extendido.

## 2.2.2 Criterios de calidad de proceso

Para la presentación de criterios de calidad de proceso se les agrupó tomando en cuenta un ciclo genérico de desarrollo de software en el inicio del proyecto, levantamiento de requerimientos, diseño de JS, validación y pruebas.

### A. Criterios de calidad de inicio de proyecto

Los criterios de calidad de inicio corresponden a los criterios que se realizan en el momento de iniciar el proyecto de desarrollo de un JS. Dentro de la Tabla 2 se encuentran los criterios de calidad encontrados.

Tabla 2. Criterios de calidad de proceso. Inicio de Proyecto

| Criterios de Calidad de Proceso de inicio  | Artículos de referencia                  |
|--|--|
| Identificación y análisis del problema   | [33]; [34]; [35]                         |
| Definición de propósito del juego. Cuales habilidades se desean adquirir. Objetivos de aprendizaje | [36]; [33]; [37]; [38]; [34]; [39]; [12] |

Similarmente con metodologías de desarrollo de software en la fase de inicio del proyecto los estudios realizan la identificación y documentación de los problemas existentes. En los estudios se destaca la importancia de identificar y documentar problemas y dificultades existentes dentro del proceso educativo. Mediante la identificación de los problemas se establece cuáles de estos pueden ser mejorados mediante el uso de un JS.

Adicionalmente, dentro de la fase de inicio se define el propósito del juego y cuáles serán los objetivos de aprendizaje. La definición de objetivos de aprendizaje permite distinguir cuáles de estos pueden ser alcanzados mediante el uso de un JS. Realizar esto en el inicio del proyecto permite comprender el alcance que tendrá el JS y facilita el levantamiento de requerimientos.

### B. Criterios de calidad de requerimientos

Los criterios de calidad de requerimientos corresponden a los criterios que son realizados en los procesos de levantamiento y especificación de requerimientos. Dentro de la Tabla 3 se encuentran los criterios de calidad encontrados.



**Tabla 3. Criterios de calidad de proceso. Requerimientos**

| <b>Criterios de calidad de proceso de requerimientos</b>   | <b>Artículos de referencia</b>  |
|--|---|
| Caracterización de usuarios y del ambiente de aprendizaje (jugadores)  | [40]; [38]; [41]; [34]; [42]; [39]; [35]  |
| Definición y especificación de objetivos pedagógicos   | [43]; [40]; [28]; [36]; [44] [45]; [38]; [46]; [41]; [34]; [42]; [39]; [35]; [12] |
| <b>Elicitación de requerimientos pedagógicos del juego. Realizado junto a expertos</b>                                       | [28]; [36]; [47]; [45]; [38]; [46] [41]; [34]; [42];                              |
| <b>Elicitación de requerimientos de usuarios finales (estudiantes, pacientes, entre otros)</b>                               | [48]; [47]; [41];   |
| <b>Elicitación de requerimientos de educadores.</b>  | [48]  |
| Definición de tipo de videojuego   | [49]; [34]; [12]  |
| <b>Elicitación de expectativas del juego de los usuarios (experiencia de usuario ,mecánicas y dinámicas, arte del juego)</b> | [40]; [28]; [45]; [50]; [12]  |
| <b>Documentación de diseño de videojuego. Definición de escenario personajes e historia</b>                                  | [36]; [42];   |

En la mayoría de trabajos revisados se menciona la importancia de definir y especificar los objetivos pedagógicos. Esta definición permite tener la referencia para evaluar si el JS cumple o no su propósito. Algunos de los estudios trasladan estos objetivos a requerimientos del JS lo cual contribuye a la definición de las actividades.

En la fase de requerimientos la caracterización del ambiente de aprendizaje permite conocer el espacio social y físico en el que se va a producir la interacción de los estudiantes y cómo se dan las relaciones de enseñanza aprendizaje. La caracterización del ambiente define cómo el JS ayudara en la entrega del conocimiento a los estudiantes.

La definición de los objetivos pedagógicos y la elicitación de los requerimientos pedagógicos definen las habilidades o conocimientos a adquirirse, cómo serán adquiridos.

Un JS al ser un videojuego está compuesto de mecánicas, dinámicas y arte, por lo cual las expectativas de los usuarios con respecto a esto necesitan ser documentadas, de tal manera que el JS se aproxime a lo esperado por los involucrados.

### **C. Criterios de Calidad de Diseño**

Los criterios de calidad de diseño corresponden a los criterios encontrados en la etapa de diseño de un JS. En la Tabla 4 se encuentran los criterios de calidad hallados.

**Tabla 4. Criterios de calidad de proceso. Diseño**

| <b>Criterios de Calidad de Proceso de Diseño</b>  | <b>Artículos de referencia</b>   |
|---|--|
| Definición de contenidos y actividades serias   | [40]; [36]; [44]; [45]; [39]; [35];  |
| Diseño de <b>la jugabilidad ajustadas a los requerimientos pedagógicos</b>                                      | [43]; [51]; [40]; [36]; [47]; [44]; [49]; [46]; [41]; [34]; [42]; [39]; [50]; [35]; [12] |
| Diseño de estética del juego ajustada a las características de los <b>usuarios y requerimientos pedagógicos</b> | [43]; [40]; [36]; [45]; [49]; [46]; [34]; [42]; [50]; [12]                               |
| Diseño de sistema de retroalimentación de datos al usuario  | [51]; [45] [50];   |
| Diseño de capa de evaluación del juego  | [50]   |

Los estudios muestran un claro esfuerzo en diseñar la jugabilidad y estética del JS. Esto puede deberse a que un buen diseño de jugabilidad y estética permiten generar motivación y atraer al usuario. De la misma manera un mal diseño puede obstaculizar los contenidos de aprendizaje que se desean entregar.

Los estudios identifican varios criterios para el diseño de un juego serio entre los que destacan el diseño de contenidos y actividades serias, diseño de las mecánicas y dinámicas, diseño de la estética del juego. El diseño debe encontrarse ajustado a los requerimientos, expectativas y características definidas en las fases de requerimientos.

#### **D. Criterios de calidad en pruebas**

Los criterios de calidad en pruebas son criterios encontrados en el momento de evaluar al JS, así como los realizados para las pruebas desarrollo del JS. En la tabla Tabla 5 se encuentran los criterios de calidad encontrados.

**Tabla 5 . Criterios de calidad de proceso. Pruebas**

| <b>Criterios de Calidad de Proceso en Pruebas</b>                              | <b>Artículos de referencia</b> |
|--|--------------------------------|
| Verificación de requerimientos por parte de los usuarios                       | [40]; [28]; [36]; [48]         |
| Pruebas de usuario para el control pedagógico. Pruebas realizadas por expertos | [43]; [28]; [36]; [42];        |

La construcción de un juego serio conlleva un proceso iterativo en el cual las pruebas son necesarias para verificar y validar los prototipos y poder conseguir un mejor producto. Dentro de las pruebas es necesario que el contenido pedagógico y los métodos de enseñanza

usados en el JS sean evaluados por expertos en las temáticas, de esta manera entregar el mejor contenido posible. El JS adicionalmente debe ser probado por usuarios finales los cuales permitan comprobar que la jugabilidad es apropiada.

### 2.2.3 Buenas prácticas

Se encontraron prácticas comunes las cuales al ser implantadas producen buenos resultados. Estas prácticas serán añadidas al modelo de calidad. La Tabla 6 describe las buenas prácticas encontradas dentro de los estudios.

**Tabla 6. Buenas prácticas identificadas en los estudios**

| Buena práctica   | Artículos de referencia  |
|--|--|
| <b>BP. Revisión de juegos similares para obtención de información relevante</b>  | [52] ; [36]; [44]; [37].   |
| <b>BP. Uso de patrones de diseño o analítica de datos de juegos anteriores para obtener información relevante</b>      | [52]; [44];  |
| <b>BP. Definir los requerimientos serios y características de juego por separado</b>                                   | [45];  |
| <b>BP. Diseño participativo entre usuarios finales, expertos en la temática seria y desarrolladores de videojuegos</b> | [48]; [33]; [38]; [32]; [41];  |
| <b>BP. Desarrollo iterativo orientado a diseño, construcción prueba y refinamiento</b>                                 | [28]; [48]; [47]; [33]; [37]; [49]; [32]; [41]; [34]; [42]; [35]; [12] |
| <b>BP. Evaluación de diseño por parte de los usuarios</b>  | [48]; [41]; [42];  |
| <b>BP. Trazabilidad entre características del juego y objetivos pedagógicos</b>  | [28]; [47]; [44]; [41];  |
| <b>BP. Pruebas de validación continuas por parte de los usuarios mediante el uso de prototipos</b>                     | [28]; [48]; [47]; [33]; [37]; [49]; [32]; [41]; [34]; [42]; [35];      |

Una buena práctica obtenida de los estudios es realizar una revisión de juegos similares desarrollados previamente. La revisión permite tener una aproximación más clara del JS que se pretende construir, así como aclarar requerimientos y necesidades del mismo lo cual facilita su desarrollo. De la misma manera, usar la información analítica del juego, datos de proyectos y juegos construidos anteriormente facilita la construcción de un nuevo JS.

El diseño participativo realizado con usuarios finales, expertos en la temática educativa y desarrolladores permite conocer puntos relevantes de cada perspectiva, de esta manera el diseño incorporará criterios de todos los involucrados y el JS se acercará más a las expectativas esperadas.

Realizar pruebas continuas al JS permite conocer si el juego está cumpliendo con los objetivos de aprendizaje planteados y está llamando la atención de los usuarios.

## **2.3 Criterios de calidad obtenidos del estudio de proyectos de juegos serios**

Para mejorar el modelo de calidad se estudió adicionalmente proyectos de desarrollo de juegos serios. Se incluyeron en el estudio experiencias de desarrolladores, documentación del proyecto, estudios de la industria.

### **2.3.1 Learning Solutions experiencia de Designing Digitally, Inc. (P1) [53]**

**Descripción:** Andrew Hughes presidente de la empresa Designing Digitally, Inc., laureada empresa desarrolladora de juegos serios educativos, comparte su experiencia de desarrollo de juegos serios educativos mediante un artículo publicado en internet. En el artículo se detallan algunas lecciones aprendidas en base a los 10 años de experiencia desarrollando videojuegos.

**Artefactos relevantes:** de la experiencia de la empresa se encontraron dos documentos importantes.

- a) **Conformación del Equipo:** para un buen desarrollo se recomienda conformar un equipo con los siguientes perfiles de desarrollo interno y un equipo por parte del cliente.

Roles del equipo de desarrollo interno:

- Desarrolladores de videojuegos.
- Aristas 2d y 3d.
- Desarrolladores de contenido interactivo.
- Programadores web y diseñadores.
- Diseñadores instruccionales.
- Especialistas educativos y especialistas en la materia de conocimiento.
- Equipo de aseguramiento de la calidad.

Roles del equipo cliente:

- Project Champion.
- Experto en la materia de conocimiento.
- Un grupo de audiencia del juego para control de calidad.

b) **Proceso de desarrollo del Juego:** la empresa Learning Solutions utiliza las siguientes fases para el desarrollo de los juegos serios.

Fase 1. Búsqueda: en esta fase se busca identificar el problema o los comportamientos o habilidades que el juego va a resolver o producir. Se realizan entrevistas con miembros del equipo del cliente y con el grupo de audiencia. Se elaboran ideas y soluciones enfocadas en la audiencia y las necesidades.

Fase 2. Elaboración de documento de diseño: se elabora un documento de diseño detallado en el cual se incluyen las mecánicas de juego, infraestructura, tecnología, y temas de aprendizaje. Se busca en esta fase la colaboración entre el diseñador instruccional y desarrollador del juego para unir de manera efectiva las mecánicas con el contenido de aprendizaje.

Fase 3. Decisiones Tecnológicas: determinar las tecnologías de acuerdo a la infraestructura que posea el cliente.

Fase 4. Construir y Probar: Un ciclo iterativo en el cual se realiza un prototipo, se construye el JS y se lo prueba. Se recomienda realizar pruebas con la audiencia para validar que el juego cumpla con los objetivos deseados

#### **Criterios de calidad de proceso.**

- Conformación de un equipo de desarrollo en el que se incluyen roles como desarrolladores, artistas, expertos educativos, diseñadores instruccionales, especialistas educativos y especialistas en la materia de conocimiento.
- Conformación de un equipo contraparte en el que se incluyen: expertos en la temática, grupo de audiencia para pruebas y un especialista en proyectos
- Documentación de diseño de videojuego. Definición de escenario personajes e historia. El diseño incluye mecánicas del juego, infraestructura, tecnología y los temas de aprendizaje.

### 2.3.2 Proyecto EnerGAAware [54] (P2)

**Descripción:** este proyecto busca disminuir el consumo de energía y las emisiones de gases mediante el uso de un JS. El juego se conecta a la casa del participante, mide el consumo de energía e incentiva a ahorrar energía mediante el cambio de comportamiento del usuario.

**Artefactos relevantes:** del proyecto se obtuvieron los documentos de requerimientos de usuario, documentos de requerimientos del juego y documentación de diseño y especificaciones de software y arquitectura.

- a) **Documento de requerimientos de usuario:** en el documento de requerimientos de usuario se definen requerimientos de usuario para el desarrollo del JS. Dentro del documento se incluyó:
- Investigación de proyectos similares. Los requerimientos de usuario fueron levantados mediante investigación de juegos serios y proyectos similares.
  - Caracterización del público objetivo. Se describió el método para caracterizar al público objetivo del juego, lo cual fue realizado mediante el uso de encuestas. Dado que el proyecto funciona para un alto rango de la población, los usuarios fueron caracterizados en grupos demográficos y se realizó una encuesta para conocer su comportamiento frente al ahorro de energía.
  - Definición de requerimientos. Los requerimientos de usuario definidos corresponden a características de usabilidad y experiencia de usuario las cuales deben ser incluidas en el JS. Algunos requerimientos definidos se encuentran:
    - Ajuste de Colores.
    - Curvas de Dificultad y aprendizaje.
    - Posibilidad de reproducir audio.
- b) **Documento de Requerimientos del juego:** en el documento de requerimientos se determinan los contenidos y estilos de arte apropiados para realizar el juego. Dentro del documento se incluyó:
- Investigación de proyectos similares. Para obtener los requerimientos del juego se realizó un estudio de juegos similares que se encuentran en el mercado.

- Definición de requerimientos. La información de los juegos similares se contrasta con la información de preferencias de los usuarios para la definición de requerimientos y consideraciones de diseño.

**c) Documentación de Diseño y especificaciones de Software y Arquitectura:**

Dentro del documento de diseño del juego se encuentra la información relevante para el desarrollo del juego. Dentro del documento de diseño se incluyó:

- La historia del juego.
- Directrices para la elaboración del arte.
- Descripción y diseño de personajes.
- Mecánicas Principales.
- Ciclo de juego.
- Misiones
- Modos de juego.
- Diseño de la interfaz.
- Cámara.
- Controles.

Dentro del documento de arquitectura se encuentran definidas las tecnologías, base de datos, diagramas de componentes del juego.

**Criterios de calidad de producto:**

- Aprendibilidad
- Estética
- Aprendibilidad

**Criterios de calidad de proceso**

- Revisión de juegos similares para obtención de información relevante.
- Caracterización de usuarios y del ambiente de aprendizaje (jugadores).
- Registrar las expectativas y preferencias de los usuarios.
- Documentación de diseño de videojuego. Definición de escenario personajes e historia. Directrices para el arte, mecánicas, historia del juego, controles e interfaz.

### 2.3.3 Proyecto CMINDS (P3)

**Descripción:** CmindS es un proyecto que busca desarrollar el pensamiento algorítmico y estructurado mediante el uso de conceptos de programación.

**Artefactos relevantes:** del proyecto se encontró la documentación de los requerimientos de aprendizaje y la documentación del marco de trabajo para la enseñanza.

**a) Documento de requerimientos de aprendizaje:** el documento contiene el análisis realizado para identificar los requerimientos de aprendizaje usados para la construcción del JS. Dentro del documento se incluye lo siguiente:

- Objetivos del JS. Descripción de los objetivos del JS.
- Caracterización de los usuarios. Se identifica a los usuarios a los cuales se encuentra dirigido el aplicativo.
- Definición del ambiente de aprendizaje. Estudio del sistema educativo de distintos países a los cuales se pretende aplicar el JS.
- Objetivos de aprendizaje. Objetivos de aprendizaje a ser alcanzados por los estudiantes mediante la aplicación del JS.
- Requerimientos de infraestructura. Identificación de la infraestructura tecnológica que tienen las distintas escuelas y los usuarios finales del aplicativo. Definición de requerimientos del aplicativo para corresponder a la infraestructura.
- Requerimientos de habilidades digitales de los usuarios. Descripción de consideraciones de uso de tecnología para los usuarios finales
- Requerimientos de profesores. Estudio e identificación de las necesidades de los profesores para la aplicación de un JS dentro de la educación. Definición de requerimientos de los profesores para cubrir las necesidades.

#### **Criterios de calidad de procesos**

- Caracterización de usuarios y del ambiente de aprendizaje (jugadores).
- Definición de propósito del juego. Cuáles habilidades se desean adquirir. Objetivos de aprendizaje.
- Caracterización de usuarios y del ambiente de aprendizaje (jugadores).
- Definición y especificación de objetivos pedagógicos.
- Requerimientos de infraestructura. Identificación del tipo de infraestructura que manejan los usuarios finales.



- Elicitación de requerimientos de educadores.
- Elicitación de requerimientos de usuarios finales (estudiantes, pacientes, entre otros)

### **2.3.4 Conclusiones de los criterios de proyectos**

Dentro de los proyectos los criterios identificados son similares a los encontrados dentro de las investigaciones. Resaltan dentro de los proyectos criterios sobre la conformación del equipo de desarrollo, la necesidad de tener un equipo contraparte y el levantamiento de requerimientos de infraestructura.

Tomar en cuenta la infraestructura en la que va a correr el juego es importante, puesto que dependiendo de las características de hardware que se dispongan limitará el tipo de arte y tipo de videojuego que puede ser construido.

Adicionalmente, dentro de los estudios el documento de diseño del JS incluye diseño de las mecánicas, directrices artísticas, diseño de personajes, diseño de la historia del juego, restricciones del juego, diseño de actividades, diseño de niveles.

## **2.4 Resultado de Criterios de calidad y buenas prácticas obtenidas**

En esta sección se describen los criterios de calidad y buenas prácticas obtenidas mediante la revisión sistemática y el estudio de los proyectos de juegos serios. A cada criterio se le añade un identificador el cual permitirá mapear los criterios una vez se los integre al modelo de calidad.

Para una mejor presentación los criterios se presentan de la siguiente manera:

- *Criterios de calidad de producto:* criterios de calidad los cuales permitan definir y evaluar la calidad del producto final. El identificador de los criterios de calidad de producto inician con 'CP-'seguido del número correspondiente.
- *Criterios de calidad de proceso:* actividades comunes y que produzcan resultados efectivos dentro de los procesos de desarrollo de JS. El identificador de los criterios de calidad de proceso inician con 'CPr'- seguido del número correspondiente.

- *Buenas prácticas en desarrollo de juego serio*: se recopilan prácticas o acciones que den buenos resultados dentro del desarrollo de JS educativos. El identificador de las buenas prácticas inician con 'BP-' seguido del número correspondiente.

### 2.4.1 Criterios de calidad de producto

Los criterios de calidad de producto se encuentran descritos en la Tabla 7.

**Tabla 7. Criterios de calidad de producto**

| Identificador | Criterios de Calidad de Producto | Descripción   |
|---------------|----------------------------------|---|
| CP-01         | <b>Aprendibilidad</b>            | Facilidad que tiene el JS para ser aprendido. En el caso del JS se refiere a la facilidad que se tiene para aprender a jugar. Esto es importante puesto que el objetivo del JS es entregar contenido educativo y no aprender a jugar el juego. [55] |
| CP-02         | <b>Operatividad</b>              | Facilidad de operación que presenta el JS. [55]   |
| CP-03         | <b>Estética de la interfaz</b>   | Se refiere al buen uso de los elementos gráficos, tanto para no crear distracción al usuario como para llamar su atención.  |
| CP-04         | <b>Accesibilidad</b>             | Facilidad de uso que presenta el JS para distintos tipos de usuario independientemente de sus capacidades técnicas, cognitivas o físicas [55]   |
| CP-05         | <b>Diversión</b>                 | Capacidad del JS de generar un estado de diversión en los usuarios.   |
| CP-06         | <b>Satisfacción</b>              | Capacidad del JS de generar un estado de satisfacción en los usuarios   |
| CP-07         | <b>Balance</b>                   | Capacidad del JS para entregar los contenidos serios y producir una buena experiencia de usuario  |
| CP-08         | <b>Atractividad</b>              | Relacionada con la estética de la interfaz se refiere a la capacidad del juego serio para atraer a su audiencia objetivo  |
| CP-09         | <b>Relevancia, Utilidad</b>      | Utilidad del JS en el ámbito que fue creado.  |
| CP-10         | <b>Adaptabilidad</b>             | Capacidad del JS para adaptarse a distintos tipos de usuario para la entrega d contenido.   |
| CP-11         | <b>Rendimiento</b>               | Se refiere al uso de los recursos computacionales por parte del JS. [55]  |
| CP-12         | <b>Compleitud</b>                | Compleitud de las características del JS vs los requerimientos definidos [55]   |
| CP-13         | <b>Compatibilidad</b>            |   |
| CP-14         | <b>Portabilidad</b>              | Capacidad del JS para usarse dentro de distintas plataformas tecnológicas   |

## 2.4.2 Criterios de calidad de proceso obtenidos

Los criterios de calidad de proceso se resumen dentro de la Tabla 8.

Tabla 8. Criterios de calidad de proceso

| Identificador | Criterios de Calidad de Proceso   | Descripción  |
|---------------|---|--|
| CPr-01        | <b>Identificación y análisis del problema</b>   | Etapa en la cual se identifican los problemas educativos y se realiza un análisis para poder identificar las partes en las que un juego serio podría ayudar.   |
| CPr-02        | <b>Definición de propósito del juego. Cuales habilidades se desean adquirir. Objetivos de aprendizaje</b> | Se define el propósito por el cual va a ser creado el juego. Se enumeran las habilidades o competencias que desean adquirirse. Se especifican los objetivos de aprendizaje que se busca alcanzar y en cuales se involucra el juego.  |
| CPr-03        | <b>Caracterización de usuarios y del ambiente de aprendizaje(jugadores)</b>                               | Se debe realizar una caracterización de los usuarios que van a usar el juego serio. Se requiere establecer su edad, conocimientos, preferencias y limitaciones. También se requiere conocer el ambiente de aprendizaje, como se pretende usar el juego, la estrategia de enseñanza a usarse.                   |
| CPr-04        | <b>Definición y especificación de objetivos pedagógicos</b>   | Se especifican los objetivos pedagógicos que se esperan del juego serio. Se definen metodologías de aprendizaje  |
| CPr-05        | <b>Elicitación de requerimientos pedagógicos del juego. Realizado junto a expertos</b>                    | Los objetivos del juego serio se la elicita como requerimientos. Se recomienda que esto sea realizado por expertos en la materia de enseñanza y conocedores de los objetivos que se desean alcanzar junto con desarrolladores que les permitan definir un alcance de tiempo adecuado.                          |
| CPr-06        | <b>Elicitación de requerimientos de usuarios finales (estudiantes, pacientes, entre otros)</b>            | Se elicitan requerimientos de los usuarios que van a usar la aplicación. Si los usuarios no pueden brindar requerimientos por sí mismos, es recomendable que lo realice alguien que conozca bien al grupo objetivo. Se debe tomar en cuenta la caracterización de los usuarios al realizar los requerimientos. |
| CPr-07        | <b>Elicitación de requerimientos de educadores.</b>   | Se levantan requisitos de los educadores para el JS. En esta actividad es importante levantar como va a ser el modo de empleo del JS dentro del aula, y considerar los conocimientos de informática de los educadores.   |
| CPr-08        | <b>Requerimientos de Infraestructura</b>  | Definiciones de la infraestructura en la cual funcionara el JS. Es necesario definir aspectos como conectividad a internet, capacidad de los computadores de los usuarios finales,   |

| <b>Identificador</b> | <b>Criterios de Calidad de Proceso</b>  | <b>Descripción</b>   |
|----------------------|---|--|
|                      |   | servidores disponibles para la instalación del JS.   |
| <b>CPr-09</b>        | <b>Definición de tipo de videojuego</b>   | Se definen el tipo o tipos de videojuego que se pueden construir para resolver el problema. Esto contribuirá a establecer pautas para el diseño del juego serio. Se puede restringir adicionalmente cuales tipos de videojuego no se desean  |
| <b>CPr-10</b>        | <b>Elicitación de expectativas de jugabilidad (experiencia de usuario ,mecánicas y dinámicas, arte del juego)</b> | Se definen las expectativas de los usuarios en cuanto a características del juego. Se busca definir las reglas que tendrá el juego (mecánicas) y la interacción del usuario con varias reglas (dinámicas). También es importante documentar las expectativas en cuanto a experiencia de usuario (emociones producidas) |
| <b>CPr-11</b>        | <b>Documentación de diseño de videojuego. Definición de escenario personajes, historia, arquitectura, arte.</b>   | Se definen en las características del juego en cuanto a personajes, historia y niveles. Se definen como funcionarán las mecánicas y dinámicas del juego, diseño de la arquitectura de la aplicación, dirección artística.  |
| <b>CPr-12</b>        | <b>Definición de contenidos y actividades serias</b>  | Se definen y se documentan los contenidos instruccionales que van a ser añadidos dentro del juego. Así como actividades serias por las que se van a realizar para entregar el contenido educativo.   |
| <b>CPr-13</b>        | <b>Diseño de mecánicas y dinámicas ajustadas a los requerimientos pedagógicos</b>                                 | Se realiza el diseño de las reglas del juego y de las interacciones del usuario con las distintas reglas. Este diseño se debe ser ajustado a los requerimientos pedagógicos y también ajustado a las expectativas que se tenían en cuando a mecánicas y dinámicas  |
| <b>CPr-14</b>        | <b>Diseño de estética del juego ajustada a las características de los usuarios y requerimientos pedagógico</b>    | Se realizan diseños de los artes para el videojuego tomando en consideración las características de los usuarios, requerimientos pedagógicos y las expectativas de los usuarios  |
| <b>CPr-15</b>        | <b>Diseño de sistema de retroalimentación de datos al usuario</b>   | Se diseñan de los sistemas de gamificación que se van a incorporar. Uso de recompensas, puntuaciones o trofeos que retroalimenten al usuario con información del progreso.   |
| <b>CPr-16</b>        | <b>Diseño de capa de evaluación del juego</b>   | Diseño de una capa que permita a los educadores visualizar el progreso del estudiante. Es una capa que permite evalúa el avance de los estudiantes   |
| <b>CPr-17</b>        | <b>Verificación de requerimientos por parte de los usuarios</b>   | Los requerimientos de la aplicación deben validarse y aprobarse por los usuarios involucrados.   |

| Identificador | Criterios de Calidad de Proceso   | Descripción  |
|---------------|---|--|
| CPr-18        | <b>Pruebas de usuario para el control pedagógico. Pruebas realizadas por expertos</b> | Expertos deben validar que el contenido educativo sea entregado de manera correcta y este dentro de los objetivos pedagógicos deseados |

### 2.4.3 Buenas prácticas

Las buenas prácticas se resumen dentro de la Tabla 9.

**Tabla 9. Buenas prácticas**

| Identificador | Buena Práctica Obtenida  | Descripción  |
|---------------|--|--|
| <b>BP-01</b>  | BP. Revisión de juegos similares para obtención de información relevante                                   | Una buena práctica es realizar una revisión de las investigaciones y proyectos de juegos similares, con el fin de encontrar patrones que permitan diseñar de manera correcta el juego serio  |
| <b>BP-02</b>  | BP. Conformación del equipo de desarrollo.   | Una buena práctica es conformar un equipo de desarrollo en el cual se incluyan diversos roles como:<br>Desarrolladores, artistas, expertos educativos, diseñadores instruccionales, especialistas educativos y especialistas en la materia de conocimiento.                |
| <b>BP-03</b>  | BP. Conformación del equipo contraparte.   | Una buena práctica es tener un equipo contraparte que pueda evaluar el juego serio y su desarrollo.  |
| <b>BP-04</b>  | BP. Uso de patrones de diseño o analítica de datos de juegos anteriores para obtener información relevante | Es una buena práctica usar patrones de diseño definidos para juegos similares y objetivos similares, con el fin de garantizar que los objetivos se alcancen. Usar los datos analíticos de los juegos que se han construido nos provee información relevante para el diseño |
| <b>BP-05</b>  | BP. Definir los requerimientos   | Realizar un levantamiento de los requerimientos serios y las características del juego como dos  |

| Identificador | Buena Práctica Obtenida   | Descripción   |
|---------------|---|---|
|               | serios y características de juego por separado  | documentos distintos, no usar una documentación general de requerimientos   |
| <b>BP-06</b>  | BP. Diseño participativo entre usuarios finales, expertos en la temática seria y desarrolladores de videojuegos | BP. Realizar un diseño participativo, involucrando a los expertos en educación , usuarios y desarrolladores para evitar desbalances en cuanto a las expectativas de cada uno.   |
| <b>BP-07</b>  | BP. Desarrollo Iterativo orientado a diseño, construcción prueba y refinamiento                                 | Es una buena práctica dentro del desarrollo de juegos serios realizarlo iterativamente. Cada diseño debe generar un prototipo el cual permita a los usuarios evaluar al juego. El diseño se retroalimenta de la información de los prototipos y esto se va refinando.   |
| <b>BP-08</b>  | BP. Evaluación de diseño por parte de los usuarios  | Los usuarios del sistema deben evaluar el diseño para poder refinarlo y validar que funcione como se desea  |
| <b>BP-09</b>  | BP. Trazabilidad entre características del juego y objetivos pedagógicos  | Debe existir trazabilidad entre las características del juego y los requerimientos pedagógicos, con el fin de no tener características las cuales no contribuyan al objetivo también para poder validar el cumplimiento de requerimientos en base a las características |
| <b>BP-10</b>  | BP. Pruebas de validación continuas por parte de los usuarios mediante el uso de prototipos                     | Se deben realizar pruebas continuas mediante el uso de prototipos con el fin de balancear de mejor manera el juego en cuanto a la entrega de contenido educativo y la diversión que el juego pretende.  |

## **2.5 Conclusión del capítulo**

En el Capítulo 2 se describe el proceso para la obtención de los criterios de calidad. En la sección Revisión de Literatura se describe el proceso para la obtención de estudios relevantes. Estos estudios fueron analizados y se obtuvieron criterios de calidad de los estudios. Posteriormente, se estudiaron proyectos de desarrollo de Juegos Serios, de los cuales se extrajeron criterios de calidad y buenas prácticas adicionales. Finalmente, el capítulo termina con la presentación de los criterios de calidad y buenas prácticas que serán usadas para la construcción del modelo.

En el siguiente capítulo se selecciona un modelo de calidad de software al cual se le añadirán los criterios específicos de los JS, de esta manera obteniendo el modelo de calidad.

### **3. CONSTRUCCIÓN DEL MODELO DE CALIDAD DE PROCESO PARA EL DESARROLLO DE JS**

#### **3.1 Estudio de Modelos de calidad de Software**

Para la construcción del modelo de calidad se estudian modelos de calidad de software, con el fin de seleccionar un modelo que sirva como estructura para añadir los criterios de calidad propios de los JS.

##### **3.1.1 Estudio y selección de modelo de calidad para calidad de proceso de Desarrollo de software**

Modelos de calidad de proceso de software son estudiados para la construcción del modelo de calidad de JS educativos. Del modelo de calidad seleccionado se espera obtener las áreas de gestión y buenas prácticas comunes a todo software. Posteriormente al modelo seleccionado se integrarán los criterios de calidad de los juegos serios educativos.

Para el estudio y selección del modelo de calidad se usaron los siguientes criterios:

1. Modelo orientado a procesos de desarrollo de software: este criterio valida que las guías dentro del modelo de calidad se encuentren relacionadas con el proceso de desarrollo de software. En el caso de que un modelo no corresponda al proceso de desarrollo no se aplicarán los demás criterios
2. Disponibilidad de Documentación: este criterio muestra la disponibilidad de la documentación del modelo de calidad de software referente a cómo aplicar el modelo para la evaluación y mejora de los procesos de software. Se considera la siguiente escala: 1 Bajo, 2 Medio y 3 Alto.
3. Uso dentro de la industria: este criterio mide el uso del modelo de calidad de proceso dentro de la industria de desarrollo de software. Se considera la siguiente escala: 1 Bajo, 2 Medio y 3 Alto.
4. Costo: este criterio valora si la adquisición y distribución de un trabajo derivado del modelo tiene algún valor económico. Se considera la siguiente escala: 3 Bajo, 2 Medio y 1 Alto.



A continuación, se presentan los modelos de calidad de proceso estudiados.

**A. Goal Question Metric (GQM):**

GQM [56] es un mecanismo que permite definir e interpretar los procesos de software. Para aplicarlo es necesario definir un conjunto de objetivos con sus respectivas métricas. Luego se generan preguntas basadas en modelos los cuales definan el objetivo. Posteriormente se definen las métricas para las respuestas. Finalmente se recolectan y se analizan los datos. Aunque el paradigma GQM pueda usarse para procesos de software, en él no se encuentran definidas áreas de gestión de software ni las prácticas ni procesos que se van a evaluar. La evaluación del modelo se encuentra en la Tabla 10.

**Tabla 10. Evaluación GQM**

| Orientado a procesos de desarrollo de software | Disponibilidad de Documentación | Uso dentro de la industria | Costo | Total     |
|--|---------------------------------|----------------------------|-------|-----------|
| No   | Medio                           | Alto                       | Bajo  | No aplica |

**B. Personal Software Process (PSP):**

El modelo provee PSP [57], una guía con competencias clave para el desarrollo profesional de desarrolladores de software. El modelo puede usarse como evaluación del personal de software, así como guía para el desarrollo profesional del mismo. La evaluación del modelo se encuentra en la Tabla 11.

**Tabla 11. Evaluación PSP**

| Orientado a procesos de desarrollo de software | Disponibilidad de Documentación | Uso dentro de la industria | Costo | Total     |
|--|---------------------------------|----------------------------|-------|-----------|
| No   | Medio                           | Medio                      | Bajo  | No aplica |

**C. Team Software Process (TSP):**

El modelo TSP [58] provee una guía para la dirección de equipos de desarrollo de software, enfocándose en la mejora del producto desarrollado con el mínimo de defectos de tiempo y costos estimados. Cuenta con planes detallados y procesos como revisiones personales, inspecciones e índices de desempeño de calidad, y el fomento de la integración del equipo. La evaluación del modelo se encuentra en la Tabla 12.

**Tabla 12. Evaluación TSP**

| Orientado a procesos de desarrollo de software | Disponibilidad de Documentación | Uso dentro de la industria | Costo | Total     |
|--|---------------------------------|----------------------------|-------|-----------|
| No   | Medio                           | Medio                      | Bajo  | No aplica |

**D. ISO/IEC/IEEE 12207 / EIA 12207:**

ISO/IEC/IEEE 12207 [59] provee un marco de trabajo para la descripción de los procesos que componen el ciclo de vida de desarrollo de software. En el documento se plantean procesos, actividades y tareas que pueden ser aplicadas durante la adquisición, suministro, desarrollo, operación, mantenimiento y/o despliegue de un producto software (ISO/IEC, 2008). El estándar puede ser usado tanto para definir procesos dentro de proyectos, organizaciones como también como referencia para la evaluación de procesos dentro de una organización. La evaluación del modelo se encuentra en la Tabla 13.

**Tabla 13. Evaluación ISO/IEC/IEEE 12207**

| Orientado a procesos de desarrollo de software | Disponibilidad de Documentación | Uso dentro de la industria | Costo | Total |
|--|---------------------------------|----------------------------|-------|-------|
| Sí   | Alto                            | Medio                      | Alto  | 6     |

**E. Cobit:**

El modelo Cobit [60] se caracteriza por ser orientado a negocios y proceso, además de ser basado en controles, trabaja con siete criterios de información que son definidos como requerimientos de control del negocio: efectividad, eficiencia, confidencialidad, integridad, disponibilidad, cumplimiento y confiabilidad. La evaluación del modelo se encuentra en la Tabla 14.

**Tabla 14. Evaluación de Cobit 4**

| Orientado a procesos de desarrollo de software | Disponibilidad de Documentación | Uso dentro de la industria | Costo | Total |
|--|---------------------------------|----------------------------|-------|-------|
| No   | Alto                            | Medio                      | Alto  | 6     |

#### **F. ISO/IEC 15504 Software Process Improvement Capability Determination (SPICE):**

El modelo ISO/IEC 15504 [61] es un conjunto de buenas prácticas para el desarrollo de software y sus áreas de gestión relacionadas. El modelo permite evaluar los procesos de desarrollo de software de una organización y ubicarlos en un nivel de capacidad. Los niveles de capacidad definidos dentro del modelo son:

- Nivel 0 - Inmadura,
- Nivel 1- Organización básica,
- Nivel 2- Organización gestionada,
- Nivel 3- Organización establecida,
- Nivel 4- Organización predecible y
- Nivel 5- Organización optimizando.

La evaluación del modelo se encuentra en la Tabla 15.

**Tabla 15. Evaluación ISO/IEC 15504**

| Orientado a procesos de desarrollo de software | Disponibilidad de Documentación | Uso dentro de la industria | Costo | Total |
|--|---------------------------------|----------------------------|-------|-------|
| SI   | Medio                           | Alto                       | Alto  | 6     |

#### **G. ISO 90003:**

La Norma ISO 90003 [62] permite aplicar la Norma ISO 9000 en los procesos relacionados con la adquisición, entrega, desarrollo, operación y mantenimiento del software. Su propósito es ofrecer una guía de aplicación de la Norma 9001 que pretende ser utilizada para demostrar o soportar que la entidad esté en capacidad de desarrollar software con criterios de calidad. La guía no pretende evaluar el estado actual de los procesos de software de la organización. La evaluación del modelo se encuentra en la Tabla 16.

**Tabla 16. Evaluación ISO 90003**

| Orientado a procesos de desarrollo de software | Disponibilidad de Documentación | Uso dentro de la industria | Costo | Total |
|--|---------------------------------|----------------------------|-------|-------|
| SI   | Alto                            | Alto                       | Alto  | 7     |

#### H. Capability Maturity Model Integration for Development 1.3 (CMMI-Dev):

CMMI-Dev [63] es un modelo de referencia que cubre las actividades para desarrollar productos y servicios de software en diversos sectores de la industria. CMMI-Dev provee un conjunto de buenas prácticas agrupadas en áreas de gestión comunes las cuales pueden ser usadas para la evaluación de los procesos dentro de una organización. Adicionalmente, estas guías pueden ser usadas. La evaluación del modelo se encuentra en la Tabla 17.

**Tabla 17. Evaluación de CMMI-Dev**

| Orientado a procesos de desarrollo de software | Disponibilidad de Documentación | Uso dentro de la industria | Costo | Total |
|--|---------------------------------|----------------------------|-------|-------|
| SI   | Alto                            | Alto                       | Bajo  | 9     |

#### I. ISO/IEC 20000:

El objetivo principal de la Norma ISO/IEC 20000 [64] es el de avalar que las prestaciones de servicios gestionados de TI de una empresa cuentan con la calidad necesaria para brindar dichos servicios a los clientes. Se subdivide en dos partes: "Especificaciones ", publicada como ISO 20000- 1:2005, y "Código de buenas prácticas". La evaluación del modelo se encuentra en la Tabla 18.

**Tabla 18. Evaluación de ISO/IEC 20000**

| Orientado a procesos de desarrollo de software | Disponibilidad de Documentación | Uso dentro de la industria | Costo | Total     |
|--|---------------------------------|----------------------------|-------|-----------|
| No   | Alto                            | Alto                       | Alto  | No aplica |

#### 3.1.2 Resultados de la evaluación de los modelos de calidad:

Con un total de 9 puntos el modelo CMMI-Dev 1.3 tiene la mejor puntuación tomando en cuenta los criterios establecidos. El modelo CMMI-Dev 1.3 posee las áreas de proceso relacionadas con los procesos de desarrollo de software además de tener un uso alto dentro de la industria. CMMI se diferencia de otros modelos como la ISO 27100 en su documentación la cual puede ser accedida y distribuida de manera libre, lo cual permitirá compartir el modelo con las modificaciones realizadas.

## 3.2 Estructura del modelo de calidad

Se realiza a continuación una descripción de la estructura del modelo de calidad del modelo seleccionado, para este caso CMMI-Dev 1.3. Se describen a continuación los componentes de su estructura los cuales conformarán la estructura del modelo de calidad de JS.

### 3.2.1 Áreas de proceso CMMI

El modelo CMMI se encuentra estructurado en componentes conocidos como área de proceso. Un área de proceso corresponde un conjunto de prácticas relacionadas, que implementadas en conjunto permite alcanzar objetivos relevantes para la mejora de esta área.

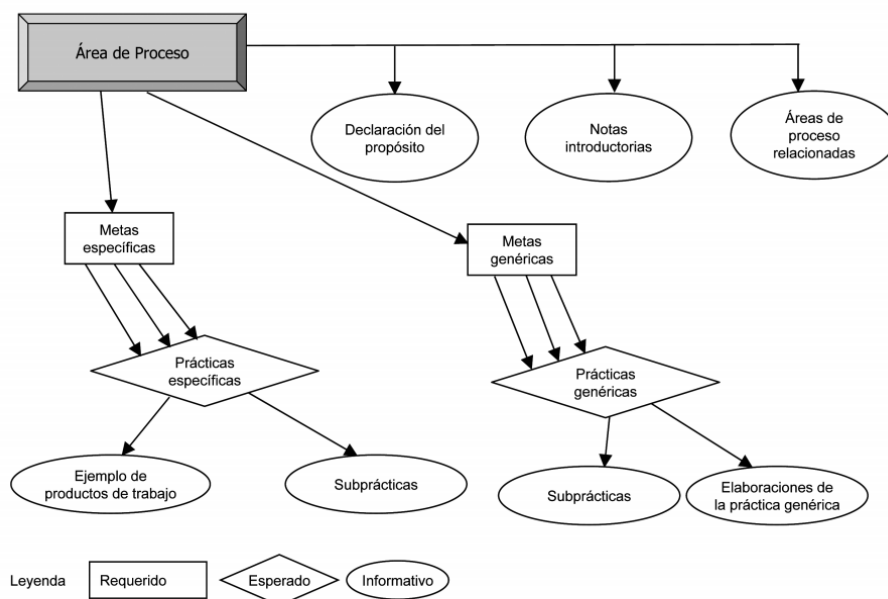
Cada área de proceso se encuentra definida por componentes los cuales se encuentran agrupados en tres categorías:

**Componentes Requeridos:** los componentes requeridos son aquellos que son esenciales para mejorar el área de proceso relacionada. Los componentes requeridos dentro de CMMI son las prácticas requeridas y específicas.

**Componentes Esperados:** los componentes esperados describen las actividades que son importantes para realizar un componente requerido. Los componentes esperados son las prácticas específicas y genéricas. Estos componentes sirven para orientar a quien realiza una evaluación o se encuentra mejorando un proceso.

**Componentes Informativos:** los componentes informativos son ejemplos, explicaciones detalladas, notas las cuales sirven para ayudar a entender los componentes requeridos y esperados.

Los componentes del modelo CMMI se encuentran resumidos en la Figura 10.



**Figura 10. Componentes del modelo CMMI. Obtenida de [63]**

A continuación, se detallan los componentes de las áreas de proceso:

**Propósito:** en el propósito se describe la finalidad del área de proceso y es un componente informativo.

**Notas Introdutorias:** las notas introductorias describen conceptos del área de proceso. Son componentes informativos que sirven para describir el área de proceso.

**Áreas de Proceso Relacionadas:** en esta sección se describen cuáles áreas de proceso dentro del modelo se encuentran relacionadas.

**Metas específicas:** las metas específicas son características únicas que sirven para satisfacer el área de proceso. Estas metas no se encuentran en otras áreas de proceso. Dentro de una meta específica solo su declaración es un componente requerido del modelo. Las notas y su título asociado se consideran componentes informativos.

**Metas genéricas:** las metas genéricas se denominan de esta manera puesto que la meta se aplica a varias áreas de proceso. Dentro de una meta genérica solo su declaración es un

componente requerido del modelo. Las notas y su título asociado se consideran componentes informativos.

**Resumen:** el resumen provee una descripción de alto nivel de las metas específicas y genéricas. El resumen es un componente informativo

**Prácticas específicas:** las prácticas específicas comprenden la descripción de una actividad que se considera importante para alcanzar una meta específica. Dentro de una práctica específica solo su declaración es un componente requerido del modelo. Las notas y su título asociado se consideran componentes informativos.

**Ejemplos de producto de trabajo:** son ejemplos de los resultados de la aplicación de las prácticas específicas. Estos son componentes informativos.

**Sub Prácticas:** las sub-prácticas son un componente informativo el cual provee guías para interpretar e implementar prácticas específicas o genéricas.

**Prácticas genéricas:** las prácticas genéricas se denominan de esta manera puesto que la misma práctica aplica a varias áreas de proceso. Las prácticas genéricas comprenden la descripción de una actividad que se considera importante para alcanzar una meta específica. Dentro de una práctica genérica solo su declaración es un componente requerido del modelo. Las notas y su título asociado se consideran componentes informativos.

### **3.2.2 Estructura de CMMI-Dev 1.3**

CMMI-Dev 1.3 Se encuentra estructurado en 21 áreas de procesos las cuales se agrupan en 4 áreas de gestión. La imagen Figura 11 muestra las áreas de gestión que maneja CMMI con sus respectivas áreas de proceso.

## CMMI Dev 1.3

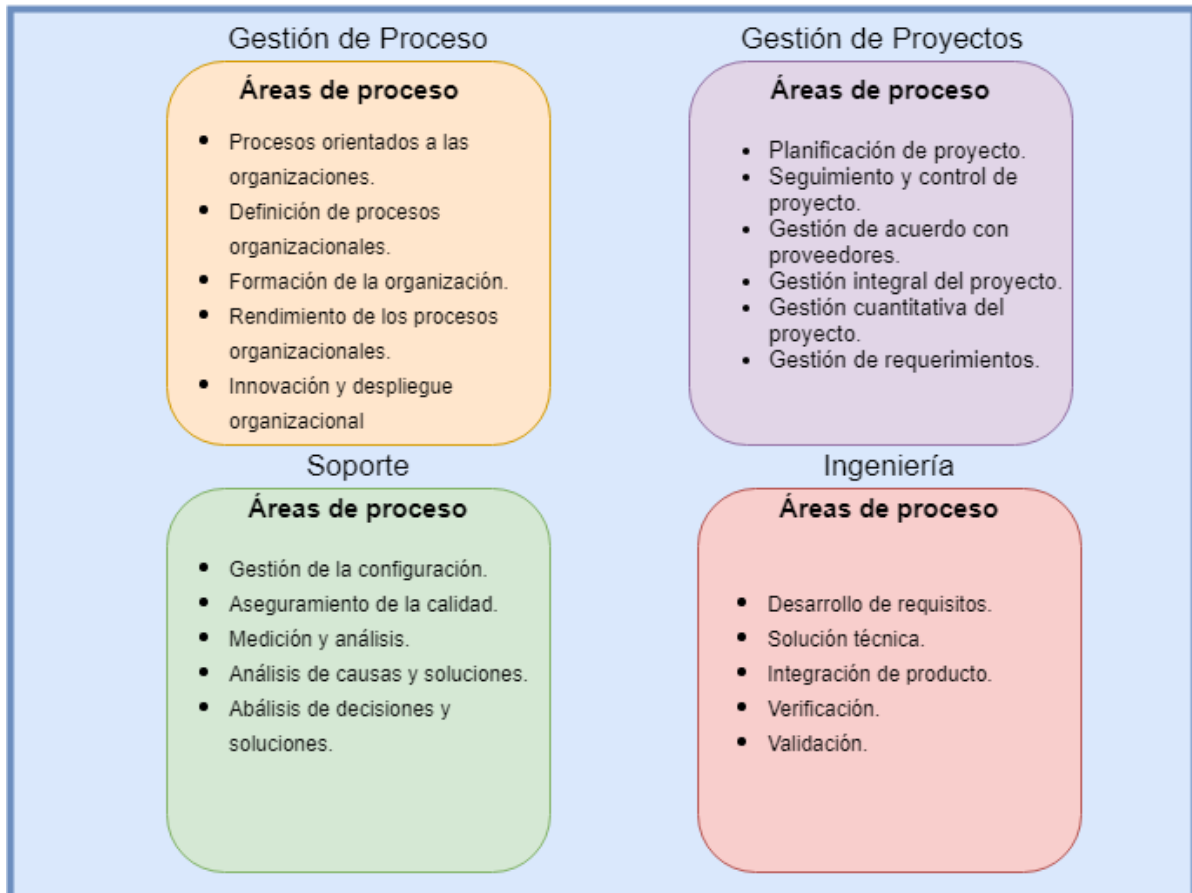


Figura 11. Áreas de gestión de CMMI-Dev 1.3

Las áreas de gestión de CMMI se describen a continuación:

**Gestión de Procesos:** contienen todas las áreas de proceso relacionadas a la gestión de procesos dentro de un proyecto. Esto incluye planificación, despliegue, implementación, monitorización, control, evaluación, medición y mejora de procesos

**Gestión de Proyectos:** contiene las áreas de proceso relacionadas con la planificación, monitorización y control del proyecto.

**Soporte:** dentro de este grupo se encuentran áreas de proceso que apoyan a otras áreas de proceso, por ejemplo, aseguramiento de la calidad de producto.

**Ingeniería:** en este grupo se encuentran las áreas de proceso relacionadas con las actividades de desarrollo y mantenimiento. Estas áreas de proceso se encuentran orientadas al desarrollo de cualquier producto ya sea software, hardware, servicios, entre otros.



Debido a que el área de gestión de Ingeniería reúne las áreas de proceso relacionadas con las actividades de desarrollo de software es donde se incorporaron los cambios para el modelo de calidad de JS

### 3.2.3 Cambios incorporados para el modelo de calidad

En esta sección se describen los cambios realizados al incorporar los criterios de calidad al modelo CMMI DEV. Los criterios de calidad encontrados se los añade a áreas de proceso relacionadas como muestra la Figura 12.



**Figura 12. Modificación de las áreas de proceso**

Los criterios de calidad de JS pueden modificar a los componentes informativos y los componentes esperados de un área de proceso.

### 3.2.4 Área de Ingeniería

Como se describió en la sección 3.2.2 Estructura de CMMI, el área de gestión de ingeniería agrupa las áreas de proceso relacionadas con el desarrollo de productos o servicios. Los criterios de calidad de proceso identificados se encuentran principalmente en las actividades de inicio de proyecto, levantamiento de requerimientos, diseño de la aplicación y pruebas por lo cual las áreas de proceso Ingeniería fueron modificadas.

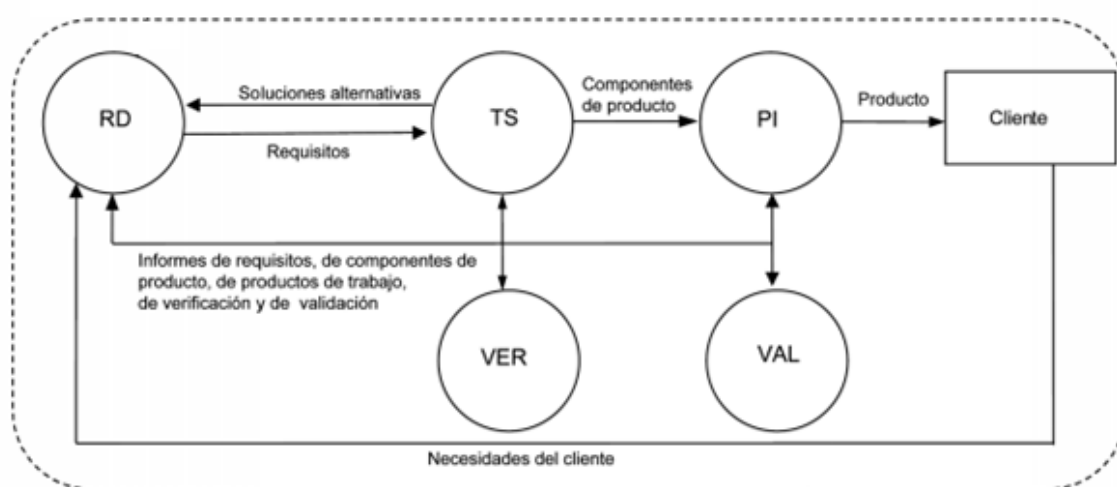
Las áreas de proceso del área de gestión de Ingeniería son las siguientes:

- Desarrollo de Requerimientos (RD)
- Solución Técnica (TS)
- Integración de Producto (PI)
- Validación (VAL)
- Verificación (VER)

Las necesidades del cliente son identificadas en el área de Desarrollo de Requerimientos (RD), estos requisitos se transforman en diseños en el área de proceso Solución Técnica

(TS), los diseños pueden brindar soluciones alternativas e identificar o modificar los requerimientos. El área de proceso Integración de Producto (PI) ensambla los componentes del producto obtenidos de área de TS en el producto final el cual es entregado al cliente. Las áreas de proceso Verificación (VER) y Validación (VAL) se encargan de probar el producto, tanto para verificar que lo que se está construyendo se encuentre de manera adecuada como validar la completitud de requerimientos y buen funcionamiento del producto.

La Figura 13 describe las interacciones que tienen cada una de las áreas de proceso dentro del grupo de Ingeniería.



**Figura 13. Área de gestión de Ingeniería**

Los procesos de ingeniería para el desarrollo de un JS educativo se aplican de manera iterativa. La buena práctica BP-07 orienta a construir el JS mediante un desarrollo iterativo orientado a construcción, prueba y refinamiento. Esto implica que los procesos del área de Ingeniería deben ser implementados de manera repetida en el producto antes de ser entregado al cliente.

A continuación, se realiza la descripción de modificaciones añadidas por área de proceso del área de gestión Ingeniería:

### 3.2.5 Área de proceso Desarrollo de Requerimientos.

#### a) Descripción general de los cambios realizados área de proceso:

Dentro de esta área de proceso se incorporan criterios de calidad que permitan definir de mejor manera los requisitos relacionados con un JS. Los JS educativos tienen componentes propios que los distinguen de otros productos de software como lo son la jugabilidad, el componente pedagógico, la estética del juego.

**b) Criterios de calidad añadidos al área:**

CPr-01. Identificación y análisis del problema

CPr-02. Definición del propósito del juego. Cuáles habilidades se desean adquirir. Objetivos de aprendizaje

CPr-03. Caracterización de los usuarios y del ambiente de aprendizaje

CPr-04. Definición y especificación de objetivos pedagógicos.

CPr-05. Elicitación de requerimientos pedagógicos del juego. Realizado junto a expertos.

CPr-06. Elicitación de requerimientos de usuarios finales.

CPr-07. Elicitación de requerimientos de los educadores.

CPr-08. Requerimientos de infraestructura.

CPr-09. Definición del tipo de videojuego.

CPr-10. Elicitación de expectativas del juego de los usuarios.

CPr-17. Verificación de los requerimientos por parte de los usuarios.

**c) Buenas Prácticas Relacionadas:**

BP-01 BP. Revisión de juegos similares para obtención de información relevante.

BP-03 BP. Uso de patrones de diseño o analítica de datos de juegos anteriores para obtener información relevante.

BP-04 BP. Uso de patrones de diseño de analítica de datos de juegos anteriores para obtener información relevante.

BP-05 BP. Definir los requerimientos serios y características de juego por separado.

BP-07 BP. Desarrollo iterativo orientado a diseño, construcción prueba y refinamiento.

BP-09 BP. Trazabilidad entre características del juego y objetivos pedagógicos.

BP-10 BP. Pruebas de validación continuas por parte de los usuarios mediante el uso de prototipos.

**c) Descripción de modificaciones por componente de área de proceso**

En la Tabla 19 se muestran las modificaciones realizadas al área de proceso

**Tabla 19. Tabla de resumen de modificaciones al área de proceso de Ingeniería**

| Componente de área de proceso modificada                            | Descripción del cambio   | Criterios de JS relacionados   |
|---|--|--|
| <b>Propósito</b>  | <p>Se extendió la descripción el propósito para evidenciar los objetivos del área el levantamiento de los requerimientos pedagógicos, requerimientos de los usuarios finales, requerimientos de los educadores, requerimientos de infraestructura y documentar las expectativas de los usuarios del JS.</p> <p>Adicionalmente se agregó una nota la cual define componentes del juego serio en base al marco de trabajo DPE.</p>   | CPr-05, CPr-06, CPr-07, CPr-08, CPr-10   |
| <b>Notas Introdutorias</b>  | <p>Se modificaron las notas introductorias para describir el levantamiento de requerimientos pedagógicos y las expectativas de los usuarios hacia el JS. Se incluyó la descripción de componentes de JS bajo DPE.</p> <p>Se incluyeron como actividades dentro del área de proceso: Investigación y documentación de juegos similares, Levantamiento de las expectativas del JS, definición del tipo de JS.</p> <p>Se describe a las actividades de levantamiento de requerimientos de pedagógicos y levantamiento de expectativas de juego como dos requerimientos separados.</p> <p>Se añadió en las descripciones de las metas específicas características de los JS.</p> <p>Descripción de la trazabilidad de las características de juego a requerimientos pedagógicos.</p> | CPr-01, CPr-02, CPr-03, CPr-04, CPr-05, CPr-06, CPr-07, CPr-08, CPr-09, CPr-10, BP-01, BP-02, BP-03, BP-05 |
| <b>Meta Especifica: SG 1 Desarrollar los requisitos del cliente</b> | Se modificó la declaración de la meta específica para incluir recopilación de las necesidades pedagógicas, objetivos pedagógicos, expectativas de jugabilidad.   | CPr-05, CPr-06, CPr-07, CPr-08, CPr-10   |
| <b>SP 1.1 Educir las necesidades</b>                                | <p>Se modificó la declaración de la práctica específica para resaltar la necesidad de caracterizar el ambiente de aprendizaje que incluye educir las necesidades pedagógicas, necesidades de los educadores, objetivos educativos, expectativas de jugabilidad.</p> <p>Se incluye como forma de educir las necesidades, la investigación de proyectos similares.</p> <p>Se incluye como forma de educir las necesidades, la información analítica de proyectos anteriores.</p> <p>Se resalta la importancia de la construcción de prototipo como mecanismo para levantar necesidades, así como el uso de reuniones participativas y el estudio de proyectos anteriores.</p>  | CPr-01, CPr-02, CPr-03, CPr-04, BP-01, BP-03, BP-10  |

| Componente de área de proceso modificada   | Descripción del cambio  | Criterios de JS relacionados                                |
|--|---|---|
|  | <p>Se añadieron las siguientes sub prácticas:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Investigar proyectos similares o anteriores</li> <li>2. Caracterizar el ambiente de aprendizaje</li> <li>3. Educir las necesidades de los usuarios finales (estudiantes).</li> <li>4. Educir las necesidades de los educadores.</li> <li>5. Educir las necesidades pedagógicas para el juego educativo, realizado junto a expertos.</li> <li>6. Educir los objetivos educativos o habilidades que se pretende alcanzar a través del juego.</li> <li>7. Educir las expectativas del juego de los distintos usuarios (experiencia de usuario, mecánicas y dinámicas, arte).</li> <li>8. Educir las expectativas y restricciones.</li> </ol>                                       |   |
| <p><b>SP 1.2 Transformar las necesidades de las partes interesadas en requisitos del cliente</b></p> | <p>Se modificó la declaración de la práctica en la cual se detalla que las necesidades identificadas se transforman en requisitos pedagógicos, expectativas y restricciones del juego, requerimientos de usuarios finales, requerimientos de los educadores, requerimientos de infraestructura.</p> <p>Se añadió en la descripción de la práctica ejemplos de producto de trabajo requisitos pedagógicos, expectativas de jugabilidad de juego serio. Se añadieron las sub prácticas:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mantener una priorización de requisitos pedagógicos.</li> <li>2. Priorizar los requerimientos de profesores, usuarios e infraestructura</li> <li>3. Mantener una priorización de las expectativas y restricciones del juego.</li> </ol> | <p>CPr-05, CPr-06, CPr-07, CPr-08, CPr-10</p>               |
| <p><b>Meta Específica: SG 2 Desarrollar los requisitos de producto</b></p>                           | <p>Se modificó la declaración de la meta específica para incluir la elaboración de los requisitos de producto en base a los requisitos de usuarios, educadores, requisitos pedagógicos y expectativas de jugabilidad.</p>   | <p>CPr-04, CPr05, CPr-06, CPr-07, CPr-08, CPr-10</p>        |
| <p><b>SP 2.1 Establecer los requisitos de producto</b></p>   | <p>Se modificó la declaración de la práctica específica para incluir los requisitos de usuarios, educadores, requisitos pedagógicos y expectativas de jugabilidad.</p>  | <p>CPr-04, CPr05, CPr-06, CPr-07, CPr-08, CPr-10</p>        |
| <p><b>SP 2.2 Asignar los Requisitos de componente de producto</b></p>                                | <p>Se añadió a la descripción de la práctica específica la trazabilidad de requerimientos y componentes: se debe considerar realizar un mapeo de los requerimientos y expectativas obtenidas a cada una de los componentes definidos del producto. Se puede tomar como base DPE y añadir los componentes</p>  | <p>CPr-04, CPr05, CPr-06, CPr-07, CPr-08, CPr-10, BP-09</p> |

| Componente de área de proceso modificada                           | Descripción del cambio   | Criterios de JS relacionados |
|--|--|------------------------------|
| <b>SP 3.3 Analizar los requisitos</b>                              | Se añaden las sub prácticas de análisis de requerimientos pedagógicos realizado junto a expertos y análisis de las expectativas del juego de los usuarios y la compatibilidad con los objetivos pedagógicos  | CPr-05, CPr-09, CPr-04.      |
| <b>SP 3.4 Analizar los requisitos para conseguir un equilibrio</b> | Se resalta la importancia de la construcción de prototipos para validar que los requerimientos y expectativas del juego estén acorde a lo esperado.<br>Se añade la sub práctica, evaluar las expectativas del cliente en base a la infraestructura tecnológica que posee.              | CPr-08, BP-10                |
| <b>SP 3.5 Validar los requisitos</b>                               | Se resalta la importancia de la construcción de prototipos para validar que los requerimientos y expectativas del juego estén acorde a lo esperado.<br>Se debe pensar que los requisitos pedagógicos deben ser evaluados por expertos y las expectativas de juego por usuarios finales | CPr-17, BP-10                |

### 3.2.6 Área de proceso Solución Técnica.

#### a) Descripción general de los cambios realizados área de proceso:

Dentro de la solución técnica se diseñan y construyen los componentes del producto. Se incorporaron criterios que permitieran tener una idea más clara del diseño de los componentes realizados con un JS. Además, se destaca la incorporación de dos extensiones de áreas de proceso las cuales sirven para diseñar la jugabilidad y la estética del juego.

#### b) Criterios de calidad añadidos al área:

CPr-11. Documentación del diseño de videojuego. Definición de escenario personajes, historia, arquitectura, arte.

CPr-12. Definición de contenidos y actividades serias.

CPr-13. Diseño de mecánicas y dinámicas ajustadas a los requerimientos pedagógicos

CPr-14. Diseño de estética del juego ajustada a las características de los usuarios y requerimientos pedagógicos.

CPr-15. Diseño del sistema de retroalimentación de datos al usuario.

CPr-16. Diseño de la capa de evaluación del juego.

CPr-17. Verificación de los requerimientos por parte de los usuarios.

#### c) Criterios de calidad del Producto Relacionados

CP-01 Aprendibilidad

CP-02 Operatividad

CP-03 Estética de la interfaz

CP-04 Accesibilidad

CP-05 Diversión

CP-06 Satisfacción

CP-07 Balance

CP-08 Atractividad

**d) Buenas Prácticas Relacionadas:**

BP-06 BP. Diseño participativo entre usuarios finales, expertos en la temática seria y desarrolladores de videojuegos

BP-07 BP. Desarrollo iterativo orientado a diseño, construcción prueba y refinamiento

**e) Descripción de modificaciones por componente de área de proceso**

En la Tabla 20 se muestran las modificaciones realizadas al área de proceso

**Tabla 20. Modificaciones realizadas al área de proceso**

| <b>Componente de área de proceso modificada</b> | <b>Descripción del cambio</b>   | <b>Criterios de JS relacionados</b>                                |
|---|---|--|
| <b>Propósito</b>                                | Se extendió la descripción del propósito para incluir el diseño y construcción de las actividades serias jugabilidad ajustada a los requerimientos pedagógicos, estética ajustada a los requerimientos de usuario, diseño de sistemas de retroalimentación.   | CPr-11, CPr-12, CPr-13, CPr-14, CPr-15, CRr-16                     |
| <b>Notas Introdutorias</b>                      | Se modificó la descripción de las notas introductorias, detallando el diseño de los componentes del juego los cuales implican: <ul style="list-style-type: none"><li>• Diseño y construcción de las actividades serias.</li><li>• Diseño y construcción de jugabilidad ajustada a los requerimientos pedagógicos</li><li>• Diseño y construcción de estética ajustada a los requerimientos de usuario,</li><li>• Diseño y construcción diseño de sistemas de retroalimentación.</li></ul> Se modificó la descripción de las notas introductorias, enfatizando el uso de prototipos para la construcción de los diseños de los componentes del videojuego y el proceso iterativo que esto implica.<br><br>Se modificó la descripción de las notas introductorias, enfatizando el diseño participativo entre los involucrados.<br><br>Se extendió la SP 2.1 en: <ul style="list-style-type: none"><li>• SP 2.1 A Diseño de las mecánicas y dinámicas</li><li>• SP 2.1 B Diseño de estética del videojuego</li></ul> | CPr-11, CPr-12, CPr-13, CPr-14, CPr-15, CRr-16<br><br>BP-07, BP-06 |

| Componente de área de proceso modificada                      | Descripción del cambio   | Criterios de JS relacionados                                     |
|---|--|--|
| <b>Meta Específica: SG 2 Desarrollar el diseño</b>            | <p>Se modificó la declaración de la meta específica para incluir la realización del diseño tomando en cuenta componentes del DPE y los criterios de calidad. Lo cual incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definición de contenidos y actividades serias.</li> <li>• Diseño de mecánicas ajustadas a los requerimientos pedagógicos</li> <li>• Diseño de estética del juego ajustada a las características de los usuarios y requerimientos pedagógicos.</li> </ul>  | CPr-12, CPr-13, CPr-14,  |
| <b>SP 2.1 A Diseño de las mecánicas y dinámicas del juego</b> | <p>Se añadió una práctica específica que extiende del diseño de componentes del producto. En esta se enfatiza el diseño de las mecánicas.</p> <p>Dentro del diseño detallado de mecánicas y dinámicas puede incluir:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño de la estructura del juego, niveles progresiones, entrega de contenido, retroalimentación.</li> <li>• Diseño de las mecánicas y dinámicas</li> <li>• Diseño de los objetos no controlados por el jugador</li> <li>• Diseño de ambientes</li> </ul> <p>Se considera para el diseño de mecánicas características de producto como: Aprendibilidad, Operatividad, Accesibilidad, Balance</p> <p>Se añadieron los productos de trabajo diseño de jugabilidad, diseño detallado de juego serio.</p> <p>Se añade en la descripción la importancia de realizar un diseño participativo junto a expertos y usuarios</p> | CPr-13, CPr-15, CPr-16, CP-01, CP-02, CP-04, CP-05, CP-07, BP-06 |
| <b>SP 2.1 B Diseño del arte del videojuego</b>                | <p>Se añadió una práctica específica que extiende del diseño de componentes del producto. En esta se enfatiza el diseño del arte del videojuego.</p> <p>Dentro del diseño detallado de arte se incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño arte de personajes</li> <li>• Diseño arte de escenarios</li> <li>• Diseño arte grafico</li> <li>• Sonidos, Música</li> </ul> <p>Se considera para el diseño del arte características de producto como: Estética de la interfaz, Satisfacción, Atractividad, Accesibilidad</p> <p>Se añadieron los productos de trabajo arte conceptual y diseño detallado del juego serio.</p> <p>Se añade en la descripción la importancia de realizar un diseño participativo junto a expertos y usuarios</p>  | CPr-14, CPr-12, BP-06  |



### 3.2.7 Área de proceso Integración de Producto.

#### a) Descripción general de los cambios realizados área de proceso:

La integración del producto comprende las actividades de integración de componentes de producto. Las actividades de integración dependen de los componentes definidos en el área de proceso de Solución Técnica. Antes de la entrega del producto se debe verificar que los contenidos instruccionales estén de acuerdo a lo definido en el área de Solución Técnica y cumpla con los requisitos definidos en el área de Desarrollo de Requisitos.

#### b) Criterios de calidad añadidos al área:

CPr-11. Documentación del diseño de videojuego. Definición de escenario personajes, historia, arquitectura, arte.

CPr-12. Definición de contenidos y actividades serias.

CPr-13. Diseño de mecánicas y dinámicas ajustadas a los requerimientos pedagógicos

CPr-14. Diseño de estética del juego ajustada a las características de los usuarios y requerimientos pedagógicos.

CPr-15. Diseño del sistema de retroalimentación de datos al usuario.

CPr-16. Diseño de la capa de evaluación del juego.

CPr-18 Pruebas de usuario para el control pedagógico. Pruebas realizadas por expertos

#### c) Buenas Prácticas Relacionadas:

BP-07 BP. Desarrollo iterativo orientado a diseño, construcción prueba y refinamiento

BP-10 BP. Pruebas de validación continuas por parte de los usuarios mediante el uso de prototipos.

#### d) Descripción de modificaciones por componente de área de proceso

En la tabla 21 se muestran las modificaciones realizadas al área de proceso.

Tabla 21. modificaciones realizadas al área de proceso

| Componente de área de proceso modificada | Descripción del cambio   | Criterios de JS relacionados                   |
|--|--|--|
| <b>Propósito</b>                         | Se extendió la descripción del propósito para incluir la integración de actividades serias, contenidos pedagógicos, arte, la jugabilidad, la capa de evaluación y los sistemas de retroalimentación de datos | CPr-11, CPr-12, CPr-13, CPr-14, CPr-15, CRr-16 |
| <b>Notas Introdutorias</b>               | Se modificó la descripción de las notas introductorias, para resaltar la integración de los distintos componentes de un JS: Integración del contenido educativo y actividades                                | CPr-11, CPr-12, CPr-13,                        |

| Componente de área de proceso modificada   | Descripción del cambio   | Criterios de JS relacionados               |
|--|--|--|
|  | educativas, integración de los artes del videojuego, la integración de la jugabilidad  | CPr-14, CPr-15, CRr-16<br><br>BP-07, BP-06 |
| <b>Meta Especifica: SG 3 Ensamblar los componentes de producto y entregar el producto</b>    | Se modificó el propósito en el cual se ensamblas los componentes de videojuego y se entrega el producto verificado.<br>Se incluyen como componentes: Integración del contenido educativo y actividades educativas, integración de los artes del videojuego, la integración de la jugabilidad | CPr-12, CPr-13, CPr-14, CPr-17.            |
| <b>SP 3.1 Confirmar la disponibilidad de los componentes de producto para la integración</b> | Se añade como sub práctica la verificación de los componentes educativos por parte de un experto en la temática y la verificación de los componentes por usuarios finales<br>Se añade como producto de trabajo las evaluaciones de prototipos  | CPr-18, BP-07, BP-10                       |

### 3.3 Conclusión del capítulo

En el Capítulo 3 se incorporaron los criterios de calidad al modelo CMMI-Dev 1.3 formando el modelo de calidad para el desarrollo de JS. Se inició el capítulo con el análisis de modelos de calidad de proceso, de este análisis se seleccionó CMMI-Dev 1.3 como el modelo base. Con CMMI-Dev 1.3 como el modelo base se añadieron los criterios de calidad y buenas prácticas a las áreas de proceso correspondiente de esta manera extendiendo el modelo.

En el siguiente capítulo se aplica el modelo en la evaluación de un proyecto de desarrollo de JS.

## 4. EVALUACIÓN DE PROCESOS USANDO EL MODELO DE CALIDAD

Con el fin de presentar la aplicación del modelo de calidad para la evaluación de procesos se realizará la evaluación de un proyecto de JS.

Antes de realizar la evaluación del proceso se describirán algunos conceptos de CMMI, para la evaluación.

### 4.1 Representaciones continuas y por etapas de CMMI

Dentro de CMMI existen dos tipos de representaciones mediante los cuales se puede realizar la mejora y evaluación de procesos, representación continua y representación escalonada.

#### 4.1.1 Representación Continua

La representación continua, ver Figura 14 se enfoca en la mejora de procesos relacionados a un área de proceso. Esta representación permite a las organizaciones mejorar de manera incremental sus procesos. El uso de la representación continua permite alcanzar “niveles de capacidad”.

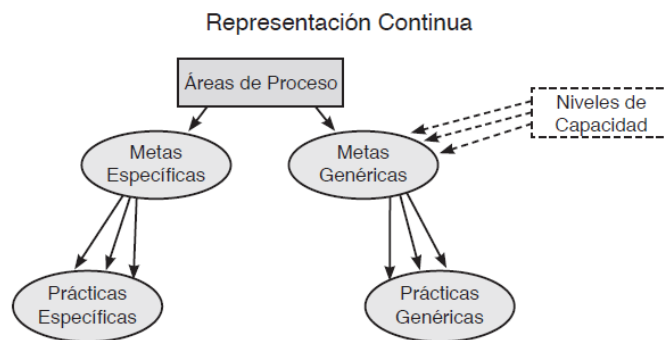
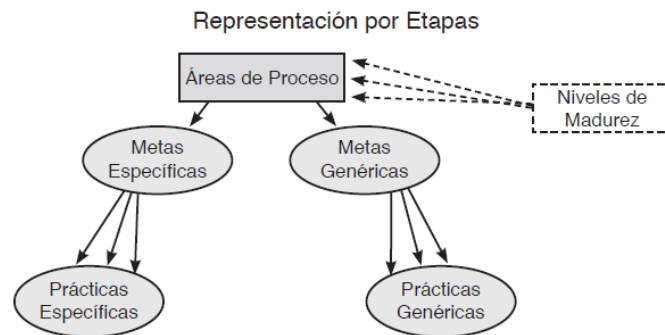


Figura 14. Representación continua

Los niveles de capacidad se refieren al seguimiento a la mejora de procesos de una organización en áreas de proceso individuales. Estos niveles son un medio para mejorar de forma incremental los procesos que corresponden a un área de proceso dada. Los cuatro niveles de capacidad se numeran del 0 al 3.

### 4.1.2 Representación por Etapas

La representación por etapas permite mejorar un conjunto de procesos relacionados. Busca el cumplimiento de las metas específicas por nivel, ver Figura 15, ubicando a la organización en un nivel de madurez. Las áreas de proceso al ser implementadas colectivamente satisfacen un conjunto de objetivos.



**Figura 15. Representación Continua**

Los niveles de madurez se refieren a la mejora de procesos de una organización en múltiples áreas de proceso. Estos niveles son un medio para mejorar los procesos correspondientes a un conjunto dado de áreas de proceso (es decir, nivel de madurez). Los cinco niveles de madurez se numeran del 1 al 5. Los niveles de madurez se miden por el logro de las metas genéricas y específicos que se aplican a cada conjunto predefinido de áreas de proceso.

Realizar una evaluación con CMMI implica establecer de manera continua o por etapas en qué nivel de capacidad o madurez se encuentran los procesos. Usar alguno de los dos enfoques depende de las metas que se definan en una organización.

## 4.2 Evaluación con CMMI

Una evaluación con CMMI es un examen de uno o más procesos realizados por personal calificado usando un modelo de referencia como base para determinar las fortalezas y debilidades de los procesos.

La evaluación implica una planificación de la misma orientada a los objetivos organizacionales. En ella se selecciona el alcance de la evaluación, la representación y las áreas de proceso a evaluarse. Como este estudio busca mostrar la aplicación del modelo de

calidad seleccionado se usa una representación continua y se toma en cuenta las áreas de proceso modificadas, es decir:

- Desarrollo de Requisitos
- Solución Técnica
- Integración de Producto

La evaluación se aplicó al desarrollo del JS Polhibou. Polhibou es un JS educativo en el cual profesores pueden parametrizar preguntas acerca de una temática con respuestas de opción múltiple. Los estudiantes o jugadores son desafiados a responder estas preguntas. Polhibou provee dos modos de juego: el primero es un desafío individual en el cual cada participante responde las preguntas teniendo como meta obtener 5 estrellas por cada desafío.

El otro modo de juego se realiza en equipos, en tiempo real, donde las respuestas correctas permiten avanzar al equipo en un tablero. La victoria la obtiene el equipo que llegue primero al tablero.

La evaluación la realizó la Ing. Belén Quishpe una de las desarrolladoras del juego serio. Una plantilla fue provista la cual contenía preguntas que evaluaban el cumplimiento de prácticas específicas de las áreas de proceso. La plantilla puede encontrarse en el ANEXO

#### 4.2.1 Evaluación del área de proceso Desarrollo de Requisitos.

La Tabla 22 muestra los resultados de la evaluación realizada en el área de proceso desarrollo de requisitos.

**Tabla 22. Resultados de evaluación del área de proceso desarrollo de requisitos**

| <b>Área de Proceso Desarrollo de Requisitos</b> |   |                   |                           |
|---|---|-------------------|---------------------------|
| <b>Prácticas</b>                                | <b>Preguntas</b>  | <b>Respuestas</b> | <b>Total Cumplimiento</b> |
| <b>SP1.1</b>                                    | SP1.1 ¿Se realizó una caracterización del ambiente de aprendizaje? (Ej. Nivel de estudios, relación profesor alumno, problemas del aprendizaje actual, edad alumnado entre otros) | Si                | 100                       |
|   | SP1.1 ¿Se levantaron las necesidades de los estudiantes, educativas y relacionadas al juego serio?  | Si                |                           |
|   | SP1.1 ¿Se levantaron las necesidades de los educadores educativas y relacionadas al juego serio?  | Si                |                           |
|   | SP1.1 ¿Se levantaron las expectativas de los usuarios en cuanto a jugabilidad, arte y experiencia, historia de juego?   | Si                |                           |

| <b>Área de Proceso Desarrollo de Requisitos</b> |  |                   |                           |
|---|--|-------------------|---------------------------|
| <b>Prácticas</b>                                | <b>Preguntas</b>   | <b>Respuestas</b> | <b>Total Cumplimiento</b> |
|   | SP1.1 ¿Se levantaron los objetivos de aprendizaje o las habilidades que se desea adquirir con el juego?  | Si                |                           |
| <b>SP1.2</b>                                    | SP1.2 ¿Se transformaron las necesidades educativas y de los usuarios en requisitos pedagógicos?  | Si                | 66.7                      |
|   | SP1.2 ¿Se transformaron las expectativas de los usuarios en cuanto a jugabilidad, arte, experiencia de juego en un documento de expectativas?        | No                |                           |
|   | SP1.2 ¿Se transformaron las necesidades de los docentes y estudiantes en requisitos priorizados?   | Sí                |                           |
| <b>SP2.1</b>                                    | SP2.1 ¿Se elaboraron los requisitos técnicos del JS en base a los requisitos pedagógicos y requisitos de docentes y estudiantes?                     | Si                | 100                       |
| <b>SP2.2</b>                                    | SP 2.2 ¿Se asignaron los requisitos a componentes del juego (jugabilidad, capa seria, historia, arte)?   | Si                | 100                       |
| <b>SP2.3</b>                                    | SP 2.3 ¿Se identificaron los requisitos de la Interfaz?  | Si                | 100                       |
| <b>SP3.1</b>                                    | SP 3.1 ¿Se establecieron los conceptos de operación del producto, es decir el ambiente de instalación, el mantenimiento de la aplicación?            | Si                | 100                       |
| <b>SP3.2</b>                                    | SP 3.2 ¿Se identificó un conjunto de atributos de calidad para el producto?  | Si                | 100                       |
| <b>SP3.3</b>                                    | SP 3.3 ¿Se realizó un análisis junto a expertos para determinar si los requisitos pedagógicos son suficientes y necesarios?                          | No                | 0                         |
|   | SP 3.3 ¿Se realizó el análisis para determinar si las expectativas de usuarios en cuanto a jugabilidad, historia, arte son alcanzables y necesarias? | No                |                           |
| <b>SP3.4</b>                                    | SP 3.4 ¿Se realizó un balancearon y ajustaron los requerimientos mediante el uso de prototipos?  | Si                | 100                       |
| <b>SP3.5</b>                                    | SP 3.5 ¿Expertos validaron que el juego cumpla los requerimientos pedagógicos?   | No                | 0                         |

### **Análisis de resultados de la evaluación al área de proceso Desarrollo de Requisitos.**

Los resultados de la evaluación muestran posibilidades de mejora en relación a validación de requisitos por parte de expertos educativos que puedan revelar requerimientos adicionales. También, se recomienda la documentar de expectativas de usuarios para tener un referente de lo que estudiantes u otros involucrados esperan del juego.

#### 4.2.2 Evaluación del área de proceso Solución Técnica.

La Tabla 23 muestra los resultados de la evaluación realizada en el área de proceso solución técnica.

**Tabla 23. Resultados de evaluación del área de proceso Solución Técnica**

| <b>Área de Proceso Solución Técnica</b> |  |                   |                           |
|---|--|-------------------|---------------------------|
| <b>Prácticas</b>                        | <b>Preguntas</b>   | <b>Respuestas</b> | <b>Total Cumplimiento</b> |
| <b>SP 1.1</b>                           | SP 1.1 ¿Se identificaron soluciones varias soluciones alternativas?  | Si                | 100                       |
| <b>SP 2.1</b>                           | SP 2.1 A ¿Se realizó un diseño detallado del juego serio refiriendo a jugabilidad que incluye la visión global del juego y como se entrega el contenido educativo? | Si                | 50                        |
|   | SP 2.1 B ¿Se realizó un diseño detallado referente al arte del videojuego que incluye los efectos visuales, sonidos?   | No                |                           |
| <b>SP 2.2</b>                           | SP 2.2 ¿Se establecieron un paquete de datos técnicos para facilitar al desarrollador el uso del diseño?   | No                | 0                         |
| <b>SP 2.3</b>                           | SP 2.3 ¿Se establecieron criterios para la definición de las interfaces?   | No                | 0                         |
| <b>SP 3.1</b>                           | SP 3.1 ¿Se realizó la implementación del juego, de manera iterativa probando con usuarios cada iteración?  | Si                | 100                       |
| <b>SP 3.2</b>                           | SP 3.2 ¿Se realizó documentación de soporte que incluya manuales para el uso del juego dentro del aula, manual de jugador?   | Si                | 100                       |

#### **Análisis de resultados de la evaluación al área de proceso Solución Técnica.**

Los resultados de la evaluación muestran posibilidades de mejora en relación al diseño del arte y de las interfaces. También se puede realizar documentación que defina datos técnicos que permitan a los desarrolladores un mejor entendimiento de los requisitos de la interfaz.

#### 4.2.3 Evaluación del área de proceso Integración de Producto.

La Tabla 22 muestra los resultados de la evaluación realizada en el área de proceso solución técnica.

**Tabla 24. Resultados de evaluación del área de proceso Integración de Producto**

| <b>Área de Proceso Integración de Producto</b> |   |                   |                           |
|--|---|-------------------|---------------------------|
| <b>Prácticas</b>                               | <b>Preguntas</b>  | <b>Respuestas</b> | <b>Total Cumplimiento</b> |
| <b>SP 1.1</b>                                  | SP 1.1 ¿Se establecieron criterios de integración del producto como disponibilidad de servidores, diferenciación del entorno de pruebas y el entorno de producción, tiempo en que se demoró la integración? | No                | 0                         |
| <b>SP 1.2</b>                                  | SP 1.2 ¿Se mantuvo un entorno para la integración del producto determinando criterios para la misma?  | Si                | 100                       |
| <b>SP 1.3</b>                                  | SP 1.3 ¿Se mantuvieron criterios para la integración de componentes? Por ejemplo criterios validación por parte de usuarios para aceptación de pruebas  | Si                | 100                       |
| <b>SP 2.1</b>                                  | SP 2.1 ¿Se revisó la completitud de las interfaces para la integración?   | Si                | 100                       |
| <b>SP 2.2</b>                                  | SP 2.2 ¿Se manejó y documento cambios en la interfaz producto de cambios en los requerimientos?   | Si                | 100                       |
| <b>SP 3.1</b>                                  | SP 3.1 ¿Se evaluaron los componentes del juego serio previo a la integración? Componentes educativos, jugabilidad, arte.  | No                | 0                         |
|  | SP 3.1 ¿Expertos validaron los componentes educativos?  | No                |                           |
| <b>SP 3.2</b>                                  | SP 3.2 ¿Se mantuvo una estrategia para la integración del producto documentando las configuraciones y cambios realizados por cada integración?  | No                | 0                         |
| <b>SP 3.3</b>                                  | SP 3.3 ¿Se evaluaron las interfaces integradas asegurando su compatibilidad?  | Si                | 100                       |
| <b>SP 4.1</b>                                  | SP 4.1 ¿Se realizó una preparación en el sitio de la instalación para entrega de producto?  | Si                | 100                       |
|  | SP 4.1 ¿Se instaló el producto y comprobó su funcionamiento? Se entregó la documentación respectiva al uso  | Si                | 100                       |

**Análisis de resultados de evaluación del área de proceso Integración del Producto.**

Los resultados de la evaluación muestran posibilidades de mejora en relación a la implementación del proyecto en el ambiente de producción. Actividades como la documentación de las diferencias entre el ambiente de desarrollo permitirán disminuir tiempos en la entrega e instalación del producto.



#### **4.2.4 Conclusiones de la evaluación.**

La evaluación permite ver cómo se aplica el modelo propuesto para la evaluación de los procesos de software. El modelo permite detectar áreas de mejora encaminadas a desarrollo de JS. No obstante, no todas las recomendaciones de mejora se encuentran relacionadas con los criterios de calidad de JS si no con criterios de calidad de desarrollo de software en general. Es necesario entonces determinar cuáles de estas prácticas son necesarias, opcionales o no corresponden a los JS.

#### **4.3 Conclusión del Capítulo:**

En el capítulo 4 se usó el modelo propuesto para evaluar el desarrollo de un JS. Dentro del capítulo se describieron algunas características de la evaluación con CMMI. Se estableció un sencillo protocolo de evaluación que permitiera evaluar el proceso de desarrollo de un JS. La evaluación se realizó considerando las áreas de proceso modificadas, las cuales mostraron como el modelo permite encontrar posibilidades de mejora. Adicionalmente, la evaluación mostro la necesidad de evaluar las demás prácticas de CMMI para determinar cuáles de ellas son necesarias, opcionales o no corresponden al desarrollo de JS.

## 5. CONCLUSIONES

- Se propuso un modelo de calidad para el desarrollo de juegos serios educativos el cual extiende el modelo CMMI-Dev 1.3 incorporando criterios de calidad y buenas practicas obtenidas de estudios de juegos serios y proyectos de desarrollo de juegos serios.
- Gracias a la revisión de literatura se pudieron identificar varios criterios y buenas prácticas asociadas a la calidad del proceso de desarrollo de juegos serios educativos. Estos criterios constituyeron la base para poder construir el modelo de calidad. La propuesta modifico los componentes de las áreas de proceso: Desarrollo de Requerimientos, Solución Técnica e Integración de Producto.
- Gran parte de los criterios de calidad de proceso se encuentra relacionado con el levantamiento de requerimientos y el diseño del juego serio. Esto se debe a que gran parte de los estudios identificados se encuentran orientados a mejorar el diseño de juegos serios.
- Los criterios de calidad obtenidos del estudio de proyectos son similares a los obtenidos por la revisión de literatura. Destacan en ellos criterios adicionales como la necesidad de conformación de equipos de desarrollo y un equipo contraparte el cual valide el juego.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] WePC, 03 2019. [En línea]. Available: <https://www.wepc.com/news/video-game-statistics/>.
- [2] Statista, 3 2018. [En línea]. Available: <https://www.statista.com/statistics/273829/average-game-hours-per-day-of-video-gamers-in-selected-countries/>.
- [3] K. Sanford, L. J. Starr, L. Merkel y S. B. Kurki, «Serious games: video games for good?,» *E-Learning and Digital Media*, vol. 12, nº 1, pp. 90-106, Enero 2015.
- [4] T. Susi, M. Johannesson y P. Backlund, «Serious Games – An Overview,» 2007.
- [5] M. Zyda, «From visual simulation to virtual reality to games,» *Computer*, vol. 38, nº 9, pp. 25 - 32, Septiembre 2005.
- [6] B. M. Iglesias, C. Fernández-Vara y B. Fernández-Manjón, «E-Learning Takes the Stage: From La Dama Boba to a Serious Game,» *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, pp. 197 - 204, 2013.
- [7] P. Wouters, E. van der Spek y H. van Oosdendorp, «Current practices in serious game research: A review from a learning outcome perspective,» *Games-Based Learning Advancements for Multi-Sensory Human Computer Interfaces: Techniques and Effective Practices*, 2009.
- [8] Statista, «Serious games market revenue worldwide 2018-2023,» [En línea]. Available: <https://www.statista.com/statistics/733616/game-based-learning-industry-revenue-world/>. [Último acceso: 10 Marzo 2019].
- [9] MarketsandMarkets, «SERIOUS GAME MARKET,» [En línea]. Available: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/serious-game-market-67640395.html>. [Último acceso: 26 Octubre 2017].
- [10] B. Sinclair, «Serious games stigmatized in and out of the industry, says Schell,» 30 Mayo 2013. [En línea]. Available: <http://www.gamesindustry.biz/articles/2013-05-30-serious-games-stigmatized-in-and-out-of-the-industry-says-schell>. [Último acceso: 26 Octubre 2017].

- [11] M. Ulicsak y M. Wright, «Games in Education: Serious Games,» 01 Junio 2010. [En línea]. Available: <https://www.nfer.ac.uk/games-in-education-serious-games/>.
- [12] R. Prieto, N. Medina-Medina, R. Montes, A. Mora y F. L. Vela, «Designing educational games: Key elements and methodological approach,» de *2017 9th International Conference on Virtual Worlds and Games for Serious Applications (VS-Games)*, Athens, 2017.
- [13] T. Sevasti y K. Ilias, «Serious games design: A mapping of the problems novice game designers experience in designing games,» *Journal of e-Learning and Knowledge Society*, 2015.
- [14] M. Begg, «Leveraging game-informed healthcare education,» *Medical Teacher* , pp. 155-158, 2008.
- [15] E. Bethke, Game development and production, Texas: Wordware Publishing, Inc., 2003.
- [16] J. Vargas, L. Garcia-Mundo, M. Genero y M. Piattini, «A systematic mapping study on serious game quality,» *Proceedings of the 18th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering*, 2014.
- [17] M. Alshammri, «Problems in Software Quality Assurance and Reasons,» *IJCSI International Journal of Computer Science Issues*, 2013.
- [18] N. SLAVEK y K. ., B. D. NENADIĆ, «Software Quality Metric System (SQMS),» de *MITIP 2008*, Praga, 2008.
- [19] S. Srivastava y A. Awasthi, «SOFTWARE PROCESS IMPROVEMENT,» *VSRD International Journals*, pp. 2231-2471, 2014.
- [20] S. Wagner, Software Product Quality Control, Stuttgart: Springer, 2013.
- [21] M. Callejas-Cuervo, A. Alarcon-Aldana y A. Alvarez-Carreno, «Modelos de calidad del software, un estado del arte,» *Entramado*, pp. 236-250, 2016.
- [22] J. Tate, *Software Process Quality Models*, 2003.
- [23] D. Michael y S. Chen, Serious Games: Games that educate, train, and inform, Boston: Thompson Course Technology, 2006.
- [24] B. Winn, «The Design, Play and Experience Framework,» *Handbook on Research on Effective Electronic Gaming Education*, vol. 3, pp. 1010-1024, 2009.

- [25] L. Garcia-Mundo, M. Genero y M. Piattini, «Towards a Construction and Validation of a Serious Game Product Quality Model,» de *2015 7th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications (VS-Games)*, Skovde, 2015.
- [26] L. K. Putera Suryapranata, B. Soewito, G. Putra Kusuma, F. Lumban Gaol y H. L. Hendric Spits Warnars, «Quality measurement for serious games,» de *2017 International Conference on Applied Computer and Communication Technologies (ComCom)*, Jakarta, Indonesia, 2017.
- [27] S.-J. Y. Yoon y H.-S. Park, «Development of a Quality Evaluation Standard for Educational Serious Games,» *Journal of information and communication convergence engineering*, pp. 103-111, 2013.
- [28] A. Barajas Saavedra, F. J. Alvarez Rodriguez, J. Munoz Arteaga, R. Santaolaya Salgado, C. A. Collazos Ordonez y J. A. Hurtado Alegria, «Verification and Validation Model for Short Serious Game Production,» *IEEE Latin America Transactions*, pp. 2007-2012, 2016.
- [29] E. Amengual Alcover, A. Jaume-i-Capó y B. Moyà-Alcove, «PROGame: A process framework for serious game development for motor rehabilitation therapy,» *Plos one*, pp. 1-2, 2018.
- [30] B. Kitchenham, «Procedures for Performing Systematic Reviews,» UK, 2004.
- [31] K. Kiilia, S. de Freitas, S. Arnab y T. Lainemac, «The Design Principles for Flow Experience in Educational Games,» *Procedia Computer Science*, pp. 78-91, 2012.
- [32] I. T. Paraskevopoulos, E. Tseklevs, C. Craig, C. Whyatt y J. Cosmas, «Design guidelines for developing customised serious games for Parkinson's Disease rehabilitation using bespoke game sensors,» *Entertainment Computing*, pp. 413-424, 2014.
- [33] B. Schmitz, R. Klemke, J. Walhout y M. Specht, «Attuning a mobile simulation game for school children using a design-based research approach,» *Computers & Education*, pp. 35-48, 2015.
- [34] R. P. de Lope, J. R. Lopez Arcos, N. Medina-Medina, P. Paderewski y F. Gutierrez-Vela, «Design methodology for educational games based on graphical notations: Designing Urano,» *Entertainment Computing*, pp. 1-14, 2017.

- [35] A. Gauthier y J. Jenkinson, «Designing productively negative experiences with serious game mechanics: Qualitative analysis of game-play and game design in a randomized trial,» *Computers & Education*, pp. 66-89, 2018.
- [36] A. Yasin, L. Liu, T. Li, J. Wang y D. Zowghi, «Design and preliminary evaluation of a cyber Security Requirements Education Game (SREG),» *Information and Software Technology*, pp. 179-200, 2018.
- [37] C. A. Boyd, J. Warren y M. A. Glendon, «Gaming the System: Developing an Educational Game for Securing Principles of Arterial Blood Gases,» *Journal of Professional Nursing*, pp. 37-41, 2016.
- [38] H. M. Johnsen, M. Fossum, P. Vivekananda-Schmidt, A. Fruhling y Å. Slettebøa, «Teaching clinical reasoning and decision-making skills to nursing students: Design, development, and usability evaluation of a serious game,» *International Journal of Medical Informatics*, pp. 39-48, 2016.
- [39] D.-J. van der Zee y B. Holkenborg, «Conceptual modelling for simulation-based serious gaming,» de *Proceedings of the 2010 Winter Simulation Conference*, Baltimore, USA, 2010.
- [40] N. Yusof y R. M. Rias, «Serious game based therapeutic: Towards therapeutic game design model for adolescence,» de *2014 IEEE Conference on e-Learning, e-Management and e-Services (IC3e)*, Hawthorn, 2014.
- [41] J. R. Fanfarelli, R. McDaniel y C. Crossley, «Adapting UX to the design of healthcare games and applications,» *Entertainment Computing*, pp. 21-31, 2018.
- [42] A. DeSmet, K. Van Cleemput, S. Bastiaensens, K. Poels, H. Vandebosch, S. Malliet, M. Verloigne, G. Vanwollegem, L. Mertens, G. Cardon y I. De Bourdeaudhuij, «Bridging behavior science and gaming theory: Using the Intervention Mapping Protocol to design a serious game against cyberbullying,» *Computers in Human Behavior*, pp. 337-351, 2016.
- [43] M. Iqbal, C. Machbub y A. Setijadi Prihatmanto, «Educational game design using the 7 steps for designing serious games method (Case study: Mathematical subject on comparison and scale material for 7th grade junior high school),» de *2015 4th International Conference on Interactive Digital Media (ICIDM)*, Bandung, 2015.

- [44] N. H. Flores, A. C. Paiva y P. Letra, «Software Engineering Management Education through Game Design Patterns,» *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, pp. 436-442, 2016.
- [45] M. Pirovano, E. Surer, R. Mainetti, P. L. Lanzi y N. A. Borghese, «Exergaming and rehabilitation: A methodology for the design of effective and safe therapeutic exergames,» *Entertainment Computing*, pp. 55-65, 2016.
- [46] W. Seager, M. Ruskov, M. A. Sasse y M. Oliveira, «Eliciting and modelling expertise for serious games in project management,» *Entertainment Computing*, pp. 75-80, 2011.
- [47] D. J. Brown, D. McHugh, P. Standen, L. Evett, N. Shopland y S. Battersby, «Designing location-based learning experiences for people with intellectual disabilities and additional sensory impairments,» *Computers & Education*, pp. 11-20, 2011.
- [48] S. Clarke, S. Arnab, I. Dunwell y K. Brown, «PR:EPARe: A Game-Based Approach to Relationship Guidance for Adolescents,» *Procedia Computer Science*, pp. 38-44, 2012.
- [49] U. Rappel y K. Schatz, «Designing a BIM-based serious game for fire safety evacuation simulations,» *Advanced Engineering Informatics*, pp. 600-611, 2011.
- [50] J. K. Argasiński y P. Węgrzyn, «Affective patterns in serious games,» *Future Generation Computer Systems*, pp. 526 - 538, 2019.
- [51] A. Matallaoui, P. Herzig y R. Zarnekow, «Model-Driven Serious Game Development Integration of the Gamification Modeling Language GaML with Unity,» de *2015 48th Hawaii International Conference on System Sciences*, Kauai, 2015.
- [52] J. Baalsrud Hauge, R. Berta, G. Fiucci, B. Fernández Manjón, C. Padrón-Nápoles, W. Westra y R. Nadolski, «Implications of Learning Analytics for Serious Game Design,» de *2014 IEEE 14th International Conference on Advanced Learning Technologies*, Atenas, 2014.
- [53] A. Hughes, «Learning Solutions,» 28 Abril 2014. [En línea]. Available: <http://www.learningsolutionsmag.com/articles/1411/putting-together-your-serious-game-development-team>.
- [54] Universitat Politecnica de Catalunya, «EnerGAAware,» 25 Enero 2019. [En línea]. Available: <http://www.energaware.eu/>.

- [55] International Organization for Standardization, «ISO/IEC 25000:2014,» Marzo 2014. [En línea]. Available: <https://www.iso.org/standard/64764.html>. [Último acceso: 22 03 2019].
- [56] V. Basili, G. Caldiera y D. Rombach, «THE GOAL QUESTION METRIC APPROACH,» *Encyclopedia of Software Engineering*, 1994.
- [57] M. Pomeroy-Huff, R. Cannon, T. A. Chick, J. Mullaney y W. Nichols, «The Personal Software Process (PSP), Body of Knowledge, Version 2.0,» Software Engineering Institute, 2009.
- [58] Software Engineering Institute, «Team Software Process,» Software Engineering Institute.
- [59] International Organization for Standardization, «ISO/IEC/IEEE 12207:2017,» International Organization for Standardization, 2017.
- [60] ISACA, «COBIT 5,» 2012.
- [61] NORMAS ISO, «ISO/IEC 15504 SPICE,» [En línea]. Available: <https://www.normas-iso.com/iso-iec-15504-spice/>. [Último acceso: 20 Febrero 2019].
- [62] International Organization for Standardization, «ISO/IEC/IEEE 90003:2018,» International Organization for Standardization, 2018.
- [63] Software Engineering Institute, «CMMI para Desarrollo, Versión 1.3,» Software Engineering Institute, 2009.
- [64] NORMAS ISO, «ISO 20000 CALIDAD DE LOS SERVICIOS TI,» [En línea]. Available: <https://www.normas-iso.com/iso-20000/>. [Último acceso: 23 Enero 2019].
- [65] R. Hunicke, M. LeBlanc y R. Zubek, «MDA: A Formal Approach to Game Design and Game Research,» Game Developers Conference: Game Design and Tuning Workshop, San José, 2004.
- [66] B. Victor, G. Caldiera y H. D. Rombach, «The Goal Question Metric Approach,» 1994.
- [67] ISO/IEC/IEEE, «ISO/IEC/IEEE 42010 - Systems and software engineering Architecture Description,» ISO/IEC/IEEE, 2011.
- [68] J. Schell, *The Art of Game Design: A book of lenses*, Pittsburgh, Pennsylvania, USA: CRC Press, 2014.



- [69] R. P. de Lope, N. Medina-Medina, R. Montes Soldado, A. Mora García y F. L. Gutiérrez-Vela, «Designing educational games: Key elements and methodological approach,» de *2017 9th International Conference on Virtual Worlds and Games for Serious Applications (VS-Games)*, Athens, 2017.

# **Extensión Modelo CMMI - DEV 1.3 para desarrollo de Juegos Serios Educativos**

## Prefacio

Los modelos CMMI® (Capability Maturity Model® Integration) son colecciones de buenas prácticas que ayudan a las organizaciones a mejorar sus procesos.

Esta extensión del modelo CMMI DEV 1.3 denominada extensión del Modelo CMMI DEV 1.3 para desarrollo de Juegos Serios Educativos integra al modelo CMMI-DEV un conjunto de criterios de calidad y buenas prácticas para el desarrollo de Juegos Serios Educativos obtenidos mediante una revisión sistemática de literatura aplicada a Juegos Serios.

### Propósito

El modelo CMMI-DEV proporciona una orientación para aplicar las buenas prácticas CMMI en una organización de desarrollo. Los criterios de calidad y buenas prácticas agregadas se centran en las actividades específicas para desarrollar Juegos Serios Educativos de calidad con el fin de obtener buenos resultados educativos y la satisfacción de clientes y usuarios finales.

### Audiencia

La audiencia de la extensión del modelo CMMI DEV 1.3 para Juegos Serios Educativos incluye a todos los interesados en el desarrollo Juegos Serios educativos y la mejora de sus procesos, esto puede incluir educadores, desarrolladores de software, estudiantes, gente de la industria.

### Como usar el documento

Este documento es una extensión del documento de CMMI DEV 1.3, para los usuarios nuevos en la mejora de procesos a través de CMMI DEV 1.3 es recomendable seguir la guía que se encuentra en ese documento, para usuarios los cuales conozcan sobre CMMI y estén interesados en la mejora de procesos de desarrollo de software de Juegos Serios Educativos pueden empezar la lectura en la sección 1 que resume los contenidos del modelo CMMI; para los que conocen acerca del desarrollo de Juegos Serios Educativos y deseen conocer las guías específicas pueden empezar en la sección 2 en donde se realiza la descripción de las áreas de proceso modificadas.

## Sección 1: Características de la Extensión de CMMI-DEV 1.3 para juegos serios educativos

# Capítulo 1: Introducción

En la actualidad los videojuegos son una de las formas de entretenimiento más difundida a nivel mundial. Se estima más de 2.5 billones de personas juegan videojuegos a nivel mundial (WePC, 2019). Dentro de los Estados Unidos se calcula que en promedio los jugadores pasan 7 horas a la semana jugando videojuegos (Statista, 2018),

Debido a la gran presencia de los videojuegos en la sociedad moderna, educadores y gente de tecnología busca aprovechar de mejor manera los videojuegos (Sanford, Starr, Merkel, & Kurki, 2015). Juegos Serios (JS) se desarrollan con el propósito de ayudar en actividades de entrenamiento, publicidad, simulaciones o en el ámbito educativo, los mismos que pueden usarse a través de un ordenador o una consola (Susi, Johannesson, & Backlund, 2007). Michael Zyda en (Zyda, 2005), define a los juegos serios como: “un desafío mental, jugado con una computadora de acuerdo a reglas específicas, el cual usa el entretenimiento para desarrollar el entrenamiento corporativo o de gobierno, educación, salud, política pública, y objetivos estratégicos de educación”

Los JS han demostrado su utilidad comparado con métodos de enseñanza tradicionales, ofreciendo resultados positivos al ser aplicados como técnica educativa pedagógica. Los JS se han convertido en una alternativa prometedora para adaptar al sistema educativo las nuevas necesidades de la sociedad (Iglesias, Fernández-Vara, & Fernández-Manjón, 2013). En (Wouters, van der Spek, & van Oosdendorp, 2009) se recopilan varias investigaciones sobre la aplicación de varios juegos educativos. Los resultados muestran que los JS tienen mejores resultados en ámbitos cognitivos comparado con enfoques tradicionales. Entre las ventajas encontradas se encuentran aumento de la motivación, mejora en las habilidades de resolución de problemas y fomento del aprendizaje activo.

A pesar del gran impacto que tienen los juegos serios educativos, su gran utilidad y beneficio dentro del aula, expertos afirman que no todos los juegos se realizan de manera correcta y por lo tanto no cumple con la finalidad por la cual fueron creados. Esto puede atribuirse a problemas dentro del desarrollo de JS como los siguientes:

## **Problemas a nivel de Diseño**

Uno de los problemas al diseñar un JS es mantener el balance entre el aprendizaje que se quiere obtener y la parte lúdica (Ulcsak & Wright, 2010) (De Lope, Medina-Medina, Montes Soldado, Mora García, & Gutiérrez-Vela, 2017). Una de las dificultades al crear juegos serios radica en conectar los objetivos serios con los elementos de un juego que sea divertido, esto sin importar el grado de experiencia que tenga la persona que lo realice. Colocar contenido educativo dentro de un juego no garantiza que sea divertido, una experiencia motivadora, cumpla con objetivos educativos o sean un éxito comercial (Ulcsak & Wright, 2010).

## **Problemas a nivel de proceso de Desarrollo**

El desarrollo de un juego serio puede constituir un proceso largo y costoso (Iglesias, Fernández-Vara, & Fernández-Manjón, 2013) (Begg, 2008), el cual sumado al uso de una metodología pobre, ocasiona problemas de calidad dentro del proyecto como lo son: más tiempo en desarrollo de lo esperado, sobre presupuestos y desperfectos en producción.

### **Problemas a nivel de evaluación de producto**

Los juegos serios generalmente son evaluados cuando se tiene el producto final terminado, pero no existe garantía de que el producto construido sea el mejor para las necesidades educativas.

En la actualidad, CMMI DEV provee una guía para la construcción de software de calidad, pero esta se encuentra construida para atender a los problemas generales de la construcción del software. La extensión de este modelo incorpora a CMMI DEV criterios de calidad específicos del desarrollo de juegos serios educativos obtenidos de una revisión de literatura relacionada con el desarrollo de juegos serios. Estos criterios son agrupados en las áreas de proceso correspondientes de CMMI con el fin de brindar una guía específica para el desarrollo de los juegos serios educativos.

La extensión CMMI DEV para el desarrollo de juegos serios educativos añade características del desarrollo de juegos serios a las 5 áreas de proceso específicas para el desarrollo. Los cambios realizados en las áreas de proceso son resumidos al principio de cada área de proceso. Las 16 áreas de proceso centrales de CMMI son conservadas por cubrir conceptos básicos que son necesarios para cualquier área de interés del marco de trabajo CMMI.

### **Marco CMMI (Obtenido del modelo CMMI dev 1.3)**

El marco CMMI proporciona la estructura necesaria para crear los modelos la formación y los componentes de evaluación de CMMI. Para permitir el uso de múltiples modelos dentro del marco CMMI, los componentes de los modelos se clasifican como comunes a todos los modelos CMMI o aplicables a un modelo específico. El material común se denomina "CMMI Model Foundation" o "CMF."

Los componentes del CMF son parte de todos los modelos generados a partir del marco CMMI. Esos componentes se combinan con el material aplicable a un área de interés (p. ej., adquisición, desarrollo, servicios) para crear un modelo. Una "constelación" se define como una colección de componentes CMMI que se usan para construir modelos, materiales de formación y documentos relativos a la evaluación para un área de interés (p. ej., adquisición, desarrollo, servicios). El modelo de la constelación de desarrollo se denomina "CMMI para Desarrollo" o "CMMI-DEV."

### **CMMI para Desarrollo (Obtenido del modelo CMMI dev 1.3)**

CMMI para Desarrollo es un modelo de referencia que cubre las actividades para desarrollar tanto productos como servicios. Las organizaciones de numerosos sectores, incluyendo aeroespacial, banca, hardware, software, defensa, automoción y telecomunicaciones, utilizan el CMMI para Desarrollo.

CMMI para Desarrollo contiene prácticas que cubren la gestión de proyectos, la gestión de procesos, la ingeniería de sistemas, la ingeniería de hardware, la ingeniería de software y otros procesos de soporte utilizados en el desarrollo y mantenimiento.

Use su juicio profesional y el sentido común para interpretar el modelo en su organización. Es decir, aunque las áreas de proceso descritas en este modelo representan comportamientos considerados buenas prácticas para la mayoría de los usuarios, las áreas de proceso y las prácticas se deberían interpretar usando un conocimiento profundo de CMMI-DEV, las restricciones de su organización y su entorno de negocio.

### **Extensión CMMI-DEV 1.3 para el desarrollo de Juegos Serios Educativos**

La extensión CMMI-DEV 1.3 para el desarrollo de Juegos Serios Educativos agrega características propias del desarrollo de Juegos Serios educativos las 5 áreas de proceso específicas para el desarrollo del modelo CMMI-DEV

Las características se añadieron a las áreas de proceso desarrollo de requisitos, solución técnica, integración de producto, verificación y validación, las cuales se centran en la ingeniería y desarrollo del producto de software.

De la misma manera que el modelo CMMI-DEV es necesario interpretar el modelo a los requerimientos de la organización. Las áreas de proceso y las actividades descritas se consideran buenas prácticas para el desarrollo de Juegos Serios educativos, no obstante, estas deben ser aplicadas bajo las restricciones de la organización y su entorno de negocio.

## Capítulo 2: Componentes de las áreas de proceso

En este capítulo se resumen los componentes generales que tiene un área de proceso y sus objetivos genéricos y prácticas genéricas. La extensión del modelo usa los mismos componentes que tiene el modelo CMMI-DEV original, la referencia completa de los componentes puede encontrarse en el documento de CMMI-DEV.

### Componentes Requeridos, Esperados e Informativos.

El modelo posee tres tipos de componentes, estos se describen a continuación:

**Componentes Requeridos:** Los componentes requeridos son aquellos que son esenciales para mejorar el área de proceso relacionada. Los componentes requeridos dentro de CMMI son las prácticas requeridas y específicas.

**Componentes Esperados:** Los componentes esperados describen las actividades que son importantes para realizar un componente requerido. Los componentes esperados son las prácticas específicas y genéricas. Estos componentes sirven para orientar a quien realiza una evaluación o se encuentra mejorando un proceso.

**Componentes Informativos:** Los componentes informativos son ejemplos, explicaciones detalladas, notas las cuales sirven para ayudar a entender los componentes requeridos y esperados.

### Componentes asociados a las áreas de proceso

De las áreas de proceso se definen los demás componentes de CMMI como se puede ver en la Figura 2.1.



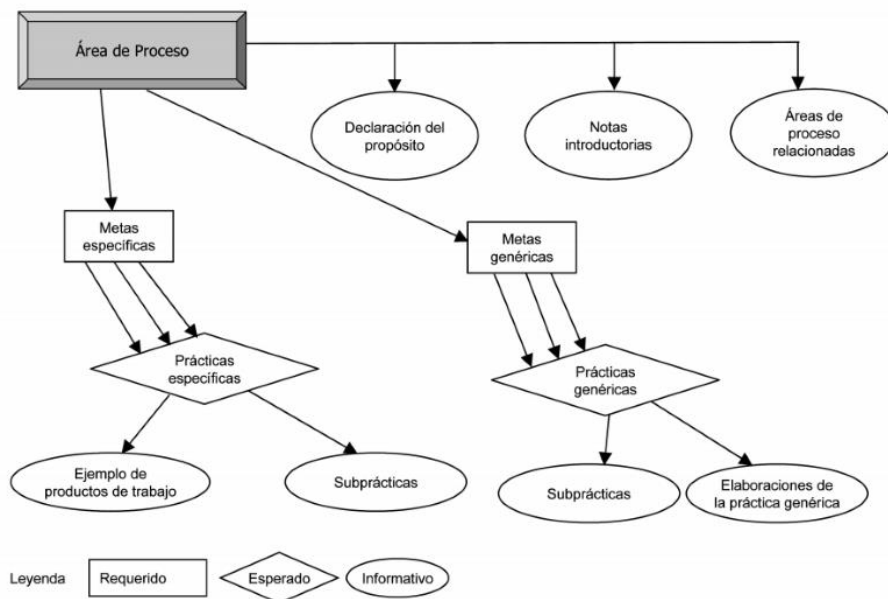


Figura 2.1. Componentes del modelo CMMI. Imagen Obtenida de CMMI DEV

### Descripción de los componentes del área de proceso

En esta sección se describen los componentes de las áreas de proceso:

**Propósito:** En el propósito se describe la finalidad del área de proceso y es un componente informativo.

**Notas Introductorias:** Las notas introductorias describen conceptos del área de proceso. Son componentes informativos que sirven para describir el área de proceso.

**Áreas de Proceso Relacionadas:** En esta sección se describen cuáles áreas de proceso dentro del modelo se encuentran relacionadas.

**Metas específicas:** Las metas específicas son características únicas que sirven para satisfacer el área de proceso. Estas metas no se encuentran en otras áreas de proceso. Dentro de una meta específica solo su declaración es un componente requerido del modelo. Las notas y su título asociado se consideran componentes informativos.

**Metas genéricas:** Las metas genéricas se denominan de esta manera puesto que la meta se aplica a varias áreas de proceso. Dentro de una meta genérica solo su declaración es un componente requerido del modelo. Las notas y su título asociado se consideran componentes informativos.

**Resumen:** El resumen provee una descripción de alto nivel de las metas específicas y genéricas. El resumen es un componente informativo

**Prácticas específicas:** Las prácticas específicas comprenden la descripción de una actividad que se considera importante para alcanzar una meta específica. Dentro de una práctica específica solo su declaración es un componente requerido del modelo. Las notas y su título asociado se consideran componentes informativos.

**Ejemplos de producto de trabajo:** Son ejemplos de los resultados de la aplicación de las prácticas específicas. Estos son componentes informativos.

**Sub Prácticas:** Las sub prácticas son un componente informativo el cual provee guías para interpretar e implementar prácticas específicas o genéricas.

**Prácticas genéricas:** Las prácticas genéricas se denominan de esta manera puesto que la misma práctica aplica a varias áreas de proceso. Las prácticas genéricas comprenden la descripción de una actividad que se considera importante para alcanzar una meta específica. Dentro de una práctica genérica solo su declaración es un componente requerido del modelo. Las notas y su título asociado se consideran componentes informativos.

**Elaboraciones de la práctica genérica:** Las elaboraciones de la práctica genérica aparecen después de las prácticas genéricas para orientar en la forma en que pueden aplicarse, de forma única, las prácticas genéricas a las áreas de proceso. Una elaboración de práctica genérica es un componente informativo del modelo.

**Extensiones:** Una extensión puede ser material informativo, una práctica específica, una meta específica, o un área de proceso completa que amplía el alcance de un modelo o enfatiza un aspecto particular de su uso. En este modelo las extensiones serán usadas para describir los cambios realizados dentro de las áreas de proceso.

# Capítulo 3. Uniendo Todo

En este capítulo se presenta un resumen del Capítulo 3 “Uniendo Todo” de CMMI DEV.

Ahora que se han presentado los componentes de los modelos CMMI, es necesario comprender cómo encajan todos juntos para satisfacer sus necesidades de mejora de procesos. Este capítulo presenta el concepto de niveles y muestra cómo se organizan y se utilizan las áreas de proceso.

CMMI-DEV no especifica que un proyecto u organización deba seguir un flujo de proceso en particular o que sean desarrollados un cierto número de productos por día, o que deban alcanzarse objetivos de rendimiento específicos. El modelo especifica que un proyecto u organización debería tener procesos que traten prácticas relacionadas con el desarrollo. Para determinar si estos procesos están desplegados, un proyecto u organización busca la correspondencia entre sus procesos y las áreas de proceso de este modelo.

La correspondencia de procesos con las áreas de proceso permite a la organización seguir su progreso frente al modelo CMMI-DEV a medida que actualiza o crea procesos. No se espera que todas las áreas de proceso de CMMI-DEV correspondan una a una con los procesos de su proyecto u organización.

## Comprendiendo los niveles

Los niveles se utilizan en CMMI-DEV para describir un camino evolutivo recomendado para una organización que quiera mejorar los procesos que utiliza para desarrollar productos o servicios. Los niveles pueden también ser el resultado de la actividad de calificación en las evaluaciones. Las evaluaciones se pueden aplicar a organizaciones enteras o a grupos más pequeños, tales como un grupo de proyectos o una división.

CMMI da soporte a dos caminos de mejora usando niveles. Un camino permite a las organizaciones mejorar de forma incremental los procesos que corresponden a un área de proceso individual (o grupo de áreas de proceso) seleccionada por la organización. El otro camino permite a las organizaciones mejorar un conjunto de procesos relacionados tratando, de forma incremental, conjuntos sucesivos de áreas de proceso. Estos dos caminos de mejora están asociados con los dos tipos de niveles: niveles de capacidad y niveles de madurez. Estos niveles corresponden a las dos aproximaciones de mejora de procesos denominadas “representaciones”.

Dentro de CMMI existen dos tipos de representaciones mediante los cuales se puede realizar la mejora de procesos, representación continua o escalonada.

La representación continua se enfoca en la mejora de procesos relacionados a un área de proceso. Esta representación permite a las organizaciones mejorar de manera incremental sus procesos. El uso de la representación continua permite alcanzar “niveles de capacidad”.

La representación escalonada permite mejorar un conjunto de procesos relacionados. Busca el cumplimiento de las metas específicas por nivel, ubicando a la organización en un nivel de madurez. Las áreas de proceso al ser implementadas colectivamente satisfacen un conjunto de objetivos.

La Figura 3.1 ilustra las estructuras de las representaciones continua y por etapas.

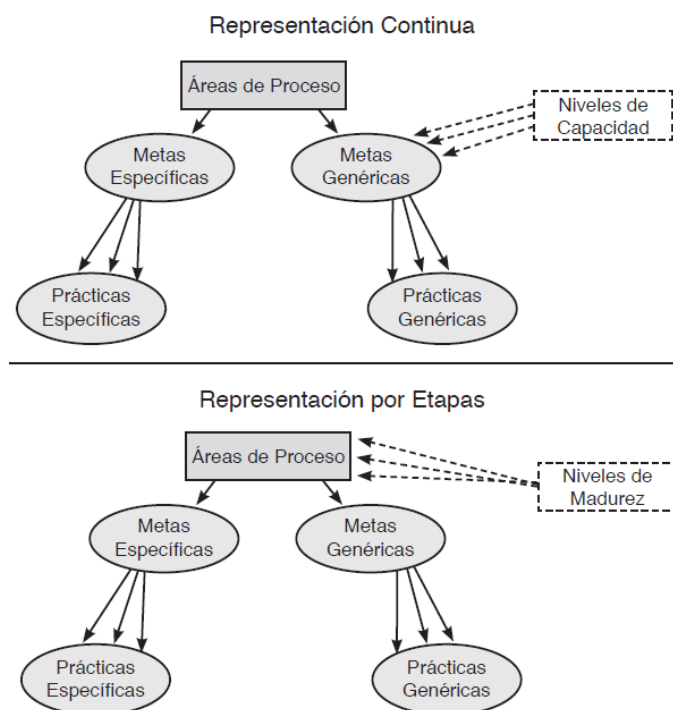


Figura 3.1. Representación Continua y por etapas. Imagen Obtenida de CMMI DEV

La representación por etapas utiliza los niveles de madurez para caracterizar el estado global de los procesos de la organización con respecto al modelo como un todo, mientras que la representación continua utiliza los niveles de capacidad para caracterizar el estado de los procesos de la organización con respecto a un área de proceso individual.

Ambas tienen muchos componentes iguales (p. ej., áreas de proceso, metas específicas, prácticas específicas) y estos componentes tienen la misma jerarquía y configuración. Lo que no resulta tan evidente desde la visión de alto nivel de la Figura 3.1 es que la representación continua se enfoca sobre la capacidad del área de proceso cuando se mide por niveles de capacidad y la representación por etapas se enfoca sobre la madurez global cuando se mide por niveles de madurez. Esta dimensión (la dimensión de capacidad/madurez) de CMMI se utiliza para actividades de benchmarking y evaluación, así como para guiar los esfuerzos de mejora de una organización.

Los niveles de capacidad se refieren a la consecución de la mejora de procesos de una organización en áreas de proceso individuales. Estos niveles son un medio para mejorar de forma incremental los procesos que corresponden a un área de proceso dada. Los cuatro niveles de capacidad se numeran del 0 al 3. Los niveles de madurez se refieren a la consecución de la mejora de procesos de una organización en múltiples áreas de proceso. Estos niveles son un medio para mejorar los procesos correspondientes a un conjunto dado de áreas de proceso (es decir, nivel de madurez). Los cinco niveles de madurez se numeran del 1 al 5.

La representación por etapas utiliza los niveles de madurez para caracterizar el estado global de los procesos de la organización con respecto al modelo como un todo, mientras que la representación continua utiliza los niveles de capacidad para caracterizar el estado de los procesos de la organización con respecto a un área de proceso individual.

## Comprendiendo los niveles de madurez

Una organización que tenga institucionalizadas todas las prácticas incluidas en un nivel y sus inferiores, se considera que ha alcanzado ese nivel de madurez.

1 - Inicial. Las organizaciones en este nivel no disponen de un ambiente estable para el desarrollo y mantenimiento de software. Aunque se utilicen técnicas correctas de ingeniería, los esfuerzos se ven minados por falta de planificación. El éxito de los proyectos se basa la mayoría de las veces en el esfuerzo personal, aunque a menudo se producen fracasos y casi siempre retrasos y sobrecostos. El resultado de los proyectos es impredecible.

2 - Repetible. En este nivel las organizaciones disponen de unas prácticas institucionalizadas de gestión de proyectos, existen unas métricas básicas y un razonable seguimiento de la calidad. La relación con subcontratistas y clientes está gestionada sistemáticamente.

3 - Definido. Además de una buena gestión de proyectos, a este nivel las organizaciones disponen de correctos procedimientos de coordinación entre grupos, formación del personal, técnicas de ingeniería más detalladas y un nivel más avanzado de métricas en los procesos. Se implementan técnicas de revisión por pares (peer reviews).

4 - Gestionado. Se caracteriza porque las organizaciones disponen de un conjunto de métricas significativas de calidad y productividad, que se usan de modo sistemático para la toma de decisiones y la gestión de riesgos. El software resultante es de alta calidad.

5 - Optimizado. La organización completa está volcada en la mejora continua de los procesos. Se hace uso intensivo de las métricas y se gestiona el proceso de innovación.

# Capítulo 4: Criterios y prácticas

En este capítulo se describen los criterios y prácticas de juegos serios que fueron agregadas a CMMI-DEV. Se inicia con la definición de criterios de calidad y buenas prácticas, posteriormente se establece un resumen de cada una de ellas

## Definiciones

### Criterios de Calidad

Los criterios de calidad son condiciones que debe ser cumplirse dentro de una actividad o producto para que este pueda ser considerado de calidad. Los criterios de calidad definen a los requerimientos o factores de calidad de un modelo de calidad.

Podemos tomar como ejemplo el modelo ISO/IEC 9126:2001 donde el factor de calidad de usabilidad se define por los criterios de comprensibilidad, aprendibilidad, operatividad y atractividad, ver figura 4.1.

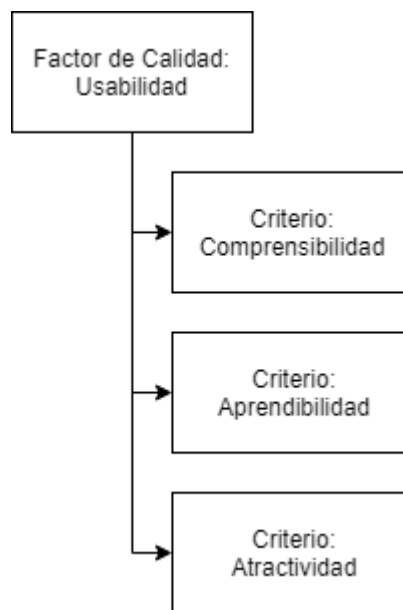


Figura 4.1 Factor de Calidad usabilidad y sus criterios según ISO/IEC 9126: 2001

Los criterios de calidad de un modelo de calidad de procesos corresponden a las actividades que se considera produce un buen resultado para realizar un proceso [Fzadbj]. Los criterios de calidad son agrupados en áreas de gestión comunes. Como ejemplo podemos tomar el estándar IEEE 1074 en donde la construcción se compone de actividades: crear código ejecutable, crear documentación, realizar la integración de software.

### Buenas Prácticas

Las buenas prácticas son métodos o técnicas que han demostrado producir resultados positivos en alguna actividad. En algunos casos esta actividad o método ha sido aceptado como una manera estándar de hacer las cosas.

Una vez que se ha definido el concepto de criterio de calidad y buenas prácticas, vamos a explicar el proceso de extracción de información que se sigue en el presente trabajo.

## Descripción de los criterios de calidad de juegos serios

En esta sección se hace una descripción de los criterios de calidad los cuales fueron agregados a las áreas de proceso de la segunda parte. Para su mejor entendimiento se ha clasificado los criterios en criterios de calidad de producto, criterios de calidad de proceso y buenas prácticas.

### Criterios de calidad de producto

Los criterios de calidad de producto se encuentran descritos en la tabla 4.1.

| <b>Id</b>    | <b>Criterios de Calidad de Producto</b> | <b>Descripción</b>   |
|--------------|---|--|
| <b>CP-01</b> | <b>Aprendibilidad</b>                   | Facilidad que tiene el JS para ser aprendido. En el caso del JS se refiere a la facilidad que se tiene para aprender a jugar. Esto es importante puesto que el objetivo del JS es entregar contenido educativo y no aprender a jugar el juego. ISOIEC 9126 |
| <b>CP-02</b> | <b>Operatividad</b>                     | Facilidad que presenta el JS para ser usado. ISOIEC 9126   |
| <b>CP-03</b> | <b>Estética de la interfaz</b>          | Se refiere al buen uso de los elementos gráficos, La interfaz debe ser elaborada para parecerle atractiva al usuario pero no debe generar distracción de los contenidos serios.  |
| <b>CP-04</b> | <b>Accesibilidad</b>                    | Facilidad de uso que presenta el JS para distintos tipos de usuario independientemente de sus capacidades técnicas, cognitivas o físicas ISOIEC 9126   |
| <b>CP-05</b> | <b>Diversión</b>                        | Capacidad del JS de generar un estado de diversión en los usuarios   |
| <b>CP-06</b> | <b>Satisfacción</b>                     | Capacidad del JS de generar un estado de satisfacción en los usuarios  |

|              |                             |   |
|--------------|-----------------------------|---|
| <b>CP-07</b> | <b>Balance</b>              | Capacidad del JS para entregar los contenidos serios y producir una buena experiencia de usuario                          |
| <b>CP-08</b> | <b>Atractividad</b>         | Relacionada con la estética de la interfaz se refiere a la capacidad del juego serio para atraer a su audiencia objetivo  |
| <b>CP-09</b> | <b>Relevancia, Utilidad</b> | Utilidad del JS en el ámbito que fue creado   |
| <b>CP-10</b> | <b>Adaptabilidad</b>        | Capacidad del JS para adaptarse a distintos tipos de usuario para la entrega de contenido.                                |
| <b>CP-11</b> | <b>Rendimiento</b>          | Se refiere al uso de los recursos computacionales por parte del JS  |
| <b>CP-12</b> | <b>Compleitud</b>           | Compleitud de las características del JS versus los requerimientos definidos  |
| <b>CP-13</b> | <b>Compatibilidad</b>       | Capacidad del aplicativo de coexistir e intercambiar datos con otros aplicativos que se manejen dentro del mismo hardware |
| <b>CP-14</b> | <b>Portabilidad</b>         | Capacidad del JS para usarse dentro de distintas plataformas tecnológicas   |

Tabla 4.1. Criterios de calidad de producto

### Criterios de calidad de proceso obtenidos

Los criterios de calidad de proceso se resumen dentro de la tabla 4.2.

| <b>Identificador</b> | <b>Criterios de Calidad de Proceso</b>  | <b>Descripción</b>  |
|----------------------|---|---|
| <b>CPr-01</b>        | <b>Identificación y análisis del problema</b>   | Etapa en la cual se identifican los problemas educativos y se realiza un análisis para poder identificar las partes en las que un juego serio podría ayudar.  |
| <b>CPr-02</b>        | <b>Definición de propósito del juego. Cuales habilidades se desean adquirir. Objetivos de aprendizaje</b> | Se define el propósito por el cual va a ser creado el juego. Se enumeran las habilidades o competencias que desean adquirirse. Se especifican los objetivos de aprendizaje que se busca alcanzar y en cuales se involucra el juego. |



|               |  |  |
|---------------|--|--|
| <b>CPr-03</b> | <b>Caracterización de usuarios y del ambiente de aprendizaje(jugadores)</b>                    | Se debe realizar una caracterización de los usuarios que van a usar el juego serio. Se requiere establecer su edad, conocimientos, preferencias y limitaciones. También se requiere conocer el ambiente de aprendizaje, como se pretende usar el juego, la estrategia de enseñanza a usarse.                 |
| <b>CPr-04</b> | <b>Definición y especificación de objetivos pedagógicos</b>                                    | Se especifican los objetivos pedagógicos que se esperan del juego serio. Se definen metodologías de aprendizaje  |
| <b>CPr-05</b> | <b>Elicitación de requerimientos pedagógicos del juego. Realizado junto a expertos</b>         | Los objetivos del juego serio se la elicita como requerimientos. Se recomienda que esto sea realizado por expertos en la materia de enseñanza y conocedores de los objetivos que se desean alcanzar junto con desarrolladores que les permitan definir un alcance de tiempo adecuado.                        |
| <b>CPr-06</b> | <b>Elicitación de requerimientos de usuarios finales (estudiantes, pacientes, entre otros)</b> | Se educen requerimientos de los usuarios que van a usar la aplicación. Si los usuarios no pueden brindar requerimientos por sí mismos, es recomendable que lo realice alguien que conozca bien al grupo objetivo. Se debe tomar en cuenta la caracterización de los usuarios al realizar los requerimientos. |
| <b>CPr-07</b> | <b>Elicitación de requerimientos de educadores.</b>  | Se levantan requisitos de los educadores para el JS. En esta actividad es importante levantar como va a ser el modo de empleo del JS dentro del aula, y considerar los conocimientos de informática de los educadores.   |
| <b>CPr-08</b> | <b>Requerimientos de Infraestructura</b>   | Definiciones de la infraestructura en la cual funcionara el JS. Es necesario definir aspectos como conectividad a internet, capacidad de los computadores de los usuarios finales, servidores disponibles para la instalación del JS.  |

|               |  |  |
|---------------|--|--|
| <b>CPr-09</b> | <b>Definición de tipo de videojuego</b>  | Se definen el tipo o tipos de videojuego que se pueden construir para resolver el problema. Esto contribuirá a establecer pautas para el diseño del juego serio. Se puede restringir adicionalmente cuales tipos de videojuego no se desean  |
| <b>CPr-10</b> | <b>Elicitación de expectativas del juego de los usuarios (experiencia de usuario ,mecánicas y dinámicas, arte del juego)</b> | Se definen las expectativas de los usuarios en cuanto a características del juego. Se busca definir las reglas que tendrá el juego (mecánicas) y la interacción del usuario con varias reglas (dinámicas). También es importante documentar las expectativas en cuanto a experiencia de usuario (emociones producidas) |
| <b>CPr-11</b> | <b>Documentación de diseño de videojuego. Definición de escenario personajes, historia, arquitectura, arte.</b>              | Se definen en las características del juego en cuanto a personajes, historia y niveles. Se definen como funcionaran las mecánicas y dinámicas del juego, diseño de la arquitectura de la aplicación, dirección artística.  |
| <b>CPr-12</b> | <b>Definición de contenidos y actividades serias</b>   | Se definen y se documentan los contenidos instruccionales que van a ser añadidos dentro del juego. Así como actividades serias por las que se van a realizar para entregar el contenido educativo.   |
| <b>CPr-13</b> | <b>Diseño de mecánicas y dinámicas ajustadas a los requerimientos pedagógicos</b>  | Se realiza el diseño de las reglas del juego y de las interacciones del usuario con las distintas reglas. Este diseño se debe ser ajustado a los requerimientos pedagógicos y también ajustado a las expectativas que se tenían en cuando a mecánicas y dinámicas  |
| <b>CPr-14</b> | <b>Diseño de estética del juego ajustada a las características de los usuarios y requerimientos pedagógico</b>               | Se realizan diseños de los artes para el videojuego tomando en consideración las características de los usuarios, requerimientos pedagógicos y las expectativas de los usuarios  |

|               |   |  |
|---------------|---|--|
| <b>CPr-15</b> | <b>Diseño de sistema de retroalimentación de datos al usuario</b>                     | Se diseñan de los sistemas de gamificación que se van a incorporar. Uso de recompensas, puntuaciones o trofeos que retroalimenten al usuario con información del progreso. |
| <b>CPr-16</b> | <b>Diseño de capa de evaluación del juego</b>   | Diseño de una capa que permita a los educadores visualizar el progreso del estudiante. Es una capa que permite evaluar el avance de los estudiantes                        |
| <b>CPr-17</b> | <b>Verificación de requerimientos por parte de los usuarios</b>                       | Los requerimientos de la aplicación deben validarse y aprobarse por los usuarios involucrados.   |
| <b>CPr-18</b> | <b>Pruebas de usuario para el control pedagógico. Pruebas realizadas por expertos</b> | Expertos deben validar que el contenido educativo sea entregado de manera correcta y este dentro de los objetivos pedagógicos deseados                                     |

Tabla 4.2. Criterios de calidad de proceso

### Buenas prácticas obtenidas

Las buenas prácticas obtenidas se resumen dentro de la tabla 4.3.

| <b>Id</b>    | <b>Buena Practica Obtenida</b>   | <b>Descripción</b>  |
|--------------|--|---|
| <b>BP-01</b> | BP. Revisión de juegos similares para obtención de información relevante | Una buena práctica es realizar una revisión de las investigaciones y proyectos de juegos similares, con el fin de encontrar patrones que permitan diseñar de manera correcta el juego serio |

|              |  |  |
|--------------|--|--|
| <b>BP-02</b> | BP. Conformación del equipo de desarrollo.   | Una buena práctica es conformar un equipo de desarrollo en el cual se incluyan diversos roles como: desarrolladores, artistas, expertos educativos, diseñadores instruccionales, especialistas educativos y especialistas en la materia de conocimiento.                   |
| <b>BP-03</b> | BP. Conformación del equipo contraparte.   | Una buena práctica es tener un equipo contraparte que pueda evaluar el juego serio y su desarrollo.  |
| <b>BP-04</b> | BP. Uso de patrones de diseño o analítica de datos de juegos anteriores para obtener información relevante | Es una buena práctica usar patrones de diseño definidos para juegos similares y objetivos similares, con el fin de garantizar que los objetivos se alcancen. Usar los datos analíticos de los juegos que se han construido nos provee información relevante para el diseño |
| <b>BP-05</b> | BP. Definir los requerimientos serios y características de juego por separado                              | Realizar un levantamiento de los requerimientos serios y las características del juego como dos documentos distintos, no usar una documentación general de requerimientos  |

|              |   |   |
|--------------|---|---|
| <b>BP-06</b> | BP. Diseño participativo entre usuarios finales, expertos en la temática seria y desarrolladores de videojuegos | BP. Realizar un diseño participativo, involucrando a los expertos en educación , usuarios y desarrolladores para evitar desbalances en cuanto a las expectativas de cada uno.   |
| <b>BP-07</b> | BP. Desarrollo Iterativo orientado a diseño, construcción prueba y refinamiento                                 | Es una buena práctica dentro del desarrollo de juegos serios realizarlo iterativamente. Cada diseño debe generar un prototipo el cual permita a los usuarios evaluar al juego. El diseño se retroalimenta de la información de los prototipos y esto se va refinando.   |
| <b>BP-08</b> | BP. Evaluación de diseño por parte de los usuarios  | Los usuarios del sistema deben evaluar el diseño para poder refinarlo y validar que funcione como se desea  |
| <b>BP-09</b> | BP. Trazabilidad entre características del juego y objetivos pedagógicos  | Debe existir trazabilidad entre las características del juego y los requerimientos pedagógicos, con el fin de no tener características las cuales no contribuyan al objetivo también para poder validar el cumplimiento de requerimientos en base a las características |
| <b>BP-10</b> | BP. Pruebas de validación continuas por parte de los usuarios mediante el uso de prototipos                     | Se deben realizar pruebas continuas mediante el uso de prototipos con el fin de balancear de mejor manera el juego en cuanto a la entrega de contenido educativo y la diversión que el juego pretende.  |

Tabla 4.3. Buenas prácticas obtenidas



## Sección 2: Áreas de Proceso Modificadas

# DESARROLLO DE REQUISITOS

Un área de proceso de Ingeniería en el nivel de madurez 3

Criterios de proceso usados:

CPr-02

CPr-03

CPr-04

CPr-05

CPr-06

CPr-07

CPr-08

CPr-09

CPr-10

## Propósito

El propósito del Desarrollo de Requisitos para un juego serio educativos es la definición de requerimientos pedagógicos, requerimientos de usuarios finales, requerimientos de educadores, requerimientos de infraestructura y la documentación de las expectativas y restricciones de los involucrados. Todos esto basado en la caracterización de los usuarios.

Nota: Expectativas: Las expectativas dentro del juego serio pueden incluir los componentes de un JS. Bajo el framework DPE los juegos serios se componen de: La capa de aprendizaje (), storytelling (narrativa de diseñador, narrativa de jugador), gameplay (mecánicas y dinámicas), experiencia de usuario (interacciones del juego y los sentidos del usuario) DPE Framework.

## Notas introductorias

Ésta área de proceso describe tres tipos de requisitos: de cliente, de producto y de componente de producto. En el campo de los serios juegos educativos se debe tener consideración los requisitos pedagógicos y las metas educativas. Adicionalmente se deben documentar requerimientos y expectativas del juego de los distintos involucrados puesto que esto contribuirá al diseño del juego serio. Los involucrados dentro del juego serio deben ser aquellos identificados en el ambiente de aprendizaje.

Dentro de los juegos serios componentes de producto incluyen: La capa de aprendizaje (), storytelling (narrativa de diseñador, narrativa de jugador), gameplay (mecánicas y dinámicas), experiencia de usuario (interacciones del juego y los sentidos del usuario) DPE Framework.

Tomados en conjunto, estos requisitos tratan las necesidades de las partes interesadas relevantes, incluyendo las necesidades pertinentes a las diferentes fases del ciclo de vida del producto (p. ej., criterios de pruebas de aceptación) y a los atributos del producto (p. ej.,



capacidad de respuesta, protección, fiabilidad, capacidad de mantenimiento). Los requisitos también tratan las restricciones causadas por la selección de soluciones de diseño (p. ej., integración de productos disponibles comercialmente (COTS), o uso de un patrón particular de arquitectura). Todos los proyectos de desarrollo tienen requisitos. Los requisitos son la base para el diseño. Atributos importantes de los juegos serios.

El desarrollo de los requisitos incluye las siguientes actividades:

- Educción, análisis, validación y comunicación de las necesidades, las expectativas y las restricciones del cliente para obtener los requisitos priorizados de cliente que constituyen una comprensión de lo que satisfará a las partes interesadas.
- Caracterización del ambiente de aprendizaje
- Investigación y análisis de juegos similares.
- Recopilación y coordinación de las necesidades de las partes interesadas.
- Desarrollo de los requisitos del ciclo de vida del producto.
- Establecimiento de los requisitos funcionales de cliente y de los requisitos de los atributos de calidad.
- Definición de los requisitos iniciales de producto y de componente del juego serio: aprendizaje, gameplay, storytelling, experiencia de usuario.
- Establecimiento del tipo de juego.

Esta área de proceso trata todos los requisitos de cliente, y no sólo los requisitos a nivel de producto, ya que el cliente puede también proporcionar requisitos específicos de diseño. Los requisitos de cliente se refinan más tarde en requisitos de producto y de componentes de producto. De los requerimientos pedagógicos, requerimientos de usuarios finales, requerimientos de educadores, requerimientos de infraestructura y la documentación de las expectativas y restricciones de los involucrados, junto con los requisitos adicionales de producto, y de componente de producto se derivan de las soluciones de diseño seleccionadas. En todas las áreas de proceso donde se utilizan los términos “producto” y “componente de producto”, su significado pretende también abarcar los servicios, los sistemas de servicio y sus componentes. Los requisitos se identifican y se refinan a través de todas las fases del ciclo de vida del producto. Las decisiones de diseño, las acciones correctivas subsiguientes y la realimentación durante cada fase del ciclo de vida del producto se analizan para determinar el impacto sobre los requisitos derivados y asignados.

El área de proceso Desarrollo de Requisitos incluye tres metas específicas.

La meta específica Desarrollar los requisitos de cliente trata la definición de un conjunto de requisitos de cliente para utilizarse en el desarrollo de los requisitos de producto. En esta etapa se debe considerar un acercamiento pedagógico para determinar la mejor manera de lograr el aprendizaje deseado tomando en cuenta a los usuarios del aplicativo.

La meta específica Desarrollar los requisitos de producto trata la definición de un conjunto de requisitos de producto o de componente de producto para utilizarse en el diseño de productos y de componentes de producto. Para los juegos serios

educativos dentro de esta meta específica se deben definir las metas pedagógicas, así como documentar las expectativas del juego en cuanto a gameplay, storytelling y experiencia de usuario, restricciones que maneje el juego y requerimientos del aplicativo.

La meta específica Analizar y validar los requisitos trata el análisis de los requisitos de cliente, de producto y de componente de producto para definir, inferir y comprender los requisitos. Se debe considerar realizar un análisis participativo junto con los involucrados.

Las prácticas específicas de la tercera meta específica están pensadas para ayudar a las prácticas específicas de las dos primeras metas específicas. Los procesos asociados al área de proceso Desarrollo de Requisitos y los procesos asociados con el área de proceso Solución Técnica pueden interactuar recursivamente unos con otros.

Los análisis se utilizan para comprender, definir y seleccionar los requisitos a todos los niveles a partir de alternativas competitivas. Estos análisis incluyen:

- Análisis de necesidades y de requisitos para cada fase del ciclo de vida de producto, incluyendo las necesidades de las partes interesadas relevantes, el entorno de operación y los factores que reflejan las expectativas y la satisfacción globales del cliente y del usuario final, tales como protección, seguridad y asequibilidad.
- Desarrollo de un concepto operacional.
- Definición de funcionalidad requerida y atributos de calidad. Esta definición de funcionalidad requerida y de atributos de calidad describe qué tiene que hacer el producto (véase en el glosario la definición de “definición de funcionalidad requerida y de atributos de Desarrollo de requisitos 457 RD calidad”). Esta definición puede incluir descripciones, descomposiciones y una división de las funciones (o en el análisis orientado a objetos lo que se ha referenciado como “servicios” o “métodos”) del producto.

Además, la definición específica las consideraciones o restricciones de diseño sobre cómo la funcionalidad requerida será realizada en el producto. Los atributos de calidad tratan cosas tales como: disponibilidad del producto; capacidad de mantenimiento; adaptabilidad; oportunidad, tasa de transferencia y capacidad de respuesta; fiabilidad; seguridad; y escalabilidad. Algunos atributos de calidad surgirán como significativos de la arquitectura y conducirán así el desarrollo de la arquitectura del producto. Dentro de los juegos serios se tienen atributos de calidad de producto que deben ser considerados como la estética, la experiencia de usuario, la usabilidad, la diversión, la adaptabilidad, entre otros.

Estos análisis ocurren recursivamente en capas sucesivas que contienen un mayor detalle de la arquitectura del producto hasta que se disponga del suficiente detalle para permitir realizar el diseño detallado, la adquisición y las pruebas del producto. Como resultado del análisis de requisitos y del concepto operacional (incluyendo funcionalidad, soporte,

mantenimiento y retirada), la fabricación o el concepto de producción produce más requisitos derivados, incluyendo consideraciones como las siguientes:

- Restricciones de varios tipos.
- Limitaciones tecnológicas.
- Coste y parámetros de coste.
- Restricciones de tiempo y parámetros de calendario.
- Riesgos.
- Consideraciones de cuestiones implícitas, pero no declaradas explícitamente por el cliente o por el usuario final.
- Factores introducidos por consideraciones de negocio propias del desarrollador, por normativas y por leyes.

Una jerarquía de entidades lógicas (p. ej., funciones y sub funciones, clases y subclases de objetos; procesos; otras entidades arquitectónicas) se establece a través de la iteración con la evolución del concepto operacional. Los requisitos se refinan, se infieren y se asignan a estas entidades lógicas. Los requisitos y las entidades lógicas se asignan a los productos, a los componentes de producto, a las personas o a los procesos asociados. Las actividades relacionadas con la definición de contenidos y actividades serias deben encontrarse definidas y asignadas al producto, a los requerimientos y objetivos pedagógicos, a las personas o a los procesos asociados. En el caso de desarrollo iterativo o incremental, los requisitos también se asignan a las iteraciones o incrementos.

La involucración de las partes interesadas relevantes, tanto en el desarrollo como en el análisis de los requisitos, les proporciona visibilidad en la evolución de los requisitos. Esta actividad les asegura continuamente que los requisitos están siendo definidos apropiadamente.

Para las líneas de producto, los procesos de ingeniería (incluyendo el desarrollo de los requisitos) pueden aplicarse por lo menos a dos niveles en la organización. En un nivel de organización o de línea de producto, un “análisis de lo común y de la variación” se realiza para ayudar a educir, analizar y establecer activos base para su uso por los proyectos dentro de la línea de producto. En el nivel del proyecto, estos activos base son luego usados según el plan de producción de la línea de producto como parte de las actividades de ingeniería del proyecto.

## Áreas de proceso relacionadas

Para más información sobre cómo asegurar la compatibilidad de interfaces, consúltese el área de proceso Integración del Producto.

Para más información sobre cómo seleccionar las soluciones del componente de producto y desarrollar el diseño, consúltese el área de proceso Solución Técnica.

Para más información sobre cómo validar el producto o componentes de producto, consúltese el área de proceso Validación.

Para más información sobre cómo verificar los productos de trabajo seleccionados, consúltese el área de proceso Verificación.

Para más información sobre cómo seguir y controlar los cambios, consúltese el área de proceso Gestión de Configuración.

Para más información sobre cómo gestionar los requisitos, consúltese el área de proceso Gestión de Requisitos.

Para más información sobre cómo identificar y analizar los riesgos, consúltese el área de proceso Gestión de Riesgos.

## Resumen de metas y prácticas específicas

SG 1 Desarrollar los requisitos de cliente.

SP 1.1 Educir las necesidades.

SP 1.2 Trasformar las necesidades de las partes interesadas en requisitos de cliente.

SG 2 Desarrollar los requisitos de producto.

SP 2.1 Establecer los requisitos de producto y de componente de producto.

SP 2.2 A signar los requisitos de componente de producto.

SP 2.3 Identificar los requisitos de interfaz.

SG 3 Analizar y validar los requisitos.

SP 3.1 Establecer los conceptos y los escenarios de operación.

SP 3.2 Establecer una definición de la funcionalidad y de los atributos de calidad requeridos.

SP 3.3 Analizar los requisitos.

SP 3.4 Analizar los requisitos para conseguir un equilibrio.

SP 3.5 Validar los requisitos.

## SG 1 Desarrollar los requisitos de cliente

Las necesidades pedagógicas, objetivos pedagógicos, expectativas de jugabilidad, restricciones e interfaces se recopilan y se traducen en requisitos del cliente.

Dentro de un juego serio educativo para definir requisitos de los clientes es necesario caracterizar los usuarios y el ambiente de aprendizaje. Dentro de esta caracterización se definen a los usuarios finales y la estrategia educativa que se va a utilizar para la aplicación del juego serio.

Las necesidades educativas, el enfoque pedagógico, restricciones e interfaces de las partes interesadas se recopilan y traducen en requisitos de cliente. Las necesidades de las partes interesadas (p. ej., clientes, educadores, estudiantes, instituciones) son la base para determinar los requisitos de cliente. Las necesidades, las expectativas, las restricciones, las interfaces, los conceptos operacionales y los conceptos de producto de las partes interesadas se analizan, ajustan, refinan y elaboran para traducirlos en un conjunto de requisitos de cliente.

Necesidades, expectativas, restricciones en cuanto a aprendizaje, gameplay, storytelling y experiencia de usuario de las partes interesadas deben analizarse, ajustarse y refinarse para traducirse en requerimientos del juego serio.

Con frecuencia, las necesidades, las expectativas, las restricciones y las interfaces de las partes interesadas están pobremente identificadas o en conflicto. Puesto que las necesidades, las expectativas, las restricciones y las limitaciones de las partes interesadas deberían identificarse y comprenderse claramente, se utiliza un proceso iterativo durante toda la vida del proyecto para cumplir este objetivo. Para facilitar la interacción requerida, frecuentemente se involucra a un sustituto del usuario final o cliente para representar sus necesidades y ayudar a resolver conflictos. Las relaciones del cliente o el área de marketing de la organización, así como los miembros del equipo de desarrollo de disciplinas como ingeniería o soporte humano, pueden utilizarse como sustitutos. Las restricciones medioambientales, legales y otras deberían considerarse al crear y resolver el conjunto de requisitos de cliente.

### SP 1.1 Educir las necesidades

Caracterizar el ambiente de aprendizaje y educir las necesidades pedagógicas, necesidades de los educadores, objetivos educativos y expectativas del juego para las fases del ciclo de vida del producto.

Educir las necesidades, las expectativas, las restricciones y las interfaces de las partes

Educir va más allá de la recopilación de requisitos mediante la identificación proactiva de requisitos adicionales no explícitamente proporcionados por los clientes. Los requisitos adicionales deberían tratar las distintas actividades del ciclo de vida del producto y sus impactos en el producto.

Algunos ejemplos de técnicas para educir las necesidades son:

- Demostraciones de tecnología.
- Grupos de trabajo de control de la interfaz.
- Grupos de trabajo de control técnico.
- Revisiones intermedias del proyecto.
- Cuestionarios, entrevistas y escenarios (operacional, soporte y desarrollo) obtenidos de los usuarios finales.
- Walthroughs de soporte, desarrollo y de operación, y análisis de tareas de usuario final.

- Workshops con las partes interesadas para la educación de los atributos de calidad.
- Prototipos y modelos. Especialmente importante en el desarrollo de juegos.
- Reuniones participativas.
- Tormenta de ideas.
- Despliegue de la función de calidad.
- Estudios de mercado.
- Pruebas beta.
- Extracción de fuentes como documentos, estándares o especificaciones.
- Observación de productos, entornos y patrones de flujo de trabajo existentes.
- Casos de uso.
- Historias de usuario.
- Pequeñas entregas incrementales “por rodajas” de la funcionalidad del producto.
- Análisis de casos de negocio.
- Ingeniería inversa (para productos heredados).
- Encuestas de satisfacción del cliente.

Algunos ejemplos de fuentes de requisitos que pueden no ser identificadas por el cliente son:

- Políticas de negocio.
- Estándares.
- Decisiones y principios de diseño de arquitectura previos.
- Requisitos de entorno de negocio (p. ej., laboratorios, pruebas y otras instalaciones, infraestructura de tecnología de información).
- Tecnología.
- Productos o componentes de producto heredados (reutilización de componentes de producto).
- Estatutos reguladores.

Ejemplo de productos de trabajo

1. Resultados de las actividades de educación de requisitos.

Subprácticas

1. Comprometer a las partes interesadas relevantes usando métodos para educir las necesidades, las expectativas, las restricciones y las interfaces externas.
2. Caracterizar el ambiente de aprendizaje
3. Educir las necesidades de los usuarios finales (estudiantes).
4. Educir las necesidades de los educadores.
5. Educir las necesidades pedagógicas para el juego educativo, realizado junto a expertos.
6. Educir los objetivos educativos o habilidades que se pretende alcanzar a través del juego.
7. Educir las expectativas del juego de los distintos usuarios (experiencia de usuario, mecánicas y dinámicas, gameplay, arte).

## 8. Educar las expectativas y restricciones en cuanto a storytelling.

### SP 1.2 Transformar las necesidades de las partes interesadas en requisitos de cliente

Transformar las necesidades, las expectativas, los objetivos de aprendizaje, las restricciones y las interfaces de las partes interesadas en requisitos pedagógicos, expectativas del juego, requisitos pedagógicos, expectativas y restricciones del juego, requerimientos de usuarios finales, requerimientos de los educadores, requerimientos de infraestructura; las cuales se encuentran priorizadas.

Transformar las necesidades, las expectativas, las restricciones y las interfaces de las partes interesadas en requisitos de cliente priorizados.

Se deberían consolidar las distintas entradas provenientes de las partes interesadas relevantes, se debería recuperar la información que falta y se deberían resolver los conflictos a medida que se desarrollan y priorizan los requisitos de cliente. Los requisitos de cliente pueden incluir las necesidades, las expectativas y las restricciones con respecto a la verificación y a la validación.

En algunas situaciones, el cliente proporciona un conjunto de requisitos al proyecto, o los requisitos existen como una salida de las actividades de un proyecto anterior. En estas situaciones, los requisitos de cliente podrían entrar en conflicto con las necesidades, expectativas, restricciones e interfaces de las partes interesadas relevantes y necesitarán transformarse en un conjunto reconocido de requisitos de cliente después de una resolución de conflictos apropiada. Las partes interesadas relevantes que representan a todas las fases del ciclo de vida del producto deberían incluir tanto funciones del negocio, como funciones técnicas.

De esta manera, los conceptos para todos los procesos del ciclo de vida relativo al producto se consideran concurrentemente con los conceptos para los productos. Los requisitos de cliente resultan tanto de decisiones informadas sobre el negocio, como de los efectos técnicos de sus requisitos.

Requisitos de los componentes del juego serio deben ser identificados y catalogados.

#### Ejemplos de productos de trabajo

1. Requisitos de cliente priorizados.
  2. Restricciones de cliente para llevar a cabo la verificación.
  3. Restricciones de cliente para llevar a cabo la validación.
  4. Requisitos Pedagógicos.
  5. Expectativas de gameplay del juego serio.
- 
1. Traducir las necesidades, las expectativas, las restricciones y las interfaces de las partes interesadas en requisitos documentados del cliente.
  2. Establecer y mantener una priorización de los requisitos funcionales

de cliente y de los atributos de calidad. Tener priorizados los requisitos de cliente ayuda a determinar el alcance del proyecto, de la iteración o del incremento. Esta priorización asegura que los requisitos funcionales y de los atributos de calidad críticos para el cliente y otras partes interesadas se tratan rápidamente.

3. Definir las restricciones para la verificación y la validación.
4. Mantener una priorización de requisitos pedagógicos.
5. Priorizar los requerimientos de profesores, usuarios e infraestructura.
6. Mantener una priorización de las expectativas y restricciones del juego.

## SG 2 Desarrollar los requisitos de producto

Se elaboran los requisitos pedagógicos y las expectativas de jugabilidad se refinan y elaboran para desarrollar los requisitos de producto.

Dentro de los juegos serios educativos se deben tener en cuenta los requisitos pedagógicos y expectativa del juego que serán los que permitan diseñar el juego. Los requisitos de cliente se analizan conjuntamente con el desarrollo del concepto de operación para inferir conjuntos de requisitos más detallados y precisos llamados “requisitos de producto y de componente de producto”. Los requisitos pedagógicos se analizan conjuntamente con las expectativas del juego para inferir los requerimientos del juego.

Los requisitos de producto y de componente de producto tratan las necesidades asociadas con cada fase del ciclo de vida del producto. Los requisitos derivados surgen de restricciones; consideraciones de las cuestiones implícitas, pero no declaradas explícitamente en la línea base de los requisitos de cliente; factores introducidos por la arquitectura seleccionada, ciclo de vida del producto y diseño; y por las consideraciones propias del negocio del desarrollador. Los requisitos se reexaminan con cada conjunto de requisitos sucesivo y de nivel más bajo y con la arquitectura, y se refina el concepto de producto preferido.

Los requisitos se asignan a las funciones del producto y a los componentes de producto, incluyendo objetos, personas y procesos. En el caso de desarrollo iterativo o incremental, los requisitos también se asignan a las iteraciones o a los incrementos en base a las prioridades del cliente, cuestiones de tecnología y objetivos del proyecto. Se documenta la trazabilidad de los requisitos a las funciones, objetos, pruebas, cuestiones u otras entidades. Los requisitos asignados y las funciones (u otras entidades lógicas) son la base para la síntesis de la solución técnica; sin embargo, mientras se define la arquitectura, sirve como base última para dirigir la asignación de requisitos a la solución.

A medida que se desarrollan los componentes internos, se definen interfaces adicionales y se establecen los requisitos de la interfaz.



Para más información sobre cómo mantener la trazabilidad bidireccional de los requisitos, consúltese el área de proceso Gestión de Requisitos.

## SP 2.1 Establecer los requisitos de producto y de componente de producto

Establecer y mantener los requisitos pedagógicos y las expectativas de jugabilidad por parte de los involucrados.

Los requisitos funcionales y los atributos de calidad del cliente pueden expresarse en términos del cliente y pueden ser descripciones no técnicas.

Los requisitos de producto son la expresión de estos requisitos en términos técnicos que pueden utilizarse para las decisiones de diseño.

Un ejemplo de esta traducción se encuentra en la primera House of Quality Function Deployment, que traduce los deseos del cliente en parámetros técnicos. Por ejemplo, “puerta sólida de resonancia” podría corresponder a tamaño, peso, ajuste, amortiguación y frecuencias de resonancia.

Los requisitos de producto y de componente de producto tratan la satisfacción del cliente, el negocio, y los objetivos del proyecto y sus atributos asociados, tales como eficacia y asequibilidad.

Los requisitos derivados también tratan las necesidades de otras fases del ciclo de vida (p. ej., producción, operaciones, retirada) en la medida que son compatibles con los objetivos de negocio.

La modificación de los requisitos debida a cambios de requisitos aprobados se cubre por el aspecto “mantener” de esta práctica específica; mientras que la gestión de los cambios a los requisitos se cubre por el área de proceso Gestión de Requisitos.

Para más información sobre cómo gestionar los requisitos, consúltese el área de proceso Gestión de Requisitos.

### Ejemplos de productos de trabajo

1. Requisitos derivados.
2. Requisitos de producto.
3. Requisitos de componente de producto.
4. Requisitos de arquitectura, que especifican o restringen las relaciones entre componentes de producto.

### Subprácticas

1. Desarrollar los requisitos en los términos técnicos necesarios para el diseño del producto y de los componentes de producto.

## 2. Inferir los requisitos resultantes de las decisiones de diseño.

Para más información sobre cómo seleccionar las soluciones de los componentes de producto y cómo desarrollar el diseño, consúltese el área de proceso Solución Técnica.

La selección de una tecnología trae consigo requisitos adicionales. Por ejemplo, el uso de electrónica requiere requisitos tecnológicos específicos adicionales, tales como límites de interferencia electromagnética.

Las decisiones de arquitectura, tales como la selección de patrones de la arquitectura, introducen requisitos inferidos adicionales para los componentes de producto. Por ejemplo, el patrón de capas restringirá dependencias entre ciertos componentes de producto.

Desarrollar los requisitos de arquitectura capturando los atributos críticos de calidad y las medidas de atributos de calidad necesarios para establecer la arquitectura y el diseño del producto.

Algunos ejemplos de medidas de los atributos de calidad son:

- Respuesta dentro de 1 segundo.
- Disponibilidad del sistema en un 99% del tiempo.
- Implementar un cambio con no más de una semana de esfuerzo del personal.

Establecer y mantener las relaciones entre los requisitos para su consideración durante la gestión del cambio y la asignación de los requisitos.

Para más información sobre cómo mantener la trazabilidad bidireccional de los requisitos, consúltese el área de proceso Gestión de Requisitos.

Las relaciones entre los requisitos pueden ayudar en la evaluación del impacto de los cambios.

### SP 2.2 Asignar los requisitos de componente de producto

Para más información sobre cómo seleccionar las soluciones del componente de producto, consúltese el área de proceso Solución Técnica.

Dentro de esta área se deben asignar los requisitos a cada uno de los componentes del juego serio capa seria, storytelling, experiencia de usuario y gameplay. Otros requisitos pueden no quedar asignados dentro de los componentes del juego pero si dentro de los componentes del aplicativo.

La arquitectura del producto proporciona la base para asignar los requisitos de producto a los componentes de producto. Los requisitos para los componentes de producto de la solución definida incluyen la asignación de la prestación del producto; las restricciones de diseño; y el ajuste, la forma y la función para cumplir los requisitos y facilitar

la producción. En los casos donde un requisito de nivel más alto especifique un atributo de calidad que sea responsabilidad de más de un componente de producto, el atributo de calidad puede a veces dividirse para la asignación única a cada componente de producto como un requisito inferido, sin embargo, otras veces el requisito compartido debería, en su lugar, estar asignado directamente a la arquitectura.

Por ejemplo, la asignación de requisitos compartidos a la arquitectura podría describir cómo se presupuesta un requisito de rendimiento (p. ej, en capacidad de respuesta) entre los componentes, de forma que se contabilice de inicio a fin la forma de realizar el requisito.

Este concepto de requisitos compartidos puede extenderse a otros atributos de calidad de arquitectura significativos (p. ej, seguridad, fiabilidad).

#### Ejemplos de productos de trabajo

- Hojas de asignación de requisitos.
- Asignaciones provisionales de requisitos.
- Restricciones de diseño.
- Requisitos inferidos.
- Relaciones entre requisitos inferidos.

#### Subprácticas

1. Asignar los requisitos a las funciones.
2. Asignar los requisitos a los componentes de producto y a la arquitectura.
3. Asignar las restricciones de diseño a componentes de producto y a la arquitectura.
4. Asignar requisitos a las entregas incrementales.
5. Documentar las relaciones entre requisitos asignados.

Las relaciones incluyen las dependencias en que un cambio en un requisito puede afectar a otros requisitos.

#### SP 2.3 Identificar los requisitos de interfaz

Se identifican las interfaces entre las funciones (o entre objetos u otras entidades lógicas). Las interfaces pueden conducir el desarrollo de soluciones alternativas descritas en el área de proceso Solución Técnica.

Para más información sobre cómo asegurar la compatibilidad de interfaces, consúltese el área de proceso Integración del Producto.

Se definen los requisitos de interfaz entre los productos o componentes de producto identificados en la arquitectura del producto. Estos requisitos se controlan como parte de la integración del producto y del componente de producto y son una parte integral de la definición de la arquitectura.

Ejemplo de productos de trabajo

1. Requisitos de interfaz.

Subprácticas

1. Identificar las interfaces tanto externas como internas al producto (p. ej., entre las particiones funcionales u objetos).

A medida que progresa el diseño, la arquitectura del producto será alterada por los procesos de la solución técnica, creando nuevas interfaces entre los componentes de producto y los componentes externos al producto.

Deberían identificarse también las interfaces con los procesos del ciclo de vida relativos al producto.

Algunos ejemplos de estas interfaces son las interfaces con el equipo de pruebas, con los sistemas de transporte, con los sistemas de soporte y con las instalaciones de fabricación.

2. Desarrollar los requisitos para las interfaces identificadas.

Para más información sobre cómo diseñar las interfaces usando criterios, consúltese el área de proceso Solución Técnica.

Los requisitos para las interfaces se definen en términos tales como el origen, el destino, el estímulo, las características de los datos para el software, y las características eléctricas y mecánicas para el hardware.

## SG 3 Analizar y validar requisitos

Los requisitos se analizan y validan.

Las prácticas específicas de la meta específica Analizar y validar requisitos dan soporte al desarrollo de los requisitos, tanto en la meta específica Desarrollar los requisitos de cliente como en la meta específica Desarrollar los requisitos de producto. Las prácticas específicas asociadas a esta meta específica cubren el análisis y la validación de los requisitos con respecto al entorno previsto del usuario final.

Los análisis se realizan para determinar qué impacto tendrá el entorno de operación previsto sobre la capacidad para satisfacer las necesidades, las expectativas, las restricciones y las interfaces de las partes interesadas. Deberían tenerse en cuenta consideraciones como la viabilidad, las necesidades de la misión, las restricciones de coste, el tamaño del mercado potencial y la estrategia de la adquisición, dependiendo del contexto del producto. Los atributos de calidad de la arquitectura significativos se identifican en base a la misión y a los

factores del negocio. También se establece una definición de la funcionalidad requerida y de los atributos de calidad. Se consideran todos los modos de uso especificados para el producto.

Los objetivos de los análisis son determinar los requisitos candidatos para los conceptos del producto que satisfarán las necesidades, las expectativas y las restricciones de las partes interesadas, y entonces traducir estos conceptos en requisitos. Paralelamente a esta actividad, los parámetros que se utilizarán para evaluar la eficacia del producto se determinan en base a las entradas del cliente y al concepto preliminar del producto.

Los requisitos se validan para incrementar la probabilidad de que el producto resultante funcione según lo previsto en el entorno de uso.

Se debe considerar la validación por parte de un equipo de usuarios finales que contribuyan a revisar que los requisitos se adapten a sus necesidades.

### SP 3.1 Establecer los conceptos y los escenarios de operación

Establecer y mantener los conceptos y los escenarios de operación asociados.

Un escenario es normalmente una secuencia de eventos que podrían ocurrir en el desarrollo, uso o soporte del producto, el cual se usa para hacer explícitas algunas de las necesidades funcionales o de los atributos de calidad de las partes interesadas. Por el contrario, un concepto operacional para un producto depende generalmente tanto de la solución de diseño como del escenario.

Por ejemplo, el concepto operacional para un producto de comunicaciones basado en satélites es completamente diferente de uno basado en comunicaciones por tierra. Puesto que las soluciones alternativas generalmente no han sido definidas cuando se preparan los conceptos de operación iniciales, las soluciones conceptuales se desarrollan para su uso cuando se analizan los requisitos. Los conceptos operacionales se refinan a medida que se toman las decisiones de la solución y se desarrollan los requisitos detallados de más bajo nivel.

Al igual que una decisión de diseño para un producto puede llegar a ser un requisito para un componente de producto, el concepto de operación puede llegar a ser los escenarios (requisitos) para los componentes de producto. Los conceptos y los escenarios de operación evolucionan para facilitar la selección de soluciones del componente de producto que, cuando se implementan, satisfarán el uso previsto del producto o facilitarán su desarrollo y soporte. Los conceptos y los escenarios de operación documentan la interacción de los componentes de producto con el entorno, con los usuarios finales y con otros componentes de producto, independientemente de la disciplina de ingeniería.

Estos conceptos se deberían documentar para todos los modos y los estados dentro de las operaciones, del desarrollo del producto, del despliegue, de la entrega, del soporte (incluyendo el mantenimiento y soporte), de la formación y de la retirada.

Los escenarios pueden desarrollarse para tratar secuencias de operación, de soporte, de desarrollo o de otros eventos.

Ejemplos de productos de trabajo

1. Concepto operacional.
2. Desarrollo, instalación, operación, mantenimiento y conceptos de soporte del producto o componente de producto.
3. Conceptos de retirada.
4. Casos de uso.
5. Escenarios de cronología.
6. Nuevos requisitos.

Subprácticas

1. Desarrollar los conceptos y los escenarios de operación que incluyan operaciones, instalación, desarrollo, mantenimiento, soporte y retirada según sea apropiado.

Identifique y desarrolle los escenarios, consistentes con el nivel de detalle de las necesidades, las expectativas y las restricciones de las partes interesadas en las cuales se espera que funcione el producto o componente de producto propuesto.

Aumente los escenarios con las consideraciones de los atributos de calidad para las funciones (u otras entidades lógicas) descritas en los escenarios.

2. Definir el entorno en el que funcionará el producto o componente de producto, incluyendo los límites y las restricciones.

3. Revisar los conceptos y los escenarios de operación para refinar y descubrir requisitos.

El concepto y el desarrollo del escenario de operación es un proceso iterativo. Para asegurar que éstos están de acuerdo con los requisitos, deberían mantenerse revisiones periódicamente. La revisión puede ser un walkthrough.

4. Desarrollar un concepto de operación detallado, a medida que se seleccionan los productos y los componentes de producto, que define la interacción del producto, del usuario final y del entorno, y que satisfaga las necesidades operativas, de mantenimiento, de soporte y de retirada.

SP 3.2 Establecer una definición de la funcionalidad y de los atributos de calidad requeridos

Establecer y mantener una definición de funcionalidad y de los atributos de calidad requeridos.

Una aproximación para definir la funcionalidad y los atributos de calidad requeridos es analizar escenarios utilizando lo que llamamos “análisis funcional” para describir lo que se pretende que haga el producto.

Esta descripción funcional puede incluir acciones, secuencia, entradas, salidas u otra información que comunique la forma en la que se utilizará el producto. La descripción resultante de las funciones, agrupaciones lógicas de funciones y su asociación con los requisitos se denomina como arquitectura funcional (véanse las definiciones de “análisis funcional” y “arquitectura funcional” en el glosario).

Estas aproximaciones han evolucionado en años recientes a través de la introducción de lenguajes, métodos y herramientas de descripción de la arquitectura para tratar y caracterizar de forma más completa los atributos de calidad, permitiendo una especificación más rica de las restricciones sobre cómo la funcionalidad definida se realizará en el producto (p.ej., multidimensional), y facilitando análisis adicionales de los requisitos y las soluciones técnicas.

Algunos atributos de calidad que surgirán serán significativos para la arquitectura y así conducirán el desarrollo de la arquitectura del producto. Estos atributos de calidad reflejan a menudo temas transversales que no se pudieron asignar a los elementos del nivel más bajo de una solución. Una comprensión clara de los atributos de calidad y de su importancia en base a la misión o necesidades del negocio es una entrada esencial al proceso de diseño.

#### Ejemplos de productos de trabajo

1. Definición de funcionalidad y de atributos de calidad requeridos.
2. Arquitectura funcional.
3. Diagramas de actividad y casos de uso.
4. Análisis orientado a objetos con servicios o métodos identificados.
5. Requisitos de los atributos de calidad significativos para la arquitectura.

#### Subprácticas

1. Determinar la misión clave y los factores de negocio.
2. Identificar la funcionalidad y los atributos de calidad deseados. La funcionalidad y los atributos de calidad pueden ser identificados y definidos con las partes interesadas relevantes a través de un análisis de diversos escenarios según lo descrito en la práctica específica anterior.
3. Determinar los atributos de calidad significativos para la arquitectura en base a la misión clave y los factores del negocio.
4. Analizar y cuantificar la funcionalidad requerida por los usuarios finales. Este análisis puede implicar considerar la secuencia de funciones críticas de tiempo.
5. Analizar los requisitos para identificar las particiones lógicas o funcionales (p. ej., sub funciones).

6. Dividir los requisitos en grupos, en base a los criterios establecidos (p. ej., funcionalidad similar, requisitos similares de atributos de calidad, acoplamiento) para facilitar y enfocar el análisis de requisitos.
7. Asignar los requisitos de cliente a las particiones funcionales, objetos, personal o elementos de soporte para dar apoyo a la síntesis de las soluciones.
8. Asignar los requisitos a las funciones y a las sub funciones (u otras entidades lógicas).

### SP 3.3 Analizar los requisitos

Analizar los requisitos para asegurarse que son necesarios y suficientes.

Teniendo en cuenta el concepto y los escenarios de operación, los requisitos para el nivel uno de la jerarquía del producto se analiza para determinar si son necesarios y suficientes para cumplir con los objetivos de niveles más altos de la jerarquía del producto. Los requisitos analizados, posteriormente, proporcionan la base para requisitos más detallados y precisos en los niveles más bajos de la jerarquía del producto.

A medida que se definen los requisitos, debería comprenderse su relación con los requisitos de nivel más alto y la definición de más alto nivel de la funcionalidad y los atributos de calidad requeridos. También, se determinan los requisitos clave que se utilizarán para realizar el seguimiento del progreso. Por ejemplo, el peso de un producto o el tamaño de un producto software pueden monitorizarse durante el desarrollo en base al riesgo o la criticidad que tienen para el cliente.

Para más información sobre cómo establecer los procedimientos y criterios de verificación, consúltese el área de proceso Verificación.

Ejemplos de productos de trabajo

1. Informes de defectos de los requisitos.
2. Cambios propuestos a los requisitos para resolver defectos.
3. Requisitos clave.
4. Medidas de rendimiento técnico.

Subprácticas

1. Analizar las necesidades, las expectativas, las restricciones y las interfaces externas de las partes interesadas para organizarlas en temas relacionados y eliminar conflictos.
2. Analizar los requisitos para determinar si satisfacen los objetivos de los requisitos de nivel más alto.
3. Analizar los requisitos pedagógicos conforme al objetivo planteados. El análisis debe ser realizado junto con expertos



4. Analizar las expectativas en cuanto a gameplay, storytelling y experiencia de usuario validar que las restricciones establecidas en la jugabilidad sean compatibles con lo planteado.

5. Analizar los requisitos para asegurarse que son completos, factibles, realizables y verificables. Mientras que el diseño determina la viabilidad de una solución particular, esta subpráctica trata de conocer qué requisitos afectan a la Viabilidad.

6. Identificar los requisitos clave que tienen una fuerte influencia en el coste, el calendario, el rendimiento o el riesgo.

7. Identificar las medidas técnicas de rendimiento que serán seguidas durante el esfuerzo de desarrollo.

Para más información sobre cómo desarrollar y sostener una capacidad de medición utilizada para dar soporte a las necesidades de información de la gerencia, consúltese el área de proceso Medición y Análisis.

8. Analizar los conceptos y los escenarios de operación para refinar las necesidades, las restricciones y las interfaces del cliente, y para Inferir nuevos requisitos. Este análisis puede dar lugar a conceptos y a escenarios de operación más detallados, así como al soporte de la inferencia de nuevos requisitos.

### SP 3.4 Analizar los requisitos para conseguir un equilibrio

Analizar los requisitos para equilibrar las necesidades y las restricciones de las partes interesadas.

Se debe también equilibrar los objetivos pedagógicos con la jugabilidad esperada del juego. Las necesidades y las restricciones de las partes interesadas pueden tratar temas como coste, calendario, rendimiento del proyecto o producto, funcionalidad, prioridades, componentes reutilizables, jugabilidad, usabilidad, facilidad de mantenimiento o riesgo.

Ejemplo de productos de trabajo típicos

1. Evaluación de los riesgos relativos a los requisitos.

Subprácticas

1. Usar modelos, simulaciones y prototipos probados para analizar el equilibrio entre las necesidades y las restricciones de las partes interesadas. Los resultados de los análisis pueden usarse para reducir el coste del producto y el riesgo del desarrollo del producto. Los prototipos pueden usarse para validar que los objetivos pedagógicos se cumplan y asegurar que el juego provea la motivación necesaria para su uso.

2. Realizar una evaluación de riesgos sobre los requisitos y la definición de funcionalidad y atributos de calidad requeridos.

Para más información sobre cómo identificar y analizar los riesgos, consúltese el área de proceso Gestión de Riesgos.

3. Examinar los conceptos del ciclo de vida del producto en cuanto a los impactos de los requisitos en los riesgos.

4. Evaluar el impacto de los requisitos de los atributos de calidad significativos para la arquitectura en el producto y en los costes y riesgos del desarrollo del producto.

5. Realizar un análisis entre las expectativas del juego y la capacidad tecnológica de los usuarios.

Cuando el impacto de los requisitos en costes y riesgos parece superar el beneficio percibido, debería consultarse a las partes interesadas relevantes para determinar qué cambios pueden ser necesarios.

Como ejemplo, un requisito tiempo-respuesta realmente ajustado o un requisito de alta-disponibilidad, podría demostrar un coste alto de implementación. Quizás el requisito podría relajarse una vez que se entienden los impactos (p. ej., en coste).

### SP 3.5 Validar los requisitos

Validar los requisitos para asegurar que el producto resultante funcione según lo previsto en el entorno del usuario final.

La validación de los requisitos se ejecuta en etapas tempranas del desarrollo con los usuarios finales para ganar confianza en que los requisitos sean capaces de guiar un desarrollo que dé como resultado una validación final de éxito. Esta actividad debería integrarse con las actividades de gestión de riesgos. Las organizaciones maduras normalmente realizarán la validación de los requisitos de una manera más sofisticada, usando múltiples técnicas y ampliarán la base de la validación para incluir otras necesidades y expectativas de las partes interesadas.

Algunos ejemplos de técnicas usadas para la validación de los requisitos son:

- Análisis.
- Simulaciones.
- Prototipos.
- Demostraciones.

Dentro de los juegos los prototipos proveen un mecanismo para poder comprobar si el juego representa una experiencia motivadora para el usuario por lo que debe considerarse para validar las expectativas lúdicas.

Los requisitos pedagógicos deben ser evaluados por expertos instruccionales

Ejemplo de productos de trabajo

1. Registro de los métodos y resultados del análisis.

Subprácticas

1. Analizar los requisitos para determinar el riesgo de que el producto resultante no funcione apropiadamente en el entorno de uso previsto.

2. Explorar la adecuación y la completitud de los requisitos desarrollando representaciones del producto (p. ej., prototipos, simulaciones, modelos, escenarios, guiones gráficos) y obteniendo realimentación sobre ellos de las partes interesadas relevantes.

Para más información sobre cómo preparar la validación y validar los productos y los componentes de producto, consúltese el área de proceso Validación.

3. Evaluar el diseño a medida que madure en el contexto del entorno de validación de los requisitos para identificar las cuestiones de validación, y para exponer necesidades y requisitos de cliente sin especificar.

# SOLUCIÓN TÉCNICA

Criterios de calidad de proceso relacionados:

CPr-13

CPr-14

CPr-15

CPr-16

Un área de proceso de Ingeniería en el nivel de madurez 3

## Propósito

El propósito de la Solución Técnica (TS) es seleccionar, diseñar e implementar soluciones para los requisitos.

Las soluciones, los diseños y las implementaciones engloban productos, componentes de producto y procesos del ciclo de vida relativos al producto, bien individualmente o en conjunto, según proceda.

Extensión: Dentro del desarrollo de juegos serios educativos se considera el diseño y construcción de gameplay (mecánicas y dinámicas), diseño de la estética y arte del juego ajustada a características de los usuarios y requerimientos, diseño de sistemas de retroalimentación y diseño del sistema de retroalimentación de datos al usuario.

## Notas introductorias

El área de proceso Solución Técnica es aplicable en cualquier nivel de la arquitectura de producto y a cada producto, componente de producto y proceso del ciclo de vida relativo al producto. En todas las áreas de proceso, cuando se usan los términos “producto” y “componente de producto”, su significado engloba también a los servicios, sistemas de servicios y sus componentes.

Esta área de proceso se enfoca en lo siguiente:

- Evaluar y seleccionar soluciones (referidas a veces como “aproximaciones de diseño”, “conceptos de diseño” o “diseños preliminares”) que potencialmente satisfacen los requisitos pedagógicos, los requerimientos de usuarios finales y los requisitos funcionales del aplicativo y de atributos de calidad asignados.
- Desarrollar diseños detallados para las soluciones seleccionadas (detallados en el contexto de contener toda la información necesaria para fabricar, codificar o, de otra manera implementar el diseño como un producto o componente de producto).

- Implementar los diseños como un producto o componente de producto. Normalmente, estas actividades se dan soporte interactivamente entre sí. Para seleccionar soluciones puede ser necesario algún nivel de diseño, a veces bastante detallado. Se recomienda el uso de prototipos o los pilotos como un medio para obtener el conocimiento suficiente para desarrollar un paquete de datos técnicos o un conjunto completo de requisitos. Se debe considerar que el juego serio se construye en base a procesos iterativos en el cual el diseño y el producto se afina en base a los requerimientos. Los modelos de atributos de calidad, las simulaciones, los prototipos o los pilotos pueden usarse para proporcionar información adicional sobre las propiedades de las soluciones potenciales de diseño para ayudar en la selección de soluciones.

Las simulaciones pueden ser particularmente útiles para proyectos de desarrollo de sistemas de sistemas. Las prácticas específicas de la Solución Técnica no se aplican sólo al producto y a los componentes de producto, sino también a los procesos del ciclo de vida relativos al producto. Los procesos del ciclo de vida relativos al producto se desarrollan de manera conjunta con el producto o componente de producto. Este desarrollo puede incluir la selección y la adaptación de los procesos existentes (incluyendo los procesos estándar) para su uso, así como para el desarrollo de nuevos procesos. Los procesos asociados al área de proceso Solución Técnica reciben los requisitos de producto y de componentes de producto de los procesos de gestión de requisitos. Los procesos de gestión de requisitos sitúan los requisitos, que se originan en los procesos de desarrollo de requisitos, bajo la gestión de configuración apropiada y mantienen su trazabilidad con los requisitos previos.

Además, el desarrollo de activos base requiere de la gestión de la variación de las líneas de producto (la selección y la implementación de mecanismos de variación de las líneas de producto) y de la planificación de la producción de las líneas de producto (el desarrollo de procesos y otros productos de trabajo que definen cómo se construirán los productos para hacer un uso mejor de estos activos base).

En entornos Ágiles, el enfoque está en la exploración temprana de las soluciones. Haciendo la selección y las decisiones de compromisos más explícitas, el área de proceso Solución Técnica ayuda a mejorar la calidad de esas decisiones, tanto para las decisiones individuales como para las decisiones en el tiempo. Las soluciones se pueden definir en términos de funciones, conjuntos de características, versiones o cualquier otro componente que facilite el desarrollo del producto. Cuando alguien que no pertenece al equipo va a trabajar en el producto en el futuro, la información de versiones, registros de mantenimiento, u otros datos se incluyen normalmente con el producto instalado. Para dar soporte a futuras actualizaciones del producto, se recoge el análisis razonado (para compromisos, interfaces y partes compradas) para que se pueda comprender mejor por qué existe el producto. Si existe riesgo de nivel bajo en la solución seleccionada, se reduce significativamente la necesidad de capturar decisiones formalmente (véase “Interpretando CMMI al utilizar enfoques Ágiles” en la Primera Parte).

Dentro del desarrollo de juegos serios el uso de prototipos un método apropiado para poder realizar el diseño. Los prototipos permiten previsualizar la jugabilidad, probar que la

experiencia del jugador sea la deseada y asegurar que esta se adhiera a los requisitos pedagógicos asignados.

Para otros componentes de producto del juego serio se pueden aplicar varias técnicas de diseño como son:

- Prototipos.
- Modelos estructurales.
- Diseño orientado a objetos.
- Análisis esencial de sistemas.
- Modelos de entidad-relación.
- Reutilización del diseño.
- Patrones de diseño.

Se debe considerar adicionalmente el diseño de la estética del juego compuesto por el arte del mismo, el diseño de la historia del juego considerando la caracterización de los usuarios.

## Áreas de proceso relacionadas

Para más información sobre cómo asignar requisitos de componente de producto, establecer conceptos y escenarios de operación, e identificar los requisitos de interfaz, consúltese el área de proceso Desarrollo de Requisitos.

Para más información sobre cómo realizar la revisión entre pares y verificar los productos de trabajo seleccionados, consúltese el área de proceso Verificación.

Para más información sobre cómo analizar posibles decisiones utilizando un proceso de evaluación formal que evalúe las alternativas identificadas frente a los criterios establecidos, consúltese el área de proceso Análisis de Decisiones y Resolución.

Para más información sobre cómo seleccionar y desplegar las mejoras, consúltese el área de proceso Gestión del Rendimiento de la Organización.

Para más información sobre cómo gestionar los requisitos de los productos y los componentes de producto del proyecto, y asegurar la alineación entre esos requisitos, y los planes del proyecto y los productos de trabajo, consúltese el área de proceso Gestión de Requisitos.

## Resumen de metas y prácticas específicas

SG 1 Seleccionar soluciones de componentes de producto.

SP 1.1 Desarrollar soluciones alternativas y los criterios de selección.

SP 1.2 Seleccionar las soluciones de componentes de producto.

SG 2 Desarrollar el diseño.

SP 2.1 Diseñar el producto o los componentes de producto.

SP 2.1 A Diseño de las mecánicas y dinámicas (gameplay)

- SP 2.1 B Diseño del arte del videojuego
- SP 2.2 Establecer un paquete de datos técnicos.
- SP 2.3 Diseñar las interfaces usando criterios.
- SP 2.4 Realizar los análisis sobre si hacer, comprar o reutilizar.

SG 3 Implementar el diseño del producto.

- SP 3.1 Implementar el diseño.
- SP 3.2 Desarrollar la documentación de soporte del producto.

## SG 1 Seleccionar soluciones de componentes de producto

Las soluciones del producto o de componentes de producto se seleccionan a partir de soluciones alternativas. Antes de seleccionar una solución, se consideran las soluciones alternativas y sus ventajas relativas. Los requisitos clave, las cuestiones de diseño y las limitaciones se establecen para utilizarse en el análisis de soluciones alternativas. Se consideran las elecciones y patrones de arquitectura que dan soporte a la consecución de los requisitos de los atributos de calidad. También, el uso de componentes de productos comerciales (COTS) se considera en relación al coste, al calendario, al rendimiento y al riesgo.

Las alternativas COTS pueden usarse con o sin modificación. Algunas veces, estos elementos pueden requerir modificaciones en aspectos tales como las interfaces o una adaptación de alguna de las características para corregir un desajuste con los requisitos de los atributos de calidad y funcionales o con los diseños de arquitectura. Un indicador de un buen proceso de diseño es que el diseño fuera elegido después de compararlo y de evaluarlo frente a las soluciones alternativas. En general, entre las selecciones de diseño que se tratan están las decisiones sobre arquitectura, el desarrollo a medida frente a productos comerciales y la modulación de componentes de producto. Algunas de estas decisiones pueden requerir el uso de un proceso de evaluación formal.

Para más información sobre cómo analizar posibles decisiones utilizando un proceso de evaluación formal que evalúe alternativas identificadas frente a los criterios establecidos, consúltese el área de proceso Análisis de Decisiones y Resolución. A veces, en la búsqueda de soluciones se examinan instancias alternativas de los mismos requisitos sin las asignaciones necesarias para los componentes de producto de nivel inferior. Este es el caso del nivel más bajo de la arquitectura del producto. También hay casos donde una o más de las soluciones están fijadas (p. ej., se investiga para su uso una solución específica dirigida o la disponibilidad de componentes de producto, como COTS).

Generalmente, las soluciones se definen como un conjunto, es decir, cuando se define la siguiente capa de componentes de producto, la solución se establece en su conjunto para cada uno de los componentes de producto. Las soluciones alternativas no son sólo formas diferentes de tratar los mismos requisitos, sino que también reflejan una asignación diferente de requisitos entre los componentes de producto, que abarca el conjunto de la solución. El objetivo es optimizar el conjunto como un todo y no sólo las piezas individuales. Habrá una

interacción significativa con los procesos asociados con el área de proceso Desarrollo de Requisitos, para dar soporte a las asignaciones provisionales de los componentes de producto, hasta que se seleccione la solución en su conjunto y se establezcan las asignaciones finales.

Los procesos del ciclo de vida relativos al producto están entre las soluciones de componentes de producto que se seleccionan desde las soluciones alternativas.

Ejemplos de estos procesos del ciclo de vida relativos al producto son los procesos de fabricación, de entrega y de soporte.

### SP 1.1 Desarrollar soluciones alternativas y los criterios de selección

Desarrollar soluciones alternativas y los criterios de selección. Para más información sobre cómo obtener asignaciones de requisitos a las soluciones alternativas para los componentes de producto, consúltese la práctica específica Asignar los requisitos de componentes de producto en el área de proceso Desarrollo de Requisitos. Para más información sobre cómo establecer criterios de evaluación, consúltese el área de proceso Análisis de Decisiones y Resolución.

Deberían identificarse y analizarse soluciones alternativas, para permitir la selección de una solución equilibrada a lo largo de la vida del producto en términos de coste, de calendario, de rendimiento y de riesgo. Estas soluciones se basan en las arquitecturas propuestas de producto que tratan los requisitos críticos de los atributos de calidad del producto y abarcan un espacio de diseño de soluciones factibles. Las prácticas específicas asociadas con la meta específica Desarrollar el diseño proporcionan más información sobre el desarrollo de arquitecturas potenciales del producto que pueden incorporarse en soluciones alternativas del mismo. Las soluciones alternativas engloban frecuentemente asignaciones alternativas de requisitos para diferentes componentes de producto. Estas soluciones alternativas también pueden incluir el uso de soluciones COTS en la arquitectura del producto. Los procesos asociados con el área de proceso Desarrollo de Requisitos podrían entonces emplearse para proporcionar una asignación provisional más completa y robusta de los requisitos para las soluciones alternativas. Las soluciones alternativas abarcan un rango aceptable de coste, de calendario y de rendimiento. Los requisitos de los componentes de producto se reciben y se utilizan junto con las cuestiones de diseño, las restricciones y los criterios de diseño para desarrollar soluciones alternativas. Los criterios de selección normalmente podrían tratar costes (p. ej., tiempo, personal, dinero), beneficios (p. ej., prestación del producto, capacidad, eficacia) y riesgos (p. ej., técnicos, de coste, de calendario).

Algunas consideraciones para las soluciones alternativas y los criterios de selección son:

- Coste de desarrollo, fabricación, aprovisionamiento, mantenimiento y soporte.
- Logro de los requisitos clave de los atributos de calidad, como la oportunidad, la protección, la fiabilidad y la facilidad de mantenimiento del producto.



- Complejidad de los procesos relativos al ciclo de vida de los componentes de producto y del producto.
- Robustez en el funcionamiento del producto y en las condiciones de uso, modos de operación, entornos y variaciones en los procesos del ciclo de vida relativos al producto. Expansión y crecimiento del producto.
- Limitaciones tecnológicas.
- Sensibilidad a los métodos y materiales de construcción.
- Riesgo.
- Evolución de los requisitos y de la tecnología.
- Retirada.
- Capacidades y limitaciones de los usuarios finales y de los operadores.
- Características de los productos COTS.

Las consideraciones anteriores forman un conjunto base; las organizaciones deberían desarrollar criterios de filtrado para reducir la lista de alternativas que son consistentes con sus objetivos del negocio. El coste del ciclo de vida del producto, aunque sea un parámetro deseable a minimizar, puede estar fuera del control de las organizaciones de desarrollo. Un cliente puede no desear pagar por características que cuesten más a corto plazo, aunque en definitiva el coste disminuya a lo largo de la vida del producto. En estos casos, los clientes deberían por lo menos estar informados de cualquier reducción potencial de los costes del ciclo de vida. Los criterios usados para seleccionar las soluciones finales deberían proporcionar un enfoque equilibrado de costes, beneficios y riesgos.

#### Ejemplos de productos de trabajo

1. Criterios de filtrado de la solución alternativa.
2. Informes de evaluación de nuevas tecnologías.
3. Soluciones alternativas.
4. Criterios de selección para la selección final.
5. Informes de evaluación de los productos COTS.

#### Subprácticas

1. Identificar los criterios de filtrado para seleccionar un conjunto de soluciones alternativas a considerar.
2. Identificar las tecnologías actualmente en uso y las nuevas tecnologías de producto en cuanto a ventajas competitivas. Para más información sobre cómo seleccionar y desplegar mejoras, consúltese el área de proceso Gestión del Rendimiento de la Organización. El proyecto debería identificar las tecnologías aplicadas a los productos y procesos actuales y monitorizar durante toda la vida del proyecto el progreso de las tecnologías usadas actualmente.

El proyecto debería identificar, seleccionar, evaluar e invertir en nuevas tecnologías para conseguir ventajas competitivas. Las soluciones alternativas podrían incluir tecnologías desarrolladas recientemente, pero también podrían incluir la aplicación de tecnologías maduras en diversas aplicaciones o para mantener los métodos actuales.

3. Identificar los productos COTS candidatos que satisfagan los requisitos. Para más información sobre cómo seleccionar proveedores, consúltese el área de proceso Gestión de Acuerdos con Proveedores. El proveedor de los productos COTS necesitará cumplir ciertos requisitos que incluyen:

Funcionalidad del producto y atributos de calidad.

Términos y condiciones de garantía de los productos.

Expectativas (p. ej., para actividades de revisión), restricciones, o puntos de control que ayuden a educir componentes de producto. Las interfaces se describen entre los componentes de producto. Las descripciones de interfaz física se incluyen en la documentación de las interfaces para los elementos y las actividades externas al producto. Se documentan la descripción de las soluciones y el análisis razonado de la selección. La documentación evoluciona a través del desarrollo a la vez que se desarrollan soluciones y diseños detallados y se implementan esos diseños. Mantener un registro del análisis razonado es crítico para la toma de decisiones posterior. Estos registros impiden posteriormente a las partes interesadas rehacer el trabajo y proporcionan ideas para aplicar la tecnología a medida que esté disponible en circunstancias aplicables.

Ejemplos de productos de trabajo

1. Decisiones y análisis razonado de la selección de componentes de producto.
2. Relaciones documentadas entre los requisitos y los componentes de producto.
3. Soluciones, evaluaciones y análisis razonado documentadas.

Subprácticas

1. Evaluar cada solución/conjunto alternativo de soluciones frente a los criterios de selección establecidos en el contexto de los conceptos y escenarios operacionales. Desarrollar la secuencia de los escenarios para la operación del producto y la interacción del usuario para cada solución alternativa.
2. En base a la evaluación de alternativas, evaluar la adecuación de los criterios de selección y actualizar estos criterios según sea necesario.
3. Identificar y resolver las cuestiones con las soluciones alternativas y los requisitos.
4. Seleccionar el mejor conjunto de soluciones alternativas que satisfagan los criterios de selección establecidos.
5. Establecer los requisitos funcionales y de atributos de calidad asociados con el conjunto seleccionado de alternativas, así como con el conjunto de requisitos asignados a esos componentes de producto.

6. Identificar las soluciones de componentes de producto que serán reutilizadas o adquiridas. Para más información sobre cómo gestionar la adquisición de productos y de servicios de proveedores, consúltese el área de proceso Gestión de Acuerdos con Proveedores.

7. Establecer y mantener la documentación de las soluciones, las evaluaciones y el análisis razonado.

## 7. SG 2 Desarrollar el diseño

Los diseños del producto o de los componentes de producto deberían proporcionar el contenido apropiado no sólo para la implementación, sino también para otras fases del ciclo de vida de producto, tales como la modificación, el reaprovisionamiento, el mantenimiento, el soporte y la instalación. La documentación del diseño proporciona una referencia para dar soporte a la comprensión mutua del diseño por las partes interesadas relevantes, y da soporte a los futuros cambios del diseño tanto en el desarrollo como en las fases sucesivas del ciclo de vida del producto. Una descripción de diseño completa se documenta en un paquete de datos técnicos que incluye una gama completa de características y de parámetros, como la forma, el ajuste, la función, la interfaz, las características del proceso de fabricación y otros parámetros. Los estándares de diseño del proyecto o de la organización establecidos (p. ej., listas de comprobación, plantillas, frameworks de objetos) forman la base para lograr un alto grado de definición y completitud en la documentación del diseño.

El diseño de un juego puede pasar por varias iteraciones y esta actualizarse para manejar de mejor manera los resultados.

### 8. SP 2.1 Diseñar el producto o los componentes de producto

Desarrollar un diseño para el producto o el componente de producto. El diseño del producto consiste en dos grandes fases que pueden solaparse en ejecución: diseño preliminar y detallado. Componentes que deben ser

El diseño preliminar establece las capacidades del producto y la arquitectura del producto, incluyendo estilos y patrones de arquitectura, particiones del producto, identificaciones de los componentes de producto, estados y modos del sistema, interfaces principales entre componentes, e interfaces externas del producto. El diseño detallado define completamente la estructura y capacidades de los componentes de producto.

Para más información sobre cómo desarrollar los requisitos de arquitectura, consúltese la práctica específica Establecer una definición de la funcionalidad y de los atributos **de calidad requeridos en el área de proceso Desarrollo de Requisitos**.

La definición de la arquitectura se guía por un conjunto de requisitos de arquitectura desarrollados durante los procesos de desarrollo de requisitos. Estos requisitos identifican los atributos de calidad que son críticos para el éxito del producto. La arquitectura define los

elementos estructurales y los mecanismos de coordinación que o bien satisfacen directamente los requisitos o bien dan soporte al logro de los requisitos cuando se establecen los detalles de diseño del producto. Las arquitecturas pueden incluir estándares y reglas de diseño que gobiernan el desarrollo de los componentes de producto y de sus interfaces, así como orientaciones para ayudar a los desarrolladores del producto.

Las prácticas específicas de la meta específica.

Seleccionar las soluciones de componentes de producto contienen más información sobre el uso de las arquitecturas del producto como base para las soluciones alternativas. Los arquitectos proponen y desarrollan un modelo de producto, haciendo juicios sobre la asignación de los requisitos funcionales y de atributos de calidad a los componentes de producto, incluyendo hardware y software. Para determinar las ventajas y desventajas en el contexto de los requisitos de la arquitectura, se pueden desarrollar y analizar múltiples arquitecturas, dando soporte a soluciones alternativas. Los conceptos operacionales y los escenarios operacionales, de soporte y de desarrollo se usan para generar casos de usos y atributos de calidad relativos a los escenarios que se utilizan para refinar la calidad de la arquitectura. También se usan como un medio para evaluar la adecuación de la arquitectura para su propósito previsto durante las evaluaciones de la arquitectura, las cuales se llevan a cabo periódicamente a lo largo del diseño del producto. Para más información sobre cómo desarrollar los conceptos y los escenarios operacionales usados en la evaluación de la arquitectura, consúltese la práctica específica

Establecer los conceptos y los escenarios de operación en el área de proceso Desarrollo de Requisitos.

Algunos ejemplos de tareas de definición de la arquitectura son:

- Establecer las relaciones estructurales de particiones y de reglas, con respecto a las interfaces entre los elementos dentro de las particiones, y entre las particiones.
- Seleccionar los patrones de arquitectura que den soporte a los requisitos funcionales y a los atributos de calidad, e instanciar o elaborar los patrones para crear la arquitectura del producto.
- Identificar las principales interfaces internas y todas las interfaces externas. y Identificar los componentes del producto y las interfaces entre ellos.
- Definir formalmente el comportamiento e interacción de los componentes usando un lenguaje de descripción de la arquitectura.
- Definir mecanismos de coordinación (p. ej., para software, hardware). y Establecer capacidades y servicios de la infraestructura.
- Desarrollar plantillas, o clases y marcos de trabajo de componentes de producto.
- Establecer reglas de diseño y la autoridad para la toma de decisiones.
- Definir un modelo de proceso/hilos de ejecución. y Definir el despliegue físico del software al hardware.
- Identificar las principales aproximaciones y fuentes de reutilización.

Durante el diseño detallado, se finalizan los detalles de la arquitectura del producto, se definen completamente los componentes de producto y se caracterizan totalmente las interfaces. Los diseños de los componentes de producto pueden optimizarse para

determinados atributos de calidad. Los diseñadores pueden evaluar el uso de productos heredados o de COTS para los componentes de producto. A medida que madura el diseño, los requisitos asignados a los componentes de producto de nivel inferior se siguen para asegurar que se satisfacen esos requisitos. Para más información sobre cómo asegurar la alineación entre los requisitos y el trabajo del proyecto, consúltese el área de proceso Gestión de Requisitos. Para la ingeniería de software, el diseño detallado se enfoca en el desarrollo software de componentes de producto. Se define la estructura interna de los componentes de producto, se generan los esquemas de datos, se desarrollan los algoritmos y se establecen las heurísticas para proporcionar las capacidades de los componentes de producto que satisfagan los requisitos asignados.

Ejemplos de productos de trabajo

1. Arquitectura del producto.
2. Diseño del componente de producto.

Subprácticas

1. Establecer y mantener los criterios frente a los cuales puede evaluarse el diseño. Algunos ejemplos de atributos de calidad, además de prestación esperada del producto, para los cuales pueden establecerse criterios de diseño, son:

- y Modular.
- y Claro.
- y Simple.
- y Fácil de mantener.
- y Verificable.
- y Portátil.
- y Fiable.
- y Exacto.
- y Seguro.
- y Escalable.
- y Utilizable.

2. Identificar, desarrollar o adquirir los métodos de diseño apropiados para el producto. Los métodos de diseño eficaces pueden incorporar un amplio rango de actividades, herramientas y técnicas descriptivas. Que un determinado método sea eficaz o no, depende de la situación. Dos compañías pueden tener métodos de diseño eficaces para los productos en los cuales se especializan, pero estos métodos pueden no ser eficaces en proyectos de cooperación. Los métodos excesivamente sofisticados no son necesariamente eficaces en manos de diseñadores que no se han formado en el uso de los métodos. Que un método sea eficaz también depende de cuánta ayuda proporcione al diseñador y de la eficacia del coste de esa ayuda. Por ejemplo, un esfuerzo en la creación de un prototipo plurianual puede no ser apropiado para un simple componente de producto, pero podría ser lo correcto para un desarrollo de producto sin precedentes, costoso y complejo. Sin embargo, las técnicas de prototipado rápido, pueden ser altamente eficaces para muchos componentes de producto. Los métodos que usan herramientas para asegurar que

un diseño abarca todos los atributos necesarios para implementar el diseño de los componentes de producto pueden ser eficaces.

Por ejemplo, una herramienta de diseño que “conoce” las capacidades de los procesos de fabricación, puede permitir que la variabilidad del proceso de fabricación sea considerada en las tolerancias del diseño. Algunos ejemplos de técnicas y métodos que facilitan un diseño eficaz son: y Prototipos. y Modelos estructurales. y Diseño orientado a objetos. y Análisis esencial de sistemas. y Modelos de entidad-relación. y Reutilización del diseño. y Patrones de diseño.

3. Asegurar que el diseño se adhiere a los estándares y a los criterios de diseño aplicables. Algunos ejemplos de estándares de diseño son (algunos o todos estos estándares pueden ser criterios de diseño, particularmente en circunstancias donde los estándares no se han establecido): y Estándares de interfaz del operador. y Escenarios de prueba. y Estándares de protección. y Restricciones de diseño (p. ej., compatibilidad electromagnética, integridad de la señal, ambiental). y Restricciones de producción. y Tolerancias del diseño. y Estándares de piezas (p. ej., desechos, residuos de la producción).

Asegurar que el diseño se adhiere a los requisitos asignados. Deberían tenerse en cuenta los componentes del producto COTS identificados. Por ejemplo, introducir componentes de producto existentes en la arquitectura del producto podría modificar los requisitos y la asignación de requisitos.

5. Documentar el diseño.

## SP 2.1 A Diseño de las mecánicas y dinámicas (gameplay)

### Diseñar las dinámicas y mecánicas del juego

Dentro del desarrollo de videojuegos se diseña el gameplay el cual se compone de dinámicas y mecánicas (Framework DPE). El diseño del gameplay parte de las definiciones de las expectativas de los involucrados. El diseño detallado de mecánicas se especifica en documento de concepto del videojuego, el cual incluye: la visión global del juego, los objetivos clave, el tema de jugabilidad (gameplay), estructura del juego (misiones, niveles, mundo abierto), motivación del juego, características distintivas del juego.

El diseño detallado define completamente la estructura y capacidades de los componentes de producto. En esta etapa se toma en consideración el diseño de los detalles de los componentes del juego. Algunos de estos se presentan a continuación

La estructura del juego:

- Forma en la que se va entregar el contenido pedagógico
- Motivación del jugador
- Progresiones

- Misiones, actividades
- Dificultad
- Ritmo
- Condiciones de victoria
- Retroalimentaciones

Las mecánicas y dinámicas del o los personajes controlados por el jugador:

- Descripción de los personajes
- Cambios de funcionalidad y apariencia del jugador
- Vidas, salud
- Tipo de movimiento
- Objetos que interactúan con el jugador y produzcan un cambio de estado
- Cámaras
- Uso de la Interfaz.

Conjunto de características y dinámicas de objetos no controlados por el jugador:

- Comportamientos de personajes no jugables.
- Propósito de personajes no jugables
- Interacción con objetos del mundo

Los ambientes del juego:

- Características del ambiente
- Cambios e interacciones con el jugador

Para más información sobre cómo definir expectativas del juego serio, consúltese la práctica específica. Establecer una definición de la funcionalidad y de los atributos de calidad requeridos en el área de proceso Desarrollo de Requisitos.

Las prácticas específicas de la meta específica.

Ejemplos de productos de trabajo

1. Prototipo de gameplay.
2. Diseño detallado del juego serio

Subprácticas

1. Establecer y mantener los criterios frente a los cuales puede evaluarse el diseño del juego serio. Algunos ejemplos de atributos de calidad, además de prestación esperada del producto, para los cuales pueden establecerse criterios de diseño, son:
  2. Realizar diseños y prototipos de diseño. El prototipo de juegos permite apreciar de mejor manera la jugabilidad, así como permitir a los involucrados evaluar al juego serio y corregir el diseño si es necesario.

3. Mantener la trazabilidad entre las actividades del gameplay y los objetivos pedagógicos establecidos

## 9. SP 2.1 Diseño del arte del videojuego

Diseñar el arte del videojuego.

Dentro del desarrollo de videojuegos se diseña el arte del videojuego. El diseño del gameplay parte de las definiciones de las expectativas de los involucrados. El diseño detallado del arte se especifica en documento de concepto del videojuego, el cual incluye: personajes, ambientes, interfaces, sonido, escenarios.

En esta etapa se toma en consideración el diseño de los detalles de los componentes del juego. Algunos de estos se presentan a continuación.

Arte del videojuego.

- Arte gráfico (dibujos, barras de vida, efectos visuales)
- Sonido (efectos, música ambiental)

El diseño del arte se encuentra relacionado con criterios de calidad de producto como la estética, satisfacción, atraktividad.

Se debe considerar que, aunque el arte se encuentre bien realizado, este puede ser un distractor para el usuario y con ello no alcanzar los objetivos pedagógicos deseados, por lo cual el diseño del arte debe ser probado y aprobado.

Para más información sobre cómo definir expectativas del juego serio, consúltese la práctica específica. Establecer una definición de la funcionalidad y de los atributos de calidad requeridos en el área de proceso Desarrollo de Requisitos.

Las prácticas específicas de la meta específica.

Ejemplos de productos de trabajo

1. Prototipo de gameplay.
2. Diseño detallado del juego serio

Subprácticas

1. Establecer y mantener los criterios frente a los cuales puede evaluarse el diseño del arte.

Algunos criterios de calidad de producto como la estética, satisfacción, atraktividad pueden ser considerados.

2. Realizar diseños y prototipos de diseño. Los prototipos de juegos permiten apreciar de mejor manera la jugabilidad, así como permitir a los involucrados evaluar al juego serio y corregir el diseño si es necesario.



### 3. Mantener la trazabilidad entre las actividades del gameplay y los objetivos pedagógicos establecidos

#### SP 2.2 Establecer un paquete de datos técnicos

Establecer y mantener un paquete de datos técnicos. Un paquete de datos técnicos proporciona al desarrollador una descripción completa del producto o del componente de producto a medida que se desarrolla. Este paquete también proporciona flexibilidad en la adquisición bajo diversas circunstancias, tales como la contratación basada en el rendimiento o según el diseño del cliente (build-to-print) (véase la definición de “paquete de datos técnicos” en el glosario).

El diseño se registra en un paquete de datos técnicos que se crea durante el diseño preliminar para documentar la definición de la arquitectura. Este paquete de datos técnicos se mantiene durante toda la vida del producto para registrar los detalles esenciales del diseño del producto. El paquete de datos técnicos proporciona la descripción de un producto o componente de producto (incluyendo los procesos del ciclo de vida relativos al producto si no se manejan como componentes de producto separados), que da soporte a una estrategia de adquisición, o a las fases de implementación, producción, ingeniería y soporte logístico del ciclo de vida del producto.

La descripción incluye la definición de la configuración y de los procedimientos de diseño requeridos para asegurar la adecuación del rendimiento del producto o del componente de producto. Incluye todos los datos técnicos aplicables, tales como esquemas, listas asociadas, especificaciones, descripciones de diseño, base de datos del diseño, estándares, requisitos de los atributos de calidad, disposiciones para asegurar la calidad y detalles de empaquetado. El paquete de datos técnicos incluye una descripción de la solución alternativa seleccionada que fue elegida para la implementación.

Debido a que las descripciones de diseño pueden implicar una gran cantidad de datos y que pueden ser cruciales para el éxito del desarrollo del componente de producto, es aconsejable establecer los criterios para organizar los datos y para seleccionar el contenido de los datos. Es particularmente útil usar la arquitectura del producto como un medio para organizar estos datos, y para abstraer vistas que son claras y relevantes para una cuestión o una característica de interés. Estas vistas incluyen:

- Clientes.
- Requisitos.
- El entorno.
- Funcional.
- Lógica.
- Seguridad.
- Datos.
- Estados/modos.

- Construcción.
- Gestión.

Estas vistas se documentan en el paquete de datos técnicos. Ejemplo de producto de trabajo  
1. Paquete de datos técnicos.

#### Subprácticas

1. Determinar el número de niveles de diseño y el nivel apropiado de documentación para cada nivel de diseño. Determinar el número de niveles de componentes de producto (p. ej., subsistema, elemento de configuración del hardware, tarjeta de circuitos, elemento de configuración de software de ordenador [CSCI], componente de producto software de ordenador, unidad software de ordenador) que requieren documentación y trazabilidad de requisitos, es importante para gestionar los costes de la documentación y dar soporte a los planes de integración y verificación.
2. Determinar las vistas que se utilizarán para documentar la arquitectura. Se seleccionan las vistas para documentar las estructuras inherentes al producto y para tratar las preocupaciones particulares de las partes interesadas.
3. Basar las descripciones de diseño detallado en los requisitos asignados a los componentes de producto, a la arquitectura y a los diseños de más alto nivel.
4. Documentar el diseño en el paquete de datos técnicos.
5. Documentar las decisiones claves (es decir, efecto significativo sobre coste, calendario o rendimiento técnico) tomadas o definidas, incluyendo su análisis razonado.
6. Modificar el paquete de datos técnicos según sea necesario.

### 10.SP 2.3 Diseñar las interfaces usando criterios

Diseñar las interfaces de componentes usando los criterios establecidos. Algunos diseños de interfaz son:

- Origen.
- Destino.
- Características de datos y de estímulo para software, incluyendo restricciones de secuenciación o de protocolos.
- Recursos consumidos procesando un estímulo particular.
- Comportamiento del tratamiento de excepciones o de errores para estímulos que son erróneos o están fuera de los límites especificados.
- Características eléctricas, mecánicas y funcionales para el hardware.
- Líneas de servicio de comunicación. Los criterios para las interfaces reflejan con frecuencia los parámetros críticos que deberían definirse, o al menos investigarse, para comprobar su aplicabilidad. Estos parámetros son a menudo

particulares para un tipo dado de producto (p. ej., software, mecánico, eléctrico, servicio) y, a menudo, se asocian con características de protección, seguridad, durabilidad y misión crítica.

Para más información sobre cómo identificar requisitos de la interfaz de producto y de componente de producto, consúltese la práctica específica Identificar los requisitos de interfaz en el área de proceso Desarrollo de Requisitos.

Ejemplos de productos de trabajo

1. Especificaciones del diseño de la interfaz.
2. Documentos de control de la interfaz.
3. Criterios de especificación de la interfaz.
4. Análisis razonado del diseño seleccionado de la interfaz.

Subprácticas

1. Definir los criterios de la interfaz. Estos criterios pueden formar parte de los activos de proceso de la organización. Para más información sobre cómo establecer y mantener un conjunto utilizable de activos de proceso de la organización y los estándares de entorno de trabajo, consúltese el área de proceso Definición de Procesos de la Organización.
2. Identificar las interfaces asociadas con otros componentes de producto.
3. Identificar las interfaces asociadas con elementos externos.
4. Identificar las interfaces entre los componentes de producto y los procesos de ciclo de vida relativos al producto. Por ejemplo, tales interfaces podrían incluir aquellas entre un componente de producto a fabricarse, y las plantillas y los accesorios utilizados para permitir la construcción durante el proceso de fabricación.
5. Aplicar los criterios para las alternativas de diseño de la interfaz. Para más información sobre cómo analizar posibles decisiones utilizando un proceso de evaluación formal que evalúe las alternativas identificadas frente a los criterios establecidos, consúltese el área de proceso Análisis de Decisiones y Resolución.
6. Documentar los diseños de la interfaz seleccionados y el análisis razonado de la selección.

#### SP 2.4 Realizar los análisis sobre si hacer, comprar o reutilizar

Evaluar si los componentes de producto se deberían desarrollar, comprar o reutilizar en base a criterios establecidos. La determinación de qué productos o componentes de producto serán adquiridos, se denomina con frecuencia “análisis sobre si hacerlo-comprar”. Se basa en un análisis de las necesidades del proyecto. Este análisis sobre si hacerlo-comprar comienza en fases tempranas del proyecto durante la primera iteración del diseño; continúa

durante el proceso de diseño; y se termina con la decisión de desarrollar, adquirir o reutilizar el producto. Para más información sobre cómo educir, analizar y establecer requisitos de cliente, de producto y de componente de producto, consúltese el área de proceso Desarrollo de Requisitos.

Para más información sobre cómo gestionar requisitos, consúltese el área de proceso Gestión de Requisitos. Algunos factores que afectan a la decisión de hacer o comprar son:

- Funciones que los productos proporcionarán y cómo estas funciones se ajustarán al proyecto.
- Recursos y habilidades disponibles del proyecto.
- Costes de adquisición frente a costes de desarrollo interno.
- Fechas críticas de integración y de entrega.
- Alianzas de negocio estratégicas, incluyendo requisitos de negocio de alto nivel.
- Investigación de mercado de productos disponibles, incluyendo productos COTS.
- Funcionalidad y calidad de los productos disponibles.
- Habilidades y capacidades de los proveedores potenciales.
- Impacto en las competencias básicas.
- Licencias, garantías, responsabilidades y limitaciones asociadas con los productos que están siendo adquiridos.
- Disponibilidad del producto.
- Cuestiones de propiedad.
- Reducción del riesgo.
- Correspondencia entre las necesidades y los activos básicos de la línea de producto. La decisión de hacer o comprar puede ser llevada a cabo usando una aproximación formal de evaluación.

Para más información sobre cómo analizar posibles decisiones utilizando un proceso de evaluación formal que evalúe las alternativas identificadas frente a los criterios establecidos, consúltese el área de proceso Análisis de Decisiones y Resolución.

A medida que la tecnología evoluciona, también lo hace el análisis razonado para elegir desarrollar o comprar un componente de producto. Mientras los esfuerzos de desarrollo complejos pueden favorecer la compra de un componente de producto comercial, los avances en productividad y herramientas pueden proporcionar un análisis razonado de oposición.

Los productos comerciales pueden tener documentación incompleta o inexacta, y pueden o no tener soporte en el futuro. Una vez que se toma la decisión de comprar un componente de producto comercial, cómo implementar esa decisión depende del tipo de elemento que está siendo adquirido. Hay veces que el “producto COTS” se refiere a un elemento existente que no está disponible, debido a que antes debe ser adaptado para cumplir con los requisitos particulares especificados por el comprador respecto a prestaciones y otras características del producto como parte de su adquisición (p. ej., motores de aeronaves).

Para gestionar estas adquisiciones, se establece un acuerdo con el proveedor que incluya estos requisitos y los criterios de aceptación que se deben cumplir. En otros casos, el

producto COTS se adquiere tal cual (por ejemplo, los procesadores de texto), y no es necesario gestionar ningún acuerdo con el proveedor. Para más información sobre manejar los acuerdos con el proveedor para productos modificados COTS, consúltese la práctica específica Establecer acuerdos con proveedores en el área de proceso Gestión de Acuerdos con Proveedores.

Ejemplos de productos de trabajo

1. Criterios para la reutilización del diseño y del componente de producto.
2. Análisis sobre hacer o comprar.
3. Guías para elegir componentes de producto COTS.

Subprácticas

1. Desarrollar los criterios para la reutilización de los diseños de los componentes de producto.
2. Analizar los diseños para determinar si deberían desarrollarse, reutilizarse o comprarse los componentes de producto.
3. Analizar las implicaciones para el mantenimiento cuando se considera comprar o no desarrollar algunos elementos (p. ej., COTS, productos comerciales gubernamentales, de reutilización). Algunos ejemplos de implicaciones para el mantenimiento son: y Compatibilidad con futuras versiones de productos COTS. y Gestión de la configuración de cambios del proveedor. y Defectos en el elemento no desarrollado y su resolución. y Obsolescencia imprevista.

## SG 3 Implementar el diseño del producto

Los componentes de producto y la documentación de soporte asociada son implementados a partir de sus diseños. Los componentes de producto se implementan a partir de los diseños establecidos por las prácticas específicas en la meta específica. Desarrollar el diseño.

Generalmente la implementación incluye las pruebas unitarias de los componentes de producto antes de enviarlos a la integración del producto y del desarrollo de la documentación del usuario final.

SP 3.1 Implementar el diseño Implementar los diseños de los componentes de producto.

Una vez que el diseño se ha terminado, se implementa como un componente de producto. Las características de esa implementación dependen del tipo de componente de producto. La implementación del diseño en el nivel superior de la jerarquía de producto implica la especificación de cada uno de los componentes de producto en el siguiente nivel de la jerarquía del producto. Esta actividad incluye la asignación, el refinamiento y la verificación

de cada componente de producto. También implica la coordinación entre los esfuerzos de desarrollo de los diferentes componentes de producto. Para más información sobre cómo gestionar las interfaces y ensamblar los componentes de producto, consúltese el área de proceso Integración del Producto.

Para más información sobre cómo asignar requisitos de componente de producto y analizar requisitos, consúltese el área de proceso Desarrollo de Requisitos. Algunos ejemplos de características de esta implementación son:

- y Se codifica el software.
- y Se documentan los datos.
- y Se documentan los servicios.
- y Se fabrican las piezas eléctricas y mecánicas.
- y Se hacen operativos los procesos de fabricación de productos únicos.
- y Se documentan los procesos.
- y Se construyen las instalaciones.
- y Se producen los materiales (p. ej., un material de producto único podría ser el petróleo, el aceite, un lubricante, una nueva aleación).

## 1. El diseño implementado.

### Subprácticas

1. Usar métodos eficaces para implementar los componentes de producto. Algunos ejemplos de métodos de codificación del software son:

- Programación estructurada.
- Programación orientada a objetos.
- Programación orientada a aspectos.
- Generación automática de código.
- Reutilización de código software.
- Uso de patrones aplicables al diseño.

Algunos ejemplos de métodos de implementación de hardware son:

- Síntesis a nivel de puerta lógica.
- Diseño de la placa de circuito impreso (posición y conexiones).
- Diseño gráfico asistido por ordenador.
- Simulación posterior al diseño.
- Métodos de fabricación.

2. Adherirse a los estándares y a los criterios aplicables. Algunos ejemplos de los estándares de implementación son:

- y Estándares de lenguaje (p. ej., estándares para lenguajes de programación de software, lenguajes de descripción de hardware).
- y Requisitos de diagramación.
- y Listas de piezas estándar.
- y Piezas fabricadas.
- y Estructura y jerarquía de los componentes de producto software.

y Estándares de procesos y de calidad. Algunos ejemplos de criterios son:  
y Modularidad.  
y Claridad.  
y Simplicidad.  
y Fiabilidad.  
y Protección.  
y Mantenibilidad.

Llevar a cabo revisiones entre pares de los componentes de producto seleccionados.

Para más información sobre cómo realizar revisiones entre pares, consúltese el área de proceso Verificación.

4. Realizar pruebas unitarias del componente de producto según sea apropiado. Nótese que las pruebas unitarias no están limitadas al software. Las pruebas unitarias implican la prueba de unidades individuales de hardware o de software o de grupos de elementos relacionados antes de la integración de esos elementos. Para más información sobre cómo verificar los productos de trabajo seleccionados, consúltese el área de proceso Verificación.

Algunos ejemplos de métodos de pruebas unitarias (manuales o automáticas) son:

- Pruebas de cobertura de sentencias.
- Pruebas de cobertura de decisiones.
- Pruebas de cobertura de predicados.
- Pruebas de cobertura de caminos.
- Pruebas de valores límites.
- Pruebas de valores especiales.

Algunos ejemplos de métodos de pruebas unitarias son:

- Prueba funcional.
- Prueba de inspección de radiación.
- Prueba medioambiental.

5. Modificar el componente de producto según sea necesario. Un ejemplo de cuando el componente de producto puede necesitar modificarse es cuando surgen problemas durante la implementación que no pudieron preverse durante el diseño.

SP 3.2 Desarrollar la documentación de soporte del producto Desarrollar y mantener la documentación de uso final.

Esta práctica específica desarrolla y mantiene la documentación que será usada para instalar, operar y mantener el producto.

Ejemplos de productos de trabajo

1. Materiales de formación del usuario final. Material para la aplicación del juego serio dentro del aula

2. Manual de usuario. Manual de jugador, tutorial.
3. Manual del operador.
4. Manual de mantenimiento.
5. Ayuda en línea.

### Subprácticas

1. Revisar los requisitos, el diseño, el producto y los resultados de pruebas para asegurar que se identifican y resuelven las cuestiones que afectan a la documentación de instalación, de operación y de mantenimiento.
2. Utilizar métodos eficaces para desarrollar la documentación de instalación, de operación y de mantenimiento.
3. Adherirse a los estándares aplicables de documentación. Algunos ejemplos de estándares de documentación son:
  - Compatibilidad con los procesadores de textos designados.
  - Fuentes aceptables.
  - Numeración de páginas, secciones y párrafos.
  - Consistencia con un manual de estilo designado.
  - Uso de abreviaturas.
  - Marcas de clasificación de seguridad.
  - Requisitos de internacionalización.
4. Desarrollar las versiones preliminares de la documentación de instalación, de operación y de mantenimiento en fases iniciales del ciclo de vida del proyecto para su revisión por las partes interesadas relevantes.
5. Llevar a cabo revisiones entre pares de la documentación de instalación, de operación y de mantenimiento. Para más información sobre cómo realizar revisiones entre pares, consúltese el área de proceso Verificación.
6. Modificar la documentación de instalación, de operación y de mantenimiento según sea necesario. Algunos ejemplos de cuándo puede ser necesario modificar la documentación son cuando: y Se realizan cambios de requisitos. y Se realizan cambios de diseño. y Se realizan cambios de producto. y Se identifican errores de documentación. y Se identifican correcciones mediante soluciones





# INTEGRACIÓN DEL PRODUCTO

Un área de proceso de Ingeniería en el nivel de madurez 3

## Criterios Relacionados

[CPr-10](#)

[CPr-11](#)

[CPr-12](#)

[CPr-13](#)

[CPr-14](#)

[Cpr-15](#)

[Cpr-16](#)

## Buenas Prácticas relacionadas

[BP. Desarrollo iterativo orientado a diseño, construcción prueba y refinamiento](#)

## Propósito

El propósito de la Integración del Producto (PI) es ensamblar el producto a partir de sus componentes, asegurar que el producto, una vez integrado, se comporta correctamente (es decir, posee la funcionalidad y los atributos de calidad requeridos) y entregar el producto.

Extensión: Para un juego serio educativo se debe tomar en cuenta la integración del arte, las actividades serias, los contenidos pedagógicos, las mecánicas y dinámicas del juego, capa de evaluación y sistema de retroalimentación de datos. Se debe considerar que para un juego serio esta integración es iterativa.

Adicional a la interfaz se deben considerar que los componentes artísticos del juego deben tener una compatibilidad, de la misma manera las mecánicas y dinámicas que se establece a lo largo del juego.

## Notas introductorias

Esta área de proceso trata la integración de componentes de producto dentro de componentes de producto más complejos o dentro de productos completos.

El alcance de esta área de proceso es lograr la integración del producto completo a través de un ensamblaje progresivo de los componentes de producto, en una etapa o en etapas incrementales, de acuerdo a una estrategia y procedimientos de integración definidos.

En todas las áreas de procesos donde se utilizan los términos “producto” y “componente de producto”, sus significados pretenden también englobar servicios, sistemas de servicios y sus componentes.

Un aspecto crítico de la integración del producto es la gestión de las interfaces, internas y externas, de los productos y de los componentes de producto para asegurar la compatibilidad entre las interfaces. Estas interfaces no se restringen a las interfaces de usuario, sino que también se aplican a las interfaces entre componentes del producto, incluyendo fuentes de datos internas y externas, middleware y otros componentes que pueden o no estar dentro del control de la organización de desarrollo, pero de las que depende el producto. Debería prestarse atención a la gestión de la interfaz a lo largo del proyecto.

La integración del juego serio se lleva a cabo de forma incremental, utilizando un proceso iterativo de ensamblaje de componentes de producto, evaluándolos, y después ensamblando más componentes de producto. Puede llevarse a cabo utilizando construcciones altamente automatizadas e integración continua de productos probados completamente de forma unitaria. Este proceso puede comenzar con análisis y simulaciones (p. ej., hilos de ejecución, prototipos rápidos, prototipos virtuales, prototipos físicos) y progresar firmemente mediante incrementos cada vez más realistas hasta que se logre el producto final.

En cada construcción, se construyen los prototipos (virtuales, rápidos o físicos), se evalúan, se mejoran y se reconstruyen sucesivamente en base al conocimiento adquirido en el proceso de evaluación. La proporción necesaria de prototipo virtual frente al prototipo físico, depende de la funcionalidad de las herramientas de diseño, de la complejidad del producto y de sus riesgos asociados. Existe una alta probabilidad de que el producto integrado de esta manera, pasará la verificación y la validación. Para algunos productos y servicios, la última fase de integración se producirá cuando se desplieguen en el lugar operacional previsto.

En los juegos serios educativos se deben considerar los componentes del mismo. Se deben considerar los siguientes puntos:

- La integración del contenido educativo y las actividades educativas.
- La integración de los distintos artes diseñados y construidos para el videojuego los cuales pueden incluir: música, modelos 3d, animaciones, sprites, efectos.
- La integración de las mecánicas y dinámicas del juego serio.
- Integración de sistemas de retroalimentación al usuario: puntajes, trofeos, mensajes.

En entornos ágiles, la integración del producto es una actividad frecuente, a menudo diaria. Por ejemplo, para el software, el código elaborado se añade continuamente al código base en un proceso llamado "integración continua". Además de tratar la integración continua, la estrategia de integración del producto puede abordar cómo se incorporarán los componentes suministrados por el proveedor, cómo se construirá la funcionalidad (en capas frente a "piezas verticales"), y cuándo "refactorizar". La estrategia debería establecerse en etapas tempranas del proyecto y modificarse para reflejar la evolución y la aparición de las interfaces de los componentes, las fuentes externas, el intercambio de datos y las interfaces de los programas de las aplicaciones.

## Áreas de proceso relacionadas

Para más información sobre cómo identificar los requisitos de interfaz, consúltese el área de proceso Desarrollo de Requisitos.

Para más información sobre cómo identificar los requisitos de expectativas del juego, consúltese el área de Desarrollo de Requisitos

Para más información sobre cómo identificar los contenidos y actividades serias consúltese el área de Desarrollo de Requisitos

Para más información sobre cómo diseñar las interfaces utilizando criterios, consúltese el área de proceso Solución Técnica.

Para más información sobre los componentes del videojuego consúltese el área de Solución Técnica

Para más información sobre cómo realizar la validación, consúltese el área de proceso Validación.

Para más información sobre cómo realizar la verificación, consúltese el área de proceso Verificación.

Para más información sobre cómo seguir y controlar los cambios, consúltese al área de proceso Gestión de Configuración.

Para más información sobre cómo analizar posibles decisiones usando un proceso formal de evaluación, que evalúe alternativas identificadas frente a criterios establecidos, consúltese el área de proceso Análisis de Decisiones y Resolución.

Para más información sobre cómo identificar y mitigar riesgos, consúltese el área de proceso Gestión de Riesgos.

Para más información sobre cómo gestionar la adquisición de productos y servicios de proveedores, consúltese el área de proceso Gestión de Acuerdos con Proveedores.

## Resumen de metas y prácticas específicas

SG 1 Prepararse para la integración del producto.

SP 1.1 Establecer una estrategia de integración.

SP 1.2 Establecer el entorno de integración del producto.

SP 1.3 Establecer los procedimientos y los criterios de integración del producto.

SG 2 Asegurar la compatibilidad de las interfaces.

SP 2.1 Revisar la completitud de las descripciones de las interfaces.

SP 2.2 Gestionar las interfaces.

SG 3 Ensamblar los componentes de producto y entregar el producto.

SP 3.1 Confirmar la disponibilidad de los componentes de producto para la integración.

SP 3.2 Ensamblar los componentes de producto.

SP 3.3 Evaluar los componentes de producto ensamblados.

SP 3.4 Empaquetar y entregar el producto o componente de producto

Prácticas específicas por metas

## SG 1 Prepararse para la integración del producto

Se lleva a cabo la preparación para la integración del producto. La preparación para la integración de los componentes de producto implica establecer una estrategia de integración, establecer el entorno para realizar la integración, y establecer los procedimientos y criterios de integración. La preparación para la integración comienza en las etapas tempranas del proyecto.

### SP 1.1 Establecer una estrategia de integración

La estrategia de integración del producto describe la aproximación para recibir, ensamblar y evaluar los componentes de producto que componen el producto.

Una estrategia para la integración del producto aborda elementos tales como:

- Poner a disposición los componentes de producto para la integración (p. ej., en qué secuencia).
- Ensamblar y evaluar si es una única construcción o una progresión de construcciones incrementales.
- Incluir y probar las características en cada iteración cuando se utiliza desarrollo iterativo.
- Gestionar las interfaces.
- Utilizar modelos, prototipos y simulaciones para ayudar en la evaluación de un ensamblaje, incluyendo sus interfaces.
- Establecer el entorno de integración del producto.
- Definir los procedimientos y criterios.
- Poner a disposición las herramientas y el equipamiento de pruebas apropiados.
- Gestionar la jerarquía, arquitectura y complejidad del producto.
- Registrar los resultados de las evaluaciones.
- Manejar las excepciones.

La estrategia de integración debería estar también alineada con la aproximación técnica descrita en el área de proceso Planificación del Proyecto y armonizada con la selección de

soluciones y el diseño del producto y de componentes de producto en el área de proceso Solución Técnica.

Para más información sobre cómo seleccionar las soluciones de los componentes de producto e implementar el diseño, consúltese el área de proceso Solución Técnica.

Para más información sobre cómo analizar posibles decisiones utilizando un proceso de evaluación formal que evalúe las alternativas identificadas frente a los criterios establecidos, consúltese el área de proceso Análisis de Decisiones y Resolución.

Para más información sobre cómo establecer y mantener planes que definen las actividades del proyecto, consúltese el área de proceso Planificación del Proyecto.

Para más información sobre cómo identificar y mitigar riesgos, consúltese el área de proceso Gestión de Riesgos.

Para más información sobre cómo gestionar la adquisición de productos y servicios de proveedores, consúltese el área de proceso Gestión de Acuerdos con Proveedores.

Los resultados de desarrollar una estrategia de integración del producto son documentados normalmente en un plan de integración del producto, que se revisa con las partes interesadas para promover el compromiso y la comprensión. Algunos de los elementos tratados en una estrategia de integración del producto se cubren con más detalle en las otras prácticas específicas y genéricas de esta área de proceso (p. ej., entorno, procedimientos y criterios, formación, roles y responsabilidades, e involucración de las partes interesadas).

Ejemplos de productos de trabajo

1. Estrategia de integración del producto.
2. La razón fundamental de la selección o rechazo de las estrategias alternativas de integración del producto.

Sub practicas

1. Identificar los componentes de producto a integrar.
2. Identificar las verificaciones a realizar durante la integración de los componentes de producto.

Esta identificación incluye las verificaciones a realizar en las interfaces.

3. Identificar estrategias alternativas de integración de los componentes de producto.

El desarrollo de una estrategia de integración puede implicar la especificación y evaluación de varias estrategias o secuencias alternativas de integración.

4. Seleccionar la mejor estrategia de integración.

Será necesario alinear y armonizar la estrategia de integración con la disponibilidad de: los componentes de producto; el entorno de integración; las herramientas y el

equipamiento de pruebas; los procedimientos y criterios; las partes interesadas relevantes; y el personal que posee las habilidades apropiadas.

5. Revisar periódicamente la estrategia de integración del producto y modificar, según sea necesario.

Evaluar la estrategia de integración del producto para asegurar que las variaciones en los calendarios de producción y de entrega no han tenido un impacto adverso sobre la secuencia de integración, o han comprometido los factores sobre los cuales se tomaron las decisiones anteriores.

6. Registrar la razón fundamental de las decisiones tomadas y diferidas.

### SP 1.2 Establecer el entorno de integración del producto

Establecer y mantener el entorno necesario para dar soporte a la integración de los componentes de producto.

El entorno para la integración del producto puede o bien adquirirse o bien desarrollarse. Para establecer un entorno, será necesario desarrollar los requisitos para la compra o desarrollo de equipamiento, software u otros recursos. Estos requisitos se recogen cuando se implementan los procesos asociados con el área de proceso Desarrollo de Requisitos. El entorno de integración del producto puede incluir la reutilización de los recursos existentes de la organización.

La decisión para adquirir o desarrollar el entorno de integración del producto se trata en los procesos asociados con el área de proceso de Solución Técnica.

Para más información sobre cómo llevar a cabo los análisis de realizar, comprar o reutilizar, consúltese el área de proceso Solución Técnica.

En cada paso del proceso de integración del producto, el entorno requerido puede incluir el equipamiento de pruebas, simuladores (sustituyendo los componentes del producto que no estén disponibles) piezas del equipamiento real, y dispositivos de grabación.

Ejemplos de productos de trabajo

1. Entorno verificado para la integración del producto.
2. Documentación de soporte para el entorno de integración del producto.

Sub prácticas

1. Identificar los requisitos para el entorno de integración del producto.
2. Identificar los procedimientos y criterios de verificación para el entorno de integración del producto.
3. Decidir si desarrollar o comprar el entorno necesario de integración del producto.

Para más información sobre cómo gestionar la adquisición de productos y servicios de proveedores, consúltese el área de proceso Gestión de Acuerdos con Proveedores.

4. Desarrollar el entorno de integración si no puede adquirirse un entorno adecuado. Para proyectos complejos, sin precedentes, el entorno de integración del producto puede ser un desarrollo importante. Como tal, implicaría la planificación del proyecto, el desarrollo de requisitos, las soluciones técnicas, la verificación, la validación y la gestión de riesgos.
5. Mantener el entorno de integración del producto durante todo el proyecto.
6. Desechar aquellas partes del entorno que ya no son útiles.

### SP 1.3 Establecer los procedimientos y los criterios de integración del producto

Establecer y mantener los procedimientos y los criterios para la integración de los componentes de producto.

Los procedimientos para la integración de los componentes de producto pueden incluir aspectos como el número de iteraciones incrementales a realizar y detalles de las pruebas y otras evaluaciones previstas que se llevarán a cabo en cada etapa.

Los criterios pueden indicar la disponibilidad de un componente de producto para la integración o su aceptación.

Los procedimientos y criterios para la integración del producto abordan:

- El nivel de prueba para construir componentes.
- La verificación de las interfaces.
- Los umbrales de desviación de rendimiento.
- Los requisitos obtenidos para el ensamblaje y sus interfaces externas.
- Las sustituciones de componentes permitidas.
- Los parámetros del entorno de prueba.
- Los límites en el coste de las pruebas.
- Un equilibrio de calidad/coste para las operaciones de integración.
- La probabilidad de funcionamiento apropiado.
- La tasa de entrega y su variación.
- El tiempo transcurrido desde el pedido hasta la entrega.
- La disponibilidad de personal.
- La disponibilidad de las instalaciones/línea/entorno de integración.

Se pueden definir los criterios sobre cómo han de verificarse los componentes de producto y los comportamientos (funcionalidad y atributos de calidad) que se espera que tengan. Se pueden definir los criterios sobre cómo los componentes de producto ensamblado y el producto final integrado serán validados y entregados.



Los criterios también pueden limitar el grado de simulación permitido para que un componente de producto pase una prueba, o pueden limitar el entorno a utilizar para la prueba de integración.

Las partes pertinentes del calendario y de los criterios para el ensamblaje deberían compartirse con los proveedores de los productos de trabajo para reducir la aparición de retrasos y de fallo de componentes.

Para más información sobre cómo ejecutar el acuerdo con el proveedor, consúltese el área de proceso Gestión de Acuerdos con Proveedores.

Ejemplos de productos de trabajo

1. Procedimientos de integración del producto.
2. Criterios de integración del producto.

Subprácticas

1. Establecer y mantener los procedimientos de integración del producto para los componentes de producto.
2. Establecer y mantener los criterios para la integración y evaluación de los componentes de producto.
3. Establecer y mantener los criterios para la validación y entrega del producto integrado.

## SG 2 Asegurar la compatibilidad de las interfaces

Las interfaces de los componentes de producto, tanto internas como externas, son compatibles.

Muchos problemas en la integración del producto surgen de aspectos desconocidos o incontrolados, tanto de las interfaces internas como de las externas. La gestión eficaz de los requisitos, especificaciones y diseños de las interfaces de los componentes de producto, ayuda a asegurar que las interfaces implementadas sean completas y compatibles.

SP 2.1 Revisar la completitud de las descripciones de las interfaces

Revisar la cobertura y la completitud de las descripciones de las interfaces.

Las interfaces deberían incluir, además de las interfaces de los componentes de producto, todas las interfaces con el entorno de integración del producto.

Ejemplos de productos de trabajo

1. Categorías de interfaces.
2. Lista de interfaces por categoría.
3. Correspondencia de las interfaces con los componentes de producto y el entorno de integración del producto.

Subprácticas

1. Revisar la completitud de los datos de interfaces y asegurar la cobertura completa de todas las interfaces.

Considerar todos los componentes de producto y preparar una tabla de relaciones. Las interfaces se clasifican generalmente en tres clases principales: ambientales, físicas y funcionales. Las categorías típicas para estas clases son: mecánica, fluido, sonido, eléctrica, climática, electromagnética, térmica, mensaje y hombre-máquina o interfaz humana.

Algunos ejemplos de interfaz (p. ej. para componentes mecánicos o electrónicos) que pueden clasificarse dentro de estas tres clases son:

- Interfaces mecánicas (p. ej., peso y tamaño, centro de gravedad, espacio de elementos en operación, espacio requerido para mantenimiento, enlaces fijos, enlaces móviles, impactos y vibraciones recibidas de la estructura de soporte).
- Interfaces de ruido (p. ej., ruido transmitido por la estructura, ruido transmitido en el aire y acústica).
- Interfaces climáticas (p. ej., temperatura, humedad, presión y salinidad).
- Interfaces térmicas (p. ej., disipación de calor, transmisión de calor a la estructura de soporte y características del aire acondicionado).
- Interfaces de fluidos (p. ej., toma/salida de agua dulce, toma/salida de agua de mar para productos navales/costeros, aire acondicionado, aire comprimido, nitrógeno, combustible, aceite lubricante y tobera de salida de gas).
- Interfaces eléctricas (p. ej., consumo de energía suministrada por la red con valores pico y transitorios, señales de control no sensibles al suministro de energía y comunicaciones, señales sensibles [p. ej., enlaces analógicos]; señales perturbadoras [p. ej., microondas]; tomas de tierra para cumplir con el estándar TEMPEST).
- Interfaces electromagnéticas (p. ej., campo magnético, enlaces de radio y radar, enlace de banda óptica, guías de onda, coaxial y fibras ópticas).
- Interfaz hombre-máquina (p. ej., síntesis de audio o voz, reconocimiento de audio o voz, pantalla [marcación analógica, pantalla de cristal líquido, paneles indicadores led] controles manuales [pedal, joystick, trackball, teclado, pulsadores, pantalla táctil).
- Interfaces de mensaje (p. ej., origen, destino, estímulo, protocolos, características de datos).

2. Asegurar que los componentes de producto y las interfaces se etiquetan para asegurar una conexión fácil y correcta para la unión del componente de producto.

3. Revisar periódicamente que las descripciones de las interfaces son adecuadas. Una vez establecidas las descripciones de las interfaces, deberían revisarse periódicamente para asegurar que no existe desviación entre las descripciones existentes y los productos que se están desarrollando, procesando, produciendo o comprando.

Las descripciones de las interfaces para los componentes de producto deberían revisarse con las partes interesadas relevantes para evitar malas interpretaciones, reducir los retrasos y prevenir el desarrollo de interfaces que no funcionen adecuadamente.

## SP 2.2 Gestionar las interfaces

Gestionar las definiciones, diseños y cambios de las interfaces internas y externas, para los productos y componentes de producto.

Los requisitos de interfaz guían el desarrollo de las interfaces necesarias para integrar los componentes de producto. La gestión de las interfaces del producto y de los componentes de producto comienza en las etapas tempranas del desarrollo del producto. Las definiciones y diseños para las interfaces no sólo afectan a los componentes de producto y a los sistemas externos, sino que también pueden afectar a los entornos de verificación y validación.

Para más información sobre cómo identificar los requisitos de interfaz, consúltese el área de proceso Desarrollo de Requisitos.

Para más información sobre cómo diseñar las interfaces utilizando criterios, consúltese el área de proceso Solución Técnica.

Para más información sobre cómo establecer y mantener la integridad de los productos de trabajo mediante la identificación de configuración, el control de configuración, el informe de estado de la configuración y las auditorías de configuración, consúltese el área de proceso Gestión de Configuración.

Para más información sobre cómo los cambios a los requisitos de interfaz, consúltese la práctica específica Gestionar los cambios de requisitos en el área de proceso Gestión de Requisitos.

La gestión de las interfaces incluye el mantenimiento de la consistencia de las interfaces durante toda la vida del producto, el cumplimiento con las decisiones y limitaciones de la arquitectura, y la resolución de conflictos, las no conformidades y cuestiones de cambio. La gestión de las interfaces entre los productos adquiridos a proveedores y otros productos o componentes de productos es crítica para el éxito del proyecto.

Para más información sobre cómo gestionar la adquisición de productos y servicios a proveedores, consúltese el área de proceso Gestión de Acuerdos con Proveedores.

Las interfaces deberían incluir, además de las interfaces de los componentes de producto, todas las interfaces con el entorno, así como con otros entornos para la verificación, validación, operaciones y soporte.

Los cambios de las interfaces se documentan, se mantienen y son de fácil acceso.

### Ejemplos de productos de trabajo

1. Tabla de relaciones entre los componentes de producto y el entorno externo (p. ej., fuente de alimentación principal, producto de sujeción, sistema de bus del ordenador).

2. Tabla de relaciones entre los diferentes componentes de producto.
3. Lista de interfaces acordadas que se definen para cada par de componentes de producto, cuando sea aplicable.
4. Informes de las reuniones del grupo de trabajo de control de interfaces.
5. Elementos de acción para la actualización de las interfaces.
6. Interfaz de programación de aplicaciones (API).
7. Descripción o acuerdo de interfaces actualizados.

#### Subprácticas

1. Asegurar la compatibilidad de las interfaces durante toda la vida del producto.
2. Resolver los conflictos, no conformidades y cuestiones de cambios.
3. Mantener un repositorio para los datos de interfaz accesible a los participantes del proyecto. Un repositorio común accesible para los datos de interfaz proporciona un mecanismo para asegurar que todo el mundo conoce dónde residen los datos actuales de interfaz y puede acceder a ellos para su uso.

### SG 3 Ensamblar los componentes de producto y entregar el producto

Se ensamblan los componentes de juego verificados y se entrega el producto integrado, verificado y validado.

Los componentes del juego serio deben tomarse en cuenta al diseño que se realizó en el área de solución técnica, los componentes del juego serio incluyen:

- El contenido educativo y las actividades educativas.
- Artes diseñados y contruidos para el videojuego los cuales pueden incluir: música, modelos 3d, animaciones, sprites, efectos.
- Las mecánicas y dinámicas del juego serio.
- Sistemas de retroalimentación al usuario: puntajes, trofeos, mensajes.

En la integración de los componentes del juego serio se procede de acuerdo a la estrategia y procedimientos de integración del producto. Antes de la integración, debería confirmarse que cada componente de producto está conforme con sus requisitos de interfaz. Los componentes de producto se ensamblan dentro de componentes de producto más grandes y más complejos. Estos componentes de producto ensamblados se comprueban para una correcta interoperabilidad. Este proceso continúa hasta que se completa la integración del producto. Si durante este proceso se identifican problemas, el problema debería documentarse e iniciarse un proceso de acción correctiva. La recepción oportuna de los componentes de producto necesarios y la involucración de las personas adecuadas

contribuyen al éxito de la integración de los componentes de producto que componen el producto.

### SP 3.1 Confirmar la disponibilidad de los componentes de producto para la integración

Confirmar, antes de ensamblar, que cada componente de producto requerido para ensamblar el producto haya sido identificado adecuadamente, se comporta de acuerdo a su descripción y que las interfaces del componente de producto cumplen con las descripciones de las interfaces.

Para más información sobre cómo realizar la verificación, consúltese con el área de proceso Verificación.

El propósito de esta práctica específica es asegurar que el componente de producto identificado apropiadamente que cumple con su descripción, puede realmente ensamblarse de acuerdo a la estrategia y procedimientos de integración del producto. Los componentes de producto se comprueban en cuanto a cantidad, daños evidentes y consistencia entre el componente de producto y las descripciones de interfaces.

Aquellos que llevan a cabo la integración del producto son finalmente los responsables de la comprobación para asegurar que todo está conforme respecto a los componentes de producto antes del ensamblaje.

Ejemplos de productos de trabajo

1. Documentos de aceptación de los componentes de producto recibidos.
2. Justificantes de entrega.
3. Listas de paquetes comprobados.
4. Informes de excepción.
5. Exenciones.
6. Informe de evaluación de prototipo.

Subprácticas

1. Seguir el estado de todos los componentes de producto tan pronto como estén disponibles para la integración.
2. Asegurar que los componentes de producto se incluyen en el entorno de integración del producto, de acuerdo con la estrategia y los procedimientos de integración del producto.
3. Confirmar la recepción de cada componente de producto identificado adecuadamente.

4. Asegurar que cada componente de producto recibido cumple con su descripción.
5. Comprobar el estado de la configuración frente a la configuración esperada.
6. Realizar una pre-comprobación (p.ej., mediante una inspección visual, utilizando medidas base) de todas las interfaces físicas antes de conectar los componentes de producto.

### SP 3.2 Ensamblar los componentes de producto

Ensamblar los componentes de producto de acuerdo a la estrategia y procedimientos de integración del producto.

Las actividades de ensamblaje de esta práctica específica y las actividades de evaluación de la siguiente práctica específica se llevan a cabo iterativamente, desde los componentes de producto inicial, mediante ensamblajes intermedios de los componentes de producto, hasta el producto como un todo.

Ejemplos de productos de trabajos

1. Producto o componentes de producto ensamblados.

Subprácticas

1. Asegurar la disponibilidad del entorno de integración del producto.
2. Llevar a cabo la integración de acuerdo con la estrategia, procedimientos y criterios de integración del producto.  
Registrar toda la información apropiada (p. ej., estado de la configuración, números de serie de los componentes de producto, tipos, fecha de calibración de los medidores).
3. Modificar la estrategia, los procedimientos y los criterios de integración del producto, según sea apropiado.

### SP 3.3 Evaluar los componentes de producto ensamblados

Evaluar los componentes de producto ensamblados para la compatibilidad de las interfaces.

Para más información sobre cómo realizar la validación, consúltese el área de proceso Validación.

Para más información sobre cómo realizar la verificación, consúltese al área de proceso Verificación.

Esta evaluación implica examinar y probar el rendimiento, la adecuación, la disponibilidad o la preparación de los componentes de producto ensamblados usando los procedimientos, criterios y entorno de integración del producto.

Esto se lleva a cabo según sea apropiado para las diferentes etapas de ensamblaje de los componentes de producto, tal como se identificó en la estrategia y en los procedimientos de integración del producto. La estrategia y procedimientos de integración del producto pueden definir una integración más refinada y una secuencia de evaluación que podría ser solo visualizada examinando la jerarquía o la arquitectura del producto.

Por ejemplo, si un ensamblaje de componentes de producto se compone de cuatro componentes de producto menos complejos, la estrategia de integración no requerirá necesariamente la integración y evaluación simultáneas de las cuatro unidades como una sola.

Más bien, las cuatro unidades menos complejas pueden integrarse progresivamente, de una en una, con una evaluación después de cada operación de ensamblaje, previa a la realización del componente de producto más complejo, que corresponde a la especificación en la arquitectura del producto. De forma alternativa, la estrategia y procedimientos de integración del producto podrían haber determinado que realizar sólo una evaluación final fuera lo mejor.

Se debe considerar que la evaluación de integración de los contenidos educativos provistos por un juego serio debe ser realizada por los expertos en la materia.

Se debe considerar que la evaluación de mecánicas, dinámicas y artes tiene que hacerle una evaluación conjunta entre los expertos educativos y los usuarios finales

Ejemplos de productos de trabajo

1. Informes de excepción.
2. Informes de evaluación de las interfaces.
3. Informes resumen de integración del producto.

Subprácticas

1. Llevar a cabo la evaluación de los componentes de producto ensamblados siguiendo la estrategia, procedimientos y criterios de integración del producto.

2. Registrar los resultados de la evaluación.

Algunos ejemplos de resultados son:

- Cualquier adaptación requerida para el procedimiento o criterios de integración.
- Cualquier cambio a la configuración del producto (piezas de repuesto, nueva versión).
- Evaluación de las desviaciones de los procedimientos o criterios.

## SP 3.4 Empaquetar y entregar el producto o componente de producto

Empaquetar el producto o componente de producto ensamblado y entregarlo al cliente.

Para más información sobre cómo realizar la validación, consúltese el área de proceso Validación.

Para más información sobre cómo realizar la verificación, consúltese el área de proceso Verificación.

Los requisitos de empaquetado para algunos productos pueden tratarse en sus especificaciones y criterios de verificación. Este tratamiento de requisitos es especialmente importante cuando los elementos se almacenan y transportan por el cliente. En estos casos, puede existir un espectro de condiciones ambientales y de estrés especificadas para el paquete. En otras circunstancias, factores como los siguientes pueden llegar a ser importantes:

- Ahorro y facilidad de transporte (p. ej., contenedores).
- Responsabilidad (p. ej., embalaje).
- Facilidad y protección del desembalaje (p. ej., bordes afilados, resistencia de los métodos de fijación, protección a menores, consideraciones ecológicas del material de empaquetado, peso).

El ajuste requerido para encajar los componentes de producto en la fábrica podría ser diferente al requerido para encajar los componentes del producto, cuando se instalan en el sitio de operación. En ese caso, la documentación del producto para el cliente debe utilizarse para registrar dichos parámetros específicos.

Ejemplos de productos de trabajo

1. Producto o componentes de producto empaquetados.
2. Documentación de entrega.

Sub prácticas

1. Revisar los requisitos, diseño, producto, resultados de la verificación y documentación para asegurar que las cuestiones que afectan al empaquetado y a la entrega del producto están identificados y resueltos.

2. Utilizar métodos eficaces para empaquetar y entregar el producto ensamblado.

Algunos ejemplos de empaquetado de software y de métodos de entrega son:

- Cinta magnética.
- Disquetes.
- Copias impresas de documentos.
- Discos compactos.
- Otra distribución electrónica como Internet.



3. Satisfacer los requisitos y estándares aplicables para el empaquetado y la entrega del producto.

Algunos ejemplos de requisitos y estándares son los de protección, entorno, seguridad, facilidad de transporte y retirada.

Algunos ejemplos de requisitos y estándares para el empaquetado y la entrega del software son:

- Tipo de almacenamiento y medios de entrega.
- Conservación de las copias maestras y de respaldo.
- Documentación requerida.
- Derechos de autor.
- Contrato de licencia.
- Seguridad del software.

4. Preparar el sitio de operación para la instalación del producto.

Preparar el sitio de operación puede ser responsabilidad del cliente o de los usuarios finales.

5. Entregar el producto y la documentación relacionada, y confirmar la recepción.

6. Instalar el producto en el sitio de operación y confirmar el funcionamiento correcto.

Instalar el producto puede ser responsabilidad del cliente o de los usuarios finales. En algunas circunstancias, puede que se necesite hacer poco para confirmar la correcta operación. En otras circunstancias, la verificación final del producto integrado se produce en el sitio de operación.

## ANEXO 2 PLANTILLA DE EVALUACIÓN

### Formulario de Evaluación Extensión CMMI DEV

Formulario para la evaluación de la extensión de CMMI para juegos serios

Apellidos y Nombres

Your answer \_\_\_\_\_

Nombre del Juego Serio

Your answer \_\_\_\_\_

Descripción del juego serio

Your answer \_\_\_\_\_

Tiempo de Desarrollo

Your answer \_\_\_\_\_

Rol dentro del Desarrollo

Your answer \_\_\_\_\_

Next

## Desarrollo de Requisitos

Procesos relacionados con el desarrollo de requisitos

SP1.1 Se realizó una caracterización del ambiente de aprendizaje? (Ej. Nivel de estudios, relación profesor alumno, problemas del aprendizaje actual, edad alumnado entre otros)

- Si
- No

SP1.1 Se levantaron las necesidades de los estudiantes, educativas y relacionadas al juego serio

- Si
- No

SP1.1 Se levantaron las necesidades de los educadores educativas y relacionadas al juego serio

- Si
- No

SP1.1 Se levantaron las expectativas de los usuarios en cuanto a jugabilidad, arte y experiencia, historia de juego

Si

No

SP1.1 Se levantaron los objetivos de aprendizaje o las habilidades que se desea adquirir con el juego

Si

No

SP1.2 Se transformaron las necesidades educativas y de los usuarios en requisitos pedagógicos

Si

No

SP1.2 Se transformaron las expectativas de los usuarios en cuanto a jugabilidad, arte, experiencia de juego en un documento de expectativas

Si

No

SP1.2 Se transformaron las necesidades de los docentes y estudiantes en requisitos priorizados

- Sí
- No

SP2.1 Se elaboraron los requisitos técnicos del JS en base a los requisitos pedagógicos y requisitos de docentes y estudiantes

- Si
- No

SP 2.2 Se asignaron los requisitos a componentes del juego (jugabilidad, capa seria, historia, arte)

- Si
- No

SP 2.3 Se identificaron los requisitos de la Interfaz?

- Si
- No

SP 3.1 Se establecieron los conceptos de operacion del producto, es decir el ambiente de instalacion, el mantenimiento de la aplicacion.

- Si
- No

SP 3.2 Se identifico un conjunto de atributos de calidad para el producto?

- Si
- No

SP 3.3 Se realizo un análisis junto a expertos para determinar si los requisitos pedagógicos son suficientes y necesarios

- Si
- No

SP 3.3 Se realizo el análisis para determinar si las expectativas de usuarios en cuanto a jugabilidad, historia, arte son alcanzables y necesarias

- Si
- No

SP 3.4 Se realizó un balance de requerimientos para ajustar los requerimientos mediante el uso de prototipos del juego

Si

No

SP 3.5 Expertos validaron que el juego cumpla los requerimientos pedagógicos

Si

No

## Solución Técnica

Area de solucion tecnica

SP 1.1 Se identificaron soluciones varias soluciones alternativas?

- Si
- No

SP 2.1 A Se realizo un diseno detallado del juego serio refiriendo a jugabilidad que incluye la visión global del juego y como se entrega el contenido educativo

- Si
- No

SP 2.1 B Se realizo un diseno detallado referente al arte del videojuego que incluye los efectos visuales, sonidos

- Si
- No

SP 2.2 Se establecieron un paquete de datos técnicos para facilitar al desarrollador el uso del diseno

- Si
- No



SP 2.3 Se establecieron criterios para la definición de las interfaces

- Si
- No

SP 2.4 Se realizo un análisis sobre hacer , comprar o reutilizar?

- Si
- No
- No aplica

SP 3.1 Se realizo el implementación del juego, de manera iterativa probando con usuarios cada iteracion?

- Si
- No

SP 3.2 Se realizo documentación de soporte que incluya manuales para el uso del juego dentro del aula, manual de jugador

- Si
- No

SP 3.3 Se evaluaron las interfaces integradas asegurando su compatibilidad

Si

No

SP 4.1 Se realizo una preparación en el sitio de la instalación para entrega de producto

Si

No

SP 4.1 Se instalo el producto y comprobó su funcionamiento. Se entrego la documentación respectiva al uso

Si

No

## Conclusiones finales

Conclusion

Describiría el desarrollo del producto como éxito. Se alcanzaron los objetivos de tiempos, costo y satisfacción del cliente

Your answer

Que partes del proceso de desarrollo mejoraría

Your answer

---

Uso una metodología para desarrollo de juegos serios. Cual?

Your answer

---