

ISSN:2007-5448



4th INTERNATIONAL  
CONFERENCE ON  
SOFTWARE  
PROCESS  
IMPROVEMENT

México



**Número Especial**

**Editado por:**

**Dra. Mirna Ariadna Muñoz Mata**

**Dr. Jezreel Mejia Miranda**

**RECIBE**

Revista electrónica

DE COMPUTACIÓN, INFORMÁTICA, INGENIERÍA Y ELECTRÓNICA



# Índice

## Presentación

|                   |   |
|-------------------|---|
| Presentación..... | I |
|-------------------|---|

## Computación e Informática

|                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Propuesta de un Catálogo de Patrones de Escenario para la Definición de Requisitos ..... | II |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----|

Carlos Alberto Cortés Bravo  
María Antonieta Abud Figueroa  
Celia Romero Torres  
Carlos Alberto Cortés Bravo  
Gustavo Pelaez Camarena

|                                                                                                                                        |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Trazabilidad y validación de requerimientos funcionales de sistemas informáticos mediante la transformación de modelos conceptuales... | III |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|

Oscar Carlos Medina  
Marcelo Martín Marciszack  
Mario Alberto Groppo

|                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Estado de arte sobre métodos de evaluación de metodologías ágiles en las pymes..... | IV |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----|

Brisia Corona  
Mirna Muñoz  
Juan Miramontes  
Jose A. Calvo-Manzano  
Tomas San Feliu

|                                                                                                                                  |   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Canvas: Marco conceptual de apoyo para el diseño de un Sistema de Gestión del Conocimiento para el Modelo de Educación Dual..... | V |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|

Katiuska Fernández  
Omar Romero

Ricardo Raygoza  
Sergio Ixmatlahua



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons  
Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 2.5 México.

*ReCIBE, Año 5 No. 1, Abril 2016*

## Presentación

Nos es muy grato participar en la edición de este número especial de la Revista RECIBE dedicado a la temática de Ingeniería de Software (IS). Los artículos presentados en este número fueron seleccionados de entre los artículos aceptados para el cuarto Congreso Internacional de Mejora de Procesos Software CIMPS 2015, realizado en la Ciudad de Mazatlán, Sinaloa México del 28 al 30 de Octubre del 2015. Cabe resaltar que la tasa de aceptación del CIMPS ha sido del 30% de los artículos recibidos.

En los últimos años se hace cada vez más evidente el incremento de la importancia del software en como el núcleo principal en empresas de diferentes sectores, brindando la oportunidad de crecimiento constante a micro, pequeñas y medianas empresas. Esta situación trae consigo una búsqueda constante para la mejora de los procesos de desarrollo de software como por ejemplo el proceso de requisitos o la búsqueda de metodologías que mejoren el redimiento de sus proyectos. En este contexto, el campo académico se ha sumado a este esfuerzo generando marcos que pretenden apoyar en la gestión y disusión de conocimiento para la resolución de problemas que pueden presentarse en diferentes organizaciones.

Basado en la importancia del software en las organizaciones, en este año el congreso CIMPS ha enfocado en soluciones integrales a problemas en el desarrollo de software como a continuación se especifica.

- Uno de los principales problemas en las empresas de desarrollo se relaciona con los requisitos, en primer lugar para correcta identificación de sus requisitos, al respecto se presenta una propuesta de un catálogo de patrones de escenario para apoyar a las empresas en la correcta definición de requisitos.
- Continuando con los requisitos otro problema muy puntual es la correcta gestión de los requisitos, al respecto se presenta una propuesta para la trazabilidad y validación de los requisitos funcionales de sistemas mediante la transformación de modelos conceptuales.
- Referente al desarrollo de software, las mipymes están prefiriendo el uso de las metodologías ágiles, sin embargo, si éstas no son implementadas de manera adecuada, no se obtendrán los resultados esperados, al respecto se presenta el estado de arte sobre métodos que pretenden evaluar a las metodologías ágiles.
- Finalmente, como apoyo a las empresas desde el entorno académico, se presenta un marco conceptual para el diseño de un sistema de gestión de conocimiento que pretende brindar un medio de comunicación entre la academia y la industria, permitiendo que empresas generen preguntas sobre las dudas surgidas durante el rendimiento en la ejecución de un proyecto integrador, para brindar soporte para complementar una práctica con conocimientos que van adquiriendo en el salón de clases.

Esperando que este número especial sea de utilidad en el campo de la Ingeniería del software, agradecemos todas sus contribuciones y damos la enhorabuena a todos aquellos autores cuyos artículos han sido publicados en este número especial de RECIBE. Asimismo, agradecemos al editor de la revista por darnos nuevamente la oportunidad de seguir publicando artículos en el ámbito de la ingeniería del software.

Dr. Mirna Ariadna Muñoz Mata

Dr. Jezreel Mejía Miranda

Centro de Investigación en Matemáticas- Unidad Zacatecas

# Propuesta de un Catálogo de Patrones de Escenario para la Definición de Requisitos

Carlos Alberto Cortés Bravo  
Instituto Tecnológico de Orizaba  
[cortesbravocarlos@gmail.com](mailto:cortesbravocarlos@gmail.com)

María Antonieta Abud Figueroa  
Instituto Tecnológico de Orizaba  
[mabud@ito-depi.edu.mx](mailto:mabud@ito-depi.edu.mx)

Celia Romero Torres  
Instituto Tecnológico de Orizaba  
[cromero@ito-depi.edu.mx](mailto:cromero@ito-depi.edu.mx)

Celia Romero Torres  
Instituto Tecnológico de Orizaba  
[ujuarez@ito-depi.edu.mx](mailto:ujuarez@ito-depi.edu.mx)

Gustavo Pelaez Camarena  
Instituto Tecnológico de Orizaba  
[gpelaez@ito-depi.edu.mx](mailto:gpelaez@ito-depi.edu.mx)

**Resumen:** La definición de los requisitos de software consiste en la especificación y validación de las funcionalidades que el sistema a desarrollar debe proporcionar, así

como de las restricciones que el sistema debe cumplir. Para el análisis de los requisitos existen varias técnicas, siendo los escenarios una técnica que permite describir el comportamiento esperado del software en un lenguaje reconocido por los involucrados con lo que se logra una buena comunicación con el cliente. Por otra parte, los patrones permiten reutilizar elementos previamente comprobados funcionando como un registro de experiencias que ayudan a agilizar y mejorar los procesos. En este artículo se presenta una propuesta para la definición de patrones de escenario y un catálogo de patrones de escenario en el dominio de la telemática que permiten una descripción clara y precisa de los requisitos en este dominio.

**Palabras clave:** patrones, escenarios, requisitos de software.

## Catalogue for Scenario Patterns Requirements Elicitation

**Abstract:** Software requirements elicitation is the process of identifying needs for a software systems as well as the constraints that the system must meet. There are several techniques for the analysis of the requirements, the scenarios being a technique to describe the expected behavior of the software in terms understood by all stakeholders with what a good customer communication is achieved. Moreover, the patterns allow reuse previously tested elements functioning as a record of experiences that help streamline and improve processes. This article presents a proposal for defining patterns of scenarios and a catalog of patterns in the domain of telematics that enable clear and precise descriptions of the requirements in this domain.

**Keywords:** patterns, scenarios, software requirements.

### 1. Introducción

Un punto prioritario en el desarrollo de software es la definición de lo que se quiere producir, ya que el desarrollo del software inicia hasta el momento en el que se tienen establecidas a detalle las características del software que se va a desarrollar, situación que es más crítica cuando se trata de sistemas complejos,

por lo cual es necesario conocer distintas técnicas de recopilación y definición de requisitos y aplicar la que ofrezca mejores resultados.

La ingeniería de requisitos es el área de investigación que atiende este punto fundamental en el proceso de producción, proponiendo métodos, técnicas y herramientas que facilitan el trabajo de definición de lo que se quiere de un producto de software. Su objetivo es aumentar el conocimiento del dominio del problema para así representar las necesidades de un cliente en función de una aplicación de software de una manera adecuada y entendible tanto para los usuarios finales como para el equipo de desarrollo.

Es de suma importancia asegurar una buena comunicación con los clientes y/o usuarios, ya que de ello depende un futuro éxito o fracaso, debido a que a partir de que se obtienen y se definen los requisitos expresados por el cliente, se comienza con las demás etapas en el proceso de desarrollo y es de vital importancia comenzar el desarrollo de software a partir de una lista de requisitos concisos, completos, consistentes, no ambiguos y verificables.

Existen diversas técnicas para documentar los requisitos, como son casos de uso, prototipos, puntos de vista, escenarios, entre otras. De éstas se reporta como una de las más exitosas los escenarios, ya que éstos permiten mantener gran cantidad de información en una forma que los involucrados reconocen (Ridao, Doorn y Sampaio, 2001). Son muchas las definiciones de la palabra escenario (Ridao, et al. 2001; Sutcliffe, 2003; Hadad, Doorn y Kaplan, 1996), una de las cuales es: “un escenario es una descripción parcial y concreta del comportamiento de un sistema en una determinada situación” (Ridao, 2000).

Por otra parte, los patrones permiten, en diferentes áreas del conocimiento, utilizar soluciones previas a un problema en nuevas situaciones, ofreciendo un mecanismo de reutilización de experiencia. En este trabajo, se propone el uso de patrones en la definición de escenarios con el fin de aprovechar las situaciones recurrentes en la definición de requisitos, para lo cual se establece un formato para su definición. En la sección 2 de este artículo se presentan los antecedentes en los que se basa este trabajo, incluyendo una revisión de diferentes propuestas para la representación de requisitos a través de escenarios; posteriormente en la

sección 3 se presenta una propuesta para la definición de patrones de escenarios en la especificación de requisitos y un conjunto de patrones para el área de telemática, detallando uno de ellos. Finalmente se presentan las conclusiones.

## 2. Antecedentes

Los requisitos especifican qué es lo que el sistema debe hacer (funciones) y sus propiedades esenciales y deseables. La captura y el análisis de los mismos son actividades de mucha importancia para proporcionar una visión amplia sobre lo que se pretende resolver con el desarrollo de una aplicación de software

En la fase de definición de requisitos, el ingeniero de requisitos se enfrenta a distintas dificultades (Hadad et al 1996). La elección de una buena técnica para recopilar requisitos, como el uso de un lenguaje común tanto para los desarrolladores como para los clientes y usuarios, es vital para garantizar un buen proceso de definición y validación de requisitos. De igual manera es muy importante comprender el dominio del problema, por lo cual se necesita que el ingeniero de requisitos se vuelva experto en el dominio para así comprender de la manera más amplia las necesidades del cliente, ya que de no ser así es muy probable que se recopilen requisitos incompletos y erróneos.

### 2.1 Lenguaje para Definición de Requisitos

Capturar el dominio del problema es una de las formas mediante las cuales se garantiza una mejor comprensión en la descripción de un escenario, tanto por clientes como por el equipo de desarrollo. El vocabulario del UdeD (Universo de Discurso) es el que refleja las palabras peculiares y más usadas en el mismo (Ridao, et al. 2001). Para la recopilación del conocimiento del UdeD es necesario revisar la documentación, realizar entrevistas o aplicar otras técnicas.

Son diversos los casos donde la construcción de escenarios se basa en el UdeD como en (Ridao, et al. 2001; Ridao, 2000; Doorn, Hadad y Kaplan, 2002), con el propósito de mantener una buena comunicación con el cliente, ya que se logra que el ingeniero de requisitos maneje un vocabulario entendible tanto por los integrantes del equipo de desarrollo así como por los clientes y/o usuarios. Uno de los métodos que permite mantener un lenguaje homogéneo para ambos es el LEL

(Léxico Extendido del Lenguaje), el cual es una representación de los símbolos en el lenguaje del dominio del problema (do Prado Leite, Rossi, Balaguer, Maiorana, Kaplan, Hadad, Oliveros, 1997). Combinar el uso de escenarios y el LEL facilita la comprensión por parte de las personas no especializadas en el desarrollo del software (Hadad, 2010).

Los objetivos del LEL son conocer el vocabulario del usuario y contar con un instrumento simple de trazabilidad (Hadad, et al. 1996). Los elementos para la descripción de un símbolo LEL son: nombre, noción e impacto; el nombre identifica el símbolo del LEL, la noción indica qué es el símbolo y el impacto cómo repercute en el sistema. En la Figura 1 se presenta un ejemplo de un símbolo del LEL que se construye para un caso de estudio de una biblioteca, en la cual se observa que el nombre que se le da está formado por dos palabras siendo estas sinónimos mediante las cuales se identifica el símbolo (Kaplan, Hadad, Doorn y Do Prado Leite, 2000).

#### Obra/Publicación

##### Noción

- Es un ítem de la colección
- Es un libro, folleto, tesis, publicación o periódico
- Puede ser una obra de referencia
- Puede ser una obra de tapa roja
- Puede tener más de un ejemplar

##### Impacto

- Después de la adquisición, el bibliotecario realiza el registro y el procesamiento técnico
- Después del procesamiento técnico, se puede localizar, consultar, prestar, devolver, renovar, reservar y prestar para fotocopiar

***Figura 1 Ejemplo simbología del LEL.***

Las heurísticas que son utilizadas para la construcción del LEL son: identificar fuentes de información, identificar símbolos, clasificar símbolos, describir los símbolos, verificar el LEL y validarlo. Una vez que se obtiene el LEL es necesario actualizarlo para obtener la mejor comprensión del UdeD. Así como esta técnica mejora la comprensión del dominio del problema, también es posible que tenga defectos los cuales surgen cuando no se construye un LEL de manera correcta. Los principales defectos que pueden contener el LEL son: de descripción, de clasificación, de identificación y de referencia los cuales están descritos en (Kaplan, et al. 2000).

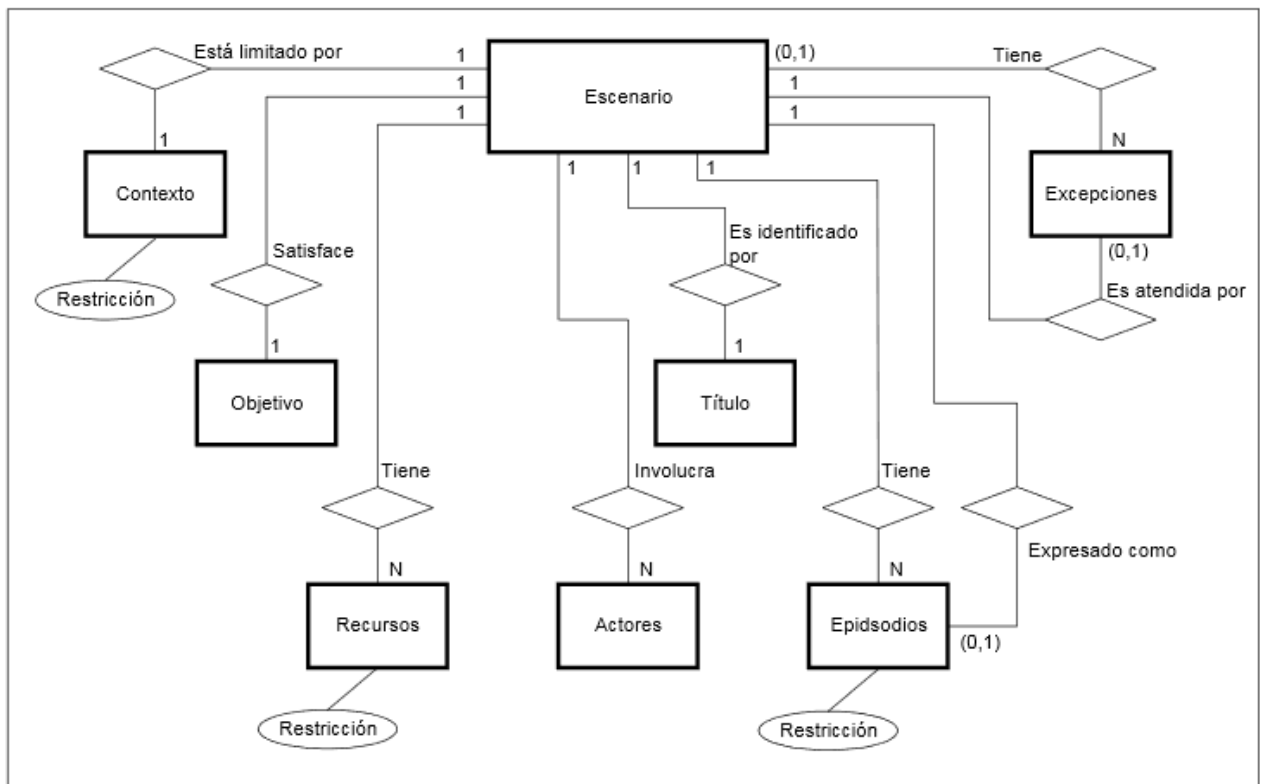
## 2.2 Representación de un Escenario

En Ryser y Glinz (1999) se define un procedimiento para la recopilación de los requisitos y su documentación a través de escenarios, en el cual destacan 15 pasos para la creación de un escenario:

- Encontrar todos los actores que tengan interacción con el sistema.
  - Encontrar todos los eventos relevantes al sistema.
  - Determinar entradas, resultados y salidas del sistema.
  - Determinar límites del sistema.
  - Crear descripciones de escenarios amplias.
  - Priorizar los escenarios de acuerdo a la importancia, asegurar que los escenarios cubran la funcionalidad del sistema.
  - Crear una descripción paso a paso de eventos y acciones para cada escenario •
- Crear un gráfico general y un diagrama de dependencia.
- Tener opinión y comentarios de los usuarios sobre los diagramas y escenarios.
  - Extender escenario al refinar su descripción, dividir las tareas en pasos de trabajo individuales.

- Flujo de acciones del modelo alternativo, especificar excepciones y cómo reaccionar a las excepciones.
- Factorizar escenarios abstractos (secuencias de interacciones que aparecen en más de un escenario).
- Incluir requisitos no funcionales y cualidades en escenarios.
- Revisar el diagrama de información general y diagrama de dependencia.
- Pedir a los usuarios comprobar y validar los escenarios (revisiones formales).

Para la construcción de un escenario es preciso considerar los elementos por los que este escenario estará formado. En (Hadad, G et al 1996) se muestran algunos ejemplos de escenarios, en los cuales se observan los siguientes elementos como parte de un escenario: nombre, objetivo, contexto, recursos, actores, conjunto de episodios y casos alternativos. En (Hadad, Kaplan, Oliveros y Leite, 1997) se propone otra representación de un escenario que se ilustra como un diagrama E-R y se observa en la Figura 2.

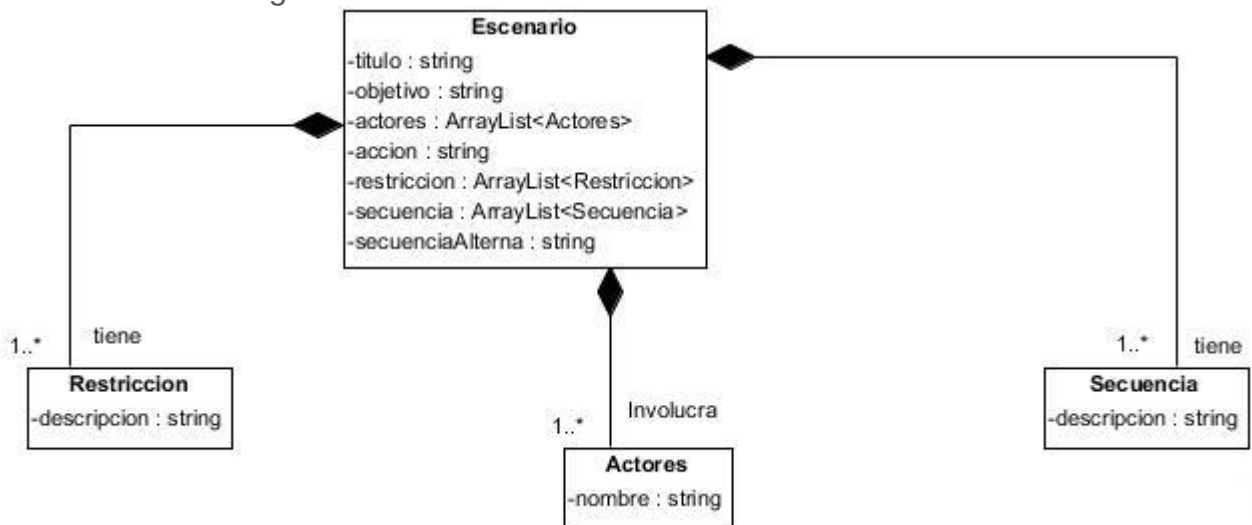


**Figura 2.** Diagrama Entidad-Relación para la construcción de un escenario

### 3. Patrones de Escenario

El uso de patrones en la construcción de escenarios permite ahorrar tiempo para la elaboración de los mismos, ofreciendo una visión estructural de las situaciones, y con esto determinar el tipo de escenario que corresponda a cada situación. En este sentido existen algunas propuestas como la de (Ridao 2001), sin embargo ofrecen situaciones muy abstractas y difíciles de utilizar.

Tomando en cuenta los trabajos revisados, se propone incluir en la representación de un escenario los elementos: título, objetivo, acción, recursos, actores, episodios y excepciones, mismos que se representan en un diagrama de clases UML como se muestra en la Figura 3.



**Figura 3.** Elementos Escenario

Además, se propone el uso de patrones para la representación de escenarios basados en la notación LEL, compuesto por la siguiente simbología:

- + significa composición,
- {x} significa cero o más ocurrencias de x,
- ( ) es usado para agrupamiento,
- | significa or, y
- [x] denota que x es opcional

El patrón se forma con los siguientes elementos:

- Título

- El título identifica de forma única un escenario para una acción específica del sistema.
- Sintaxis: Frase
  - Objetivo
- El objetivo describe de forma breve lo que se logra con implementación de este escenario.
- Sintaxis: [Actor | Recurso] + Verbo + Predicado
  - Actores
- Se mencionan los involucrados que participan en este escenario en particular.
- Sintaxis: Nombre
  - Acción
- Describe la actividad que se ejemplifica este escenario.
- Sintaxis: [Sujeto | Actor | Recurso] + Verbo + Predicado + {Restricción}
  - Restricción
- Describe la situación en la que este escenario tendrá lugar (opcional)
- Sintaxis: [Actor | Recurso] + Verbo + Predicado
  - Secuencia
- Contiene los pasos que describen de forma clara los pasos que sigue este escenario, para llegar a un fin.
- Sintaxis:
 

<sentencia básica> ::= <sentencia simple> | <sentencia condicional> | <sentencia opcional>

<sentencia simple> ::= <sentencia episodio>

<sentencia condicional> ::= IF <condición> THEN <sentencia episodio>

<sentencia opcional> ::= [ <sentencia episodio > ]

donde

<sentencia episodio > es descrita como:

(([Actor | Recurso] + Verbo + Predicado) | ([Actor | Recurso] + [Verbo] + Título)) + {Restricción}

  - Excepción
- En caso de que durante el proceso de esta actividad no se logre completar satisfactoriamente en este apartado se describe lo que sucede en esos casos.

- Sintaxis:

Causa [(Solución)] donde Causa es:

Frase | ([Sujeto | Actor | Recurso] + Verbo + Predicado) donde Solución es:

Título

### 3.1 Catálogo de Patrones Propuesto

El catálogo propuesto se basa en el análisis realizado a distintas fuentes de información y problemas de definición de estos requisitos en el dominio de empresas que se dedican al desarrollo de software en el área de telemática, específicamente orientado al área de transporte, y que presentan requisitos donde sus clientes desea obtener información sobre sus unidades en tiempo real. Este catálogo desarrollado consta de los siguientes patrones de escenario:

- Alarma por email: Describe una acción, en la cual se requiere que el sistema genere una alerta vía email para notificar algún evento que requiera de atención inmediata.
- Alerta por email: Describe una situación, en la cual se requiere que el sistema genere una alerta vía email para notificar algún evento que requiera atención.
- Alta motor: Describe los pasos requeridos para dar de alta un motor para una unidad (transporte).
- Consultar: Describe la situación cuando se requiere exportar cierta información del sistema a un archivo (Excel, PDF, entre otros)
- Exportar: Describe una acción, en la cual se requiere consultar cierta información requerida por el cliente
- Integración proveedor: Describe cuando se requiere la integración de sistemas a través de Servicios Web (Web Services), conexión directa a base de datos o por importación de un archivo externo, proporcionando un Servicio Web para que otro sistema lo utilice
- Integración consumidor: Describe una acción, en la cual se requiere la integración de sistemas a través de Servicios Web (conexión directa a base de datos o por importación de un archivo externo a la empresa) para que una aplicación lo utilice

Cada uno de estos patrones se describe detalladamente con los términos mencionados antes. En la Tabla 1 se muestra la definición detallada el del patrón de escenario Exportar.

**Table 1.**Patrón de Escenario Exportar

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Titulo      | Exportar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Objetivo    | Exportar información solicitada de las unidades en un archivo externo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Actor (es)  | Al menos un usuario                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Acción      | Exportar información del sistema en un archivo externo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Restricción | Una o ninguna                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Secuencia   | <p>POR LO MENOS UNO COMO EL SIGUIENTE:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• El sistema debe contar con la funcionalidad de exportar en un archivo externo la siguiente información:</li><li>• (Escribir los datos que son necesarios en el reporte)</li></ul> <p>Si se describe el formato para el archivo de exportación anotarlo en esta sección.</p> <p>UNO COMO EL SIGUIENTE</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• La opción de reporte se debe encontrar en la siguiente sección:</li></ul> <p>o (Escribir la sección en la que se tendrá la opción de exportación )</p> |
| Excepción   | (Circunstancia que obstaculiza que se pueda exportar información de la unidades en un archivo externo)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

Para ejemplificar el uso de este patrón, a continuación se muestra un requisitos donde se ilustra su aplicación.

## Requisitos

Después de una entrevista con el cliente, se establecieron las siguientes necesidades:

- Se requiere un reporte denominado análisis distribución, el cual muestra la información de los viajes de la flota.
- Se desea que este reporte se exporte a formato Excel.
- Solo los usuarios del departamento de logística y usuarios con rol de administrador tendrán permisos para generar este reporte.
- La opción de exportar debe encontrarse en el menú Estadísticas, en el Sub-menú Reportes.
- El reporte debe contener la siguiente información:
  - o Unidad -> nombre unidad
  - o Viaje -> número identificación de viaje
  - o Combustible del viaje -> combustible consumido en el viaje
  - o Distancia de viaje -> distancia total recorrida del viaje
  - o Excesos de velocidad -> cantidad de excesos de velocidad (+ 90 km/h)
  - o Velocidad máxima -> velocidad máxima de la unidad registrada en el viaje
  - o Combustible ralentí -> combustible usado en ralentí.

## Identificación del patrón a utilizar

Se sugiere leer con detenimiento la descripción del requisitos e identificar si dentro de la misma aparece el nombre (o un sinónimo) de alguno de los patrones propuestos. Además es conveniente revisar la sección de objetivo de los posibles patrones que se aplican al problema para así determinar cuál patrón aplicar. Para el caso del ejemplo se identifica que es aplicable el patrón Exportar.

## Identificación de los Símbolos LEL

Revisando la descripción del requisitos se deben identificar aquellos términos propios del problema que es necesario detallar, y entonces identificarlas en el diccionario de símbolos LEL; de no encontrarlas se deberán agregar.

Para el caso que se ilustra, se identifican los términos Flota y Ralentí, como palabras que tienen un alto impacto en el dominio del problema y son usadas con

frecuencia en dicho dominio, y deben incluirse en el LEL. En las tablas 2 y 3 se presenta la definición de éstos símbolos.

**Table 2.**Símbolo LEL Flota

| Simbolo                                                           | Flota                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Conjunto de medios de transporte que realizan la misma actividad. | Exportar información solicitada de las unidades en un archivo externo.                                                                                                                                                                                                  |
| Noción                                                            | Conjunto de medios de transporte que realizan la misma actividad.                                                                                                                                                                                                       |
| Impacto                                                           | <ul style="list-style-type: none"><li>• Controlar el combustible gastado para ciertas flotas de transporte de acuerdo a su trayecto</li><li>• Mejorar la productividad</li><li>• Definir ciclos de mantenimiento de acuerdo al desgaste de determinada flota.</li></ul> |

**Table 3.**Símbolo LEL Ralentí

| Simbolo  | Ralentí                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Objetivo | Exportar información solicitada de las unidades en un archivo externo.                                                                                                                                                                                      |
| Noción   | Régimen mínimo de revoluciones por minuto (giros o vueltas por minuto) a las que se ajusta un motor de combustión interna para permanecer en funcionamiento de forma estable sin necesidad de accionar un mecanismo de aceleración o entrada de carburante. |

|                |                                                                                                                                                               |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Impacto</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se utiliza para calcular la cantidad de litros de combustible gastados por una unidad entando en ralentí.</li> </ul> |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Table 4..** Implementación Patrón Exportar

|                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Título</b>      | Reporte “Análisis Distribución“                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Objetivo</b>    | Exportar información solicitada de las unidades en un archivo externo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Actor (es)</b>  | Sistema MotumWeb, Usuario Dep. Log, Administrador                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Acción</b>      | Exportar información del sistema en un archivo externo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Restricción</b> | Solo usuarios departamento de logística y usuario con rol de administrador pueden exportar la información                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Secuencia</b>   | <p>El sistema tendrá la funcionalidad de exportar en un archivo externo la siguiente información:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los datos que requiere el usuario en el reporte “Análisis Distribución” son los siguientes:</li> <li>• Unidad</li> <li>• Viaje</li> <li>• Combustible viaje</li> <li>• Distancia viaje</li> <li>• Excesos velocidad</li> <li>• Velocidad máxima</li> </ul> |

- Combustible ralentí

**Secuencia** El formato del reporte debe ser en Excel.

- La opción de reporte debe encontrarse en la siguiente sección:  
Menú: Estadísticas  
Sub menú: Reportes

**Excepción** Error de comunicación con la base de datos. La unidad no ha reportado viajes realizados

## 4. Conclusiones

El brindar las directrices necesarias para implantar una mejora fue de gran ayuda para las organizaciones, ya que, como se demostró en la sección de experimentación, en un primer ciclo las empresas realizaron muchas de las actividades que no se llevaban a cabo hasta antes del uso de Kaizen, lo cual tuvo como resultado una disminución en los tiempos y esfuerzo de desarrollo, obteniendo un producto que cumpla con las expectativas marcadas al inicio del ciclo de desarrollo. Lo anterior establece que una herramienta con las características de Kaizen es una opción recomendable para aquellas pequeñas organizaciones con poca o nula experiencia en iniciativas de mejora y que buscan la implantación de un modelo de procesos dentro de su proceso actual, debido al marco de trabajo controlado y colaborativo que ofrece.

Una de las ventajas que tienen los escenarios es la posibilidad de construirlos a partir de patrones, de tal manera que es posible reutilizar las soluciones a situaciones similares que se presentan en diversos proyectos de software. El contar con una representación formal para un escenario facilita la creación de un

catálogo de patrones que ayude a agilizar y hacer más segura la definición de requisitos.

En comparación con las propuestas de patrones de escenario revisadas, ésta se enfoca en describir escenarios específicos a un área de desarrollo y son útiles para la descripción precisa de necesidades del software para telemática, a diferencia del trabajo de Ridaó (2001) quien en su propuesta describe situaciones muy abstractas y difíciles de reconocer en primera instancia.

Como trabajo futuro se realizarán las pruebas de campo que permitan exponer las ventajas que trae consigo el uso de un catálogo de patrones para la construcción de escenarios.

## Agradecimientos

El autor corresponsal agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología CONACYT por el apoyo brindado para la realización de los estudios de postgrado.

## Referencias

Do Prado Leite, J. C. S., Rossi, G., Balaguer, F., Maiorana, V., Kaplan, G., Hadad, G., & Oliveros, A. (1997) Enhancing a requirements baseline with scenarios. *Requirements Engineering*, 2(4), 184—198

Doorn, J. H., Hadad, G. D., & Kaplan, G. N. (2002). Comprendiendo el Universo de Discurso Futuro con Escenarios. In *WER*, 117--131.

Hadad, Graciela DS., Doorn, Jorge., Kaplan, Gladys. (1998). Enfoque middle-out en la Construcción e Integración de Escenarios.

Hadad, G., Kaplan, G., Oliveros, A., & Sampaio do Prado Leite, J. C. (1996). Integración de Escenarios con el Léxico Extendido del Lenguaje en la elicitación de requisitos\*: Aplicación a un caso real. *Universidad de Belgrano-Facultad de Ingeniería y Tecnología Informática*. 1-21

Hadad, G.; Kaplan, G.; Oliveros, A.; Leite, J.C.S.P. (1997). Construcción del Léxico Extendido del Lenguaje y derivación de Escenarios para la elicitación de requisitos.

Hadad, G. D. S. (2010). Uso de Escenarios en la Derivación de Software. In XII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación.

Kaplan, G. N., Hadad, G. D., Doorn, J. H., & do Prado Leite, J. C. S. (2000). Inspección Del Lexico Extendido Del Lenguaje. In WER, 70—91.

Ridao, Marcela. (2000). Uso de Patrones en el Proceso de Construcción de Escenarios. Workshop de Engenharia de Requisitos. 140—157.

Ridao, Marcela. (2001). Uso de Patrones en el Proceso de Construcción de Escenarios. Tesis Doctoral no publicada. Facultad de Informática, Buenos Aires, Argentina.

Ridao, Marcela and Jorge Doorn., and Julio Cesar Sampaio (2001). Incorporación de Patrones al Proceso de Construcción de Escenarios. Workshop em Engenharia de Requisitos, Buenos Aires, Argentina, s.f. 107—123.

Ryser, J., & Glinz, M. (1999). A scenario-based approach to validating and testing software systems using statecharts. In Proc. 12th International Conference on Software and Systems Engineering and their Applications.

Sutcliffe, A. (2003). Scenario-based requirements engineering. In Requirements engineering conference,. Proceedings. 11th IEEE international 320—329.

## Notas biográficas:



**Carlos Alberto Cortés Bravo** Carlos Alberto Cortés Bravo es Ingeniero en Sistemas Computacionales, egresado del Instituto Tecnológico de Orizaba (ITO), actualmente estudia la Maestría en Sistemas Computacionales en la misma institución (ITO), sus áreas principales de interés son: Ingeniería de Software y el desarrollo de Software Web, ha desarrollado módulos de sistemas Web de administración para empresas

mediante el uso de varios lenguajes, ha sido parte de proyectos de sistemas Web de telemetría como ingeniero de software. ISC Cortés es miembro de la ACM



**Abud Figueroa María Antonieta** Abud Figueroa María Antonieta, nació en la ciudad de Orizaba, Ver. Es ingeniero en electrónica por la UAM-Iztapalapa, México DF en el año 1984, y maestra en ciencias en sistemas de información por el ITESM-Morelos, en la ciudad de Cuernavaca, Mor. en el año 1991.

Ella fue profesora de tiempo completo en el ITESM Campus Central de Veracruz entre los años 1985 y 1993; desde el año 1995 es profesora-investigadora en el área de posgrado del Instituto Tecnológico de Orizaba, en la ciudad de Orizaba, Ver. México. Su línea de investigación es la Ingeniería de Software. La M.C. Abud es miembro del ACM y del IEEE



**Romero Torres Celia** Romero Torres Celia nació en Orizaba, Veracruz. Se graduó como Licenciada en Informática, en la Universidad Veracruzana en 1989, en febrero de 2005 obtiene el grado de Maestra en Ciencias en Ciencias Computaciones en el instituto Tecnológico de Orizaba. Ella ejerce como profesor de tiempo completo en el Instituto Tecnológico de Orizaba ubicado en la ciudad de Orizaba, Veracruz. Actualmente es la coordinadora del programa de Maestría en Sistemas Computacionales La MC Romero es miembro del ACM.



**Ulises Juárez Martínez** Ulises Juárez Martínez es Doctor en Ciencias en la especialidad de Computación por parte del CINVESTAV. Sus áreas de interés comprenden la adaptación en vivo de sistemas de software, desarrollo de software orientado a aspectos, programación generativa, líneas de productos de software y lenguajes de programación. Actualmente es profesor investigador del Grupo de Ingeniería de Software en el Instituto Tecnológico de Orizaba.



**Gustavo S. Peláez Camarena** Gustavo S. Peláez Camarena Ingeniero Industrial egresado del Instituto Tecnológico de Orizaba en el año 1976; Obtención del grado de Maestro en Ciencias en Cómputo Estadístico en el Colegio de Postgraduados en Chapingo, México en el mes de junio del 1980. Especialidad en educación a distancia en la Universidad Veracruzana en el año 2004. Actualmente se desempeña como Profesor Investigador de tiempo completo en el Instituto Tecnológico de Orizaba; sus áreas principales de interés son: Ingeniería de Software (Desarrollo de aplicaciones Web y desarrollo de aplicaciones para apoyo a la educación).



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 2.5 México.

**COMPUTACIÓN E INFORMÁTICA**

***ReCIBE, Año 5 No. 1, Abril 2016***

# Trazabilidad y validación de requerimientos funcionales de sistemas informáticos mediante la transformación de modelos conceptuales

Oscar Carlos Medina

Grupo de Investigación, Desarrollo y Transferencia de  
Sistemas de Información Universidad Tecnológica Nacional  
[oscarcmolina@gmail.com](mailto:oscarcmolina@gmail.com)

Marcelo Martín Marciszack

Grupo de Investigación, Desarrollo y Transferencia de  
Sistemas de Información Universidad Tecnológica Nacional  
[marciszack@gmail.com](mailto:marciszack@gmail.com)

Mario Alberto Groppo

Grupo de Investigación, Desarrollo y Transferencia de  
Sistemas de Información Universidad Tecnológica Nacional  
[sistemas@groppo.com.ar](mailto:sistemas@groppo.com.ar)

**Resumen:** El objetivo de este trabajo es caracterizar un método que permita la trazabilidad y validación de requerimientos funcionales de un sistema de información mediante la transformación de modelos conceptuales. Para lo cual se construyó un software denominado SIAR (Sistema Integral de Administración de Requerimientos) que administra los requerimientos funcionales y utiliza UML (Lenguaje Unificado de Modelado) para su representación como Casos de Uso. La finalidad principal de esta

aplicación web es la gestión de Casos de Uso con una herramienta que agilice su registro, normalice su contenido y posibilite la trazabilidad de los cambios e implemente validaciones funcionales. Por ejemplo, un procedimiento automatizado de análisis de consistencia de Casos de Uso, para lo cual el sistema genera un grafo con la transición de estados de cada Caso de Uso que es analizado en un simulador de autómatas finito determinista para verificar la cohesión de los escenarios en él definidos.

**Palabras clave:** Trazabilidad, Validación, Requerimiento funcional, Modelo conceptual, UML, Autómata finito determinista.

**Abstract:** The goal of this paper is to characterize a method that allows the traceability and validation of functional requirements of a computer system by transforming conceptual models with SIAR (Integrated System of Requirements Management). This software manages the functional requirements describing them as Use Cases using UML (Unified Modeling Language). The main purpose of this web application is the Use Cases management with a tool to expedite registration, normalize its contents and enable the traceability of changes and implement functional validations. For example, an automated process for consistency analysis of Use Cases, for which the system generates a graph with the state transition of each Use Case. Finally, the graph is analyzed in a deterministic finite automata simulator to verify the consistency of the defined scenarios defined.

**key words:** Traceability, Validation, Functional requirement, Conceptual model, UML, Deterministic finite automata.

## 1. Introducción y Motivación

Construir una aplicación web que gestione los requerimientos funcionales de un sistema de información según los lineamientos de UML (Lenguaje Unificado de Modelado), fue lo que motivó al equipo de proyecto a diseñar SIAR (Sistema Integral de Administración de Requerimientos).

El proyecto de investigación se denomina “Validación de Requerimientos a través de Modelos Conceptuales” del GIDTSI (Grupo de Investigación, Desarrollo y

Transferencia de Sistemas de Información), el cual depende del Departamento Ingeniería en Sistemas de Información de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba y “busca dar solución a uno de los principales problemas de la Ingeniería de Requerimientos relacionado a la elicitación y especificación de requerimientos, que vincula las distintas etapas del proceso de desarrollo de software manteniendo la trazabilidad de los mismos hasta su validación e implementación”.

Como el Modelo Conceptual tiene por objetivo el registro y la estandarización de requerimientos, el desarrollo de SIAR tiene por fin administrar en forma integral los requerimientos funcionales de un proyecto de software según la metodología UML. SIAR es una aplicación web que permitió registrar en forma normalizada los casos de uso y cuya primera versión comprende el siguiente alcance:

Administración de los atributos de un proyecto de software.

- Diseño y validación del Modelo Conceptual.
- Trazabilidad en los cambios de diseño y su versionado.
- Gestión de los alcances de cada versión del proyecto y los casos de uso asignados.
- Gestión de los atributos de un caso de uso, incluyendo actores, pre-condiciones, post-condiciones, cursos de acción, normal y alternativos, y su versionado.
- Clasificación y priorización de los casos de uso.
- Visualización de consultas y generación de reportes en distintos formatos, inclusive XPDL, para comunicarse con otras aplicaciones.
- Vinculación con atributos de procesos de negocio, de actividades de negocio que los componen y los casos de uso asociados a estas actividades.
- Vinculación con atributos de procesos de negocio, de actividades de negocio que los componen y los casos de uso asociados a estas actividades.

## 2. Construcción de una herramienta para la administración integral de Casos de Uso

La herramienta ha sido diseñada con un criterio de lógica que permite describir una serie de relaciones en cascada con distintos grados de desagregación. Estas relaciones de SIAR se detallan en el gráfico de la **Fig. 1**.



**Figura 1.** Relaciones de SIAR.

SIAR permite trabajar con diferentes Sistemas, cada uno con sus propias Versiones, cada Versión cubre un número limitado de Alcances, cada Alcance gestiona un grupo de Casos de Uso, cada Caso de Uso está compuesto por una secuencia ordenada de Pasos, finalmente un paso puede o no tener Alternativas.

Los Pasos de un Caso de Uso permiten efectuar tareas que se describen con el soporte del sistema que se ha desarrollado.

Un Caso de Uso puede ser del tipo Concreto o Abstracto. Un caso de uso es Abstracto si no puede ser realizado por sí mismo, o si no es Concreto ya que puede ser iniciado por un actor y realizado por sí mismo.

Los pasos son las actividades que deberán realizarse para llevar a cabo algún proceso (Rumbaugh, Jacobson, Booch, 1999).

Cada paso posee alternativas que a su vez puede tener pasos y estos volver a tener alternativas.

### 3. Alcance de la primera versión de SIAR

A continuación se explica brevemente las funcionalidades más importantes del desarrollo informático que se presenta en este trabajo.

#### 3.1 Selección del tipo de pruebas

Se planteó la necesidad de generar un sistema que no solo administre los casos de usos por separado, sino también gestione en forma integral todo el proyecto que lo contiene. Por ejemplo, la **Fig. 2** muestra la consulta de Casos de Uso de un sistema a partir de su versionado.

Trabajar con Sistemas

Nombre

|  |  | sis Id | Nombre                  | Fecha de Creación | Usuario        | Versiones |
|--|--|--------|-------------------------|-------------------|----------------|-----------|
|  |  | 1      | ADMINISTRADOR DE CURSOS | 22/06/2013        | MOYANO ENRIQUE |           |

Versiones Sistema: ADMINISTRADOR DE CURSOS

Sis Ver Cod

|  |  | Código | Fecha Creación | Usuario        | Alcances |
|--|--|--------|----------------|----------------|----------|
|  |  | 1 - 1  | 12/08/13       | MOYANO ENRIQUE |          |

Casos de Uso Sistema: ADMINISTRADOR DE CURSOS Versión: 1 - 1 Alcance: INGRESO DE DATOS

Fecha de Alta

|  |  | Caso Uso Id   | Fecha Alta | Nombre          | Tipo      | Complejidad | Usuario Creador | Versiones |
|--|--|---------------|------------|-----------------|-----------|-------------|-----------------|-----------|
|  |  | 1 - 1 - 7 - 1 | 12/08/13   | CONSULTAR CURSO | Concreto  | Media       | MOYANO ENRIQUE  |           |
|  |  | 1 - 1 - 7 - 2 | 12/09/13   | PRUEBA          | Abstracto | Alta        | MOYANO ENRIQUE  |           |

**Figura 2.** Consulta de Casos de Uso de un Sistema.

Para cumplir con este objetivo se incluyó también el concepto de sistema, versiones por sistema y alcances de cada versión. A su vez cada caso de uso incluye pasos y alternativas.

### 3.1 Trazabilidad de los cambios de Casos de Uso

La aplicación permite versionar Casos de Uso. Se ofrecen distintas herramientas para llevar a cabo el seguimiento de la trazabilidad, por ejemplo el listado de comparación de versiones de un caso de uso, detalla los cambios entre dos versiones seleccionadas.

### 3.3 Exportación a archivos XML

Esta es una funcionalidad que proporciona el sistema para poder intercambiar datos con otras aplicaciones como por ejemplo un autómata finito. El archivo XML representa en este protocolo de intercambio de datos el grafo de estados del Caso de Uso que surge de la equivalencia con sus pasos y alternativas.

## 4. Validación de consistencia de Casos de Uso con simuladores de autómatas finitos

En la actualidad UML es reconocido como el estándar para el modelado de proyectos de software. Los componentes principales de este lenguaje de modelado son los Casos de Uso ya que especifican el comportamiento deseado del sistema. Por definición el caso de uso “especifica una secuencia de acciones, incluyendo variantes, que el sistema puede ejecutar y que produce un resultado observable de valor para un particular actor”.

Una vez generado un caso de uso, es necesario comprobar y asegurar su validez. La verificación de consistencia de la secuencia de acciones descrita en el caso de uso es una de las tareas que permiten su validación.

Es deseable que esta verificación pueda realizarse de manera automatizada para lo cual se podría trabajar con autómatas finitos deterministas, ya que un autómata finito es un conjunto de estados y un control que se mueve de un estado a otro en respuesta a entradas externas (Marciszack, Pérez, Castro, 2013). Se llama determinista al autómata que puede estar únicamente en un estado en un momento determinado. El desafío es transformar el caso de uso en un autómata finito determinista para validar su cohesión secuencial. Partiendo de estas premisas, se formula la siguiente pregunta:

¿Es factible determinar un método, basado en simuladores de autómatas finitos deterministas, que verifique la consistencia de la secuencia de acciones, incluyendo variantes, definidas en un caso de uso?

La funcionalidad de SIAR que se detalla a continuación propone una alternativa viable para esta necesidad, que se realiza en 3 pasos:

- 4.1 Registración normalizada del requerimiento.
- 4.2 Transformación del Caso de Uso en una máquina de estados.
- 4.3 Validación de la consistencia secuencial de los “caminos” del Caso de Uso.

## 4.1 Registro normalizado del requerimiento

Como el modelo de requerimientos tiene por objetivo la captura de requerimientos funcionales (Jacobson y otros, 1992), la primera tarea que se emprendió, fue la construcción de SIAR para registrar en forma normalizada los casos de uso según el estándar UML.

El diseño de la interacción dentro de la prueba de usabilidad se divide en dos etapas. La primera identifica el menú, reconocimiento de íconos y manejo del cursor a través del evento click que activa cierta funcionalidad del sistema; mientras que la segunda trabaja directamente con la aplicación, en la que se muestra una serie de modelos tridimensionales de piezas prehispánicas, pudiéndose elegir alguno de ellos para realizar cuatro tareas básicas que son: acercar, alejar, rotar en eje X y rotar en eje Y.

## 4.2 Transformación del Caso de Uso en una máquina de estados

En segunda instancia se definió un conjunto de reglas de conversión del caso de uso en un grafo de estados para que sea la entrada a un simulador de autómatas finito determinista.

Una vez completa la versión de un caso de uso, se genera un grafo de estados a partir de las siguientes definiciones:

- Todo caso de uso tiene al menos un curso de acción (“camino”) normal.
- Un caso de uso puede no tener ningún, o tener uno o tener varios cursos de acción alternativos.
- Cada paso de un curso de acción de un caso de uso responde a un estado y es un nodo de la máquina de estados.
- Todo caso de uso tiene un paso inicial, y es el primer paso de todos los cursos de acción. Este paso es el estado/nodo inicial.

- Todo caso de uso tiene un paso final por aceptación, y es el último paso del curso de acción normal. También puede ser el último paso de algún curso alternativo. Este paso es el estado/nodo final por aceptación.
- Un caso de uso puede no tener ningún, tener uno o tener varios finales por error, y son el último paso de un curso alternativo. Estos pasos son estados/nodos finales por error.
- Todo caso de uso pasa de un estado/nodo a otro por medio de una función de transición.
- Partiendo de un estado/nodo origen se puede continuar en un único estado/nodo destino, o en dos nodos/estados destino alternativos dependiendo de una condición de bifurcación.
- El grafo de estados asociado al caso de uso tiene un alfabeto de tres símbolos para indicar qué evento lo cambia de un estado/nodo a otro:
  - A = Por medio de una Acción determinada.
  - S = Cuando Si se cumple una condición que bifurca los cursos de acción.
  - N = Cuando No se cumple una condición que bifurca los cursos de acción.



**Figura 3.** Bifurcación en la especificación de trazo fino de un Caso de Uso.

Partiendo de un estado/nodo origen, en la función de transición puede estar asociado solamente uno de los símbolos: A, N o S. Con esto se cumple la condición necesaria de un autómata finito determinista. De esta manera, si la transición entre dos estados/nodos se da dentro de un mismo camino, se asocia el símbolo A. Si en cambio interviene una bifurcación (como se ejemplifica en la **Fig. 3**), la función de

transición hacia el estado/nodo destino por cumplimiento de la condición de bifurcación, se asocia el símbolo S. Por el otro camino de la bifurcación, se asocia el símbolo N. Estas reglas de transformación se formalizan en una tabla de estados de casos de uso que se presenta en la **Fig. 4** a continuación:

**Tabla De Estados Casos de Uso: 1 - 1 - 1 - 1 CONSULTAR CURSOS Versión: 6**

| Estado / Paso Origen | Estado / Paso Destino | Transición | Estado Final por Error | Tipo |
|----------------------|-----------------------|------------|------------------------|------|
| <u>1</u>             | <u>2</u>              | A          |                        | S    |
| <u>2</u>             | <u>3</u>              | A          |                        | S    |
| <u>3</u>             | <u>4</u>              | A          |                        | S    |
| <u>4</u>             | <u>4 - A</u>          | N          |                        | C    |
| <u>4 - A</u>         | <u>4 - A - 1</u>      | A          |                        | S    |
| <u>4 - A - 1</u>     | <u>4 - A - 2</u>      | A          | SI                     | S    |
| <u>4</u>             | <u>5</u>              | S          |                        | C    |
| <u>5</u>             | <u>6</u>              | A          |                        | S    |
| <u>6</u>             | <u>6 - A</u>          | S          |                        | C    |
| <u>6 - A</u>         | <u>6 - A - 1</u>      | A          |                        | S    |
| <u>6</u>             | <u>7</u>              | N          |                        | C    |

**Figura 4.** Tabla de estados de un Caso de Uso. Transformación automática por

SIAR. Tabla de estados de un Caso de Uso. Transformación automática por SIAR.

Una vez generado el grafo de estados se expresa en protocolo XPDL, por ser el más adecuado para intercambiar modelos de procesos entre distintas herramientas. Este lenguaje “da soporte a la definición y a la importación/exportación de procesos, con el objetivo de que, aunque se modele un proceso en una aplicación, este modelo pueda ser usado por otras aplicaciones de modelado y/o por otras aplicaciones que trabajen en el entorno de ejecución” (Pérez, 2007).

```

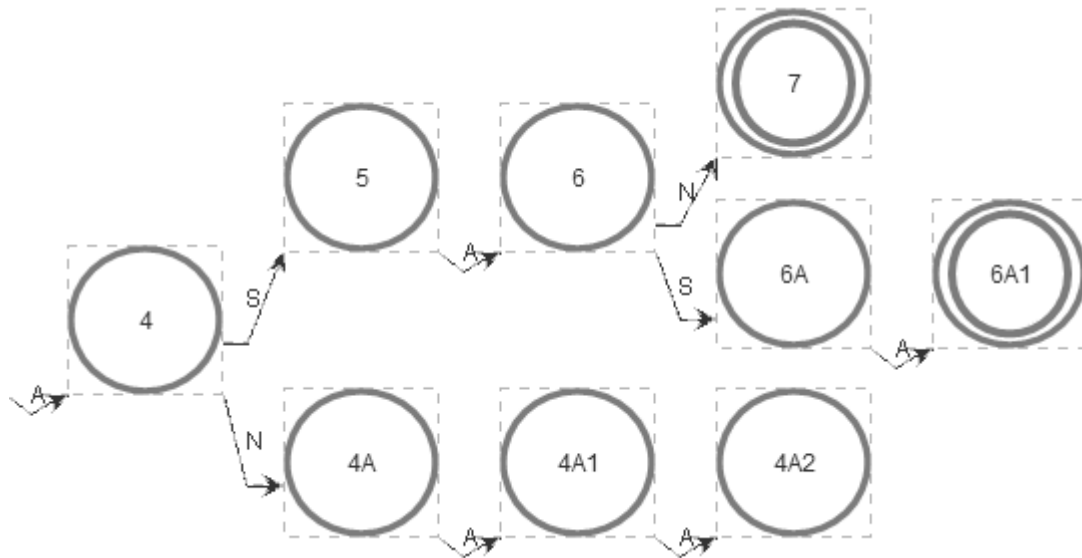
<transicion
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:type="java:dominio.automatas.TransicionFinita">
  <simbolo>
    <simbolo>S</simbolo>
  </simbolo>
  <estado-inicio>
    <denominacion>4</denominacion>
  </estado-inicio>
  <estado-fin>
    <denominacion>5</denominacion>
  </estado-fin>
  <denominacion>f( 4, S) = 5</denominacion>
</transicion>

```

**Figura 5.** Fragmento de archivo XPDL generado por SIAR.

#### 4.3 Validación de la consistencia secuencial de los “caminos” del Caso de Uso

Finalmente se ingresa el archivo XPDL (ver **Fig. 5**), que representa al caso de uso como grafo de estados (ver**Fig. 6**), al programa “Autómata Finito” que forma parte del conjunto de “Herramientas Prácticas para el Aprendizaje de Informática Teórica”. Esta aplicación java “permite definir autómatas y gramáticas para la enseñanza y ejercitación de los alumnos de la asignatura Sintaxis y Semántica del Lenguaje que se dicta en la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información de la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Córdoba” (U.T.N. F.R.C., 2009).



**Figura 6.** Fragmento del grafo de estados en el simulador de autómatas finitos.

El simulador posibilita probar el grafo de estados y comprobar si es aceptado o rechazado. En el segundo caso se puede visualizar el detalle para detectar la inconsistencia, la cual puede ser corregida en una nueva versión del caso de uso, generando un nuevo grafo de estados automáticamente. De esta manera se logra control y trazabilidad de los cambios en los diferentes “caminos” de los casos de uso. Vale recordar a F. P. Brooks cuando dijo: “la tarea más importante que el ingeniero de software hace para el cliente es la extracción iterativa y el refinamiento de los requerimientos del producto”.

## 4.4 Resultados

Se pone a consideración este método automatizado, implementado en el aplicativo SIAR que permite registrar, normalizar y controlar la trazabilidad de los casos de uso del Modelo Conceptual. Además transforma un caso de uso a formato XPDL para que un simulador de autómatas finitos pueda verificar la consistencia secuencial de los distintos caminos del caso de uso.

El aporte que realiza SIAR al proyecto en el que fue concebido, “Validación de Requerimientos a través de Modelos Conceptuales”, es el de constituirse como plataforma de software integradora de las aplicaciones que se utilizan en cada una de las líneas de investigación.

El presente desarrollo está fundamentado en una “Propuesta Metodológica para validación de Requerimientos Funcionales a través de Modelos Conceptuales” registrada en la República Argentina con Derecho de autor de producciones tecnológicas (rubro “Modelo de organización y/o gestión, Ciencia y cultura-Ciencia y tecnología”) según Expediente No.5229942. Esta metodología expone cómo se llega a identificar la necesidad de construir SIAR y la especificación de requerimientos funcionales de sus alcances, módulos y funcionalidades.

También “S.I.A.R. – Sistema Integral de Administración de Requerimientos” está registrado en la República Argentina con Derecho de autor de producciones tecnológicas (rubro “Máquina, equipo, instrumento y/o herramienta o su/s componente/s. Informática-software. Ciencia y cultura-Ciencia y tecnología”) según Expediente No.5229955.

En lo que respecta a la funcionalidad de análisis de consistencia, SIAR ofrece un método automatizado para validar la cohesión de un caso de uso desde el punto de vista de la transición de estados definidos intrínsecamente en los pasos de su especificación funcional. Permitiendo también enlazar este proyecto con un trabajo académico de la carrera Ingeniería en Sistemas de Información, el del Grupo de Herramientas Didácticas de Informática Teórica que contribuyó con el simulador de autómatas finitos.

Finalmente se tiene previsto hacer una transferencia de la metodología y el software a partir del año 2016 a emprendimientos tecnológicos de estudiantes próximos a graduarse y tutorados por el programa “Mentoreo de Emprendedores” de la Carrera.

## 5. Conclusiones y Trabajo Futuro

En el presente trabajo se ha analizado y comprendido el procedimiento y el modelo de datos asistido por una aplicación web denominada SIAR que gestiona los requerimientos funcionales y la trazabilidad de un sistema de información según los lineamientos de UML. Haciendo posible también enlazar este proyecto con un trabajo académico de la carrera Ingeniería en Sistemas de Información, el del Grupo de Herramientas Didácticas de Informática Teórica que contribuyó con el simulador de autómatas finitos, que permitió implementar un método automatizado para validar la cohesión de un caso de uso desde el punto de vista de la transición de estados definidos intrínsecamente en los pasos de su especificación funcional.

Como lo señalaron Taurant y Marciszack: “Actualmente existen en el mercado una gran variedad de herramientas y metodologías que permiten la gestión de requerimientos de software a lo largo del ciclo de vida de desarrollo. Independientemente de la herramienta o metodología utilizada, la creación y mantención de un gran número de modelos y artefactos es realizada por el analista en forma manual, generando con gran frecuencia inconsistencias entre los modelos generados, impactando en la trazabilidad de los requerimientos.”

Es por esto que se propuso con SIAR, el desarrollo de una herramienta que permita al analista gestionar los requerimientos en forma asistida y parcialmente automatizada, por medio de la generación de modelos conceptuales como representaciones de máquinas abstractas, considerando que se alcanzaron estos objetivos parcialmente.

Para continuar trabajando con SIAR se propone extender la trazabilidad de los modelos de requerimientos de manera tal que permita medir el impacto de los cambios desde el Modelo Conceptual hasta el Modelo de Sistema de Información agregando técnicas de validación y funcionalidades de gestión de proyectos de software. Se está indagando la incorporación de “Patrones”, según el concepto de

la Ingeniería de Software, en la validación de Modelos Conceptuales como el próximo paso a seguir para ampliar el alcance de esta herramienta.

## Referencias

Jacobson, Ivar y otros (1992). Object Oriented Software Engineering. A Use Case Driven Approach. Addison Wesley.

Marciszack, Marcelo, Pérez,Ramiro, Castro, Claudia Castro (2013). Validación de Requerimientos a través de Modelos Conceptuales – Modelos y Transformaciones. WICC 2013.

Pérez, J. D. (2007). Notaciones y lenguajes de procesos. Una visión global. Tesis de Doctorado Universidad de Sevilla.

Rumbaugh, J., Jacobson,I., Booch,G. (1999). The Unified Modelling Language Reference. Addison Wesley.

U.T.N. F.R.C. (2009). Proyecto Construcción de Herramientas Didácticas para la enseñanza y ejercitación práctica en laboratorio de Informática Teórica en las Carreras con Informática. Manual de Usuario – Grupo de Herramientas Didácticas.

## Bibliografía adicional

Brooks, Frederik P. (1987). No Silver Bullet. Essence and Accidents in Software Engineering. IEEE Computer.

Chakraborty, Samarjit (2003). Formal Languages and Automata Theory-Regular Expressions and Finite Automata-. Computer Engineering and Networks Laboratory Swiss Federal Institute of Technology (ETH) Zurich.

Davis, A. (1993). Software requeriments. Object, functions and states. Pretince Hall International Inc.

Leonardi, C., Leite, J.C.S., Rossi, Gustavo (2001). Una estrategia de Modelado Conceptual de Objetos, basada en Modelos de requisitos en lenguaje natural. Tesis de Maestría Universidad Nacional de la Plata.

Sommerville, I. (2011). Software Engineering, Computing Departament, Lancaster University, John Willey&Sons Ltd. 9a Edición en español. Editorial Pearson.

## Notas biográficas:



**Oscar Carlos Medina** es Ingeniero en Sistemas de Información, egresado de la Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Córdoba (UTN – FRC), Argentina. En esta Universidad realizó los cursos de posgrado “Introducción a la Investigación, el Desarrollo y la Innovación”, “Formulación de Proyectos de I+D+i” y “Gestión de Proyectos bajo estándar PMI”. Es miembro de la carrera del Investigador Científico Categoría “E” UTN y forma parte de GIDTSI, Grupo de Investigación, Desarrollo y Transferencia de Sistemas de Información, dentro del proyecto de investigación EIUTNCO0003604 “Implementación de patrones en la validación de modelos conceptuales”, donde además prepara su postulación de Tesis de Doctorado. Tiene registrado títulos de propiedad intelectual en coautoría de “S.I.A.R. – Sistema Integral de Administración de Requerimientos” - Expediente No.5229955 y “Propuesta Metodológica para validación de Requerimientos Funcionales a través de Modelos Conceptuales” - Expediente No.5229942. Ha publicado diversos artículos técnicos y ha disertado en congresos universitarios sobre temas relacionados con la ingeniería de software, gobierno electrónico y firma digital. Actualmente es Docente auxiliar de 1ª interino, Coordinador del programa de “Mentoreo de Emprendedores ISI” del Departamento Ingeniería en Sistemas de Información de UTN - FRC. También participa en proyectos de consultoría a Gobierno y empresas privadas, integrando el plantel de CIDS, Centro de Investigación y Desarrollo de Sistemas de UTN – FRC.



**Marcelo Martín Marciszack** es Ingeniero en Sistemas de Información egresado de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba de Argentina, Magister en Ingeniería de Software graduado de la Universidad Nacional de la Plata de Argentina y Doctor por la Universidad de Vigo de España, en el programa de Doctorado: Ingeniería de Software basada en componentes reutilizables Aplicaciones interfaces Hombre-Máquina, donde se le concedió la nota máxima y Cum Laude. Es profesor titular Ordinario de la cátedra de Paradigmas de Programación de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba, realizando también actividades docentes en la carrera de posgrado. En la actualidad se desempeña como Vice-Decano de la Facultad Regional Córdoba de la Universidad Tecnológica Nacional e Integrante del Comité Académico de la Maestría en Ingeniería en Sistemas de Información UTN – FRC. Ha sido Director de Departamento Ingeniería en Sistemas de Información UTN-FRC desde Diciembre 2005 hasta Diciembre de 2013. Es Director del Grupo de UTN de Investigación, Desarrollo y Transferencia de Sistemas de Información (GIDTSI) de la Facultad Regional Córdoba, con dependencia funcional de la Secretaría de Ciencia, Tecnología y Posgrado de la Universidad Tecnológica Nacional. Es Miembro de la carrera del Investigador Científico Categoría “B” Univ. Tecnológica Nacional y de la Carrera Investigador programa de Incentivos Categoría III – Octubre 2011. En la actualidad es Director del Proyecto de Investigación y Desarrollo “Implementación de Patrones en la Validación de Modelos Conceptuales”, período: 01 de Enero de 2015 al 31 de Diciembre de 2017 y codirector del proyecto “Metodología para determinar la exactitud de una respuesta, escrita en forma textual, a un interrogante sobre un tema específico, aplicando herramientas informáticas”, período: 01 de Enero de 2015 al 31 de Diciembre de 2016. Ha realizado innumerables publicaciones en Congresos de la especialidad y divulgación de actividades docentes. Ha participado en numerosos proyectos de transferencias dese 1997 hasta la fecha, ha participado como jurado en concursos docentes y actividades de investigación y en lo que respecta a la formación de recursos ha dirigido tesis de

maestrías, dirección de pasantes en Proyectos de desarrollo y dirección de Becarios Alumnos y Graduados en Proyectos de Investigación.



**Mario A. Groppo** Groppo es Ingeniero en Sistemas de Información egresado de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba de Argentina y Doctor por la Universidad de Vigo de España, en el programa de Doctorado: Ingeniería de Software basada en componentes reutilizables Aplicaciones interfaces Hombre-Máquina, donde se le concedió la nota máxima y Cum Laude. Es profesor Asociado de la cátedra de Comunicaciones de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba, realizando también actividades docentes en la carrera de posgrado. En la actualidad se desempeña como Director de la Maestría en Ingeniería en Sistemas de Información, posgrado de la Facultad Regional Córdoba de la Universidad Tecnológica Nacional. Es integrante del Grupo de UTN de Investigación, Desarrollo y Transferencia de Sistemas de Información (GIDTSI) de la Facultad Regional Córdoba, con dependencia funcional de la Secretaría de Ciencia, Tecnología y Posgrado de la Universidad Tecnológica Nacional. Es Miembro de la carrera del Investigador Científico Categoría “D” Univ. Tecnológica Nacional y de la Carrera Investigador programa de Incentivos Categoría IV. En la actualidad es codirector del Proyecto de Investigación y Desarrollo “Implementación de Patrones en la Validación de Modelos Conceptuales”, período: 01 de Enero de 2015 al 31 de Diciembre de 2017 y Director del proyecto “Metodología para determinar la exactitud de una respuesta, escrita en forma textual, a un interrogante sobre un tema específico, aplicando herramientas informáticas”, período: 01 de Enero de 2015 al 31 de Diciembre de 2016. Ha realizado publicaciones en Congresos de la especialidad y de divulgación de actividades docentes. Ha participado como organizador y jurado en congresos internacionales, Doctoral Symposium y actividades de investigación. En lo que respecta a la formación de recursos ha dirigido tesis de maestrías, dirección de pasantes en Proyectos de desarrollo y dirección de Becarios Alumnos y Graduados en Proyectos de Investigación. En la industria informática desarrolló su carrera en la empresa UNISYS.



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons  
Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 2.5 México.

**COMPUTACIÓN E INFORMÁTICA**

*ReCIBE, Año 5 No. 1, Abril 2016*

# **Estado de arte sobre métodos de evaluación de metodologías ágiles en las pymes**

Brisia Corona

Centro de Investigación en Matemáticas,

[brisia.corona@cimat.mx](mailto:brisia.corona@cimat.mx)

Mirna Muñoz

Centro de Investigación en Matemáticas,

[mirna.munoz@cimat.mx](mailto:mirna.munoz@cimat.mx)

Juan Miramontes  
Centro de Investigación en Matemáticas,  
[juan.miramontes@cimat.mx](mailto:juan.miramontes@cimat.mx)

Jose A. Calvo-Manzan  
Universidad Politécnica de Madrid  
[joseantonio.calvomanzano@upm.es](mailto:joseantonio.calvomanzano@upm.es)

Tomas San Feliu  
Universidad Politécnica de Madrid  
[tomas.sanfeliu@upm.es](mailto:tomas.sanfeliu@upm.es)

**Resumen:** Muchas organizaciones pequeñas y medianas empresas (pymes) están usando las metodologías ágiles, tales como SCRUM, XP, Kanban, entre otras. Sin embargo, el poco conocimiento en el uso de procesos y metodologías, da como resultado que las pymes adopten las metodologías ágiles empíricamente, y en algunas ocasiones sin seguir los principios marcados en el manifiesto ágil. En este contexto, el objetivo del artículo es el establecimiento del estado del arte referente a los frameworks, métodos y metodologías que existen para evaluar la implementación y el uso de las metodologías ágiles enfocado en las pymes de Latinoamérica. Para lograr el objetivo, se realiza un protocolo de revisión sistemática, del cual se obtuvieron 35 estudios primarios, que han permitido identificar la metodología ágil más utilizada en las pymes, y los métodos, frameworks y herramientas existentes para evaluar si una organización lleva correctamente una metodología ágil y por lo tanto, los principios ágiles.

**Palabras clave:** metodologías ágiles, métodos de evaluación, pymes, herramientas software

# Art state about evaluation methods of agile methodologies in pymes

**Abstract:** Many small and medium enterprises (SMEs) are using agile methodologies such as Scrum, XP, Kanban, among others. However, the lack of knowledge on the use of processes and methodologies, results in the empirical adoption of agile methodologies without following the principles of the agile manifesto. In this context, the goal of this paper is establishing the state of the art regarding the frameworks, approaches and methodologies developed to evaluate the implementation and use of agile methodologies focused on Latin America SMEs. To achieve the goal, a systematic review protocol was performed. As result, 35 primary studies were selected. Besides, the information obtained from the primary studies allows identifying: the agile methodology most used by SMEs and; the methods, frameworks and tools developed to assess if an organization has adopted and used in a right way an agile methodology, and therefore, the agile principles.

**Keywords:** agile methodologies, assessment methods, SMEs, software tools

## 1. Introducción y Motivación

En los últimos años el crecimiento de desarrollo de software ofrece la oportunidad de producir productos y servicios a bajo costo, esta situación hace el desarrollo de software atractivo para las pymes, por lo tanto, alrededor del 99% de las empresas en América Latina están compuestas por pymes (Hurtado et al, 2011; E . Gómez et al., 2014).

En este contexto, las pymes tienen una necesidad continua de mejorar su proceso de desarrollo, así como, en su calidad de los productos, con el fin de mantenerse en el mercado y lograr un crecimiento constante. Para cubrir esta necesidad, las pymes han preferido la aplicación de las metodologías ágiles.

Desafortunadamente, la mayor parte del tiempo la aplicación de metodologías ágiles se basa en los beneficios que se producen en otras organizaciones (VersionOne,

2014 y 2015). Además de acuerdo al reporte de (VersionOne, 2015) existe un período crítico en el que las pymes que implementan metodologías ágiles entre el primer y segundo año en el que deciden desechar su uso.

Esta situación se da como resultado de la falta de conocimiento enfocado en la correcta implementación de las metodologías ágiles, aún cuando el manifiesto ágil (Kent Beck et al., 2001) proporciona un conjunto de principios de desarrollo que deben de cumplirse, y por lo tanto, pueden servir como guía en la aplicación y uso de una metodología ágil.

Esta falta de conocimiento, se ve reflejada además en los productos de baja calidad de software, así como en ciclos de desarrollo de software que no tienen el rendimiento esperado. Esta investigación tiene como objetivo establecer el estado del arte de los métodos, los marcos y las herramientas desarrolladas para evaluar si una organización ha adoptado y utilizado de una manera correcta los principios ágiles enfocando en las pymes de Latinoamérica, así como identificar la metodología ágil más usada.

Después de la introducción, el resto del trabajo se organiza de la siguiente manera: La sección 2 presenta el protocolo de revisión sistemática desarrollado para esta investigación. La sección 3 muestra el análisis realizado a los datos obtenidos de los estudios primarios. La sección 4 muestra los resultados de una encuesta realizada a empresas mexicanas sobre el uso de metodologías ágiles. La sección 5 muestra una discusión a partir de los resultados obtenidos; la sección 6 muestra una discusión de los hallazgos encontrados y el trabajo en curso y; finalmente, la sección 7 presenta las conclusiones.

## 2. Protocolo de Revisión Sistemática

Para esta investigación, se utiliza la guía para el desarrollo del protocolo de Revisión sistemática de literatura (RSL) propuesto por Kitchenham en (Kitchenham y Charters 2007). Este protocolo se compone de tres fases de planificación, ejecución y análisis de los resultados, que se describen a continuación.

## 2.1 Planificación

La fase de planificación es en la que definen las actividades a realizar por RSL. Estas actividades se detallan en las siguientes secciones.

**2.1.1 Identificar la necesidad de RSL.** Debido a que las pymes se están declinando por el uso de metodologías ágiles en un esfuerzo por lograr un desarrollo de software más eficiente, sin embargo no todas obtienen los resultados esperados, se considera importante recoger e identificar datos exactos y actuales con respecto a los marcos, métodos y metodologías, cuyo objetivo es evaluar el uso correcto y la aplicación de metodologías ágiles en las pymes, así como las que se centran en el análisis de la madurez de la organización con respecto a la utilización de la metodología ágil.

**2.1.2 Identificar la necesidad de RSL.** PI1. ¿Qué modelos, metodologías o estándares se utilizan en las PYMES? PI2. ¿Cuál es el porcentaje de PYMES en América Latina que utilizan metodologías ágiles? y; PI3. ¿Hay marcos, métodos o metodologías para la evaluación y/o la evolución de metodologías ágiles en las PYMES?

**2.1.3 Fuentes de Datos:** Se han seleccionado repositorios que son importantes en el área de ingeniería de software como son: IEEE Xplore, Elsevier Science (Scencedirect) y Google Académico..

**2.1.4 Cadenas de Búsqueda:** Para tener una mayor cobertura en la búsqueda de resultados, las cadenas se elaboran en ingles como sigue: CA-01 (Current State AND (Latam OR Software Organization OR SME)) AND Agile Methodologies CA-02 (Software Process AND Agile Methodologies) AND SME

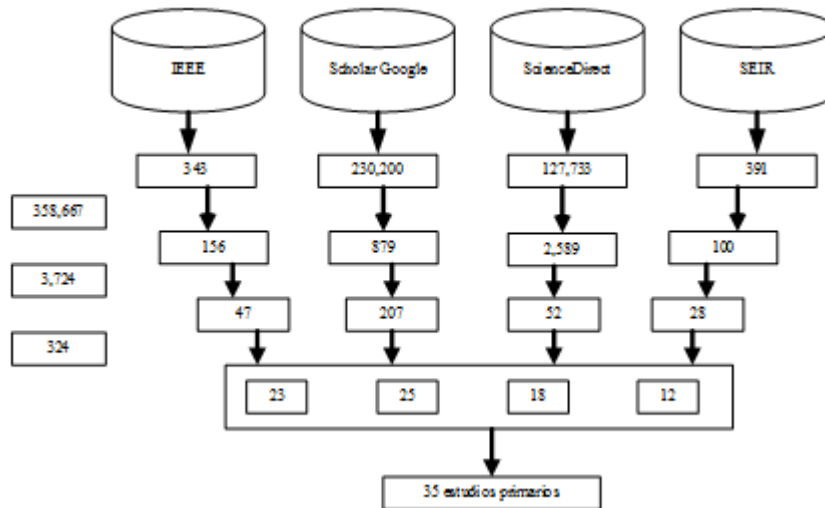
**Criterios de Selección.** Los criterios de selección son las reglas que se definen como parte de la revisión sistemática y que apoyan garantizando que de los estudios obtenidos sólo se consideren aquellos contienen información pertinente relativa a la a las preguntas de investigación que dirigen la investigación que se está llevando a cabo.

**Table 1.**Criterios de Selección

| Criterios de Inclusión                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Criterios de Exclusión                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>IC-1. Estudios del 2010 al 2015</p> <p>IC-2. Estudios en inglés y español</p> <p>IC-3. Estudios que al menos contengan tres palabras clave en el título y/o en el resumen</p> <p>IC-4. Estudios que muestran el estado de implementación de metodologías ágiles en las pequeñas y medianas empresas.</p> <p>IC-5. Estudios que contengan técnicas y herramientas enfocadas en la evaluación de las metodologías ágiles en la industria.</p> <p>IC-6. Estudios que evalúan la implementación o el uso de metodologías ágiles en las pymes.</p> <p>IC-7. Estudios que contienen análisis, evaluación y aplicación de metodologías ágiles.</p> | <p>EC-1. Estudios que no cuenten con resultados claros obtenidos en la aplicación de alguna metodología ágil</p> <p>EC-2. Estudios que no se realicen sobre alguna metodología ágil y las PYMES</p> <p>EC-3. Estudios que no cumplan los criterios de inclusión.</p> |

**2.2.2 Selección de estudios primarios** La estrategia para la selección de estudios primarios implementada en esta investigación se compone de 8 pasos como sigue: 1) introducir la cadena de acuerdo con los requisitos del motor de búsqueda; 2) revisar los datos del estudio; 3) revisar el título del estudio; 4) revisar el resumen; 5) aplicar el resto de los criterios de selección, 6) seleccionar el estudio.

Después de realizar la estrategia de búsqueda, como muestra la Figura 1, de 358.667 estudios encontrados, después de aplicar los criterios de selección se identificaron 35 estudios como estudios primarios, que son los estudios que cumplen los criterios. Los cuales fueron analizados y utilizados para establecer los resultados de este trabajo de investigación. El apéndice A presenta una lista de los estudios.



**Figura 1.** Estudios primarios obtenidos en la ejecución de los criterios de selección.

**2.2.3 Extracción de datos** Para la extracción de los datos de los estudios primarios, se crea una plantilla usando una hoja de cálculo de excel. El uso de una hoja de cálculo permite una mejor gestión de la clasificación de los estudios. La plantilla creada contiene la siguiente información: título, autor, año, key words, la fuente, la idea principal, resumen y comentarios, donde:

- Título, autor, año, keywords la fuente: registran datos generales del estudio
- La idea principal: permite registrar datos del objetivo del estudio y su clasificación
- El resumen: permite recopilar información que da una visión completa del estudio
- Comentarios: permite al investigador proporcionar opiniones específicas relacionadas con el estudio.

La plantilla definida mejora la clasificación y el tiempo para generar el análisis de datos.

### 3. Resultados

En las siguientes secciones, se presentan los principales resultados obtenidos de la ejecución de la revisión sistemática.

**3.1 Modelos, metodologías o estándares utilizados por PYMEs** En esta sección se muestran los resultados con respecto a los 35 estudios primarios seleccionados, sólo 23 hacen referencias a modelos, métodos y normas utilizados como a continuación se indica en la Tabla 2.

| Table 2.Clasificación de estudios                                                                  |                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Modelos, metodologías o estándares utilizados                                                      | No. de Estudios |
| Uso de Híbridos que consiste en la combinación de lo tradicional y ágil (ej. CMMI –XP, CMMI-Scrum) | 2               |
| Uso de metodologías o modelos Tradicionales (ej. CMM,CMMI, SPICE)                                  | 6               |
| Uso de metodologías ágiles (XP, Rapid, Scrum, Kanban)                                              | 10              |
| Uso de normas de la familia ISO                                                                    | 5               |

**3.2 Porcentaje de pymes que usan metodologías ágiles en Latinoamérica** Acerca de la información sobre el uso y aplicación de metodologías ágiles en las organizaciones en América Latina, no se encontraron resultados significativos para la investigación, sin embargo cabe resaltar que se detecto en países de Latinoamérica como Brasil, Colombia y Chile tienenden al uso de metodologías ágiles.

Como acción para recopilar más datos lo que se decidió realizar y lanzar una encuesta via web a empresas de México referente al uso de las metodologías ágiles. Los resultados de la encuesta se muestran en la sección 4.

**3.4 Frameworks, métodos y metodologías para evaluar metodologías ágiles.** En relación a la identificación de los marcos, métodos y metodologías desarrolladas para la evaluación del proceso, el uso y/o la aplicación de las metodologías ágiles, se identificaron alrededor de 18 estudios de 35 documentos primarios que presentan propuestas centradas en el uso, ejecución, o la aplicación de varios tipos de evaluación. La Tabla 3 muestra una clasificación de las propuestas.

**Table 3.** Tipo de evaluación en los estudios para evaluar metodologías ágiles.

| Tipo de evaluación        | Cantidad de estudios |
|---------------------------|----------------------|
| Encuesta                  | 6                    |
| Checklist                 | 1                    |
| Metodología de evaluación | 2                    |
| Framework                 | 5                    |
| Modelo de evaluación      | 3                    |
| Herramienta               | 1                    |

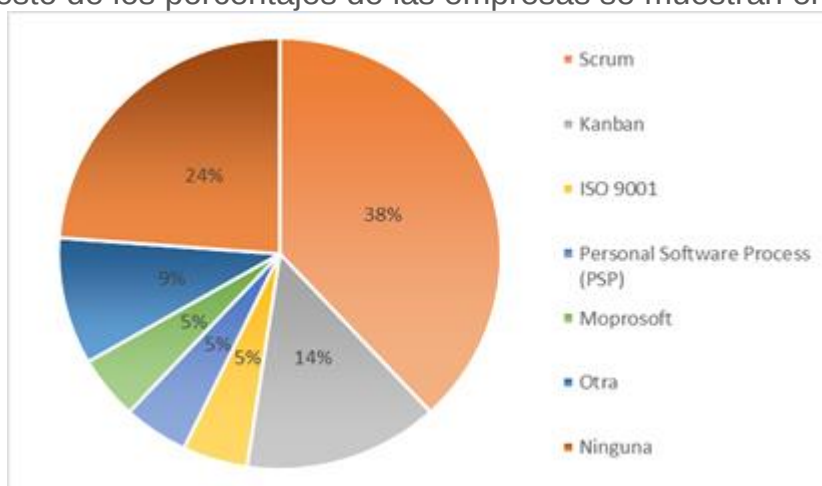
## 4. Encuesta realizada a pymes mexicanas

A partir de los resultados obtenidos en la revisión sistemática referente al uso de metodologías ágiles en pymes de latinoamérica, se realizó como trabajo complementario a la revisión sistemática una encuesta que permitió recopilar datos sobre el uso de metodologías ágiles en pymes mexicanas.

La encuesta fue desarrollada con el objetivo de analizar que modelos o metodologías ágiles utilizan las pymes para el desarrollo de software con calidad. Y en la cual participaron 21 pymes de desarrollo de software mexicanas de la región centro del país.

La encuesta ha sido contestada por personal con diferentes niveles y roles como a continuación se detalla: Jefe del área de sistemas 14%, Gerente de calidad 14%, Ingenieros de software 10%, Asesor 5%, Líder de desarrollo 5% y programador 52%, con lo que se puede identificar que los desarrolladores son los que tienen más conocimiento en metodologías ágiles.

De acuerdo a los resultados de la encuesta, las metodologías y/o modelos que se manejan para asegurar la calidad del software en las pymes de desarrollo de software, el 38% de las pymes utilizan scrum, el 14% que utilizan kanban, y el 24% ninguna, El resto de los porcentajes de las empresas se muestran en la Figura 2.



**Figura 2.** Porcentajes de metodologías y/o modelos para desarrollo de software usados por pymes mexicanas..

Los resultados mostrados con anterioridad reflejan la tendencia constante del uso de las metodologías ágiles, sin embargo, en México el uso y aplicación de las metodologías tradicionales se sigue aplicando. Además, se puede extraer que las empresas usan y tienen conocimiento de procesos de calidad, donde el personal que tiene ese conocimiento son los desarrolladores.

A pesar de que los encuestados mencionan conocer y aplicar metodologías ágiles, también se menciona que aplicar combinaciones entre modelos o metodologías

tradicionales con metodologías ágiles es lo ideal, como por ejemplo el uso de Scrum y pruebas unitarias. Además, se menciona que cuando se comienza a utilizar metodologías ágiles al no ver resultados, algunos comentarios se refieren a que regresan o continúan utilizando las practicas formales.

## 5. Discusión

En esta sección se enfocan los hallazgos tanto de la revisión sistemática como de la encuesta realizada:

- La revisión sistemática ha permitido identificar:
  - Un aumento en la tendencia del uso de metodologías ágiles en las pymes
  - Un aumento en los esfuerzos por lograr madurez en el proceso ágil (Escobar-Sarmiento y Mario Linares-Vásquez, 2012), (Qumer y Henderson-Sellers, 2013), (Fernando Selleri Silva, 2014), (Qumer; y Henderson-Sellers, 2014), ya que aún cuando tienen más de 10 años de ser usadas, no se ha logrado.
  - El modo actual para analizar el nivel de madurez alcanzado por las organizaciones se centra en los años que la metodología ágil ha incorporado de forma continua dentro de la organización, así como, el nivel de los individuos de usarlo y el tamaño del proyecto en la que se se aplica (Versión Uno, 2015)
- La encuesta realizada ha permitido identificar:
  - Que aún cuando existe un incremento en el uso de metodologías ágiles, sigue la convicción de que una combinación de ambas puede ser lo ideal.
  - Que de no implementarse o lograrse un uso adecuado de la metodología ágil, las empresas tienden a desechar su uso.

Los hallazgos resaltados muestran la importancia de proveer a las pymes de soporte formal que les permita aumentar su posibilidad de éxito en la implementación de manera adecuada una metodología ágil, así como, reforzar su uso para lograr el desarrollo de software eficiente.

## 7. Conclusiones y trabajo en curso

Como resultado del análisis de los datos obtenidos de estudio primario, es importante destacar que la mayoría de las pymes tienen al uso de metodologías

ágiles principalmente scrum y sus variantes. Los resultados de la encuesta, validan el incremento en el uso de scrum, sin embargo, las pymes mencionaron además el metodologías tradicionales o de una combinación de metodologías ágiles y tradicionales.

Además se ha identificado que actualmente no existe un método formal que apoye a las pymes en la implementación y uso adecuado de las metodologías ágiles, ya que los modos actuales se centran en los años de uso de la metodología dentro de la organización de forma continua, el nivel de los usuarios de la misma o el tipo de proyectos en los que se esta es usada.

Teniendo en cuenta que el tiempo critico para que una empresa decida continuar o desechar el uso de metodologías ágiles es entre el primer y quinto año se resalta la importancia de proveer a las pymes del soporte necesario para implementar de manera adecuada una metodología ágil, así como, reforzar su uso para el logro de un desarrollo de software eficiente.

Como trabajo en curso se está desarrollando un método cuyo objetivo es proporcionar soporte a las empresas en la correcta implementación y uso de metodologías ágiles, Para lograrlo, el método de evaluación de su estado actual basado en un modelo de madurez ágil y un cuestionario enfocado en scrum, al ser la metodología que más tienden a usar las pymes.

Además, el método proporcionará una guía y material de apoyo para reforzar el conocimiento de la empresa en dos aspectos comportamiento y uso de prácticas ágiles establecidas en scrum.

## Referencias

Kitchenham, B., & Charters, S. (2007). Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. Engineering (Vol. 2).

VersionOne. (2002). Pioneers in Agile Project Planning & Management. 15/07/2015, de © 2015, VersionOne, Inc. All Rights Reserved. TeamRoom™ is a trademark of VersionOne Inc. Sitio web: <http://www.versionone.com/about-us/>

Linders, B., (julio 2014). Autoevaluación de ágiles. Blog: Ben Linders share my xperience, 1, 3. last updated on July 9, 2015, De <http://www.benlinders.com/tools/agile-self-assessments/>.

Johnson J. , Crear, J., Mulder, H., Vianna, L., Gesmer, L. (2013). Chaos Report. de Standish Group Sitio, revisado 15/07/2015, web: <http://blog.standishgroup.com/>

Beck, K., Beedle, M., Van Bennekum, A., Cockburn, A., Cunningham, W., Fowler, M., Grenning, J., Highsmith, J., Hunt, J., Jeffries, R., Kern, J., Marick, B., Martin, R.C., Mellor, S., Schwaber, K., Sutherland, J., Thomas, D. (2001). Manifiesto por el Desarrollo Ágil de Software. 06/06/2015.

## Apéndice A. Estudios incluidos en la revisión sistemática

[1] Instituto Nacional de Tecnologías de la Comunicación (INTECO). (Marzo 2009). INGENIERÍA DEL SOFTWARE: METODOLOGÍAS Y CICLOS DE VIDA. ScholarGoogle, 1, 83. 15/06/2015.

[2] Christer Thörn. (2010). Current state and potential of variability management practices in software-intensive SMEs: Results from a regional industrial survey. journal homepage: [www.elsevier.com/locate/infsof](http://www.elsevier.com/locate/infsof), 1, 11. 23/06/2015.

[3] José H. Canós; Patricio Letelier; M<sup>a</sup> Carmen Penadés. (2010). Metodologías Ágiles en el Desarrollo de Software. ScholarGoogle, 1, 8. 15/06/2015.

[4] Gloria Piedad Gasca-Hurtado; Lina María Giraldo; José Calvo Manzano; Jaime Alberto Echeverri Arias. (2011). Análisis estadístico de la implementación de buenas prácticas en organizaciones desarrolladoras de software. IEEE, 1, 8. 10/06/2015.

[5] Tomohiro Hayata; Jianchao Han. (2011). A Hybrid Model for IT Project with Scrum. IEEE, 1, 6. 10/06/2015.

[6] Javier Heredia Ruiz; Lilián Álvarez Almanza; Naryana Linares Pons. (2011). Comparación y tendencias entre metodologías ágiles y formales. Metodología utilizada en el Centro de Informatización para la Gestión de Entidades. ScholarGoogle, Vol.4, 17. 15/06/2015.

[7] Muñoz Mirna; Mejia Jezreel; Calvo-Manzano Jose A; Cuevas Gonzalo, San Feliu Tomás; De Amescua Antonio. (2012). Expected requirements in support tools for

- software process improvement in SMEs. IEEE, 1, 6. 01/07/2015. (H.Ruiz, A. Almanza & L. Pons, 2011)
- [8] Marianela Llanea; Gladys Dapozo; Cristina Greiner; Marcelo Estayno. (2013). Análisis comparativo de modelos de calidad orientado al desarrollo de software en PYMEs. ScholarGoogle, 1, 5. 01/07/2015.
- [9] Valenzuela, Jorge., Pavlich-Mariscal, Jaime A. (2014). Hacia un Modelo de Madurez para apoyar el Desarrollo de Software Dirigido por Modelos. IEEE, 1, 6. 10/06/2015.
- [10] Gerzon E. Gómez; Antonio A. Aguilera; Grisel B. Ancona; Omar S. Gómez. (2014). Avances en las Mejoras de Procesos Software en las MiPYMEs Desarrolladoras de Software: Una Revisión Sistemática. Revista Latinoamericana de Ingeniería de Software; ScholarGoogle, 1, 7. 01/07/2015.
- [11] © 2015, VersionOne. (2014). 8vo.Estudio Anual del Estado de las Ágiles. VersionOne, 8, 17. 15/06/2015, De © 2015, VersionOne, Inc. All Rights Reserved. TeamRoom™ is a trademark of VersionOne Inc.
- [12] © 2015, VersionOne. (2015). state-of-agile-development-survey-ninth. VersionOne, 9, 16. 12/07/2015, De © 2015, VersionOne, Inc. All Rights Reserved. TeamRoom™ is a trademark of VersionOne Inc.
- [13] Alcides Quispe, Maira Marques, Luis Silvestre, Sergio F. Ochoa, Romain Robbes. (2010). Requirements Engineering Practices in Very Small Software Enterprises: A Diagnostic Study. XXIX International Conference of the Chilean Computer Science Society, 1, 7. 10/06/2015.
- [14] Victor manuel Escobar Sarmiento. (2013). Diagnóstico de agilidad en PYMEs Colombianas desarrolladoras de software. Universidad de colombia, facultad de ingenieria, 1, 184. 15/jul/2015, De ScholarGoogle
- [15] Capgemini Worldwide. (2015). world-quality-report-2014-15: Brazil. world-quality-report, 5, 2. 15/jul/2015, De <https://www.capgemini.com/thought-leadership/world-quality-report-2014-15>
- [16] André Menolli; Maria Alexandra Cunha; Sheila Reinehr; Andreia Malucelli. (2015). "Old" theories, "New" technologies: Understanding knowledge sharing and learning in Brazilian software development companies. ScienceDirect, 1, 15. 23/06/2015.
- [17] Francisco J. Pino; César Pardo; Félix García; Mario Piattini. (2010). Assessment

methodology for software process improvement in small organizations. ScienceDirect, 1, 18. 30/06/2015.

[18] Francisco J. Pino; Oscar Pedreirab; Félix García; Miguel Rodríguez Luaces; Mario Piattin. (2010). Using Scrum to guide the execution of software process improvement in small organizations. ScienceDirect, 1, 16. 02/07/2015.

[19] Mehdi Fahmideh Gholami; Jafar Habibi; Fereidoon Shams; Sedigheh Khoshnevis. (2010). Criteria-Based Evaluation Framework for Service-Oriented Methodologies. ScholarGoogle, 1, 9. 30/06/2015.

[20] Dr. James D. Arthur; Dr. Osman Balci; Dr. Steven D. Sheetz; Dr. Todd Stevens; Dr. Eli Tilevich. (2011). A METHODOLOGY FOR ASSESSING AGILE SOFTWARE DEVELOPMENT APPROACHES. ScholarGoogle, 1, 68. 30/06/2015.

[21] Sven Overhage, Sebastian Schlauderer; Dominik Birkmeier; Jonas Miller. (2011). What Makes IT Personnel Adopt Scrum? A Framework of Drivers and Inhibitors to Developer Acceptance. IEEE, 1, 10. 30/06/2015.

[22] Rehan Akbar; Mohd Fadzil Hassan; Azrai Abdullah. (2012). A Framework of Software Process Tailoring for Small and Medium Size IT Companies. IEEE, 1, 5. 30/06/2015.

[23] Disorn Homchuenchom; Chayakorn Piyabunditkul; Horst Lichter; Toni Anwar. (2011). SPIALS: A light-weight Software Process Improvement Self-Assessment Tool. ScholarGoogle, 1, 5. 30/06/2015.

[24] Mejhem Yousef; al-Tarawneh; Mohd Syazwan Abdullah; Abdul Bashah Mat Ali. (2011). A Proposed Methodology for Establishing Software Process Development Improvement for Small Software Development Firms. ScienceDirect, 1, 5. 02/07/2015.

[25] Hajer Ayed; Benoît Vanderose; Najji Habra. (2012). A metamodel-based approach for customizing and assessing agile methods. IEEE, 1, 9. 30/06/2015.

[26] Victor Escobar-Sarmiento; Mario Linares-Vásquez. (2012). A Model for Measuring Agility in Small and Medium Software Development Enterprises. IEEE, 1, 10. 30/06/2015.

[27] Shvetha Soundararajan; James D. Arthur; Osman Balci. (2012). A Methodology for Assessing Agile Software Development Methods. ScholarGoogle, 1, 4. 30/06/2015.

[28] Xiaofeng Wang; Kieran Conboy; Oisin Cawley. (2012). "Leagile" software development: An experience report analysis of the application of lean approaches in agile software development. ScienceDirect, 1, 13. 02/07/2015.

- [29] A. Qumer; B. Henderson-Sellers. (2013). A framework to support the evaluation, adoption and improvement of agile methods in practice. ScienceDirect, 1, 21. 02/07/2015.
- [30] Karla MendesCalo; Elsa Estevez; Pablo Fillottrani. (2013). Un Framework para Evaluación de Metodologías Ágiles. ScienceScholar, 1, 10. 08/04/2014.
- [31] M. Steven Palmquist; Mary Ann Lapham; Suzanne Miller; Timothy Chick; Ipek Ozkaya. (Octubre 2013). Parallel Worlds: Agile and Waterfall Differences and Similarities. SEIR, 1, 101. 30/06/2015.
- [32] Fernando Selleri Silva; Felipe Santana Furtado Soares; Angela Lima Peres; Ivanildo Monteiro de Azevedo; Pietro Pereira Pinto; Silvio Romero de Lemos Meira. (2014). A Reference Model for Agile Quality Assurance: Combining Agile Methodologies and Maturity Models. IEEE, 1, 6. 30/06/2015.
- [33] Angela Peres; Tiago Da Silva; Fernando Selleri Silva; Felipe Furtado Soares; Carlos Rosemberg; Silvio Meira. (2014). AGILEUXModel – Towards a Reference Model on Integrating UX in Developing Software using Agile Methodologies. IEEE, 1, 3. 30/06/2015.
- [34] A. Qumer; B. Henderson-Sellers. (2014). An evaluation of the degree of agility in six agile methods and its applicability for method engineering. ScienceDirect, 1, 16. 02/07/2015.
- [35] Lakshman Mahadevan; William J. Kettinger; Thomas O. Meservy. (2015). Running on Hybrid: Control Changes when Introducing an Agile Methodology in a Traditional "Waterfall" System Development Environment. ScholarGoogle, Vol.36, 29. 02/07/2015.
- [36] Gómez, G. E., Aguilera, A. A., Ancona, G. B., & Gómez, O. S. (2014). Avances en las Mejoras de Procesos Software en las MiPYMEs Desarrolladoras de Software : Una Revisión Sistemática, 2(4), 262–268.



**Brisia Nectali Corona Tirado** es Licenciada en Informática, egresada del Instituto Tecnológico de Celaya, actualmente estudia la Maestría en Ingeniería del Software en el Centro de Investigación en Matemáticas (CIMAT) Unidad Zacatecas. Su interés es el desarrollo de software basado en procesos, modelos de calidad, la seguridad informática y la arquitectura de software, ha desarrollado varios sistemas de software.



**Mirna Ariadna Muñoz Mata** Doctor en Informática por la Universidad Politécnica de Madrid, en Madrid España, con mención de "Doctorado Europeo". Ha realizado una estancia posdoctoral en la Universidad Carlos III de Madrid, España. Actualmente es investigador del Centro de Investigación en Matemáticas (CIMAT) - Unidad Zacatecas en el área de Ingeniería de Software y es miembro del grupo de investigación Cátedra de Mejora de Procesos Software en el Espacio Iberoamericano (MPSEI), donde participa en proyectos internacionales de investigación con entidades educativas y de gobierno y de vinculación con la industria. Ha participado en proyectos con la empresa everis consulting. Ha participado en el equipo de traducción oficial al español reconocida por el SEI del libro CMMI-DEV v1.2 y 1.3. Es miembro del comité científico de diversos congresos. Ha publicado diversos artículos técnicos en temas relacionados con la gestión de proyectos, implementación de mejora de procesos software, entornos multi-modelo y modelos y estándares de calidad. Es autora del libro Metodología Multimodelo para Implementar Mejoras de Procesos Software.



**Jose Antonio Calvo-Manzano Villalón** es Doctor en Informática desde el año 2000 y profesor en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Informáticos de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) desde 1990, en el área de Ingeniería del Software, centrándose en los últimos años en los aspectos de Gestión y Mejora del Proceso de Software. Ponente de cursos y seminarios relacionados con la Ingeniería del Software. Investigador en más de 20 proyectos de investigación (a nivel europeo, y a nivel de la Administración Pública española y de la Consejería de Sanidad de la Comunidad de Madrid) relacionados con la Mejora del Proceso Software, tanto en desarrollo como en adquisición y servicios. Co-Autor de más de 15 libros relacionados con la Ingeniería del Software. Autor y Revisor de Publicaciones en Revistas (más de 80) y Congresos Internacionales (más de 100). Certificado en ITIL Foundation v2, v3 y CMDB. Director de la Cátedra Universidad-Empresa de la UPM denominada Cátedra de Mejora de Proceso Software en el Espacio Iberoamericano (MPSEI), soportada por la Fundación everis, y en

colaboración con INTECO. Miembro del equipo encargado de la traducción oficial de CMMi-DEV v1.2 y v1.3 al español.



**Tomás San Feliu** es doctor en Ciencias de la Computación. Actualmente un profesor doctor en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática de la Universidad Politécnica de Madrid. Su área de enseñanza es el área de Ingeniería de Software, específicamente en el ámbito de la gestión de procesos de software y mejora. Ha participado en más de 20 proyectos de investigación (para la Administración Pública tanto europea como española). Es autor de más de 50 artículos internacionales. Es autor de libros relacionados con el tema de mejora de procesos de software y también en temas de ingeniería de software. Es miembro de la "Cátedra de Investigación en Mejora de Procesos de Software para España y la región de Latinoamérica", donde formó parte del equipo de traducción de las normas CMMi-DEV v1.2 y v1.3 al español.



**Juan José Miramontes Sandoval** es Ingeniero en Computación, egresado de la Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ), actualmente estudia la Maestría en Ingeniería de Software en el Centro de Investigación en Matemáticas (CIMAT) Unidad Zacatecas. Entre sus temas de interés se encuentran: modelos y estándares de calidad, desarrollo ágil de software, desarrollo de aplicaciones web y móviles, arquitectura de software y aseguramiento de la calidad del software.



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 2.5 México.

**COMPUTACIÓN E INFORMÁTICA**

**ReCIBE, Año 5 No. 1, Abril 2016**

# Canvas: Marco conceptual de apoyo para el diseño de un Sistema de Gestión del Conocimiento para el Modelo de Educación Dual

Katiuska Fernández  
Instituto Tecnológico Superior de Zongolica  
[katiuska.fernandez@gmail.com](mailto:katiuska.fernandez@gmail.com)

Marcelo Omar Romero  
Instituto Tecnológico Superior de Zongolica  
[isc.romero@gmail.com](mailto:isc.romero@gmail.com)

Mario Ricardo Raygoza  
Instituto Tecnológico Superior de Zongolica  
[raygozc@gmail.com](mailto:raygozc@gmail.com)  
Sergio Ixmatlahua  
Instituto Tecnológico Superior de Zongolica  
[sergio.ixmatlahua@outlook.com](mailto:sergio.ixmatlahua@outlook.com)

**Resumen:** Para llevar a cabo la implementación de un Sistema de Gestión del Conocimiento (SGC) en el Modelo Educativo Dual, se eligió el uso del Modelo Canvas para analizar los elementos que se requieren en una institución de educación superior para tal fin, ya que es necesario el análisis y el diseño de dicha herramienta tecnológica utilizando marcos conceptuales que faciliten su desarrollo y puesta en práctica. El SGC permitirá que los usuarios generen preguntas sobre las dudas surgidas durante su desempeño en la empresa donde ejecutan un proyecto integrador para

complementar con la práctica, aquellos conocimientos que van adquiriendo en el salón de clases. Con el SGC se pretende generar una base de datos en la que participen múltiples actores, que aporten soluciones al cuestionamiento del usuario inicial, quien tomando en cuenta la utilidad de la respuesta recibida, realiza la evaluación de la misma según la utilidad percibida y, posteriormente, retroalimenta a los colaboradores, con el fin de generar en todos los participantes el desarrollo de competencias genéricas y específicas. El presente estudio responde al cuestionamiento: ¿Cuáles son los elementos del modelo Canvas imprescindibles para la implementación de un Sistema de Gestión del Conocimiento en la educación dual? Los resultados muestran los requerimientos de logística, tecnología y pedagogía que deben ser acordados por las instituciones y, abordan además, algunas decisiones que son responsabilidad de los profesores durante el diseño y la ejecución de la herramienta en cuestión.

**Palabras clave:** Gestión del conocimiento, Modelo Educativo Dual, Educación superior, minería de datos, Tecnologías de la Información y la Comunicación, Canvas.

**Abstract:** To carry out the implementation of Knowledge Management System (KMS) in the Dual Educational Model use Canvas Model was chosen to analyze the elements required in an institution of higher education to that purpose, as necessary analysis and design of this technological tool using conceptual frameworks that facilitate their development and implementation. The KMS will allow users to generate questions about any doubts during his tenure at the company where running an integrated project to complement with the practice, those skills they acquire in the classroom. The goal of KMS is to generate a database with the participation of multiple stakeholders, to provide solutions to the questions of the initial user, who while taking into account the usefulness of the response, performs the evaluation of it as perceived usefulness and later give feedback to employees, in order to generate in all participants the development of generic and specific skills. This study answers the question: What are the essential elements of Canvas model for the implementation of a Knowledge Management System in dual education? The

results show the requirements of logistics, technology and pedagogy that must be agreed upon by the institutions and also address some decisions that are the responsibility of teachers during the design and implementation of the tool in question.

**key words:** Knowledge Management, Model Dual Education, Higher education, data mining, information and communications technology, Canvas.

## 1. Introducción

En los años 60, las necesidades de las empresas que se ajustaban al proceso de integración europea y a la globalización estaban enfocadas a la formación de capital humano idóneo (López-Hermoso, Montero, Martín-Romo, De Pablos, Izquierdo y Nájera, 2000). Por esta razón se inició la implementación de un modelo de formación para el trabajo con la idea de facilitar la capacitación a partir de la práctica en la empresa, en conjunto con la formación teórica de la escuela. La base de este modelo se remonta al método de aprendizaje de oficios de la época medieval que posteriormente fue adaptado a las necesidades de la industria moderna y ha ido evolucionado como consecuencia de la cooperación entre la educación, la industria y el comercio (Berufsakademie, 2009).

El modelo dual se promueve como una tendencia actual muy favorable de la Teoría Sociocultural (Daniels, 2003). Afirma Díaz-Barriga (2003) que el conocimiento situado es “parte y producto de la actividad, el contexto y la cultura en que se desarrolla y utiliza”. En este sentido, prevalece la idea de que aprender y hacer son acciones inseparables (p. 2).

El objetivo del presente artículo es exponer los requerimientos de logística, tecnología y pedagogía que deben ser acordados por las instituciones de educación superior para desarrollar un modelo de gestión del conocimiento que sirva de apoyo en el Modelo Educativo Dual.

A continuación se presenta un breve esbozo del concepto de gestión del conocimiento, se vincula con la educación dual, se plantea un modelo que permitirá generar una base de datos que será alimentada por los mismos usuarios y que

podrá ser consultada en una plataforma amigable utilizando la categorización de los temas por perfil y por área y se realiza un análisis del diseño de la herramienta propuesta a través del Modelo Canvas.

## 2. Gestión del conocimiento

Por una parte, se entiende por conocimiento a la combinación de ideas, aprendizajes y modelos mentales. Y, por la otra, la palabra gestión alude a la acción de administrar para la consecución de algo. De tal forma que la suma de ambos términos originan el concepto: Gestión del Conocimiento (GC). En este trabajo se define como la función que planifica, coordina y controla los flujos de conocimientos que se producen en la empresa en relación con sus actividades y con su entorno con el fin de crear unas competencias esenciales (Bueno, 1999).

Dentro de los procesos de enseñanza aprendizaje, la GC es uno de los temas más relevantes en los que intervienen las Tecnologías de la Información y Comunicación, ya que estas herramientas permiten a múltiples usuarios interactuar en ambientes virtuales educativos, a través de plataformas de software que facilitan la interrelación que genera el conocimiento por medio de datos e información suministrada por todos los participantes (estudiantes, docentes, profesionistas, etc.) de tal forma que estas aportaciones alimentan la base de datos del sistema de gestión (Olga, Sánchez, Miguel, & Leguizamon, 2014).

En este contexto, el conocimiento es una aplicación consciente e inconsciente de la información que se posee, dicha aplicación se realiza con base en la experiencia personal, según Daveport & Prusak (1999) es una mezcla de experiencia, valores información y know how que sirve como base para la aplicación de nuevas experiencias e información útil para determinada situación, pues la mezcla de varios elementos da origen a una estructura más compleja, la cual puede ser formalizada, en un SGC, por ejemplo.

Cada persona tiene cierto conocimiento existente como parte de su ser y el mismo ocurre a partir de la información, de la comparación, de la correlación y la experiencia. Existen dos tipos de conocimiento (Nonaka & Takeuchi, 1995):

Conocimiento Tácito: mismo que poseen las personas como producto de las experiencias personales de un contexto. Sin embargo, es difícil de transmitir, reproducir, materializar, estructurar y almacenar; su forma más común de transmisión es frente a frente.

Conocimiento Explícito: este tipo de conocimiento puede ser codificado de alguna manera y permite ser articulado en un lenguaje formal y transmitirse con relativa facilidad entre individuos utilizando herramientas tecnológicas.

Por una parte, se entiende por conocimiento a la combinación de ideas, aprendizajes y modelos mentales. Y, por la otra, la palabra gestión alude a la acción de administrar para la consecución de algo. De tal forma que la suma de ambos términos originan el concepto: Gestión del Conocimiento (GC). En este trabajo se define como la función que planifica, coordina y controla los flujos de conocimientos que se producen en la empresa en relación con sus actividades y con su entorno con el fin de crear unas competencias esenciales (Bueno, 1999).

### 3. Modelo Educativo Dual

En la dualidad escuela-empresa, se admite a la segunda como una nueva escuela, donde el estudiante aprende mediante la práctica en situaciones o problemas reales de un puesto de trabajo, ya que ofrece la posibilidad de aplicar los principios teóricos que un individuo aprende en la institución educativa, y a su vez, permite confrontar con la realidad del medio todos los conceptos abordados dentro del aula.

Este modelo se inició en el año 1971, con la implementación en Daimler-Benz que solicitó el apoyo al Ministerio de Cultura de Baden-Württemberg para que se fomentara entre los estudiantes una cultura para desarrollar competencias profesionales que les permitieran más oportunidades de éxito dentro de la industria que las ofrecidas, en su momento, por el sistema educativo tradicional. Así se formaron las llamadas Berufshochschulen en Alemania, con la finalidad de ampliar la oferta y la cobertura de educación superior, con la idea de atender a estudiantes con la necesidad de satisfacer la formación con enfoque práctico y la necesidad de contar con colaboradores altamente profesionalizados y motivados para compartir el conocimiento con los aprendices (Berufshochschule, 2009).

El Modelo Educativo Dual en la base curricular, humanística y tecnológica, a partir de una perspectiva filosófica, epistemológica, psicopedagógica y socioeconómica, conlleva a la necesidad de actualización del docente y la orientación hacia la innovación, por lo que es importante tomar en cuenta las aptitudes y actitudes de los seres humanos y su necesidad constante de formación.

Queda establecido así, que la educación dual se fundamenta en la actividad educativa a partir del proceso de enseñanza-aprendizaje en el campo laboral, y que en esa capacitación de los recursos humanos se establece una relación teórica-práctica a partir de la integración del conocimiento y la experiencia. De tal forma que se lleva la escuela hacia las organizaciones, dada la necesidad de enriquecer el potencial del recurso humano mediante la formación académica y práctica, lo cual es fundamental para el logro de profesionales altamente calificados.

En este proceso de formación intervienen tres figuras imprescindibles: el estudiante, la empresa y la institución educativa:

- a. El estudiante, es el actor principal hacia quien se orientan todas las acciones de los proyectos que se plantean en este modelo pedagógico.
- b. La empresa, es quien adquiere el papel de entidad formadora a partir de la actividad didáctico-productiva, la cual por medio de un asesor interno lleva a cabo la enseñanza en un puesto de trabajo. En este caso, dicho asesor asume la responsabilidad de transferir conocimiento en la práctica.
- c. La institución educativa es representada por los docentes que trabajan como asesores de cada proyecto, quienes tienen la responsabilidad de orientar o guiar la enseñanza académica de los estudiantes en coordinación con el resto de los docentes del Instituto.

Desde esta perspectiva, el papel del docente en la educación dual debe destacarse como mediador del proceso de educación técnica y profesional, creando situaciones de aprendizaje que pongan al estudiante en una situación crítica, donde tenga un papel protagónico para reflexionar y analizar cómo aprende, cómo resuelve los problemas, cómo satisface sus necesidades y qué le falta en su comportamiento como ser humano a partir de la práctica por medio de sus vivencias y experiencias.

Precisamente en el aprendizaje situado se fundamenta el Modelo Educativo Dual ya que se centra en prácticas educativas auténticas, donde confluyen varios actores y situaciones como el sujeto que aprende, los instrumentos utilizados, el objetivo del aprendizaje, la comunidad donde se desenvuelve el individuo, normas de comportamiento y reglas para realizar las tareas.

Es importante resaltar que el Modelo Educativo Dual no es la solución a todos los problemas de formación, ni cubre todas las deficiencias de los profesionales en el sector productivo, sin embargo, se reconoce como una estrategia de formación universitaria que coadyuva en la preparación de profesionales que requieren amplia experiencia en el campo laboral para complementar la formación científica y de investigación de las instituciones educativas (Ferreira, 1999).

Aunado a este modelo pedagógico de formación dual, el estudiante desarrollará por medio del aprendizaje situado, un proyecto integrador por semestre. Esta idea tiene su base en la Teoría del Aprendizaje Situado donde se postula que existe una relación entre el aprendiz y el contexto, por ello, para que el aprendizaje sea efectivo, el aprendiz debe estar activamente envuelto en una situación real.

Este modelo educativo tiene una connotación vivencial, ya que el aprendizaje se reconstruye cuando se utiliza en situaciones reales, por lo que se considera a la Teoría del Aprendizaje Situado para fundamentarlo (Sagástegui, 2004).

## 4. Beneficios del sistema de gestión del conocimiento al Modelo Educativo Dual

Hoy en día, es fundamental otorgar valor al conocimiento que se genera en las organizaciones, porque éste ayuda a satisfacer las necesidades del entorno y a responder a las exigencias de la constante evolución de la tecnología (Blázquez, 2001). Por esta razón, se estima que un sistema gestor del conocimiento puede coadyuvar al desarrollo de los estudiantes del modelo dual porque la concepción de este tipo de herramientas va encaminado a alimentar las bases de datos que se originan en las organizaciones y que se utilizan para integrar el pensamiento colectivo reflejado en la práctica. Es así como el Modelo Educativo Dual se verá

beneficiado por la información obtenida a través de la experiencia de los participantes, quienes coadyuvarán en la concentración de datos interrelacionados que servirán para que los estudiantes que participan en el modelo educación-trabajo puedan exponer dudas, consultar opciones de respuesta y retroalimentar las aportaciones de los colaboradores para auxiliar en la existencia del conocimiento colectivo que se evidencia en la actitud y el comportamiento de los integrantes de cualquier institución.

## 5. Modelo de Gestión del Conocimiento para la Educación Dual (MGCED).

Se propone un modelo para la implementación de un sistema de gestión del conocimiento en la educación dual (Figura 1), por medio del cual los usuarios pueden generar preguntas sobre los problemas o situaciones que ocurren en la empresa donde realizan su proyecto integrador, con el fin de generar una base de conocimiento transversal donde participan activamente múltiples actores (alumnos, profesores, investigadores, empresarios, empleados, etc.), lo que conlleva a la generación de conocimiento colaborativo, donde dichos usuarios aportan soluciones al cuestionamiento realizado por el primer actor. Tomando en cuenta la utilidad de la respuesta el usuario inicial evalúa y retroalimenta a los colaboradores, llegando así a la generación de nuevas competencias específicas.



*Figura 1. Modelo para el sistema de gestión del conocimiento.*

## 6. Componentes del MGCED

A continuación se explican una a una las fases propuestas en el MGCED:

**Usuario con competencias previas:** se trata de cualquier actor que se encuentre involucrado en el Modelo Educativo Dual (alumnos, profesores, investigadores, empresarios, empleados, etc.) a quien en algún momento le puede surgir una duda dentro del proceso productivo.

**Necesidad de competencias específicas:** el Modelo Educativo Dual se fundamenta en el aprendizaje situado, donde de forma vivencial el usuario con

competencias previas (genéricas o específicas) se relaciona con procesos y procedimientos de los que surgen necesidades o problemas que requieren de ciertas competencias específicas de un área de conocimiento determinado. El usuario inicial por medio de un sistema de gestión del aprendizaje (LMS por sus siglas en inglés) ingresa su duda a la plataforma de gestión del conocimiento, clasificando previamente según el perfil y el área correspondiente.

**Conocimiento colaborativo:** Cuando el usuario inicial genera una pregunta detonadora, el sistema emite una alerta vía correo electrónico o ventana emergente donde se da aviso a los participantes sobre la existencia de un cuestionamiento por resolver. Los usuarios que tienen las competencias necesarias para responder a la interrogante del usuario inicial, realizan aportaciones que ayudan a solucionar la duda, generando así un conocimiento colaborativo, donde múltiples usuarios participan activamente tomando como base las experiencias previas.

**Evaluación y retroalimentación:** El usuario inicial recibe notificaciones cuando otros usuarios responden a su cuestionamiento y posteriormente, según la utilidad de las sugerencias para la resolución del problema, el usuario aplica las soluciones propuestas por los colaboradores hasta encontrar una idónea para satisfacer su necesidad, teniendo así la opción de retroalimentar y, a su vez, enriquecer el sistema de gestión del conocimiento que se construye con el trabajo colaborativo de los participantes. Posteriormente, tiene la posibilidad de evaluar las respuestas con base en una escala del 1–10, donde uno es la calificación más baja (y señala menor utilidad) y 10 es la más alta.

**Generación de nuevas competencias:** Cuando el usuario inicial pone en práctica la solución elegida, involucra otro aspecto importante del Modelo Educativo Dual, se trata del aprendizaje significativo, que se da cuando el individuo involucra los conocimientos y las experiencias previas que posee con los nuevos conocimientos adquiridos en el campo laboral para resolver problemas o satisfacer necesidades. Lo anterior coadyuva a la generación de nuevas competencias en el individuo inicial, logrando así resolver la interrogante emitida al inicio del proceso, misma que alimenta la base de datos del sistema gestor del conocimiento, para que en

ocasiones posteriores pueda ser consultada por otros usuarios que se enfrenten con situaciones iguales o similares.

## 7. Relación entre los componentes

El usuario inicial genera la pregunta detonadora en el sistema gestor del aprendizaje (plataforma) esta será expuesta en un foro, en el cual estarán participando activamente (tanto asincrónica como sincrónicamente) los usuarios colaboradores. La plataforma que se propone para sustentar el sistema de gestión del conocimiento es Moodle, ya que es un software de código abierto que utiliza el paradigma constructivista, permite además la personalización e incorporación de un módulo para crear perfiles e implementar métodos de evaluación, además tiene el soporte para la implementación de foros y realizar la clasificación por diferentes áreas, a través de etiquetas.

Por medio de las herramientas mencionadas anteriormente la plataforma permite la generación de conocimiento colaborativo, para que los usuarios que cuentan competencias necesarias puedan apoyar a la resolución de problemas planteados por el usuario inicial, este ultimo, evaluará cada una de las propuestas de solución con base en la utilidad para la resolución de su incógnita, así, una vez resuelto su problema, tiene la opción de retroalimentar a los demás colaboradores sobre cual fue la respuesta con la que pudo resolver su interrogante o en su caso informar acerca de alguna contribución que haya realizado.

Una vez implementada la solución, el usuario inicial generó un nuevo conocimiento que a su vez queda almacenado en la base de datos del sistema, para que en caso de que posteriormente otro usuario se le presente el mismo problema, solo tenga que realizar la búsqueda por palabras clave para verificar la solución que ya ha sido probada e implementada satisfactoriamente.

## 8.Arquitectura por capas para el MGCED

De acuerdo al análisis del MGCED se propone una arquitectura en capas (Figura 2) con la intención de facilitar la integración y flexibilidad de cada uno de los elementos

que lo conforman, los diferentes niveles en que se divide la arquitectura se presentan a continuación:

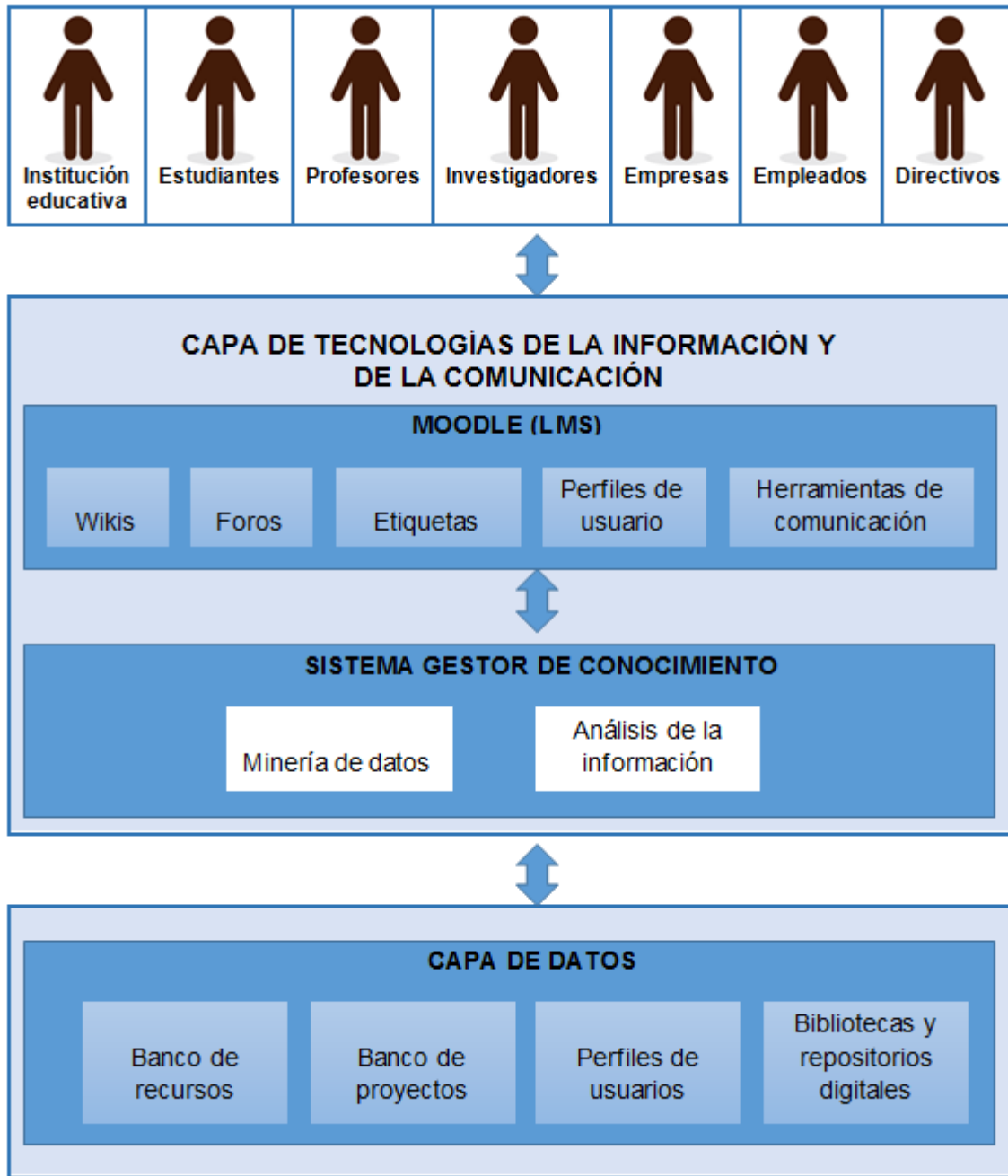
En el primer nivel, denominado capa de presentación, se encuentra la interfaz para la comunicación y colaboración de los diferentes actores que interactúan en el sistema a través de la plataforma.

El segundo nivel denominado capa de Tecnología de la Información y Comunicación (TIC), tiene dos subcapas:

En la primera de ellas se encuentra la plataforma Moodle con los diferentes componentes que servirán para realizar los cuestionamientos, dar seguimiento y valoración a cada una de las respuestas a través de foros, wikis y etiquetas, además por medio de la mencionada plataforma se crearan los distintos perfiles usuario que ocuparan también otras herramientas como chat y mensajería para su comunicación.

En la segunda subcapa se encuentra el sistema gestor de conocimiento, que por medio de minería de datos, se realiza un análisis y clasificación de la información, la cual se alimenta de las aportaciones de cada usuario así como de las valoraciones realizadas por el actor que realiza el cuestionamiento.

En el tercer y ultimo nivel se detalla la capa de datos, en la cual se encuentra almacenada la información de los perfiles de cada usuario, así como repositorios digitales que servirán de apoyo a los actores del sistema con relación a las preguntas realizadas, también se almacena un bando de proyectos realizado alimentado por dichos usuarios y que servirán de base para futuros proyectos.



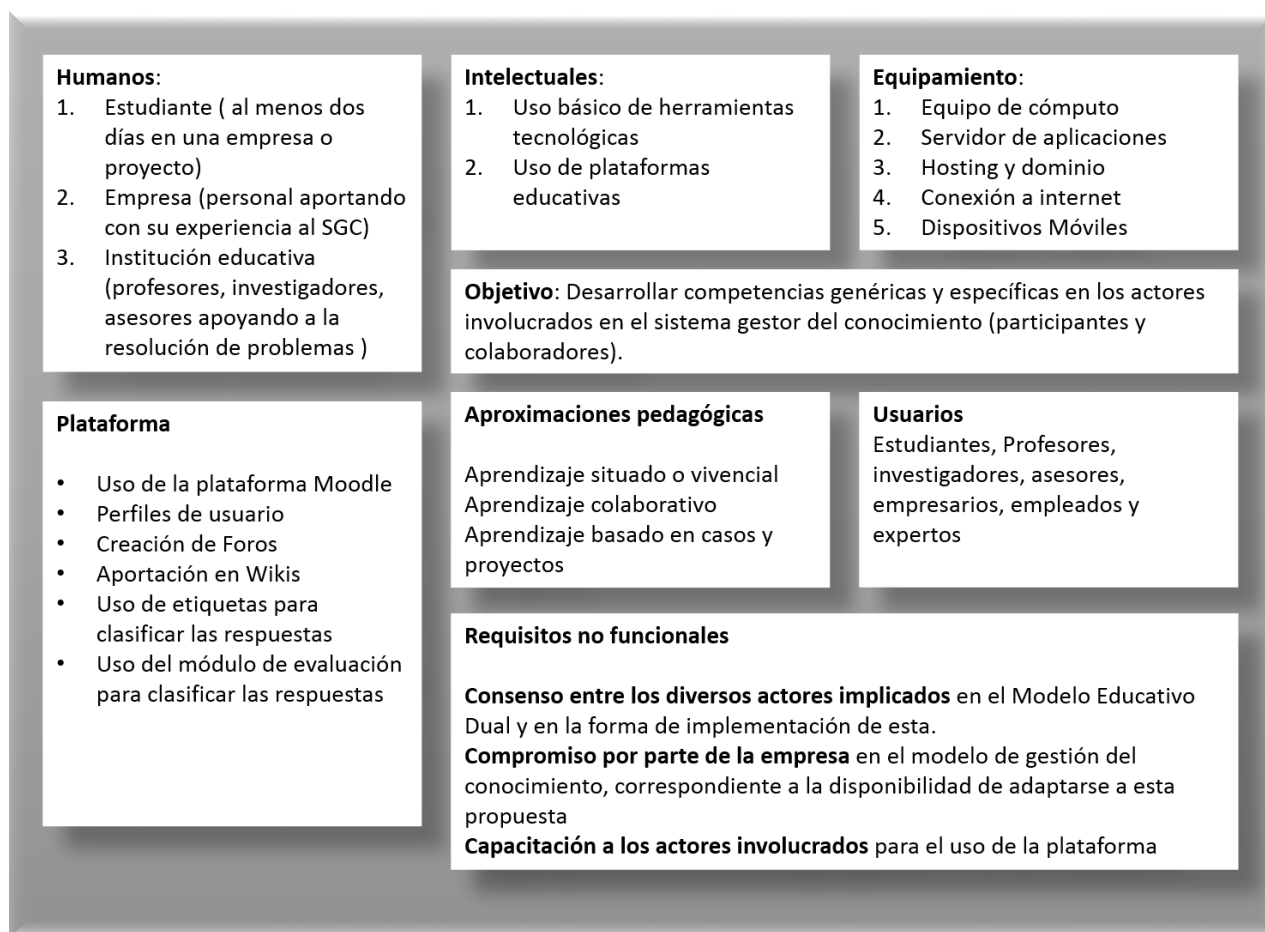
*Figura 2. Arquitectura por capas para el MGCED.*

## 9 Diseño y análisis del MGCED usando Canas

El marco conceptual propuesto por Alario-Hoyos et al. (2014) para diseñar los cursos masivos y abiertos, denominado MOOC Canvas, establece que para elaborar dicha herramienta tecnológica destinada a la formación de miles de personas, no sólo se tienen que solucionar cuestiones relacionadas con la pedagogía, sino aspectos que tienen que ver con la logística y la tecnología, los cuales se relacionan e influyen entre sí. En la representación gráfica que los autores presentan sobre este modelo, se contemplan 11 elementos interrelacionados que se agrupan en dos categorías: recursos disponibles y decisiones de diseño.

Con base en el Modelo MOOC Canvas, en este trabajo se proponen 8 elementos para llevar a cabo la implementación del Sistema Gestor del Conocimiento en el Modelo Educativo Dual, dichos elementos son: recursos humanos, recursos intelectuales, equipamiento, plataforma, objetivo, aproximaciones pedagógicas, usuarios y requisitos funcionales.

Esta adaptación del modelo Canvas a la implementación del Sistema de Gestión del Conocimiento, permite pasar la idea del proyecto a una realidad tangible, considerando los diferentes requerimientos para su culminación exitosa.



*Figura 3. Diseño y análisis del MGCED usando Canvas*

## 10. Fases de implementación del Sistema de Gestión del Conocimiento

La implementación del Sistema de Gestión del Conocimiento en el modelo educativo dual está dividido en 3 etapas, definidas de tal manera que permita llegar a la implementación y evaluación de los resultados obtenidos.

En la Tabla 1, se aprecian las fases planificadas. Cada una de ellas contempla aproximadamente el 33% del total del proyecto. En este trabajo, se presenta la primera etapa, puesto que hasta el momento, se ha desarrollado el análisis de la plataforma y se determinó qué módulos se ocuparán a través de un análisis que fue

posible realizar por medio de la adaptación del modelo Canvas, con el fin de detectar las necesidades requeridas para la implementación del SGC.

| Logística y estratificación de la plataforma                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Implementación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Análisis en retrospectiva                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis, de las diferentes plataformas para la implementación del sistema gestor del conocimiento.</li> <li>• Selección y estratificación de los módulos de apoyo para complementar la plataforma.</li> <li>• Identificación de los diferentes recursos necesarios para llevar a cabo este proyecto.</li> <li>• Realizar la logística de implementación</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalación e implementación de la plataforma Moodle.</li> <li>• Implementación de los módulos como: foros, wikis, evaluaciones y perfil de usuarios.</li> <li>• Capacitación de la plataforma a los diferentes actores.</li> <li>• Subir recursos de apoyo a la plataforma.</li> <li>• Generar el banco de proyectos.</li> <li>• Generar aportes por parte de la empresa y de la institución.</li> <li>• Implementar minería de datos para generar recomendaciones.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de los resultados obtenidos.</li> <li>• Enriquecimiento de la plataforma</li> <li>• Agregar un módulo de inteligencia artificial para mejora de las recomendaciones, específicamente un Sistema de reconocimiento basado en casos.</li> </ul> |

**Tabla 1.** Fases de implementación del Sistema de Gestión del Conocimiento

En la segunda etapa se llevará a cabo la instalación de la plataforma Moodle, así como los diferentes módulos complementarios y necesarios para realizar el sistema gestor del conocimiento, una vez realizada la instalación se procede a la implementación de la plataforma, lo que implica que también se realice la capacitación para el uso de dicha plataforma a los diferentes actores que interactúan con el sistema como son: estudiantes, profesores, investigadores, asesores, empresa, etc., además se enriquece la plataforma con los recursos de apoyo adicionales como el banco de proyectos y de recursos digitales que aportarán a la resolución de los cuestionamientos de los usuarios, una vez que hay cuestionamientos y aportes suficientes en la plataforma se procede a realizar la minería de datos para poder obtener recomendaciones en futuros cuestionamientos similares o iguales.

En una tercera etapa se realizará un análisis de resultados obtenidos con el fin de mejorar el SGC, porque también se pretende implementar una técnica de

aprendizaje automático de la inteligencia artificial denominado razonamiento basado en casos.

## 11. Conclusiones

En este trabajo se reporta el análisis realizado tomando como base los elementos del modelo Canvas para la implementación de un Sistema de Gestión del Conocimiento para el Modelo Educativo Dual. Los resultados reflejan los componentes pedagógicos, tecnológicos y logísticos que se deben tomar en cuenta al momento de la ejecución de este tipo de proyectos en las instituciones de educación superior que utilicen al aprendizaje vivencial como su forma principal de transmisión del conocimiento.

El análisis sobre requerimientos del SGC obtenido se puede verificar que se priorizan los recursos humanos, los recursos intelectuales, el equipamiento y la plataforma. Asimismo, las aproximaciones pedagógicas serán una piedra angular en la creación de esta herramienta tecnológica que servirá de apoyo para el desarrollo del aprendizaje de los actores del modelo dual.

El desarrollo de esta propuesta busca generar conocimiento a partir de las experiencias que los alumnos viven en la empresa ya que éstas se constituyen como oportunidades de aprendizaje práctico, que es precisamente donde se fundamenta el Modelo Educativo Dual, mismo que se caracteriza por efectuar la mayor parte del aprendizaje dentro de la empresa, mediante la realización de tareas cotidianas y específicas según el área. Además, este trabajo práctico enriquece el sistema gestor de conocimiento y contribuye así para mejorar la producción de la propia empresa y al aprendizaje de otros usuarios.

## Referencias

Alario, C., Pérez, M., & Delgado, C. (2013). El MOOC Canvas, 1–8. Añez, C. (2005). El capital intelectual: nuevo enfoque de la flexibilización laboral. *Revista Venezolana de Gerencia*, 10(30).

Berufsakademie. (2009). Documento síntesis. Fundamentos, principios y funcionamientos. Consultado en <http://www.uniempresarial.edu.co/assets/documentos/1.pdf>

Blázquez, F. (2001). Sociedad de la información y educación. Mérida: Junta de Extremadura. Consultado en <http://www.ub.edu/prometheus21/articulos/obsiberprome/blanquez.pdf>

Bueno, E. (1999). La gestión del conocimiento: Nuevos perfiles profesionales. Díaz Barriga, F. (2003). Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo. Revista Electrónica de Investigación Educativa, 5 (2). Consultado en: <http://redie.ens.uabc.mx/vol5no2/contenido-arceo.html>

López-Hermoso, J., Montero, A., Martín-Romo, S., De Pablos, C., Izquierdo, V. y Nájera, J. (2000). Informática aplicada a la gestión de empresas. Madrid: Universidad Rey Juan Carlos.

Nonaka, I y Takeuchi (1995). The knowledge creating Company. Oxford: Oxford University Press.

Olga, I. N. G., Sanchez, N., Miguel, I. N. G., & Leguizamon, A. (2014). Propuesta para la gestión del conocimiento en entornos virtuales. Universidad pedagógica y tecnológica de Colombia, 1–17.

Pérez, B. (s.f). El trabajo metodológico en la educación superior. Un enfoque desde la gestión del conocimiento y el aprendizaje organizacional.

Sagástegui, D. (2004). Una apuesta por la cultura: el aprendizaje situado. Revista Electrónica Sinéctica, (24), 30–39. Consultado en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=99815918005>

Sandoval, C. (2013). Propuesta para implementar un sistema de gestión del conocimiento que apoye el diseño de un curso online. Proposal to Implement a Knowledge Management System to Support the Design of an Online Course. 21 (3), 457–471. <http://doi.org/10.4067/S0718-33052013000300015>.

Uribe-Tirado, A., Melgar-Estrada, L.-M., & Bornacelly-Castro, J.-A. (2007). Utilización de Moodle en la gestión de información, documental y del conocimiento en grupos de investigación. *El Profesional de la Información*, 16(5), 468–474. <http://doi.org/10.3145/epi.2007.sep.09>

## Notas biográficas:



**Katiuska Fernández Morales** es doctor en Investigación educativa por la Universidad Veracruzana (UV) con mención honorífica, cuenta con diplomados en formación de tutores, y ha sido instructor de diplomado en competencias docentes, además cuenta con una maestría en Administración de Tecnologías de la Información por el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), previamente la curso su licenciatura en la Universidad del Valle de Orizaba (UNIVO), tiene estancias de investigación en la Universidad Autónoma de Baja California, además pertenece al grupo de investigación e innovación educativa (GIIE) perteneciente al Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, fue miembro del consejo técnico del examen general para el egreso de licenciatura en ingeniería computacional (EGEL – ICOMPU), ha participado en diferentes congresos y publicado múltiples artículos. Se ha desempeñado como directora de la facultad de ingeniería en la Universidad del Valle de Orizaba, además como directora editorial de la revista notarial de Veracruz, posteriormente como coordinadora académica de PROFORDEMS, evaluadora del programa modelo Proyecto – Pienso, asesora consultora en desarrollo organizacional por parte del ITESM, directora del consejo editorial del Instituto Tecnológico Superior de Zongolica (ITSZ), jefa del departamento de acreditación de programas académicos y actualmente como líder de análisis de tendencias educativas en el Observatorio de innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey.



**Omar Romero Sandoval** es Maestro en Sistemas Computacionales por el Instituto Tecnológico de Orizaba (ITO), previamente la licenciatura en Ingeniería en Sistemas Computacionales fue cursada en la misma institución educativa, cuenta con diplomado en mercadotecnia de servicios educativos, además cuenta con estancias de investigación en la Universidad Rey Juan Carlos (URJC) de Madrid, España, en temas de algoritmos genéticos y optimización multi-objetivo, otra estancia realizada en el Departamento de Investigaciones Educativas del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV), además cuenta con diferentes distinciones como: consejo técnico del examen general para el egreso de licenciatura en ingeniería computacional (EGEL – ICOMPU) por CENEVAL, mejor desempeño docente por la Universidad del Valle de Orizaba, 1er. Lugar en la copa Campusbot en el evento Campus Party, ha participado en diferentes proyectos de consultoría e investigación como: Modelo educativo dual como estrategia para el desarrollo de los pueblos indígenas por parte del Instituto Tecnológico de Zongolica (ITSZ), digitalización de los servicios municipales del municipio de Huilopan, desarrollo del portal Metrópoli Digital por parte del ITSZ, ha participado en diferentes congresos y publicado múltiples artículos. Se ha desempeñado como líder de proyectos de software de manera independiente, también como director de la facultad de Ingeniería y posteriormente como director de posgrado e investigación en la Universidad del Valle de Orizaba, además es editor y director de investigaciones en el consejo editorial del ITSZ, después como Jefe de Carrera de la división de Ingeniería en Sistemas Computacionales y actualmente como Subdirector Académico en el Instituto Tecnológico Superior de Zongolica (ITSZ).



**Ricardo Omar Raygoza Cózar** es Maestro en Sistemas Computacionales por el Instituto Tecnológico de Orizaba (ITO) En Orizaba Veracruz. Realizó una estancia de investigación la Universidad de Ritzumeikan en Kyoto, Japón. Previamente, en la Universidad Veracruzana cursó la licenciatura en Sistemas Computacionales

Administrativos, en la Facultad de Contaduría, Administración y Sistemas en Nogales, Veracruz. Actualmente es Docente Investigador en el Instituto Tecnológico Superior de Zongolica, integrante de la Academia de Sistemas Computacionales, donde participa en proyectos de investigación con entidades educativas, de gobierno y de vinculación con la industria. Ha publicado diversos artículos técnicos en temas relacionados con arquitecturas y modelado de aplicaciones de software, modelos estratégicos, desarrollo de sistemas de software. Como investigador, sus áreas de interés son: cómputo ubicuo, modelado de aplicaciones, gestión de proyectos de software, modelos y estándares de calidad, metodologías ágiles, aplicaciones de inteligencia artificial y software libre (Open Source).



**Sergio David Ixmattlahua Díaz** es Maestro en Sistemas Computacionales por el Instituto Tecnológico de Orizaba (2013), licenciado en Informática por el mismo instituto. Para obtener el grado de maestro realizó una estancia de investigación en la Universidad

Politécnica de Madrid, España (2012). Ha publicado diversos artículos en áreas de Ingeniería de Software, modelos de gestión del conocimiento y tecnologías de Internet, ha participado en diversos congresos tales como el CICOS, CIMS y CIMPS. Como investigador sus áreas de interés son Ingeniería de Software, CBR, Tecnologías de Internet y computación ubicua. Ha desarrollado diversos proyectos de software para dependencias como la SSP Municipal de Orizaba y empresas del sector privado. Actualmente es docente Investigador en el Instituto Tecnológico Superior de Zongolica, donde es Secretario de la Academia Regional de Sistemas Computacionales, miembro del cuerpo académico de la Ingeniería en Sistemas Computacionales., así como líder del proyecto Metrópoli Digital en el cual se desarrollan proyectos software vinculados con empresas de la zona Metropolitana de Orizaba y el gobierno municipal de Huiloapan de Cuauhtémoc.



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 2.5 México.

**COMPUTACIÓN E INFORMÁTICA**

**ReCIBE, Año 5 No. 1, Abril 2016**

