

## **Evaluación de un modelo de progresión de captura de información para requisitos de software**

*Evaluating an information capture progression model for software requirements*

Dante Carrizo<sup>1\*</sup>    Jacqueline Manriquez<sup>2</sup>

Recibido 6 de Enero de 2021, aceptado 30 de Abril de 2021

*Received: January 6, 2021    Accepted: April 30, 2021*

### **RESUMEN**

En la educación de requisitos de software, uno de los aspectos más inciertos es saber cuándo terminar el proceso. Es decir, cuándo se cuenta con la suficiente información desde los stakeholders y otras fuentes para especificar los requisitos del sistema informático. No hay orientación alguna que prescriba heurísticas para esto. La aproximación más relevante es el modelo de progresión de captura de información que pretende reflejar cómo se ha desarrollado la sesión de educación en términos de la información que se ha capturado. En este artículo se aplica un método analítico, basado en patrones de la experiencia de usuario, para evaluar la notación utilizada en el modelo e identificar aspectos a mejorar en el futuro. Los resultados son positivos arrojando una evaluación global de 75%.

Palabras clave: Ingeniería de Software, ingeniería de requisitos, modelos de procesos, método de evaluación, notaciones.

### **ABSTRACT**

*In the elicitation of software requirements, one of the most uncertain aspects is knowing when to end the process. That is, when there is sufficient information from stakeholders and other sources to specify the requirements of the software system. There is no guidance that prescribes heuristics for this. The most relevant approach is the information capture progression model that aims to reflect how the elicitation session has developed in terms of the information that has been captured. In this article an analytical method is applied, based on patterns of the user experience, to evaluate the notation used in the model and identify aspects to improve in the future. The results are positive, giving an overall evaluation of 75%.*

*Keywords: Software Engineering, requirements engineering, process models, evaluation method, notations.*

### **INTRODUCCIÓN**

La Ingeniería de Requisitos (IR) es un proceso de carácter socio-técnico que tiene como fin descubrir, documentar, analizar y mantener un conjunto de requisitos en un proyecto de desarrollo de

software [1]. Dentro de este proceso, una de las tareas más relevantes es la educación, que pretende identificar información que ayude a determinar las características deseadas del sistema software a desarrollar. Para esto, es necesario considerar información acerca del dominio de aplicación y

---

<sup>1</sup> Universidad de Atacama, Departamento de Ingeniería Informática y Ciencias de la Computación. Copiapó, Chile.  
E-mail: dante.carrizo@uda.cl

<sup>2</sup> Universidad Católica del Norte, Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación. Antofagasta, Chile.  
E-mail: jmanriquez@ucn.cl

\* Autor de correspondencia: dante.carrizo@uda.cl

de los stakeholders, los que tienen interés en el desarrollo del sistema software [2].

Sin embargo, la educación de requisitos presenta dificultades provenientes de la naturaleza borrosa y cambiante de los requisitos, y de las particularidades de cada organización y de sus funcionarios, lo cual plantea grandes retos a los practicantes de la IR [3]. En resumen, su desempeño es dependiente de las características del contexto en que ocurre. Uno de los aspectos más difíciles de atacar es determinar cuándo es pertinente terminar el proceso. El asunto parece no ser importante para los investigadores, de allí la baja atención que ha recibido desde la comunidad científica. Pitts y Browne [4] presentan uno de los pocos trabajos en esta dirección. Los autores han estudiado diversas heurísticas que los analistas utilizan para determinar si se han alcanzado conclusiones satisfactorias de una sesión de educación y así concluir la recolección de información. Desde este trabajo no se encuentran estudios que propongan reglas, o que modelen el proceso de educación con el fin de decidir cuándo terminar las sesiones con stakeholders pues ya se ha capturado la información relevante para especificar los requisitos del sistema software.

Uno de los autores de este trabajo ha propuesto un marco de trabajo para gestionar el proceso de educación de requisitos a través de dos enfoques complementarios [5]. El segundo enfoque, denominado Modelo de Progresión de Captura de Información (MPCI) pretende reflejar cómo se ha desarrollado la sesión de educación en términos de la información que se ha capturado, si es que esta información ha servido para generar requisitos, e ir realizando un seguimiento del proceso completo, usando la sesión de educación como hito de avance.

En este trabajo, se presenta la evaluación del modelo MPCI utilizando un marco analítico de Patrones de Experiencia del Usuario (PUX) [6]. El método analítico de patrones [7], es un patrón que se basa en el marco de la Notación de Dimensiones Cognitivas, relacionada con el comprender e interactuar con la construcción y representación de estructuras teórica, conceptuales y prácticas, dándole un sentido a la realidad [8].

Es decir, es un lenguaje de patrones que se enfoca en referenciar las experiencias de los usuarios en

correspondencia a los patrones de diseño de software [9], caracterizando sistemáticamente la experiencia que tienen los usuarios respecto a la perspectiva teórica [10], considerando la representación visual de la estructura de la información con la interacción de texto, diagramas, visualizaciones u otros sistemas de notación, donde los elementos de datos y las relaciones entre ellos proporcionan una estructura de la información, incluyendo las relaciones fundamentales. Tanto los marcos de Dimensiones Cognitivas como PUX resaltan que las experiencias de los usuarios surgen no solo de una representación visual formal [11], sino que también de cómo se utilizan las herramientas, o sea, de cómo el usuario interactúa con la herramienta, tareas o actividades. Esto brinda la posibilidad de efectuar una evaluación no solo centrada en las propiedades visuales de las notaciones en sí.

El resto del artículo se organiza de la siguiente forma. En la sección 2 se presenta un resumen del Modelo MPCI. En la sección 3 se presenta el método de evaluación basado en PUX. En la sección 4 se lleva a cabo la evaluación del modelo MPCI con el método PUX. Finalmente se entregan las conclusiones de todo el trabajo realizado.

### **MODELO DE PROGRESIÓN DE CAPTURA DE INFORMACIÓN (MPCI)**

En un proyecto de desarrollo de software, cuando el ingeniero de requisitos acomete un proceso de educación de requisitos, la unidad de trabajo fundamental es la sesión. La sesión de educación es la instancia para entrar en contacto con los stakeholders, aplicar técnicas y capturar información. Toda la dinámica asociada con la educación depende de cómo el ingeniero de requisitos maneje los factores que la condicionan, pero, si se fuera modelando la trazabilidad de la captura de información y cómo se configuran los requisitos del sistema, el ingeniero de requisitos podría disponer de insumos que le permitan tomar la decisión de cuál es la última sesión [12].

El Modelo de Progresión de Captura de Información pretende reflejar cómo se ha desarrollado la sesión de educación en términos de la información que se ha capturado, si es que ésta ha servido para obtener requisitos, e ir realizando un seguimiento del proceso completo, usando la sesión como hito de

avance. Este modelo se basa en la aplicación de otro componente contextual planteado en literatura [13, 14], el Dominio del Problema, y su objetivo es hacer un seguimiento de la progresión en el tiempo, de la captura de información que se produce durante las sesiones de educación. De esta forma, el ingeniero de requisitos puede conocer tanto la cantidad de información que se va capturando a medida que se ejecuta la educación, como la proporción de requisitos que se obtienen a partir de dicha captura, que es una medida de la calidad de la información obtenida. Con estos dos antecedentes el ingeniero de requisitos puede evaluar en cualquier momento del proceso cómo va desarrollándose.

### Cantidad de Información Capturada

La información capturada busca cuantificar los resultados del proceso, a través de un núcleo dinámico de información que representa todo lo que se va capturando y transformando en requisitos en las sesiones de educación. Este núcleo es propuesto como una estimación de la información total que contiene el factor contextual Dominio del Problema de un proyecto en particular. Se puede asumir que no hay seguridad en obtener toda la información de un dominio en concreto, por lo tanto, este núcleo es una aproximación que pretende representar la información sobre el dominio que es posible capturar en la educación, y crecerá hasta el punto en que las sesiones ya no agreguen ninguna nueva información.

El núcleo está formado por 4 componentes relacionados con el dominio del problema, los cuales se proponen basados en [15], que se deberían considerar como información a capturar para producir requisitos. La Figura 1 ilustra este núcleo como una circunferencia formada por los componentes dentro del dominio del problema y con un límite superior que representa su máximo potencial de crecimiento. Este límite, que se materializa al finalizar el proceso, es meramente ilustrativo, una representación de que siempre puede quedar información sobre el dominio del problema que la educación nunca llega a descubrir. La Tabla 1 ilustra los componentes que forman este núcleo, cada componente a su vez lo forman una serie de dimensiones y se da un valor al grado de completitud de cada componente basado en estas dimensiones.

El fin del núcleo es reflejar la cantidad de información que se va capturando en relación a cada componente

y sus dimensiones, sin embargo, no se pueden establecer medidas exactas ya que las fuentes de información para cada componente pueden ser muy distintas. Este núcleo es dinámico en el tiempo y su progresión a través de las sesiones de educación está relacionada con el otro concepto importante de este segundo modelo, el estado  $R_i$  de los requisitos.

### Lista $R_i$ y Estado de los Requisitos

Hickey and Davis [13], en su modelo unificado de educación buscan reflejar la relación entre la cantidad de información capturada y los requisitos que se obtienen de ella durante las sesiones de educación. El objetivo es hacer seguimiento a la situación de los requisitos luego de terminar una sesión particular  $i$ . Concretamente,  $R_i$  es una lista de los requisitos educados hasta el momento durante el proceso. Los requisitos en  $R_i$  se clasifican en tres estados: requisitos estáticos donde se incluye los requisitos que no se han modificado desde la sesión anterior, requisitos actualizados, aquellos que se modificaron en la presente sesión  $i$ , y requisitos nuevos, que son los que han aparecido durante la sesión  $i$ .

Cuando termina la sesión, se examina la lista  $R_i$  para ver si ha cambiado la distribución del total de requisitos estáticos, actualizados y nuevos. Luego se verifica la información que ha sido capturada en el núcleo en la misma sesión  $i$ . De este modo, se puede tomar una medida de la calidad de la información que se obtiene, ya que por un lado el

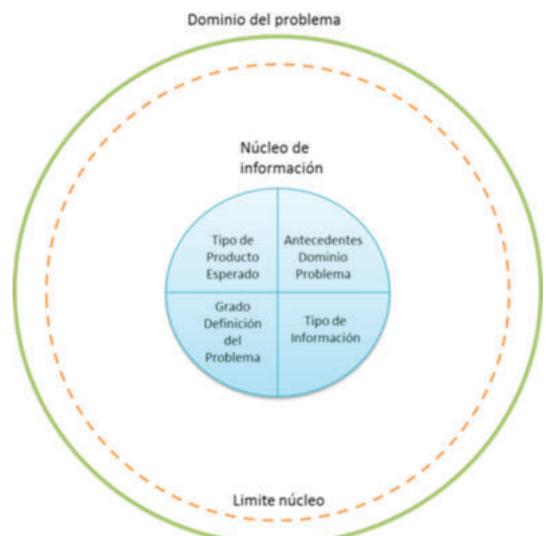


Figura 1. Vista del núcleo de información.

Tabla 1. Componentes del núcleo de información.

Factor Componente	Dimensiones	Valor
Antecedentes del dominio del problema (PDD)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipo de Dominio</li> <li>- Documentación disponible</li> <li>- Identificación Stakeholders</li> <li>- Procesos y tareas</li> <li>- Organización</li> </ul>	<p><b>Alto:</b> Se tiene mucha información sobre todas las dimensiones del componente</p> <p><b>Medio:</b> Se tiene información incompleta sobre las dimensiones, o mucha sobre algunas y poco o nada sobre otras</p> <p><b>Bajo:</b> Se tiene muy poca información sobre cada dimensión del componente</p>
Grado de definición del problema (DPD)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Documentación Relacionada</li> <li>- Definición del Problema</li> </ul>	<p><b>Alto:</b> Problema bien definido con abundancia de documentación relacionada</p> <p><b>Medio:</b> Problema poco definido con escasez de documentación relacionada</p> <p><b>Bajo:</b> Problema vagamente definido y con muy poca o ninguna documentación relacionada</p>
Tipo de información (TIC)	Niveles Organizacionales	<p><b>Nivel estratégico:</b> Estrategias, políticas, directrices, metas, objetivos.</p> <p><b>Nivel táctico:</b> Procesos, funciones, organigramas, métodos de control, planificación</p> <p><b>Nivel operativo:</b> Programación y ejecución de tareas y procedimientos, flujo de procesos, dinámica organizacional.</p>
Tipo de producto esperado(TPE)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Definición del Producto</li> </ul>	<p><b>Alta:</b> Se sabe con certeza el tipo de producto que se debe obtener al final del proyecto.</p> <p><b>Media:</b> Existen dudas sobre el tipo de producto que más se ajusta a las necesidades.</p> <p><b>Baja:</b> Ninguna información sobre el tipo de producto, se espera que el proceso de educación lo defina</p>

núcleo de información indica la cantidad que se ha capturado en una sesión  $i$ , y en  $R_i$  se reflejará si se ha modificado la distribución de requisitos como consecuencia de la aparición de nueva información. Por lo tanto, se podría estimar la calidad del proceso de educación mediante su impacto en  $R_i$ . Por ejemplo, si la información capturada en la sesión  $i$  no ayuda a mejorar requisitos estáticos ni a educir nuevos, se puede considerar que en la sesión se ha capturado información de baja calidad o repetitiva.

### Niveles de Estabilidad de la Lista $R_i$

Al examinar la distribución de requisitos en cualquier sesión  $i$  de la lista  $R_i$ , se puede establecer una medida de estabilidad ( $S$ ) de  $R_i$ , que vendrá dada por la proporción de requisitos que no se han modificado a través de las sesiones de educación, definiéndose entonces niveles de estabilidad, que servirán para seguir el desarrollo en cualquier momento del proceso. La estabilidad de  $R_i$  vendrá dada por el porcentaje de requisitos estáticos (que han permanecido estables en su definición desde que fueron agregados a  $R_i$ ) sobre el total de requisitos en la lista, el resto será medido también en porcentaje considerando a los requisitos que han sido modificados y los nuevos que han sido

agregados en la actual sesión  $i$ . De este modo, esta distribución de  $R_i$  se utilizará como un umbral, para determinar 3 niveles de estabilidad de los requisitos en  $R_i$ .

En la Figura 2 (b) se presenta el núcleo de información, pero esta vez, con las dimensiones de cada componente y sus grados de completitud. Este diagrama se va completando a medida que se captura nueva información sobre cada componente según el grado de información (Low, Medium, High) que se haya capturado en la sesión actual, salvo el componente TIC, que se completa por nivel organizacional. Así, se puede saber la cantidad de información que se ha capturado por cada componente. Por otra parte, se integra este núcleo dentro de una vista circular seccionada que representa los niveles de estabilidad de la lista  $R_i$ . Esta vista es el diagrama de progresión de niveles de estabilidad, la idea es que a medida que se captura información, el núcleo se expande, alcanzando los niveles del diagrama, según el impacto que la nueva información produzca en la lista de requisitos  $R_i$ . Se debe observar el valor del umbral  $S$  para determinar si la nueva información afectó de tal forma a la distribución de requisitos que, como resultado, el núcleo de información se expande y sube el nivel de estabilidad en el diagrama.

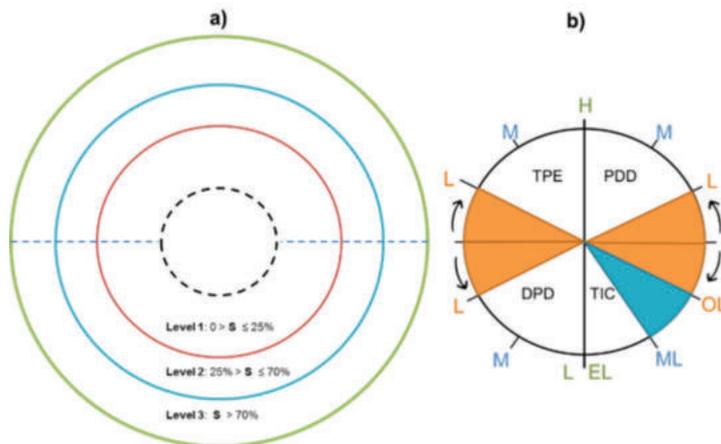


Figura 2. Niveles de estabilidad e inicialización de información.

El nivel 3 o de alta estabilidad, será alcanzado dentro de varias sesiones representando una gran estabilidad de los requisitos, que va de la mano de una baja cantidad de nueva información capturada. Cuando se alcance la estabilidad completa se puede dar por finalizado todo el ciclo de sesiones de educación, ya que, aunque se siga capturando información, no producirá nuevos requisitos ni permitirá mejorar los ya establecidos. La Figura 2 (a) muestra este esquema de niveles de estabilidad.

Utilizando este esquema, con notación abreviada de sus componentes, se puede estimar la cantidad de información que se ha capturado por cada componente. Combinando ambos diagramas se puede tener una idea de la calidad de dicha información, observando el valor del umbral  $S$ , como se muestra en la Figura 3. Esta figura muestra el núcleo de información integrado con el diagrama de progresión de niveles de estabilidad de  $R_i$ , el diagrama representa una sesión de educación inicial, donde los componentes del núcleo aún tienen muy poca información y hay muy pocos requisitos educados.

La expansión del núcleo a través del esquema de niveles de estabilidad de  $R_i$  depende exclusivamente de los grados de completitud de sus distintos componentes, y cambiará de tamaño, subiendo de nivel, solamente cuando dicha completitud produzca un impacto en el umbral  $S$ . Por lo tanto, el núcleo es la pieza central de este modelo de progresión, ya que su transición entre niveles indicará en qué situación se encuentra la captura de información y la producción de requisitos

(observando la lista  $R_i$ ), en cualquier momento del proceso.

Los grados de completitud de los componentes, también pueden servir para saber hacia dónde orientar la captura de información en las siguientes sesiones, ya que el núcleo no depende de que todos sus componentes hayan alcanzado grandes cantidades de información para avanzar de nivel. Se puede dar que uno o dos componentes de los cuales se ha capturado mucha información en una sesión  $i$  en particular, produzcan un impacto significativo en la distribución de requisitos en  $R_i$ .

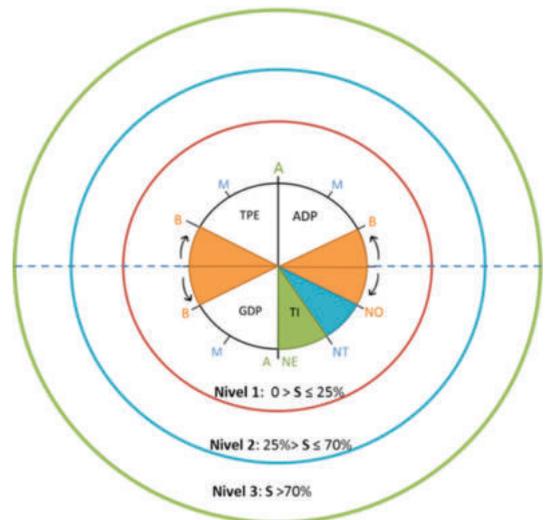


Figura 3. Niveles de estabilidad e inicialización de información combinados.

## MÉTODO PATRONES DE EXPERIENCIA DEL USUARIO

El método de Patrones de Experiencia del Usuario (PUX), en relación a los patrones de diseño de software, se basa en la semántica especificada como estructura y las herramientas como sistema de notación, este método se divide en 2 secciones, las cuales consisten en: Patrones de uso, que describen las actividades donde el usuario interactúa con las notaciones; y Patrones de experiencia, que describen si las experiencias que tienen los usuarios son o no importantes respecto a la necesidad y actividad real.

El método PUX además incluye dependencias entre los tipos de uso y los tipos de experiencia, lo que permite anticipar las consecuencias de las decisiones de diseño al analista o diseñador. Los patrones de uso describen la interpretación que se da a las actividades respecto a la información necesaria visible, diseño visual, el flujo que sigue la elaboración de información respecto a la descripción visual, construcción respecto a sus propósitos fundamentales, la interacción, facilidad de uso y convencimiento de su utilización. Mientras que los patrones de experiencias están orientados netamente a la utilización del modelo en el ámbito de implementación.

Los patrones de uso y de experiencia son 46, existiendo en algunos casos dependencia de unos

respecto de otros. Hay 3 categorías de actividades de los patrones de uso: Interpretación (IA1-3), Construcción (CA1-4) y Social (SA1-3), mientras que los patrones de experiencias están divididos en 7 categorías: Visibilidad (VE1-5), Estructura (SE1-4), Significado (ME1-6), Interacción (IE1-6), Pensamiento (TE1-5), Proceso (PE1-6) y Creatividad (CE1-4).

### Patrón de Uso “Interpretación”

En la Tabla 2 se especifica y describe cada actividad del patrón de uso “Interpretación” y su vinculación con el patrón de experiencia.

### Patrón de Uso “Construcción”

En la Tabla 3 se especifica y describe cada actividad del patrón de uso “Construcción” y su vinculación con el patrón de experiencia.

### Patrón de Uso “Social”

En la Tabla 4 se especifica y describe cada actividad del patrón de uso “Social” y vinculación con el patrón de experiencia. Además, en este patrón se identifican patrones antes usados por patrón de uso de interpretación y construcción, vistos en las Tabla 2 y Tabla 3.

### Utilización del Método PUX modificado

Los patrones se desglosan en criterios y sus respectivas preguntas de evaluación, las cuales se describen en las

Tabla 2. Descripción de actividades del patrón de uso “Interpretación”.

Cod Uso	Patrón experiencia	Cod Experiencia	Actividad	Descripción Criterio
IA1	Visibilidad	VE1	Información Visible	La información que necesita es visible
	Visibilidad	VE4	Disposición concisa	El diseño visual es conciso
	Estructura	SE3	Rutas disponibles	Hay rutas desde algo que sabes hasta algo que no sabes
	Pensamiento	TE4	Significa solo una cosa	Pensamiento: Los elementos solo significan una cosa
IA2	Visibilidad	VE5	Detalla el contexto	Puede ver detalles en contexto
	Estructura	SE4	Comparar / Contrastar partes	Puedes comparar y contrastar diferentes partes
	Significado	ME4	Diferencia	Puedes notar la diferencia entre las cosas
	Pensamiento	TE2	Leer Nueva Información	Puedes leer información nueva
IA3	Visibilidad	VE2	Historia globalmente clara	La historia general es clara
	Visibilidad	VE3	Puntos de acceso	Puntos importantes llaman su atención
	Estructura	SE1	Ver Relaciones	Puedes ver las relaciones entre las partes
	Significado	ME1	Parece lo que se describe	Parece lo que describe
	Significado	ME3	Vistas Similares	Las cosas similares son similares
	Pensamiento	TE3	Se detiene y piensa	Te hace parar y pensar
	Pensamiento	TE5	Entorno Amigable	Eres atraído para jugar

Tabla 3. Descripción de actividades del patrón de uso “Construcción”.

Cod Uso	Patrón experiencia	Cod experiencia	Actividad	Descripción Criterio
CA1	Interacción	IE1	Oportunidad de interacción	Las oportunidades de interacción son evidentes
	Proceso	PE6	Conserva Contenido	El contenido puede ser preservado
CA2	Significado	ME2	Claro propósito de partes	El propósito de cada parte es claro
	Interacción	IE2	Las acciones son fluidas	Las acciones son fluidas, no incómodas
	Interacción	IE3	Permanece en el mismo sitio	Las cosas se quedan donde las pones
	Interacción	IE5	Acciones fáciles de guiar	Las acciones más fáciles dirigen lo que hace
	Proceso	PE2	Los pasos coinciden con los objetivos	Los pasos que realiza coinciden con sus objetivos
	Proceso	PE5	Repetición Automatizada	La repetición puede ser automatizada
CA3	Estructura	SE2	Cambia fácilmente su vista	Puedes cambiar de opinión fácilmente
	Significado	ME5	Añade comentarios	Puedes agregar comentarios
	Interacción	IE4	Errores accidentales poco probable	Los errores accidentales son poco probables
	Pensamiento	TE1	Fácil Entendimiento	No necesitas pensar demasiado
	Proceso	PE1	Orden de tarea normal	El orden de las tareas es natural
	Creatividad	CE1	Puede extender el lenguaje	Puedes extender el lenguaje
CA4	Pensamiento	TE5	Entorno Amigable	Eres atraído para implementar
	Proceso	PE3	Prueba producto parcialmente	Puede probar un producto parcial
	Proceso	PE4	Ambiguo	Puede ser sin compromiso Ambiguo
	Creatividad	CE2	Redefine la Implementación	Puedes redefinir cómo se implementa
	Creatividad	CE3	Varias ideas por tarea	Puedes ver cosas diferentes cuando miras de nuevo
	Creatividad	CE4	Autoriza cualquier cosa	Se permite cualquier cosa no prohibida

Tabla 4. Descripción de actividades del patrón de uso “Social”.

Cod Uso	Patrón Experiencia	Cod Experiencia	Actividad
IA1	Visibilidad	VE4	Disposición concisa
IA2	Estructura	SE4	Comparar / Contrastar partes
	Pensamiento	TE2	Leer Nueva Información
IA3	Visibilidad	VE2	Historia globalmente clara
	Visibilidad	VE3	Puntos de acceso
	Pensamiento	TE3	Se detiene y piensa
CA1	Proceso	PE6	Conserva Contenido
CA2	Significado	ME2	claro propósito de partes
	Interacción	IE2	Las acciones son fluidas
	Interacción	IE5	Acciones fáciles de guiar
CA3	Estructura	SE2	Cambia fácilmente su vista
	Significado	ME5	Añade comentarios
	Pensamiento	TE1	Fácil Entendimiento
	Proceso	PE1	Orden de tarea normal
CA4	Pensamiento	TE5	Entorno Amigable
	Proceso	PE4	Ambiguo
	Creatividad	CE3	Varias ideas por tarea
	Creatividad	CE4	Autoriza cualquier cosa

rubricas de evaluación, que contienen la valoración “+” (generalmente positiva), “+/-” (aspectos positivos y negativos en balance) o “-” (generalmente negativa).

Esta nomenclatura dificulta las evaluaciones globales, por lo que los autores de este artículo los han modificado proponiendo el método de

evaluación que sigue. Los valores fluctúan entre 0 y 1, indicando si la actividad del patrón de uso y experiencia es aplicable por el usuario.

En la Tabla 5 se presenta, como ejemplo, la rúbrica de evaluación para algunas de las actividades del patrón de uso “Interpretación”. Por razones de espacio no es posible mostrar los otros patrones.

La valoración de los puntos estipulados para cada patrón se realiza mediante las ecuaciones (1), (2) y (3). Los valores de la ecuación (1) y (2) son el resultado obtenido de la sumatoria respecto a la valoración de cada rúbrica por separado, siendo n la cantidad de criterios estipulados en la misma, mientras que ecuación (3) es el resultado de la

sumatoria evaluada en las 3 rúbricas existentes, las cuales se mencionan en la Tabla 6.

En la Tabla 6 se visualiza la cantidad de criterios revisados por la rúbrica donde el promedio ponderado del patrón PUX con el acrónimo PP-PUX-U en porcentaje, indica el valor de estimación de la aplicación de este método para la actividad. El valor final obtenido denominado VEE-PUX brinda un valor de estimación de la Efectividad de la utilización de este modelo.

Además, en la Tabla 6 se menciona la cantidad ítem por patrón de experiencia, donde el promedio ponderado de patrón P-PUX-E, en porcentaje indica el valor de aceptación por actividad de experiencia del método PUX.

Tabla 5. Descripción de rúbrica de evaluación de algunas actividades del patrón de uso “Interpretación”.

Criterio Actividad PUX	1	0,5	0
VE1 Visibilidad: La información que necesita es visible	Interpreta el significado de los símbolos, esto implica que no es necesario leer el texto.	Interpreta el significado de los símbolos, esto hace necesario leer parcialmente el texto.	Interpreta el significado de los símbolos, pero esto hace necesario leer todo el texto.
VE4 Visibilidad: El diseño visual es conciso	Esquematiza en forma concisa la historia en forma visual mediante el diseño.	Esquematiza en forma poco clara la historia en forma visual mediante el diseño.	No esquematiza la historia en forma visual mediante el diseño.
SE3 Estructura: Hay rutas desde algo que sabes hasta algo que no sabes	Identifica en forma clara el flujo del tiempo y su dirección, encontrando fácilmente el dominio independiente que el diagrama sea grande.	Identifica el flujo del tiempo y su dirección, o encuentra el dominio independiente que el diagrama sea grande, recurre a una mezcla general.	Identifica que es difícil para avanzar a lo largo de las líneas de tiempo en una dirección y puede llevar tiempo encontrar un evento de dominio que no se conoce.
TE4 Pensamiento: Los elementos solo significan una cosa	Emplea claridad semiótica, pues cada elemento que se utiliza significa una sola cosa.	No emplea la claridad semiótica, pues cada elemento que se utiliza significa dos cosas al mismo tiempo.	No emplea la claridad semiótica, pues cada elemento que se utiliza significa más de dos cosas.

Tabla 6. Cantidad de criterios aplicados por la rúbrica de patrón de Uso y Experiencia.

Rúbrica de Patrón de Uso	Cantidad de Criterios
Interpretación	15
Construcción	20
Social	18
Rúbrica de Patrón de Experiencia	Cantidad de Criterios
Visibilidad	5
Estructura	5
Significado	5
Interacción	5
Pensamiento	6
Proceso	6
Creatividad	5

$$PP - PUX - U_i = \frac{\sum_{j=1}^n VC}{n} \quad (1)$$

$$PP - PUX - E_i = \frac{\sum_{j=1}^n VC}{n} \quad (2)$$

$$VEE - PUX = \frac{\sum_{i=0}^3 PP - PUX - U_i}{3} \quad (3)$$

Dada la ecuación (1) se tiene:

- VC: Valor de criterio por nivel valorado en el intervalo [0,1].
- j=Cada uno de los criterios específicos asociados a cada rúbrica.
- n= Cantidad total de criterios asociados a cada rúbrica específica.
- PP-PUX-Ui = Valor [0,1] obtenido como resultado de la aplicación de la fórmula el cual indica el valor estimado eficiencia de la actividad en la utilización del modelo por rúbrica por patrón de uso.

Dada la ecuación (2) se tiene:

- VC: Valor de criterio por nivel valorado en el intervalo [0,1].
- j=Cada uno de los criterios específicos asociados a cada actividad específica de experiencia de la rúbrica por patrón de uso.
- n= Cantidad total de criterios asociados a cada a cada actividad específica de experiencia de la rúbrica por patrón de uso.
- PP-PUX-Ei = Valor [0,1] obtenido como resultado de la aplicación de la fórmula el cual indica el valor estimado eficiencia de la actividad en la utilización del modelo por rúbrica por patrón de experiencia.

Dada la ecuación (3) se tiene:

- i = Cada una de las rúbricas.
- VE-PUX = Valor [0,1] obtenido como resultado de la aplicación de la fórmula el cual indica el valor estimado de eficiencia de la utilización del modelo y la aplicación final.

Los procedimientos utilizados en la validación referida a una rúbrica varían según el número de patrones utilizados y el número de criterios empleados.

Al aplicar las ecuaciones (1), (2) y (3) el resultado obtenido por VEE-PUX el cual se encuentra entre un intervalo de [0,1]. Dependiendo del valor, se puede categorizar la aceptación del modelo, como muestra la Tabla 7.

### EVALUACIÓN DE MPCÍ

En este documento, se aplica el método PUX modificado al Modelo de Progresión de Captura de Información descrito anteriormente. El propósito es evaluar las opciones de representación que presenta este modelo para indicar si existe efectividad de ser utilizado en la construcción de estructuras de información. Es decir, vincular el diseño MPCÍ a qué tareas y experiencias son las más deseables, para luego seleccionar los patrones que sean más apropiados, informativos y relevantes, enfatizando en obtener resultados no ambiguos y que tengan sentido para los usuarios del modelo. Los patrones de uso están orientados a la interpretación de las actividades, mientras que los patrones de experiencias a la utilización de MPCÍ en el ámbito de la implementación de PUX como patrón. En la Tabla 8 se visualiza la aplicación de la rúbrica de los patrones PUX al modelo MPCÍ hecha por los autores. Por razones de espacio no es posible mostrar todas las evaluaciones. La evaluación es el resultante del promedio entre las evaluaciones individuales y por separado hecha por los autores.

Con la aplicación de las ecuaciones (1) y (3) se obtienen los resultados mostrados en la Figura 4, los cuales indican que al aplicar el método PUX de patrones de uso sobre modelo, las diferentes actividades obtuvieron sobre un 60% de aceptación. Mientras que en la Figura 5, se visualiza que al aplicar el método PUX de patrones de experiencia sobre el modelo, sus actividades obtuvieron en

Tabla 7. Categorización del Valor de Estimación de Eficiencia del modelo.

Valor de Estimación Eficiencia	Magnitud de Aceptación
0 a 0,25	No Aceptado
0,26 a,0,5	Aceptación Baja
0,51 a 0,75	Aceptación Moderada
0,76 a 1,0	Aceptación Alta

Tabla 8. Categorización del Valor de Estimación de Eficiencia del modelo.

Categoría patron Actividad	Criterio	Actividad PUX	Evaluación
Interpretación	Visibilidad	VE1 Información Visible	1
	Visibilidad	VE4 Disposición concisa	1
	Estructura	SE3 Rutas disponibles	1
	Pensamiento	TE4 Significa solo una cosa	0,25
	Visibilidad	VE5 Detalla el contexto	1
	Estructura	SE4 Comparar / Contrastar partes	1
	Estructura	SE4 Comparar / Contrastar partes	1
	Significado	ME4 Diferencia	1
	Pensamiento	TE2 Leer Nueva Información	1
	Visibilidad	VE2 Historia globalmente clara	1
	Visibilidad	VE3 Puntos de acceso	0,75
	Estructura	SE1 Ver Relaciones	1
	Significado	ME1 Parece lo que se describe	1
	Significado	ME3 Vistas Similares	1
	Pensamiento	TE3 Se detiene y piensa	1
Pensamiento	TE5 Entorno Amigable	1	

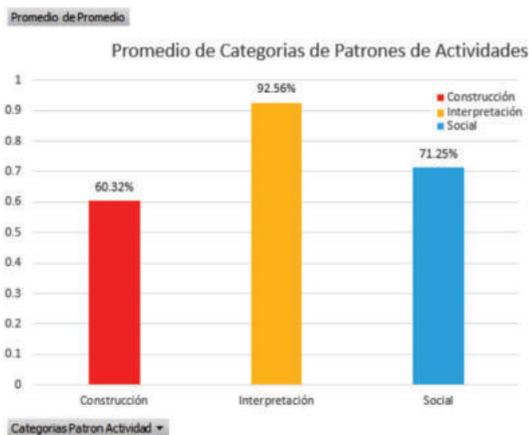


Figura 4. Promedio de las actividades del patrón de uso.

algunos casos el 100% de aceptación mientras que en la actividad creatividad solo obtuvo un 45%.

Al aplicar las ecuaciones (1) y (2) el resultado obtenido por VEE-PUX es de 0.75, lo que indica que se encuentra entre el rango Aceptación Moderada, por lo que se puede categorizar que el modelo es aceptable en su uso por el usuario, como se muestra en la Tabla 9.

### CONCLUSIONES

En este documento se creó una rúbrica para aplicar los patrones PUX de uso y de experiencia en un



Figura 5. Promedio de las actividades del patrón de experiencia.

Tabla 9. Valor de Estimación de Eficiencia obtenido al aplica PUX sobre el modelo.

Rubrica de Patrón de Uso	Promedio de Patron de Uso
Construcción	0,60
Interpretación	0,93
Social	0,71
VEE-PUX	0,75

método gráfico para la educación de requisitos. Según los resultados obtenidos, este método es apto para ser aplicado en la ingeniería de software. Con la aplicación del patrón PUX se puede enfatizar las experiencias del usuario en sus propiedades formales del método en su representación gráfica incluyendo que la herramienta puede manipular las tareas y sus actividades en las que participa el usuario, ya que no solo se centra en la parte visual sino también en la notación en sí.

Esta evaluación arrojó que este modelo hace interactuar al usuario con la notación y la representación, además de la experiencia que el usuario puede encontrar valiosa dependiendo de la actividad en la que participa desde una perspectiva teórica y práctica.

Respecto a la rúbrica se ha pretendido que sea de fácil uso y aplicable a las distintas actividades de los patrones de PUX para que pueda ser utilizada para distintos métodos de representaciones gráficas, buscando una evaluación generalizada. Se espera sea una real contribución a la evaluación de nuevos métodos y un elemento agregado al ser aplicado.

Uno de los aspectos más bajos en la evaluación fue la creatividad, ya que el modelo identifica como poco claras la definición de varias tareas por ideas y el extender el lenguaje. Además, parece confuso el significado de algunos elementos y la baja posibilidad de agregar comentarios.

Entre las limitaciones del estudio, está la evaluación juiciosa realizada por ambos autores, lo que representa una amenaza a la generalización de los resultados. Además, aunque el método ha sido aplicado a otros casos, aún falta una validación empírica con mayor validez estadística. Finalmente, el modelo evaluado solo fue aplicado a pocos casos lo que puede albergar un sesgo en su dominio por la falta de entrenamiento.

Cabe notar que los resultados expuestos están aplicados a este método en particular, por lo que se debe replicar la evaluación del patrón PUX en otros estudios para realizar una validación juiciosa y más precisa. Aunque los resultados son favorables en este punto es necesario seguir analizando otras investigaciones para poder ver la posibilidad de generalización y poder calibrar el instrumento.

## REFERENCIAS

- [1] J. Dick, E. Hull and K. Jackson. "Requirements engineering". Springer International Publishing. Fourth Edition. Switzerland, 2017.
- [2] M. Chemuturi. "Requirements engineering and management for software development projects". Springer-Verlag. First Edition. New York, USA. 2013.
- [3] S. Sharma and S.K. Pandey. "Requirements elicitation: Issues and challenges". IEEE International Conference on Computing for Sustainable Global Development (INDIACom), pp. 151-155. 2014. DOI: 10.1109/IndiaCom.2014.6828119.
- [4] M.G. Pitts and G.J. Browne. "Stopping behavior of systems analysts during information requirements elicitation". Journal of Management Information Systems. Vol. 21 N° 1, pp. 203-226. 2004.
- [5] D. Carrizo y C. Ortiz. "Hacia un marco basado en contexto para la gestión del proceso de educación de requisitos software". Actas 13ª Conferencia Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Información CISTI'2018. Cáceres, España. 13-16 de Junio. 2018.
- [6] A.F. Blackwell and S. Fincher. "PUX: patterns of user experience". Interactions. Vol. 17 N° 2, pp. 27-31. 2010.
- [7] C. Alexander, S. Ishikawa and M. Silverstein. "A pattern language". Oxford University Press, pp. 1171. 1977. ISBN-10: 0195019199.
- [8] T. Green. "Cognitive dimensions of notations". People and Computers V, pp. 443-460. 1989.
- [9] H. Gomma. "Software modeling and design: UML, use cases, patterns and software architectures". Cambridge University Press. First Edition, pp. 578. 2010. ISBN-10: 0521764149.
- [10] A. Blackwell. "Patterns of user experience in performance programming". In Proceedings of the First International Conference on Live Coding. Leeds, United Kingdom: ICSRiM, University of Leeds, pp. 12-22. 2015. DOI:10.5281/zenodo.19315
- [11] N. Crilly, A. Blackwell & P. Clarkson. "Graphic elicitation: using research diagrams as interview stimuli". Qualitative Research. Vol. 6 N° 3, pp. 341-366. 2006.
- [12] Z. Jin. "Environment modeling-based requirements engineering for software

- intensive systems”. Morgan Kaufmann. First Edition. 2018.
- [13] A.M. Hickey and A.M. Davis. “A unified model of requirements elicitation”. *J. Man ag. Inf. Syst.* Vol. 20, pp. 65-84. 2004.
- [14] D. Carrizo. “Contextual dynamic of the software requirements elicitation”. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*. Vol. 69, pp. 34-52. 2013.
- [15] D. Carrizo. “Influential contextual attributes in the requirements elicitation process: a comprehensive literature review”. *Ingeniare. Rev. Chil. Ing.* Vol. 23, pp. 208-218. 2015.