

MODELADO DE PROCESO PARA UN MARCO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN

Pablo Becker, Luis Olsina, Hernán Molina

UNLPam, Facultad de Ingeniería, General Pico, La Pampa, Argentina

[beckerp,olsinal,hmolina]@ing.unlpam.edu.ar

Abstract

Counting with Measurement, Evaluation and Analysis processes is of paramount importance to support the main engineering processes, since they provide the information needed to understand, improve or predict different situations. In order to support more robust decision-making activities a well-defined process model should be at hand. This provides a clear and repeatable guide of activities that should be performed, i.e. define the non-functional requirements, establish the context, design and implement measurement and evaluation. In a well-defined process the activities, sequences, interdependences to be followed should be clearly identified, as well as inputs and outputs. This paper aims at defining a measurement and evaluation process model for software projects, in particular, using the C-INCAMI (Context - Information Need, Concept model, Attribute, Metric and Indicator) conceptual framework, which in turn offers increased robustness to the discussed process.

Keywords: Software Engineering, Measurement and Evaluation, process, C-INCAMI.

Resumen

En Ingeniería de Software, contar con áreas de Medición, Evaluación y Análisis es de importancia como soporte a procesos principales, ya que brindan información para comprender, mejorar o predecir alguna situación. Para poder garantizar repetitividad, es necesario poseer un proceso de medición y evaluación bien definido que permita obtener tal información. En un proceso bien definido se debe identificar con claridad cuáles son las actividades a seguir, así como también la secuencia entre ellas, interdependencias, paralelismos, y las entradas y salidas. El presente trabajo se centra en definir un modelo de proceso para medición y evaluación de proyectos de software, en particular, centrado en el marco C-INCAMI (Context - Information Need, Concept model, Attribute, Metric and Indicator). Este marco brinda una base conceptual, ontológica al proceso de medición y evaluación. Tener un modelo de proceso bien definido permite tener una guía clara y repetible de las actividades que deben llevarse a cabo para definir los requerimientos no funcionales, establecer el contexto, la medición y la evaluación con el fin de soportar un proceso de toma de decisiones más robusto.

Palabras Claves: Ingeniería de Software, Medición y Evaluación, proceso, C-INCAMI.

1. INTRODUCCIÓN

Las organizaciones de Software y Web que introducen programas de medición y evaluación, quizás como parte de un área de proceso de medición y evaluación, y/o como una estrategia de aseguramiento de calidad, necesitan establecer un conjunto de actividades y procedimientos para especificar, recolectar, almacenar y usar correctamente métricas e indicadores. También es necesario asegurar, para propósitos de análisis, que las medidas y los valores de los indicadores

sean repetibles y comparables entre distintos proyectos de medición y evaluación, por lo tanto es importante que se almacenen metadatos apropiados de las métricas e indicadores. En base a lo mencionado, en trabajos previos [10] se propuso un enfoque para desarrollar programas de medición y evaluación consistentes. El enfoque propuesto se basa en los siguientes tres pilares:

1. *Un proceso para medición y evaluación*, en el cuál se describan cuáles son las principales actividades que deben ser planificadas y ejecutadas.
2. *Un marco conceptual de medición y evaluación* que sea flexible y consistente.
3. *Métodos y técnicas* basadas en modelos específicos para llevar a cabo las actividades especificadas en este.

El primer pilar indica que es necesario contar con un proceso de medición y evaluación, el cual prescribe (o informa) un conjunto de actividades y sus entradas y salidas. Generalmente, el proceso dice qué se debe hacer, pero no dice cómo debe hacerse.

El segundo pilar indica que para diseñar e implementar un programa de medición y evaluación robusto es necesario un marco conceptual de medición y evaluación que sea flexible y consistente. Esto es así debido a que las organizaciones, muchas veces, por no contar con un marco consistente tienen que comenzar desde cero sus programas de medición, porque no ponen la debida atención a la forma en que los requerimientos no funcionales, métricas e indicadores deben ser diseñados, guardados y analizados a lo largo del tiempo. Un marco bien establecido debe estar construido sobre una base conceptual (por ejemplo, sobre una base ontológica), en donde se especifica, de manera formal y explícita, los principales conceptos, propiedades, relaciones y restricciones acordadas para un dominio en particular. En este sentido, se ha realizado una especificación para el dominio de métricas e indicadores [9].

Por último, el tercer pilar de este enfoque son los métodos y las técnicas, que especifican cómo se deben realizar las actividades prescriptas/informadas en un modelo de proceso.

En trabajos previos se ha puesto mayor énfasis en la definición de un marco de medición y evaluación llamado C-INCAMI (*Context - Information Need, Concept model, Attribute, Metric and Indicator*) [7, 10], y en la definición de un método llamado WebQEM (*Web Quality Evaluation Method*) [10], que permiten llevar a cabo las principales actividades que intervienen en un proceso de medición, evaluación, análisis y recomendación. En el presente trabajo, nos centramos en definir un modelo de proceso para medición y evaluación, el cual se basa en el marco C-INCAMI y en los procesos que subyacen en el método WebQEM. El modelo aquí propuesto especifica las actividades necesarias para la definición de requerimientos no funcionales, especificación del contexto, y diseño e implementación de la medición y evaluación, lo que facilita definir métodos y herramientas que permitan llevar a cabo estas actividades.

La definición de un proceso puede ser analizada desde distintos puntos de vistas [3]:

- *Funcional*, en el cual se describen cuáles son las actividades que se llevan a cabo.
- *De comportamiento*, que especifica el comportamiento dinámico de las actividades, secuencias, paralelismos, iteraciones, etc.
- *Organizacional*, que tiene como fin mostrar qué agentes intervienen en la realización de qué actividades en cumplimiento de roles.
- *De información*, que se centra en describir cuáles son los artefactos que se producen/insumen en las actividades.

Además de estas cuatro vistas, en [8] se define una vista *metodológica*, en la cual se muestra particularmente qué constructores centrados en modelos realizan las descripciones de las actividades. Para modelar cada una de estas vistas, existen diferentes tipos de diagramas. Algunos de ellos son las redes de Petri, diagramas de flujo, diagramas de actividades, diagramas ETVX (*Entry, Task, Verification and Exit*), entre otros. Cada diagrama nos permite observar con mayor detalle algunas de las vistas mencionadas. En este trabajo nos centraremos particularmente en la vista funcional y de comportamiento. Para modelar los procesos, utilizamos en el presente trabajo el diagrama de actividad de UML, ya que permite mostrar cuáles son las actividades que deben llevarse a cabo, como así también permite que se muestren interdependencias, paralelismos, puntos de control, entradas y salidas, entre otros aspectos.

En lo que sigue, el artículo se organiza así: en la sección 2, describimos brevemente el marco C-INCAMI; en la sección 3, definimos el flujo de actividades propuesto que intervienen en el proceso de medición y evaluación; en la sección 4, se presenta un ejemplo teniendo en cuenta las actividades del proceso *Definición de Requerimientos no Funcionales*. Finalmente, en las secciones 5 y 6, se analizan trabajos relacionados al modelado de proceso de medición y evaluación, y las conclusiones respectivamente.

2. PANORAMA DEL MARCO C-INCAMI

El marco C-INCAMI se basa en el principio de que una organización que busque medir y evaluar un proyecto de software de un modo eficaz, debe hacerlo orientado a un propósito, por lo cual debe especificar requerimientos no funcionales a partir de la identificación de una necesidad de información. Además puede especificar el contexto de información relevante al proyecto. Luego, debe diseñar y seleccionar un conjunto específico de métricas útiles para el propósito definido. Por último, debe interpretar los valores obtenidos por medio de indicadores, para evaluar el grado de satisfacción que proporcionan los requerimientos, y finalmente, sacar conclusiones y dar recomendaciones apropiadas. Este marco conceptual está formado por componentes principales tales como:

1. *Definición y Especificación de Requerimientos no Funcionales*
2. *Especificación del Contexto del Proyecto*
3. *Diseño y Ejecución de la Medición*
4. *Diseño y Ejecución de la Evaluación*
5. *Análisis y Recomendación*

La mayoría de los componentes están soportados por muchos de los términos ontológicos definidos en [9, 10]. En la figura 1.a, se muestra un diagrama de clases UML en el cual se especifican los componentes antes mencionados. En lo que sigue de esta sección, se resaltarán el texto con *itálica* cuando se mencionen términos y atributos que forman parte de estos componentes.

El componente *Definición y Especificación de Requerimientos no Funcionales*, permite establecer la necesidad de información (*Information Need*) del proyecto de medición y evaluación. Generalmente una necesidad de información surge de un objetivo específico a nivel de proyecto u organización. La necesidad de información describe el propósito (*purpose*) y el punto de vista de usuario (*userViewpoint*). A su vez, la necesidad de información es descrita por un concepto calculable (*CalculableConcept*), y especifica una categoría de entidad (*EntityCategory*). Un concepto calculable puede ser definido como una relación abstracta entre atributos de un ente y una necesidad de información; en efecto, la calidad externa, costo, etc., son instancias de un concepto calculable. Un concepto calculable puede ser representado por un modelo (*ConceptModel*), como por ejemplo los modelos de calidad de software ISO 9126-1 [6]. En C-INCAMI, la calidad es

evaluada y medida mediante la cuantificación de conceptos de menor nivel de abstracción como son los atributos de un ente. El término atributo (*Attribute*) puede ser definido brevemente como una propiedad mensurable de una categoría de entidad (ejemplos de categorías de entidad de interés para la Ingeniería de Software y Web son los recursos, procesos, productos, servicios y proyectos). En resumen, este componente permite la definición, especificación e instanciación de requerimientos no funcionales de una manera bien establecida. En la figura 1.b se puede visualizar los términos, atributos y relaciones que forman parte del componente *Definición y Especificación de Requerimientos no Funcionales*.

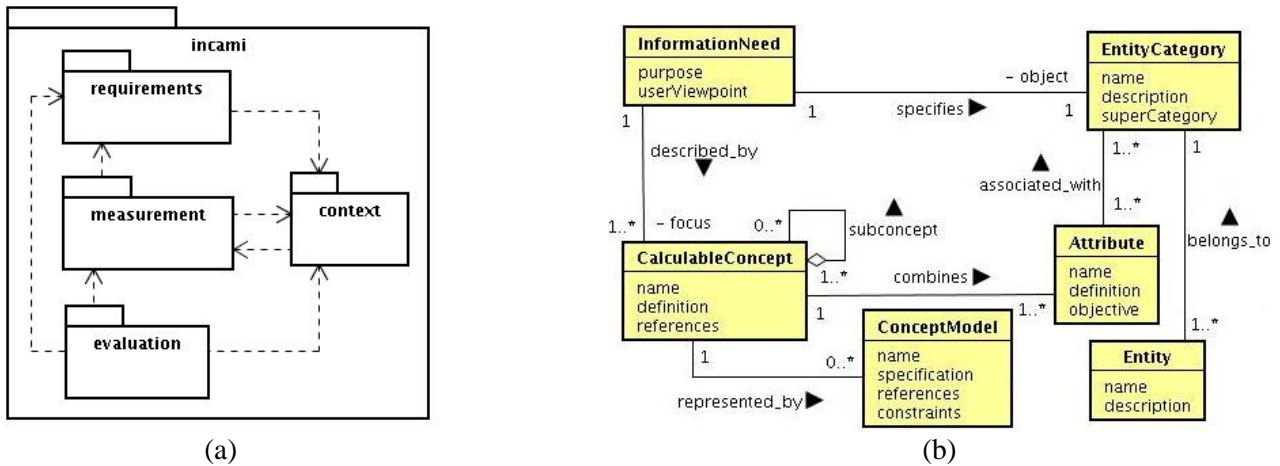


Figura 1: (a) Componentes del marco C-INCAMI (b) Principales conceptos y relaciones del componente *Definición y Especificación de Requerimientos no Funcionales*

El componente *Especificación del Contexto del Proyecto*, permite describir el contexto (*Context*) por medio de propiedades (*ContextProperty*) que sean relevantes para una necesidad de información (ver más detalle sobre contexto en [7]).

El componente *Diseño y Ejecución de la Medición*, permite especificar las métricas que se utilizarán en la medición. En general, cada atributo puede ser cuantificado por muchas métricas, pero en la práctica sólo una métrica debería ser seleccionada por cada atributo, dado un proyecto de medición específico. El concepto métrica (*Metric*) contiene la definición del método de medición o cálculo (*Measurement Method* o *Calculation Method*) y la escala (*Scale*). Un método de medición se aplica a una métrica directa (*Direct Metric*); por el contrario, un método de cálculo (en el cual interviene una *Fórmula*) se aplica a una métrica indirecta (*Indirect Metric*). Una vez que las métricas fueron seleccionadas, se está en condiciones de realizar la medición (*Measurement*), usando la definición de la métrica correspondiente para producir el valor (*value*) de una medida (*Measure*). Sin embargo, un valor de una métrica particular no representa el nivel de satisfacción de un requerimiento elemental (atributo), por lo tanto, se necesita definir una nueva correspondencia que producirá un valor de un indicador elemental.

El componente *Diseño y Ejecución de la Evaluación* permite especificar indicadores. Los indicadores son la base para la interpretación de atributos y conceptos calculables. Hay dos tipos de indicadores: los elementales y los globales. Particularmente, definimos un indicador elemental (*Elementary Indicator*) como un indicador que no depende de otros indicadores para evaluar o estimar un concepto de más bajo nivel de abstracción como son los atributos. Por otro lado, definimos un indicador parcial o global (*Global Indicator*) como un indicador que es derivado de otros indicadores para evaluar o estimar un concepto de alto nivel de abstracción (como son los subconceptos y conceptos calculables, por ej. de un modelo de calidad). El valor del indicador

global finalmente representa el grado de satisfacción global de los requerimientos para dicha necesidad de información.

Por último existe un componente de *Análisis y Recomendación* con el fin de soportar el análisis de datos y brindar recomendaciones para la toma de decisiones. En la siguiente sección modelaremos los procesos de Medición y Evaluación teniendo en cuenta estos componentes del marco C-INCAMI.

3. MODELANDO LOS PROCESOS DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN

Como se comentó en la sección 1, un proceso indica en principio qué es lo que hay que hacer, antes de cómo se debe hacer. Es decir, no especifica métodos ni herramientas de cómo llevar a cabo las actividades detalladas en el proceso. Por tal razón se puede decir que un proceso prescribe (o informa) un conjunto de fases y actividades, entradas y salidas, entre otros aspectos, que se deben considerar para robustecer la repetitividad y reproducibilidad. En nuestra propuesta, el proceso de medición y evaluación integra los siguientes procesos principales:

1. Definición de Requerimientos no Funcionales
2. Diseño de la Medición
3. Diseño de la Evaluación
4. Implementación de la Medición
5. Implementación de la Evaluación
6. Análisis y Recomendación

En la figura 2 se modelan estos procesos, como así también secuencias, paralelismos, entradas y salidas haciendo uso del diagrama de actividades. Esta propuesta tuvo en cuenta los estándares ISO del proceso para evaluadores [4] y del proceso de medición de software [5], como se discutirá en la sección de trabajos relacionados.

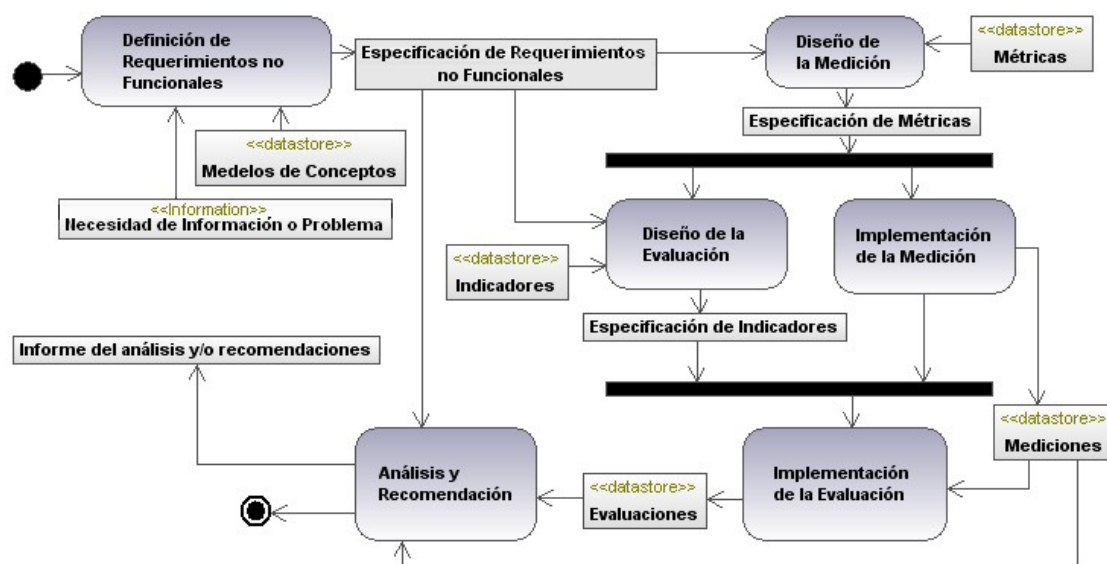


Figura 2: Especificación de los procesos de medición y evaluación

En las siguientes sub-secciones se discute en detalle el proceso *Definición de Requerimientos no Funcionales* (y se resumen los restantes por razones de espacio). En la sección 4 se presenta un ejemplo para este proceso.

3.1 Definición de Requerimientos no Funcionales

Como se aprecia en la figura 2, este es el primer proceso principal que se debe realizar para un proyecto de medición y evaluación. Tiene como entrada una necesidad de información específica. Este proceso consiste en la realización de tres subprocesos, a saber: *Establecer la Necesidad de Información*, *Especificar el Contexto* y *Seleccionar un Modelo de Concepto*. En el diagrama de la figura 3 se muestra el flujo de estas actividades, las cuales se detallan a continuación.



Figura 3: Flujo de actividades del proceso de *Definición de Requerimientos no Funcionales*

La actividad *Establecer la Necesidad de Información* se realiza con el fin de indicar cuál es el objetivo, el porqué se realizará la medición y evaluación y qué es lo que se quiere comprender, predecir o mejorar. Siguiendo el diagrama de la figura 4, podemos ver que esta actividad, en primer lugar, consiste en *Definir el propósito* y, luego, en *Definir el punto de vista de usuario*. Una vez definidos el propósito y el punto de vista es necesario *Establecer el objeto*, es decir, especificar cuál será la categoría de entidad (como ser un producto, un recurso, etc.) a ser caracterizada a través de la medición de sus atributos. Seguidamente, si se desea precisar en esta instancia del proceso, se puede *Establecer el ente* en concreto que se va a evaluar (tal como se ilustrará en la sección 4). Como se observa en la figura 4, es opcional en esta etapa el establecer un ente en particular, ya que podría ocurrir que no se sepa aún cuál será la entidad concreta. Sin embargo, el establecerla puede favorecer la realización de la actividad denominada *Identificar el foco* de la evaluación. Identificar el foco consiste en determinar cuál será el concepto de más alto nivel que se desea evaluar (por ejemplo calidad externa, calidad en uso) e identificar subconceptos asociados como por ejemplo usabilidad, eficiencia, portabilidad, etc.

De esta manera se completa la actividad *Establecer la Necesidad de Información*, teniendo como resultado el propósito y el punto de vista de usuario, como así también el foco para la necesidad de información acordada, y la categoría de la entidad que será objeto de estudio.

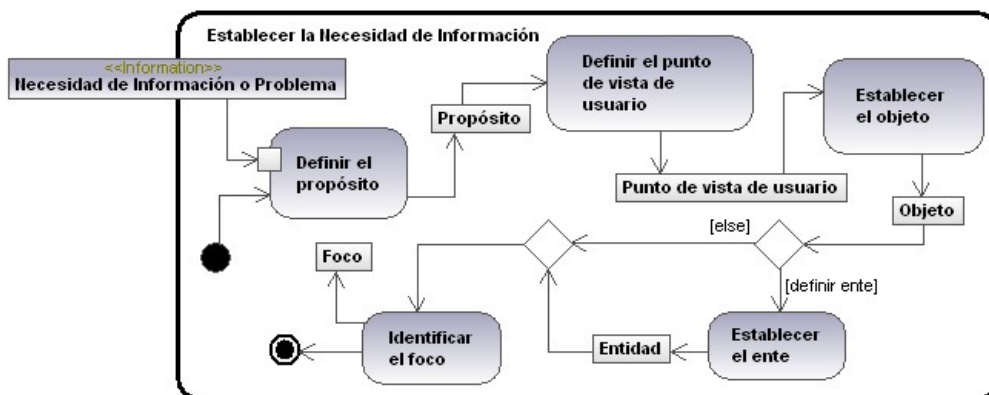


Figura 4: Actividades que forman parte del subproceso *Establecer la Necesidad de Información*

Retomando la figura 3, notamos que una vez finalizada la actividad *Establecer la Necesidad de Información* se debe optar por realizar la actividad *Especificar el contexto* del proyecto. Contemplar esta actividad puede favorecer un análisis más robusto de datos provenientes de distintos proyectos y organizaciones [7]. Si se observa la figura 5, vemos que la actividad *Especificar el contexto* se puede dividir en dos subactividades. La primera de ellas consiste en *Seleccionar las propiedades que caracterizan el contexto*. Es decir, identificar aquellas propiedades que son relevantes al contexto del proyecto en cuestión, tal como pueden ser el tipo de ciclo de vida de desarrollo utilizado, el grado de experiencia de los desarrolladores, entre otras. Una vez que se han definido las propiedades que caracterizan el contexto, se debe proceder a realizar la segunda subactividad, la cual implica cuantificar cada una de estas propiedades usando alguna métrica. Como se muestra en la figura 5, dicho proceso se realiza iterativamente mediante la actividad *Cuantificar propiedad de Contexto en base a la métrica asociada*. Cabe aclarar que para la realización de esta actividad (*Especificar el contexto*) sería deseable por cuestión de reuso contar con un repositorio de propiedades de contexto con sus métricas asociadas [12]. Al finalizar estas dos actividades, obtendremos como salida una especificación del contexto, es decir, las propiedades más relevantes y sus valores.

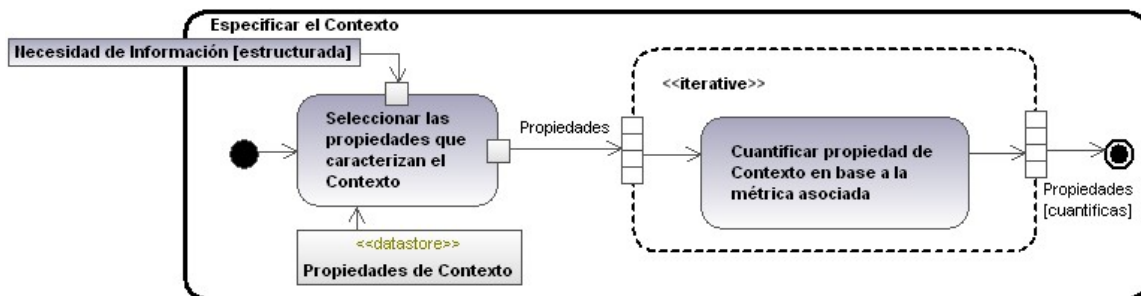


Figura 5: Actividades para el subproceso *Especificar el contexto*

Retomando la figura 3, la última actividad es *Seleccionar un Modelo de Concepto*, y comprende dos subactividades: *Seleccionar un Modelo* y *Editar el Modelo* (ver figura 6). *Seleccionar un Modelo* consiste en escoger un modelo de concepto que relacione los conceptos y subconceptos establecidos para el foco identificado. En el caso de que el modelo elegido no sea totalmente adecuado, por ejemplo, debido a que no tenga todas las relaciones entre los subconceptos, o no contenga atributos, se debe realizar la actividad *Editar el Modelo*. Esta actividad consiste en agregar o quitar subconceptos, atributos y relaciones. Una vez finalizada la selección y edición del modelo de concepto obtendremos un árbol de requerimientos, el cual tendrá como nodo raíz el concepto foco, como hojas los atributos, y como nodos intermedios los subconceptos (en la figura 8 se muestra un ejemplo de un árbol de requerimientos).

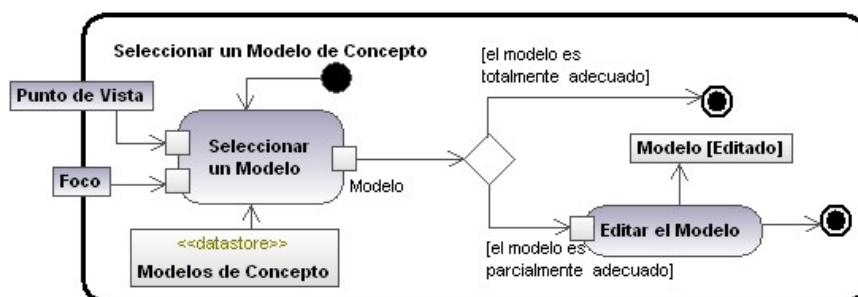


Figura 6: Actividades que intervienen al momento de elegir un modelo de concepto

Al finalizar todas las actividades modeladas en la figura 3 se obtiene como salida un documento estructurado con la especificación de los requerimientos no funcionales, conteniendo un modelo de calidad instanciado, el propósito, el punto de vista de usuario, la especificación del contexto, la categoría de la entidad a evaluar (y opcionalmente el ente) y el foco de la evaluación.

3.2 Diseño de la Medición

Este proceso permite identificar cuáles serán las métricas que se utilizarán en el proceso *Implementación de la Medición* (sección 3.4), para obtener las medidas de los atributos de la entidad. Es importante notar que este proceso no consiste en diseñar las métricas en sí, sino sólo en identificar y asignar las métricas más apropiadas para cada uno de los atributos del árbol, seleccionándolas desde un catálogo de métricas. Por ello es conveniente contar con un repositorio de métricas (el catálogo), las cuales deberían haber sido diseñadas y acordadas previamente por expertos.

Básicamente en este proceso se debe llevar a cabo la actividad *Asignar una métrica a cada atributo*. Como se observa en la figura 7, ésta consiste en realizar las siguientes subactividades para cada atributo del árbol de requerimientos, a saber: *Seleccionar una métrica que cuantifique el atributo*; en el caso de que la métrica sea indirecta, se debe *Recuperar las métricas relacionadas* y luego *Recuperar los atributos que son cuantificados por las métricas relacionadas*; y, por último, en el caso de que exista alguna herramienta disponible que automatice el método de medición o de cálculo, se puede realizar la actividad *Seleccionar una herramienta*.

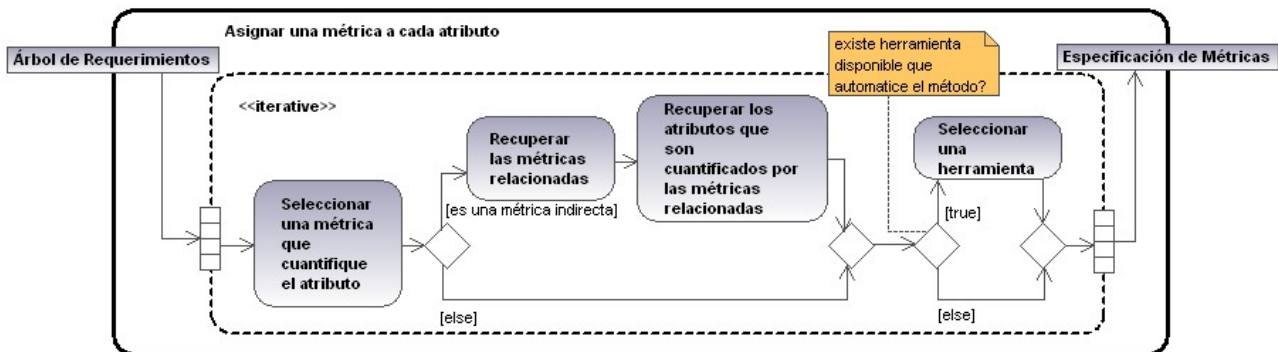


Figura 7: Subactividades de la actividad *Asignar una métrica a cada atributo*

Como salida de este proceso se obtiene un documento con la especificación de cada métrica asociada a cada uno de los atributos a cuantificar del árbol de requerimientos. Una métrica especifica además del nombre y el objetivo, la escala, el tipo de escala, el método de medición, la herramienta que automatiza el método, entre otros metadatos [10].

3.3 Diseño de la Evaluación

El *Diseño de la Evaluación* consiste en definir para cada atributo y concepto calculable un indicador que lo evaluará. Es decir, definir cómo se van a interpretar los valores de los atributos y conceptos. Un atributo es un requerimiento elemental, en tanto que un concepto calculable es un requerimiento parcial o global a satisfacer.

Como entradas a este proceso, se debe contar con los conceptos, atributos y métricas definidas en los procesos anteriores. El primer paso consiste en decidir si se utilizarán criterios comunes a todos los indicadores o no. En el caso de que se utilicen criterios de evaluación comunes, se debe realizar la actividad *Definir criterios comunes*. Esta actividad implica las subactividades: *Identificar una*

escala, Establecer un modelo global y Definir un método de cálculo. A su vez, la subactividad *Establecer un modelo global*, consiste en *Seleccionar un modelo global e Identificar los criterios de decisión.* Estos criterios se utilizarán para la interpretación de los valores obtenidos en la medición (ver mayor detalle de los conceptos pertenecientes a evaluación en [10]).

Luego se continúa con las actividades *Definir indicadores elementales* y *Definir indicadores globales.* El detalle de estas subactividades se encuentra especificado en un informe técnico, que no abordaremos en su descripción por cuestión de espacio.

Al finalizar el proceso *Diseño de la Evaluación*, como salida tendremos un documento de especificación de los distintos indicadores elementales y globales, el cual contiene la escala y los niveles (o grados) de aceptabilidad, entre otros metadatos, necesarios para calcular el árbol de requerimientos y determinar finalmente el nivel de satisfacción global para la necesidad de información establecida.

3.4 Implementación de la Medición

Este proceso consiste en obtener un valor o medida para cada uno de los atributos de una entidad, utilizando como entrada el conjunto de métricas obtenidas en el proceso *Diseño de la Medición*, y las herramientas (si las hubiera) que automatizan los métodos de medición. Para tal fin, es necesario tener una entidad concreta a la cual atribuirle los atributos y así poder medirlos. Por lo tanto, si aún no se ha establecido una entidad (tal cual se discutió en la sección 3.1), se debe realizar obligatoriamente la actividad *Establecer una entidad en particular.* Una vez establecida, se debe efectuar la actividad *Medir atributo* para cada uno de los atributos. Dicha actividad se realiza utilizando la herramienta que automatiza el método, o siguiendo la especificación dada en el método.

Como resultado obtendremos todos los valores asociados a cada uno de los atributos que caracterizan a una entidad.

3.5 Implementación de la Evaluación

Este proceso permite obtener los valores de los distintos indicadores, utilizando la especificación obtenida en el proceso *Diseño de la Evaluación*, el árbol de requerimientos y los valores obtenidos en el proceso *Implementación de la medición.* De esta forma podremos saber en qué proporción satisfacen los distintos conceptos calculables los requerimientos establecidos en la necesidad de información.

La *Implementación de la Evaluación* consiste en dos grandes actividades, a saber: *Implementación de la Evaluación Elemental* e *Implementación de la Evaluación Global.* La primera de ellas implica realizar la actividad *Calcular Indicador Elemental* para cada atributo, y así obtener todos los valores de los indicadores elementales a partir de las medidas correspondientes. Para obtener dichos valores se puede utilizar la herramienta que automatiza el método de cálculo, o siguiendo la especificación del método. Una vez obtenidos todos los valores de los indicadores elementales, sólo resta realizar la actividad *Implementación de la Evaluación Global.* Esta actividad produce (computa) todos los valores de los indicadores parciales/globales.

Al finalizar este proceso se obtienen los valores de los distintos indicadores (elementales/parciales/globales), que servirán de entrada a procesos de análisis y recomendación.

4. ILUSTRACIÓN DE LA DEFINICIÓN DE REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES

En [11] se desarrolló un caso de estudio, en el cual se mostró cómo algunos aspectos de la calidad externa de un sitio de e-commerce pueden mejorarse aplicando de manera sistemática WMR (*Web Model Refactoring*) y evaluando su impacto en diferentes atributos de la entidad analizada. Dicho caso se centró particularmente en aspectos relacionados a la usabilidad y al contenido, y la entidad concreta era el carrito de compras del sitio Cúspide. A partir de este caso, ejemplificamos las tres grandes actividades que se deben llevar a cabo durante el proceso *Definición de Requerimientos no Funcionales*.

Observando la figura 3, la primera actividad que se debe realizar es *Establecer la Necesidad de Información* que a su vez consta de cinco subprocesos (ver figura 4). Para establecer la necesidad de información primero debemos *Definir el propósito*, el cual es “comprender y mejorar”, luego *Definir el punto de vista de usuario*, que es el “usuario final”, ya que será el mismo quien percibirá las mejoras en la usabilidad y contenido del ente. A continuación, la siguiente actividad es *Establecer el objeto*, el que se identifica como un “producto Web” y que al *Establecer la entidad*, se acuerda que sea el “carrito de compras de Cúspide” como ente concreto a medir y evaluar. Por último, se realiza la actividad *Identificar el foco*, el cual es la “calidad externa”, teniendo en cuenta particularmente aspectos de usabilidad y contenido. Por lo que el concepto calculable es la calidad externa y los subconceptos asociados son usabilidad y contenido.

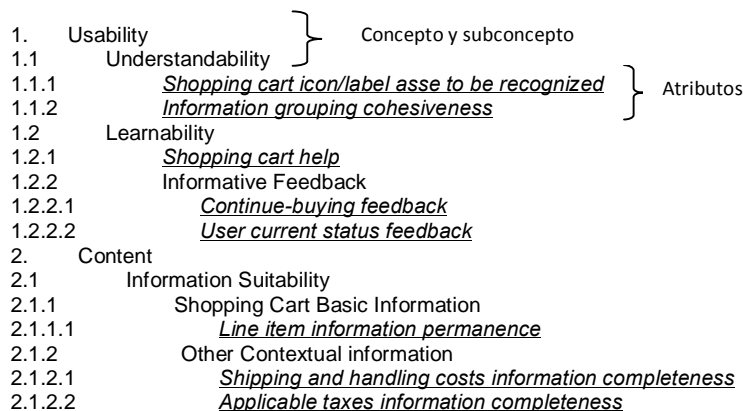


Figura 8: Ejemplo de un árbol de requerimientos para el foco *Calidad Externa*

Una vez finalizada la actividad *Establecer la Necesidad de Información*, procedemos a *Especificar el Contexto* (figura 3), que para el caso de estudio fue relevante. Las propiedades en ese proyecto fueron: 1) “el tipo de ciclo de vida de modificación” utilizado, y 2) “el tipo de técnica” utilizada para realizar las modificaciones. Una vez finalizada la actividad anterior de *Seleccionar las propiedades que caracterizan el contexto*, se debe realizar, para cada propiedad, la actividad *Cuantificar propiedad de Contexto en base a la métrica asociada*. Esta actividad produce como valor para la propiedad 1) “Metodología Ágil”, y para la 2) “WMR”.

Ahora sólo resta *Seleccionar un Modelo de Concepto*. Según la figura 6, primero se debe *Seleccionar un modelo* que relacione los diferentes conceptos (calidad externa, usabilidad, contenido). En el caso estudiado se usó el Modelo de Calidad Externa propuesto por la ISO, ya que contiene los conceptos mencionados. Pero este modelo no es totalmente adecuado debido a que no posee atributos y contiene otros subconceptos (Funcionalidad, Eficiencia, etc.) que no son necesarios para el propósito fijado. Por tal motivo se debe realizar, como se puede observar en la figura 6, la actividad *Editar el modelo*, quitando los conceptos que no son útiles y agregando

atributos. Como salida de esta actividad obtendremos un árbol de requerimientos con todos los componentes del modelo de concepto, tal como se ilustra en la figura 8.

5. TRABAJOS RELACIONADOS

La ISO/IEC ha definido estándares para los procesos de medición de software [5] y de evaluación de software, particularmente el proceso para evaluadores que se describe en el documento ISO 14598-5 [4]. En el estándar ISO 15939 se especifican las cuatro actividades que guían el proceso de medición de software, y menciona que dos de éstas son el núcleo del proceso. Ambas actividades principales son: *Planear el proceso de la medición* y *Ejecutar el proceso de la medición*. El otro estándar (ISO 14598-5) se basa en cinco actividades, a saber: *Establecimiento de los requerimientos de la evaluación*, *Especificación de la evaluación*, *Diseño de la evaluación*, *Ejecución de la evaluación* y *Conclusión de la evaluación*. En este documento se describen cuales son las entradas y salidas de estas cinco actividades, como así también la secuencia y puntos de control. Sin embargo no existe un estándar ISO que integre estos dos procesos en uno sólo, lo que implicaría que algunas actividades (o subactividades) se deberían fusionar por tener los mismos propósitos y por ende evitar la redundancia. También cabe mencionar que no hay un claro consenso en algunos de los términos utilizados en estos estándares, lo cual lleva a confusión, tal cual se discute en [9].

Por otro lado, podemos mencionar el estándar de facto CMMI, en el cual el *área de proceso de medición y análisis* es de gran importancia ya que es un área de soporte a todas las demás áreas de proceso [2]. Esta estrategia proporciona a las organizaciones un marco de trabajo a la hora de alinear los objetivos y necesidades de medición con un enfoque de medición orientado a metas, basado en las ideas de GQM (*Goal-Question-Metric*) [1], y del proceso de medición definido en el estándar ISO 15939. Si bien especifica prácticas (específicas y genéricas) para poder lograr los distintos objetivos propuestos en las áreas de proceso, no define un modelo de proceso en sí, es decir, sólo indica prácticas (como acciones/actividades) sin establecer claramente secuencias, paralelismos, puntos de control, entre otros aspectos. Algunas de las prácticas específicas que menciona en el documento para el área de proceso de *medición y análisis* son: *Establecer los objetivos de la medición*, *Especificar las medidas*, *Obtener datos de la medición*, *Analizar datos de la medición*, entre otras. Sin embargo, no distingue claramente entre medición y evaluación adoleciendo además de una base conceptual robusta, ontológica.

Nuestra propuesta se ha basado en los procesos que subyacen en la metodología WebQEM [10], los cuales habían considerado de alguna manera el proceso para evaluadores, y el proceso de medición de software de la ISO. El presente trabajo contribuye respecto de los anteriores en el detalle de la especificación del proceso y sus actividades. Ahora se encuentran integrados los procesos de medición y evaluación, no sólo desde el punto de vista de las actividades que los componen sino también desde el punto de vista del marco conceptual, con base ontológica.

6. CONCLUSIÓN

En el presente trabajo hemos definido los procesos principales que deben llevarse a cabo al momento de diseñar y ejecutar un programa, y en particular, un proyecto de medición y evaluación en el área de software. Como se ha discutido, estos procesos involucran la identificación de los objetivos con los que se realiza la medición y evaluación, el objeto o entidad bajo análisis, las métricas a utilizar para cuantificar atributos y la interpretación de las medidas, la forma en que se lleva adelante el análisis y las recomendaciones a partir de los resultados obtenidos y los objetivos establecidos en la necesidad de información. Para tal fin se han especificado detalladamente las actividades, subactividades, entradas y salidas, etc. y, por cuestiones de espacio, nos hemos concentrado en ilustrar principalmente el proceso *Definición de Requerimientos no Funcionales*.

Contar con la especificación de un modelo de proceso para medición y evaluación como el propuesto, permite que las organizaciones puedan realizar programas y proyectos para el aseguramiento de calidad que sean más repetibles, reproducibles y objetivos, sin tener que empezar a menudo de cero. Como trabajo en marcha, se está adaptando la herramienta INCAMI_Tool con el fin de cumplir estrictamente el proceso descrito.

REFERENCIAS

- [1] Basili V., Rombach H.D. (1989) “The TAME Project: Towards Improvement-Oriented Software Environments”, IEEE Transactions on Software Engineering, 14(6), pp. 758-773.
- [2] CMMI, Capability Maturity Model Integration (2002), Version 1.1 CMMISM for Software Engineering (CMMI-SW, V. 1.1) Staged Representation CMU/SEI-2002-TR-029, CMMI Product Team, SEI Carnegie-Mellon University (Available on-line)
- [3] Curtis, B.; Kellner, M.; Over, J., (1992) “Process Modelling”, Comm. ACM 35, 9; p. 75-90.
- [4] ISO/IEC 14598-5 (1999). “International Standard, Information technology - Software product evaluation - Part 5: Process for evaluators”.
- [5] ISO/IEC 15939 (2002). “Software Engineering - Software Measurement Process”.
- [6] ISO/IEC 9126-1. Software Engineering Product Quality - Part 1: Quality Model, 2001.
- [7] Molina H.; Olsina L.; 2008, Assessing Web Applications Consistently: A Context Information Approach, In proceed. of IEEE Computer Society, 8th Int’l Congress on Web Engineering (ICWE08), NY, USA, pp. 224-230, ISBN 978-0-7695-3261-5.
- [8] Olsina, L., (1997) Applying the Flexible Process Model to build Hypermedia Products. Hypertext and Hypermedia: Tools, Products, Methods (HHTPM 97), Paris, France, Hermes Ed., Vol I N. 1-2-3 pp. 211-221, ISSN 1280-7842
- [9] Olsina, L., Martín, M. (2004). Ontology for Software Metrics and Indicators, Journal of Web Engineering, Rinton Press, US, Vol 2 N° 4, pp. 262-281, ISSN 1540-9589
- [10] Olsina, L., Papa, F., Molina, H. (2007) How to Measure and Evaluate Web Applications in a Consistent Way. Ch. 13 in Springer Book, Human-Computer Interaction Series, titled Web Engineering: Modeling and Implementing Web Applications; Rossi, Pastor, Schwabe, and Olsina (Eds.), pp. 385–420.
- [11] Olsina, L.; Rossi, G; Garrido, A.; Distante, D.; Canfora, G.; 2007, Incremental Quality Improvement in Web Applications Using Web Model Refactoring, Proceed. of Springer LNCS 4832, 1st Int’l Workshop on Web Usability and Accessibility (IWWUA’07), M. Weske, M.-S. Hacid, C. Godart (Eds.): WISE 2007 Workshops, pp. 411–422.
- [12] Rivera María B.; Molina, H; Olsina L. (2007) Sistema Colaborativo de Revisión para el soporte de información de contexto en el marco C-INCAMI, en Actas (CD-ROM) del XIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC 2007), Workshop WISBD, Corrientes, pp 518-529; ISBN 978-950-656-109-3.