

## Aplicación de una Estrategia Integrada de Mejora que considera Requisitos Funcionales y No Funcionales

Denis Peppino, Guido Tebes, Santiago Nicolau, M.F. Papa, Pablo Becker y Luis Olsina

GIDIS\_Web, Facultad de Ingeniería, UNLPam

{denispeppino92, guido.tebes92}@gmail.com; shnicolau@yahoo.com.ar;  
{pmfer, beckerp, olsinal}@ing.unlpam.edu.ar

**Abstract.** Toda organización establece y persigue sus metas de negocio. Una meta de negocio siempre posee un propósito o intencionalidad, es decir, la razón para alcanzarla. Las organizaciones deberían seleccionar una estrategia adecuada para cada propósito. Básicamente, una estrategia específica qué hacer y cómo hacerlo, para ayudar a alcanzar el propósito subyacente. Los propósitos pueden estar dirigidos a evaluar, desarrollar, probar, o mantener una entidad. Algunos propósitos de evaluación particulares, tales como comprender o monitorear, pueden ser alcanzados por estrategias que conllevan actividades de definición de requisitos no funcionales, medición, evaluación y análisis. Mientras que otros propósitos de evaluación, como mejorar o controlar, implican además actividades de cambio. Por lo tanto, estas estrategias también deberían considerar actividades de definición de requisitos funcionales. En vista de lo anterior, en este trabajo se desarrolla un caso donde se aplica una estrategia para mejorar una herramienta didáctica, considerando requisitos funcionales y no funcionales.

**Keywords:** Requisito Funcional, Requisito No Funcional, Estrategia, Mejora, Herramienta didáctica JGUIAr.

### 1 Introducción

Las organizaciones comúnmente establecen metas de negocio a distintos niveles organizacionales. En la declaración de una meta siempre subyace un propósito o intencionalidad. El propósito de una meta es la razón para alcanzarla. Los propósitos se pueden clasificar en las siguientes cuatro categorías: evaluación, desarrollo, mantenimiento o cambio [1], y testing. Ejemplos de propósitos de evaluación son comprender, monitorear, mejorar, seleccionar una alternativa, controlar, entre otros; mientras que ejemplos de propósitos de desarrollo y de mantenimiento son crear, agregar, eliminar o modificar una propiedad y/o capacidad concreta de una entidad. Propósitos de testing son, por ejemplo, revisar, verificar y validar.

A partir de una meta de negocio se pueden desprender dos tipos de requisitos: los *funcionales* (RFs) que especifican las propiedades y capacidades que debe tener una entidad (por ej., un sistema); y los *no funcionales* (RNFs) que especifican restricciones de calidad (por ej., usabilidad, mantenibilidad, etc.) sobre esas propiedades y capacida-

des. Particularmente, las metas de negocio con un propósito que pertenezca a la categoría de evaluación involucran siempre la definición de RNFs, mientras que la definición de RFs es necesaria solo para aquellos propósitos de evaluación que implican cambios (como son mejorar y controlar). Para propósitos específicos de desarrollo, mantenimiento y testing, siempre se realiza una declaración de RFs. Generalmente, los RFs pueden requerir ser satisfechos por restricciones de RNFs, y para esto los propósitos de evaluación juegan un papel fundamental también.

A fin de alcanzar las metas de negocio, y por ende satisfacer los RFs y RNFs, las organizaciones formulan proyectos y utilizan estrategias. Una estrategia es un recurso que define un curso de acción específico a seguir, es decir, especifica qué se debe hacer y cómo hacerlo. Para ello, las estrategias deberían integrar tres pilares [2], a saber: i) una base conceptual de dominio bien establecida, ii) una especificación del proceso, y iii) especificaciones de métodos. Como beneficio, las organizaciones que consideren llevar adelante proyectos de un modo sistemático mediante el empleo de estrategias integradas, pueden asegurar repetitividad de procesos y consistencia de resultados.

En [1, 3, 4], se discute una familia de estrategias que se utilizan para alcanzar diferentes propósitos de evaluación. Por ejemplo, los propósitos para comprender, monitorear y seleccionar una alternativa, pueden ser alcanzados a través de *estrategias de medición y evaluación*. Según [1], una estrategia de medición y evaluación es aquella que conlleva actividades de definición de RNFs, medición, evaluación y análisis. Por otra parte, otros propósitos de evaluación, tales como mejorar y controlar, generalmente implican realizar cambios en la entidad. Para alcanzar estos últimos propósitos, en [1] se discuten *estrategias de medición, evaluación y cambio*, las cuales implican actividades de definición de RFs y cambio, además de las actividades antes mencionadas.

Recientemente, en [5] se especificó la ontología de RFs y su vinculación con la ontología de RNFs. La integración de estas bases conceptuales da sustento a la especificación de estrategias destinadas a alcanzar metas que requieren la instanciación de RFs y de RNFs. En [5] se hizo hincapié en el marco teórico, dejando su aplicabilidad a ser ilustrada en otro artículo. Por lo tanto, en este trabajo se pone énfasis en ilustrar una estrategia de medición, evaluación y cambio para alcanzar metas de negocio en las que el propósito que subyace es mejorar. Concretamente se ilustra la estrategia denominada GOCAMEC (*Goal-Oriented Context-Aware Measurement, Evaluation and Change*) [1] para alcanzar la siguiente meta de negocio: “mejorar al menos 15 puntos porcentuales (p.p.) la calidad externa de la aplicación JGUIAr<sup>1</sup> v. 1.3 en un periodo de 3 meses”. JGUIAr (*Java Graphic User Interface Architect*) es una herramienta didáctica utilizada desde el año 2014 por los alumnos de la asignatura Programación Orientada a Objetos (POO) de la Facultad de Ingeniería de la UNLPam. Su función principal es facilitar el aprendizaje del diseño de interfaces gráficas, utilizando el paquete AWT de Java. En un estudio previo [6] se detectaron oportunidades de mejora de JGUIAr, las que motivaron la realización de este trabajo.

A lo largo de este artículo se resaltarán aspectos de RFs y RNFs para enriquecer las actividades y métodos de GOCAMEC. Este caso aplicado permitirá al lector apreciar la importancia de contar con estrategias que posean los tres pilares antes mencionados.

---

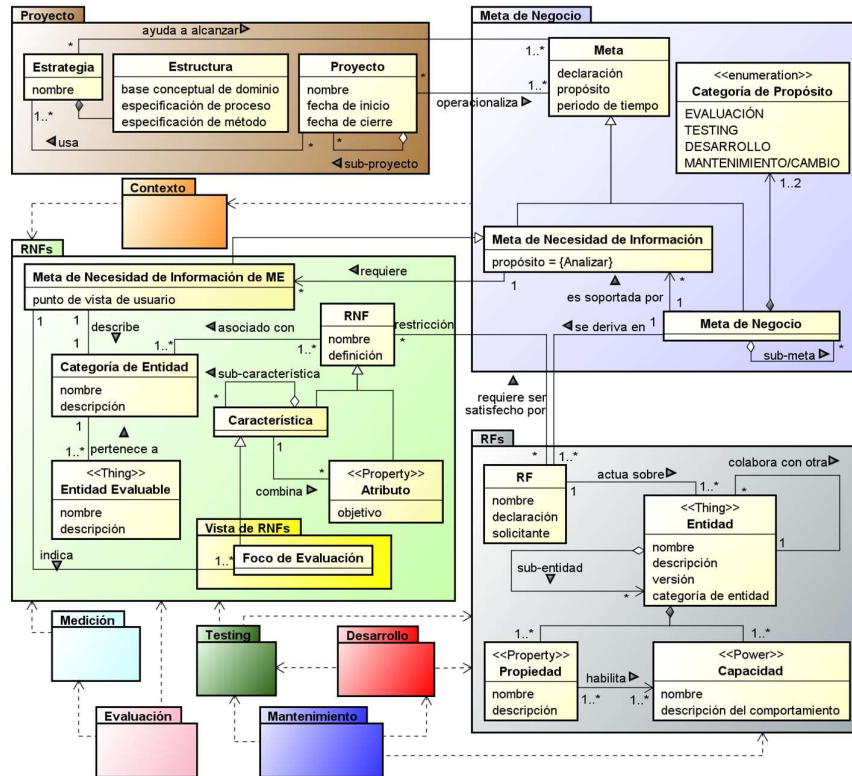
<sup>1</sup> <https://sites.google.com/site/jguiarsoftware/>

El resto del artículo está organizado de la siguiente manera: la Sección 2 define los términos mínimos y necesarios para la comprensión del trabajo; la Sección 3 describe el proceso de la estrategia GOCAMEC; la Sección 4 ilustra la aplicación de dicha estrategia sobre la herramienta didáctica JGUIAr; la Sección 5 analiza trabajos relacionados; y finalmente, la Sección 6 muestra las principales conclusiones y trabajos futuros.

## 2 Marco Conceptual

Teniendo en cuenta que uno de los pilares de una estrategia integrada es contar con una base conceptual de dominio bien establecida, en esta sección se presenta un marco conceptual que contiene los términos necesarios para diferentes familias de estrategias que consideran propósitos de evaluación, desarrollo, mantenimiento y testing. Este marco se construye sobre bases conceptuales estructuradas en ontologías. En la Fig. 1 se muestran los diferentes componentes del marco conceptual y los principales términos, relaciones y atributos utilizados en este trabajo. La totalidad de los términos incluidos en los componentes *Proyecto*, *RNFs*, *Meta de Negocio*, *Contexto* y *Vista de RNFs* se definen en [5], mientras que los términos de los componentes *Medición* y *Evaluación* se encuentran en [2]. A continuación, se definen algunos de los términos de la Fig. 1:

- Paquete **Meta de Negocio**:
  - *Meta*: declaración del objetivo a alcanzar por la organización, la cual considera el contenido proposicional de un *propósito* en un periodo de tiempo y contexto determinado.
  - *Meta de Necesidad de Información*: es una *meta* que está destinada a dar soporte a una *meta de negocio* dada.
  - *Meta de Negocio*: es una *meta* principal que la organización intenta alcanzar.
  - *Propósito*: razón fundamental que subyace en la declaración de una *meta*.
- Paquete **Proyecto**:
  - *Estrategia*: principios y un marco conceptual de un dominio particular que puede ser especificado mediante un conjunto de procesos personalizados, además de un conjunto apropiado de métodos y herramientas, como recursos principales, que ayudan a alcanzar el *propósito* de la *meta* del *proyecto*.
- Paquete **RFs**:
  - *Capacidad*: facultad de una *entidad* que refiere a lo que se supone que hace o debe hacer y cómo se comporta.
  - *Entidad*: objeto concreto a ser desarrollado o modificado considerando sus *propiedades* y *capacidades*.
  - *Propiedad*: aspecto de una *entidad* que refiere a su constitución intrínseca, estructura o partes de la misma.
  - *RF*: establece qué hace o debe hacer una *entidad* nueva o existente (o sub-entidad), a través de sus *propiedades* y/o *capacidades*. Nota: para que el RF sea operacionalizado, se puede establecer la acción a ser realizada sobre la *entidad*.
- Paquete **RNFs**:
  - *Atributo*: es una propiedad física o abstracta medible asociada a una *categoría de entidad*. Nota: un atributo representa un *RNF* elemental.



**Fig. 1.** Componentes del marco conceptual y términos, relaciones y atributos más relevantes para este trabajo. (Notar que los términos de los paquetes RFs y RNFs están enriquecidos semánticamente por [7]. ME significa Medición y Evaluación.)

- *Característica*: representa un *RNF* no elemental, el cual combina *atributos*.
- *Categoría de Entidad*: es una categoría de objeto a ser evaluada a través de sus *atributos* y *características* asociadas.
- *Entidad Evaluable*: es un objeto concreto a ser evaluado.
- *Meta de Necesidad de Información de Medición y Evaluación (ME)*: es una *meta de necesidad de información* dirigida por actividades de medición y evaluación.
- *RNF*: representa una restricción a través de una *característica* o *atributo* a ser evaluado sobre cómo o cuan bien una *entidad evaluable* se desempeña o desempeñará. Nota: un *RF* puede requerir ser satisfecho por restricciones, las cuales son representadas por *RNFs*.

Es importante mencionar que, por cuestiones de espacio, en la Fig. 1 no se incluyeron dos conceptos importantes, a saber: *métrica* (paquete Medición), la cual contiene un procedimiento de medición o de cálculo y escala definidos; e *indicador* (paquete Evaluación), que posee un procedimiento de cálculo y escala definidos, además del modelo

y los criterios de decisión para obtener una estimación o evaluación de un *RNF*.

### 3 Descripción del Proceso de la Estrategia GOCAMEC

Como se mencionó en la Sección de Introducción, una estrategia integrada debe contar con una especificación del proceso (segundo pilar). A continuación se describe el proceso genérico de la estrategia GOCAMEC (ver Fig. 2), resaltando en *itálica* los términos definidos en la base conceptual de la Sección 2.

La primera actividad a realizar es Definir los RNFs (A1), la cual tiene como entrada algún modelo de calidad (por ej. aquellos prescriptos en [8]) y tiene como objetivo definir los *atributos* y *características* de calidad a evaluar. En A1 también se define el contexto de la *entidad evaluable*. Como resultado se obtiene el documento Especificación de RNFs, el cual incluye entre otras cuestiones un Árbol de RNFs. Luego, en la actividad Diseñar la Medición y la Evaluación (A2) se seleccionan *métricas e indicadores* para cada *atributo* y *característica* del Árbol de RNFs. La salida de la actividad A2 es la Especificación de Métricas e Indicadores. Una vez obtenida esta especificación se está en condiciones de Implementar la Medición y Evaluación (A3) para obtener los valores de medidas/indicadores. En paralelo con A3 (ver Fig. 2) se puede Diseñar el Análisis (A4.1), que consiste en establecer los criterios para el análisis de los resultados. Una vez finalizadas A3 y A4.1, se debe Analizar los Resultados (A4.2). El objetivo de esta actividad es detectar debilidades en la *entidad evaluable* y recomendar cambios. Como resultado se produce un Informe de Conclusión/Recomendación.

En caso de no existir recomendaciones de cambios en la *entidad* y/o en su contexto, por ejemplo debido a que el nivel de satisfacción alcanzado es óptimo, el proceso culmina. Por el contrario, si existen recomendaciones de cambio debido a debilidades detectadas, se procede a Diseñar los Cambios (A5), generando un Plan de Mejora en el cual se indican los cambios específicos a realizar. Estos cambios implican definir *RFs*.

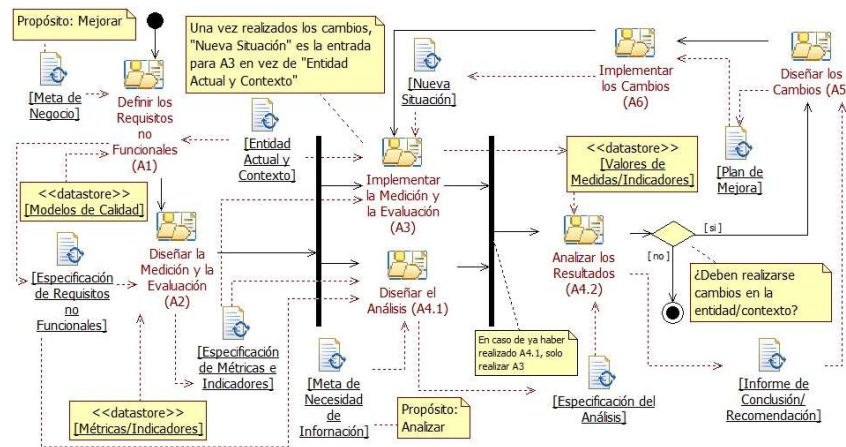


Fig. 3. Especificación de proceso para la estrategia GOCAMEC.

Luego, el plan sirve como insumo para Implementar los Cambios (A6). El resultado es una nueva versión de la *entidad* bajo estudio.

Como se observa en la Fig. 2, una vez finalizada la actividad A6 se debe ejecutar nuevamente A3 con el fin de realizar la medición y evaluación sobre la nueva *entidad*. A partir de estos nuevos resultados, en A4.2 se analiza si los cambios han permitido incrementar el nivel de satisfacción alcanzado por los *RNFs*. Si la mejora no es suficiente para alcanzar la *meta de negocio* principal, se pueden realizar nuevos ciclos de cambio, reevaluación y análisis hasta alcanzar la *meta* establecida por la organización.

Como hemos visto, para alcanzar el propósito mejorar, GOCAMEC cuenta con un conjunto de actividades que permiten: i) comprender el estado actual de la entidad evaluada y recomendar cambios (actividades A1-A4.2); ii) realizar los cambios sobre la entidad concreta y sus sub-entidades (actividades A5 y A6); y iii) comprender el estado ulterior al cambio (re-ejecución de actividades A3 y A4.2).

#### 4 Caso Aplicado: Uso de GOCAMEC para Mejorar JGUIAr

En esta sección se ilustra un caso de estudio en el cual se aplica la estrategia integrada GOCAMEC para alcanzar la siguiente meta de negocio: “mejorar al menos 15 p.p. la calidad externa de la aplicación JGUIAr v. 1.3 en un periodo de 3 meses”. En esta meta subyace el propósito mejorar, y para alcanzarlo, el proceso de GOCAMEC permite: i) *Comprender las debilidades de la calidad externa de JGUIAr*; ii) *Aplicar cambios a la versión actual de JGUIAr (v. 1.3)*; y iii) *Comprender la calidad externa de JGUIAr luego de los cambios (es decir, JGUIAr v. 1.4)*. A continuación, se ilustran las actividades y métodos de GOCAMEC.

**Definir los RNFs (A1):** A partir de la meta de negocio se determinó que el foco de evaluación es la Calidad Externa. En la 1<sup>ra</sup> columna de la Tabla 1 se puede apreciar el Árbol de RNFs definido, donde la característica raíz o foco de evaluación es “*Calidad Externa*”, y las sub-características a evaluar son “*Usabilidad*”, “*Calidad de la Información*” y “*Calidad funcional*”. Se identificaron 22 atributos relacionados a alguna de las sub-características mencionadas. Uno de ellos es “*Prevención de errores para entradas en campos obligatorios*” (PEECO, codificado 1.2.4.1.1.1 en Tabla 1), definido como “grado en que se proporcionan mecanismos para prevenir errores o incidentes en campos obligatorios”. En A1 también se definieron aspectos relativos al contexto. Por ej., los usuarios del sistema serían estudiantes de la asignatura POO que no tuvieran experiencia en el desarrollo de interfaces gráficas con el lenguaje de programación Java.

**Diseñar la Medición y la Evaluación (A2):** Una vez definidos los RNFs, se seleccionó desde un repositorio de “Métricas/Indicadores” una métrica y un indicador elemental para cada atributo, y un indicador derivado para cada característica. Cabe recordar que el tercer pilar de una estrategia integrada son las especificaciones de sus métodos, en nuestro caso los métodos particulares son las métricas e indicadores. En la Fig. 3a, se ilustra la plantilla utilizada para especificar métricas directas. Particularmente, se ejemplifica la métrica directa para el atributo PEECO, mientras que en la Fig. 3b se ilustra la especificación del indicador elemental que permite interpretar el valor de dicho atributo. Vale aclarar que todos los indicadores utilizados en este trabajo tienen una

<u>MÉTRICA DIRECTA</u>	<u>INDICADOR ELEMENTAL</u>
<p><b>Nombre:</b> Nivel de Soporte para Entrada de Dato Obligatorio (NSED0)</p> <p><b>Objetivo:</b> Determinar el nivel de soporte (prevención de errores) para la entrada de datos obligatorios en un campo dado.</p> <p><b>Autor:</b> Peppino – Tebes      <b>Versión:</b> 1.0</p> <p><b>Procedimiento de medición:</b>  <b>Tipo:</b> Objetivo  <b>Especificación:</b> El experto inspecciona la pantalla donde se encuentra el campo dado para determinar el puntaje (0, 1 o 2). Donde 0 significa que el campo de dato obligatorio no posee ningún tipo de indicador sobre su obligatoriedad. 1 significa que el campo de dato obligatorio posee algún tipo de indicador sobre su obligatoriedad, pero la misma no es informada de forma explícita (por ejemplo, un * sin indicar en ningún lugar qué significa el mismo). Y 2 significa que el campo de dato obligatorio tiene un claro indicador sobre su obligatoriedad y la misma es informada de forma explícita.</p> <p><b>Escala numérica:</b>  <b>Representación:</b> Discreta  <b>Tipo de valor:</b> Entero  <b>Tipo de escala:</b> Absoluta</p>	<p><b>Nombre:</b> Nivel de Rendimiento del Soporte para Entradas de Datos Obligatorios (NR_SEDO)</p> <p><b>Autor:</b> Peppino – Tebes      <b>Versión:</b> 1.0</p> <p><b>Modelo elemental:</b>  <b>Especificación:</b> el mapeo es:  NR_SEDO = %PEECO.</p> <p><b>Criterios de decisión:</b>  <b>Nombre 1:</b> Insatisfactorio ●  <b>Rango:</b> <math>0 \leq NR\_SED0 &lt; 80</math>  <b>Descripción:</b> es necesario aplicar cambios.  <b>Nombre 2:</b> Marginal ▲  <b>Rango:</b> <math>80 \leq NR\_SED0 &lt; 90</math>  <b>Descripción:</b> es recomendable aplicar cambios.  <b>Nombre 3:</b> Satisfactorio ■  <b>Rango:</b> <math>90 \leq NR\_SED0 \leq 100</math>  <b>Descripción:</b> no es necesario aplicar cambios.</p> <p><b>Escala numérica:</b>  <b>Representación:</b> Continua  <b>Tipo de valor:</b> Real  <b>Tipo de escala:</b> Proporción  <b>Nombre de unidad:</b> Porcentaje  <b>Acrónimo:</b> %</p>
(a)	(b)

Fig. 6. a) Métrica e b) Indicador para el atributo “Prevención de Errores para Entradas en Campos Obligatorios” (PEECO).

escala porcentual y tres niveles de aceptabilidad, a saber: *Insatisfactorio* (●) con un rango entre [0;80), *Marginal* (▲) entre [80;90) y *Satisfactorio* (■) entre [90;100].

**Implementar la Medición y la Evaluación (A3):** Siguiendo el procedimiento de medición o cálculo especificado para cada métrica se procedió a realizar la medición de todos los atributos. Luego de medir, se realizó la evaluación. Para ello, se siguió la especificación del modelo elemental asociado a cada indicador. Finalmente, se calcularon los valores de los indicadores derivados para cada característica. Particularmente, se utilizó el modelo de agregación LSP (*Logic Scoring of Preference*) [9], el cual calcula el valor de cada característica en función de un operador lógico y de los pesos de sus sub-características y/o atributos asociados. Los resultados de la evaluación de JGUIAr v. 1.3 se puede apreciar en la 2<sup>da</sup> columna de la Tabla 1.

**Diseñar el análisis (A4.1):** En paralelo con A3 se realizó el diseño del análisis. En nuestro caso, se decidió clasificar los atributos siguiendo los criterios de decisión definidos para los indicadores (ver Fig. 3b). Aquellos atributos que tuvieran valores dentro del rango *Insatisfactorio* (●) o *Marginal* (▲) serían los primeros en recibir atención. En cuanto a los que tuvieran un valor *Satisfactorio* (■), pero menor a 100%, también se analizarían para mejorar su desempeño, pero se les daría una menor prioridad.

**Tabla 2.** Árbol de RNFs (1<sup>ra</sup> col.). Valores de los indicadores (en [%]) de la evaluación de JGUIAr antes de los cambios (2<sup>da</sup> col.) y después de los cambios (3<sup>ra</sup> col.). Ganancia obtenida (en [p.p.]) luego de los cambios (4<sup>ta</sup> col.). El símbolo “●” significa insatisfactorio; “▲” marginal; “■” satisfactorio; y “◆” que se aplicaron cambios relacionados al atributo.

Características (en negrita) y Atributos (en itálica)	Valor de Indicador		Ganancia Obtenida
	JGUIAr v.1.3	JGUIAr v.1.4	
<b>- 1. Calidad Externa</b>	<b>68,87 ●</b>	<b>94,14 ■</b>	<b>25,27</b>
<b>- 1.1. Calidad de información</b>	<b>81,90 ▲</b>	<b>100 ■</b>	<b>18,10</b>
<b>+ 1.1.1. Precisión de la información</b>	<b>100 ■</b>	<b>100 ■</b>	<b>0</b>
<b>- 1.1.2. Adecuación de la información</b>	<b>77,60 ●</b>	<b>100 ■</b>	<b>22,40</b>
<b>+ 1.1.2.1. Valor añadido</b>	<b>100 ■</b>	<b>100 ■</b>	<b>0</b>
<b>- 1.1.2.2. Cobertura</b>	<b>98,20 ■</b>	<b>100 ■</b>	<b>1,8</b>
1.1.2.2.1. ◆ <i>Compleitud</i>	96,43 ■	100 ■	3,57
1.1.2.2.2. <i>Concisión</i>	100 ■	100 ■	0
<b>- 1.1.2.3. Consistencia</b>	<b>50 ●</b>	<b>100 ■</b>	<b>50</b>
1.1.2.3.1. ◆ <i>Consistencia de uso del idioma establecido</i>	50 ●	100 ■	50
<b>- 1.2. Usabilidad</b>	<b>71,87 ●</b>	<b>94,64 ■</b>	<b>22,77</b>
<b>- 1.2.1. Comprensibilidad</b>	<b>70,55 ●</b>	<b>80 ▲</b>	<b>9,45</b>
<b>- 1.2.1.1. Familiaridad</b>	<b>70,55 ●</b>	<b>80 ▲</b>	<b>9,45</b>
<b>- 1.2.1.1.1. Facilidad de reconocimiento de los iconos de los botones</b>	<b>88,18 ▲</b>	<b>100 ■</b>	<b>11,82</b>
1.2.1.1.1.1. ◆ <i>Facilidad de reconocimiento de los botones de controles principales</i>	87,50 ▲	100 ■	12,50
1.2.1.1.1.2. ◆ <i>Facilidad de reconocimiento de los botones de controles contextuales</i>	88,88 ▲	100 ■	11,12
1.2.1.1.2. <i>SopORTE de lenguaje extranjero</i>	0 ●	0 ●	0
<b>- 1.2.2. Facilidad de aprendizaje</b>	<b>78,54 ●</b>	<b>100 ■</b>	<b>21,46</b>
<b>- 1.2.2.1. Retroalimentación apropiada</b>	<b>66,67 ●</b>	<b>100 ■</b>	<b>33,33</b>
1.2.2.1.1. ◆ <i>Mensaje de cuadro de diálogo apropiado</i>	66,67 ●	100 ■	33,33
<b>- 1.2.2.2. Nivel de Ayuda</b>	<b>83,85 ▲</b>	<b>100 ■</b>	<b>16,15</b>
1.2.2.2.1. ◆ <i>Ayuda sensible al contexto apropiada</i>	95,83 ■	100 ■	4,17
1.2.2.2.2. ◆ <i>Ayuda general apropiada</i>	100 ■	100 ■	0
1.2.2.2.3. ◆ <i>Mensaje emergente de controles apropiado</i>	6,25 ●	100 ■	93,75
<b>- 1.2.3. Operabilidad</b>	<b>77,16 ●</b>	<b>100 ■</b>	<b>22,84</b>
<b>- 1.2.3.1. Facilidad de entrada de datos</b>	<b>90,47 ■</b>	<b>100 ■</b>	<b>9,53</b>
1.2.3.1.1. ◆ <i>SopORTE de datos por defecto</i>	90,47 ■	100 ■	9,53
<b>- 1.2.3.2. Consistencia</b>	<b>68,75 ●</b>	<b>100 ■</b>	<b>31,25</b>
1.2.3.2.1. ◆ <i>Unicidad icono-acción</i>	68,75 ●	100 ■	31,25
<b>- 1.2.4. Protección contra errores de usuario</b>	<b>62,24 ●</b>	<b>100 ■</b>	<b>37,76</b>
<b>- 1.2.4.1. Gestión de errores</b>	<b>62,24 ●</b>	<b>100 ■</b>	<b>37,76</b>
<b>- 1.2.4.1.1. Prevención de errores</b>	<b>45,86 ●</b>	<b>100 ■</b>	<b>54,14</b>
1.2.4.1.1.1. ◆ <i>Prevención de errores para entradas en campos obligatorios</i>	0 ●	100 ■	100
1.2.4.1.1.2. ◆ <i>Prevención de errores por validación de campos</i>	91,72 ■	100 ■	8,28
1.2.4.1.2. ◆ <i>Recuperación de errores</i>	85,71 ▲	100 ■	14,29
<b>- 1.3. Calidad Funcional</b>	<b>58,25 ●</b>	<b>89,78 ▲</b>	<b>31,53</b>
<b>- 1.3.1. Exactitud funcional</b>	<b>39,24 ●</b>	<b>100 ■</b>	<b>60,76</b>
<b>- 1.3.1.1. Exactitud</b>	<b>39,24 ●</b>	<b>100 ■</b>	<b>60,76</b>
<b>- 1.3.1.1.1. Consistencia</b>	<b>39,24 ●</b>	<b>100 ■</b>	<b>60,76</b>
1.3.1.1.1.1. ◆ <i>Consistencia de salida en paneles maestro-esclavo</i>	96,87 ■	100 ■	3,13
1.3.1.1.1.2. ◆ <i>Consistencia funcional a causa de ventanas emergentes</i>	12,82 ●	100 ■	87,18
<b>+ 1.3.2. Adecuación funcional</b>	<b>80 ▲</b>	<b>80 ▲</b>	<b>0</b>

**Analizar los Resultados (A4.2):** Siguiendo los lineamientos de la Especificación del Análisis, se analizaron los valores de la 2<sup>da</sup> columna de la Tabla 1 y se recomendaron mejoras para algunos atributos. En la 1<sup>era</sup> columna de la Tabla 1 se han marcado con el símbolo “◆” aquellos atributos sobre los cuales se recomendó realizar cambios. Notar que no se recomendaron cambios para el atributo “SopORTE de lenguaje extranjero” (1.2.1.1.2), a pesar de que obtuvo 0%. No se recomendó agregar otros idiomas ya que



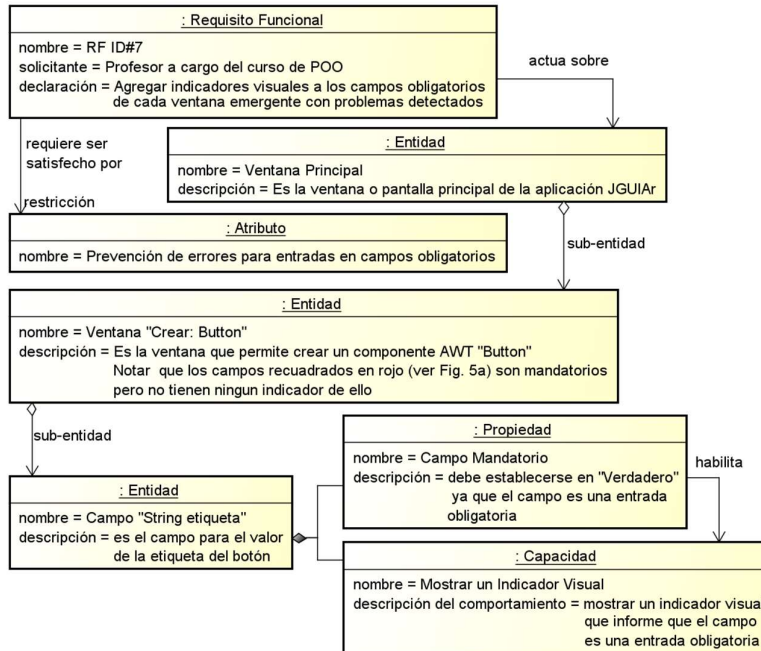


Fig. 8. Instanciación de los términos del componente conceptual de RFs.

el lenguaje de la aplicación es el mismo que el lenguaje nativo de los alumnos.

**Diseñar los Cambios (A5):** Utilizando como base el Informe de Recomendación generado en A4.2 se diseñaron los cambios a realizar. Por ej., para mejorar el nivel de satisfacción alcanzado por el atributo PEECO (0%) se propuso agregar el símbolo “(\*)” para señalar al usuario aquellos campos que son obligatorios y además explicitar qué significa dicho símbolo. Todos los cambios propuestos se registraron en el documento Plan de Mejora. Es importante notar que, por cada RNF elemental (es decir, atributo) a mejorar, se derivaron y definieron sus correspondientes RFs. Por ej., para el atributo PEECO, se definió el RF: “*Agregar indicadores visuales a los campos obligatorios de cada ventana emergente con problemas detectados*”. Como se muestra en la Fig. 4, este RF afecta a la ventana “Crear: Button” y más específicamente a los campos “Identificador” y “String etiqueta” (ver Fig. 5a). Estos campos poseen la propiedad “*Campo Mandatorio*”, la cual habilita la capacidad de “*mostrar un indicador visual que informe que el campo es una entrada obligatoria*”.

**Implementar los Cambios (A6):** En esta actividad se efectuaron los cambios propuestos en el Plan de Mejora. Por ej., en el campo “String etiqueta” de la ventana “Crear: Button” se agregó el símbolo “(\*)” por ser un campo mandatorio, así como también una leyenda en la parte inferior señalando el significado del símbolo (ver Fig. 5b). Como resultado de A6, se obtuvo la nueva versión de JGUIAr (v. 1.4).

Una vez efectuados los cambios, se volvieron a ejecutar las actividades A3 y A4.2, tal como prescribe el proceso de GOCAMEC (recordar Fig. 2).

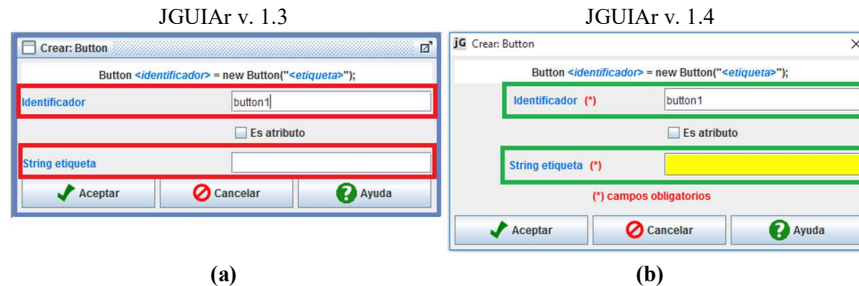


Fig. 11. Ventana “Crear:Button” antes (a) y después (b) de los cambios.

**Implementar la Medición y la Evaluación (A3):** En esta segunda ejecución de A3 se utilizaron las mismas métricas e indicadores para realizar la medición y evaluación, pero teniendo en cuenta que se efectuó sobre la nueva versión de la entidad evaluable: JGUIAr v 1.4. Los resultados obtenidos se muestran en la 3<sup>ra</sup> columna de la Tabla 1.

**Analizar los Resultados (A4.2):** como parte del análisis, en la 4<sup>a</sup> columna de la Tabla 1 se indica la ganancia obtenida en los RNFs gracias a los cambios realizados. En el caso particular de la Calidad Externa, se obtuvo una ganancia de 25,27 p.p., lo cual supera los 15 p.p. definidos en la meta de negocio. Considerando que no se requieren nuevos ciclos de cambio, reevaluación y análisis debido a que la meta fue alcanzada con éxito, el proceso finalizó.

## 5 Trabajos Relacionados

Las estrategias integradas (como GOCAMEC) son un valioso recurso que ayudan a las organizaciones a alcanzar las metas de negocio de manera sistemática y disciplinada. Sin embargo, tal como se discute en [2], en la literatura se encuentra poca documentación acerca de estrategias que integren una base conceptual de dominio, una especificación del proceso y especificaciones de los métodos. En [1, 3, 4], se presenta una familia de estrategias integradas que ayudan a alcanzar diferentes propósitos de evaluación y en [10,11] se muestra la aplicación de algunas de ellas. Sin embargo, en estos trabajos solo se consideran RNFs, ya que no se incluye una base conceptual para RFs. En [5] se presenta una ontología para RFs para dar un soporte más amplio a la familia de estrategias, no obstante, no se considera la aplicabilidad de una estrategia para el propósito mejorar como presentamos en el presente trabajo.

Otro enfoque relacionado a estrategias integradas es *GQM<sup>+</sup>Strategies* [12], el cual incluye un marco de trabajo orientado a metas que permite diseñar e implementar proyectos de medición de software. En este enfoque, las metas de negocio de alto nivel están enlazadas con metas de medición utilizando el método *Goal Question Metrics*. Si bien *GQM<sup>+</sup>Strategies* tiene un vocabulario estructurado como un glosario, no incluye explícitamente los términos de RFs y RNFs, y tampoco tiene la riqueza semántica de una ontología, a diferencia del marco conceptual brevemente descrito en la Sección 2.

En [13] se presenta una estrategia llamada Cloud MoS@RT para el propósito de monitorear servicios en la nube. La misma cuenta con una especificación del proceso y

de un conjunto de métodos y modelos. Sin embargo, los autores no presentan una base conceptual que de soporte a la estrategia abordada en dicho trabajo.

Por otro lado, en [14] se presenta una base conceptual que vincula RFs y RNFs con metas organizacionales. El alcance del vocabulario propuesto en [14] apunta al diseño de estrategias de toma de decisión. Sin embargo, los autores no consideran estrategias integradas para diferentes propósitos de evaluación. Otro trabajo relacionado digno de mencionar es [15], en el cual los autores afirman que los RNFs no están aislados de las metas. También declaran que los RNFs, llamados requisitos de calidad, se definen con una restricción existencial para tener al menos un punto de asociación con los RFs, así, los RNFs, representan un conjunto de atributos que influyen sobre la existencia de un conjunto de funciones y propiedades específicas. Además, los autores relacionan RNFs con conceptos de medición. No obstante, la terminología de [15] no es explotada como un pilar de una estrategia integrada de medición y evaluación. Por último, en [16] se afirma que las definiciones de RNFs/RFs y *hardgoals/softgoals* son ortogonales. Esto permite a los autores identificar RNFs que son *hardgoals*, así como también identificar RFs que son *softgoals*. Además, declaran que las categorías de RNFs y RFs no son disjuntas. Sin embargo, en [16] no se observa que los términos RNF y RF estén relacionados entre sí, tal como se presenta en este trabajo.

## 6 Conclusiones y Trabajos Futuros

En este trabajo se ilustró la aplicación de la estrategia de medición, evaluación y cambio denominada GOCAMEC, la cual integra tres pilares fundamentales. GOCAMEC permite realizar las actividades de una manera sistemática facilitando así los ciclos de cambio, reevaluación y análisis. Además, debido a que los métodos a utilizar están bien establecidos gracias a la base conceptual, los resultados son siempre consistentes y comparables. Como resultado de la aplicación de esta estrategia se logró mejorar 25,27 p.p. la Calidad Externa de la herramienta didáctica JGUIAr, y por lo tanto alcanzar la meta de negocio establecida en este caso por el docente a cargo de la asignatura POO.

Es importante resaltar que contar con métodos bien especificados también facilita identificar qué cambios realizar. Por ej., en nuestro caso se pudo notar que el procedimiento de medición de la métrica es de gran importancia para identificar los campos y ventanas emergentes en los cuales se debían realizar los cambios.

GOCAMEC es un recurso valioso ya que ayuda a alcanzar metas cuyo propósito sea mejorar. Este propósito pertenece a la categoría de propósitos de evaluación. En otros trabajos [1, 3, 4, 10, 11] hemos especificado estrategias para otros propósitos de evaluación. Sin embargo, estrategias para propósitos de la categoría de testing aún no han sido consideradas. Por lo tanto, como trabajo futuro, se especificarán estrategias integradas que permitan alcanzar propósitos de testing como por ej.: revisar, verificar y validar. Para ello, se deberá extender la actual base conceptual (recordar Fig. 1) con los términos del dominio de testing y relacionarlos con aquellos referidos a RFs. A su vez se especificarán los procesos de cada estrategia, como también los métodos. De esta forma se pretende ampliar la familia de estrategias guiadas por medición y evaluación.

## Referencias

1. Olsina, L., Becker, P.: Family of Strategies for different Evaluation Purposes. En: Actas del XX Congreso Iberoamericano en Ingeniería de Software (CIBSE'17) celebrada en el marco de ICSE, CABA, Argentina, pgs 14 (2017)
2. Becker, P., Papa, M.F., Olsina, L.: Process Ontology Specification for Enhancing the Process Compliance of a Measurement and Evaluation Strategy. CLEIej.18:(1), pp. 1-26, (2015)
3. Rivera, M.B., Becker, P., Papa, M.F., Olsina, L.: A Holistic Quality Evaluation, Selection and Improvement Approach driven by Multilevel Goals and Strategies. In CLEIej.19:(3), Paper 3, pp. 1-28 (2016)
4. Tebes, G., Peppino, D., Rivera, B., Becker, P., y Olsina, L.: Estrategia de Comparación y Adopción de Fortalezas: Caso aplicado a Redes Sociales para Smartphones, CoNaIISI, Santa Fe, Argentina, pp. 239-250 (2017)
5. Olsina, L., Becker, P.: Linking Business and Information Need Goals with Functional and Non-functional Requirements. In Proceed. of the XXI Conferencia Iberoamericana en Software Engineering (CIBSE'18), Bogotá, Colombia, Abr. 23-27, 14 pgs (2018)
6. Molina, H.; Olsina, L.: Diseñando la Evaluación de Calidad en Uso de una Herramienta Didáctica para Crear Interfaces Gráficas en Java™, (ASSE2014), 43 JAIIO, CABA, Argentina, pp. 51-65 (2014)
7. Fleetwood, S.: The ontology of things, properties and powers. Journal of Critical Realism, 8:(3), pp. 343-366 (2009)
8. ISO/IEC 25010: Systems and software engineering - Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuARE) - System and software quality models (2011)
9. Dujmovic, J.: A Method for Evaluation and Selection of Complex Hardware and Software Systems. In CMG 96 Proceedings, (The Computer Measurement Group, Inc.), pp. 368-378 (1996)
10. Rivera, B., Becker, P., Papa, F., Olsina, L.: A Quality Evaluation and Improvement Approach driven by Multilevel Goals and Strategy Patterns. 2nd Argentine Symposium on Ontologies and their Applications (SAOA'16), La Plata, Argentina, pp. 15-28 (2016)
11. Tebes, G., Peppino, D., Rivera, B., Becker, P., Olsina, L.: Estrategia de Comprensión y Análisis aplicado a un Proyecto de Evaluación de Usabilidad de LinkedIn. 4to Congreso Nacional de Ingeniería en Informática / Sistemas de información (CoNaIISI), Salta, Argentina, nov. 17-18, 14 pp. (2016)
12. Basili, V., Lindvall, M., Regardie, M., Seaman, C., Heidrich, J., Jurgen, M., Rombach, D., Trendowicz, A.: Linking Software Development and Business Strategy through Measurement. IEEE Computer, 43:(4), pp. 57-65 (2010)
13. Cedillo, P., Gonzalez-Huerta, J., Insfrán, E., Abrahao, S.: Towards Monitoring Cloud Services Using Models@run time. In Workshop on Models@run.time, MODELS, Valencia, Spain, pp. 31-40 (2014)
14. Plataniotis, G., Kinderen, S., Qin, M., Proper, E.: A Conceptual Model for Compliance Checking Support of Enterprise Architecture Decisions. In: Proc. of IEEE, 17th Conference on Business Informatics, Lisbon, Portugal, pp. 191-198 (2015)
15. Kassab, M., Ormandieva, O., Daneva, M.: An Ontology Based Approach to Non-Functional Requirements Conceptualization. In: 4th Int'l Conf. on Soft. Engineering Advances (ICSEA), Porto, Portugal, pp. 299- 308 (2009)
16. Guizzardi, R., Li, F.-L., Borgida, A., Guizzardi, G., Horkoff, J., Mylopoulos, J.: An Ontological Interpretation of Non-Functional Requirements. In: Proc. 8th Int'l Conf. on Formal Ontology in Information Systems (FOIS), Rio de Janeiro, Brazil, Vol 267, pp. 344-357 (2014)