

## **Aplicando MEMPN: un Método para la Evaluación de Modelos Conceptuales de Procesos de Negocio en la Comparación de las Metodologías Ágiles para Desarrollo de Software**

Carlos Salgado, Mario Peralta, Mario Berón, Daniel Riesco, Germán Montejano,  
Lorena Baigorria

Departamento de Informática  
Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales  
Universidad Nacional de San Luis  
Ejército de los Andes 950 – C.P. 5700 – San Luis – Argentina  
e-mail: {csalgado, mperalta, mberon, driesco, gmonte, flbaigor}@unsl.edu.ar

### **Resumen**

*Los modelos conceptuales de procesos de negocio presentan una visión global de la organización que permite entender mejor la dinámica de la empresa y las relaciones que se dan internamente y con su entorno. En el campo del software, el proceso de desarrollo puede ser visto como un proceso de negocio en el cual el producto obtenido es el software mismo. Desde este punto de vista, y del modelado de procesos, aplicamos un método de evaluación de modelos conceptuales de procesos de negocio a los metamodelos de distintas metodologías de desarrollo ágil con el fin de determinar cuál de ellas se adecúa más a requerimientos particulares de evaluación. Esto ayudará a los líderes de proyectos, arquitectos y desarrolladores de software en la toma de decisión acerca de cuál metodología aplicar durante el desarrollo de un proyecto Software.*

**Palabras Clave:** *Procesos de Negocio – Evaluación de Modelos Conceptuales de Procesos de Negocio – Modelos Conceptuales – Metodologías Ágiles – Criterios elementales.*

### **1. Introducción**

Como se resalta en [1] el desarrollo de software no es una tarea fácil. Prueba de ello es que existen numerosas propuestas metodológicas que inciden en distintas dimensiones del proceso de desarrollo. Por una parte tenemos aquellas propuestas más tradicionales que se centran especialmente en el control del proceso, estableciendo rigurosamente las actividades involucradas, los artefactos que se deben producir, y las herramientas y notaciones que se usarán. Estas propuestas han demostrado ser efectivas y necesarias en un gran número de proyectos, pero

también han presentado problemas en otros muchos. Una posible mejora es incluir en los procesos de desarrollo más actividades, más artefactos y más restricciones, basándose en los puntos débiles detectados. Sin embargo, el resultado final sería un proceso de desarrollo más complejo que puede, incluso, limitar la propia habilidad del equipo para llevar a cabo el proyecto. Otra aproximación es centrarse en otras dimensiones, como por ejemplo el factor humano o el producto software. Esta es la filosofía de las metodologías ágiles, las cuales dan mayor valor al individuo, a la colaboración con el cliente y al desarrollo incremental del software con iteraciones muy cortas. Este enfoque está mostrando su efectividad en proyectos con requisitos muy cambiantes y cuando se exige reducir drásticamente los tiempos de desarrollo, pero manteniendo una alta calidad.

No existe una metodología universal para hacer frente con éxito a cualquier proyecto de desarrollo de software. Toda metodología debe ser adaptada al contexto del proyecto (recursos técnicos y humanos, tiempo de desarrollo, tipo de sistema, etc.) [1]. Históricamente, las metodologías tradicionales han intentado abordar la mayor cantidad de situaciones de contexto del proyecto, exigiendo un esfuerzo considerable para ser adaptadas, sobre todo en proyectos pequeños y con requisitos muy cambiantes. Las metodologías ágiles ofrecen una solución casi a medida para una gran cantidad de proyectos que tienen estas características. Una de las cualidades más destacables en una metodología ágil es su sencillez, tanto en su aprendizaje como en su aplicación, reduciéndose así los costos de implantación en un equipo de desarrollo. Esto ha llevado hacia un interés creciente en las metodologías ágiles.

Desde el punto de vista de los procesos de negocio, se han generado diversas propuestas y estudios referentes a distintos aspectos, como la utilidad [2], evaluación de la calidad [3] o la medición [4]. En este contexto, son frecuentes los estudios referentes a la utilización de diferentes herramientas y lenguajes para modelar los procesos de negocio (PN) [5, 6, 7]. La motivación principal para investigar en esta área, es la gran variedad de notaciones y lenguajes existentes para el modelado, definición y ejecución de PN, y la necesidad de tener alguna forma de poder comparar modelos conceptuales de PN para obtener modelos de mejor calidad.

El uso de Modelos de Procesos de Negocio (MPN), le da a la organización una visión global que posibilita entender mejor la dinámica de la empresa y las relaciones que se dan dentro de ella y con su entorno, tanto en lo referente a sus clientes como a sus proveedores y/o prestadores de servicios. Por este motivo, el modelado del negocio es una de las técnicas más adecuadas para alinear los desarrollos con las metas y objetivos de las organizaciones. Si se realiza de tal forma que el modelo quede consensuado entre los grupos interesados, las posibilidades de éxito del proyecto aumentarán [8].

El desarrollo de modelos conceptuales constituye una parte del esfuerzo para llevar a cabo la implantación de un PN. Sin embargo, es una de las tareas claves en las primeras etapas del ciclo de vida de los PN. Son utilizados como herramientas o

medios para que los participantes puedan entender fácilmente los procesos que representan. Además, son empleados como punto de partida a la hora de realizar cambios y adaptaciones de los PN a las nuevas necesidades de las empresas. Por ello, es un factor primordial que estos modelos sean de alta calidad, en cuanto a su entendibilidad y adaptabilidad.

Al hablar de calidad en el modelado conceptual, se debe distinguir entre la calidad del producto (relacionada con las características del modelo conceptual) y la calidad del proceso (cómo se desarrollan los modelos) [9]. Como lo establece Moody en [10], es fundamental que toda propuesta de evaluación adhiera a estándares aceptados y aplicados prácticamente. En particular, Moody propone que deberían ser consistentes con las normas de calidad ISO 9000 [11], e ISO/IEC 9126 [12], ya que un modelo conceptual es un tipo particular de producto (ISO 9000) y, dentro de la norma ISO/IEC 9126 los modelos conceptuales existen como modelos de sistemas de información.

Acorde a lo expuesto, y bajo el concepto de que un proceso de desarrollo de software puede verse como un proceso de negocio, donde el producto del negocio es el software desarrollado, podemos considerar a toda metodología de desarrollo de software como un proceso de negocio. Así, bajo estas consideraciones y en el marco de nuestro trabajo de investigación, hemos aplicado MEMPN, un método para la evaluación de modelos de procesos de negocio, en la evaluación de tres de las metodologías ágiles de desarrollo más difundidas: OpenUp [13], eXtreme Programming (XP) [14] y Scrum [15].

Dicho análisis se realizó en base a tres parámetros: 1) las distintas actividades/subprocesos de las metodologías, 2) la colaboración entre los miembros del equipo y 3) características más específicas de la propia metodología como son los recursos que brindan simplicidad, excelencia técnica, adaptabilidad, etc.

El resto del artículo está organizado como sigue. La sección 2 describe el método propuesto. En la sección 3 se describe el proceso de aplicación del método en la evaluación de algunas metodologías ágiles de desarrollo de software. Finalmente, la sección 4 delinea las conclusiones y trabajos futuros.

## **2. El Método Propuesto: MEMPN**

La motivación del método surge de la necesidad de las organizaciones de tener un medio que les permita: (i) representar sus PN de una manera eficiente y, (ii) comunicarse e interactuar con otros procesos, ya sean propios o de otras organizaciones con las que podría interactuar. El objetivo del método es proveer un medio que ayude a los diseñadores, analistas y desarrolladores que intervienen en la definición y el modelado de los PN de una organización, a obtener modelos de procesos de calidad.

A lo largo de las fases del método, se determinan, agrupan y analizan las características más relevantes y frecuentes que deberían satisfacer los modelos conceptuales de PN. Dichas características son plasmadas sobre una estructura que

permitirá estudiar el grado en que los modelos las satisfacen. Para ello, se definen los criterios elementales que servirán como medidas del grado de satisfacción de las características individuales por parte de los modelos evaluados. Para la obtención de la evaluación global, se combinan dichos criterios elementales hasta obtener un indicador único de la satisfacción global de las características elementales. Finalmente, dicho indicador se utiliza para llevar a cabo un análisis de los resultados obtenidos y delinear las conclusiones correspondientes.

## 2.1 Fases del Método

El método propuesto se divide en 4 fases bien diferenciadas, comenzando con el establecimiento de los requerimientos de calidad a evaluar hasta el análisis de los resultados obtenidos. A continuación, se presenta una descripción e introducción a cada una de estas fases.

*1. Determinación y Especificación de los Requisitos de Calidad Deseados:* Esta etapa se refiere al proceso de determinación de los requerimientos por medio de una estrategia. Dicha estrategia, parte de una estructura base de características y propiedades, la cual debe ser ampliada de manera que satisfaga y abarque todos los aspectos de interés. Es decir, se incluyen actividades que permiten determinar los artefactos y características que los MPN deberían poder representar de manera que satisfagan las necesidades de los interesados. En esta etapa, se obtiene una estructura de árbol que refleja las características y sub-características de los PN que todo modelo debería representar. Aquí se deben determinar cuáles son los requerimientos que deben cumplir los MPN y los principales atributos a evaluar. Para poder desarrollar una lista exhaustiva de los requerimientos, es necesario realizar un proceso de descomposición jerárquica. Inicialmente, se definen los grupos más importantes de requerimientos y luego, a través de descomposiciones sucesivas, cada grupo se descompone en subgrupos. Repitiendo este proceso se obtiene la *Estructura de Categorización de los Requerimientos del Sistema*. Esta es una estructura de árbol cuyas hojas representan los *Requerimientos elementales*.

Acorde a lo expuesto, se realizó un estudio de las características básicas que todo MPN debería representar. En dicho estudio se consideraron características propuestas en la literatura, como por ejemplo en [16, 17], y se analizaron MPN propuestos en [18, 19] para un análisis de los distintos aspectos y características que permiten representar los elementos y componentes de los PN.

De este estudio se arribó a una estructura que, dependiendo de las necesidades particulares del proceso a modelar, sirve como base para lograr la estructura completa que caracterice al problema particular. La Fig. 1 muestra la estructura de requerimientos obtenida.

La estructura propuesta en el método de ninguna manera es estática. Ella se encuentra abierta a los cambios tecnológicos y a las cambiantes políticas empresariales de gestión de negocios actuales. Además, dependiendo de las características particulares del dominio bajo estudio, la estructura propuesta puede

ser modificada y adaptada de manera que se incluyan en la misma las preferencias que permitan evaluar dichas características permitiendo una mejor evaluación de los modelos analizados.

- |  |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tareas/Actividades             <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1. Simples/Atómicas</li> <li>1.2. Compuestas/Subprocesos</li> </ol> </li> <li>2. Puntos de Sincronización del flujo de Ejecución             <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1. Puntos de Decisiones</li> <li>2.2. Puntos de Uniones</li> <li>2.3. Puntos de división en Ejecución Paralela y/o Concurrente</li> </ol> </li> <li>3. Eventos             <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1. Eventos de Inicio</li> <li>3.2. Eventos Intermedios</li> <li>3.3. Eventos Finales</li> </ol> </li> <li>4. Participantes / Actores             <ol style="list-style-type: none"> <li>4.1. Internos                 <ol style="list-style-type: none"> <li>4.1.1. Número de Participantes/Actores</li> <li>4.1.2. Comunicación entre Participantes/Actores</li> </ol> </li> <li>4.2. Externos                 <ol style="list-style-type: none"> <li>4.2.1. Número de Participantes/Actores</li> </ol> </li> </ol> </li> <li>5. Recursos             <ol style="list-style-type: none"> <li>5.1. Producidos en el Proceso / Generados (Internos)</li> <li>5.2. Externos</li> </ol> </li> </ol> |
|--|

**Fig. 1.** Estructura de categorización de requerimientos elemental para la evaluación de MPN

*2. Definición de los Criterios Elementales de Evaluación:* En esta etapa se deben definir los criterios para evaluar los atributos establecidos en la estructura de requerimientos. Cada requisito elemental es transformado en una *Preferencia Elemental* al aplicarle el *Criterio Elemental* correspondiente. Un *Criterio Elemental* es una función que transforma los valores de un requisito elemental, obtenidos a partir de la observación de la realidad, en valores en el intervalo  $[0,1]$ . Dicho valor se denomina *Preferencia Elemental*, y representa el grado de satisfacción de los requerimientos, donde: 0 indica que no satisface el requerimiento, 1 que lo satisface plenamente y los valores intermedios expresan satisfacciones parciales. La elección apropiada de estos criterios es fundamental a la hora de determinar el nivel de precisión y la usabilidad del modelo de evaluación [20]. El proceso de descomposición de la estructura de requerimientos finaliza cuando los requisitos elementales pueden ser evaluados por el correspondiente criterio elemental. Por ello, la posibilidad de introducir el criterio elemental se investiga en cada paso de la descomposición de dicha estructura. Puesto que un criterio elemental se puede organizar de diversas maneras, es muy importante la elección del tipo más apropiado de cada criterio elemental, ya que permite al evaluador alcanzar el nivel deseado de completitud y exactitud del criterio complejo total. Existen diversos tipos de criterios elementales en precisión, alcance y facilidad de uso y se pueden

clasificar en: (i) *Criterios absolutos*: Para determinar la preferencia absoluta de un atributo no relacionado con indicadores de otros sistemas comparativos, (ii) *Criterios relativos*: Cuando es necesario establecer indicadores relativos en la comparación de distintos sistemas.

3. *Definición de la Estructura de Agregación para la Evaluación Global*: A partir de los requerimientos y de los criterios elementales definidos en las primeras fases del método, se debe establecer una estrategia para agregar dichos criterios elementales. De esta manera se obtiene, a partir de los criterios elementales, un criterio global que constituirá la preferencia global que indicará el grado de satisfacción de los requerimientos del modelo estudiado. Dicho proceso se basa en un sistema de operadores lógicos de preferencia continuos sofisticados. Estos operadores, tienen gran poder expresivo para modelar las relaciones lógicas más complejas que reflejan exactamente todos los requisitos del usuario. De esta manera, la preferencia global se obtiene a partir de la combinación de los criterios elementales en una estructura de agregación de preferencias, la cual constituye un modelo que representa un criterio complejo: *La preferencia global E*, que indica el porcentaje global del cumplimiento de los requerimientos establecidos.

El proceso de construcción de la estructura de agregación representa la fase más compleja de la evaluación. En este proceso es necesario tener en cuenta las necesidades de los usuarios finales. La Preferencia Global  $E$ , es el resultado de la combinación de las Preferencias Elementales teniendo en cuenta la importancia relativa de cada una y la necesaria relación lógica entre ellas. Esta relación lógica incluye los pesos y operadores disponibles en la Lógica de Preferencias Continua [21]. Dichos operadores abarcan un rango entre la Conjunción Pura (C) y la Disyunción Pura (D). El rango entre C y D puede ser cubierto por una secuencia de operadores de la Lógica de Preferencias Continua ubicados equidistantemente C, C++, C+, C+-, CA, C-+, C-, C--, A, D--, D-, D+, DA, D+-, D+, D++, D. Cada operador corresponde a un valor específico de un parámetro  $r$  [21], el cual es usado para ajustar las propiedades lógicas deseadas de las funciones. Como resultado de la combinación de las funciones de agregación, acorde a las preferencias del evaluador, se obtiene una estructura arbolada a partir de la cual se calcula el indicador global. Una vez obtenida la estructura, cada sistema puede ser evaluado. En este punto, al dar como entrada al modelo el conjunto de valores correspondientes a las Variables de Preferencia, se obtiene un indicador Global  $E_0$  para cada sistema.

Cabe destacar que en la creación de la función de criterios es muy importante la participación del usuario final. Este enfoque da el poder expresivo final para un modelado preciso de las necesidades del usuario, que es quien define lo que desea o necesita evaluar.

4. *Producción de Informe Final: Análisis y Documentación de los Resultados Obtenidos*: Esta fase corresponde a la etapa final del método. En ella se debe realizar un análisis y comparación de los resultados obtenidos en la evaluación de

los modelos respecto de las preferencias elementales, parciales y globales, obtenidas en la aplicación del método. Además, se debe documentar el proceso de evaluación y los resultados obtenidos, de manera que dicha documentación sirva como referencia e historial de la evolución de los modelos de proceso de negocio estudiados en futuras evaluaciones de dichos modelos. Esta documentación puede servir como punto de referencia y comparación a la hora de evaluar nuevos modelos y procesos de negocio. Esta fase trata con actividades de análisis y comparación de las preferencias de calidad elementales, parciales y globales, y la justificación de los resultados obtenidos. A partir de las metas establecidas y el punto de vista de los interesados en los modelos y procesos de negocio a evaluar, esta etapa culmina con las conclusiones y recomendaciones del caso.

Esta etapa es una de las actividades más relevantes del método. Por ello, es de suma utilidad tener la información recopilada durante la aplicación del método volcada en estructuras y representaciones que sean claras de leer e interpretar. Desde esta perspectiva, se propone un formulario tipo que debería llenarse una vez realizada la evaluación de los modelos. Dicho formulario permite, entre otras cosas, tener presente qué funciones de criterio se utilizaron; si fueron definidas por el grupo evaluador o si se utilizaron otras definidas y almacenadas en un repositorio previamente. Además, se registran datos de los modelos, de los evaluadores, y si existen evaluaciones previas se incluye una referencia a ellas. Dichas referencias, sirven como un punto de contraste para analizar y evaluar la evolución de los modelos. Finalmente, se incluye un campo donde se puede presentar un informe del análisis de los resultados. Por razones de espacio no se muestra en esta sección la estructura del formulario. No obstante, La figura 5 de la sección 4, muestra la aplicación del mismo al caso de estudio presentado.

### **3. Aplicando MEMPN en la comparación de metodologías Ágiles de Desarrollo de software**

Muchas veces, ante un proyecto de desarrollo de software surge la necesidad de decidir qué medios utilizar para obtener un mejor producto. En función de ello, y ante la necesidad de determinar en qué situaciones es conveniente o beneficioso utilizar una metodología ágil en el desarrollo de software, se decidió utilizar MEMPN en la evaluación de tres de las más difundidas de estas metodologías: OpenUp [13], eXtreme Programming (XP) [14] y Scrum [15].

Para lograr el objetivo buscado, se siguieron los pasos establecidos en el método propuesto a lo largo del proceso de evaluación. Sin embargo, dado que el método fue desarrollado para la evaluación de modelos conceptuales de PN, como un primer paso se desarrollaron modelos que representan los metamodelos conceptuales de cada metodología, para luego, aplicar el método a dichos modelos y determinar cuál se adecúa más a los requerimientos establecidos.

En las siguientes secciones se describe la manera en que las fases del método de evaluación propuesto fueron aplicadas en el presente caso.

### 3.1 Fase 1: Determinación y Especificación de los Requisitos de Calidad Deseados.

Como se mencionó, esta etapa se refiere al proceso de determinación de los requerimientos que los modelos a evaluar deberían satisfacer. Dichos criterios son categorizados en una estructura de árbol: la estructura de categorización de requerimientos, cuyas hojas representan los requerimientos elementales a evaluar, que son las características medibles a través de algún medio. Como se mostró en la sección 2, el método propone una estructura de categorización básica desde la cual se puede partir para obtener la estructura adecuada a la situación particular. Dicha estructura no es estática y puede ser modificada acorde a las necesidades e incluso reemplazado por otra que se adecúe más a la situación bajo estudio. En este caso, se partió de la estructura básica propuesta, y partiendo de las características y atributos a evaluar, se arribó a la estructura de categorización de requerimientos que se muestra en la Fig. 2.

- |  |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tareas/Actividades             <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1. Simples/Atómicas</li> <li>1.2. Compuestas/Subprocesos</li> </ol> </li> <li>2. Participantes / Actores / Roles             <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1. Internos                 <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1.1. Número de Participantes/Actores/Roles</li> <li>2.1.2. Comunicación entre Participantes/Actores/Roles</li> </ol> </li> <li>2.2. Externos                 <ol style="list-style-type: none"> <li>2.2.1. Número de Participantes/Actores</li> </ol> </li> </ol> </li> <li>3. Recursos             <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1. Producidos en el Proceso / Generados (Internos)</li> <li>3.2. Externos</li> </ol> </li> </ol> |
|--|

**Fig. 2.** Estructura básica de categorización de requerimientos del sistema para la evaluación de Metodologías Ágiles

Para la obtención de esta estructura, el análisis comparativo de las metodologías se realizó en base a tres características: 1) las distintas actividades/subprocesos de las metodologías, 2) la colaboración entre los miembros del equipo y 3) características más específicas de la propia metodología como son los recursos. Por ello, la estructura propuesta en el método fue redefinida restringiéndola a estas tres características.

Así, se incluye la característica 1. Tareas. Básicamente, existen dos tipos de tareas: (i) Las tareas simples, es decir tareas que son consideradas atómicas y no son divididas en subtareas; (ii) tareas compuestas, es decir tareas que, debido a su complejidad, deberían ser divididas en varias tareas (simples o compuestas).

La característica 2, se refiere a los actores que participan en el proceso de desarrollo. Los mismos pueden ser: (a) internos, por lo que se considera el tamaño

del equipo y además la interrelación entre ellos, ya que esto puede influenciar fuertemente en la complejidad del proceso; y (b) externos, es decir los actores que actúan como colaboradores en el proceso pero que no forman parte del equipo de desarrollo.

Finalmente, la característica 3 se refiere a los recursos necesarios para llevar a cabo el proyecto. Como se puede ver en la estructura de categorización de requerimientos, también se consideran los recursos internos (o producidos en el proceso) y externos. Los recursos internos, pueden influir en la complejidad del proceso en el sentido de que pueden generar demoras en las tareas que los necesiten si ellos no son entregados a tiempo. De la misma manera, los recursos externos pueden introducir inconvenientes si ellos no están disponibles.

### 3.2 Fase 2: Definición de los Criterios Elementales de Evaluación

El segundo paso del método establece que se deben definir los criterios elementales para cada una de las características elementales resultantes en la estructura de categorización de requerimientos definida en el paso anterior.

Como se mencionó en la sección 2.1, existen distintos tipos de criterios, que se utilizan dependiendo de las características y tipos de sistemas a evaluar (una clasificación más detallada sobre los tipos de criterios se puede encontrar en [21]). Dentro de dicha clasificación, para la definición de los criterios propuestos en este trabajo, se utilizó un criterio elemental estadístico para la evaluación de las variables de performance de la característica Tareas / Actividades. El objetivo central de estos criterios es determinar la preferencia elemental  $E$  de acuerdo a la posición del valor de la variable de preferencia  $x$  dentro de la correspondiente distribución de valores.

Desde el punto de vista del análisis de modelos de procesos de negocio, considere el análisis de la calidad de un modelo en cuanto a su entendibilidad respecto del número de tareas. Se considera que: (1) un modelo con pocas tareas puede decir poco de la realidad que el modelo representa, (2) un modelo con demasiadas tareas podría ser difícil de interpretar. Por ello, se puede decir que un criterio elemental para evaluar esta característica presenta una distribución normal, por lo que se puede aplicar una normalización estadística. Entonces, un criterio elemental para la evaluación de esta variable, podría definirse, en función de la distribución normal, como sigue:

$$C_{1.1}(m) = \begin{cases} NT = 0 \\ NT \neq 0 \end{cases} \quad \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{NT-\mu}{\sigma}\right)^2}$$

Donde:

- NT: es el número de tareas del modelo.
- $\mu$ : Media del número de tareas. Se considera que es el número de tareas ideal.
- $\sigma$ : Desviación estándar del número de tareas.

De la misma manera se define el criterio elemental para la variable de preferencia 1.2 Tareas Compuestas. Considerando NTC = Número de tareas compuestas/subprocesos del modelo.

Otro aspecto importante en estas metodologías es el número de participantes necesarios para llevar a cabo un proyecto exitoso y la comunicación entre ellos. Desde este punto de vista, se consideró en la presente evaluación, este aspecto, bajo el concepto de que a mayor cantidad de participantes, más compleja será la comunicación o interacción entre ellos, como también el control de quién hace cada tarea. En función de ello, se define el siguiente criterio elemental:

$$C_{211}(m) = \begin{cases} NPI(m) = 0 & 0 \\ NPI(m) \neq 0 & 1/NPI(m) \end{cases}$$

Donde NPI es el número de Participantes/Actores/Roles del modelo analizado. En este criterio, a mayor cantidad de participantes/actores/roles, menor será el valor. Esto significa que mientras más participantes/actores/roles, más complejo la metodología evaluada y por ende recibe una calificación menor.

En cuanto a la comunicación entre los participantes es fundamental ya que este tipo de metodologías le da gran importancia a los aspectos humanos más que al entorno de trabajo, acorde a lo que pide el manifiesto de las metodologías ágiles. En función de ello, en [22], se presenta una comparación de distintas metodologías ágiles en función de ciertos parámetros, como excelencia técnica, simplicidad, etc. y también califica a las metodologías en función de la colaboración entre los miembros del equipo. Así, para la evaluación del criterio elemental asociado a la variable de preferencia 2.1.2. se utilizó la calificación presentada en [22]. Acorde a lo expuesto, este criterio se define como:

$$C_{212}(m) = \begin{cases} GAP(m) = 0 & 0 \\ GAP(m) \neq 0 & 1-1/GAP(m) \end{cases}$$

Donde GAP indica el grado de colaboración entre los participantes. Para la definición de este criterio se considera que mientras más grande sea el grado de comunicación, será más exitoso el proyecto. Por ello el criterio tomará un valor más elevado mientras más alto sea el valor de GAP.

En cuanto a los participantes externos (Preferencia 2.2.1), se siguieron los mismos criterios que para 2.1.1., ya que a mayor cantidad de participantes externos, mayor será la complejidad del proceso, pues se deberá controlar más canales de comunicación. Por ende el modelo que lo represente será más complejo de analizar y comprender.

Finalmente, para las variables de performance ligadas a las características relativas a los recursos, se definieron los criterios elementales de manera similar. Esto se debe a que a mayor cantidad de recursos necesarios, mayor será la dependencia de las tareas a ellos, por lo que si un recurso no está disponible en

tiempo y forma retrasará la finalización en tiempo y forma de la tarea. Bajo estos conceptos se definió el siguiente criterio elemental:

$$C_{31}(m) = \begin{cases} \text{NRI}(m) = 0 & 0 \\ \text{NRI}(m) \neq 0 & 1/\text{NRI}(m) \end{cases}$$

Donde NRI representa el número de recursos internos necesarios para llevar a cabo el proceso.  $\text{NRI} = 0$ , indicaría la ausencia de recursos, por lo que se considera que el criterio no se satisface, ya que representaría una situación en la que el proceso no produce ningún resultado o salida.

Respecto de los recursos externos necesarios, a mayor número de recursos necesarios, mayor será la complejidad del proceso ya que mayor será la dependencia del proceso con actores externos a él. Por todo ello, se definió el siguiente criterio elemental:

$$C_{32}(m) = \begin{cases} \text{NRE}(m) = 0 & 1 \\ \text{NRE}(m) \neq 0 & 1/\text{NRE}(m) \end{cases}$$

Donde NRE representa el número de recursos externos necesarios en el proceso. Contrariamente al número de recursos internos, si  $\text{NRE} = 0$  se considera que no existe una dependencia de los procesos con el exterior en cuanto a los recursos necesario, por lo que no existe la complejidad de tener que esperar por un recurso externo no disponible. Por ello, si  $\text{NRE} = 0$  el criterio elemental se evalúa a 1.

Cabe destacar que los criterios propuestos constituyen un conjunto posible de funciones a utilizar en la evaluación de estas metodologías. Sin embargo, de ninguna manera son estáticos. Ellos pueden ser modificados, e incluso cambiados por otros, en función de las necesidades y experiencia de cada grupo que necesite decidir qué metodología utilizar en su proyecto de desarrollo.

Por otro lado, en esta etapa se estudiaron tres de las metodologías ágiles más difundidas como punto de partida en la evaluación de otras metodologías ágiles, como por ejemplo: Crystal Methodologies, Dynamic Systems Development Method, Agile Model Driven Development, etc.

### 3.3 Fase 3: Definición de la Estructura de Agregación para la Evaluación Global

En esta fase, a partir de los requerimientos y de los criterios elementales definidos en las primeras fases del método, se debe establecer una estrategia para agregar dichos criterios elementales. De esta manera se obtiene, a partir de los criterios elementales, un criterio global que constituirá la preferencia global que indicará el grado de satisfacción de los requerimientos del modelo estudiado.

Para la construcción de dicha estructura, se debe realizar una asociación de las variables de preferencias mediante las funciones de agregación lógicas. Esta agregación debe hacerse vinculando las variables que estén más relacionadas entre

sí, de manera que se obtengan resultados parciales para la evaluación de las características más generales. Las funciones de agregación vinculan las variables a través de operadores *andor*, cuya evaluación va de la Disyunción Pura (D) a la Conjunción Pura (C). Los valores intermedios (D++ a C++) representan evaluaciones donde la ausencia de un valor es compensado por la presencia de otro/s. Dicha compensación es mayor mientras más cerca esté el operador de la disyunción pura y menor mientras más cerca de la conjunción pura esté.

De esta manera, en el primer nivel de agregación, se relacionaron entre sí las variables correspondientes a las preferencias elementales de cada categoría general en la estructura de requerimientos. Los operadores lógicos, fueron seleccionados en función del grado de relevancia de cada preferencia elemental. Es decir, se considera si es un requisito que siempre debe estar presente o si es un requisito deseable pero que su ausencia no debe incidir demasiado en la valoración del modelo. En cuanto al resto de los niveles de agregación, se procedió de la misma manera agrupando los requerimientos generales más relacionados entre sí.

Cabe destacar que la construcción de esta estructura es fuertemente dependiente de la realidad que se está analizando. En el presente caso, se considera que todas las características debieran estar presentes por lo que se utilizaron conjunciones relajadas de manera que, si una de las características no se encuentra, degrada la evaluación del modelo pero no lo anula.

Bajo estas consideraciones, se arribó a la estructura de agregación de la Fig. 3.

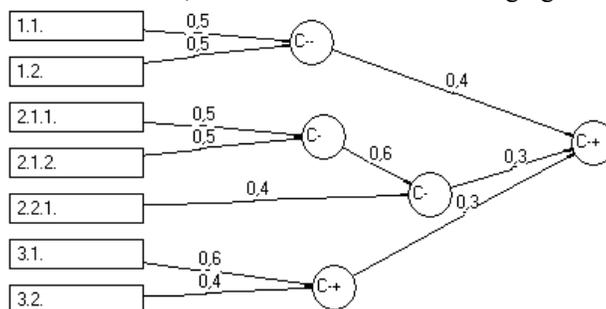


Fig. 3. Estructura de agregación para la evaluación de Metodologías Ágiles

### 3.4 Fase 4: Producción de Informe Final: Análisis y Documentación de los Resultados Obtenidos

La etapa final corresponde al análisis y comparación de los resultados obtenidos en la evaluación de los modelos respecto de las preferencias elementales. Se debe realizar una documentación de los resultados obtenidos que sirva como referencia e historial de la evolución de los MPN estudiados en futuras modificaciones y actualizaciones de los mismos. Esta documentación puede servir como punto de referencia y comparación a la hora de evaluar los modelos de otras metodologías ya existentes o que surjan con las nuevas tecnologías.

En cuanto a la evaluación de los modelos, la misma se llevó a cabo mediante una herramienta que permite realizar dicha evaluación de forma automática. A partir de dicha herramienta se obtuvieron los resultados de la evaluación global de las metodologías estudiadas. La Tabla 1 muestra un resumen de los resultados indicando la evaluación de cada característica general y la evaluación global para cada metodología (cabe destacar, que la información en la tabla resume la evaluación de las distintas características parciales). Los valores mostrados son obtenidos a partir de la evaluación de cada función de agregación de la estructura mostrada en la Fig. 3.

**Tabla 1.** Aplicación del método a los modelos

VARIABLES DE PREFERENCIA	Peso	OpenUP	XP	Scrum
1. Tareas/Actividades				
C--	0.4	0,018942790929914	0,02081194340874	0,0156956303294575
2. Participantes / Actores / Roles				
C-	0.3	0,431028439301198	0,530509119272771	0,691572014373902
3. Recursos				
C+	0.3	0,109140922023759	0,229191320940488	0,321879906054977
C+		<b>0,068561782634311</b>	<b>0,09138126480628</b>	<b>0,0892908394451241</b>

Acorde a los valores mostrados en la Tabla 1, se puede observar que XP obtuvo el valor de la preferencia global más alto. Sin embargo, las evaluaciones de cada subcaracterística, individuales Scrum obtiene el valor más elevado en lo referente a recursos y participantes. A pesar de ello, XP resulta mejor calificado debido a que obtiene una mejor valoración respecto a las tareas, a la cual se le ha dado más peso en la evaluación. Esto muestra que el resultado de la evaluación puede variar dependiendo de las necesidades y requerimientos de los interesados en la evaluación y de la experiencia del grupo de evaluadores.

#### 4. Conclusiones y Trabajos Futuros

En el desarrollo de software no existe tal cosa como la mejor metodología. Los Gerentes de proyecto deben considerar aspectos del proyecto en sí contra aspectos referentes a las metodologías disponibles para hacer una selección adecuada sobre cuál de ellas adoptar para el proyecto en ejecución.

Bajo el concepto que una metodología de desarrollo de software puede verse como un PN, del cual el producto es el Software desarrollado, se aplicó un método cuantitativo para la evaluación de modelos conceptuales de PN desarrollado en el marco de nuestro trabajo de investigación, en la evaluación de los metamodelos de tres de las metodologías ágiles de desarrollo de software más difundidas: OpenUP, XP y Scrum. El principal interés era poder elegir una de las metodologías ágiles de desarrollo de software disponibles en el mercado, acorde a los requerimientos y características deseables para un proyecto determinado.

De la aplicación del método resultó que XP fue más favorecida según los criterios de evaluación considerados. Lo que indica que para dicha situación es más conveniente aplicar esta metodología.

Cabe destacar que MEMPN brinda a los gerentes y líderes de proyectos, la posibilidad de calibrar la estructura con distintos parámetros. Lo que le posibilita la toma de decisiones, ya que los cálculos y estimaciones se pueden hacer de manera planificada y sistematizada a través de las fases del método. También tiene la posibilidad de documentar la información y evaluación llevadas a cabo por los distintos grupos de evaluadores externos o internos a la organización para posteriores usos y comparaciones.

La aplicación del método, no sólo en el análisis de modelos de PN, sino en los metamodelos de metodologías de desarrollo, nos dará una importante visión del alcance del mismo como también permitirá vislumbrar posibles extensiones en el futuro. Esto nos permitirá obtener una valoración de la aplicabilidad del método en distintos ámbitos del modelado de procesos de negocio.

En la continuidad de esta propuesta, se espera proseguir con el trabajo de mejora del método con la construcción de una herramienta que permita su aplicación automatizada en el análisis de los modelos estudiados. Además se trabaja en la aplicación del método a nuevos casos de estudio para su validación práctica.

Por otro lado, se tiene como objetivo analizar el estado de la adopción de metodologías ágiles en la industria del software de la región. Para ello, se está trabajando en el diseño de cuestionarios en base a la complejidad de los modelos conceptuales de dichas metodologías y sus prácticas y líneas guías. El objetivo de dicha investigación, es determinar nuevas características para ser incluidas en la estructura de categorización de requerimientos propuesta en este trabajo.

## Referencias

- [1] P. Letelier and M. C. Penadés, "Metodologías Ágiles para el desarrollo de software: eXtreme Programming (XP)." <http://www.willydev.net/descargas/masyxp.pdf> (Accedido 14/05/2013), 2004.
- [2] M. A. Rappa, "The utility business model and the future of computing services," *IBM Systems Journal*, vol. 43, pp. 32-42, 2004.
- [3] J. Becker, M. Rosemann, and C. von Uthmann, "Guidelines of Business Process Modeling," *Business Process Management, Models, Techniques and Empirical Studies (BPM'00)*. Springer, pp. 30-49, 2000.
- [4] V. Vitolins, "Business Process Measures," presented at Int. Conference on BALTIC DB&IS. Riga, Latvia., 2004.
- [5] C. Dewalt, "Business Process Modeling with UML," *Johns Hopkins University*, 1999.
- [6] S. A. White, "Process Modeling Notations and Workflow Patterns," in *Workflow Handbook 2004*, L. Fischer, Ed.: Published in association with the Workflow Management Coalition (WfMC), 2004.

- [7] T. Dufresne and J. Martin, "Process Modeling for e-Business," *Spring 2003, INFS 770 - Methods for Informations Systems Engineering: Knowledge Management and E-Business*. George Mason University, 2003.
- [8] A. R. Rodríguez, "Lenguajes, notaciones y herramientas para el modelado y análisis de procesos," <http://www.gestiopolis.com/administracion-estrategia/lenguajes-notaciones-y-herramientas-en-analisis-de-procesos.htm>, 2008.
- [9] M. Piattini, F. Ó. Garcia Rubio, and I. Caballero, *Calidad de Sistemas Informáticos*: Alfaomega-RA-MA, 2007.
- [10] D. Moody, "Theoretical and practical issues in evaluating the quality of conceptual models: current state and future directions," *Data & Knowledge Engineering. Elsevier B.V.*, pp. 243–276, 2005.
- [11] ISO, "ISO Standard 9000-2000: Quality Management Systems: Fundamentals and Vocabulary, International Standards Organisation (ISO)." 2000.
- [12] ISO/IEC, "ISO/IEC Standard 9126: Software Product Quality, International Standards Organisation (ISO), International Electrotechnical Commission (IEC)," 2001.
- [13] M. Yang, "Introduction to OpenUP," <http://epf.eclipse.org/wikis/openup/>, 2012.
- [14] XP, "Extreme Programming: A gentle introduction," <http://www.extremeprogramming.org/>, 2012.
- [15] J. Eaglesham, "Scrum Overview," <http://epf.eclipse.org/wikis/scrum/>, 2012.
- [16] M. Kirikova and J. Makna, "Renaissance of Business Process Modelling," in *Information Systems Development. Advances in Theory, Practice, and Education*, S. US, Ed., 2005, pp. 403-414.
- [17] C. Jiménez, L. Farías, and F. Pinto, "Análisis de Modelos de Procesos de Negocios en relación a la dimensión informática.," *Revista Electrónica del DIICC*. <http://www.inf.udec.cl/revista/ediciones/edicion9/cjimenez.pdf>, 2004.
- [18] OMG, "Business Process Modeling Notation (BPMN)," BPMI - OMG. <http://www.omg.org/spec/BPMN/1.2> 2009.
- [19] "Integrated DEFinition Methods.," <http://www.idef.com/Home.htm>.
- [20] L. A. Olsina, "Metodología Cuantitativa para la Evaluación y Comparación de la Calidad de Sitios Web," in *Facultad de Ciencias Exactas*. La Plata - Argentina: Universidad Nacional de La Plata, 1999, pp. 265.
- [21] J. J. Dujmovic, "A Method for Evaluation and Selection of Complex Hardware and Software Systems," *The 22nd International Conference for the Resource Management and Performance Evaluation of Enterprise Computing Systems. CMG96 Proceedings*, vol. 1, pp. 368-378, 1996.
- [22] J. Highsmith, *Agile Software Development Ecosystems*, 2006.