

Proceso para Revisión Sistemática de Literatura y Mapeo Sistemático

Guido Tebes, Denis Peppino, Pablo Becker y Luis Olsina

GIDIS_Web, Facultad de Ingeniería, UNLPam, General Pico, LP, Argentina
{guido.tebes92, denispeppino92}@gmail.com;
{beckerp, olsinal}@ing.unlpam.edu.ar

Resumen. La Revisión Sistemática de Literatura (RSL) es una estrategia de investigación destinada a obtener evidencia desde artículos científicos almacenados en repositorios digitales, la cual debe ser sistemática, reproducible y auditabile para formular preguntas de investigación sobre un área temática o fenómeno de interés y para buscar, seleccionar, analizar y comunicar toda la investigación relevante, básica o aplicada, necesaria para responder a dichas preguntas. La RSL (al igual que el Mapeo Sistemático) se puede realizar sobre estudios primarios o secundarios. En ambos casos se requieren procesos y métodos bien establecidos. Si bien existen guías del proceso de la RSL para Ingeniería de Software, las cuales indican los pasos a seguir en las tres fases del proceso propuesto por Kitchenham, consideramos que sería un aporte para la comunidad científica el mejorar la especificación de su proceso. Para este fin, empleando perspectivas de modelado de proceso, documentamos la especificación del proceso de RSL usando principalmente el lenguaje SPEM (*Software & Systems Process Engineering Metamodel*). En tanto desarrollamos el trabajo, ejemplificamos aspectos del proceso usando una RSL piloto sobre ontologías de testing de software ya realizada. Cabe acotar que el proceso propuesto de RSL también puede ser usado para Mapeo Sistemático.

Palabras Claves: Revisión Sistemática de Literatura; Mapeo Sistemático; Perspectivas de modelado de proceso; Perspectiva funcional, informacional, organizacional y de comportamiento; SPEM.

Process for Systematic Literature Review and Systematic Mapping

Abstract. Systematic Literature Review (SLR) is a research strategy intended to obtain evidence from scientific articles stored in digital repositories. It must be systematic, repeatable and auditabile to formulate research questions about a thematic area or phenomenon of interest and to search, select, analyze and

communicate all basic or applied research relevant findings in order to answer those questions. SLR, as well as Systematic Mapping (SM), can be carried out on primary or secondary studies. In both cases, well-established processes and methods are required. Although there are guides to the SLR process in Software Engineering, which indicate the steps to be followed in the three phases of the process proposed by Kitchenham, we believe that it would be a contribution for the research community to improve the current process specifications. To this end, we document the SLR process specification using mainly the SPEM (*Software & Systems Process Engineering Metamodel*) language and process modeling perspectives. As long as we develop the present work, we exemplify process aspects using a pilot SLR on software testing ontologies already performed. It should be noted that the proposed SLR process can also be used for SMs.

Keywords: Systematic Literature Review; Systematic Mapping; Process Modeling Perspectives; Functional, Informational, Organizational and Behavioral Perspective; SPEM.

1 Introducción

A partir de que Kitchenham publicó en 2004 el informe técnico [13] sobre revisiones sistemáticas de literatura –basado en investigaciones previas aplicadas al dominio de medicina-, el empleo de las RSL en las diversas comunidades científicas de Ingeniería de Software (IS) se ha tornado más y más frecuente para obtener evidencias mayoritariamente de estudios primarios, y en menor medida de secundarios. La salida producida al aplicar el proceso de RSL sobre estudios primarios se denomina *estudio secundario*, en tanto que el documento resultante de aplicar dicho proceso sobre estudios secundarios se denomina *estudio terciario*.

Por citar sólo unos pocos ejemplos, los autores en [27, 28, 30] documentan estudios secundarios sobre distintas temáticas en IS, en tanto que los autores en [7, 12] documentan estudios terciarios. Mayoritariamente los investigadores han reutilizado los procedimientos y guías propuestas por Kitchenham en 2004 [13], las cuales fueron revisadas primero en 2005 por Biolchini *et al.* [4], y luego actualizadas por Kitchenham *et al.* en 2007 [5, 11]. Más recientemente, en 2013, mediante la realización de una RSL, Kitchenham *et al.* [9] evaluaron y sintetizaron estudios publicados por investigadores de IS (incluyendo distintos tipos de estudios, no sólo primarios) que tratan sobre sus experiencias en realizar RSL y sus propuestas en mejorar el proceso de la RSL.

La Fig. 1 muestra la especificación del proceso de dichos autores, y adoptado o adaptado ligeramente por el resto de la comunidad de IS hasta el presente. Básicamente el proceso propuesto para la RSL [5] describe qué hacer mediante sus fases y pasos, o en otras palabras del dominio de proceso [3], mediante sus procesos, actividades y tareas. Sin embargo, el objetivo inicial del proceso no debería ser cómo realizar cada actividad o tarea por medio de métodos. Notar que una estrategia bien

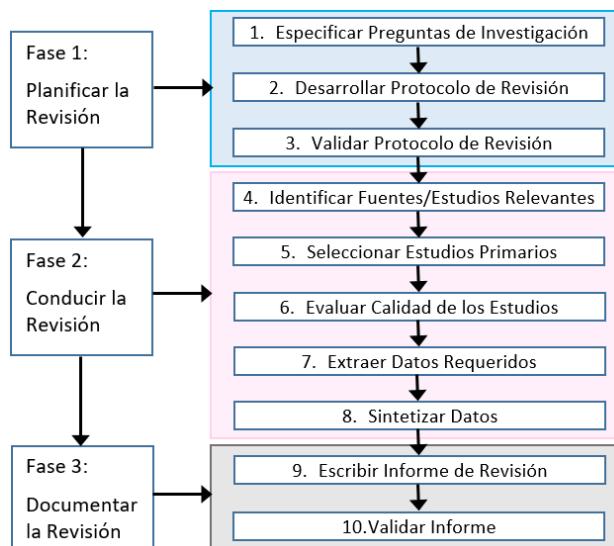


Fig. 1. Proceso de RSL propuesto por Kitchenham *et al.* (traducido al español del original [5]).

establecida, ya sea de evaluación [18], de testing, de RSL, entre otras, debería integrar tres capacidades, a saber: un marco conceptual de dominio, especificaciones de perspectivas de proceso y especificaciones de métodos.

Focalizándonos sólo en el aspecto del proceso (y no en el de especificación de métodos), observamos una posibilidad de mejora de la vista especificada en la Fig. 1, si tuviéramos en cuenta los principios de modelado de proceso propuestos por Curtis *et al.* [6], y empleados por ejemplo en [1].

Curtis *et al.* describen cuatro vistas o perspectivas en la que un proceso puede ser modelado, a saber: *funcional*, la cual describe qué actividades se deben llevar a cabo y qué flujo de entidades de información (artefactos) es importante para realizar las actividades y tareas; *de comportamiento*, que especifica cuándo deben ejecutarse las actividades, por lo que incluye identificar secuencias, paralelismos, iteraciones, etc.; *informacional*, la cual se centra en la estructura de los artefactos producidos o consumidos por las actividades, en sus interrelaciones, etc.; y *organizacional*, que tiene como fin mostrar dónde y quiénes son los agentes (en cumplimiento de roles) que intervienen en la realización de las actividades. Además de estas cuatro vistas, en [19] se define una perspectiva *metodológica*, la cual especifica particularmente qué constructores centrados en modelos (esto es, métodos) se asignan a las descripciones de actividades.

Entre los beneficios de usar modelado de proceso para robustecer las especificaciones de un proceso en general, y para robustecer a un proceso de RSL en particular, podemos indicar el de *facilitar el entendimiento y la comunicación*, lo cual implica que el modelo de proceso (con la riqueza que proporciona las representaciones gráficas) sea entendible para la comunidad interesada; el de *dar soporte a la mejora de procesos*, ya que se identifican todas las perspectivas

fundamentales del modelo de proceso, lo cual favorece a la reutilización y a la evaluación de impactos ante potenciales cambios en el proceso; el de *dar soporte a la gestión del proyecto*, esto es, a la planificación, asignación de recursos, monitoreo y control; el de *permitir la automatización de procesos* lo que ayuda a proporcionar herramientas de soporte y mejorar el rendimiento; el de *favorecer la verificación y validación de las perspectivas del proceso* lo que redundará en consistencia, repetitividad y auditabilidad de proyectos.

Por otro lado, es importante señalar que, si bien las RSL se centran en reunir y sintetizar evidencia de estudios primarios o secundarios, los estudios de Mapeo Sistemático (MS) se utilizan para estructurar (clasificar) un área de investigación. En Petersen *et al.* [24], los autores realizaron un MS sobre mapeos sistemáticos, para identificar cómo se lleva a cabo el proceso de MS y así identificar potenciales mejoras en el proceso de MS. Si bien existen diferencias entre el objetivo de una RSL y un MS con respecto a las preguntas de investigación, el proceso de búsqueda, los requisitos de la estrategia de búsqueda, la evaluación de calidad y los resultados [10], el proceso seguido en [24] es el mismo que el utilizado para RSL. Por lo tanto, podemos imaginar que nuestro proceso propuesto se pueda usar tanto para RSL como para estudios de MS. Lo que puede diferir es el uso de diferentes métodos y técnicas para las actividades.

Por lo tanto, el principal aporte del presente trabajo consiste en robustecer al proceso de RSL/MS actualmente utilizado por las comunidades científicas, considerando con mayor rigor los principios y beneficios de modelado de proceso antes descriptos. Para tal fin, usaremos cuatro perspectivas de modelado, a saber: *funcional, informacional, de comportamiento y organizacional*, extendiendo así el trabajo presentado en el evento ASSE'19 [29] en el cual solo se consideraron tres vistas. Adicionalmente, incluimos la discusión de que el mismo proceso de RSL puede ser usado para MS. Por último, ilustraremos aspectos del proceso de RSL empleando un estudio piloto sobre ontologías de testing de software recientemente realizado [23].

El resto del artículo se organiza de la siguiente manera. En la Sección 2 se discute la motivación y los trabajos relacionados a nuestra investigación. La Sección 3 especifica el proceso de RSL (útil también para MS) y discute aspectos de las perspectivas de modelado. En la Sección 4 se ilustra una RSL con el caso aplicado a ontologías de testing de software. Por último, la Sección 5 resume conclusiones y líneas de avance.

2 Motivación y Trabajos Relacionados

Una de las motivaciones para modelar el proceso de RSL surgió de ciertas dificultades que enfrentamos (todos los autores del presente trabajo) al llevar a cabo el proceso de un estudio piloto de RSL (sobre ontologías de testing de software [23]), el cual no estaba explícitamente especificado en los procesos existentes, tal como el mostrado en la Fig. 1. El objetivo general de esta prueba era poder refinar y mejorar aspectos del diseño del protocolo, tales como las preguntas de investigación, el

protocolo de búsqueda, los criterios de selección y de calidad, y/o los formularios de extracción de datos seleccionando una muestra de estudios primarios y ejecutando esta iteración no en la actividad de planificación (o diseño de la RSL, en la cual se pueden validar algunos artefactos) sino en la de conducción (o ejecución). Además, observamos aspectos débilmente especificados en los procesos de RSL existentes desde el punto de vista de perspectivas de modelado de proceso (tal como analizaremos en la Sección 3), y a veces una débil separación de preocupaciones entre qué hacer (proceso) y cómo hacerlo (métodos).

Así, la primera representación gráfica del proceso de RSL propuesto por Kitchenham *et al.* [5] fue realizada en 2007 (teniendo en cuenta trabajos previos de los mismos autores [13] y de otros como [4]), el cual fue adoptado o adaptado ligeramente por el resto de la comunidad de IS hasta el presente. Si analizamos a la Fig. 1, en todos los procesos de RSL empleados recientemente se observa que tienen en común las fases de Planificar (o Diseñar Revisión, actividad A1, en Fig. 2), de Conducir (o Ejecutar Revisión, actividad A2), y de Documentar (o Analizar y Documentar Revisión, actividad A3). A pesar que a nivel de fase se preservan en general las mismas tres (por ejemplo, en [27, 28, 30], por citar unos pocos trabajos), a nivel de pasos (sub-actividades y tareas) difieren unos de otros. Por lo tanto, si comparamos los tres pasos para la fase 1 de la Fig. 1, en [28] se modelizan también tres, a saber: 1) Necesidad de la RSL; 2) Formulación de las preguntas de investigación; y 3) Formulación del protocolo de revisión. En tanto que en [27] se representan cinco pasos: 1) Meta y necesidad de la RSL; 2) Definir las preguntas de investigación; 3) Definir cadena de búsqueda; 4) Definir criterios de inclusión/exclusión; y 5) Validar protocolo.

La misma falta de consenso en nombrar e incluir pasos se observa entre dichos trabajos para la fase 2. Por ejemplo, se incluye el paso “Selección y extracción piloto” en [27], que podría ser semejante al paso “Selección de estudios primarios potenciales” en [28]. Sin embargo, la selección y extracción piloto no itera o retroalimenta a la fase 1, la cual podría ayudar a mejorar aspectos del diseño de la RSL, como proponemos en la siguiente sección.

Por último, otras adaptaciones o variaciones del proceso propuesto por Kitchenham *et al.* se observan en [7, 8]. En [8] se enfatiza el uso de dos métodos denominados *backward* y *forward snowballing*, en tanto que en [7] se incluye la actividad de *snowballing* en el proceso de revisión.

En definitiva, como hipótesis subyacente, la brecha existente en la falta de estandarización del proceso de RSL y MS utilizado actualmente por las comunidades científicas se podría achicar, si consideráramos con mayor rigor los principios y beneficios de modelado de proceso indicados en la Sección de Introducción. A seguir su desarrollo.

3 Especificación del Modelo de Proceso de RSL

Considerando que aún no existe un consenso generalizado en la terminología utilizada

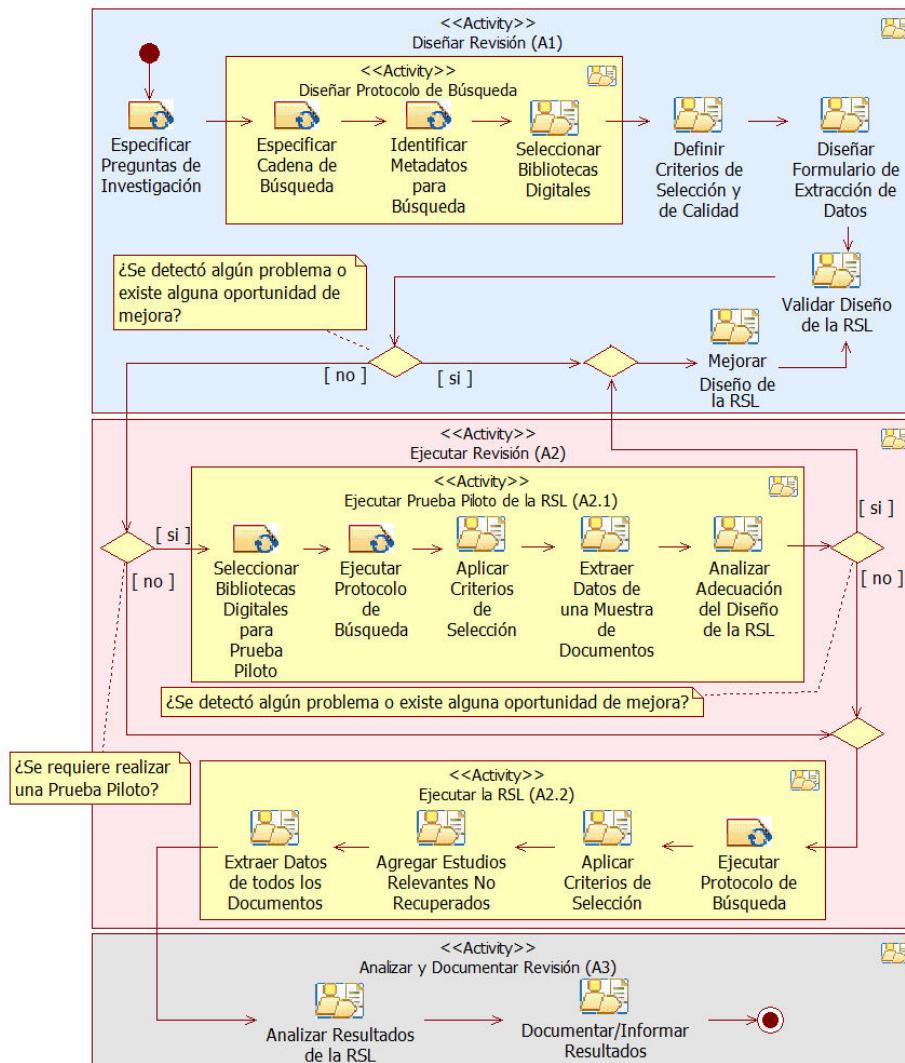


Fig. 2. Perspectiva de comportamiento del modelo de proceso de RSL propuesto.

en el dominio de proceso, es necesario introducir el significado de algunos términos a usar antes de enfocarnos en la especificación del modelo de proceso de RSL. Cabe acotar que los términos considerados a continuación (resaltados en *italíca*) están tomados de la ontología de proceso propuesta en [3].

En este trabajo un *proceso* está compuesto por actividades y una *actividad* está formada por un conjunto de *tareas*, siendo este último un elemento atómico (es decir, que no se puede descomponer). Teniendo presente que una actividad se puede descomponer también en actividades de menor nivel de granularidad que no llegan a ser tareas, en [3] se ha incluido el concepto *sub-actividad*. Además, proceso, actividad

y tarea son considerados *definiciones de trabajo*, las cuales indican “qué” hacer. Toda definición de trabajo (proceso/actividad/tarea) consume y modifica y/o produce *productos de trabajo*. Un tipo particular de producto de trabajo son los *artefactos* (por ejemplo, diagramas y documentos). Otro concepto importante es el de *método*, el cual es un *recurso* que indica “cómo” llevar a cabo la *descripción* de una *definición de trabajo*. Por último, un *agente* es un ente ejecutor asignado a una definición de trabajo en cumplimiento de un *rol*. A su vez, el término *rol* se define como el conjunto de capacidades (habilidades, competencias y responsabilidades) que un agente debe poseer para realizar una definición de trabajo.

Respecto a la discusión central de esta sección, la Fig. 2 ilustra, desde la perspectiva de comportamiento, el modelo proceso propuesto para RSL. El lenguaje de modelado utilizado es SPEM [20]. Existen varios lenguajes de modelado de proceso como por ejemplo BPMN [21], SPEM y Diagrama de actividad UML [22], los cuales son los más populares en la academia y la industria. Sus anotaciones son muy similares considerando diferentes características deseables como expresividad (es decir, la cantidad de patrones de flujo de trabajo admitidos), comprensibilidad, entre otros [25, 26, 31]. Desde el punto de vista de las perspectivas funcional, de comportamiento y organizacional, SPEM, UML y BPMN son lenguajes de modelado adecuados que se pueden utilizar. Sin embargo, para la perspectiva informacional, BPMN no es un lenguaje adecuado. SPEM permite utilizar tanto el Diagrama de proceso de negocio de BPMN como el Diagrama de actividad de UML, entre otros diagramas como el Diagrama de clase de UML para especificar todas las perspectivas de proceso.

Como se puede apreciar en la Fig. 2, este modelo de proceso, al igual que el modelo original [5], cuenta con tres actividades principales: (A1) Diseñar Revisión, (A2) Ejecutar Revisión y (A3) Analizar y Documentar Revisión. A su vez, estas actividades agrupan sub-actividades y tareas.

Notar que, por ejemplo, para la sub-actividad Diseñar Protocolo de Búsqueda se muestran las tareas que la misma involucra mientras que para el resto de las sub-actividades de A1 no. Esto está hecho *ex profeso* con el fin de comunicar al lector que las sub-actividades tienen tareas, pero al mismo tiempo no dar el detalle de todas para preservar la legibilidad del diagrama.

Como el lector puede observar, desde la perspectiva de comportamiento, nuestra especificación de proceso tiene más detalles que otros modelos actualmente utilizados para RSL. Por ejemplo, incluimos nodos de decisión (diamantes en Fig. 2) para representar iteraciones (por ejemplo, entre Validar Diseño de la RSL y Mejorar Diseño de la RSL en A1) y transmitir que algunas actividades/tareas podrían no ser realizadas (por ejemplo, la sub-actividad Ejecutar Prueba Piloto de la RSL es opcional en A2). Consecuentemente, nuestra especificación ayuda a indicar explícitamente a los investigadores y demás interesados que el proceso de RSL no es totalmente secuencial.

Una RSL es un esfuerzo que lleva mucho tiempo, generalmente varios investigadores están involucrados desempeñando diferentes roles. Por lo tanto, es de importancia la perspectiva organizacional que se presenta en la Fig. 3, debido a que

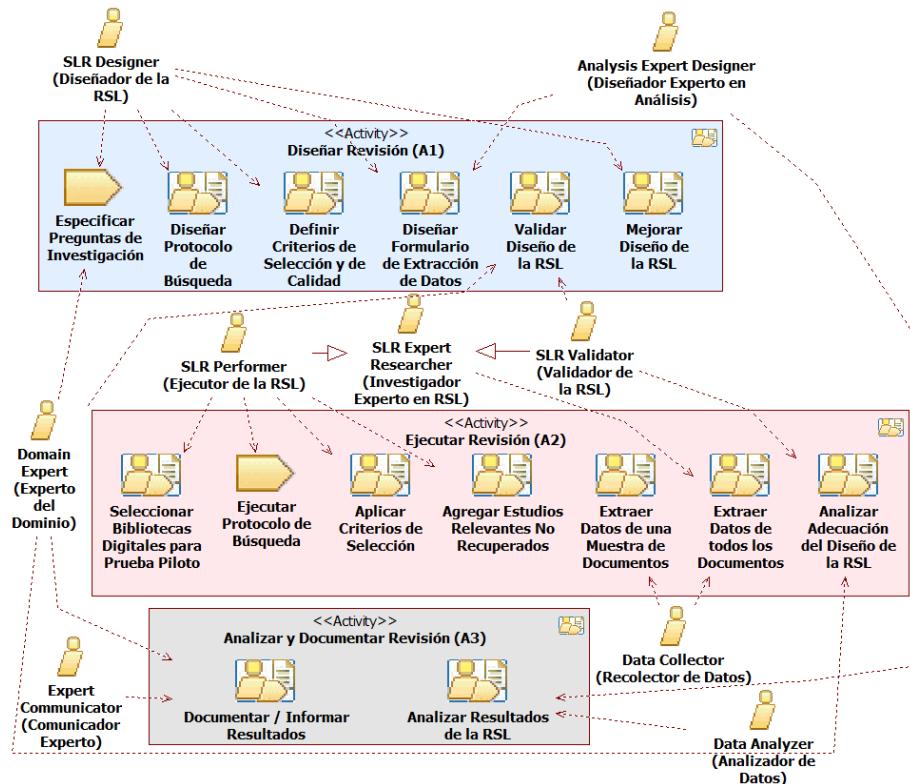


Fig. 3. Perspectiva organizacional del modelo de proceso de RSL propuesto.

muestra los roles involucrados en un proceso de RSL. Entre estos roles, A1 incluye al Diseñador de la RSL, cuyo agente debe desarrollar estrategias integrales de búsqueda e identificar bibliotecas apropiadas. También, este rol junto con el Diseñador Experto en Análisis son necesarios para diseñar el formulario de extracción de datos así como la definición de potenciales métodos de análisis. Además, en A1 se incluyen el rol Validador de la RSL cuyo agente debería tener experticia en la realización de revisiones sistemáticas y el rol Experto del Dominio, el cual debería ser jugado por un agente con conocimientos en el tema de investigación.

Es importante mencionar que un agente puede desempeñar diferentes roles y, a su vez, uno o más agentes (o incluso un equipo) pueden desempeñar un rol. Por ejemplo, en una RSL el rol del Recolector de Datos es desempeñado frecuentemente por varios investigadores, ya que las sub-actividades Extraer Datos de una Muestra de Documentos y Extraer Datos de todos los Documentos consumen mucho tiempo y requieren mucho esfuerzo. En [2] se describen las responsabilidades y/o capacidades requeridas para los diferentes roles.

En las siguientes sub-secciones, se describen las tres actividades principales considerando sus sub-actividades y tareas, secuencias, roles, y entradas y salidas, considerando las perspectivas de comportamiento, funcional y organizacional.

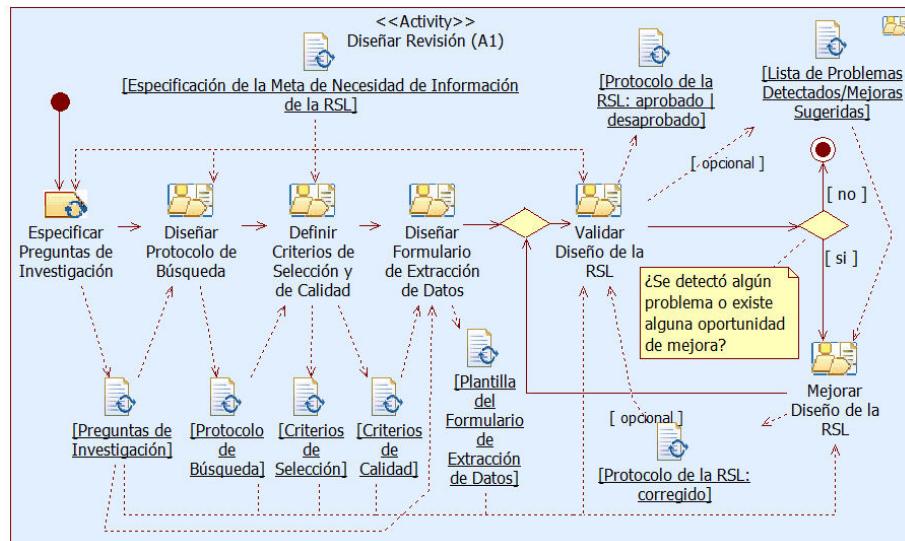


Fig. 4. Perspectiva funcional y de comportamiento para la actividad Diseñar Revisión (A1).

Adicionalmente, para enriquecer las especificaciones del proceso, en algunos casos, también se hace uso de la perspectiva informacional.

3.1 Diseñar Revisión (A1)

La actividad A1 tiene como objetivo principal diseñar el protocolo de la RSL. Para ello se deben llevar a cabo las tareas y actividades de la Fig. 4, la cual considera la perspectiva funcional junto con la perspectiva de comportamiento, mostrando el flujo de actividades y los productos de trabajo consumidos y producidos en cada actividad/tarea. La perspectiva funcional es muy importante para verificar qué documentos son necesarios para realizar una tarea y qué documentos deben ser producidos, sirviendo también para fines de verificación. Desafortunadamente, la perspectiva funcional en las propuestas actuales del proceso de RSL a menudo no es considerada.

Tal como se observa en la Fig. 4, la primera tarea a realizar es Especificar Preguntas de Investigación la cual consume el documento “Especificación de la Meta de Necesidad de Información de la RSL”. Este artefacto contiene la declaración de la meta establecida por los investigadores, la cual guía al diseño de la revisión. Luego, a partir de las “Preguntas de Investigación” se lleva a cabo la actividad Diseñar Protocolo de Búsqueda, la cual involucra las tareas Especificar Cadena de Búsqueda, Identificar Metadatos para Búsqueda y Seleccionar Bibliotecas Digitales (ver Fig. 4). A su vez, esta última incluye las tareas Definir Criterios de Selección de Bibliotecas Digitales e Identificar Bibliotecas Digitales como se especifica en la Fig. 5. Ejemplos de criterios de selección de bibliotecas digitales pueden ser el idioma y el dominio de la biblioteca, entre otros. La selección de las bibliotecas digitales puede determinar el

alcance y la validez de las conclusiones de la revisión. Como resultado de la actividad Diseñar Protocolo de Búsqueda se obtiene el “Protocolo de Búsqueda”, el cual se compone de una cadena (string) de búsqueda formada por términos y operadores lógicos, los metadatos sobre los cuales se aplicará la búsqueda (por ejemplo, título y resumen) y las bibliotecas digitales seleccionadas donde se realizará la búsqueda de artículos (por ejemplo, IEEE, ACM, Springer Link, Google Scholar, por citar solo algunas).

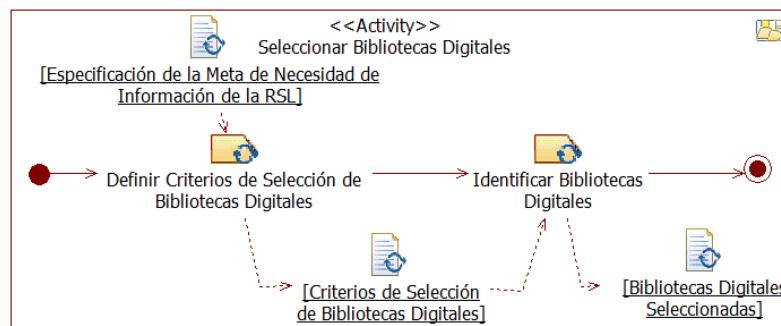


Fig. 5. Perspectivas funcional y de comportamiento para la sub-actividad Seleccionar Bibliotecas Digitales.

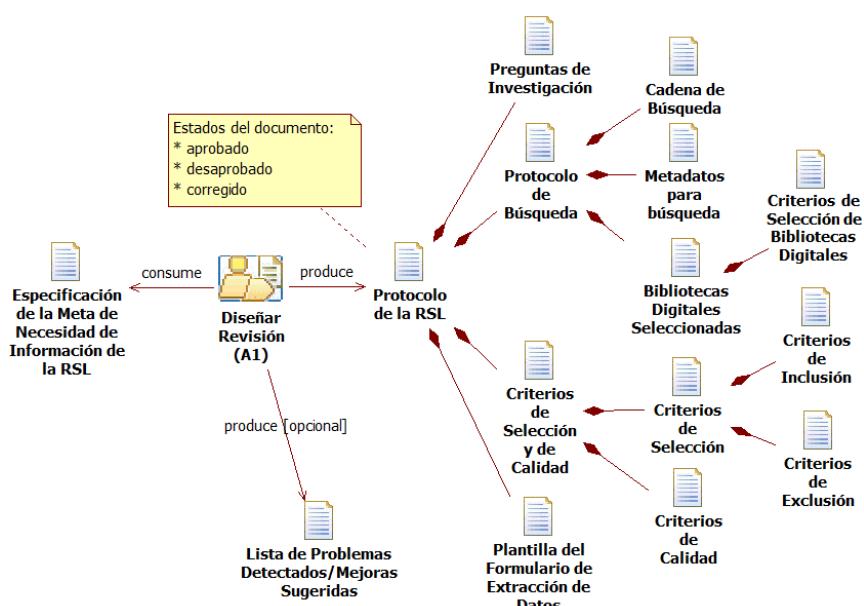


Fig. 6. Perspectiva Informativa para la actividad Diseñar Revisión (A1).

A partir del "Protocolo de Búsqueda" es posible ejecutar la actividad Definir Criterios de Selección y de Calidad. Esta produce los artefactos "Criterios de Selección" y "Criterios de Calidad". El primero documenta el conjunto de criterios de inclusión y de exclusión, es decir las características que determinan si un artículo es considerado o no en la revisión. Los revisores deben preguntarse: ¿Es el estudio relevante para el propósito de la revisión? ¿Es aceptable el estudio para su revisión? Para responder estas preguntas, los revisores formulan criterios de inclusión y exclusión. Cada revisión sistemática tiene su propio objetivo y preguntas de investigación, por lo que sus criterios de inclusión y exclusión suelen ser únicos (excepto para una replicación). Sin embargo, los criterios de inclusión y exclusión generalmente pertenecen a una o más de las siguientes categorías: (a) población de

estudio, (b) naturaleza de la intervención, (c) variables de resultado, (d) período de tiempo, (e) rango lingüístico y cultural, y (f) calidad metodológica [16]. Notar que en la Fig. 6, los artefactos “Criterios de Inclusión” y “Criterios de Exclusión” son parte del artefacto “Criterios de Selección”.

El segundo documenta características que permitan en A2 evaluar en cierta medida la calidad de los estudios recuperados como así también identificar aspectos relevantes o deseables para los investigadores. A veces, los criterios de calidad se usan como criterios de inclusión/exclusión (o para construirlos) porque son muy importantes para seleccionar estudios de alta calidad para obtener resultados y conclusiones confiables [11]. En otros casos, los investigadores planifican no usar los criterios de calidad para excluir estudios. Usar los “Criterios de Calidad” como “Criterios de Selección” es una decisión crítica porque si los criterios de inclusión son demasiado amplios, se pueden incluir estudios de baja calidad, lo que reduce la confianza en el resultado final; pero si los criterios son demasiado estrictos, los resultados se basan en menos estudios y la evidencia obtenida no puede ser generalizada [14].

Como se observa en la Fig. 4, la siguiente actividad es Diseñar Formulario de Extracción de Datos. Como salida se obtiene la “Plantilla del Formulario de Extracción de Datos” cuyos campos son definidos a partir de las “Preguntas de Investigación” y de los “Criterios de Calidad”. Esta será utilizada en A2 para recopilar información sobre cada uno de los artículos recuperados. Notar en la Fig. 3 que esta actividad es realizada por el Diseñador de la RSL y el Diseñador Experto en Análisis. El primero debe tener conocimientos y habilidades para diseñar y especificar el formulario de extracción de datos, mientras que el segundo debe identificar los tipos de datos necesarios para fines de análisis. Luego se deben validar todos los documentos producidos hasta ese momento. Validar Diseño de la RSL consiste en revisar tales documentos con el fin de detectar problemas u oportunidades de mejora. Esta actividad suele ser llevada a cabo por investigadores con experiencia en RSL. Como resultado se obtiene el documento “Protocolo de la RSL”, el cual contiene todos los artefactos antes producidos, tal como se observa mediante la perspectiva informacional en la Fig. 6.

3.2 Ejecutar Revisión (A2)

El principal objetivo de A2 es realizar la RSL. Además, para casos primerizos en donde no se repite o replica un estudio, se recomienda primero realizar una prueba piloto con la intención de ajustar el “Protocolo de la RSL” producido en A1. Notar que esta cuestión generalmente se descuida o se especifica poco en otros procesos de RSL (así como también en MS) existentes. La Fig. 7 muestra las distintas subactividades y tareas de A2 junto con sus artefactos de entrada y salida.

En caso de considerarse necesario ejecutar una prueba piloto de la RSL, la primera tarea a realizar es Seleccionar Bibliotecas Digitales para Prueba Piloto. Esta consiste en escoger un subconjunto de bibliotecas (por lo general una o dos) a partir de las “Bibliotecas Digitales Seleccionadas” en A1. Luego se debe Ejecutar el Protocolo de Búsqueda sobre las bibliotecas previamente seleccionadas considerando la “Cadena

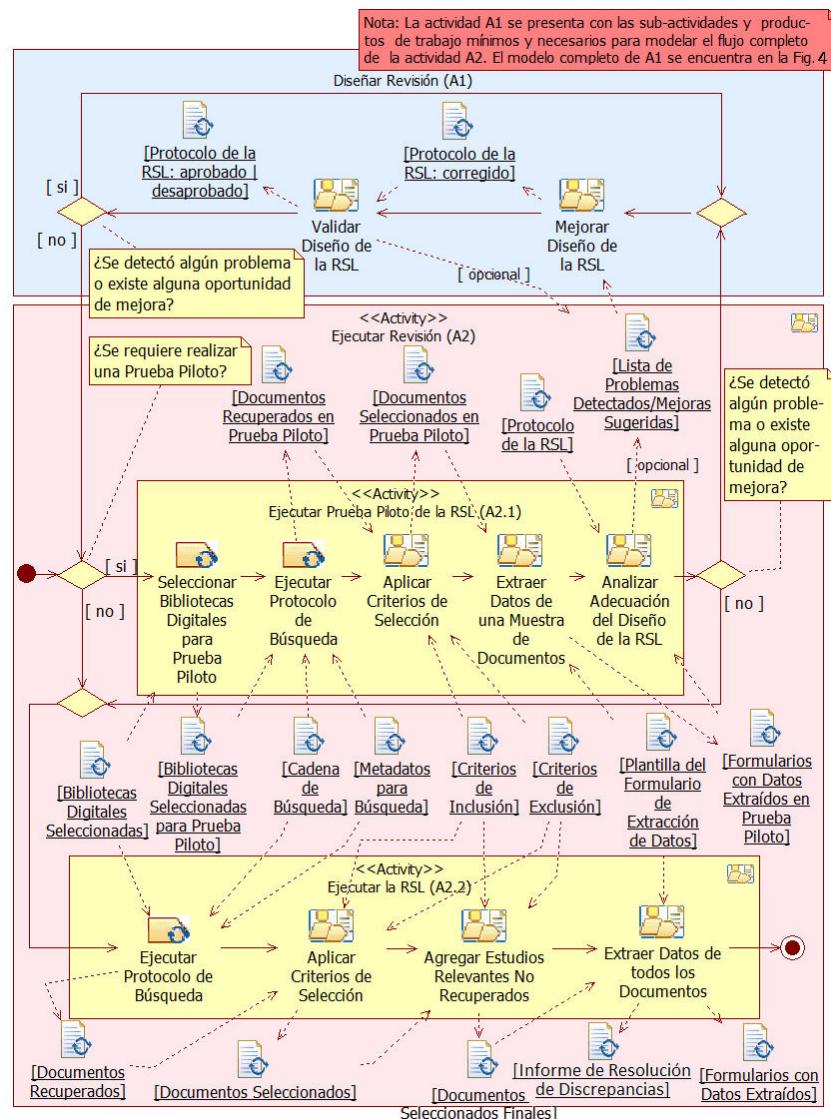


Fig. 7. Perspectiva funcional y de comportamiento para la actividad Ejecutar Revisión (A2).

de Búsqueda” y los “Metadatos para Búsqueda”. Como salida se produce una lista de “Documentos Recuperados en Prueba Piloto”. A partir de esta lista, en la actividad Aplicar Criterios de Selección se descargan los artículos y se filtran considerando los “Criterios de Inclusión” y los “Criterios de Exclusión”. Como resultado se obtienen los “Documentos Seleccionados en Prueba Piloto”.

A partir de este subconjunto de documentos de los inicialmente recuperados, el Recolector de Datos procede a Extraer Datos de una Muestra de Documentos. Como

tareas de esta actividad está la selección de documentos de muestra, la cual puede realizarse de forma aleatoria [13], y la extracción de datos utilizando la “Plantilla del Formulario de Extracción de Datos” (estas tareas no se muestran en la Fig. 7). Notar que se extraen datos de solo una muestra ya que el fin de la prueba piloto es solo analizar qué tan adecuado es el protocolo que se está siguiendo. Si más de un Recolector de Datos va a utilizar los formularios en la revisión final, entonces es recomendable que más de un Recolector de Datos participe en la extracción de datos de la prueba piloto. El beneficio de que los formularios sean probados por distintos investigadores es facilitar el hallazgo de inconsistencias.

Finalmente, considerando todos los documentos que componen el “Protocolo de la RSL” (ver Fig. 6) y los “Formularios con Datos Extraídos en Prueba Piloto” se debe Analizar Adecuación del Diseño de la RSL. Este análisis a partir de una prueba piloto permite refinar el formulario de extracción de datos y también ajustar otros aspectos del protocolo, tales como preguntas de investigación, estrategia de búsqueda y/o criterios de selección. Por ejemplo, un método para validar la cadena de búsqueda es verificar si se recupera un conjunto de documentos conocidos entre los “Documentos Seleccionados en Prueba Piloto”. En caso de que no fuera necesario realizar ajustes al protocolo, se debe llevar a cabo la actividad A2.2 (Ejecutar la RSL). Pero si se detectara algún problema o hubiera alguna oportunidad de mejora, tal como indica la Fig. 7, se deben realizar las actividades Mejorar Diseño de la RSL y Validar Diseño de la RSL ya descriptas en A1. Una vez hechos los cambios y que el Protocolo de la RSL pase a estado aprobado, se puede volver a realizar una nueva prueba piloto o directamente realizar A2.2.

Ejecutar la RSL (A2.2), implica Ejecutar Protocolo de Búsqueda teniendo en cuenta ahora a todas las “Bibliotecas Digitales Seleccionadas”. Luego, se debe Aplicar Criterios de Selección sobre los “Documentos Recuperados” con el objetivo de descartar aquellos que no cumplen con los criterios definidos en A1. Como artefacto se produce “Documentos Seleccionados”, el cual ingresa a Agregar Estudios Relevantes No Recuperados (actividad en la que se puede aplicar métodos de *snowballing*). Al final se debe realizar la actividad Extraer Datos de todos los Documentos haciendo uso de la “Plantilla del Formulario de Extracción de Datos”. Esta actividad es realizada por uno o más Recolectores de Datos. Dependiendo de la experiencia de los agentes que jueguen dicho rol, los recursos disponibles, cantidad de artículos, entre otros factores, un artículo dado puede ser analizado por uno o dos agentes. En los casos donde un mismo artículo sea revisado por varios agentes (como Recolectores de Datos), los datos extraídos deben compararse y los desacuerdos se pueden resolver por consenso entre los investigadores o por un investigador independiente adicional, quizás por un agente que juegue el rol de Investigador Experto en RSL. Si cada uno de los Recolectores de Datos revisa diferentes documentos porque las limitaciones de tiempo o recursos impiden que todos los documentos seleccionados sean evaluados por todos los investigadores, es importante asegurarse de emplear algún método para verificar que los investigadores extraigan los datos de manera consistente. Observar en la Fig. 7 que las discrepancias deben registrarse en el “Informe de Resolución de Discrepancias”, como también se sugiere en [4]. Una vez concluida A2 se tendrá un conjunto de “Formularios con Datos Extraídos”, los cuales son el insumo principal para la actividad A3.

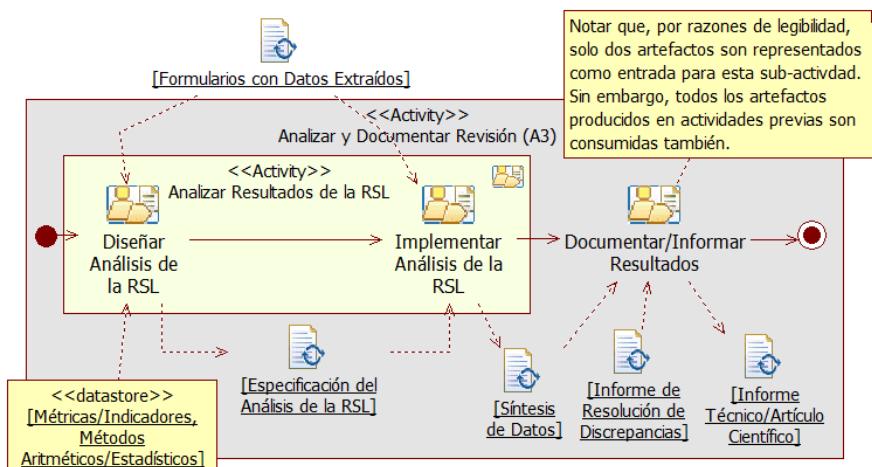


Fig. 8. Perspectiva funcional y de comportamiento para la actividad Analizar y Documentar Revisión (A3).

3.3 Analizar y Documentar Revisión (A3)

A3 es una actividad central del proceso de RSL (al igual que en MS). El objetivo principal de esta actividad es sintetizar los resultados del análisis basado en la evidencia científica disponible para sacar conclusiones y comunicar los hallazgos. Además, considerando que una RSL debe ser sistemática, reproducible y auditável, es muy importante documentar el proceso seguido, los métodos aplicados y los artefactos producidos.

La Fig. 8 muestra que la primera actividad a realizar es Analizar Resultados de la RSL. Esto implica, a su vez, la sub-actividad Diseñar Análisis de la RSL. Esta es realizada por un agente que desempeña el rol de Diseñador Experto en Análisis, el cual es responsable de identificar los métodos y técnicas de análisis de datos adecuados que se utilizarán. Como salida, se produce la “Especificación del Análisis de la RSL”. Luego, la sub-actividad Implementar Análisis de la RSL debe ser llevada a cabo por un Analizador de Datos, quien es responsable de realizar el análisis de los datos. El análisis se lleva a cabo teniendo presentes los artefactos “Formularios con Datos Extraídos” y “Especificación del Análisis de la RSL”. En el análisis, se pueden utilizar diversos métodos de medición, evaluación, categorización y agregación de datos, así como medios de visualización (como tablas, gráficos, nubes de palabras, entre otros) para dar respuesta a las preguntas de investigación establecidas, resaltar similitudes y diferencias entre los estudios analizados, entre otros usos. Como resultado se produce una “Síntesis de Datos” que permite dar respuesta a las preguntas de investigación. La síntesis por lo general es descriptiva. Sin embargo, es posible a veces complementar una síntesis descriptiva con un resumen cuantitativo a través de meta-análisis, usando técnicas estadísticas apropiadamente.

Finalmente, un Comunicador Experto realiza la actividad Documentar/Informar

Resultados. Para ello, inicialmente se establecen los mecanismos de difusión, por ejemplo, informes técnicos, artículos de revista, entre otros, y luego se producen los documentos que comunicarán los resultados a la comunidad interesada. De esta manera, finaliza el proceso de RSL. Todas las pruebas y resúmenes recopilados deberían quedar disponibles públicamente por razones de auditabilidad.

3.4 Resaltando Aspectos del Proceso de RSL Propuesto

El proceso de RSL propuesto por Kitchenham *et al.* (Fig. 1) y adoptado o adaptado ligeramente por otros autores hasta el presente (como por ejemplo en [27, 28, 30]) sólo es representado (y débilmente) mediante la perspectiva de comportamiento desde el punto de vista de modelado de proceso. Si comparamos a la Fig. 1 con la Fig. 2 en donde ambas son una representación de la perspectiva de comportamiento, observamos, por un lado, una mayor riqueza de expresividad en secuencias y flujos de decisión en la Fig. 2 y, por otro lado, la posibilidad de representar diferentes niveles de granularidad en las definiciones de trabajo, como actividad, sub-actividad y tarea. (Notar que, por una cuestión de mantener el diagrama simple, no hemos especificado otros aspectos como iteraciones y paralelismos –como por ejemplo el paralelismo que se puede modelar entre las tareas Definir Criterios de Calidad y Definir Criterios de Inclusión/Exclusión, dentro de la sub-actividad Definir Criterios de Selección y de Calidad en Fig. 2).

Si bien la perspectiva de comportamiento es sin dudas necesaria, es insuficiente por no representar entradas y salidas de las diferentes actividades y tareas. Por tal razón, la perspectiva funcional junto con la de comportamiento, enriquece la expresividad del modelo tal como se observa en las figuras 4, 7 y 8. Aún más, la perspectiva informacional también enriquece y favorece la comprensión y rigor del proceso de RSL, al mostrar la estructura de un artefacto dado, tal como se ilustra para el artefacto “Protocolo de la RSL” (Fig. 6) el cual es producido por la actividad A1.

Por otra parte, un aspecto a resaltar de la presente propuesta, es la modelización de la sub-actividad A2.1 (Ejecutar Prueba Piloto de la RSL) la cual retroalimenta a la actividad A1 (Diseñar Revisión). Con frecuencia, esta actividad no se considera en los procesos adaptados, o si se menciona o considera [5, 27] está débilmente especificada. Por ejemplo, en [27] la actividad (paso) Selección y Extracción Piloto, se encuentra representada en la actividad (fase) A2, pero no retroalimenta a la actividad (fase) A1, lo cual podría ayudar a mejorar aspectos del diseño de la RSL, tal como proponemos en la Fig. 7, y veremos su utilidad en la Sección 4. Notar que en nuestra propuesta se modela a la sub-actividad Validar Diseño de RSL en A1, y a la sub-actividad Ejecutar Prueba Piloto de la RSL, la cual claramente debe llevarse a cabo en A2 por contener tareas propias de la ejecución de la misma.

En definitiva, la principal contribución del presente trabajo consiste en robustecer al proceso de RSL actualmente utilizado por las comunidades científicas considerando, por una parte, los principios y beneficios de modelado de proceso con mayor rigor al usar en este caso cuatro perspectivas a saber funcional, informacional, organizacional y de comportamiento conjuntamente. Y, por otra parte, la visión de desacoplar “el qué” hacer, lo cual se modeliza mediante procesos, actividades, tareas

y artefactos, de “el cómo” llevar a cabo la descripción de la definición de trabajo, lo cual se modeliza mediante especificaciones de métodos (no tratado en este artículo). A menudo se observa en la literatura citada (y en general) una falta de separación de preocupaciones entre qué hacer (proceso) y cómo hacerlo (métodos).

4 Aplicación del Proceso a un Estudio de RSL

En [18] se presenta una familia de estrategias de evaluación. Toda estrategia, independientemente que sea de evaluación, desarrollo, testing, etc., debería integrar una base conceptual de dominio bien establecida, especificaciones de proceso y métodos. A fin de ampliar estas familias, se consideró desarrollar estrategias de testing. Por ende, el objetivo inicial es contar con un vocabulario para el dominio de testing. En esta dirección, en [23] se diseñó una RSL sobre ontologías de testing de software, es decir, se llevaron a cabo las actividades A1 y A2.1 de la Fig. 2. Al presente se ha completado la actividad A2 y se está realizando A3. El resultado de esta RSL permitirá establecer las bases para adoptar, adaptar o desarrollar una ontología de testing que pueda ser integrada al marco conceptual ya desarrollado para las estrategias de evaluación existentes.

Para ilustrar el proceso propuesto con sus perspectivas, a seguir se comentan algunos aspectos de la prueba piloto llevada a cabo en [23] que permitieron evaluar y refinar el diseño de la RSL. El resto de las actividades, entradas y salidas, se encuentran ilustradas en [2].

Como muestra la Fig. 4, para llevar a cabo A1 se requiere la “Especificación de la Meta de Necesidad de Información de la RSL”. En este caso, la meta de necesidad de información establece que se deben analizar sistemáticamente los artículos de las fuentes bibliográficas digitales que documenten ontologías de testing de software. Como resultado de A1 se obtuvo el “Protocolo de la RSL”. La Tabla 1 muestra los diferentes artefactos que componen dicho documento, los cuales se corresponden con aquellos especificados en la perspectiva informacional de la Fig. 6. Cabe aclarar que este protocolo es el resultado de haber llevado a cabo la sub-actividad Mejorar Diseño de la RSL luego de considerar la “Lista de Problemas Detectados/Mejoras Sugeridas” al ser validado por investigadores externos con experiencia en revisiones.

Siguiendo el flujo de actividades modelado en la vista de comportamiento de la Fig. 2, se consideró importante realizar una prueba piloto para analizar la adecuación del protocolo. Como parte de la ejecución de A2.1, a partir de las “Bibliotecas Digitales Seleccionadas” en A1 (ver PT1.2.3 en Tabla 1) para esta prueba piloto se seleccionó Scopus ya que contiene recursos digitales de diversas fuentes, como Elsevier, IEEE Xplore y ACM Digital Library, entre otras. Luego de Ejecutar Protocolo de Búsqueda y Aplicar Criterios de Selección se obtuvieron 19 documentos los cuales fueron revisados por 3 investigadores para Extraer datos de una Muestra de Documentos. Finalizada A2.1 se obtuvo una “Lista de Problemas Detectados/Mejoras Sugeridas”, por lo cual se volvió a ejecutar la actividad Mejorar Diseño de la RSL (tal como se prescribe en la Fig. 7 mediante las perspectivas funcional y de comportamiento).

Tabla 1. “Protocolo de la RSL” para el estudio de ontologías de testing, producido en A1.

Preguntas de Investigación (PT 1.1 – Producto de Trabajo)	
PI_1: ¿Cuáles son las ontologías existentes del dominio de testing de software?	
PI_2: ¿Cuáles son los conceptos relevantes, sus relaciones, atributos y restricciones o axiomas necesarios para describir el dominio de testing de software?	
Protocolo de Búsqueda (PT 1.2)	
Cadena de Búsqueda (PT 1.2.1)	"Software Testing" AND ("Ontology" OR "Conceptual Base")
Metadatos para Búsqueda (PT 1.2.2)	Título; Resumen; Palabras Clave
Bibliotecas Digitales Seleccionadas (PT 1.2.3)	Scopus, IEEE Xplore, ACM Digital Library, Springer Link y Science Direct
Criterios de Selección y de Calidad (PT 1.3)	
Criterios de Inclusión (PT 1.3.1)	1) Que el trabajo esté publicado en los últimos 15 años; 2) Que el trabajo pertenezca al área de las Ciencias de la Computación; 3) Que el trabajo documente una ontología de testing de software; 4) Que el documento esté basado en investigación (no sea simplemente una “lección aprendida” o una opinión de experto).
Criterios de Exclusión (PT 1.3.2)	1) Que el trabajo sea un prólogo, resumen de artículo, entrevista, noticia, discusión, comentario, carta de lector, o poster; 2) Que el trabajo no sea un estudio primario; 3) Que el trabajo no esté escrito en inglés.
Criterios de Calidad (PT 1.3.3)	1) ¿El/los objetivo/s de la investigación están claramente identificado/s? 2) ¿Se encuentra presente la definición del contexto en el que la investigación se realizó? 3) ¿La ontología propuesta fue desarrollada siguiendo una metodología rigurosa y/o formal? 4) ¿La ontología propuesta fue desarrollada considerando además su vinculación con conceptos de Requisitos Funcionales y Requisitos No Funcionales?
Plantilla del Formulario de Extracción de Datos (PT 1.4)	
Investigador; Título del artículo; Autores del artículo; <i>Journal/Congreso</i> ; Año de publicación; Biblioteca Digital; Nombre de la ontología presentada; Conceptos relevantes utilizados para describir el dominio de testing de software; Metodología utilizada para el desarrollo de la ontología; Contexto de la investigación; Objetivos de la investigación; ¿La ontología propuesta considera su vinculación con conceptos de Requisitos Funcionales y Requisitos No Funcionales?; Notas adicionales.	

Los cambios realizados en el protocolo se resaltan (en azul y subrayado) en la Tabla 2. A seguir se indican algunas correcciones realizadas gracias a la ejecución de la prueba piloto. El término “relevantes” en la pregunta de investigación PI_2 de Tabla 1 influyó en la cantidad de términos extraídos por cada investigador. A raíz de ello se propuso reformular la pregunta tal como se observa en el PT1.1 de Tabla 2 y el campo “Conceptos relevantes utilizados [...]” del formulario se cambió por “Conceptos especificados [...].” Se consideró este cambio ya que de esta manera resulta más objetivo y fácil de interpretar que con el diseño inicial. Además, la lectura de artículos durante la prueba piloto permitió detectar que se presentaban ontologías de diversos tipos como por ej., fundacional, de dominio de alto nivel, de dominio, y de aplicación o instancias. Ya que el objetivo final luego de ejecutar la RSL es adoptar, adaptar o construir una ontología de dominio, esta información resulta de suma importancia. Por lo tanto, se agregó una nueva pregunta de investigación (PI_3 en PT1.1 en Tabla 2) y el campo “Clasificación de la ontología propuesta” en el formulario (ver PT1.4 en Tabla 2).

Se modificó la cadena de búsqueda (comparar PT1.2.1 de tablas 1 y 2) porque no todos los motores de búsqueda tienen en cuenta variaciones o sinónimos de las palabras utilizadas. El criterio de inclusión 1 en PT1.3.1 (ver Tabla 1) es poco

específico, por lo tanto, se modificó como se observa en PT1.3.1 de Tabla 2. La lectura de artículos también permitió detectar que algunos de ellos hacían mención a diferentes versiones de la misma ontología. Así, se agregó el criterio de exclusión 5 (ver PT1.3.2 en Tabla 2). Dado que las búsquedas en Scopus devuelven artículos que pertenecen a otras bibliotecas digitales se agregó el criterio de exclusión 6 del PT1.3.2 para eliminar duplicados.

Tabla 2. “Protocolo de la RSL” para el estudio de ontologías de testing corregido luego de A2.1 (en azul y subrayado se indican los cambios respecto del protocolo mostrado en Tabla 1).

Preguntas de Investigación (PT 1.1 –Producto de Trabajo)	
PI_1: ¿Cuáles son las ontologías existentes del dominio de testing de software?	
PI_2: <u>Considerando al conjunto de ontologías documentadas en los estudios seleccionados:</u> ¿Cuáles son los términos <u>más frecuentemente incluidos</u> , sus atributos, relaciones y axiomas necesarios para describir el dominio de testing de software?	
PI_3: <u>¿Cómo se clasifican las ontologías de testing de software existentes?</u>	
Protocolo de Búsqueda (PT 1.2)	
Cadena de Búsqueda (PT 1.2.1)	(“Software Testing” OR “Software Test”) AND (“Ontology” OR “Ontologías”)
Metadatos para Búsqueda (PT 1.2.2)	Título; Resumen; Palabras Clave
Bibliotecas Digitales Seleccionadas (PT 1.2.3)	Scopus, IEEE Xplore, ACM Digital Library, Springer Link y Science Direct
Criterios de Selección y de Calidad (PT 1.3)	
Criterios de Inclusión (PT 1.3.1)	1) Que el trabajo esté publicado en los últimos 15 años (<u>desde inicio del 2003 hasta el 12 de noviembre de 2018</u>); 2) Que el trabajo pertenezca al área de las Ciencias de la Computación <u>o al área de Ingeniería de Información / Sistema / Software</u> ; 3) Que el documento <u>cuente con la conceptualización ontológica del dominio de testing</u> (que no sea <u>simplemente una “lección aprendida o una opinión de experto” o sólo una implementación</u>).
Criterios de Exclusión (PT 1.3.2)	1) Que el trabajo sea un prólogo, resumen de artículo, entrevista, noticia, discusión, comentario, carta de lector, poster, <u>tabla de contenidos o short paper (se considera short paper al que tiene hasta 4 págs.)</u> ; 2) Que el trabajo no sea un estudio primario; 3) Que el trabajo no esté escrito en inglés; 4) <u>Que el trabajo no documente una ontología de testing de software</u> ; 5) <u>Que la ontología presentada en el documento sea una versión anterior a la versión más reciente publicada de forma más completa en otro documento recuperado</u> ; 6) <u>Que un mismo documento sea resultado de más de una fuente bibliográfica (en otras palabras, eliminar duplicados)</u> ; 7) <u>Que la ontología conceptualizada en el documento sea un fragmento de una ontología conceptualizada en otro documento recuperado</u> .
Criterios de Calidad (PT 1.3.3)	1) ¿El/los objetivo/s de la investigación está/n claramente identificado/s? 2) ¿Se encuentra presente la definición del contexto en el que la investigación se realizó? 3) ¿La ontología propuesta fue desarrollada siguiendo una metodología rigurosa y/o formal? 4) ¿La ontología propuesta fue desarrollada considerando además su vinculación con conceptos de Requisitos Funcionales y Requisitos No Funcionales? 5) <u>¿Qué otras terminologías del dominio de testing de software se tuvieron en cuenta para desarrollar la ontología propuesta?</u>
Plantilla del Formulario de Extracción de Datos (PT 1.4)	
Investigador; Título del artículo; Autores del artículo; Journal/Congreso; Año de publicación; Biblioteca Digital; Nombre de la ontología presentada; Conceptos <u>especificados</u> para describir el dominio de testing de software; Metodología utilizada para el desarrollo de la ontología; <u>Terminologías o Vocabularios tenidos en cuenta para desarrollar la ontología propuesta</u> ; <u>Clasificación de la ontología propuesta</u> ; Contexto de la investigación; Objetivos de investigación <u>relacionados con ontologías de testing de software</u> ; ¿La ontología propuesta considera su vinculación con conceptos de Requisitos Funcionales y Requisitos No Funcionales. Nota adicional:	

Tras la lectura también se observó que algunas ontologías fueron construidas teniendo en cuenta a otras bases conceptuales, lo cual aporta cierto grado de calidad a las nuevas ontologías. Por ello, se agregó el criterio de calidad 5 en PT1.3.3 (ver Tabla 2) y el campo “Terminologías o Vocabularios tenidos en cuenta [...]” en el formulario PT1.4. Con este nuevo criterio de calidad se intenta recuperar información

útil para la construcción de la nueva ontología (si fuera necesario construir una nueva). El lector puede consultar el artefacto final “Plantilla del Formulario de Extracción de Datos” (en inglés) en el Apéndice A.

5 Consideraciones Finales

En este trabajo, empleando perspectivas de modelado de proceso, hemos documentado la especificación del proceso de RSL usando principalmente el lenguaje SPEM. Adicionalmente, hemos resaltado los beneficios y fortalezas del modelo de proceso de RSL propuesto, y hemos ilustrado aspectos del mismo exemplificando una RSL piloto sobre ontologías de testing de software.

El proceso especificado contribuye a un pilar de una estrategia de RSL bien establecida, sabiendo que además debería integrar las especificaciones de métodos. (Notar que, para una misma tarea, diferentes especificaciones de métodos se podrían aplicar). En consecuencia, el ciclo de vida de un proyecto de RSL debiera organizar las actividades y tareas considerando no sólo el proceso prescripto sino también la asignación apropiada de recursos tales como métodos, entre otros recursos, con el fin de alcanzar la meta propuesta. Existen actividades adicionales a las especificadas en la Fig. 2, que la planificación de un proyecto debería tomar en cuenta tales como documentar artefactos en todas las actividades y controlar cambios y versiones. La documentación continua y el versionado de artefactos es un factor clave para garantizar consistencia, repetitividad y auditabilidad de proyectos de RSL.

Vale la pena mencionar que la Fig. 2 muestra un flujo recomendado para el proceso de RSL. En otras palabras, somos conscientes de que en una instancia del proceso de RSL pueden existir algunos puntos de variación, como por ejemplo la paralelización de algunas tareas, y así por el estilo, tal como se discute en [2].

Por otro lado, es importante señalar que, si bien las RSL se centran en reunir y sintetizar evidencia de estudios primarios o secundarios, los estudios de Mapeo Sistemático (MS) se utilizan para estructurar (clasificar) un área de investigación. Según Marshall y Brereton [15], un MS es una forma más “abierta” de RSL, que a menudo se utiliza para proporcionar una visión general de un área de investigación mediante la evaluación de la cantidad de evidencia que existe sobre un tema en particular.

En [24], los autores realizaron un MS sobre mapeos sistemáticos, para identificar cómo se lleva a cabo el proceso de MS y así identificar potenciales mejoras en el proceso de MS. Si bien existen diferencias entre el objetivo de una RSL y un MS con respecto a las preguntas de investigación, el proceso de búsqueda, los requisitos de la estrategia de búsqueda, la evaluación de calidad y los resultados [10], el proceso seguido en [24] es el mismo que el utilizado para RSL.

Por lo tanto, podemos considerar que nuestro proceso propuesto se puede usar tanto para RSL como para estudios de MS. Lo que puede diferir es el uso de diferentes métodos y técnicas para las actividades, principalmente para el análisis, ya que, como se mencionó anteriormente, el objetivo y el alcance de ambos no son los

mismos, como también se analizó en el estudio terciario de Napoleão *et al.* [17].

En resumen, como hipótesis subyacente podemos indicar que, la brecha existente en la falta de estandarización de los procesos de RSL y MS utilizados actualmente por las comunidades científicas se puede minimizar, si consideramos apropiadamente los principios y beneficios del modelado de procesos enumerados en la Introducción.

Agradecimientos. Este trabajo y línea de investigación están soportados por el proyecto titulado “Familias de Estrategias de Testing Funcional/No-Funcional y de Evaluación para diferentes propósitos de Metas de Negocio” de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Pampa. Además, esta investigación está soportada por la Agencia Argentina de Ciencia y Tecnología en el proyecto PICT 2014-1224 ejecutado en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Pampa. En este contexto, uno de los autores cuenta con soporte económico de Beca Doctoral de Iniciación a la Investigación.

Referencias

1. Becker P., Lew P., Olsina L.: Specifying Process Views for a Measurement, Evaluation, and Improvement Strategy, In: Advances in Software Engineering Journal, Academic Editor: Osamu Mizuno, Hindawi Publishing Corporation, USA, V.2012, 27 pgs., (2012).
2. Becker P., Olsina L., Peppino P., Tebes G.: Specifying the Process Model for Systematic Reviews: An Augmented Proposal. In: Journal of Software Engineering Research and Development, v.7, pp. 1-23, ISSN 2195-1721, (2019).
3. Becker P., Papa F., Olsina L.: Process Ontology Specification for Enhancing the Process Compliance of a Measurement and Evaluation Strategy, CLEI eJnal., 18:(1), pp. 1-26, (2015).
4. Biolchini J., Mian P.G., Natali A.C.C., Travassos G.: Systematic Review in Software Engineering. Technical Report RT-ES 679-05. PESC, COPPE/UFRJ, (2005).
5. Brereton P., Kitchenham B., Budgen D., Turner M., Khalil M.: Lessons from applying the systematic literature review process within the software engineering domain, Journal of Systems and Software, 80:(4), pp. 571–583, (2007).
6. Curtis B., Kellner M., Over J.: Process Modelling. Com. of ACM, 35:(9), pp. 75-90, (1992).
7. Garousi V., Mäntylä M.: A systematic literature review of literature reviews in software testing, Information and Software Technology, V.80, pp. 195-216, (2016).
8. Irshad M., Petersen K., Pouling S.: A systematic literature review of software requirements reuse approaches, Information and Software Technology, V.93, pp. 223-245, (2018).
9. Kitchenham B., Brereton P.: A systematic review of systematic review process research in software engineering, Information and Software Technology, 55:(12), pp. 2049-2075, (2013).
10. Kitchenham B., Budgen D., Brereton P.: The value of mapping studies-a participant-observer case study: In: Proceedings of the 14th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering, British Computer Society, pp. 25–33, (2010).
11. Kitchenham B., Charters S.: Procedures for Performing Systematic Reviews, EBSE Technical Report, Software Engineering Group, School of Computer Science and Mathematics Keele University and Department of Computer Science University of Durham, UK, v. 2.3., (2007).
12. Kitchenham B., Pretorius R., Budgen D., Brereton P., Turner M., Niazi M., Linkman S.:

- Systematic literature reviews in software engineering –A tertiary study, *Information and Software Technology*, 52:(8), pp. 792–805, (2010).
- 13.Kitchenham, B.: Procedures for Undertaking Systematic Reviews, Joint TR, Comp. Science Dep., Keele University (TR/SE-0401) and National ICT Australia Ltd. (0400011T.1), (2004).
- 14.Lam, R. W., & Kennedy, S. H.: Using metaanalysis to evaluate evidence: Practical tips and traps. *Canadian Journal of Psychiatry*, 50, pp. 167–174, (2005).
- 15.Marshall, C., Brereton, P.: Tools to Support Systematic Literature Reviews in Software Engineering: A Mapping Study. ACM/IEEE International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement, Baltimore, MD, pp. 296-299. DOI: 10.1109/ESEM.2013.32, (2013).
- 16.Meline, T.: Selecting studies for systematic review: Inclusion and exclusion criteria. Contemporary issues in communication science and disorders, 33, pp. 21-27, (2006).
- 17.Napoleão, B.M., Felizardo, K.R., de Souza, E.F., Vijaykumar, N.: Practical similarities and differences between Systematic Literature Reviews and Systematic Mappings: a tertiary study, The 29th International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering, pp. 85-90, DOI: 10.18293/SEKE2017-069, (2017).
- 18.Olsina L., Becker, P.: Family of Strategies for different Evaluation Purposes. XX ClbSE'17, CABA, Argentina, Published by Curran Associates, pp. 221-234, (2017).
- 19.Olsina, L.: Functional View of the Hypermedia Process Model, 5th International Workshop on Engineering Hypertext Functionality, at ICSE'98, Kyoto, Japan, pp. 1-10, (1998).
- 20.OMG: Software & Systems Process Engineering Meta-Model (SPEM) Specification, Version 2.0, (2008).
- 21.OMG: Business Process Model and Notation (BPMN) Specification, Version 2.0, (2011).
- 22.OMG: Unified Modeling Language (UML) Specification, Version 2.5.1, (2017).
- 23.Peppino D., Tebes G., Dameno J., Becker P., Olsina L.: Diseñando una Revisión Sistemática de Literatura sobre Ontologías de Testing de Software, 6to Congreso Nacional de Ingeniería Informática/Sistemas de Información (CoNaIISI), Mar del Plata, pp. 1-13, (2018).
- 24.Petersen K., Vakkalanka S., Kuzniarz L.: Guidelines for conducting systematic mapping studies in software engineering: An update. *Inf. and Soft. Technology*, V.64, pp. 1–18, (2015).
- 25.Portela, C., Vasconcelos, A., Silva, A., Sinimbú, A., Silva, E., Ronny, M., Lira, W., & Oliveira, S.: A Comparative Analysis between BPMN and SPEM Modeling Standards in the Software Processes Context, *Journal of Software Engineering and Applications*, 5(5), pp. 330-339, (2012).
- 26.Russel, N., van der Aalst, W., Hofstede, A., & Wohed, P.: On the suitability of uml activity diagrams for business process modelling, Third Asia-Pacific Conference on Conceptual Modelling (APCCM), Hobart, V.53, pp. 195–204, (2006).
- 27.Sepúlveda S., Cravero A., Cachero C.: Requirements modeling languages for software product lines: A systematic literature review, *Inf. and Soft. Technology*, V.69, pp. 16-36, (2016).
- 28.Tahir T., Rasool G., Gencel C.: A systematic literature review on software measurement programs, *Information and Software Technology*, V.73, pp. 101-121, (2016).
- 29.Tebes G., Peppino D., Becker P., Olsina L.: Enhancing the Process Specification for Systematic Literature Reviews, Proceeding of Argentine Symposium on Software Engineering, (ASSE'19), 48 JAIIO, Salta, Argentina, pp. 1-15, (2019).
- 30.Torrecilla-S. C.J., Sedeño J., Escalona M.J., Mejías M.: Agile, Web Engineering and Capability Maturity Model Integration: A SLR, *Information and Soft. Tech.*, V.71, pp. 92-107, (2016).
- 31.White, S. A.: Process modeling notations and workflow patterns, *Workflow Handbook* 2004, pp. 265–294, (2004).

APENDICE A

Data Extraction Form	
Researcher name	Last Name (Surname), First Name
PID - Article title	
Author/s of the article	Author1_Surname, Initials_of_the_Name; Author2_Surname, Initials_of_the_Name; ...
Journal/Congress/other	Name
Publication year	
Digital library	Name (Note: If an article was repeated, indicate the name of all the libraries in which was found)
Name of the proposed ontology	Name and/or Acronym
Specified concepts used to describe software testing domain	<u>Terms:</u> TermN: definition <u>Attributes:</u> TermN (AttributeN.1 = definition, AttributeN.2 = definition,...) <u>Relationships:</u> is_a (TermX_type, TermY_subtype) part_of (TermX_whole, TermY_part) RelationM_name (TermX, TermY): definition RelationZ_without_name (TermX, TermY): definition <u>Axioms or restrictions:</u> Axiom: definition/specification
Methodology used to develop the ontology	Name and/or Acronym
Terminologies or Vocabularies taken into account to develop the proposed ontology	<u>Ontologies:</u> name/s and/or reference/s <u>Taxonomies:</u> name/s and/or reference/s <u>Glossaries/Dictionaries:</u> name/s and/or reference/s
Classification of the proposed ontology	Select one category: 1- Foundational Ontology (top level) 2- Top-Domain Ontology 3- Domain Ontology 4- Instance/Application Ontology 5- Not determined by authors
Research context	Description
Research objective/s related to software testing ontologies	Description
Does the proposed ontology consider its linking with Functional and Non-Functional Requirements concepts?	1- Yes 0- No
Additional notes	(This field is used for the researcher to make his/her observations or comments about something that is important to highlight)