

# Learning Web Services for E-learning in the Workplace

O. Fragoso-Díaz, *Senior Member, IEEE*, V. López-Caballero, R. Santaolaya-Salgado, *Senior Member, IEEE*, J. Rojas-Pérez, *Member, IEEE*, and J. González-Serna

**Abstract**—In recent years, Information and Communication Technologies (ICT) have gained importance for education and training at all levels. In this context, with the use of ICT, the learning method called E-learning is empowered. There are several modalities of E-learning, but when one of these modalities focusses on companies and institutions that wish to improve the training of their employees it is called E-Learning in the workplace. E-Learning in the workplace, as an emerging approach to improving the skills of employees, has been chosen by some organizations for the advantages it offers. However, implementing E-Learning in the workplace is a challenge due to several barriers that limit its success. This work focuses on one of the barriers, which is the lack of relevance of learning resources for the tasks that employees carry out in their workplace. For this work, a learning resource is considered as relevant for training when the resource contains or refers to elements in the description of a task that is performed in an organizational process. As a solution to the problem of lack of relevant resources, this paper proposes a method that consists of generating learning resources in the form of Web services from a business process model. Revised works propose to use business processes to produce E-learning resources, however none of them specifies the task-resource relation. One of the main findings is that the granularity of the Learning Web Services may be defined by using the tasks as specified in the business process document.

**Index Terms**—Business process model, E-Learning in the Workplace, Learning resources, Learning Web Services.

## I. INTRODUCCIÓN

EN los últimos años las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) han ganado importancia para la educación y la capacitación en todos los niveles. En este contexto, con el uso de las TIC se potencializa al método de aprendizaje llamado E-learning. De acuerdo a [1], E-learning se define como el uso de las TIC para mejorar y/o apoyar el aprendizaje.

Al CONACYT por el apoyo a Vitervo López Caballero.

Al Tecnológico Nacional de México TecNM/CENIDET, proyecto 6077.19-P, Generación y evaluación de servicios Web de aprendizaje.

O. G. Fragoso, Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico, TecNM, Cuernavaca, México, CP 62490, ofragoso@cenidet.edu.mx.

V. López, Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico, TecNM, Cuernavaca, México, CP 62490, vitervo@cenidet.edu.mx.

R. Santaolaya, Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico, TecNM, Cuernavaca, México, CP 62490, rene@cenidet.edu.mx.

J. C. Rojas, Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico, TecNM, Cuernavaca, México, CP 62490, carlos.rojas@cenidet.edu.mx.

G. González, Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico, TecNM, Cuernavaca, México, CP 62490, gabriel@cenidet.edu.mx.

Existen varias modalidades de E-learning, pero cuando una de estas modalidades se dirige a empresas e instituciones que desean mejorar la formación, el desarrollo y la capacitación de sus empleados se denomina E-Learning en el lugar de trabajo. E-Learning en el lugar de trabajo, como un enfoque emergente para mejorar las habilidades de los empleados ha sido elegido por algunas organizaciones por sus ventajas en aspectos tales como: facilidad de acceso, flexibilidad, eficiencia en la entrega, aprendizaje auto dirigido, interacción social, difusión y gestión del conocimiento y rentabilidad [2]. Sin embargo, el implementar E-Learning en el lugar de trabajo es todo un reto, debido a varias barreras que limitan su éxito. Una de esas barreras es la relevancia de los recursos de aprendizaje para aprender las tareas de las empresas, es decir, es frecuente que los recursos de aprendizaje que se emplean en la capacitación utilizando E-Learning en el lugar de trabajo, no corresponden con los procesos que los empleados llevan a cabo, lo que origina que no se logren los resultados de aprendizaje deseados. Para propósitos de este trabajo se considera que un recurso de aprendizaje es relevante para la capacitación cuando el recurso contiene o hace referencia a elementos de la descripción de una tarea que se realiza en un proceso organizacional.

Este trabajo propone un método que consiste en generar recursos de aprendizaje a partir de un modelo de procesos de negocio con el fin de relacionar las tareas reales con los recursos de aprendizaje. Así mismo, se presenta un caso de estudio que refleja la forma en cómo se aplica el método propuesto. El formato que se propone generar no son los conocidos objetos de aprendizaje (OA), son recursos de aprendizaje empacados en servicios Web, que de aquí en adelante se nombrarán como Servicios Web de Aprendizaje para la capacitación (SWA-C).

En un trabajo previo se propuso generar Servicios Web de Aprendizaje [3] para integrarlos en una plataforma de aprendizaje, mientras que aquí se plantea generar los recursos de aprendizaje desde un proceso para propósitos de capacitación. Una vez generados los recursos se empaquetan en forma de servicios Web, debido a que estos por definición son reutilizables y débilmente acoplados [4]. Además, al encapsular un recurso de aprendizaje como servicio Web, se puede utilizar una serie de características propias de los servicios Web (WSDL, SOAP, UDDI, REST, etc.) para describir y descubrir los servicios [5]. En este trabajo se denomina a un SWA-C como un componente de software cuya principal función es entregar un recurso de aprendizaje a un cliente para propósitos de capacitación. Un SWA-C cuenta con una envoltura XML, que se puede describir, publicar e invocar a través de estándares

como SOAP, JSON y HTTP. Los SWA-C generados en este trabajo pueden ser clasificados de acuerdo a su contenido como: SWA-C de tipo objetivo, SWA-C de tipo contenido, SWA-C de tipo actividad y SWA-C de tipo evaluación; los cuales se describen en la sección III.

Este trabajo está organizado como sigue: en la sección II se describen los trabajos relacionados y que permiten distinguir la diferencia con respecto a la propuesta de este artículo. En la sección III se describe el método propuesto. En la sección IV se presenta un caso de estudio para explicar el funcionamiento del método propuesto. En la sección V se describe a los SWA-C generados. Finalmente, en la sección VI se detalla la conclusión de este trabajo.

## II. TRABAJOS RELACIONADOS

Con el rápido desarrollo de las TIC, las crecientes necesidades del conocimiento han dado impulso importante al desarrollo del E-learning [6]. La literatura reporta que hay un gran número de investigaciones que tratan de dar solución a algunos de los desafíos a los cuales el E-learning se enfrenta desde diferentes enfoques que se describen en esta sección.

### A. E-Learning en el Lugar de Trabajo

En [7], los autores proponen un modelo de investigación para evaluar la efectividad del E-training hacia el desempeño laboral. El modelo propuesto aborda dos perspectivas, la primera de ellas es “la tarea que se ajusta a la tecnología”, que ha sido recomendada como un modelo teórico fuerte para evaluar cómo la tecnología de la información afecta el uso y el desempeño de los empleados.

Por otra parte, lo “social que se ajusta a la tecnología”, que actúa como una base inicial en la exploración de la tecnología social que se ajusta a las dimensiones de las características del entorno social en un ambiente de capacitación. Sin embargo, los autores no describen como validaron su propuesta.

En [8], los autores proponen un modelo y un marco para evaluar el impacto del E-learning en la satisfacción de los empleados. El marco propuesto está compuesto por diecisiete dimensiones agrupadas en cuatro variables que son: tecnología educativa, contenido educativo, motivación y actitud. Los resultados reportados muestran que las cuatro variables influyen significativamente en la satisfacción del aprendizaje del empleado.

En [9], se realiza una revisión de la literatura sobre el impacto del E-learning en la academia y en la industria. A partir de esa revisión, proponen el uso del aprendizaje interactivo como método recomendado para la capacitación del personal en la industria y el ambiente académico. Para validar su propuesta, presentan cinco ejemplos exitosos de eficacia del aprendizaje interactivo.

Mientras que en [10], los autores plantean que muchas organizaciones e instituciones están adoptando el E-learning en el mundo como un medio para la adquisición y el intercambio del conocimiento. Se describen desarrollos recientes en el lugar de trabajo con el fin de proporcionar directrices para el desarrollo del E-learning adecuado para las organizaciones.

### B. E-learning y Business Process Management

En [11], los autores elaboran la idea de que existe una similitud entre un proceso de aprendizaje y un proceso de negocio tanto en aspectos de usuario como en aspectos técnicos, para ello proponen un modelo basado en Business Process Management (BPM) para los procesos de aprendizaje colaborativo. Para validar su propuesta los autores plantean un ejemplo de la ejecución del modelo propuesto. De igual manera, en [12], [13] y [14] los autores proponen utilizar BPM para impulsar el E-Learning en el lugar de trabajo, con el objetivo de alinear las tareas reales con la capacitación. Para ello los autores proponen un marco orientado a procesos para fines de aprendizaje el cual expande el Business Process Modeling Notation (BPMN) para agregar atributos relacionados con la ruta de aprendizaje.

### C. E-learning y Web services

El tema de la reutilización de funcionalidades comunes se trata en [15], donde los autores plantean la generación de un conjunto de servicios Web para E-learning que permiten al usuario desarrollar nuevos sistemas de E-learning al seleccionar los servicios Web que se requieren. Los servicios que se mencionan tienen que ver con servicios Web para la construcción de capítulos, para la generación de actividades, para la generación de evaluaciones y para la generación de simulaciones. De igual manera en [16], se describe un conjunto de servicios Web para construir nuevos sistemas de E-learning al seleccionar solo los servicios que se requieren. Los servicios Web que se consideran en [15] son: servicios Web para la evaluación, para administrar cursos, para calificaciones, para definir rubricas que apoyen en la evaluación, para capturar los metadatos de los objetos de aprendizaje y servicios Web para generar informes.

El trabajo de [5], propone un modelo de interacción basado en servicios Web para extender el alcance de los objetos de aprendizaje. Definen tres tipos de servicios Web: Servicios Web de Aprendizaje atómicos, Servicios Web de Aprendizaje compuestos y Servicios Web de Aprendizaje agregados.

En la TABLA I, se presenta una comparativa de los trabajos relacionados al contexto de este trabajo, donde se observan 3 enfoques de interés para este trabajo que son: uso de BPM, uso de servicios Web y el uso de E-Learning en el lugar de trabajo. La diferencia con los trabajos relacionados es, que el tipo de servicios que mencionan son servicios Web tradicionales que ejecutan una funcionalidad común en un ambiente de E-learning, como por ejemplo, la administración de cursos. Mientras que este trabajo atiende a los tres enfoques y se generan servicios Web con recursos de aprendizaje como entidades independientes que representan a una tarea de un proceso de una organización. Así mismo, en este trabajo se explica cómo relacionar las tareas de un proceso de negocio con un SWA-C, mientras que los otros trabajos no lo explican.

## III. GENERACIÓN DE SERVICIOS WEB DE APRENDIZAJE A PARTIR DE PROCESOS DE NEGOCIO

El ISO/IEC 29110 [17], define los elementos más importantes que deben ser cubiertos por una definición de un

proceso de negocio, como son: actividades, tareas, roles, entradas y salidas.

TABLA I  
TABLA COMPARATIVA DE TRABAJOS RELACIONADOS

Artículo	Enfoques detectados		
	Uso de BPM	Uso de servicios Web	E-Learning en el lugar de trabajo
[7], [8], [9] y [10]	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
[11], [12], [13] y [14]	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
[15], [16] y [5]	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Este trabajo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

- 1) Actividades: son un conjunto de tareas cohesivas. Una actividad de un proceso es el primer nivel de descomposición del flujo de trabajo del proceso.
- 2) Tareas: es un requerimiento, una recomendación o una acción permitida, cuyo objetivo es contribuir al logro de uno o más objetivos de un proceso. La tarea es el segundo nivel de descomposición del flujo de trabajo del proceso.
- 3) Roles: son las funciones que deben realizar los miembros del equipo del proyecto y son los involucrados de la ejecución de las tareas.
- 4) Entradas: productos requeridos para realizar la tarea y su fuente correspondiente, que puede ser otro proceso o una entidad externa al proyecto, como el cliente.
- 5) Salidas: productos generados por la tarea y su destino correspondiente, que puede ser otro proceso o una entidad externa al proyecto, como el cliente o la administración de la organización.

Con base en los elementos de un proceso de negocio, en la Fig. 1, se muestran las actividades para generar los SWA-C. La primera actividad consiste en seleccionar un proceso de negocio documentado, con el objetivo de identificar las actividades, tareas y roles. La segunda actividad consiste en que las tareas identificadas definen a los recursos de aprendizaje, que pueden ser construidos o extraídos de las bases de conocimiento de la organización alimentadas por sus propios procesos. Finalmente, como tercera actividad los recursos de aprendizaje se empacan en servicios Web para su publicación e invocación.

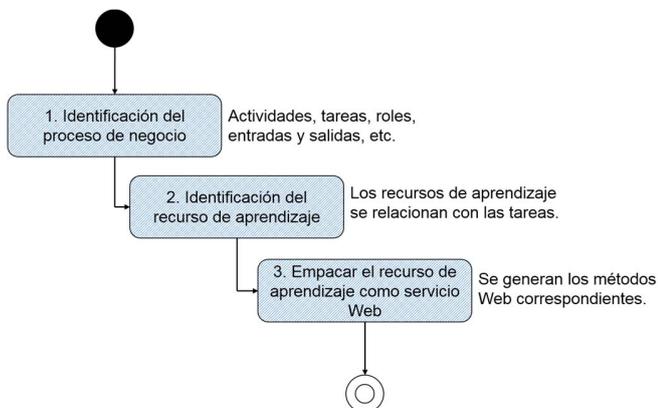


Fig. 1. Actividades para la generación de los SWA-C.

A. Identificación del Proceso de Negocio

La identificación del proceso de negocio es la parte esencial de este trabajo. Dado que es la fuente de información requerida para producir los recursos de aprendizaje relevantes para la capacitación en el lugar de trabajo. En esta actividad se selecciona un proceso de negocio definido por una organización y se extraen los elementos que conforman a un proceso de negocio, en particular, es de interés el nivel más específico de un proceso de negocio que es la tarea.

B. Identificación del Recurso de Aprendizaje

Para llevar a cabo la segunda actividad, es necesario definir primero lo que es un recurso de aprendizaje. En [18] y [19], se define a un recurso de aprendizaje y lo clasifican de acuerdo al tipo de expresión digital, tal como: texto, imagen, audio, video, juegos didácticos entre otros.

El relacionar el recurso de aprendizaje con las tareas del proceso seleccionado se lleva a cabo mediante la formulación de objetivos de aprendizaje, a partir de la descripción de las tareas. En la Fig. 2, se describen siete actividades para relacionar el recurso de aprendizaje con las tareas del proceso de negocio seleccionado.

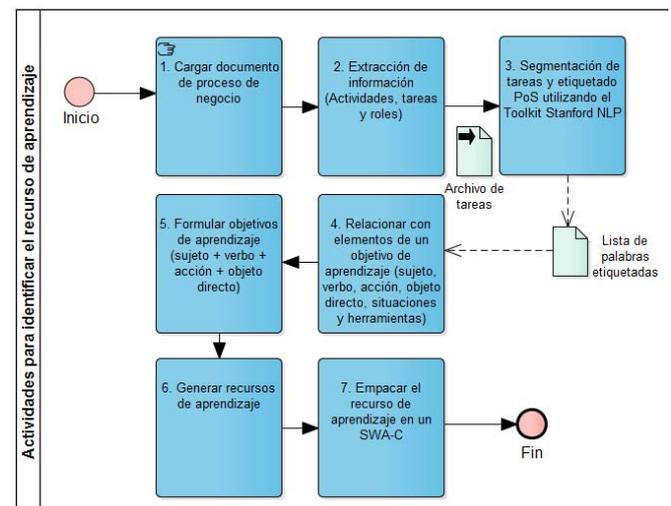


Fig. 2. Actividades para identificar el recurso de aprendizaje.

- 1) Cargar documento de proceso de negocio: en esta actividad se realiza la carga de la fuente de información, en este caso, es un documento que describe a un proceso de negocio definido por la organización.
- 2) Extracción de la información: en esta actividad se realiza la extracción de la información. Para propósitos de este trabajo nos interesan los elementos de un proceso de negocio según el estándar ISO/IEC 29110 [17], que son actividades, tareas y roles.
- 3) Segmentación de tareas y etiquetado PoS utilizando el Toolkit Stanford NLP: como se observa en la Fig. 2, el Toolkit Stanford NLP recibe como entrada un archivo que contiene descripciones de tareas del proceso de negocio de interés. Las descripciones son como las que se muestran en la TABLA II en la columna Tarea y

pueden ser una o muchas. Como salida, por cada tarea proporciona un conjunto de tokens etiquetados derivados de las descripciones en el archivo de entrada. A cada token se le aplica el etiquetado PoS de Stanford para su identificación, es decir, para determinar si un token es un sujeto, un verbo, un objeto directo, entre otros. En la Fig. 5. b se muestra un ejemplo de una tarea tokenizada y etiquetada utilizando etiquetado PoS.

- 4) Relacionar con elementos de un objetivo de aprendizaje: en esta actividad se relaciona la lista de tokens etiquetados obtenidos de la actividad del inciso 3), con los elementos que conforman a un objetivo de aprendizaje, que de acuerdo a [20] son: sujeto, verbo, acción, objeto directo, situaciones y herramientas. En la Fig. 5. b y 5. c. se muestra cómo se relaciona la tarea con los elementos de un objetivo de aprendizaje. La relación tokens-elementos del objetivo de aprendizaje es la salida del Toolkit utilizado.
- 5) Formular objetivos de aprendizaje: en esta actividad se realiza la unión de palabras para formular objetivos de aprendizaje. En la Fig. 6, se observa un ejemplo de un objetivo de aprendizaje formulado expresado en un recurso de aprendizaje.
- 6) Generar recursos de aprendizaje: en esta actividad los objetivos de aprendizaje formulados se expresan en un medio de expresión digital, como puede ser un documento PDF, un documento Word, una imagen, entre otros.
- 7) Empacar el recurso de aprendizaje en un SWA-C: en esta actividad los recursos de aprendizaje se empaquetan en código base64 con una envoltura de XML o servicio Web.

### C. Empacar el Recurso de Aprendizaje como Servicio Web

La tercera actividad del modelo propuesto en la Fig. 1, es el empaquetar los recursos de aprendizaje en formato de servicios Web, ya sea de tipo SOAP o REST. En este trabajo se generan dos tipos de servicios y se definen como sigue:

- 1) Contenido: es cuando el SWA-C contiene codificado al recurso de aprendizaje como se muestra en la Fig. 3. a. La ventaja de esta forma de SWA-C es que el recurso contenido en el servicio, estará disponible siempre que el servicio lo esté. La desventaja es que debe haber un servicio por cada recurso que se construya.
- 2) Referenciado: es cuando el recurso de aprendizaje se encuentra en un registro y los SWA-C sólo se vinculan con esos recursos. Esto se representa en la Fig. 3. b. La ventaja es que con un mismo servicio se puede llamar y entregar muchos recursos. La desventaja de este tipo de servicio, es que el recurso puede desaparecer mientras que el servicio esté disponible, por lo que éste reportará una falla al no poder vincularse al recurso.

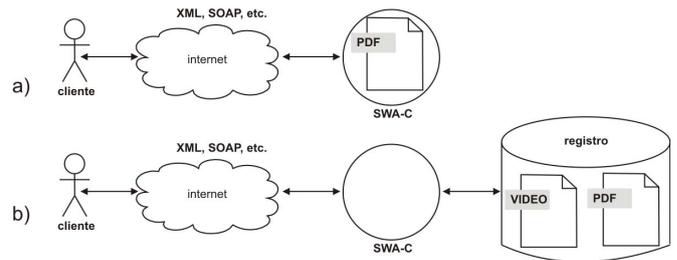


Fig. 3. Definición de un SWA-C.

Los SWA-C generados en este trabajo se clasifican de acuerdo al contenido como: de tipo objetivo, de tipo contenido, de tipo actividad y de tipo evaluación, los cuales representan a los cuatro elementos estructurales pedagógicos que deben estar contenidos en un objeto de aprendizaje [21].

Un SWA-C de tipo objetivo expresa un objetivo de aprendizaje. De acuerdo a [20], un objetivo de aprendizaje es una declaración específica de un resultado de aprendizaje, o lo que un estudiante debería poder hacer. Un SWA-C de tipo objetivo es el elemento pedagógico principal que rige las secuencias lógicas formativas en relación con los demás tipos de SWA-C. Es decir, un SWA-C de tipo contenido, debe estar alineado a un SWA-C de tipo objetivo y, a su vez, un SWA-C de tipo actividad y evaluación deben estar alineados a un SWA-C de tipo contenido.

Un SWA-C de tipo contenido debe expresar al conjunto de conceptos, términos, hechos, métodos y principios asociados a una tarea específica y hacia el cumplimiento de un objetivo de aprendizaje. El número de SWA-C de tipo contenido que se generen puede variar de acuerdo al objetivo de aprendizaje.

Un SWA-C de tipo actividad debe estar en relación con un SWA-C de tipo contenido y debe cumplir con acciones bien definidas, es decir, completas y suficientes en términos del objetivo de aprendizaje.

Un SWA-C de tipo evaluación debe estar en relación con un SWA-C de tipo contenido y proporciona oportunidades para probar nuevos conocimientos y habilidades construidas para el estudiante. Los SWA-C de tipo evaluación determinan el potencial de un estudiante para realizar tareas específicas fuera del espacio de aprendizaje.

## IV. CASO DE ESTUDIO

Con el propósito de mostrar el funcionamiento del modelo, en esta sección se propone como caso de estudio el proceso de *Administración de Proyectos Específicos* propuesto en [22]. Este proceso se seleccionó porque es un proceso que se adapta a la definición del estándar ISO/IEC 29110 [17]. En la Fig. 4, se ilustra el proceso de *Administración de Proyectos Específicos* en el nivel de capacidad 1. En la TABLA II, se identifican 14 tareas distribuidas en 3 actividades que son:  $a_1$ : Planificación,  $a_2$ : Realización y  $a_3$ : Cierre. Las 14 tareas son ejecutadas por 4 roles que son: Responsable de Gestión de Proyectos (RGPY), Responsable de la Administración del Proyecto Específico (RAPE), Responsable de Desarrollo y Mantenimiento de Software (RDM) y el cliente (CL).

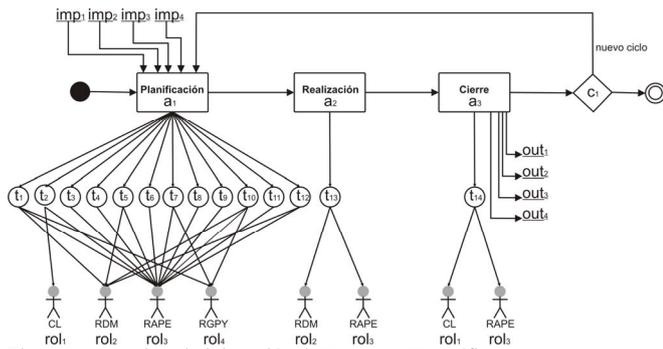


Fig. 4. Proceso de Administración de Proyectos Específicos.

TABLA II  
ACTIVIDADES, TAREAS Y ROLES IDENTIFICADOS [22]

Rol	Descripción	Tarea
a <sub>1</sub> : Planificación		
RGPY RAPE RDM	t1. Revisar con el Responsable de Gestión de Proyectos la Descripción del Proyecto.	
RAPE CL	t2. Definir conjuntamente con el Cliente el Protocolo de Entrega de cada uno de los entregables especificados en la Descripción del Proyecto.	
RAPE	t3. Identificar el número de ciclos y las actividades específicas que deben llevarse a cabo para producir los entregables y sus componentes identificados en la Descripción del Proyecto. Identificar las actividades para llevar a cabo el Protocolo de Entrega. Documentar el resultado como Ciclos y Actividades.	
RAPE	t4. Identificar y documentar la relación y dependencia de cada una de las actividades.	
RAPE RDM	t5. Establecer el Tiempo Estimado para desarrollar cada actividad.	
RAPE	t6. Elaborar el Plan de Adquisiciones y Capacitación, definiendo las características y el calendario en cuanto a recursos humanos, materiales, equipo y herramientas, incluyendo la capacitación requerida para que el equipo de trabajo pueda desempeñar el proyecto.	
RGPY RAPE	t7. Conformar el Equipo de Trabajo, asignando roles y responsabilidades basándose en la Descripción del Proyecto.	
RAPE	t8. Asignar fechas de inicio y fin a cada una de las actividades para generar el Calendario de trabajo tomando en cuenta los recursos asignados, la secuencia y dependencia de las actividades.	
RAPE	t9. Evaluar y documentar el Costo Estimado del proyecto.	

Rol	Descripción	Tarea
RGPY RDM RAPE	t10. Identificar, describir y evaluar los riesgos que pueden afectar el proyecto, que contemple riesgos relacionados con el equipo de trabajo incluyendo el Cliente y a los usuarios, riesgos con la tecnología o la metodología, riesgos con la organización del proyecto (costo, tiempo, alcance y recursos) o riesgos externos al proyecto.	
	Identificar la probabilidad e impacto de cada riesgo estimando sus implicaciones en los objetivos del proyecto (análisis cualitativo). Priorizar los efectos de los riesgos sobre los objetivos del proyecto (análisis cualitativo). Desarrollar procedimientos para reducir el impacto de los riesgos. Documentar en el Plan de Manejo de Riesgos o actualizarlo.	
RAPE	t11. Generar o actualizar el Plan del Proyecto antes de iniciar un nuevo ciclo.	
RAPE RDM	t12. Generar el Plan de Desarrollo en función del Plan del Proyecto o actualizarlo antes de iniciar un nuevo ciclo.	
a <sub>2</sub> : Realización		
RAPE RDM	t13. Acordar con el Responsable de Desarrollo y Mantenimiento del proyecto la asignación de tareas al Equipo de Trabajo incluyendo a los subcontratistas.	
a <sub>3</sub> : Cierre		
RAPE CL	t14. Formalizar la terminación del ciclo o del proyecto de acuerdo al Protocolo de Entrega establecido en el Plan de Proyecto y obtener el Documento de Aceptación.	

Para explicar la forma en que se relacionan las tareas con los recursos de aprendizaje, se toma como referencia la tarea  $t_{11}$  del proceso de Administración de Proyectos Específicos. En la Fig. 5. a, se muestra que la tarea  $t_{11}$  es parte de la actividad Planificación y tiene asignado un rol identificado como RAPE, especificados en la TABLA II. En la Fig. 5. b, la descripción de la tarea se tokeniza y a cada token se le asigna una etiqueta con el conjunto de etiquetas proporcionadas por Stanford NLP. Cada etiqueta PoS tiene un significado que se puede consultar en [23]. En la Fig. 5. c, la lista de tokens etiquetados se relaciona con los elementos de un objetivo de aprendizaje. Finalmente, los elementos del objetivo de aprendizaje que se relacionan entre sí, son de utilidad para formular un objetivo de aprendizaje. Lo anterior se realiza automáticamente. Para este ejemplo sería sujeto + verbo + objeto directo. El sujeto se proporciona automáticamente, el cual puede ser el nombre del rol, en este caso RAPE, o de manera general ESTUDIANTE.

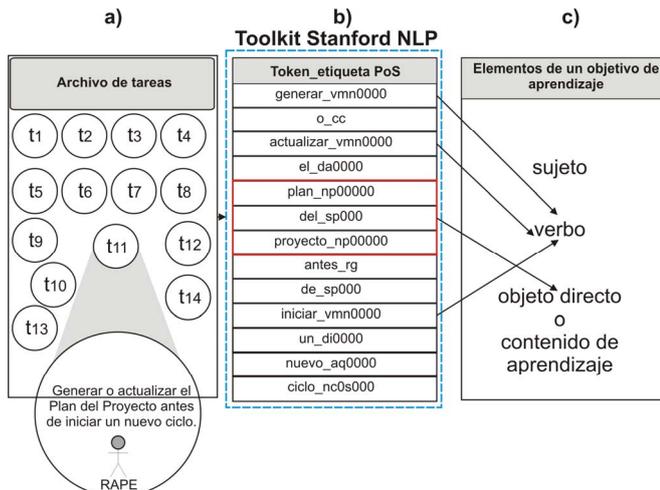


Fig. 5. Relación de una tarea con los elementos de un objetivo de aprendizaje.

Una vez formulado el objetivo de aprendizaje a partir de la unión de los elementos relacionados por las etiquetas, la siguiente actividad es expresar el objetivo de aprendizaje en un recurso de aprendizaje, el ejemplo se muestra en la Fig. 6. Para este caso el objetivo de aprendizaje formulado se expresa en un documento PDF y se empaqueta como servicio Web.

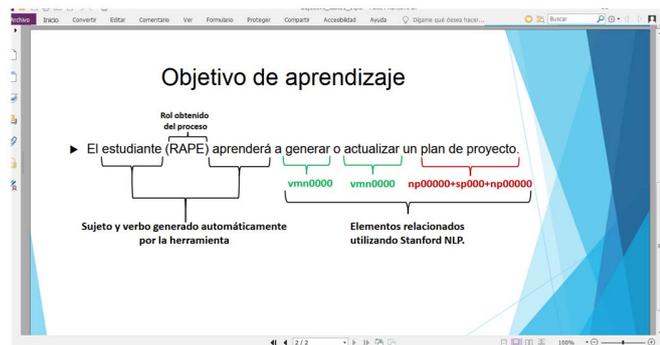


Fig. 6. Objetivo de aprendizaje.

El objeto directo identificado en la Fig. 5. c, representa a un recurso de tipo contenido, en este caso el documento *Plan de Proyecto* que es parte del proceso organizacional. En la Fig. 7, se muestra el proceso que se utiliza para generar los SWA-C de tipo actividad y de tipo evaluación a través del objeto directo o contenido de aprendizaje identificado. El proceso de generación de SWA-C de tipo contenido, actividades y evaluaciones es semiautomático. Como se muestra en la Fig. 7, el documento *Plan de Proyecto* se extrae de la base de conocimiento de la organización y se empaqueta en un SWA-C de tipo contenido. Para el empaquetado, se utiliza una herramienta desarrollada previamente [24]. A su vez, el documento *Plan de Proyecto* sirve para analizar el contenido de aprendizaje y se extraen de manera manual términos o palabras clave que deben ser incluidas cuando se definen actividades de aprendizaje y cuando se construyen las evaluaciones. Aunque el uso del Toolkit Stanford NLP también puede ser una opción para generar automáticamente las palabras clave a partir del contenido de aprendizaje. Se utiliza la herramienta de autor de código libre propuesta en [25], para generar los recursos que

corresponden a las actividades y las evaluaciones.

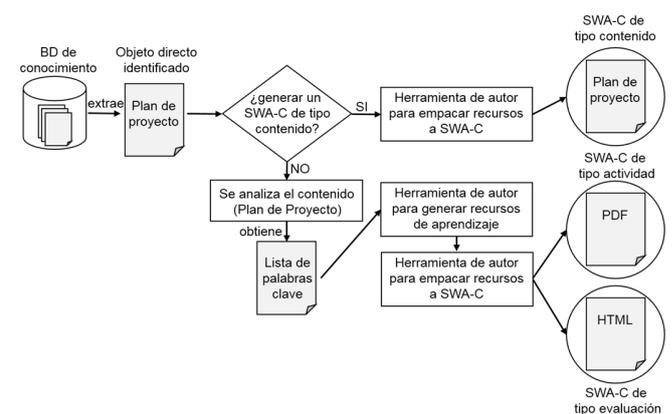


Fig. 7. Proceso para generar los SWA-C de tipo actividad y de tipo evaluación a partir del objeto directo identificado.

En la Fig. 8, se muestra un cliente construido para probar los servicios generados, el SWA-C de tipo objetivo entrega un objetivo de aprendizaje expresado en un documento PDF. El rectángulo de color rojo en la parte superior de la Fig. 8, indica la URL del archivo WSDL del servicio que se solicita.

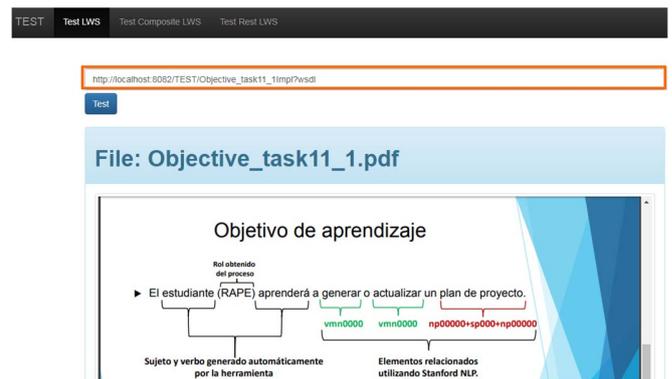


Fig. 8. Interfaz de un cliente para consumir los SWA-C generados.

Las Fig. 9, 10 y 11 muestran el resultado de las peticiones a algunos de los SWA-C de tipo contenido, actividad y evaluación. El tipo de preguntas que se utiliza para las evaluaciones son preguntas dicotómicas y se expresan en formato HTML normalmente.



Fig. 9. Resultado de consumir un SWA-C de tipo contenido.

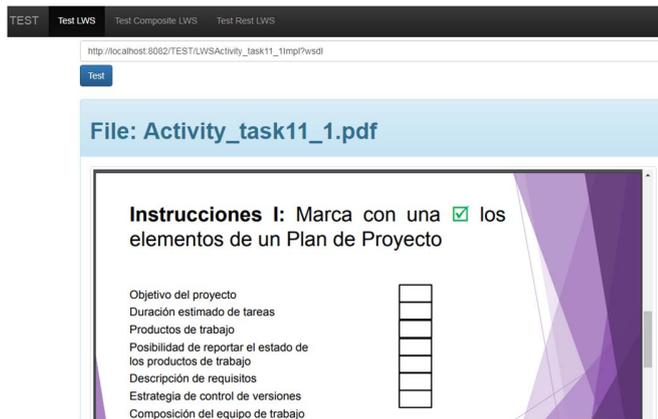


Fig. 10. Resultado de consumir SWA-C de tipo actividad.

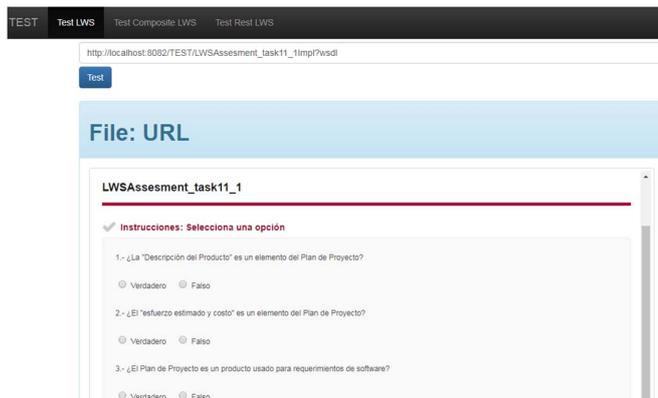


Fig. 11. Resultado de consumir un SWA-C de tipo evaluación.

## V. SERVICIOS WEB DE APRENDIZAJE GENERADOS

Del proceso de negocio utilizado como ejemplo, se han generado un total de 56 SWA-C, de los cuales 14 son de tipo objetivo, 14 de tipo contenido, 14 de tipo actividad y 14 de tipo evaluación. Los 56 SWA-C generados empaquetan diferentes medios de expresión digital, como son: PDF, Video, HTML y presentaciones en PowerPoint. Los SWA-C generados están disponibles como entidades independientes que pueden ser empleados solos o en diferentes combinaciones para atender diferentes requerimientos de capacitación en el lugar de trabajo. La combinación del SWA-C se puede realizar por medio de la composición de los servicios que significa que varios servicios se pueden mostrar como uno solo. La independencia facilita su reutilización en diferentes etapas de un proceso y en diferentes niveles de capacidad del proceso. La ventaja es que cuando se cambie el proceso se pueden volver a generar de forma independiente y la relación tarea-recurso que los hace relevantes se mantiene. Además, cuando dos procesos se definen de forma diferente pero tienen tareas similares y los objetos directos como el "Plan de Proyecto" del ejemplo sean los mismos, los SWA-C pueden reutilizarse para capacitar para el nuevo proceso.

## VI. CONCLUSIONES

La aportación de este trabajo es un método que permite generar recursos de aprendizaje para capacitación en el lugar de trabajo ya que toma en cuenta las tareas que se llevan a cabo en

negocios y las personas realmente requieren aprender qué y cómo se hacen las cosas en el lugar donde trabajan. De acuerdo al estudio de trabajos relacionados, existen trabajos que proponen los procesos de negocios para generar objetos de aprendizaje. Sin embargo, a diferencia del trabajo que aquí se describe, en ningún trabajo revisado se menciona en detalle cómo se puede hacer. Cuando el recurso de aprendizaje es generado, este se integra en un servicio Web dando origen a lo que en este trabajo nombramos como SWA-C. Los SWA-C se consideran relevantes para la capacitación cuando el recurso que se entrega, está fuertemente relacionado con una tarea que se realiza en un proceso organizacional. Para poder generar servicios Web que contienen recursos de aprendizaje es necesario contar con una herramienta automática que tome el recurso identificado en el proceso y genere la capa del servicio de manera automática como se describió en este artículo.

Es importante mencionar que al tomar en cuenta actividades y tareas ya especificadas en el proceso de negocio definido, es posible determinar la granularidad de un SWA-C, es decir, que tanto debe contener un SWA-C para cumplir su objetivo. Además, al estar en el formato de servicio Web, se cuenta con la facilidad de composición pudiendo crear servicios complejos a partir de otros más simples de acuerdo a la granularidad requerida siendo transparente para los usuarios. Otra ventaja es que los SWA-C por definición permiten la reutilización de contenidos educativos. Sin embargo, algo a considerar es que se requieren buscar elementos que puedan caracterizar a los SWA-C en términos de calidad del recurso contenido, es decir, si es legible, entendible, disponible, correcto, etc.

Como trabajo futuro se plantea seguir generando SWA-C de tipo contenido, de tipo actividad y de tipo evaluación para otros procesos de negocio y buscar registrarlos en un esquema de clasificación y recuperación para su reutilización. Además, es necesario encontrar una métrica para que un usuario pueda seleccionar un SWA-C con base en sus requerimientos. Por otro lado, también se propone automatizar la composición de SWA-C con base en secuencias lógicas formativas.

## REFERENCIAS

- [1] A. Klačnja-Milićević, B. Vesin, M. Ivanović, Z. Budimac, and L. C. Jain, *E-Learning Systems: Intelligent Techniques for Personalization*, vol. 112. Springer, 2017.
- [2] M. Wang, *E-learning in the workplace*. Springer, 2018.
- [3] B. D. Valenzuela, O. G. Frago, R. Santaolaya, and J. Muñoz, "Educational Resources as Learning Web Services, an Alternative Point of View to Learning Objects," *IEEE*, vol. 15, no. 4, pp. 711–719, 2017.
- [4] D. Zhang, "Web Services Composition for Process Management in E-Business," *Journal of Computer Information Systems*, vol. 45, no. 2, pp. 83–91, 2005.
- [5] L. Jingjing, W. Yijian, and Z. Wenyun, "Modeling learning contents based on Web services," *Proceedings - NWeSP 2007 3rd International Conference on Next Generation Web Services Practices, IEEEExplore*, pp. 135–140, 2007.
- [6] A. O. Graule, V. N. Azarov, and M. A. Mizginova, "Process-Service Approach to E-Learning Design," *IEEEExplore*, pp. 662–665, 2017.
- [7] S. S. Saidin and Y. H. P. Iskandar, "Proposed Model to Evaluate Impact of E-Training on Performance At Work Among IT Employees in Malaysia," *Conference on e-Learning, e-Management and e-Services (IC3e), IEEEExplore*, pp. 17–22, 2016.
- [8] N. J. Navimipour and B. Zareie, "A model for assessing the impact of e-learning systems on employees' satisfaction," *Computers in Human*

*Behavior, Elsevier*, vol. 53, pp. 475–485, 2015.

- [9] V. Chang, “Review and discussion: E-learning for academia and industry,” *International Journal of Information Management, Elsevier*, vol. 36, no. 3, pp. 476–485, 2016.
- [10] F. Daneshgar, C. Van Toorn, S. Chuen, and E. Chan, “E-Learning in Workplaces,” *2008 ITI 6th International Conference on Information & Communications Technology, IEEEExplore*, 2008.
- [11] S. Azouzi, S. A. Ghannouchi, and Z. Brahmi, “Software Product Line to Express Variability in E-Learning Process,” *Springer*, vol. 299, pp. 173–185, 2017.
- [12] V. Subramanian, “Towards Business Process Management Based Workplace e-Learning,” *IEEE 16th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT), IEEEExplore*, pp. 555–557, 2016.
- [13] V. Subramanian and A. Bertolino, “Monitoring of learning path for business process models,” *Proceedings of the International Workshop on Domain Specific Model-Based Approaches to Verification and Validation*, no. Amaretto, pp. 62–72, 2016.
- [14] V. Subramanian and A. Bertolino, “Learning path specification for workplace learning based on business process management,” *Proceedings of the 8th International Conference on Computer Supported Education*, vol. 1, no. Csedu, pp. 172–180, 2016.
- [15] K. Rabahallah and R. Ahmed-Ouamer, “Creating e-learning web services towards reusability of functionalities in creating e-learning systems,” *Global Summit on Computer and Information Technology - Proceedings, IEEEExplore*, 2015.
- [16] T. S. Moon, S. W. Chee, F. S. Chuak, T. O. Choon, and L. S. Shun, “Service-oriented e-Learning system,” *Proceedings of the 2007 1st International Symposium on Information Technologies and Applications in Education, ISITAE 2007, IEEEExplore*, pp. 6–11, 2007.
- [17] “ISO/IEC 29110. International Organization for Standardization (ISO),” vol. 2011, pp. 1–54, 2011.
- [18] D. Churchill, *Digital Resources for Learning*. Springer, 2017.
- [19] F. Yang and Z. Dong, *Learning Path Construction in e-Learning*. Springer, 2017.
- [20] R. M. Branch, *Instructional Design: The ADDIE Approach*. Springer, 2009.
- [21] C. Systems, “Reusable Learning Object Strategy: Designing and Developing Learning Objects for Multiple Learning Approaches,” 2003. [Online]. Available: <https://pdfs.semanticscholar.org/275f/e64659161314b1d796c5ffa67b2b809ba9bc.pdf>. [Accessed: 11-Mar-2019].
- [22] H. Oktaba, C. Alquicira, A. Su Ramos, et al., “Modelo de Procesos para la Industria de Software: MoProSoft,” no. August 2005, pp. 1–121, 2005.
- [23] “The Stanford Natural Language Processing Group.” [Online]. Available: <https://nlp.stanford.edu/software/spanish-faq.html>. [Accessed: 28-Aug-2019].
- [24] J. A. Escobar Megchún, “Generador de Servicios Web de Aprendizaje Compuestos a partir de Recursos Educativos,” *Tesis de Maestría, cenidet*, 2017.
- [25] “eXeLearning.net, el nuevo eXeLearning.” [Online]. Available: <http://exelarning.net/>. [Accessed: 10-Sep-2019].



**Olivia Graciela Fragoso Díaz.** Licenciada en Informática egresada del Instituto Tecnológico de Durango, obtuvo el grado de maestría en UMIST UK en 1995 y el grado de Doctor en 2012 en el Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CENIDET), México. Desde Septiembre de 1995 es investigadora en el área de Ingeniería de

Software en CENIDET. Actualmente sus áreas de investigación son: Ingeniería de Software, Tecnologías de Software para E-learning, Reusabilidad del Software, Clasificación y Recuperación de Servicios Web, Calidad de Software y Procesos de Software. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores nivel I y es Senior Member del IEEE desde 2004.



**Vitervo López Caballero.** Maestro en Ciencias de la Computación por el Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CENIDET), México. Es profesor por asignatura de la Universidad Politécnica del Estado de Morelos (UPEMOR), México. Actualmente está registrado en el programa de doctorado en Ciencias de la Computación en CENIDET.

Sus áreas de interés son: Tecnologías de Software para E-learning, Arquitectura Orientada a Servicios y Minería de Datos.



**René Santaolaya Salgado.** Doctor en Ciencias de la Computación por el Centro de Investigación en Computación del Instituto Politécnico Nacional (CIC-IPM), México. Actualmente es investigador del Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CENIDET), México. Es Senior Member del IEEE y es responsable de gestión de negocios de la

norma NMX-I-059/02-NYCE-2005. Su área de interés es la Ingeniería de Software, específicamente en: Modelos de Procesos de Software, Reingeniería de Software Legado, Reusabilidad de Software, Arquitecturas de Software, Arquitecturas Orientadas a Servicios, Servicios Web, Microservicios y Aplicaciones Novedosas de TI.



**Juan Carlos Rojas Pérez.** Doctor en Ciencias de la Computación por el Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CENIDET), México. Sus áreas de interés son: Patrones de Diseño, Inteligencia de Negocios, Bases de Datos Aplicadas a Ingeniería de Software, Procesamiento de Lenguaje Natural e Ingeniería de Software Aplicada al Big

Data.



**Juan Gabriel González Serna.** Doctor en Ciencias de la Computación por el Centro de Investigación en Computación del Instituto Politécnico Nacional (CIC-IPM), México. Actualmente es investigador del Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CENIDET), México. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores nivel I (SNI I 2022). Sus

áreas de interés son: Interacción Humano-Computadora, Ambientes Virtuales de Aprendizaje, Evaluación de la Experiencia del Usuario (UX), Bioinformática, Realidad Aumentada, Realidad Virtual y Computo Afectivo e IoT.