

Análisis DAFO del Simulador de Habilidades Informáticas del proyecto Mi Compu.MX

Leonardo David Glasserman
Escuela de Educación, Humanidades y Ciencias Sociales
Tecnológico de Monterrey
Monterrey, México
glasserman@itesm.mx

Martín Alonso Mercado-Varela
Instituto de Investigación y Desarrollo Educativo
Universidad Autónoma de Baja California
Ensenada, México
martin_mercado44@hotmail.com

Alicia García-Holgado, Francisco J. García-Peñalvo
Grupo de investigación GRIAL
Departamento de Informática y Automática
Universidad de Salamanca
Salamanca, España
{aliciagh,fgarcia}@usal.es

Resumen— El uso y desarrollo de simuladores en el ámbito educativo se ha visto mejorado con la constante evolución de la tecnología, en específico el de las computadoras, lo que ha posibilitado la creación de simulaciones más complejas en entornos virtuales. Dada la importancia de las habilidades digitales en el contexto actual, simular un entorno en el que se pongan en práctica estas habilidades supone un paso clave para reducir la brecha digital entre docentes y estudiantes. El presente trabajo realiza un análisis DAFO del Simulador de habilidades informáticas desarrollado como parte del proyecto “Diagnóstico de la integración de computadoras MX en las prácticas docentes del Estado de Sonora” cuyo principal objetivo abarcaba la realización un diagnóstico de la integración de computadoras MX en las prácticas pedagógicas de los docentes de educación primaria del Estado de Sonora (México). Como resultado del análisis, se presenta una propuesta de mejora del simulador a través de un diagrama de proceso de negocio que sigue el Modelo y Notación de Procesos de Negocio.

Palabras clave—simulador; habilidades informáticas; software educativo; DAFO

I. INTRODUCCIÓN

El avance de las nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) representa oportunidades para la educación, esto se ha visto reflejado en la implementación de políticas de los sistemas educativos que impulsan la integración de dispositivos tecnológicos en el aula.

En este escenario hegemónico de aplicación tecnológica, México no ha sido la excepción. Es así, que la Secretaría de Educación Pública (SEP) ha encaminado distintos esfuerzos para incorporar dispositivos tecnológicos en las prácticas cotidianas de docentes y alumnos. Cabe mencionar el programa de Computación Electrónica para la Educación Básica (COEBA) (1985), la Red Escolar (1996), el programa Enciclomedia (2004), el programa Habilidades Digitales para Todos (PHDT) (2009) y, recientemente, el programa Mi Compu.MX (2013-2014) y el programa de Inclusión y Alfabetización Digital (PIAD) (2014-actual). Estas iniciativas se

posicionan en el enfoque uno-a-uno que busca reducir la brecha digital e integrar las TIC en las escuelas para desarrollar competencias digitales de acuerdo con las necesidades actuales.

Bajo esta lógica, dentro del programa Mi Compu.MX [1], se aplicó una prueba piloto con un número inicial de 240.000 computadoras distribuidas entre alumnos de quinto y sexto grado en las escuelas primarias públicas de los estados de Colima, Sonora y Tabasco en sus diversas modalidades: general, indígena, infantil migrante, en cursos comunitarios y en educación especial. En la Fig. 1 se muestra la localización de los estados implicados. Los tres estados fueron seleccionados de manera estratégica por ser representativos de la pluralidad política, económica y cultural del país [2]. En el 2014 el programa Mi Compu.MX formó parte del programa PIAD en donde se integraron 709.824 tabletas, portátiles y conectividad en los estados de Sonora, Colima, Jalisco, Estado de México, Distrito Federal y Puebla.



Fig. 1. Línea de acción del programa piloto Mi compu.MX en México

Dentro del programa Mi Compu.MX se desarrollaron diversos proyectos tanto de ámbito estatal como nacional. El presente trabajo se centra en el proyecto denominado “Diagnóstico de la integración de computadoras MX en las

prácticas docentes del Estado de Sonora”, concretamente en el simulador de habilidades informáticas que se desarrolló como instrumento de evaluación de una de las fases del estudio y que actualmente está accesible en la dirección web <http://187.191.54.250:5151/index.aspx>.

El objetivo de este trabajo es presentar una propuesta de mejora del simulador de habilidades informáticas a partir del análisis de sus Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades (DAFO) [3].

En las siguientes secciones se presenta el contexto, la metodología utilizada, el simulador y el proyecto en el que se enmarcó su desarrollo, los resultados del análisis DAFO, la propuesta de mejora y, por último, las conclusiones.

II. CONTEXTO

Desde el inicio de los simuladores la educación se ha visto beneficiada, principalmente la enseñanza de la aviación y medicina presentan un gran desarrollo en el campo. Con el avance de las TIC, el campo de la simulación se ha movido en gran medida hacia los entornos virtuales debido a que permiten el estudio y desarrollo de mejores y más complejos sistemas [4]. En el campo de la educación, la simulación es un paquete que emula un fenómeno complejo, ambiente o experiencia dándole la oportunidad al usuario de obtener un nuevo nivel entendimiento [5]. Aunque el concepto simulación ha sido definido de distintas formas, todas ellas coinciden en que es la imitación de un sistema.

Desde un punto de vista de la innovación educativa, cabe plantearse por qué son importantes los simuladores. McCall [6] indicó que la función de los simuladores es representar un modelo dinámico para uno o varios aspectos del mundo real. En otras palabras, se entiende que las simulaciones son versiones simplificadas de situaciones complejas del mundo real [7, 8]. Por su parte Crookall [9] menciona que el enfoque del aprendizaje basado en simulación es apoyar al aprendiz a través de la inmersión en un escenario, el cual incluye la reflexión, las preguntas de cómo hacerlo y la aplicación. Esto representa para la enseñanza nuevas formas en que los estudiantes pongan en prácticas habilidades en un entorno manipulable y de práctica constante.

Kincaid and Westerland [10] responden la interrogante sobre la importancia de la simulación de la siguiente forma:

- Es aplicable para estudiantes de todos niveles y edades.
- Facilita a las matemáticas, ciencias y habilidades técnicas ser enseñadas en una manera aplicada e integrada.
- Provee a los estudiantes de nuevas formas de resolver problemas.
- Provee formación y habilidades realistas para distintas áreas.

Dentro del campo de desarrollo de la simulación con apoyo de *software* se distinguen distintos tipos: (1) hojas de cálculo (en inglés spreadsheets), que representan un *software* y una simulación simple, Excel es un claro ejemplo; (2) *software*

especializado en simulación (en inglés, *specialist simulation software*), son marcos de referencia que cuentan con distintos paquetes con componentes (modelos visuales, reloj de simulación y analizador estadístico) que ayudan el desarrollo de la simulación; (3) lenguajes de programación, la simulación puede desarrollarse utilizando distintos lenguajes de programación (ej. Java y C++) que, aunque requieren una mayor cantidad de tiempo, permiten una mayor flexibilización y control en el diseño [11]. La simulación sin apoyo de *software* no se puede entender en el campo de desarrollo actual.

III. METODOLOGÍA

El análisis del simulador de habilidades informáticas se ha llevado a cabo a través de un análisis DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades) que ha permitido realizar un análisis interno del simulador con el fin de detectar las fortalezas y debilidades, y un análisis externo cuyo objetivo ha sido identificar y analizar sus amenazas y oportunidades. Las debilidades han proporcionado información relevante para presentar una propuesta de mejora del simulador. Las fortalezas detectadas han permitido tener una idea clara de lo bueno, funcional y relevante que es el simulador. Finalmente, las oportunidades, junto con las amenazas, han sido una fuente de información muy valiosa para la propuesta de mejora del simulador ya que han permitido tener en cuenta los factores externos que pueden afectarle.

Los diagramas realizados bajo el estándar Business Process Model and Notation (BPMN), en español Modelo y Notación de Procesos de Negocio [12], permiten modelar procesos de negocio con un alto nivel de abstracción, centrándose en el flujo de trabajo en vez de los aspectos técnicos de las herramientas utilizadas o los datos. El uso de este tipo de diagramas para analizar el funcionamiento de herramientas en línea ha sido utilizado en trabajos previos [13-15].

Se han realizado dos diagramas BPMN para describir el funcionamiento del simulador desde el punto de vista del docente y posteriormente para presentar la propuesta de mejora del simulador, de tal forma que los cambios propuestos quedan patentes al comparar ambos diagramas.

IV. EL SIMULADOR DE HABILIDADES INFORMÁTICAS

El proyecto “Diagnóstico de la integración de computadoras MX en las prácticas docentes del Estado de Sonora” fue diseñado con el objetivo de realizar un diagnóstico de la integración de computadoras MX en las prácticas pedagógicas de los docentes de educación primaria del Estado de Sonora (México), con la intención de documentar casos y recomendar acciones de seguimiento en la formación de competencias informáticas en los docentes de la región. El estudio se realizó a través de la metodología de tipo mixta con un diseño secuencial explicativo [16] bajo una taxonomía de tipo QUAN+QUAL [17]. El estudio comprendió dos etapas de acuerdo con el diseño sugerido, la primera etapa fue de tipo cuantitativa y se seleccionó una muestra representativa de 50 escuelas primarias en el Estado de Sonora. En esta primera etapa se diseñaron dos instrumentos. En primer lugar, un cuestionario de autopercepción de las prácticas pedagógicas de los docentes de primero a sexto grado con respecto al uso de TIC en el aula. Las escalas y el

cuestionario se calibraron por medio de la Teoría de Respuesta al Ítem y fueron validadas a través de Modelos de Ecuaciones Estructurales. En segundo lugar, un instrumento para medir las habilidades informáticas de los docentes. El instrumento se desarrolló a través de un simulador en línea con 50 actividades, organizadas por objetivos en cinco categorías: procesador de texto, administrador de presentaciones, hoja de cálculo, organización de documentos y navegador [18]. El simulador se respondió por todo el colectivo de docentes, de primero a sexto grado.

El simulador de habilidades informáticas se divide en dos partes bien diferenciadas, el simulador disponible para los docentes y el sistema de gestión del simulador que permite llevar a cabo labores de administración.

El acceso de administrador permite dar de alta escuelas en la base de datos y gestionárselas, dar de alta sesiones para habilitar a los docentes el acceso al simulador y gestionárselas (Fig. 2), descargar manuales, generar informes en formato Excel que reflejan la información registrada en las diferentes sesiones de los usuarios y modificar las descripciones de las diferentes actividades que conforman el simulador.

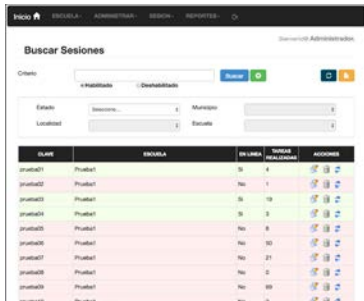


Fig. 2. Captura de pantalla del simulador que muestra la administración del acceso de los docentes

Respecto al funcionamiento del simulador desde el punto de vista del docente, la Fig. 5 muestra a través de un diagrama BPMN el proceso que sigue el docente desde que introduce el identificador de sesión proporcionado previamente, hasta que cierra sesión y sale del simulador.

El simulador se compone de un conjunto de pantallas a través de las cuáles el docente navega de forma más o menos lineal, avanzando o retrocediendo en función de sus necesidades.

En primer lugar el docente debe completar un formulario con información demográfica o, en caso de haberlo hecho en un acceso previo, tan solo la visualizará y continuará a la siguiente pantalla donde se muestran los objetivos perseguidos con el simulador. Después el docente debe leer las instrucciones de uso del simulador, donde se explica la iconografía utilizada. En este punto, siguiendo el modelo de navegación lineal mencionado, el

docente puede continuar a la siguiente pantalla o regresar a la pantalla anterior para releer los objetivos.

Una vez ha leído la información relevante para el uso del simulador, el docente debe seleccionar una de las aplicaciones que se muestran en la Fig. 3: procesador de texto (Word), editor de presentaciones (Power Point), hoja de cálculo (Excel), gestión de documentos (en entorno Windows) y navegador de Internet (Chrome). A continuación selecciona uno de los objetivos enmarcados en dicha aplicación. El simulador mostrará el conjunto de actividades asociadas a la consecución del objetivo [19] y el docente deberá seleccionar una y realizarla.

La parte más compleja del simulador se enmarca en la realización de la actividad, donde el sistema simula un entorno de escritorio de Windows, tal como muestra la Fig. 4, y permite al docente llevar a cabo las acciones (clicks) pertinentes para superar con éxito la actividad. Al realizar dichas actividades mediante el simulador el sistema registra diferentes variables relevantes para el estudio que no podrían obtenerse si el docente realiza dichas actividades en un entorno real. Los datos recogidos por el simulador son: los clics realizados para superar la actividad, el tiempo invertido, el número de intentos o veces que el docente reinició la actividad y el estado de la actividad (pendiente, terminada, cancelada).



Fig. 3. Captura de pantalla del simulador que muestra el selector de aplicaciones y objetivos

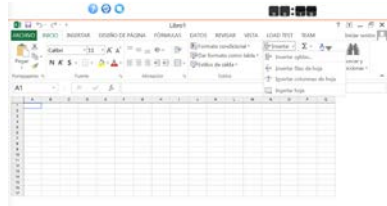


Fig. 4. Captura de pantalla de la simulación de un entorno Windows

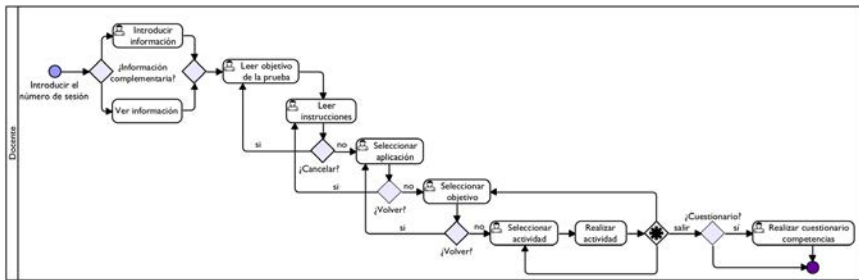


Fig. 5. Diagrama BPM que ilustra el funcionamiento del Simulador de habilidades informáticas

V. ANÁLISIS DAFO

El análisis DAFO se divide en dos partes, el análisis interno que permite detectar las fortalezas y debilidades, y el análisis

externo cuyo objetivo es identificar y analizar las amenazas y oportunidades (ver Tabla I).

Tabla I. ANÁLISIS DAFO DEL SIMULADOR DE HABILIDADES INFORMÁTICA

Análisis interno	Análisis externo
<p>Debilidades</p> <ul style="list-style-type: none"> No ofrece un perfil de desempeño (reporte automatizado) de habilidades al término de la prueba Requiere la interpretación de resultados por un experto La aplicación de la prueba requiere de acceso a Internet Evalúa un número limitado de competencias ofimáticas Los ejercicios están acotados en aplicaciones de ofimática básica La navegación en el simulador no es intuitiva El cuestionario final de autopercepción con respecto al nivel de competencias tecnológicas que posee el docente no está integrado en la herramienta 	<p>Amenazas</p> <ul style="list-style-type: none"> Cambios en el modelo educativo por reformas puede implicar la evaluación de otras competencias La resistencia de los usuarios a utilizar el simulador El desarrollo y aplicación de un simulador oficial por parte del sistema educativo nacional en México Cambio del sistema operativo utilizado en los centros educativos
<p>Fortalezas</p> <ul style="list-style-type: none"> Diagnóstico con base en clics, intentos y tiempo con base en la ejecución de la tarea Puesta en práctica de distintas competencias ofimáticas Ejercicios contextualizados en la práctica cotidiana del usuario Al tratarse de una herramienta en línea no requiere ningún tipo de instalación por parte del docente 	<p>Oportunidades</p> <ul style="list-style-type: none"> Mejora de la calidad educativa La administración educativa apuesta por ello Existen instituciones interesadas en utilizarlo

Se identificaron distintos tipos de debilidades que condicionan la aplicación y utilización del simulador desde un punto de visto técnico y de usuario. Se puede comentar que la aplicación y utilización del simulador está condicionado por la conexión a la web, debido a que es el espacio en que se llevan a cabo ambos procesos. Es importante mencionar que en el caso de la utilización por parte del usuario, en algunas ocasiones la

interacción con la herramienta no resulta intuitiva, lo que dificulta la puesta en práctica de las habilidades informáticas objetivos de la simulación. Al finalizar la utilización de la herramienta, los resultados evidencian sólo un número acotado de habilidades informáticas, tampoco ofrecen un reporte automatizado de desempeño, en cambio ofrecen una serie de indicadores que deben ser interpretados por un experto para

definir un nivel de desempeño sobre las habilidades informáticas en cuestión.

Los cambios en los sistemas de educación como la puesta en práctica de modelos educativos implican nuevas prácticas pedagógicas para los docentes en el uso de la tecnología y el desarrollo de distintas competencias para llevarlas a cabo, lo que representa una amenaza para el simulador. En este sentido, podría estar evaluando competencias no alineadas al currículo oficial actual; la aplicación de un nuevo programa también implicaría cambios en los equipos de cómputo que utilizan los docentes, lo que no asegura la compatibilidad del nuevo sistema operativo con la herramienta, es decir, con el ambiente de simulación en que se despliega la ejecución de las actividades; además, la naturaleza humana de resistencia al cambio, amenaza la aplicación y utilización del simulador. Por último, el desarrollo de un simulador oficial por parte del sistema representa una amenaza a la continuidad de la herramienta desarrollada.

Como fortaleza se destaca que el simulador ofrece un diagnóstico de ejecución de la actividad considerando tres indicadores: clics, intentos y tiempo; esto da un panorama general del uso y de ejecución de la tarea de las distintas competencias al usuario. Como parte fundamental, permiten una simulación de la puesta en prácticas de distintas competencias informáticas de los docentes en su labor cotidiana con la utilización de tecnología. El simulador al ser una herramienta en línea no requiere ningún tipo de instalación en el equipo desde el que se utiliza.

La existencia de instituciones interesadas en utilizar el simulador junto al interés de la administración educativa, suponen importantes oportunidades para que el simulador pueda seguir evolucionando. Unido a esto, las actividades del simulador están alineadas a la mejora de la práctica docente, lo que influye de manera directa en la mejora de la calidad educativa.

VI. PROPUESTA DE MEJORA

El análisis DAFO proporciona información relevante para mejorar el simulador de habilidades informáticas. En particular, las debilidades detectadas durante el análisis interno junto con las amenazas del análisis externo, han permitido realizar una propuesta de mejora del simulador.

La propuesta de mejora se centra en la parte del simulador accesible para el docente. La Fig. 6 muestra dicha propuesta a través de un diagrama BPMN, de tal forma que se puede comparar con la Fig. 5 para ver de manera abstracta algunos de los cambios planteados.

En primer lugar, se ha incorporado una nueva funcionalidad que muestra al docente un reporte al finalizar la sesión. De esta forma se da solución a la primera debilidad identificada: "No ofrece un perfil de desempeño (reporte automatizado) de habilidades al término de la prueba". Dicho reporte, además de diagnosticar la ejecución de la actividad de acuerdo con distintos criterios, debe definir un nivel de desempeño de acuerdo con alguna taxonomía de competencias informáticas; de esta forma, la herramienta será más informativa de cara al usuario.

Para solucionar que la navegación en el simulador no es intuitiva se ha eliminado la selección de la aplicación, de tal forma que dicha información se reduce a un elemento de visualización de la información relativa a los objetivos.

Finalmente se propone incorporar en el propio simulador el cuestionario final de autopercepción con respecto al nivel de competencias tecnológicas, de tal forma que el docente deba realizarlo de forma obligatoria y el sistema pueda utilizar las respuestas para determinar el nivel de competencias tecnológicas del docente en el reporte automatizado que recibe una vez finaliza la sesión en el simulador.

Respecto al resto de debilidades, las soluciones propuestas no se reflejan en el diagrama por la abstracción del mismo, pero igualmente forman parte de la propuesta.

La necesidad de acceso a Internet, que supone un problema únicamente en aquellos centros que no disponen todavía de conexión, se resuelve con el desarrollo de una versión *offline* del simulador pero esta mejora tiene un coste elevado y se puede resolver proporcionando al docente un punto de acceso a la versión en línea.

En cuanto a las herramientas elegidas y al número limitado de competencias ofimáticas, es necesario aumentar el número de actividades, tanto de las aplicaciones existentes como de aquellas que se decida incorporar, lo que supone desarrollar la simulación de cada una de ellas. Por otro lado, el que la herramienta evalúe un mayor número de competencias informáticas permitirá situar mejor un nivel de dominio en esta área de práctica del docente.

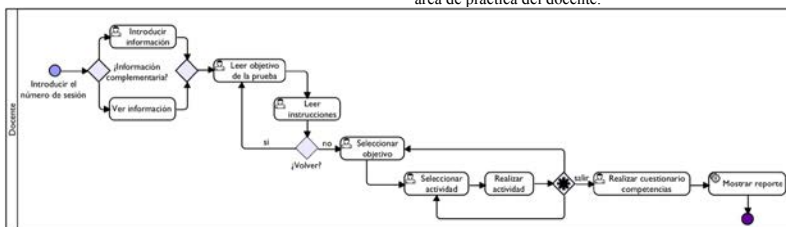


Fig. 6. Diagrama BPMN que ilustra la propuesta de mejora del Simulador de habilidades informáticas

VII. CONCLUSIONES

El simulador de habilidades informáticas que se describió en esta ponencia es un valioso instrumento para obtener información sobre las competencias TIC de los docentes de educación primaria, no solo en el Estado de Sonora (México), sino también a nivel nacional e internacional.

El análisis DAFO junto con la propuesta de mejora proporciona la información necesaria para desarrollar una segunda versión del simulador que pueda servir de instrumento en estudios similares en otros contextos.

Sin lugar a dudas una versión actualizada del simulador podrá beneficiar no solamente a los docentes de la región sino extender su uso a otras instancias, inclusive llegar a ser una prueba estandarizada que permita determinar el perfil del usuario y con base en los resultados poder ofrecer instrucción diferenciada a través de cursos de formación continua.

El simulador actualmente es propiedad del Centro Regional de Formación Docente e Investigación Educativa del Estado de Sonora (CRFDIES). Si se consideran las mejoras aquí propuestas pudiera ofrecerse un simulador fortalecido que en el corto plazo abonaría como un instrumento de evaluación institucional para los estudiantes y aspirantes de los diferentes programas que se imparten en la institución. Además, se podría donar la versión mejorada del simulador a las Secretarías de Educación estatales así como a la propia Secretaría de Educación Pública (SEP) o bien, a otras instancias internacionales como a la Comisión Sonora-Arizona.

Independientemente de la decisión, una versión mejorada del simulador es inminente y se propondrá a partir del análisis DAFO desarrollado así como la propuesta presentada en esta ponencia.

AGRADECIMIENTOS

La ponencia forma parte del proyecto "Diagnóstico de la integración de computadoras MX en las prácticas docentes del Estado de Sonora" apoyado por el Fondo SEP-SEB CONACYT 2013-01 con número de convenio 0000000002311111. Los autores desean expresar su agradecimiento al Grupo de Investigación e Innovación en Educación (GIIE) del Tecnológico de Monterrey <http://sitios.itesm.mx/cehes/giie/> y al Grupo de Investigación en InterAcción e eLearning (GRIAL) de la Universidad de Salamanca <http://grial.usal.es> por sus contribuciones y soporte. Asimismo, al Centro Regional de Formación Docente e Investigación Educativa del Estado de Sonora (CRFDIES) entidad que apoyó en el desarrollo de la investigación donde se desarrolló el simulador.

Este trabajo de investigación ha sido parcialmente realizado dentro del Programa de Doctorado en Formación en la Sociedad del Conocimiento de la Universidad de Salamanca <http://knowledgesociety.usal.es> con financiación del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte del Gobierno de España para la Formación de Profesorado Universitario (FPU014/04783).

REFERENCIAS

- [1] M. S. Ramírez Montoya, Ed., *Competencias digitales en el marco del proyecto Mi Compu.MX: Investigaciones y comunicaciones*. Monterrey, México, 2016, p. "pp. Pages.
- [2] Portal de la Presidencia de la República. (2013). *Preguntas frecuentes sobre el programa Mi Compu.Mx*. Available: <http://www.gob.mx/presidencia/articulos/preguntas-frecuentes-sobre-el-programa-mi-compu-mx>
- [3] T. Hill and R. Westbrook, "SWOT analysis: it's time for a product recall." *Long range planning*, vol. 30, pp. 46-52, 1997.
- [4] P. S. Silva, A. Trigo, J. Varajão, and T. Pinto, "Simulation - concepts and applications," in *Organizational, Business, and Technological Aspects of the Knowledge Society*, vol. 112, M. D. Lytras, P. Ordonez de Pablos, A. Ziderman, A. Roulstone, H. Maurer, and J. B. Imber, Eds., ed Heidelberg: Springer, 2010, pp. 429-434.
- [5] K. Schmucker, "A taxonomy of simulation software. A work in progress." *Learning Technology Review*, pp. 40-75, 1999.
- [6] J. McCall, *Gaming the past: Using video games to teach secondary history*. London: Routledge, 2013.
- [7] L. Sauvé, L. Renaud, and D. Kaufman, "The efficacy of games and simulations for learning," in *Educational gameplay and simulation environments: Case studies and lessons learned*, L. Sauvé and D. Kaufman, Eds., ed Hershey, PA: ICI Global, 2010, pp. 252-270.
- [8] R. Datta, K. Upadhyay, and C. Jaideep, "Simulation and its role in medical education," *Medical Journal Armed Forces India*, vol. 68, pp. 167-172, 2012.
- [9] D. Crookall, "Serious games, debriefing, and simulation/gaming as a discipline," *Simulation & gaming*, vol. 41, pp. 898-920, 2010.
- [10] J. P. Kincaid and K. K. Westerland, "Simulation in education and training," presented at the Winter Simulation Conference, Austin, Texas, 2009.
- [11] S. Robinson, *Simulation: The Practice of Model Development and Use, 2nd edition*. London: Palgrave, 2014.
- [12] Business Process Model, "Notation (BPMN) Version 2.0," *OMG Specification, Object Management Group*, 2011.
- [13] M. Á. Conde, F. J. García Peñalvo, C. Fernández-Llamas, and A. García-Hologado, "The Application of Business Process Model Notation to describe a Methodology for the Recognition, Tagging and Acknowledge of Informal Learning Activities," *International Journal of Engineering Education (IJEE)*, vol. 31, pp. 884-892, 2015.
- [14] A. Garcia-Hologado and F. J. Garcia-Peñalvo, "Architectural pattern to improve the definition and implementation of eLearning ecosystems," *Science of Computer Programming*, 2016.
- [15] A. Garcia-Hologado, F. J. Garcia-Peñalvo, and M. J. Rodriguez Conde, "Definition of a Technological Ecosystem for Scientific Knowledge Management in a PhD Programme," in *Proceedings of the Third International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'15) (Porto, Portugal, October 7-9, 2015)*, ed New York, NY, USA: ACM, 2015, pp. 695-700.
- [16] J. W. Creswell and V. L. Plano Clark, "Designing and conducting mixed methods research." *Australian and New Zealand Journal of Public Health*, vol. 31, 2007.
- [17] T. Abbas and T. Charles, Eds., *Handbook of mixed methods in social & behavioral research*. Thousand Oaks, California: Sage Publications, 2003, p."pp. Pages.
- [18] L. D. Glasserman and O. I. Gavotto, "Online simulator of computer skills for primary school teachers," in *International Conference on Interactive Collaborative and Blended Learning (ICBL)*, 2015, México, 2015, pp. 94-97.
- [19] L. D. Glasserman, "Simulador de habilidades informáticas," in *Disposición al cambio tecnológico en Docentes de Educación Primaria de Sonora*, ed Hermosillo, Sonora, México: Centro Regional de Formación Docente e Investigación Educativa del Estado de Sonora, 2016.