

Herramienta de autoría para evaluaciones multimedia interactivas basadas en el modelo de componentes de React.js utilizables para la Educación 4.0

Authorship tool for interactive multimedia assessments based on the React.js components model usable for Education 4.0

Rubén Peredo Valderrama ¹ Iván Peredo Valderrama ²

¹ Escuela Superior de Cómputo del Instituto Politécnico Nacional, Av. Juan de Dios Bátiz S/N esquina con Miguel Othón de Mendizábal, México, D.F., 07738. México
rperedo@ipn.mx

² Universidad Politécnica de Querétaro, Carretera Estatal 420 S/N el Rosario el Marqués, México, Querétaro, CP. 76240.
ivan.peredo@upq.edu.mx

Fecha de recepción: 15 de julio de 2019

Fecha de aceptación: 30 de agosto de 2019

Resumen. La presente propuesta presenta una herramienta de autoría innovadora para la producción de evaluaciones multimedia interactivas utilizando modelo de componentes de React.js, y el paradigma de Educación Basada en Web (Web-Based Education, WBE por sus siglas en inglés). La propuesta utiliza un modelo de componentes en la Interfaz de Usuario (User Interface, UI por sus siglas en inglés), dividiéndola en subcomponentes como: botones, divisores, imágenes, sonidos, videos, etc., con la finalidad de maximizar la reutilización de las partes de la UI, propusimos en su momento los denominados: Componentes de Aprendizaje Reusables Inteligentes Orientados a Objetos (Intelligent Reusable Learning Components Object Oriented, IRLCOO por sus siglas en inglés) [1], la propuesta presenta los últimas actualizaciones de las mismas basados en React.js utilizables para la Educación 4.0, además se hace uso de buenas prácticas de programación. Las evaluaciones pueden ser ensambladas en diferentes estructuras para varios modelos pedagógicos.

Palabras clave: Herramienta de autoría, Evaluaciones, Multimedia, Componentes, Educación 4.0.

Summary. This proposal presents an innovative authoring tool for the production of interactive multimedia assessments using the React.js component model, and the Web-Based Education (WBE) paradigm. The proposal uses a model of components in the User Interface (User Interface, UI), dividing it into subcomponents such as: buttons, dividers, images, sounds, videos, etc., in order to maximize the reuse of parts of the UI, we proposed at the time the so-called: Intelligent Reusable Learning Components Object Oriented (IRLCOO) [1], the proposal presents the latest updates based on In React.js usable for Education 4.0, also good programming practices are used. Assessments can be assembled into different structures for various pedagogical models.

Keywords: Authorship tool, Assessments, Multimedia, Components, Education 4.0.

1 Introducción

La evaluación en términos generales tiene como objetivo verificar el aprendizaje de los estudiantes, y en base a los resultados obtenidos identificar las problemáticas de los estudiantes en su educación. Además se busca proporcionar retroalimentación a: estudiantes, padres, hacedores de políticas y al público en general; todo esto con la finalidad de mejorar la efectividad de los servicios educacionales. En las pasadas dos décadas se han creado estándares académicos complejos, para la medición del avance de los estudiantes conforme a estos, la evaluación ha tomado un papel cada vez más protagónico en la toma de decisiones. Existen dudas fundamentales sobre si las evaluaciones a gran escala están produciendo información útil, con el fin de mejorar la educación. Las evaluaciones en los salones de clase, que tienen el potencial para mejorar la instrucción y el aprendizaje, no se están usando de la mejor manera posible. Los progresos en las ciencias cognitivas nos permiten considerar en este momento, la pertinencia de revisar los principios científicos y filosóficos de las evaluaciones. Los progresos en las ciencias cognitivas han mejorado la percepción de los aspectos importantes en la evaluación, mejorando la forma de interpretar las evidencias producidas del rendimiento de los estudiantes. Las evaluaciones tienen tres bases fundamentales: un modelo del conocimiento del estudiante, tareas o actividades que permiten medir el progreso de los estudiantes, y finalmente un método de interpretación para hacer inferencias a partir de las evidencias de progreso de los estudiantes. Sin los elementos antes mencionados las inferencias de una evaluación estarán en duda [2].

El Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes (*Programme for International Student Assessment*, PISA por sus siglas en inglés), en el año 2015 llevo a cabo evaluaciones en 75 países a grandes escalas involucrando políticas educativas, con la colaboración de más de medio millón de estudiantes. Además de PISA,

el Estudio de Tendencias Internacionales de Matemáticas y Ciencias (*Trends in International Mathematics and Science Study*, TIMSS), ha colectado información de escuelas y estudiantes en 59 países durante 2015 [3].

La e-evaluación (e-assessment) se refieren a tareas de evaluación, accesibles a través de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (*Information and Communications Technology*, ICT por sus siglas en inglés). Siendo una consecuencia de la revolución de las ITC en la educación en particular y en la sociedad en general. Exponiendo el impacto de las tecnologías en el sistema educativo, lo que ha llevado a la necesidad de rediseñar los enfoques en los planes de estudio y las políticas de evaluación. La evaluación en términos generales es para verificar lo que los estudiantes han aprendido, estando en constante cambio por lo que es natural que los requisitos y estándares de evaluación cambien a lo largo del tiempo. Hay un creciente interés en el uso de computadoras para racionalizar la entrega de exámenes de evaluación formativa y de retroalimentación de los maestros. Las Pruebas Adaptativas de Computadora (*Computer Adaptive Testing*, CAT por sus siglas en inglés) son evaluaciones asistida por tecnología, diseñadas para la computadora personalizándose inteligentemente a las necesidades de los estudiantes en cada una de las etapas. Ha habido polémica acerca de los méritos y limitaciones de la evaluación electrónica utilizando multimedia para los estudiantes. Se ha reconocido que evaluaciones más complejas posibilitan llevar a cabo evaluaciones más minuciosas de los estudiantes, pero estas presentan retos nuevos e impensados. La evaluación electrónica es un término flexible relacionado con una gran variedad de actividades de evaluación asistidas por tecnología, que abarca desde la evaluación de los estudiantes en la computadora hasta potencialmente en línea. [4].

La primera revolución industrial inicio a finales del siglo XVIII teniendo como eje la máquina de vapor, la segunda tuvo como eje la electricidad y los modos de producción, la tercera tuvo como eje la Internet y la electrónica, la cuarta revolución industrial se originó desde la mitad del siglo XX, el término usado en la feria de Hannover, Alemania en el año 2011, tiene como eje las Tecnologías de la Información y las ICT y las nuevas tecnologías, también conocida como Industria 4.0. Con la aparición del termino Industria 4.0 muchos han empezado a utilizar un análogo para la educación denominándola Educación 4.0. La Educación 4.0 trata de la utilización de las ICT en la educación, para educar a los estudiantes ante el cambio vertiginoso que estamos viviendo. Se habla de que los profesores se deben de convertir en facilitadores para los estudiantes en la Educación 4.0. La Educación 4.0 tiene como propósito conjuntar la tecnología en el aprendizaje de los estudiantes, facilitando el aprendizaje, para ser una herramienta de actualización. La Educación 4.0 plantea nuevos ambientes de aprendizaje, utilizando el aprendizaje basado en proyectos y competencias, donde las competencias se basan en experiencia práctica, conectando los conocimientos para lograr un fin. La Educación 4.0 tiene: flexibilidad en tiempo, espacio y contenidos; uso de educación presencial, semipresencial, y a distancia; nuevos ambientes de aprendizaje; contenidos de calidad y retroalimentación personalizada basada en Inteligencia Artificial (*Artificial Intelligent*, AI por sus siglas en inglés). La Educación 4.0 requiere de una infraestructura adecuada, de la cual carecen muchas instituciones educativas, tanto en hardware como en software. La Educación 4.0 requiere de personal capacitado para llevarla a cabo. En la Educación 4.0 se requiere de un conjunto de herramientas de apoyo siendo este el punto donde encaja la presente propuesta, unidades de aprendizaje a distancia masivas que aprovechen las ventajas de la Web [5]. Desde mi punto de vista el profesor debe de convertirse en un líder académico de los estudiantes en la Educación 4.0. Debe evitarse caer en los excesos, ya que la Educación 4.0 no es una panacea para todas las problemáticas educativas. Continuamente se señala cosas como lo siguiente y cito textualmente: **“hay varios sitios o blogs de educación libre en donde se puede aprender fácilmente lo que se necesite”** [5], aseveración fuerte, ya que el leer la información de la mejor fuente de información del mundo, no garantiza que los estudiantes transformen esa información en conocimientos.

Las instituciones educativas progresivamente han están ampliando su presencia en la Internet, y en particular en la Web ya que sus contenidos pueden accederse desde cualquier lugar, y en cualquier horario. La Web ha posibilitado a las instituciones educativas proporcionar espacios educativos virtuales, siendo una alternativa ante los crecientes costos que enfrenta la educación tradicional. Las instituciones educativas están iniciando la implementación de ambientes virtuales personalizados, donde el estudiante pueda avanzar a su propio ritmo. Debido a todo lo anteriormente mencionado la educación está progresando vertiginosamente, y nunca volverá a ser igual, transformando el modelo educativo, instaurando nuevos paradigmas innovadores. La presente propuesta presenta una herramienta innovadora de autoría para evaluaciones multimedia interactivas basadas en el modelo de componentes de React.js utilizables para la Educación 4.0.

2 Estado del Arte

Existen una amplia variedad de aplicaciones con una extensa cantidad de funciones que posibilitan a los profesores para crear, e impartir cursos y evaluaciones en línea. Unas de las aplicaciones más sobresalientes para desarrollar cursos son las siguientes: Blackboard [6], Schoology [7], Entorno de Aprendizaje Dinámico Orientado a Objetos Modular (*Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*, MOODLE por sus siglas en

inglés) [8]. Los sistemas anteriores proveen plantillas para la creación de cursos y evaluaciones en línea, reduciendo las complejidades técnicas implicadas en la producción de los mismos. También existen herramientas especializadas como son las siguientes:

-MOODLE: plataforma de aprendizaje avanzada para proveer a profesores, administradores y estudiantes un sistema integral, sólido y seguro para desarrollar ambientes de aprendizaje personalizados. MOODLE es desarrollado por el proyecto MOODLE, encabezado y coordinado por el Cuartel General MOODLE, sustentado por una red mundial de compañías de servicio socias [8]. La dependencia de contexto principal es su dependencia a la Internet y la Web para funcionar. La plataforma tiene un módulo de evaluación con diferentes tipos de preguntas reutilizables en diferentes evaluaciones, donde la mayoría se evalúan de forma automática. Algunas de las preguntas más sobresalientes son: opción múltiple, falso/verdadero, relación de columnas, respuesta corta, numérica, ensayo, arrastrar y soltar dentro del texto, etc. MOODLE usa la Licencia Pública General GNU (*GNU General Public License*, GNU GPL por sus siglas en inglés), otorgando a los usuarios la libertad de usar, copiar y modificar el software, pero a pesar de esto no es sencillo hacer modificaciones al mismo.

-Hot Potatoes: es un software con varias aplicaciones, permite crear evaluaciones interactivas para la Web de los tipos: opción múltiple, respuestas cortas, emparejamientos y pedidos, frases confusas, crucigramas, y rellenar huecos. La aplicación es gratuita, es importante destacar que no es de código abierto. La versión Java no cuenta con exportación de un objeto para el Modelo de Referencia de Objeto Contenido Compartido (*Sharable Content Object Reference Model*, SCORM por sus siglas en inglés) desde Java Hot Potatoes y no se pueden subir a hotpotatoes.net [9].

-Question Writer: la corporación Question Writer desarrolladora del software, se define como una empresa de un solo producto, enfocándose únicamente en las evaluaciones. Los clientes del software son diversos desde empresas multinacionales hasta pequeñas empresas, universidades completas hasta profesores individuales [10].

-Captivate: la Adobe es la desarrolladora, el software tiene diferentes herramientas de autoría para desarrollar e-Learning, con varias funcionalidades, siendo una de ellas la evaluación. El desarrollo de evaluaciones es sobresaliente, destacando: videos interactivos, realidad virtual, simulaciones, etc. El único problema es su elevado costo de suscripción, siendo de 33.99 dólares mensuales por usuario [11].

En propuestas anteriores se ha discutido las ventajas y desventajas de adquirir software educativo para las instituciones educativas, una de las historias más conocidas en México fue el proyecto Enciclomedia [12], el software hipotéticamente iba a ser el remedio para resolver los problemas educativos de México [13], en el cual se invirtió una gran cantidad de dinero, resultando al final en un fracaso.

Las instituciones educativas tienen un amplio número de profesores con experiencias educativas de gran valor, adquiridas a lo largo de sus trayectorias como docentes, basadas en su experiencia de impartición de diferentes asignaturas a lo largo de su carrera, pero considerables profesores que han implementado materiales educativos en línea en base a esas experiencias, no han podido realizarlo a cabalidad, debido a múltiples factores sobresaliendo los aspectos técnicos, debido a la complejidad para poder plasmar las experiencias adquiridas, desperdiciando en muchos casos la experiencia del docente en su área de expertis en la implementación de los materiales educativos, como se mencionó al principio además el docente debe de considerar estándares académicos y técnicos internacionales, tecnologías avanzadas para desarrollar sus materiales educativos, los resultados en la mayoría de los casos son materiales educativos de Lectura electrónica (e-Reading), desaprovechando las ventajas que ofrece la Internet y la Web. Muchas instituciones educativas desarrollan los materiales educativos e involucran solo parcialmente a los docentes en este proceso, resultando en que las ricas experiencias educativas adquiridas a lo largo de la trayectoria del docente en muchos casos no se plasmen completamente en los materiales educativos.

El objetivo de la propuesta es mostrar el desarrollo de una herramienta de autoría innovadora para la producción de evaluaciones multimedia interactivas, basada en el modelo de componentes de React.js y el paradigma de WBE, la cual hemos ido desarrollado y actualizando a lo largo del tiempo, mostrando en la presente propuesta los últimos avances de la misma. La propuesta hace uso del modelo de componentes en la UI, la cual está compuesta de subcomponentes como: botones, divisores, imágenes, sonidos, videos, etc., con la finalidad de reutilizar las partes de la UI, la idea actual se basa en el modelo de los IRLCOO [1]. Las evaluaciones producidas son innovadoras y permiten conformar una infraestructura de software para la Educación 4.0. La propuesta hace uso de buenas prácticas de programación por medio de patrones de diseño de software, posibilitan que las evaluaciones actualizables a lo largo de la vida del proyecto. La herramienta de autoría para evaluaciones reduce la complejidad técnica, posibilitando que los profesores se puedan enfocar en los aspectos académicos de las mismas.

3 Metodología usada

Los componentes de evaluación multimedia interactivos implementados con React.js están compuesto de otros subcomponentes utilizando el modelo de componentes de React.js, la Figura 1 muestra el diagrama de

componentes usando el Lenguaje de Modelado Unificado (*Unified Modeling Language*, UML por sus siglas en inglés), para la pregunta del tipo Relación de Columnas, la evaluación está compuesta de tres componentes principales: contenedor, evaluación y navegación, el contenedor tiene la dependencia de contexto de dos subcomponentes: evaluación y navegación, el subcomponente evaluación a su vez tiene las dependencias de contexto de los siguientes subcomponentes propios de la evaluación del tipo Relación de Columnas: Pregunta, Arrastrar1, Arrastrar2, Arrastrar3, Arrastrar4, Objetivo1, Objetivo2, Objetivo3, Objetivo4, Retroalimentación. En la parte inferior izquierda de la Figura 1 se ve el subcomponente Navegación y los subcomponentes multimedia: Imagen, Sonido y Video, estos últimos son subcomponentes reutilizables que se comparten con otras evaluaciones, y contenidos. Toda la configuración de los componentes se lleva a cabo por medio de archivos basados en el Lenguaje de Marcado eXtensible (*eXtensible Markup Language*, XML por sus siglas en inglés), la serialización de los archivos XML se lleva a cabo por medio del framework JDOM [14].

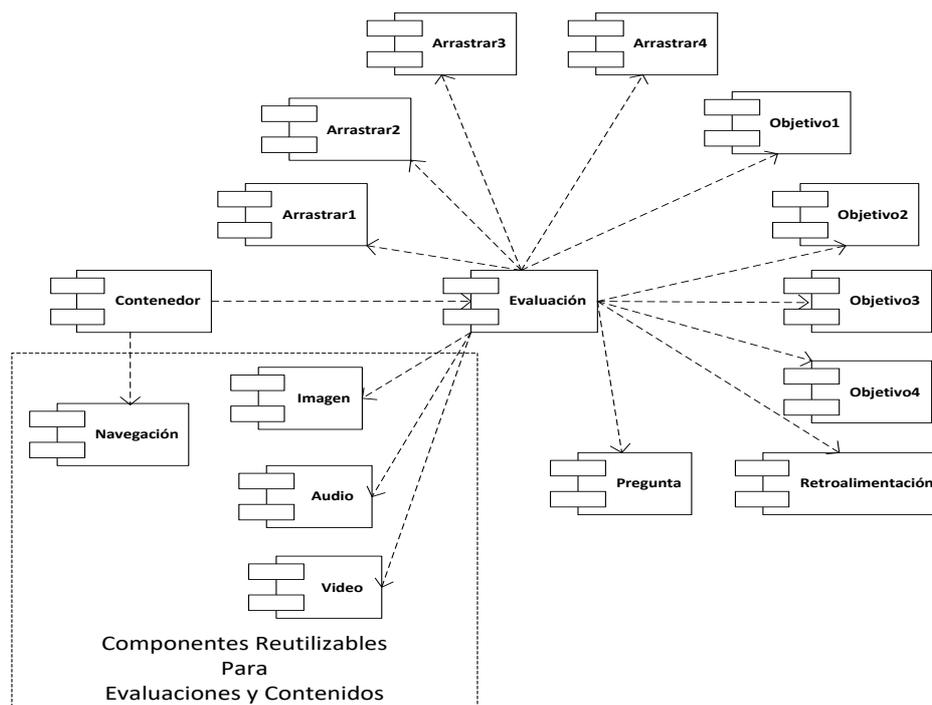


Figura 1. Diagrama de Componentes UML para la pregunta del tipo Relación de Columnas.

En los últimos años el desarrollo del lado del cliente (front-end) ha avanzado de manera vertiginosa, con la aparición de nuevas tecnologías para la creación de aplicaciones Web. Los navegadores Web consumen principalmente tres recursos: HTML, JavaScript y CSS.

La propuesta hizo uso de la librería React.js basada en JavaScript para la construcción de la Interfaz de Usuario (User Interface, UI por sus siglas en inglés) [15], para la construcción de la vista de la herramienta de autoría para evaluaciones se utilizó el modelo de componentes de software de React.js, donde los elementos de la UI de la propuesta, están constituidas por diferentes elementos como: botones, divisores, imágenes, sonidos, videos, etc., donde estos elementos se representaron por medio de componentes.

La propuesta hace uso de Webpack, el cual es un módulo empaquetador principalmente para JavaScript [16]. Webpack permitió manejar las dependencias de la propuesta, además del preprocesamiento y empaquetamiento por medio de archivos de configuración. Se analizaron varias alternativas entre las que destacan las siguientes: Grunt [17], Gulp [18], Browserify [19], JSPM [20], etc., al final nos decidimos por Webpack debido a que este canaliza el código a través de un plug-in denominado babel-loader para transformar nuestro código JavaScript ES6 de los componentes de las evaluaciones a código JavaScript ES5, este permitió correr el código de nuestros componentes en muchos navegadores actuales.

Webpack tiene un núcleo con una gran cantidad de funcionalidades, que pueden ser extendidas por medio de cargadores (loaders) y plug-ins, en nuestro caso permitiéndonos la carga de dependencias de manera dinámica, además de permitimos el seccionamiento de los paquetes. El archivo de configuración de Webpack se denomina webpack.config.js escrito en JavaScript. Otra de las características sobresalientes de Webpack es su Módulo de Reemplazamiento en Caliente (*Hot Module Replacement*, HMR por sus siglas en inglés), característica utilizada por Babel y su plug-in babel-plugin-react-transform, este permite un refrescamiento del navegador Web de manera automática, característica que parece irrelevante, pero que fue muy útil durante el desarrollo de la propuesta. Webpack nos posibilitó el manejo de diferentes formatos para el módulo: CommonJS [21], EcmaScript 6 (ES6)

[22], Definición de Módulo Asíncrono (*Asynchronous Module Definition*, AMD) [23], Definición de Módulo Universal (*Universal Module Definition*, UML por sus siglas en inglés) [24].

La propuesta instaló Webpack, en el archivo de configuración `package.json` se configuró el modo: `webpack --mode production`. Los componentes de evaluación de la propuesta fueron escritos en React.js utilizando JavaScript ES6, este último es una mejora importante del lenguaje, pero tiene el inconveniente de que no es soportado por muchos navegadores Web, debido a que muchos navegadores actuales no entienden la nueva sintaxis; razón por la cual se decidió utilizar el transpiler denominado Babel, que convierte un código en otro código por medio de los denominados loaders, en nuestro caso en JavaScript ES5, con la finalidad de que los navegadores puedan interpretarlo. En nuestro caso se utilizó el `babel-loader` para convertir nuestro código JavaScript ES6 y hacerlo entendible por los navegadores Web actuales, que en muchos casos todavía no soportan JavaScript ES6. El `babel-loader` hace uso de Babel utilizando en nuestro caso los siguientes presets que son en realidad conjuntos de plug-ins: `@babel/preset-env` y `@babel/preset-react`. Babel preset env compiló nuestro código JavaScript ES6 en código JavaScript ES5, mientras que `babel preset react` compiló nuestro código JavaScript XML (JSX) a JavaScript, configurando lo anterior por medio del archivo `.babelrc`. Posteriormente pasamos a la configuración de Webpack por medio del archivo `webpack.config.js`, donde cada archivo con extensión `js` o `jsx` de nuestra propuesta fue canalizado por medio del `babel-loader` para transformarlo desde JavaScript ES6 a JavaScript ES5.

Para la propuesta también se instalaron las dependencias `react` y `react-dom`, donde `react` es para la librería de `react.js`, mientras que `react-dom` es para el manejo del Modelo Objeto Documento (*Document Object Model*, DOM por sus siglas en inglés) para que trabajen en conjunto.

Para desplegar los componentes React de nuestra propuesta se configuró el Webpack para producir páginas basadas en el Lenguaje de Marcado de Hiper Texto (*Hyper Text Markup Language*, HTML por sus siglas en inglés), el paquete resultante se colocó dentro de una etiqueta de `script`. Como se mencionó Webpack requiere dos dependencias adicionales para procesar HTML denominadas: `html-loader` y `html-webpack-plugin`. Las dependencias de la presente propuesta fueron instaladas por medio del Manejador de Paquete Node (*Node Package Manager*, npm por sus siglas en inglés). Posteriormente se actualizó el archivo de configuración `webpack.config.js` para agregar `html-loader` y `html-webpack-plugin`. Finalmente se engancharon los componentes de evaluación de la propuesta con el id de un contenedor en una página HTML, por medio `ReactDOM()`, recibiendo dos argumentos, el primero la etiqueta del componente de evaluación correspondiente, el segundo argumento fue el id del contenedor de la página HTML.

La Figura 2 muestra la arquitectura del servidor de la herramienta de autoría para evaluaciones multimedia interactivas basada en el modelo de componentes React.js. La propuesta utiliza una base de datos implementada en MySQL [25], también se utilizan una base de conocimientos con las métricas colectadas de los estudiantes, y serializada por medio del framework Jena [26]. En la parte central de la Figura 2 se muestra el Sistema Multi-Agente (*Multi-Agent System*, MAS por sus siglas en inglés) implementado con JADE [27] y JADEx [28]. El MAS incorpora la parte de retroalimentación utilizando AI, parte fundamental de la Educación 4.0, permitiendo proporcionar una mejor retroalimentación a los estudiantes una retroalimentación en base a su performance. En la parte izquierda de la Figura 2 se muestra el patrón Modelo Vista Controlador (*Model View Controller*, MVC por sus siglas en inglés), el cual permitió maximizar la reutilización de las partes de la propuesta, en nuestro caso específico permitió cambiar la vista de HTML a React.js sin afectar las demás partes de la propuesta.

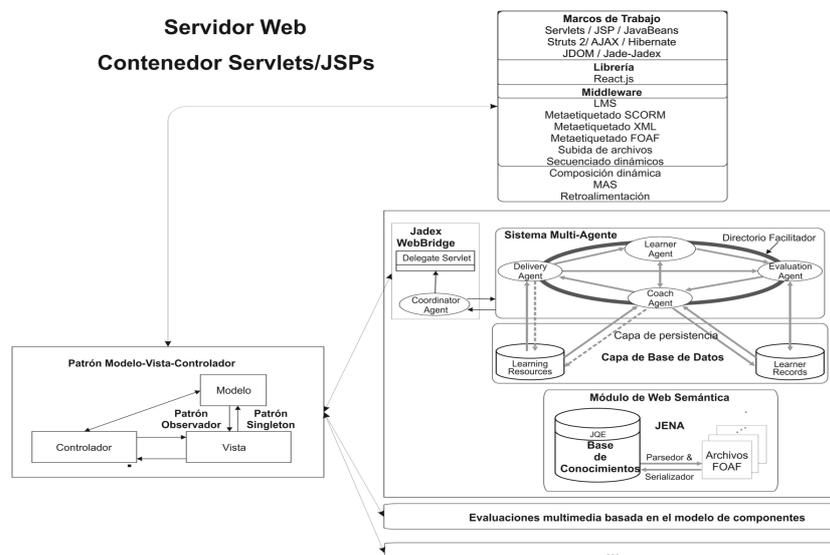


Figura 2. Arquitectura del Servidor de la herramienta de autoría para evaluaciones multimedia interactivas basada en el modelo de componentes React.js.

La implementación del MVC de la presente propuesta fue utilizando el framework Struts 2 [29]. La presente propuesta uso Hibernate [30] para la persistencia de la base de datos donde se utilizó el Mapeado Objeto Relacional (*Object-Relational Mapping*, ORM por sus siglas en inglés), permitiendo codificar la lógica de negocios bajo el paradigma de Programación Orientada a Objetos (*Object Oriented Programming*, OOP por sus siglas en inglés), mejorando mantenimiento de la propuesta.

La Vista de la presente propuesta es una parte fundamental de la propuesta, ya que la UI de la propuesta basada en componentes fue migrada desde un modelo de componentes pero desde la plataforma Flash hacia React.js. Esto debido a que el plug-in de Flash ya no será soportado más allá de 2020 [31], lo que ha ocasionado que la vista de nuestra propuesta se actualice siguiendo bajo un nuevo modelo de componentes de software.

4 Resultados experimentales

La Figura 3 muestra un componente de evaluación llenado en blanco con multimedia de sonido mp3, este componente está construido basado en el modelo de componentes de React.js. El profesor en este caso simplemente en pasos anteriores lleno el formulario correspondiente de la pregunta, y subió el archivo de sonido con formato mp3, por medio de la herramienta de autoría.

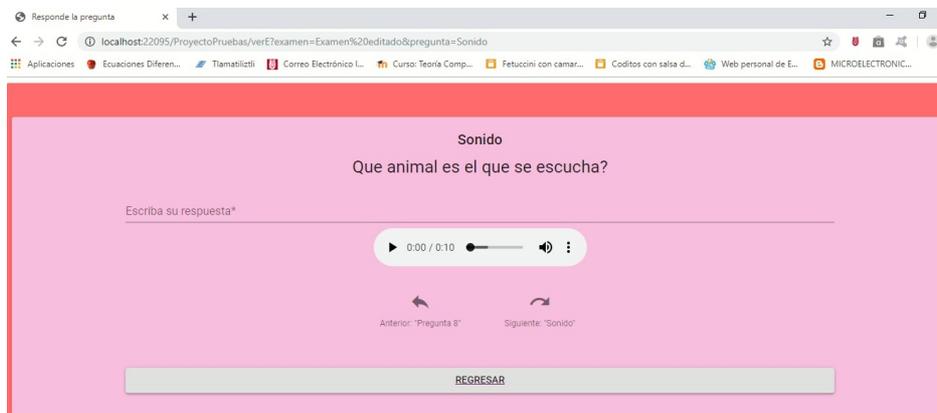


Figura 3. Pregunta de llenado en blanco con multimedia de sonido en React.js.

La Figura 4 muestra un componente de evaluación falso/verdadero con multimedia de video mp4, este componente está construido basado en el modelo de componentes de React.js. El profesor en este caso simplemente en pasos anteriores lleno el formulario correspondiente de la pregunta, y subió el archivo de video con formato mp4, por medio de la herramienta de autoría.

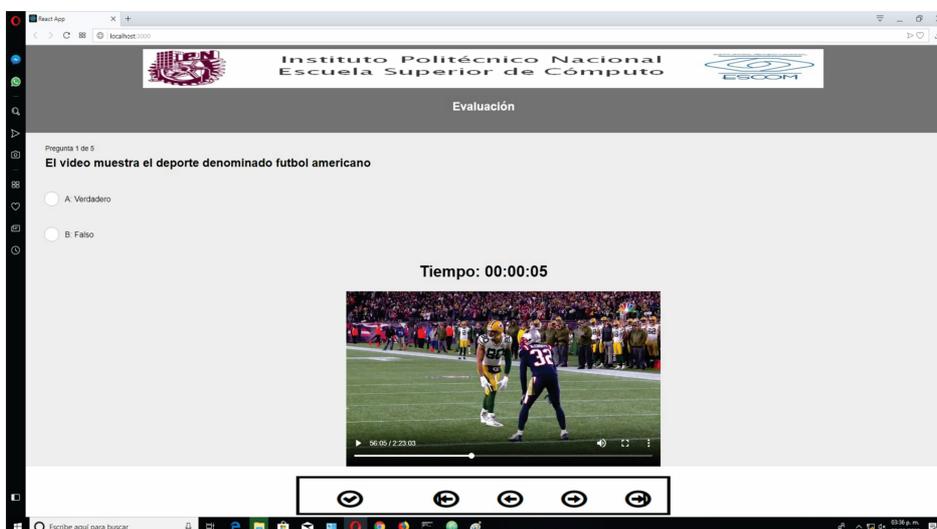


Figura 4. Pregunta de falso/verdadero con multimedia de video en React.js.

5 Conclusiones y Trabajo Futuro

La presente propuesta es una mejora respecto a trabajos anteriores [32], debido a que estos tenían una dependencia de contexto grave al depender del plug-in Flash Player de la plataforma Flash, y como se ha mencionado anteriormente esta dejara de funcionar a finales del 2020, como se puede ver a pesar de esta dependencia de contexto, los componentes de evaluación eran avanzados comparados aun con componentes actuales, pero al tener fecha de caducidad la industria ha dejado poco a poco de soportarlos, llegando el día a finales del 2020 que dejaran de funcionar en navegadores Web actuales. Por lo que era imperativo buscar alternativas al plug-in de Flash, se analizaron varias librerías y frameworks que pudieran proveernos de una alternativa robusta en el corto, mediano y largo plazo, después de experimentar diferentes opciones se decidió utilizar React.js para la parte de la UI en la vista del patrón MVC de la propuesta, obteniendo muy buenos resultados. La combinando de Webpack y Babel permitió transformar un grupo de componentes de React en un paquete adecuado para su distribución. Al utilizar la propuesta el patrón MVC solo se tuvo que modificar la vista de varios módulos, sin tener modificar las otras partes del patrón MVC, aprovechando que este patrón nos permite maximizar la reutilización de las partes del proyecto. Las evaluaciones creadas con la herramienta de autoría se pueden integrar con diferentes LMS incluso el mismo MOODLE. En la implementación de la propuesta se utilizó el framework Struts 2, y como trabajo futuro es posible hacer nuevas versiones en diferentes idiomas utilizando I18N (Internationalization). Pero la ventaja más importante consideramos es que la propuesta integro tecnologías avanzadas como: AI, Agentes de software, Web semántica, y metadatos, creando una herramienta innovadora para la Educación 4.0, ya que una de las partes innovadoras es la retroalimentación personalizada al estudiantes de acuerdo a sus métricas colectadas por la herramienta, y el MAS. La propuesta podría ser una herramienta importante para que los profesores puedan involucrarse para desarrollar sus evaluaciones en línea, reduciendo la alta complejidad técnica de las mismas, permitiendo al docente enfocarse más en los aspectos didácticos en base a su experiencia que a los aspectos técnicos, también la herramienta puede generar un banco de reactivos a nivel nacional de diferentes materias, que pueden ser mejorados a lo largo del tiempo, y que puedan ser utilizados estos por profesores a nivel nacional, pero es importante crear más tipos de preguntas, y pasar la herramienta de un prototipo a una versión de producción, y para ello es necesario una inversión en muchos aspectos.

El patrón de diseño de software MVC han facilitado las actualizaciones a lo largo de la vida de la propuesta, con lo cual hemos hecho actualizaciones a la propuesta una y otra vez, readaptándola a los nuevos requerimientos, en este el caso la vista fue la parte del MVC más afectada al utilizar la librería React.js, no afectando las demás partes del patrón MVC, permitiéndonos reutilizar la infraestructura que hemos ido creando a lo largo de los años. En el lado del cliente un punto importante a mejorar es ver la posibilidad de implementar el patrón composición en las preguntas con la librería React.js, ya que esto en los componentes que usan la plataforma Flash y ActionScript 3.0 permitió una mejor composición de componentes complejos en base a componentes más simples. También es importante la posibilidad de utilizar TypeScript [33] del lado del cliente en conjunto con React.js, ya que esto mejoraría el modelado OOP del lado del cliente.

Agradecimientos

Los autores de este artículo agradecen a la Universidad Politécnica de Querétaro, al Instituto Politécnico Nacional (IPN) y a la Escuela Superior de Cómputo (ESCOM) por su apoyo para este trabajo dentro del proyecto SIP: 20190045. Los autores desean reconocer a todos sus colegas y a los estudiantes en general que participaron en el diseño y desarrollo del software, y materiales de aprendizaje descritos en este artículo.

Referencias

- [1] Peredo, R., Balladares, L., Sheremetov, L.: Development of intelligent reusable learning objects for Web-based education systems. *Expert Systems with Applications*. 28(2).
- [2] James W. Pellegrino, Naomi Chudowsky, and Robert Glaser, *Knowing what Students Know* (2001), National Academy Press, Washington, DC, USA.
- [3] Petra Lietz, John C. Cresswell, Keith F. Rust, and Raymond J. Adams, *Implementation of Large-Scale Education Assessments* (2017), John Wiley and Sons Ltd, West Sussex, United Kingdom.
- [4] Tina Isaacs, Catherine Zara and Graham Herbert with Steven J. Coombs and Charles Smith. *Adams, Key Concepts in Educational Assessment* (2013), SAGE Publications Ltd, London, United Kingdom.
- [5] Revista Conversus - IPN, URL: <https://www.ipn.mx/cedicyt/conversus-electronica/conversus137/mobile/index.html>

- [6] Blackboard, URL: <http://www.blackboard.com/>
- [7] Schoology, URL: <https://www.schoology.com/>
- [8] MOODLE, “Acerca de Moodle - MoodleDocs”, URL: [https://docs.moodle.org/all/es/Acerca de Moodle](https://docs.moodle.org/all/es/Acerca_de_Moodle)
- [9] Hot Potatoes, “Hot Potatoes Home Page”, URL: <https://hotpot.uvic.ca/>
- [10] QuestionWriter, “Learn About Question Writer Corporation & Contact Us”, URL: <http://www.questionwriter.com/about-us.html>
- [11] Adobe, “Adobe Captivate - Lo último en diseño para el aprendizaje online”, URL: <https://www.adobe.com/mx/products/captivate.html>
- [12] I. Peredo Valderrama & R. Peredo Valderrama, Propuesta de una herramienta para la elaboración de contenidos educativos multimedia, Revista Iberoamericana de Sistemas, Cibernética e Informática, Volumen 13 - Número 1 - Año 2016
- [13] Excelsior, “Leo Zuckermann - Un fracaso de 23,498,000,000 de pesos”, URL: <https://www.excelsior.com.mx/opinion/leo-zuckermann/un-fracaso-de-23498000000-de-pesos/958954>
- [14] JDOM, URL: <http://www.jdom.org/>
- [15] React – A JavaScript library for building user interfaces, URL: <https://reactjs.org/>
- [16] Webpack, URL: <https://webpack.js.org/>
- [17] Grunt: The JavaScript Task Runner. URL: <https://gruntjs.com/>
- [18] gulp.js - The streaming build system, URL: <https://gulpjs.com/>
- [19] Browserify, URL: <http://browserify.org/>
- [20] jspm.io - Native ES Modules CDN, URL: <https://jspm.io/>
- [21] CommonJS: JavaScript Standard Library, URL: <http://www.commonjs.org/>
- [22] ECMAScript 6: New Features: Overview and Comparison, URL: <http://es6-features.org/#Constants>
- [23] AMD · amdjs/amdjs-api Wiki · GitHub, URL: <https://github.com/amdjs/amdjs-api/wiki/AMD>
- [24] GitHub - umdjs/umd: UMD (Universal Module Definition) patterns for JavaScript modules that work everywhere, URL: <https://github.com/umdjs/umd>
- [25] MySQL, URL: <https://www.mysql.com/>
- [26] Apache Jena - Home, URL: <http://jena.apache.org>
- [27] JADE (2010). Java Agent DEvelopment Framework. URL: <http://jade.tilab.com/>.
- [28] JADEx (2010), URL: <http://vsis-www.informatik.uni-hamburg.de/projects/jadex/download.php>
- [29] Struts 2 - The Apache Software Foundation!, URL: <http://struts.apache.org/>.
- [30] Hibernate. Everything data. – Hibernate, URL: <http://hibernate.org/>.
- [31] Adobe anuncia la muerte de Flash, URL: <http://www.eluniversal.com.mx/articulo/techbit/2017/07/26/adobe-anuncia-la-muerte-de-flash>
- [32] Rubén Peredo Valderrama, Alejandro Canales Cruz, Adriana N. Ramírez Salazar, Juan Carlos Caravantes Ramírez: Personalized knowledge management in environments of Web-based education. International Journal of Information Technology & Decision Making. Vol. 12, No. 2 (2013) 277-307.
- [33] TypeScript, URL: <https://www.typescriptlang.org/>