

# Virtual Laboratory of Biotechnology

## Laboratorio Virtual de Biotecnología

Óscar Agudelo Varela, Msc<sup>1</sup>, Miguel Macgayver Bonilla Morales, Msc<sup>2</sup>, Juan Fajardo Barrero, Esp<sup>3</sup>  
Universidad de los Llanos<sup>123</sup>, Colombia<sup>123</sup>, oscar.agudelo@unillanos.edu.co<sup>1</sup>, mmbonillam@unal.edu.co<sup>2</sup>,  
jfajardo@unillanos.edu.co<sup>3</sup>

*Abstract— Traditional education presents several problems in the teaching and learning process. From this view, virtual learning objects that, together with ICTs, enhances educational processes through didactic components, such as educational software that can guide course contents in an effective way. For this reason, a multimedia material has been developed to guide the practices performed in the plant crop laboratory, with client / server architecture, using most recent technologies in software development, with real-time characteristics and under the paradigm of development of Isomorphic applications. The use of this type of learning tools facilitates and improves to a certain extent the learners' learning. The use of new technologies like React, allows to improve the rendering of the pages and optimizes the load of the server at the launched requests on the part of the apprentice, and it makes more efficient the engine of the teaching learning process.*

**Keywords—***Biotechnology, Virtual Laboratory, ITC.*

*Resumen— La educación tradicional ha presentado numerosos problemas en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Desde esta perspectiva, los objetos virtuales de aprendizaje que en conjunto con las TIC, potencian los procesos educativos mediante componentes didácticos, como el software educativo que pueden orientar los contenidos de los cursos de una manera efectiva. Por tal motivo, se desarrolló un material multimedia para el aprendizaje de las prácticas realizadas en el laboratorio de cultivos vegetales, con arquitectura cliente/ servidor, usando tecnologías actuales en el desarrollo de software, con características de tiempo real y bajo el paradigma de desarrollo de aplicaciones isomórficas. El uso de este tipo de herramientas para el aprendizaje, facilitan y mejoran en cierta medida el aprendizaje de los educandos. El uso de tecnologías nuevas como React, permite mejorar el renderizado de las páginas y optimiza la carga del servidor en las peticiones necesarias por parte del aprendiz, y hace más eficiente el engranaje del proceso de enseñanza aprendizaje.*

**Palabras claves—***Biotecnología, Laboratorio Virtual, Desarrollo de software, TIC.*

### I. INTRODUCCIÓN

La alta demanda de profesionales en el área de Biotecnología ejercida por empresas e instituciones colombianas para el desarrollo e investigación de proyectos que permitan el estudio de bioquímica, biología molecular, química, fisiología, o genética y la obtención de productos tecnológicos que fortalezcan la agricultura y la conservación de especies tanto cultivables como silvestres, es una realidad creciente en las últimas décadas [1][2].

De acuerdo a lo anterior, las carreras profesionales de Ingeniería Agronómica (IA) y Licenciatura en Producción Agropecuaria (LPA) ofrecidas en la Universidad de los Llanos, deben gestar profesionales capaces de ocupar estos nuevos espacios con una formación y un perfil acorde a los mismos. Actualmente la tendencia mundial de la economía está basada en el conocimiento de este tipo de productos biotecnológicos [3]. No obstante, existen falencias en la formación de los estudiantes con relación a las actividades del laboratorio de Biotecnología, desde la perspectiva teórico-práctica [4].

Desde hace varios años es normal la inclusión de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la formación de estudiantes de educación superior con el fin de facilitar los procesos de enseñanza-aprendizaje creando un escenario educativo donde exista apropiación de contenidos para lograr una estructura analítica y de autoaprendizaje, que se vea reflejada en la recursividad, modernización y creatividad de los estudiantes y la comunidad académica en general.

Las TIC fomentan la cultura informática en busca de generar ambientes virtuales de aprendizaje que se ofrezcan como estrategia para fortalecer la enseñanza [5]. Instituciones Educativas y Universidades de Norteamérica [6], Centroamérica [7] y Suramérica, como por ejemplo Colombia con el Grupo de Investigación de Educación de Ambientes Virtuales que integra material multimedia [8] ha obteniendo resultados satisfactorios de aprendizaje por parte de los usuarios. Empero, el sistema educativo casi no utiliza las TIC para gestionar la calidad de sus resultados y aumentar la productividad de los profesores [6].

Consecuente con lo anterior, se desarrolla un laboratorio virtual de Biotecnología con énfasis en promover el aprendizaje en los estudiantes de IA y LPA, además de servir de apoyo para los docentes.

### II. DESARROLLO

Para el diseño, desarrollo e implementación del laboratorio virtual de Biotecnología se utiliza como guía la Metodología Ingeniería de Software Educativo (MeISE) propuesta por Abud, A. [9], con lo cual se espera que el estudiante a través del docente o experto, se convierta gradualmente, en el eje rector de su aprendizaje. Esta metodología presenta las siguientes fases:

### A. Análisis

Consiste en determinar el contexto en el cual se va a usar el laboratorio virtual, se tendrán los siguientes indicadores en esta fase:

- Población objetivo y sus características
- Temas del contenido y sus características.
- Principios pedagógicos
- Modos de uso de la aplicación

Para establecer los indicadores se realizó una entrevista a los estudiantes de IA y LPA de la línea de profundización en Biotecnología pertenecientes a IV y VII semestre respectivamente, a los cuales, se les pregunto qué temas representan mayor dificultad, que material didáctico les gustaría utilizar y que aspectos mejorarían del curso.

Dados los problemas en el aprendizaje teórico-práctico, los estudiantes actualmente no manejan los conceptos adecuados sobre la temática ni las labores aplicativas que se ejecutan en el laboratorio [10]. Se revisó el material didáctico que hay sobre el desarrollo de las temáticas en laboratorios de Biotecnología.

### B. Diseño

#### ▪ Diseño Educativo

Esta fase se enfoca en las temáticas que hacen relación al laboratorio de Biotecnología de acuerdo a los temas planteados en los textos de [10] y [11], además de los exigidos por la malla curricular de los programas en cuestión.

A continuación se listan los temas seleccionados por los docentes de la línea de profundización en Biotecnología:

- Conociendo el laboratorio
- Preparación de Stocks
- Preparación de Medios de Cultivo
- Micropropagación in vitro
- Etapa ex vitro
- Cultivo in vitro de meristemos y ápices
- Rescate y cultivo de embriones cigótico

#### ▪ Diseño Comunicativo y Computacional

Se acordó desarrollar el laboratorio virtual de Biotecnología en ambiente web con el fin de lograr alta disponibilidad y fácil acceso en una gran variedad de dispositivos, además de poder ser utilizado a cualquier hora y en cualquier lugar. Para esto se definió la estructura global y las configuraciones de diseño y plantillas para el despliegue de la información. Lo anterior comprende: diseño gráfico, colocación de íconos, definición del texto descriptivo en pantalla, especificación y títulos de las ventanas, y las

especificaciones de los elementos principales y secundarios del menú.

Se adaptó una estructura jerárquica con lo que se logra un control de los contenidos, clasificándolos por módulos.

Una vez establecida la estructura e identificados los componentes del laboratorio virtual (páginas, guiones, animaciones y otras funciones de proceso) se definen las rutas de navegación que permiten al estudiante acceder al contenido y a los servicios del mismo. Ver figura 1.

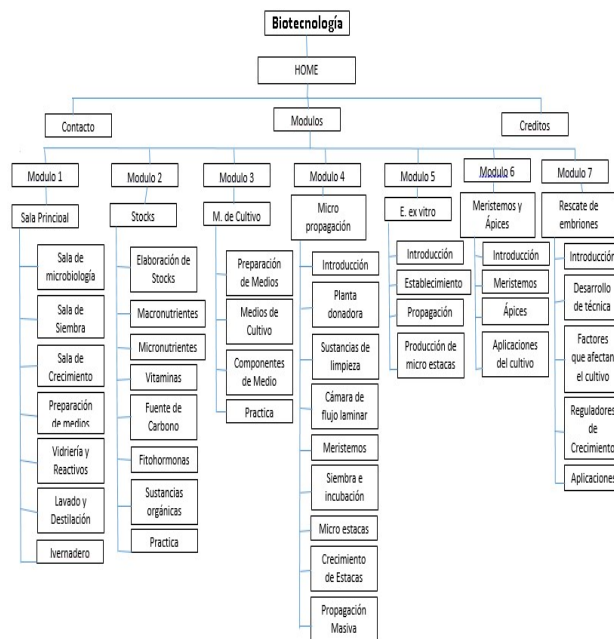


Fig. 1 Mapa de navegación detallado

### C. Desarrollo

El laboratorio virtual se desarrolló bajo la arquitectura cliente servidor e implementando el paradigma de desarrollo de aplicaciones isomórficas.

El contenido de los temas está compuesto por texto, imágenes animaciones y simulaciones los cuales son planteados por los docentes o expertos en Biotecnología, los encargados de digitalizar los textos son los monitores que asisten al profesor durante su proceso de enseñanza. Los programadores toman los esbozos de las animaciones y simulaciones para su implementación en HTML5 y CSS3 utilizando JavaScript como lenguaje primario, las cuales son seleccionadas teniendo en cuenta los temas de difícil comprensión para los estudiantes y priorizando aquellos que aporten claridad a los conceptos. El diseñador gráfico genera las imágenes y ajusta las fotografías para que luego todos los elementos sean enviados al integrador, quien se encarga de adaptarlos y ubicarlos adecuadamente dentro de la plantilla de la aplicación.

Digital Object Identifier: (to be inserted by LACCEI).

Las librerías y lenguajes utilizados para el desarrollo del laboratorio virtual, son libres y fueron las siguientes:

- Bootstrap
- ECMAScript 6
- React.js
- NodeJS
- JQuery
- JSX
- CSS3
- HTML5

Al utilizar React.js se logra velocidad en el desarrollo, mejoras en el desempeño de la aplicación y capacidades asíncronas, mientras se logra reducir la carga del servidor. A diferencia de las aplicaciones tradicionales, las aplicaciones isomórficas proporcionan código compartido entre cliente y servidor [12], este diseño aprovecha al máximo la disponibilidad de herramientas como NodeJS y produce tiempos de respuesta apropiados para la producción y despliegue de contenidos web enriquecidos como el planteado en la solución del problema primario, lo cual se puede ver en la Figura 2.

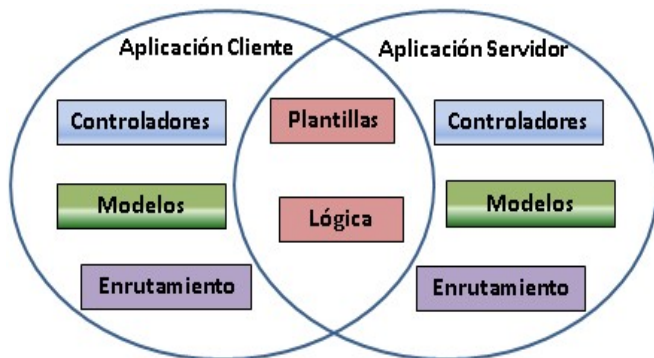


Figura 2: Arquitectura de las aplicaciones Isomórficas [12]

En esta fase se realizaron 7 iteraciones, una por cada tema establecido, a cada una de ellas se les realizó su respectiva fase de despliegue.

A continuación se muestran 4 figuras que corresponden a las interfaces; la Figura 3 hace referencia al recorrido virtual por el laboratorio de Biotecnología de la Universidad. Se busca que el estudiante se sienta cómodo en sus prácticas, reconociendo las instalaciones. La Figura 4 corresponde a la preparación de stock; en esta se aprecian los colores e imágenes utilizados para identificar los elementos químicos. Esta es la plantilla de inicio para cada módulo del software. La Figura 5 corresponde a los temas tratados en medio de cultivo, se utilizan colores atractivos para que los estudiantes generen una empatía con la aplicación; esta es la plantilla que se maneja para los temas de cada módulo. La Figura 6 presenta la

forma de despliegue de la teoría o descripción del tema a tratar.

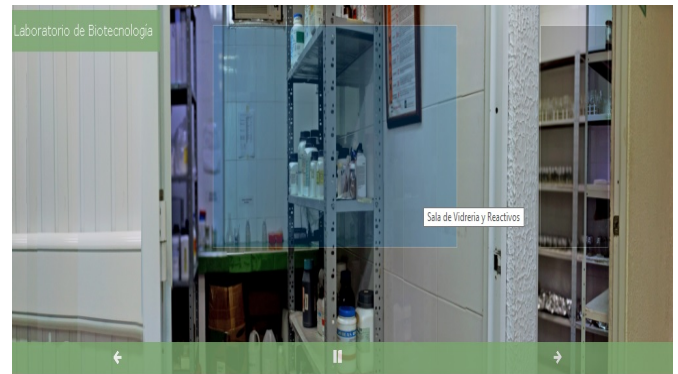


Fig. 3 Recorrido virtual, en el cual se resaltan las áreas del laboratorio

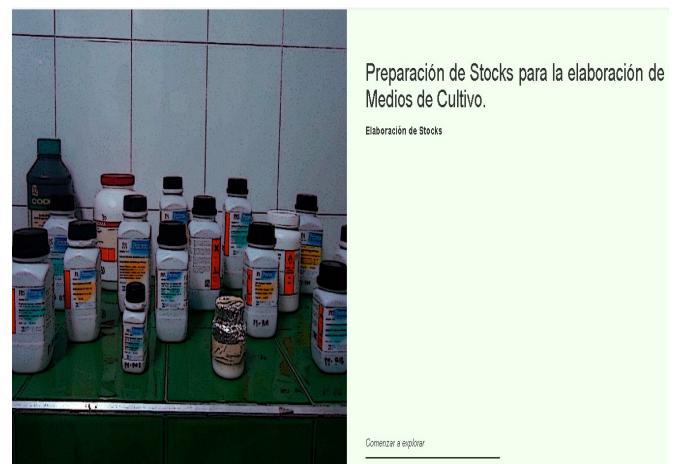


Fig. 4 Preparación de stock, plantilla de módulos.



Fig. 5 Temas tratados en módulo, medio de cultivo, plantilla para los temas.

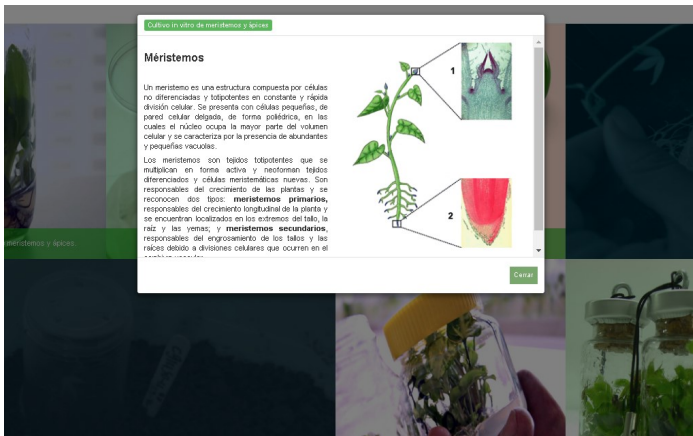


Fig. 6 Despliegue de la teoría o descripción

#### D. Fase de Pruebas

El laboratorio virtual debe ser probado para descubrir el máximo de errores posibles antes de su entrega a los estudiantes y docentes. De acuerdo a esto, se diseñó una serie de pruebas del software donde se tuvieron en cuenta las siguientes estrategias:

- Verificar la navegación de cada módulo construido, en búsqueda de errores, los controles se realizaron con la ayuda de estudiantes de décimo semestre de la carrera Ingeniería de Sistemas.
- Realizar pruebas de aceptación con los docentes y diez estudiantes de LPA. Estas se hicieron independientemente a cada módulo de la aplicación.

Para lograr una mayor calidad del software, se debe tener en cuenta la **usabilidad**, un factor importante de esta, es la velocidad de carga y respuesta de la aplicación [13]; con el fin de establecer esta medida se realizaron pruebas con dos herramientas web en sus opciones de uso libre, como lo son Pingdom y PageSpeed Insights.

El análisis realizado con Pingdom estableció que el 61% de la carga de los 3.5 MB, corresponde a Script y el 30 % a imágenes, el tiempo de carga esta entre los parámetros considerados de carga normal [14], otros indicadores se pueden ver en la figura 5.

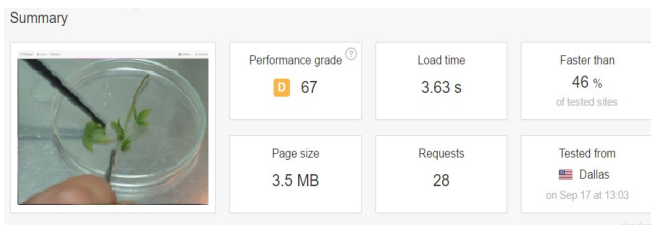


Fig. 5. Pingdom, resumen de análisis

PageSpeed Insights es una herramienta ofrecida por Google a los desarrolladores, la cual realiza un análisis a la página web y genera una evaluación de 0 a 100, siendo 100 la mejor evaluación, adicionalmente brinda sugerencias para mejorar la velocidad de carga y de despliegue en móviles. La evaluación en modo pc arrojó el resultado de 20 y sugerencias a elementos que deben corregirse:

- Habilitar compresión.
- Minificar JavaScript.
- Optimizar imágenes.
- Habilitar compresión.

En la pestaña de móvil, PageSpeed Insights arrojó el resultado de 19, ver figura 6, además de los elementos ya mencionados que deben corregirse, hace recomendaciones adicionales:

- Priorizar el contenido visible.
- Especificar caché de navegador.
- Minificar CSS.
- Minificar HTML.

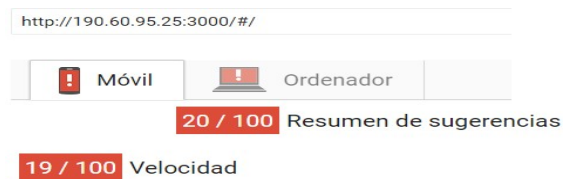


Fig. 6. PageSpeed Insights, resumen de análisis.

Adicionalmente PageSpeed Insights ofrece un puntaje sobre la experiencia del usuario, en la cual el laboratorio virtual obtuvo 100 de 100; este puntaje se basó en los siguientes elementos:

- Adaptación del contenido a la ventana gráfica.
- Tamaño adecuado de los botones táctiles.
- Evita los plugins.
- Página específica en una ventana gráfica que se adapta al tamaño del dispositivo.
- Utilizar tamaños de fuente que se puedan leer.

### III RESULTADOS

Se desarrolló un software educativo, previsto como una herramienta que permite a los interesados adquirir conocimientos y destrezas en el área de Biotecnología. El contenido se desarrolló con base en una serie de temáticas que permiten ahondar en el conocimiento de los fundamentos del manejo del laboratorio como espacio funcional y laboral en un

área de aplicación agrícola que asocia la Biotecnología vegetal.

El primer módulo implica el reconocimiento del laboratorio y sus espacios funcionales. Aprovechando las ventajas que ofrecen las aplicaciones tecnológicas, los estudiantes tienen una interacción cercana con el aprendizaje; se les permite recorrer con el cursor cada área del laboratorio, además de conocer los equipos, herramientas y reactivos, que son saberes básicos en esta área.

El siguiente acercamiento es a la preparación de stock: las sustancias base para medios de cultivo. En este sitio los estudiantes podrán conocer mediante fotografías cuales son las más empleadas, sus componentes químicos, e incluso sus proporciones. De tal manera, que al requerir la preparación de estas sustancias madre puedan hacerlo con propiedad.

El tercer módulo consiste en la elaboración de medios de cultivo, medios relacionados con el uso de los stocks, que tienen las sustancias concentradas, que luego van a constituir la principal parte nutricional. El laboratorio cuenta con interactivos donde el estudiante se relaciona con un caso de la vida real, es decir con un ambiente laboral que implica agregar agua, fuente de carbono, los stocks entre otros compuestos indispensables para la elaboración del medio de cultivo, apropiado para el crecimiento y desarrollo de las plantas.

El siguiente módulo es micropropagación in vitro, el cual implica destreza y habilidad para lograr sus pasos, entre ellos: sustancias de limpieza y desinfectantes, preparación de cámara de flujo laminar, extracción, siembra e incubación, etc., el laboratorio incluye aplicaciones teóricas que fundamentan los conocimientos previos, como la visualización de los procesos. Para que en este sentido se pueda tener la claridad de lo que se va aplicar y realizar.

Sumado a lo propuesto en el anterior párrafo se establece la información relacionada con las técnicas de meristemas y ápices que implica la información desde los protocolos de desinfección hasta la extracción y siembra.

Por otro lado, se define el procedimiento para extraer embriones de semillas, bajo la técnica denominada rescate de embriones. Esta información es planteada en una interfaz idónea para que el aprendiz, mediante el software pueda

conocer los puntos necesarios para desarrollar las actividades a futuro.

De acuerdo a lo propuesto con antelación, los contenidos del software permiten una interacción virtual que facilita la profundización en contenidos teóricos (CTV) convirtiéndose en una valiosa herramienta que acerca al estudiante -a través de un entrenamiento anticipado- a una futura experiencia de trabajo real en laboratorio.

#### IV. CONCLUSIONES

- El laboratorio virtual cubre de manera extensa y profunda los temas necesarios para desarrollar las prácticas requeridas en los programas de Ingeniería Agronómica y Licenciatura en Producción Agropecuaria.
- Los estudiantes de los programas de Ingeniería Agronómica y Licenciatura en Producción Agropecuaria cuentan con un laboratorio, diseñado por expertos y construido por estudiantes del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de los Llanos.
- Con la aplicación de nuevas y actualizadas tecnologías usadas para el desarrollo de software, se mejora la usabilidad, y por añadidura la experiencia de usuario haciendo más fácil el aprendizaje de los estudiantes.
- La revisión realizada en la fase de prueba resultó ser de ayuda al identificar y corregir errores especialmente en la sincronización de algunas animaciones y simulaciones, además, la revisión por parte de las herramientas web para la carga y ejecución de las aplicaciones, fue de gran impacto para lograr mejorar el rendimiento del laboratorio virtual.

#### REFERENCES

- [1] Orozco L. "Indicadores del programa nacional de biotecnología. Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología". 2006.
- [2] Gonzales C, Villa J, Bravo J. "La biotecnología como empresa". Unicauca. 8(1): 83-92. 2010.
- [3] Hernández M. "Propuesta de apoyo para la gestión eficiente de la biotecnología". Revista EAN. 62: 5-26. 2008.
- [4] Amórtegui E, Gutiérrez A, Medellín F. "Las prácticas de campo en la construcción de conocimiento profesional de futuros profesores de biología". Biografía: escritos sobre biología y su enseñanza. 3(5):64-82.. 2010.
- [5] Guzman J. "Las TIC y las crisis de la educación: algunas claves para su comprensión". Disponible Virtual Educa. <http://www.virtualeduca.org/documentos/yanez.pdf>. 2006

- [6] Carnoy M. “Las TIC en la enseñanza: posibilidades y retos”. Lección inaugural del curso académico 2004-2005 de la UOC, Disponible en <http://www.uoc.edu/inaugural04/dt/esp/carnoy1004.pdf> 2004.
- [7] Romero P, Domínguez J, Guillermo C. “El uso de las Tic’s en la educación de comunidades rurales y urbanas del sureste de México”. Revista de Educación a Distancia. No 22:1-19. 2010.
- [8] Informe GIEAV. Grupo de Investigación en Educación en Ambientes Virtuales. cmap .upb.edu.co/rid...371191366.../HVandrespelaez 2010.
- [9] Abud, A. (2009). Me ISE: Metodología de Ingeniería de software educativo. [Documento en línea].Revista internacional de educación en ingeniería. Disponible: <http://academiajournals.com/downloads/Abud.pdf> [Consulta: 2014, mayo 10]
- [10] Levitus G, Echenique V, Rubistein C, Hopp E, Mroginski L. “Biotecnología y mejoramiento vegetal II”. ARGENBIO (Consejo Argentino para la Información y el Desarrollo de la Biotecnología). Ediciones: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Disponible [http://intainforma.inta.gov.ar/wp-content/uploads/2010/09/bio\\_WEB.pdf](http://intainforma.inta.gov.ar/wp-content/uploads/2010/09/bio_WEB.pdf) 2010
- [11] Roca W, Mroginski L. “Cultivo de tejidos en la Agricultura. Fundamentos y aplicación”. CIAT (Centro de Investigación en Agricultura Tropical). Cali-Colombia. 20sept 1991.
- [12] Hederström M., Isomorphic Javascript The Future of the Web, Blekinge Institute of Technology, Faculty of Computing, Disponible en <https://dbwebb.se/article/ht16/Isomorphic-JavaScript-Markus-Hederstrom.pdf>. 2016.
- [13] Trazada.“la-importancia-de-la-velocidad-de-una-web”. Disponible en: <http://trazada.com/la-importancia-de-la-velocidad-de-una-web/>. 2016
- [14] Hernandez Alfredo Diaz. “Como medir optimizar velocidad pagina web”. Disponible en <http://alfredoherandezdiaz.com/2015/09/29/como-medir-optimizar-velocidad-pagina-web/>. 2016