

Formas Interactivas para la Enseñanza de Programación En Niños

Juan Sebastian Chaves Ramírez,
Universidad Nacional de Colombia
jschavesr@unal.edu.co

Abstract—The key to make a change in society is to educate kids correctly, Great powers noticed that and are trying to modify their educational model, for example UK government is investing money to include programming lessons in schools because the world is going to a society based on technology and science, so in this work I propose the creation of Interactive Forms of education, such as robotics and web pages, focused on kids of Elementary School that allow to instill basic concepts of programming, logic and citizen culture with STEM activities. First, I discuss why is important teach programming to kids. Then I show my proposal of design and implement of new forms of Education using existing tools like LEGO® toys

Keywords: kids, education, STEM, technology, science, programming

Resumen— La clave para hacer un cambio en la Sociedad es educar a los niños correctamente, grandes potencias se dieron cuenta de esto y están tratando de modificar su modelo educativo, por ejemplo, el gobierno de Reino Unido está invirtiendo dinero para incluir lecciones de programación en sus escuelas, porque el mundo se está encaminando a una sociedad basada en la tecnología y la ciencia. Así que en este trabajo propongo la creación de Formas Interactivas de educación, como robots y plataformas web, enfocadas para niños de Escuela Primaria que permitan inculcar conceptos básicos de programación, lógica y cultura ciudadana con actividades STEM. Primero, discuto porqué es importante enseñar programación a niños. Luego, muestro mi propuesta de diseño e implementación de nuevas formas de educación usando herramientas existentes como juguetes LEGO®

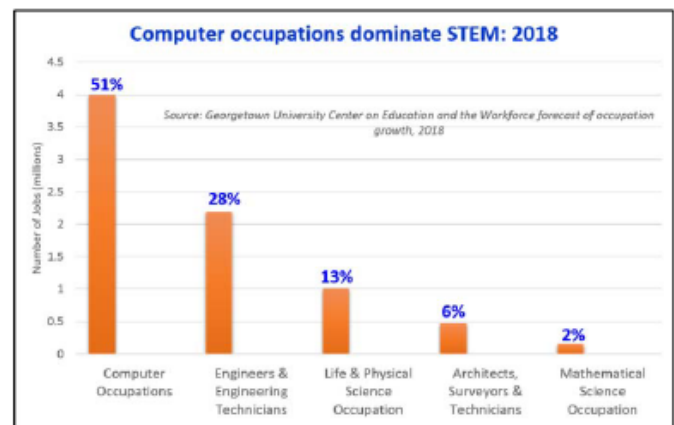
Palabras Clave: Niños, educación, STEM, tecnología, ciencia, programación

I. INTRODUCCION

A. Situación Problemática

Actualmente vivimos en una Sociedad que continuamente tiene avances tecnológicos, por lo que un niño se beneficiaría de tener un buen pensamiento computacional y lógico para resolver problemas, así pueden entender cómo y porqué la tecnología funciona [1]. Por otra parte, se estima que el 75% de los trabajos vinculados con STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, por sus siglas en inglés) en EE. UU.

para el 2018 estarán relacionados con Computación. [2] Contrastando con nuestra sociedad, Colombia tiene un déficit de falta de profesionales en el área de TICs y se cree que seguirá creciendo [12], por esto, en este artículo se propone la creación de una plataforma web que permita enseñar programación a los niños por medio de juegos y robótica



[2] Fig. 1. Estudio que muestra que el 51% de los trabajos a nivel mundial relacionados con STEM en el 2018 serán en el área de computación

B. Antecedentes

Países como Gran Bretaña y Estados Unidos se están creando programas para enseñar programación a niños de sus escuelas primarias, para esto se modifican sus modelos educativos y se realizan capacitaciones a profesores para que puedan enseñar esto correctamente [1]. Otros países trataron de impulsar el aprendizaje de programación mediante “La hora del código”, que fue una campaña realizada por universidades, ministerios de educación y la plataforma web code.org, donde se pretendía de enseñar de manera interactiva dedicando una hora diaria en dicha plataforma. Por otra parte, en Colombia se han creado programas para impulsar el estudio en áreas de TIC, como becas exclusivas para carreras relacionadas y convenios con empresas para fortalecer la formación en dichas áreas, sin embargo, estos programas están enfocados que están cursando o van a empezar sus estudios universitarios.

C. Línea estructural del texto

Para abordar la propuesta realizada este artículo se dividirá en las siguientes secciones: objetivos, trabajos relacionados, justificación, metodología, etapas de diseño e implementación, análisis de resultados y por último unas conclusiones del trabajo realizado.

II. OBJETIVOS

A. Objetivo General

Inculcar en los conceptos básicos de programación (Condicionales) por medio de actividades STEM

B. Objetivos específicos

- Diseñar una plataforma web apropiada para la enseñanza a niños de escuela primaria
- Crear actividades STEM
- Identificar el alcance educacional de la plataforma utilizando la taxonomía de Bloom

III. TRABAJOS RELACIONADOS

A. Educating STEM leaders of tomorrow [2]

En este trabajo realizado por estudiantes de la Universidad de Auburn, se exponen las necesidades de enseñar cosas relacionadas con computación debido a la gran demanda de trabajadores en esta área, se expone un curso que tiene dicha universidad disponible para todas facultades donde se enseñan conceptos básicos de computación y las herramientas más utilizadas en el mundo laboral del paquete de Microsoft Office. Luego de esto muestra el alcance a K-12 (kindergarten – grado 12), utilizando App Inventor y Lego robotics para introducir conceptos de ingeniería de una manera creativa y simultáneamente incorporando pensamiento analítico para la resolución de problemas

B. Design of STEM activities and study of their motivation efficacy [4]

Es el único artículo colombiano publicado en IEEE xplore, relacionado con mi trabajo, realizado por estudiantes de la Universidad de los Andes. En este artículo se mencionan algunos de los problemas que tiene Colombia en cuanto a la formación de futuros ingenieros y científicos. Además menciona un programa ofrecido por la Universidad de los Andes a niños de 6 a 11 años, en este programa se realizó una prueba enfocada con actividades STEM sobre el sistema locomotor y nervioso del cuerpo humano, al finalizar las actividades se les realizó una encuesta a los niños donde mencionaban sus afinidades a las temáticas de ciencia y tecnología, los resultados muestran que los niños no se sienten

tan atraídos a estas temáticas por lo que es importante buscar una solución para este problema.

C. Intelligent Learning Environments for Model Education [6]

Paper realizado por profesores de India, en este trabajo se estudia la capacidad de un estudiante al recibir información por de manera audiovisual, para ello se hizo un seguimiento de la vista del estudiante cuando se realiza una clase interactiva utilizando presentaciones de PowerPoint, para ello se midió la tasa de parpadeo, la dirección de la vista, el tiempo que gasta viendo las presentaciones y la adquisición del tema. Luego de varias pruebas y analizar el resultado obtienen las siguientes conclusiones: De manera general la clase es más llamativa para el estudiante cuando se utilizan medios interactivos con imágenes, analogías, bromas y colores que no fuercen la vista, porque de esta manera el profesor obtiene la atención del estudiante y puede comunicar la información

D. Designing the Interactive Multimedia Learning for Elementary Students Grade 1st – 3rd [7]

Este artículo escrito por estudiantes de la Universidad de Telkom en Indonesia muestra como por medio de recursos audiovisuales se pueden llenar vacíos educativos, el propósito de estos estudiantes fue crear una aplicación interactiva sobre ciencias naturales, más específico, sobre el estudio de las plantas, ellos afirman que la manera usual de enseñanza no permite al estudiante interactuar con su entorno, por lo que un recurso interactivo permite una aproximación más cercana al entorno. Para desarrollar el recurso audiovisual investigaron que función deben cumplir este tipo de recursos, son 4 funciones: Atención, Afectiva, Cognitiva y Compensatoria, es decir, debe ser llamativa por medio de imágenes y sonidos, divertida, mostrar la información de manera clara y simple, y brindarle un contexto al estudiante para que pueda entender lo que se muestra. Después de desarrollar el recurso y probarlo con los estudiantes se pudo concluir que con el desarrollo de herramientas tecnológicas educativas se puede ayudar de gran manera el proceso educativo de un profesor.

E. Hi kids, That's Funny! Mechanics 3D Virtual Lab [3]

Trabajo realizado por estudiantes de la Universidad de Porto en Portugal, en dicha universidad se crearon unos programas para recibir estudiantes entre 11 y 17 años, con la finalidad de dejar bases en temáticas STEM, debido a que en Estados Unidos, el comité para Educación STEM del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología afirmó que “Las salud y la longevidad de las naciones, la ciudadanía, la economía y el manejo de recursos recae en gran parte a la aceleración de las innovaciones tecnológicas y científicas”. En los programas ofrecidos se enseñan temáticas STEM, más puntualmente fundamentos de mecánica, por medio de gafas de realidad virtual, permitiéndole

al estudiante introducirse en un laboratorio y realizar experimentos con ayuda de un control remoto, al finalizar los cursos se realizó una encuesta a los estudiantes midiendo su nivel de satisfacción y de aprendizaje, al analizar los datos se concluye que la mayoría de estudiantes sienten el laboratorio virtual como una motivación para estudiar este tipo de temáticas.

IV. METODOLOGÍA

A. Determinación de la metodología

Para cumplir los objetivos propuestos el Proyecto se realizará de la siguiente manera:

1. Establecimiento del nivel de aprendizaje de la plataforma educativa y la población objetivo a quien se dirige la herramienta.
2. Determinar los dibujos, sonidos y animaciones que se usarán en el primer prototipo de la aplicación, tomando como base teorías ya existentes de color y sonido
3. Implementar el primer prototipo de la aplicación para navegadores web, utilizando la librería P5.js para JavaScript
4. Mencionar las estrategias y herramientas para evaluar el proyecto y su respectivo impacto.

El desarrollo de la metodología se muestra en 3 fases: Diseño, Implementación y Evaluación.

B. Fase de Diseño

1) Descripción de la plataforma

La plataforma web, será un juego enfocado a niños de escuela primaria, donde se le planteen problemas al estudiante y el los resuelva, adquiriendo intrínsecamente conocimientos de lógica y conceptos básicos de programación. Por ejemplo, se le muestra al estudiante un semáforo y este debe decidir si parar o continuar con el camino, así el estudiante va formando la idea de los condicionales.

2) Taxonomía de Bloom

La población a quien va dirigida la aplicación es estudiantes de escuela primaria, por lo que es necesario establecer el nivel de aprendizaje que recibirán los niños por medio de la plataforma [1], para ello se utiliza como herramienta la Taxonomía de Bloom para estructurar y comprender el proceso de aprendizaje [13]. Está compuesta por 3 dimensiones y cada una de ellas tiene niveles que miden la profundidad:

a) Dimensión Cognitiva

Consiste en el procesamiento de la información, el conocimiento y las habilidades mentales, el nivel más bajo es

recordar y el más alto es la creación de conocimiento, para el caso de la plataforma se tiene como objetivo el tercer nivel, es decir, Aplicar, debido a que el niño debe recordar y entender los conceptos básicos de programación para resolver los problemas que se le planteen en la plataforma web.

b) Dimensión Afectiva

Es el modo como la persona reacciona emocionalmente frente al conocimiento. En el caso de la plataforma, se ubica en el tercer nivel, la valoración, donde el estudiante presta atención, participa activamente en el proceso, reacciona a la información y luego le asigna un valor.

c) Dimensión Psicomotora

Es la pericia para manipular físicamente una herramienta con la mano, los objetivos de esta dimensión apuntan al cambio desarrollado en la conducta. Para la plataforma, el objetivo se ubica en el segundo nivel, es decir, Disposición, porque el estudiante debe poner de su parte para recibir la información y luego resolver el problema planteado en la plataforma.

3) Sonidos

Dentro del conjunto de librerías de P5.js [14] está una librería de sonido, dentro de ella vienen funciones para manipular funciones de audio en una página Web, además, tiene efectos de sonido incorporados útiles para cuando ocurra un evento en la aplicación. Es importante que tenga una música de fondo para que sea atractiva para el usuario, por lo que se puede colocar una pista que tenga una frecuencia entre 40 y 80 BPM, debido a que la frecuencia cardíaca normal de una persona en reposo es de 60 BPM, al escuchar una música con una frecuencia parecida se estimula la concentración

4) Imágenes

Para el conjunto de imágenes y ambientación artística del prototipo de la aplicación se utilizará una de las librerías de P5.js, que cuenta con funciones para realizar juegos, como manejo de sprites y detección de colisiones. Estas imágenes son apropiadas porque parecen dibujos animados y tienen una paleta de colores que no cansan la vista, permitiendo captar la mayor atención posible del estudiante [7].

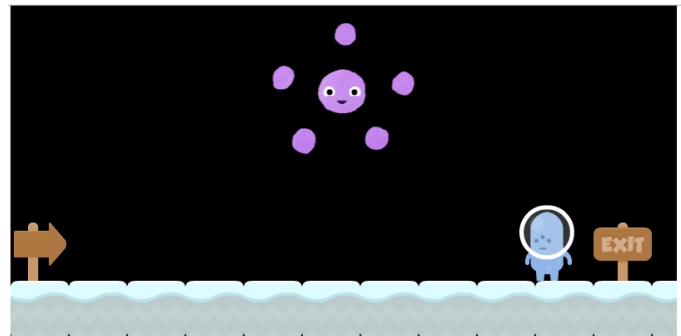


Fig. 2. Animaciones y estética de la librería Game de P5.js

Si el prototipo de la aplicación es exitoso para los estudiantes de primaria, se expandirá la visión artística a una ciudad donde los estudiantes resuelvan problemas simples de tráfico y convivencia.

5) Tipografía

Para la fuente se debe utilizar una de la familia serif, debido a que es simple para la vista, fácil de leer y llamativa para los niños



Fig.3 ejemplos fuente de la familia serif

C. Fase de Implementación

1) Colores

Se realizó una presentación en javascript para presentarle la información a los niños y finalmente los juegos con los ejercicios. Se prefirió utilizar colores claros o *light*, de la siguiente manera:

- Color principal: Azul claro en degrade con blanco
- Color secundario: Morado
- Color Terciario Negro

A continuación, se presenta una imagen del trabajo realizado:



Fig 4. Escala de colores de la plataforma

2) Ejercicio ejemplo

Se realizaron dos ejercicios en javascript para que realice el estudiante. El primero es una pantalla, que al darle clic cambia de color y el segundo es un juego donde el estudiante tiene que decidir en qué momento cruzar la calle

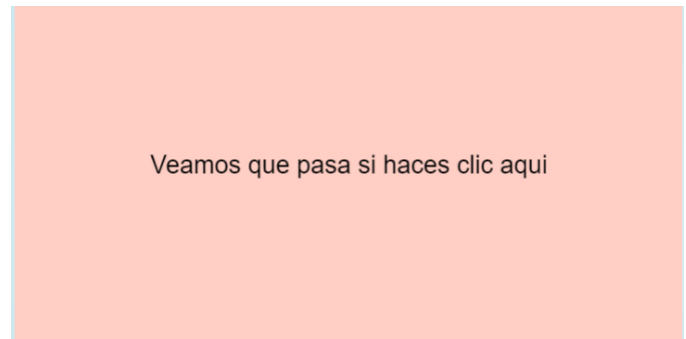


Fig 5. Ejercicio número 1



Fig 6. Ejercicio número 2

Como se ve en la imagen, el segundo ejercicio, es una persona que quiere cruzar la calle y él niño deberá elegir cuándo, si escoge cruzar cuando el semáforo está en rojo, sale una animación de diferentes tonos de rojo y se escucha el efecto de sonido de un carro frenando y luego estrellándose. Por el contrario, si el estudiante decide cruzar el semáforo en verde. Se ve una animación de la persona cruzando la calle hasta que llega al otro lado. Este ejercicio, le define al estudiante intrínsecamente el concepto de condicional.

El material se puede encontrar en:

<https://github.com/adamantwharf/IFPTC>

D. Fase de Evaluación

Para evaluar la herramienta, se probó con 18 estudiantes de escuela primaria, más exactamente estudiantes de grado transición. La edad de los estudiantes está entre 5 y 6 años. Son estudiantes de una escuela pública de Bogotá. Teniendo en cuenta que el material realizado es una herramienta de ayuda para el docente, entonces al momento de realizar la prueba los estudiantes debían estar con un profesor ayudándoles a completar satisfactoriamente la lectura del material

En lo que respecta a las herramientas de evaluación y recolección de datos, se planteó una encuesta con 7 preguntas. La encuesta se encuentra estructurada de la siguiente manera: Se presenta la pregunta y al lado 3 opciones de respuesta, las opciones son un sistema de caras, una feliz, una seria y una triste. Este tipo de respuestas son claros y llamativos para los

niños. La encuesta se puede ver en enlace del material mostrado anteriormente



Fig 7. Sistema de respuesta

Como lo mencioné anteriormente, la prueba se realizó con estudiantes de una escuela primaria en Bogotá, primero leyeron y desarrollaron las actividades del material junto a profesor y luego llenaron la encuesta para recopilar la información



Fig 8. Estudiantes luego de revisar el material

V. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se tienen 18 encuestas, para analizar la información presentará cada pregunta, sus resultados y un comentario de los mismos:

1) ¿Te gustaron los colores de la página Web?

Primero cabe resaltar que esta fue una pregunta confusa para el estudiante, el profesor tuvo que explicarla para darle entender al estudiante lo que se preguntaba. Se cree que es porque el estudiante no tenía claro el concepto de *Página Web*.

Todos los 18 estudiantes marcaron la carita feliz, es decir que la escala de colores elegida para presentar la información fue adecuada, de modo que es una escala de colores apropiada para captar la atención de un niño de escuela primaria

2) ¿Cruzaste la calle cuando debías?

Pregunta que hace referencia al ejercicio del semáforo, de los 18 estudiantes, 2 eligieron cruzar la calle cuando el semáforo

estaba en rojo, lo que quiere decir que el 88% de la muestra tomó la decisión correcta. Se dice que esto inculca intrínsecamente al estudiante el concepto de condicionales porque él debe preguntarse algo antes de tomar una decisión

3) ¿Te gustó la música del juego?

El ejercicio del semáforo tenía una música de fondo, era una música instrumental con un tempo de 60 BMP, los 18 estudiantes contestaron la carita feliz, sin embargo, una de las niñas resaltó que no le gustó el efecto de sonido del carro estrellándose, pero este es necesario para que el estudiante entienda lo que puede pasar si ignora la luz roja del semáforo peatonal.

4) ¿Oprimiste el botón de jugar?

Luego del ejercicio del semáforo se le presenta al estudiante dos imágenes, una que dice “Jugar” y otra que dice “Salir”, y se le pregunta al estudiante ¿Qué botón te gustaría oprimir? La finalidad de esta pregunta es saber si el estudiante quiere jugar de nuevo, sabiendo así si el ejercicio fue llamativo. Los 18 estudiantes contestaron con la carita feliz, por lo que se puede concluir que este tipo de ejercicios son llamativos para los niños

5) ¿Entendiste lo que se decía en la página web?

Al estudiante se le presentaba una pequeña definición de programación y se le hace una idea de cómo funcionan los condicionales. 17 estudiantes marcaron la carita feliz y 1 la carita triste. Lo que significa que es útil realizar este tipo de ejercicios a los niños porque si se muestra la información de la manera adecuada es posible lograr que el estudiante adquiera conceptos de programación paulatinamente

6) En el último ejercicio. Si oprimas la tecla ‘D’, ¿Debería cambiar de color?

Pregunta referente al ejercicio de cambiar la pantalla de color, al final de la actividad se le muestra al estudiante de nuevo este ejercicio. La finalidad de esta pregunta es verificar si el estudiante adquirió un concepto adecuado de condicionales. A los niños se les explico que la pregunta que se hace el computador antes de cambiar de color es ¿Estás haciendo clic?, básicamente se le explico al estudiante el siguiente pseudocódigo:

Si se hace clic en la pantalla entonces

Cambiar de color

Fin

Por lo que al oprimir la tecla ‘D’ no debería hacer nada.

17 estudiantes contestaron con la carita triste, es decir no, lo cual es muy bueno porque el 94% de la muestra entendieron el pseudocódigo mostrado anteriormente.

7) ¿Te gustaría aprender a programar aplicaciones para computadores?

Pregunta realizada para saber si el área de computación y programación es llamativa para los niños. Todos los estudiantes marcaron la carita feliz, por lo que todos se encuentran atraídos por esta área. Respecto al déficit de profesionales presentado en la introducción se puede decir que el estudiante va perdiendo atracción por estas áreas porque son ajenas para él a lo largo de su vida estudiantil, por eso es importante realizar más ejercicios de este tipo

Otra cosa importante para resaltar es que ningún estudiante marco la cara del medio. Por lo que se puede concluir que para un niño no es importante el concepto de más o menos y prefieren responder a las cosas con un Sí o un No.

VI. CONCLUSIONES

- Si se presenta la información de manera adecuada a los niños, es posible inculcar conceptos de programación.
- Aprender por medio de juegos es llamativo y eficaz en el proceso educativo de un niño.
- Es posible comenzar a los niños para satisfacer el déficit de profesionales en áreas de computación, y prepararlos para la sociedad que se está formando, como se mostro en la introducción el auge de la computación sigue creciendo y la mayoría de las profesiones usaran herramientas de computación
- Presentar ejercicios interactivos al estudiante le permite abstraer la información y percibir el concepto de lo que se quiere enseñar

VII. REFERENCIAS

- [1] J M. Alghamdi, D. Al-Jumeily and A. J. Hussain, "Supporting young students to learn computer programming in an early schooling," International Conference on Computer Vision and Image Analysis Applications, Sousse, 2015, pp. 1-5.
URL:
<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7351898&isnumber=7351782>
- [2] S. Taneja, Y. Rawajfih, D. Gore and D. Marghitu, "Educating the STEM Leaders of Tomorrow," 2015 Annual Global Online Conference on Information and Computer Technology (GOCICT), Louisville, KY, 2015, pp. 11-15.
URL:
<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7545089&isnumber=7545077M>
- [3] M. T. Restivo, D. Urbano and F. Chouzal, "Hi kids: That's funny! Mechanics 3D Virtual lab," 2015 International Conference on Interactive Mobile Communication Technologies and Learning (IMCL), Thessaloniki, 2015, pp. 232-235.
URL:
<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7359593&isnumber=7359535>
- [4] D. M. Gaitan-Leon and M. Tafur, "Design of STEM activities and study of their motivation efficacy," 2017 IEEE Integrated STEM Education Conference (ISEC), Princeton, NJ, 2017, pp. 79-84.
URL:
<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7910253&isnumber=7910213>
- [5] Hanic et al., "Interactive forms of technical education support in primary and secondary schools," 2015 13th International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications (ICETA), Stry Smokovec, 2015, pp. 1-7.
URL:
<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7558465&isnumber=7558453>
- [6] T. D. Diwan, U. Sinha and K. K. Mehta, "Intelligent Learning Environment Model for Education," 2017 IEEE 7th International Advance Computing Conference (IACC), Hyderabad, 2017, pp. 811-816.
URL:
<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7976901&isnumber=7976734>
- [7] H. Dian Andarini, W. Swasty and D. Hidayat, "Designing the interactive multimedia learning for elementary students grade 1st-3rd: A case of plants (Natural Science subject)," 2016 4th International Conference on Information and Communication Technology (ICoICT), Bandung, 2016, pp. 1-5
URL:
<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7571873&isnumber=7571870>
- [8] M. Krasna, M. Duh and T. Bratina, "E-learning next step — Learning materials for students," 2014 37th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO), Opatija, 2014, pp. 674-681.
URL:
<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6859652&isnumber=6859515>
- [9] A. Rao, "The application of LeJOS, Lego Mindstorms Robotics, in an LMS environment to teach children Java programming and technology at an early age," 2015 IEEE Integrated STEM Education Conference, Princeton, NJ, 2015, pp. 121-122.
URL:
<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7119902&isnumber=7119894>
- [10] H. Senaratne, P. Gunatilaka, U. Gunaratna, Y. Vithana, C. d. Silva and P. Fernando, "SiFEB -- A Simple, Interactive and Extensible Robot Playmate for Kids," 2014 4th International Conference on Artificial Intelligence with Applications in Engineering and Technology, Kota Kinabalu, 2014, pp. 143-148.
URL:
<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7351826&isnumber=7351793>
- [11] H. Senaratne, P. Gunatilaka, U. Gunaratna, Y. Vithana, C. d. Silva and P. Fernando, "SiFEB -- A Simple, Interactive and Extensible Robot Playmate for Kids," 2014 4th International Conference on Artificial Intelligence with Applications in Engineering and Technology, Kota Kinabalu, 2014, pp. 143-148.
URL:
<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7351826&isnumber=7351793>
- [12] T. Lizarazo, "Preocupante déficit de ingenieros en Colombia," *El Tiempo*, 14 octubre 2015.
- [13] Andrew Churches— "Taxonomia de Bloom en la era digital" - 2009
URL:
<http://eduteka.icesi.edu.co/pdfdir/TaxonomiaBloomDigital.pdf>

- [14] Librería P5.js
URL: <https://p5js.org/>