

PUSAHQ, un robot inteligente para la enseñanza a niños de etapa inicial



PUSAHQ, a smart robot for teaching children in preschool

Lisette Estefanía Salinas Salinas.¹, Edison Marcelo Chamorro Carrera.², Pablo Eduardo Lozada Yáñez.³, Cristhy Nataly Jiménez Granizo.⁴

Recibido: 01-07-2019 / Revisado: 15-07-2019 / Aceptado: 11-08-2019/ Publicado: 10-09-2019

Abstract.

DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i3.4.842>

The objective of this research work was to implement an intelligent robot for the cognitive interaction of preschool children, creating favorable environments for the perception of colors and geometric figures. The robot offers the user a graphical interface with several options that include stories, songs, games, image gallery and face recognition (Face ID) to activate the teaching program. The facial recognition system is based on the use of cascade classifiers and the AdaBoost algorithm to train a neural network, implemented as an adaptation of the model proposed by Paul Viola and Michael Jones. Artificial Vision techniques were used to determine the contour and color of 2D objects in controlled spaces and a real-time tone filter to find the values of the spectral bands in RGB format. All this information was processed in a Raspberry

¹ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Escuela: Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales. Riobamba, Ecuador. lsalinas@esPOCH.edu.ec

² Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Escuela: Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales. Riobamba, Ecuador. mchamorro@esPOCH.edu.ec

³ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Escuela: Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales. Riobamba, Ecuador. plozada@esPOCH.edu.ec

⁴ Universidad Nacional de Chimborazo, Carrera: Pedagogía de la Informática. Riobamba, Ecuador. cjimenez@unach.edu.ec,

Pi microprocessor. A differential locomotion system was also implemented that allows the robot to move on flat surfaces next to sensors that emit signals to an Arduino processor to coordinate movements and plan trajectories. The results obtained from the interaction with children were satisfactory, from a sample of 192 children, 98.44% liked it. On the other hand, specialists in psychology and education described the robot as an innovative didactic resource that contributes to special education helping children with intellectual disabilities. With the implementation of the intelligent robot, it is recommended to deepen the research that allows contributing to the lifting of the cognitive bases.

Keywords: Smart Toy, Artificial Intelligence, Preschool Education, Playful Interaction.

Resumen.

El objetivo de este trabajo de investigación fue implementar un robot inteligente para la interacción cognitiva de niños en edad preescolar, creando entornos favorables para la percepción de colores y figuras geométricas. El robot ofrece al usuario una interfaz gráfica con varias opciones que incluyen historias, canciones, juegos, galería de imágenes y reconocimiento facial (Face ID) para activar el programa de enseñanza. El sistema de reconocimiento facial se basa en el uso de clasificadores en cascada y el algoritmo AdaBoost para entrenar una red neuronal, implementado como una adaptación del modelo propuesto por Paul Viola y también se utilizaron técnicas de visión artificial de Michael Jones para determinar el contorno y el color de los objetos 2D en espacios controlados y un filtro de tonos en tiempo real para encontrar los valores de las bandas espectrales en formato RGB. Toda esta información se procesó en un microprocesador Raspberry Pi. También se implementó un sistema de locomoción diferencial que permite al robot moverse sobre superficies planas junto a sensores que emiten señales a un procesador Arduino para coordinar movimientos y planificar trayectorias. Los resultados obtenidos de la interacción con niños fueron satisfactorios, de una muestra de 192 niños, al 98,44% le gustó. Por otro lado, los especialistas en psicología y educación describieron el robot como un recurso didáctico innovador que contribuye a la educación especial que ayuda a los niños con discapacidad intelectual. Con la implementación del robot inteligente, se recomienda profundizar la investigación que permite contribuir al levantamiento de las bases cognitivas.

Palabras claves: Juguete Inteligente, Inteligencia Artificial, Educación Prescolar, Interacción Lúdica.

Introducción.

Uno de los avances tecnológicos de mayor impacto, es la imitación del ser humano tanto en su funcionamiento motriz como intelectual, para lo cual se ha combinado inteligencia artificial con robótica. Hoy en día, la industria e investigación asignan a los robots diversos usos: robots en procesos industriales, procesos médicos, trabajos de precisión entre otros y el caso particular de autómatas asistenciales que realizan tareas domésticas y sirven como medio de entretenimiento.

La Educación en gran parte de sus componentes, es un área que también se ha visto beneficiada por la robótica. Un caso particular de este hecho, queda establecido en el trabajo de Olga Ballesteros (2011), manifiesta que en los sistemas robóticos aplicados a la educación inicial contribuyen al aprendizaje inductivo, desarrollo sensorial y psicomotriz, además de generar entornos para la adquisición de habilidades, competencias y destrezas (Ballesteros, 2011). El aporte más reciente de la robótica en la Educación, ha permitido la construcción de dispositivos el softcomputing, una derivación de la Inteligencia Artificial (IA) (Verdegay, 2017). En el trabajo de investigación, “Detecting pedestrians using patterns of motion and appearance” Viola, Jones, & Snow (2013), como autores proponen nuevos métodos para el reconocimiento de objetos empleando softcomputing que se basan en aplicaciones informáticas de procesos biológicos y naturales (Viola, Jones, & Snow, 2013).

En este trabajo, se implementó un juguete inteligente para enseñar colores y figuras a niños de 2 a 7 años, mediante la interacción lúdica. Este juguete puede enseñar, jugar, almacenar fotos, narrar cuentos y reproducir canciones para que los niños se diviertan, generando conocimientos a la vez que servirá como robot psicopedagógico. Esto se logró gracias a la aplicación y uso de conceptos de electrónica, robótica, informática, softcomputing, ingeniería del producto, sistemas embebidos, inteligencia y visión artificial.

Estado del Arte.

Actualmente vivimos en la era de la tecnología, inmersa en un mundo de equipos inteligentes que apuestan hacer la vida más placentera. Introducir tecnología en niños a temprana edad es factible e importante para su formación. Es fundamental el desarrollo de dispositivos o aplicaciones que ayuden a la enseñanza de los infantes tanto en hogares como en centros educativos (Flor Bravo, 2012). Una de las primeras tecnologías aplicadas al proceso de enseñanza fue la televisión, mediante programas educativos se impartía conocimiento de forma audiovisual diferente a la tradicional; luego aparecieron juguetes didácticos para aprender colores, figuras, sonidos, etc. (Gómez, 2014). Tiempo después con el avance de la informática y electrónica se crean un sin número de aplicaciones y dispositivos para la enseñanza y estimulación temprana.

El término *juguetrónica* hace referencia a un mecanismo psicopedagógico, donde un robot a más de ser un juguete se transforma en un recurso educativo (Verdegay, 2017). A partir de la aplicación de técnicas lúdicas se desarrollan habilidades y competencias. Dentro del campo educativo es considerando un elemento no solo innovador sino enriquecedor, incrementa considerablemente el interés en los aprendices para adquirir mayor conocimiento.

Existen sistemas sofisticados que combinan software y hardware para la escolarización infantil, uno de estos es Robi un juguete de Fisher Price que reproduce más de 40 canciones, aprendizajes y bailes, activándose desde su estómago o pie (Price, 2017). Teebot es un robot educativo hecho en Ecuador que brinda la oportunidad a niños entre 4 y 12 años para aprender las bases de programación y electrónica (Comercio, 2016). Otro trabajo con similares características creados en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (Ecuador) es el pingüino robot asistencial que mediante el uso de sensores Kinect permiten a los niños, jugar a la pelota mediante seguimiento en tres dimensiones controlado por Visión Artificial (Cayambe Yambay, 2017).

En el mercado encontramos varios robots educativos comerciales que varían en funcionalidad y costos. Algunos ejemplos que se pueden citar: Dash&Dot, Lego Mindstorms, Zowi, Bee-Bot, Albert, Moway Scratch, etc. Además, hoy en día los robots humanoides son programados para dictar clases en las escuelas de Japón, esto se evidencia en el artículo

Exploring the Possibility of using Humanoid Robots as Instructional Tools for Teaching a Second Language in Primary School (Chih-Wei Chang, 2010). Es necesario mencionar que el diseño y construcción de todos los juguetes robóticos descritos anteriormente, son el resultado de la aplicación de conceptos y principios básicos de electrónica, mecánica, informática e inteligencia artificial, ya que sin el aporte de estas ciencias sería imposible crear un prototipo capaz de movilizarse, interpretar la información del mundo e interactuar con personas.

Considerando lo expuesto, en este trabajo de investigación, se construyó un juguete inteligente basado en técnicas de softcomputing que, mediante la interacción lúdica y cognitiva, permite a niños entre 2 y 7 años desarrollar adecuadamente el aprendizaje de formas y colores.

Metodología.

A continuación, detallaremos los principales métodos y técnicas que fueron utilizados para la implementación del robot inteligente propuesto en este trabajo de investigación.

Softcomputing

Es una derivación de la Inteligencia Artificial que apareció por primera vez en 1994 y es delimitada por Zadeh (2017), en los siguientes términos: *“Soft computing es una mezcla de distintos métodos que de una u otra forma cooperan desde sus fundamentos. El principal objetivo es aprovechar la tolerancia que conlleva a la imprecisión e incertidumbre, para conseguir manejabilidad, robustez y soluciones a bajo costo. Los principales ingredientes de la softcomputing son la Lógica Difusa, la Neuro-computación y el Razonamiento probabilístico, incluyendo en este último a los algoritmos genéticos, las redes de creencia, los sistemas caóticos y algunas partes de la teoría de aprendizaje. En esa asociación la lógica difusa se ocupa principalmente de la imprecisión y el razonamiento aproximado; la neurocomputación del aprendizaje, y el razonamiento probabilístico de la incertidumbre y la propagación de creencias”* (Zadeh, 2017). Las redes neuronales, es la metodología utilizada en este trabajo de investigación la misma que provee un sistema de entrenamiento al robot inteligente que permitió el

reconocimiento de los diferentes niños que van a interactuar en el proceso de aprendizaje implementado.

Procesamiento Inteligente de Imágenes

El sistema de procesamiento de imágenes se ejecutó en un minicomputador Raspberry Pi 3. Para el desarrollo de software del juguete inteligente se usó el Lenguaje de programación Python y librerías de OpenCv. El procesamiento de imágenes consta de dos partes el reconocimiento facial e identificación de colores y formas de objetos 2D. La primera fase comprende de una red neuronal entrenada con un algoritmo iterativo, mientras que la segunda emplea técnicas de visión artificial, en consideración a las características de hardware empleado (Nilsson, 2019).

Reconocimiento Facial

En el artículo “Robust real-time face detection” Viola (2014) propone un método efectivo para la detección facial, basados en el aprendizaje automático a partir de clasificadores sencillos que entrenan varias imágenes positivas y negativas (Paúl VIola, 2004). En el diagrama de la Figura 1, la cámara toma una foto en escala de grises al niño que se encuentre frente al lente, luego transforma la toma a una imagen integral.

En la tercera fase se extraen los rasgos de la cara con filtros Haar y el algoritmo eigenfaces. Finalmente se entrenan los clasificadores cascada con el algoritmo adaboost para identificar individuos.

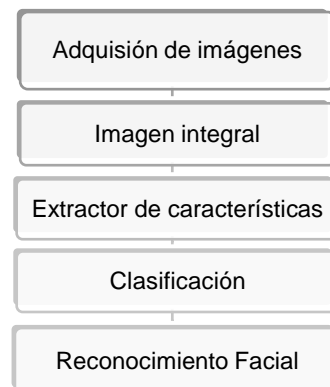


Figura 1. Diagrama para el reconocimiento facial

Fuente: Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Trabajo de Titulación, Reconocimiento facial.

La Figura 2 muestra un clasificador tipo cascada utilizado en el robot; la imagen ingresada se evalúa en cada etapa, si en C1 falla se rechaza y no se consideran las características restantes, caso contrario se analiza la etapa C2 de características y continúa el proceso. La ventana que supere todas las etapas es aquella que contiene una cara.

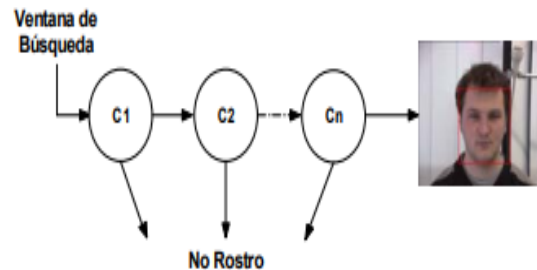


Figura 2. Clasificador cascada tipo Haar

Fuente: Artículo ResearchGate, Detección de rostros en imágenes digitales usando clasificadores en cascada

Se evaluó la efectividad de la red neuronal para el reconocimiento facial implementado. Durante las pruebas intervinieron 3 niños, dos de ellos estaban registrados en la base de datos de imágenes consideradas como positivas. Una imagen positiva, es aquella que se corresponde con un niño que se encuentra validado como apto para interactuar con el robot inteligente. Los valores obtenidos de la prueba se evidencian en la Tabla 1.

Tabla 1. Prueba de efectividad de la red neuronal.

VARIABLES DE PRUEBA	INDIVIDUOS			
	Niño 1	Niño 2	Niño 3	Falsos
N.º de imágenes	15	15	15	15
Tasa de detección	12	13	8	0
Tasa de falsos positivos	0	1	1	0
Tasa de falsos negativos	12	12	7	0
Tiempo de detección	10 ms	11 ms	11 ms	10 ms
N.º imágenes rechazadas	3	2	7	15
% de detección	99	92,67	91	100
% EFECTIVIDAD	95,7			

Fuente: Autores

Identificación de Colores y Figuras

El reconocimiento de colores y figuras geométricas se aplica en ambientes controlados, después de haber identificado el rostro del niño. La cámara incluida en el microcontrolador Raspberry Pi graba video y pre procesa la imagen, aplicando filtros gaussianos para eliminar el ruido y conservar únicamente el contorno de mayor área con los colores definidos, seguidamente se extrae la información para clasificar y finalmente imprimir el color y figura del cuerpo en estudio. La Figura 3 ilustra este proceso.



Figura 3. Diagrama para el reconocimiento facial

Fuente: Trabajo de Titulación, Dispositivo Tecnológico, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

El procedimiento empleado para reconocer los colores se describe a continuación:

- Captura la imagen
- Convierte la imagen a formato RGB
- Busca los objetos de los colores deseados
- Elimina el ruido
- Muestra en pantalla la imagen.

Los colores que se reconocerán son los primarios y secundarios, un filtro en tiempo real permite hallar los valores de las bandas espectrales en ambientes controlados (Pérez Á. , 2012). Parte de este proceso se puede evidenciar en la figura la Figura 4. Una vez definidos los rangos de colores se procede a determinar el contorno del cuerpo en estudio.

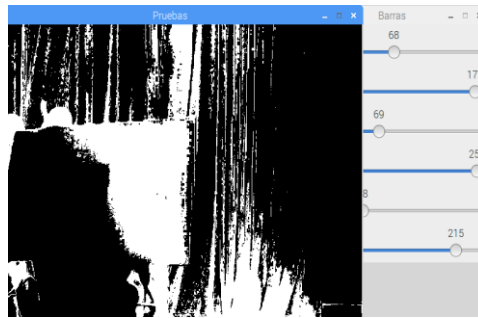


Figura 4. Diagrama de reconocimiento facial

Fuente: Carpeta de trabajos prácticos, Procesamiento digital de imágenes

Diseño e Implementación del Robot

El diseño del robot inteligente es totalmente inédito, el modelamiento de las piezas se realizó en SolidWorks (Gómez, El gran Libro Solid Works, 2008). La particularidad en la forma de la cabeza llama la atención en los pequeños, ya que se asemeja a comics animados. Él tiene forma de un muñeco; con dimensiones de 50x30 cm, 17cm de profundidad y 3mm de espesor. La Figura 5 muestra la estructura del juguete inteligente.

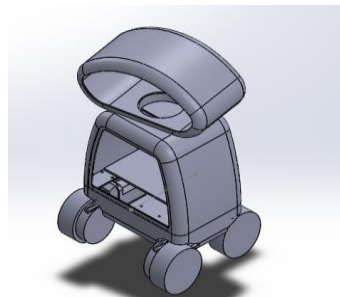


Figura 5. Diseño del Robot Inteligente.

Fuente: Trabajo de Titulación, Modelamiento y Simulación de un algoritmo para el control del brazo robótico, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

El material usado en la impresión 3D de robot es PLA (Plástico de Ácido Poliláctico), un producto natural e inocuo para la salud, hecho a base de maíz que no emite ningún tipo de gases tóxicos. Concluida la impresión se procedió al ensamblaje, para lo cual se unió con pegamento y masilla. Fijas las piezas se pintaron con aerosol biodegradable, compuesto a base de pigmentos minerales libres de plomo y cadmio.

El juguete inteligente tiene un sistema de locomoción diferencial, compuesto de cuatro ruedas no directrices, como se observa en la Figura 6. Las llantas posteriores se ajustan a los motores que reposan en la base del chasis, mientras las llantas del frente están unidas por un eje metálico.

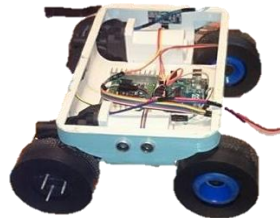


Figura 6. Sistema de Locomoción Diferencial.

Fuente: Proyecto de fin de Carrera, Sistema Locomotor y de localización de un Microrobot, Universidad Carlos III Madrid Escuela Politécnica Superior.

Con el fin de mejorar la operatividad del Robot, se implementó un sistema sensorial compuesto de seis sensores ultrasónicos distribuidos en el contorno del robot para evitar colisiones. Los sensores 1 y 2 anversos son los de mayor prioridad. Los sensores 3 y 4 están en los costados, los sensores 5 y 6 se localizan en las esquinas delanteras. La Figura 7 muestra la distribución electrónica de los sensores

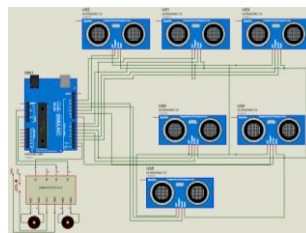


Figura 7. Sistema Sensorial

Fuente: Tecnologías de la Información y de la Computación, Capítulo 6:
Programación y Control de Procesos

Funcionamiento

El juguete inteligente denominado por sus autores como PUSAHQ (vocablo quechua que significa líder dirigente, que lleva por buen camino) mostrado en de la Figura 8, tiene dos switches colocados debajo de su pantalla, el uno enciende la placa Raspberry Pi y sus componentes, mientras el otro activa el sistema de locomoción.



Figura 8. Juguete Inteligente Implementado.

Fuente: Trabajo de Titulación, Implementación de un juguete inteligente para la enseñanza de niños de 2 a 7 años, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

PUSAHQ, cuenta con una interfaz tal como se muestra en la Figura 10, donde el niño puede seleccionar una de las opciones disponibles. Los íconos representativos permiten acceder a cuentos y canciones que serán reproducidos acorde a la acción.



Figura 9. Interfaz Gráfica de Usuario.

Fuente: Dirección General de Educación Inicial, Orientaciones Metodológicas para el Uso de Material Didáctico en el Nivel Inicial

Al presionar sobre la opción *Aprendiendo* se ejecuta el sistema de reconocimiento facial, si al tercer intento no identifica el rostro volverá al menú principal, caso contrario se activa el programa para la identificación de colores y figuras. El robot inteligente, enseñará la forma y color de los objetos que el niño tenga en sus manos. En Galería se puede visualizar fotografías almacenadas y el minicomputador se apagará con la opción Salir.

Resultados

Para evaluar el desempeño del juguete inteligente se realizaron pruebas con niños de una Escuela de Educación Media de ciudad de Ambato - Ecuador. La institución cuenta con 192 alumnos en jornada matutina, de primer a sexto a grado. El 98.44% del total de niños mostraron agrado al utilizar el robot, las respuestas más comunes de la razón por la cual les agradaba eran porque caminaba, cantaba, contaba cuentos y les enseñaba. Para determinar el grado de interés de los niños, se analizó el comportamiento de cada uno de ellos cuando interactuaban con el robot, considerando su edad. Estos resultados se pueden evidenciar en la Tabla 2.

Tabla 2. Análisis de interés por edades, datos porcentuales.

NIVEL INTERÉS EDAD	NIVEL INTERÉS		
	ALTO	MEDIO	BAJO
[2, 3] años	33.33 %	66.67 %	0.00 %
[3, 4] años	75.00 %	25.00 %	0.00 %
[4, 5] años	82.76 %	10.34 %	6.90 %
[5, 6] años	72.73 %	15.15 %	12.12 %
[6, 7] años	53.13 %	28.13 %	18.75 %
	63.39 %	29.06 %	7.55 %

Fuente: Autores

La Figura 10 esquematiza los resultados arrojados de la interacción con niños, es notorio observar como el grado de interés aumenta y disminuye acorde a la edad.

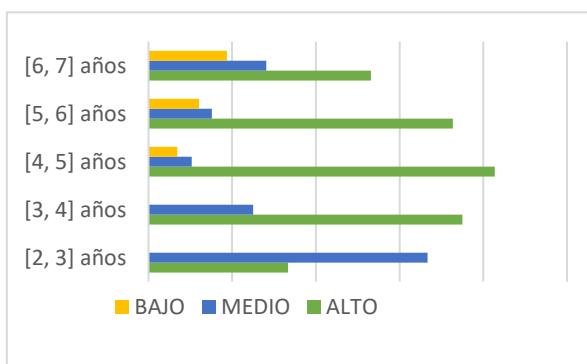


Figura 10. Nivel de Interés por edades de PUSHQ.

En los primeros dos años de vida, los niños aprenden por medio de imágenes y símbolos, dado que se interesan más por la realización de actividades lúdicas basadas en juegos. A medida que crecen, se vuelven más curioso y su interés aumenta, alcanzando su máximo nivel a los 4 y 5 años (Piaget, 1967). A partir del sexto año los infantes desean descubrir nuevas cosas por lo que el interés por el robot empieza a descender. La Figura 11, muestra los porcentajes generales del nivel de interés de los niños. Apenas el 7.55% no empatizó con el robot, el 29.06% presentaron una conducta normal y el 63.39% se impresionaron y esperaban con impaciencia su turno para interactuar con el juguete inteligente. De forma global, el nivel de interés alto predominada en toda la etapa pre operacional.

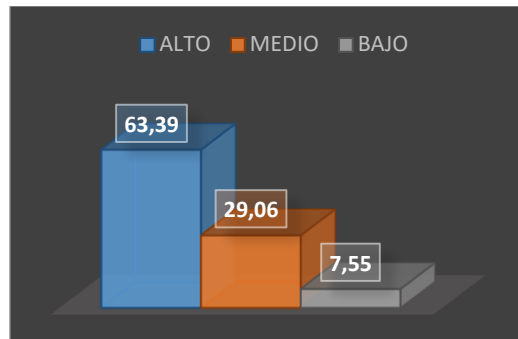


Figura 11. Nivel de interés de PUSAHQ.

Fuente: Trabajo de Titulación, Dispositivo Tecnológico, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

Docentes y personal de la Institución Educativa, dieron su juicio valorativo. El robot inteligente les pareció una herramienta muy útil en las actividades como recurso didáctico dentro del proceso de aprendizaje y estimulación de estudiantes. Uno de los resultados más satisfactorios fue el aporte dentro de la educación especial, desempeñando el papel de robot psicopedagógico. Esto se constató al estimular el lenguaje de niños con problemas de trastorno de lenguaje.

Conclusiones

- El presente trabajo de investigación, implementó un robot inteligente que, mediante la aplicación de métodos y técnicas de la Inteligencia Artificial y la electrónica,

permitieron que el autómata hable y se mueva lo que es motivo suficiente para que niños de 2 a 7 años interactúen de forma lúdica y cognitiva con él. En el pecho del robot aparece una interfaz gráfica con varias opciones disponibles como: cuentos, canciones, fotos y juegos, para una adecuada percepción de colores y figuras geométricas.

- El softcomputing es la hibridación de dos o más técnicas de inteligencia artificial, cada una aporta de diferente manera para dar solución a problemas complejos carentes de modelos matemáticos. Las redes neuronales junto con los sistemas evolutivos son los encargados del aprendizaje usados a menudo para el reconocimiento de patrones e identificación y reconocimiento de imágenes.
- El sistema de reconocimiento facial (Face ID) implementado en este robot, es una adaptación del modelo propuesto por Viola-Jones, haciendo uso de la imagen integral, clasificadores cascada y un algoritmo Adaboost para entrenar una red neuronal. Sin duda es uno de los modelos biométricos más eficientes para la identificación de rostros alcanzando el 95,7% de efectividad.
- Debido a la forma y operatividad del robot, a un 98,44% de un grupo de 192 niños mostraron agrado al interactuar con él. Esto se debe al diseño amigable del autómata en base al uso de materiales y colores llamativos.
- El invaluable aporte de la electrónica dentro de la robótica permite integrar el software al hardware, tal es el caso de los sensores encargados de esquivar obstáculos, planificar la trayectoria del juguete y posicionarlo a 50 cm del niño, distancia óptima para la captura y procesamiento inteligente de imágenes.
- El juguete inteligente implementado es innovador y bueno para la estimulación y desarrollo de habilidades, destrezas y competencias de niños en etapa pre - operacional. Tiene un valioso aporte dentro de la educación especial, como robot psicopedagógico.

Referencias Bibliográficas

- Ballesteros, O. (2011). *La lúdica como estrategia didáctica*. Obtenido de La lúdica como estrategia didáctica:
<http://www.bdigital.unal.edu.co/6560/1/olgapatriaballesteros.2011.pdf>
- Cayambe Yambay, D. I. (14 de Abril de 2017). *Inteligencia Artificial aplicada a robot asistencial para la interacción con niños en edad temprana*. Obtenido de Inteligencia Artificial aplicada a robot asistencial para la interacción con niños en edad temprana: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/6036>
- Chih-Wei Chang, J.-H. L.-Y.-Y.-D. (27 de Abril de 2010). *Exploring the Possibility of Using Humanoid Robots as Instructional Tools for Teaching a Second Language in Primary School*. Obtenido de
https://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.13.2.13?seq=1#page_scan_tab_contents
- Comercio, E. (2 de abril de 2016). *Presentan un robot educativo hecho en el Ecuador*. Obtenido de El Comercio: <https://www.elcomercio.com/tendencias/teebot-robot-tecnologia-educacion-ecuador.html>
- Flor Bravo, A. F. (2012). *La Robótica como un recurso para facilitar el aprendizaje y desarrollo de competencias generales*. Obtenido de
<http://revistas.usal.es/index.php/eks/article/view/9002>
- Gómez, S. (2008). *El gran Libro Solid Works*. Obtenido de
https://www.academia.edu/33338601/El_gran_libro_de_solidworks-ligero
- Gómez, S. (2014). *EL GRAN LIBRO DE SOLIDWORKS 2ª*. Obtenido de Marcombo, Técnica, Ciencia y Formación.: <https://www.marcombo.com/el-gran-libro-de-solidworks-2a-9788426721730/>
- Nilsson, N. J. (2019). *INTELIGENCIA ARTIFICIAL: UNA NUEVA SINTESIS*. Obtenido de La Casa del Libro: <https://www.casadellibro.com/libro-inteligencia-artificial-una-nueva-sintesis/9788448128241/726670>
- Paúl Vliola, M. J. (mayo de 2004). *Robust Real-Time Face Detection*. Obtenido de
<https://link.springer.com/article/10.1023/B:VISI.0000013087.49260.fb>
- Pérez, Á. (19 de Julio de 2012). *Educarse en la era digital*. Obtenido de Educarse en la era digital: <https://www.edmorata.es/libros/educarse-en-la-era-digital>

- Piaget, J. J. (17 de mayo de 1967). *The Child's Conception of Space*. Obtenido de The Child's Conception of Space: <https://www.amazon.es/Childs-Conception-Space-Norton-Library/dp/0393004082>
- Price, F. (15 de marzo de 2017). Obtenido de Robot Robi: https://www.fisher-price.com/es_ES/products/Robot-Robi
- Verdegay, J. (12 de abril de 2017). *De los conjuntos borrosos a la "Soft Computing"*. Obtenido de los conjuntos fuzzy: https://www.researchgate.net/profile/Jose_Verdegay/publication/44036102_De_los_conjuntos_borrosos_a_la_Soft_Computing/links/0deec525ad36b734c9000000.pdf
- Vidal, J. (2013). La búsqueda de la realidad o de la verdad: una aproximación a partir de la teoría sociológica. *Moebio*, 95-114.
- Viola, P., Jones, M., & Snow, D. (Agosto de 2013). *Detecting Pedestrians Using Patterns of*. Obtenido de <http://www.merl.com/publications/docs/TR2003-90.pdf>
- Zadeh, L. (11 de Abril de 2017). *Soft Computing and Fuzzy Logic*. Obtenido de https://www.worldscientific.com/doi/abs/10.1142/9789814261302_0042

PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.

Salinas Salinas, L., Chamorro Carrera, E., Lozada Yáñez, P., & Jiménez Granizo, C. (2019). PUSAHQ, un robot inteligente para la enseñanza a niños de etapa inicial. *Ciencia Digital*, 3(3.4.), 135-151.
<https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i3.4.842>



El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Ciencia Digital**.

El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Ciencia Digital**.

