

# DESARROLLO TECNOLÓGICO MEDIANTE HERRAMIENTAS TIC EMPLEANDO APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS

Robinson Jimenéz Moreno, Ruben Dario Hernández, Erminso Torres Uruña  
Facultad de ingeniería, Programa de Ingeniería Mecatrónica. Grupo de investigación Gi-ITEC  
Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá Colombia  
Email: robinson.jimenez, ruben.hernandez, u1701519{ @unimilitar.edu.co }

**Abstract**—At level of emerging technologies cell phones and computer equipment provide increased capacity and diversification of applications. Under the research development and with the methodology of apprenticeship based on projects implemented within the group of Research and technological innovation in Electronics and Communications GI-ITEC of the Military University Nueva Granada Attached to the technology in electronics and communications, has been developing applications oriented to solve problems and needs of the common life, through this type of emerging technologies. Among the applications that are being developed are an electronic lock for urban security lockers and a system of Internet of Things for home automation systems command. For each case, the use of tools such as APP inventor, libraries machine vision, virtual machines, free software and hardware tools such as arduino and raspberry pi cards, this are the central axis in each oriented research application algorithms improve quality of life of the ordinary citizen.

**Index Terms**—raspberry pi; arduino; low cost; free software.

**Resumen**—A nivel de tecnologías emergentes los teléfonos celulares y los equipos de cómputo brindan cada vez mayor capacidad y diversificación de aplicaciones. En el marco del desarrollo investigativo y con la metodología del aprendizaje basado en proyectos implementada al interior del grupo de Investigación e innovación Tecnológica en Electrónica y Comunicaciones GI-ITEC de la Universidad Militar Nueva Granada adscrito a la tecnología en electrónica y comunicaciones, se viene desarrollando aplicaciones orientadas a solucionar problemas y necesidades de la vida común, mediante este tipo de tecnologías emergentes. Dentro de las aplicaciones que están en desarrollo se encuentran un candado electrónico para seguridad urbana en casilleros y un sistema de Internet de las Cosas para comando de sistemas domóticos. Para cada caso, el uso de herramientas como APP inventor, librerías de visión de máquina, máquinas virtuales, software libre y herramientas de hardware como tarjetas arduino y raspberry pi, son el eje central en cada aplicación orientada a investigar algoritmos de mejoren la calidad de vida del ciudadano del común.

**Index Terms**—raspberry pi; arduino; bajo costo; software libre.

## I. INTRODUCCIÓN

La metodología del aprendizaje basado en proyectos conocido como PBL (project based learning), ha permitido el desarrollo de un sistema de educación aplicado que permite mejorar las deficiencias que ha generado la forma tradicional de enseñanza en la que intervienen directamente docente-estudiante. El PBL tienen la características de generar grupos

de estudio compuestos por estudiantes con diferentes fortalezas y competencias, de forma que se contribuya con el intercambio y/o adquisición de conocimientos en la búsqueda de solucionar el problema planteado. Esta metodología de aprendizaje permite que los estudiantes tengan la capacidad de planear, implementar y evaluar proyectos que puedan tener aplicación en el mundo real partiendo desde el aula de clase [1-3].

Actualmente, el aprendizaje basado en proyectos no se debe confundir con el aprendizaje basado en problemas, dado que el aprendizaje basado en problemas se enfoca a un problema específico [4]. A diferencia que el basado en proyectos abarca otras áreas que no tengan que ver directamente con el problema que se desea solucionar. Así mismo, se involucran diferentes temáticas y aspectos relacionados con los conocimientos previos, permitiendo que sea más sencillo entenderlo. Una de las principales características que involucra el aprendizaje basado en proyectos, es que de alguna manera se responsabiliza al estudiante a promover sus propias iniciativas; otra ventaja importante es el desarrollo del trabajo colectivo que se genera entre los integrantes del grupo, ya que aprenden a conocer el entorno laboral que se maneja industrial y socialmente, generando que los estudiantes abran su mente a nuevas posibilidades y nuevas formas de ver los objetivos que se les planteen, puesto que conocen puntos de vista diferentes por parte de sus compañeros; es decir aprenden a aprender el uno del otro [5]. Es importante resaltar los beneficios que se encuentran en la literatura para describir este modelo como son:

- “Los alumnos desarrollan habilidades y competencias tales como colaboración, planeación de proyectos, comunicación, toma de decisiones y manejo del tiempo” [1][6].
- “Aumentan la motivación. Se registra un aumento en la enseñanza en el centro de estudios, mayor participación en clase y mejor disposición para realizar las tareas” [7] [8].
- “Aumentar la autoestima. Los estudiantes se enorgullecen de lograr algo que tenga valor fuera del aula de clase y de realizar contribuciones a la escuela o la comunidad” [9].

Por otro lado, se encuentran algunas desventajas evidenciadas en los estudiantes que posteriormente se convierten en limitantes para la realización de un proyecto planteado; uno de estos limitantes es el costo que se genera en la producción física del proyecto, también se requiere de un tiempo considerable para el desarrollo de los diseños correspondientes, esto se debe al desarrollo del proceso de investigación generado entre el diseño, prueba y error entre las etapas que caracterizan la ejecución del proyecto como son el diseño, simulación e implementación.

De esta forma, se pretenden adaptar metodologías en el desarrollo de los trabajos realizados por los estudiantes del programa de Tecnología en electrónica y comunicaciones de la Universidad Militar Nueva Granada; el cual se ha venido desarrollando con trabajos extraclase en la cual los futuros tecnólogos con apoyo de los docentes, obtengan la capacidad de diseñar, elaborar y validar proyectos de formación en investigación aplicando los conocimientos que se adquieren durante la formación de su plan de estudios curricular. Actualmente, se ha consolidado esta metodología por medio del trabajo del semillero Faraday en donde se forma la motivación e interés para el desarrollo de proyectos basados en problemas que abarquen temas actuales de desarrollo y afines a su formación. Al final de cada semestre de clase, se obtienen los resultados de la formación de los estudiantes bajo la modalidad del aprendizaje basado en proyectos, evidenciando que la estrategia constituye en las deficiencias del modelo de aprendizaje mecánico y memorístico, caracterizándose por ser un instrumento para el desarrollo de trabajos en grupos con diferencias en los estilos de aprendizaje y habilidades diferentes. Dado que este tipo de aprendizaje consiste en plantear una problemática real a un grupo de alumnos, para cuya solución tendrán que trabajar de forma colaborativa en un proyecto que deben diseñar siguiendo unas pautas iniciales marcadas por el docente, y donde cada alumno tiene un rol individualizado con unos objetivos a conseguir. A pesar que el profesor supervisa continuamente el estado del proyecto, los alumnos trabajan con una total autonomía.

Para que el proyecto se lleve a cabo de forma satisfactoria es necesario que ciertos elementos sean claramente establecidos. Entre ellos, se destaca la importancia de resolver la problemática para la cual se va a trabajar el proyecto, los objetivos del proyecto global y los objetivos de cada participante, las instrucciones iniciales que cada participante recibe y el tipo de evaluación final. Los resultados que permiten alcanzar este modelo de aprendizaje innovador se evidencian por los proyectos realizados, donde el docente motiva y hace participe a que todos los miembros del grupo trabajen en una tarea conjunta, cuyos resultados son aplicables al mundo real. Por otro lado, se introducen áreas transversales al mismo tiempo que se pueden evaluar otros aspectos puntuales de las asignaturas que intervienen en el proceso de aplicación; así mismo, se puede hacer uso de las nuevas tecnologías, lo cual es altamente recomendable en este tipo de áreas; y, por supuesto, contribuye a aumentar las habilidades sociales y de comunicación. Aunque quizás lo más importante sea que los alumnos vean la utilidad de los conocimientos y competencias adquiridas en el aula de clase.

Al interior del aula de clase de las asignaturas de la tecnología en electrónica y comunicaciones de la Universidad Militar, se han involucrado estas metodologías en combinación de las tecnologías actuales para desarrollo de proyectos, de forma tal que su uso en el desarrollo investigativo dentro del grupo de investigación del programa, GI-iTEC, se ha facilitado y dado lugar a aplicaciones como las que se evidencian en el presente artículo.

Este artículo está dividido en tres secciones, la primera sección presenta la introducción, la segunda sección muestra el proyecto desarrollado por dos estudiantes de la tecnología en electrónica y comunicaciones de cuarto semestre, en la cual se plantea el problema del desarrollo de un candado electrónico, seguidamente la sección tres presenta el desarrollo del proyecto control domótico en el cual dos estudiantes de la tecnología correspondientes a quinto y segundo semestre plantean una solución de bajo costo para el control de luces de forma remota. Finalmente la última sección corresponde a las conclusiones y trabajos futuros.

## II. CANDADO ELECTRÓNICO

A nivel general, por todo el mundo se están desarrollando aplicaciones e investigaciones soportadas por sistemas tecnológicos de pequeño tamaño y con alto procesamiento. Por ejemplo en [10] se presenta un sistema de seguridad basado en visión de máquina, bajo herramientas computacionales y aviso a sistemas celulares. En [4] se presenta un sistema de autenticación biométrica basado en la palma de la mano y algoritmos de visión de máquina y herramientas de hardware embebido. En [5] se desarrolla un prototipo de robot móvil para búsqueda de personas en situaciones de emergencia, donde mediante la utilización de un sistema embebido de características similares a un computador como es el caso del Raspberry Pi, en el cual se realiza la identificación de las personas mediante la ubicación del rostro humano. En cuanto a este último aspecto ya han surgido sistemas de identificación de rostros, orientado a dispositivos móviles como el presentado en [11] y [12].

La seguridad es uno de los aspectos primordiales de cualquier actividad humana, parte de esta seguridad es la relacionada a la integridad personal y a su vez relacionada con los bienes personales. En relación a los bienes personales es común en estudiantes el uso de casilleros de seguridad tanto en universidades como en gimnasios, por mencionar algunos. Sin embargo, el uso de llaves en los casilleros implica un factor de riesgo por pérdida u olvido, ante lo cual una solución se presenta en las herramientas tecnológicas mencionadas en la introducción.

El desarrollo de un candado electrónico se presenta como una propuesta estudiantil frente al reto de investigar sobre una solución a un proyecto que propenda por mejorar la calidad de vida del ciudadano común, es decir, orientado a una reducción en el costo de su implementación.

El planteamiento del problema presentado se centra en el uso de casilleros que sirven como cajas de seguridad temporal para el uso de personas por cortos espacios de tiempo, como lo son los casilleros de la biblioteca en la universidad, donde

el ingreso es prohibido con maletas y se presta una llave para alojar en un casillero las pertenencias del usuario, mientras este hace uso del espacio. Este mismo esquema aplica para el uso de los casilleros del gimnasio universitario. El problema se centra en la pérdida de llaves que suele darse por la falta de bolsillos para guardar en la ropa, falta de cuidado, movimiento constante por rutinas de ejercicios y similares.

La hipótesis empleada se centra en que, basados en diferentes esquemas mediante el uso de tecnologías de la información y las comunicaciones, se puede usar una contraseña transmitida desde celular al candado electrónico o incluso desarrollar un sistema portable de reconocimiento de rostros, que permita aumentar el nivel de seguridad.

La metodología empleada implica el desarrollo de una aplicación mediante el software App Inventor, la cual lee la contraseña del usuario y la envía mediante el módulo bluetooth del celular. Para el candado se implementa un sistema mecatrónico basado en los materiales de la figura 1.

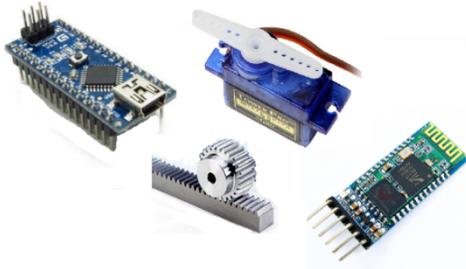


Figura 1. Hardware candado electrónico  
Fuente: Autores

En el candado opera en función a una tarjeta microcontrolada arduino nano, esta recibe la información inalámbrica mediante el módulo Bluetooth HC05 proveniente del celular. A su vez, es programada para comparar la contraseña preasignada con la recibida y comandar así un servomotor para apertura a cierre mediante un piñón tipo cremallera, el cual se encarga de asegurar el casillero. Las pruebas realizadas permiten determinar la funcionalidad del sistema mediante el envío de contraseñas erróneas y acertadas. Evidenciando problemas en la comunicación por distancia, pérdida de algunos datos en la recepción, lo cual implica enviar más de una vez la contraseña desde el móvil.

Como alternativa, a fin de buscar medios de mayor seguridad y que solventen problemas como olvido de contraseñas, se plantea el uso de biometría facial. La investigación desarrollada en el estado del arte y mencionada en la introducción, lleva a implementar un algoritmo basado en clasificadores Haar, usados para identificación del rostro y que se encuentran en librerías de visión de máquina como opencv, que es de uso libre. El hardware que permite realizar un sistema de estas características, de dimensiones reducidas y bajo costo, es una raspberry pi, la cual mediante una pequeña cámara y un sistema operativo embebido basado en linux, permite la implementación del algoritmo como se aprecia en la figura 2.

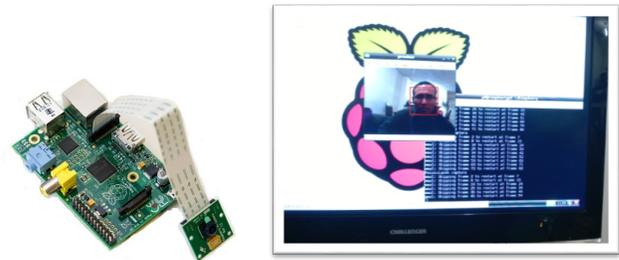


Figura 2. Hardware y software identificación biométrica.  
Fuente: Autores

Los resultados obtenidos se tabulan en la tabla I, donde el porcentaje de acierto en la diferenciación del rostro es cerca del 70%. Para mejorar el resultado hay que buscar mayores medidas e incluso rasgos característicos, los resultados de este proyecto fueron presentados por los estudiantes en el evento internacional ARGENCON de la IEEE realizado en Argentina, apoyados con recursos de movilidad estudiantil de la Universidad como se presenta en [13]

Cuadro I  
METRICAS OBTENIDAS PARA USUARIOS DE PRUEBA

Usuario	Métricas del rostro obtenidas	
	Distancia ojos	Distancia Boca
1	9.46 cm	6.43 cm
2	9.12 cm	5.97 cm
3	8.92 cm	5.98 cm
4	9.23 cm	6.2 cm
5	9.68 cm	6.91 cm
6	9.66 cm	6.8 cm

### III. CONTROL DOMÓTICO

El uso de la domótica ha permitido tener el control de las viviendas, el cual ha generado propuestas de funcionamiento de sistemas de bajo costo con la posibilidad de ser controlados de forma remota. La propuesta desarrollada por los estudiantes parte de la comunicación que debe tener el sistema de control implementado en una Raspberry PI con los usuarios remotos, dado que el sistema formulado no posee una IP fija de conexión a internet se realiza la comunicación por medio de un puerto de red virtual (VPN) con la herramienta gratuita Hamachi, en donde este tipo de conexión permite establecer una red de área local formada por equipos remotos, el esquema del sistema planteado se muestra en la siguiente Figura 3.

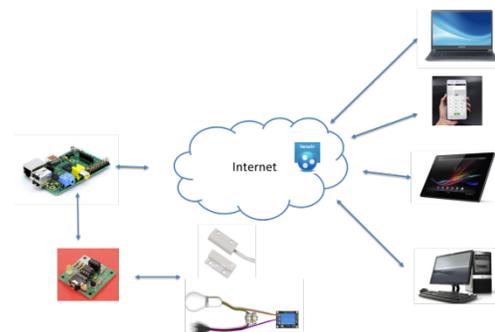


Figura 3. Sistema domótico propuesto  
Fuente: Autores

La aplicación envía desde el punto remoto al servidor, un comando de activación/desactivación, para que por medio de los GPIO de la raspberry se generen las señales correspondientes que ejecutan la acción domótica, que en este caso particular corresponde a la manipulación de un dimmer que varía la intensidad de iluminación de una zona del hogar. En la figura 4 se puede apreciar al variación del dimmer cuando se encuentra en un 25 %, 50 % 75 % y 100 % de intensidad lumínica.

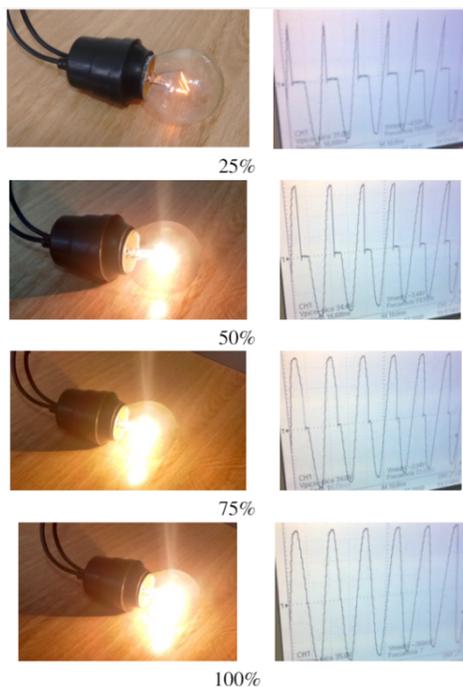


Figura 4. Control domótico de luz  
Fuente: Autores

#### IV. CONCLUSIONES

El esfuerzo investigativo desarrollado al interior del grupo GI-iTEC en conjunto con los estudiantes de su semillero Faraday comienza a consolidar la investigación al interior de la tecnología y ha derivado en productos académicos como los artículos “Sistema de visión de máquina para seguridad electrónica móvil” expuesto en el congreso ARGECON 2016 y el artículo “Desarrollo de dispositivos domóticos basados en sistemas de bajo costo” presentado en el congreso V Congreso Internacional de Ingeniería Mecatrónica y Automatización CIIMA 2016.

La inclusión de herramientas tecnológicas de reciente desarrollo al interior del aula de clase ha facilitado su uso en el ámbito investigativo y derivado en soluciones que apuntan a facilitar el nivel de vida del ciudadano común.

La fortaleza en saberes y haceres que permite la integración de docentes ingenieros con estudiantes de formación tecnológica, ha permitido desarrollar soluciones con corte investigativo y de aplicación, que complementan la función docente y la formación profesional tecnológica.

#### REFERENCIAS

- [1] Blank, W. (1997). Authentic instruction. In W.E. Blank & S. Harwell (Eds.), Promising practices for connecting high school to the real world (pp. 15–21). Tampa, FL: University of South Florida. (ERIC Document Reproduction Service No. ED407586)
- [2] Harwell, S. (1997). Project-based learning. In W.E. Blank & S. Harwell (Eds.), Promising practices for connecting high school to the real world (pp. 23–28). Tampa, FL: University of South Florida. (ERIC Document Reproduction Service No. ED407586)
- [3] Martin, N., & Baker, A. (2000). Linking work and learning toolkit. Portland, OR: worksystems, inc., & Portland, OR: Northwest Regional Educational Laboratory.
- [4] Eng, P.C.; Khalil-Hani, M., "FPGA-based embedded hand vein biometric authentication system," in TENCON 2009 - 2009 IEEE Region 10 Conference , vol., no., pp.1-5, 23-26 Jan. 2009.
- [5] Jimenez. Moreno R., "Robotic explorer to search people through face detection," Engineering Mechatronics and Automation (CIIMA), 2014 III International Congress of, Cartagena, 2014, pp. 1-4.
- [6] Dickinson, K.P., Soukamneuth, S., Yu, H.C., Kimball, M., D'Amico, R., Perry, R., et al. (1998). Providing educational services in the Summer Youth Employment and Training Program [Technical assistance guide]. Washington, DC: U.S. Department of Labor, Office of Policy & Research. (ERIC Document Reproduction Service No. ED420756)
- [7] Bottoms, G., & Webb, L.D. (1998). Connecting the curriculum to “real life.” Breaking Ranks: Making it happen. Reston, VA: National Association of Secondary School Principals. (ERIC Document Reproduction Service No. ED434413)
- [8] Moursund, D., Bielefeldt, T., & Underwood, S. (1997). Foundations for The Road Ahead: Project-based learning and information technologies. Washington, DC: National Foundation for the Improvement of Education. Retrieved July 10, 2002, from <http://www.iste.org/research/roadahead/pbl.html>
- [9] Jobs for the Future. (n.d.). Using real-world projects to help students meet high standards in education and the workplace [Issue brief]. Boston, MA: Author, & Atlanta, GA: Southern Regional Education Board. Retrieved July 9, 2002, from <http://www.jff.org>
- [10] Sefat, M.S.; Khan, A.A.M.; Shahjahan, M., "Implementation of vision based intelligent home automation and security system," in Informatics, Electronics & Vision (ICIEV), 2014 International Conference on , vol., no., pp.1-6, 23-24 May 2014.
- [11] Ravibabu, V.; Krishnan, N., "A vary approach to face recognition veritable mechanisms for Android mobile against spoofing," in Computational Intelligence and Computing Research (ICCIC), 2014 IEEE International Conference on , vol., no., pp.1-4, 18-20 Dec. 2014.
- [12] Qian Tao; Veldhuis, R., "Biometric Authentication System on Mobile Personal Devices," in Instrumentation and Measurement, IEEE Transactions on , vol.59, no.4, pp.763-773, April 2010.
- [13] J. M. Robinson, C. Beltran and C. Barrios, "Sistema de visión de máquina para seguridad electrónica móvil", 2016 IEEE Biennial Congress of Argentina (ARGENCON), Buenos Aires, Argentina, 2016, pp 1-4.