

# Enseñar Programación a niños, jóvenes y adultos usando la plataforma Arduino

Ing. Esteban Arias-Méndez  
Escuela de Computación  
Tecnológico de Costa Rica  
Cartago, Costa Rica 159-7050  
esteban.arias@tec.ac.cr

M.Sc. Gabriela Pereira-Carpio  
Centro Infantil y Juvenil  
Fundación Parque Metropolitano La Libertad  
San José, Costa Rica  
gpereira@parquelalibertad.org

**Abstract**—Computer programming nowadays is one of the most important skill to learn for the future. Here are some insights about the experience of teaching programming to kids, young and adult people on a different way of the traditional class using a more interactive tool to attract a better attention and interaction about the programming concepts. This is achieved with the use of the Arduino platform. During this process we have applied different tools to test the better way for the students to get the skills in a natural way. We also review some of the problems found about the use of the English language in programming languages for a not native English speaking people. High level programming languages are used to say they are high level because the language "looks" like natural language; however, for non native English speakers this is not always true, specially when this is applied to kids. We propose then the use of different tools to teach programming, beyond the language of the students.

## I. INTRODUCTION

Tradicionalmente para enseñar a programar sistemas basados en computadoras se usa la estrategia de abstraer ideas acerca de un problema a resolver, describir la solución paso a paso, diagramar o esbozar la estructura de la solución, entre otros. Luego de haber hecho esto, se traducen las ideas, codificándolas usando un lenguaje de programación. Esta estrategia requiere que la abstracción ocurra en el pensamiento del programador lo cual no es tan fácil de lograr. Por otro lado, el aprender a programar puede considerarse como un buen entrenamiento para el desarrollo del razonamiento en sí mismo. Esta habilidad es útil como mecanismo para aprender a desarrollar la capacidad de resolver problemas de forma ordenada, consciente y con un mayor grado de análisis, buscando responder interrogantes de la mejor manera posible. Con la forma en que la tecnología domina cada vez más nuestras vidas, el aprender a programar ya no es solo una buena idea, sino una habilidad esencial para la vida cotidiana y para una movilidad social ascendente en el corto, mediano y largo plazo. El profesor Mitchel Resnick del MIT ha indicado que: así como hace unos años era importante que los niños aprendieran a leer y escribir, aunque no fueran a trabajar como periodistas o escritores, era una necesidad para la vida diaria, y que eso es equivalente hoy en día a que los niños aprendan a programar [12]. Agrega el autor que: más importante aún, cuando se introduce a un niño a la programación, en el proceso, él o ella no solo está aprendiendo a programar código, sino que

está codificando para aprender [12].

En un artículo del Huffington Post [16] el autor señala que: codificar construye confianza en la propia habilidad para aprender y crear, así como orgullo al crear algo, opuesto a otras formas de aprender, que puede causar confusión y frustración en el aprendizaje. Así, Vidcode [17] es un sitio web que enseña programación mediante videos en redes sociales para llegar a jóvenes.

Durante el año 2016, en el marco de un convenio de colaboración entre el TEC de Costa Rica y el Parque La Libertad (en adelante PLL) en Desamparados, San José de Costa Rica, se inició el ejercicio de enseñar a programar a casi 50 niños de 9 años en adelante, utilizando la plataforma de código abierto y bajo costo Arduino [1]. En el año 2015 también se había impartido en el TEC talleres similares, pero en este caso a adolescentes y adultos. De estos talleres se concluyó entre otras cosas que, en los impartidos a niños, la herramienta para programar utilizada no fue la más apropiada, esto entre otras cosas por ser un ambiente tradicional de programación, con una interfaz en texto plano y principalmente porque la sintaxis del lenguaje de programación de Arduino es en inglés. Sin embargo, el Arduino en sí es un componente atractivo para incentivar el deseo de aprender programación debido a su facilidad de combinar componentes e interacción inmediata y tangible por parte de quien la usa.

Se enfrentó el problema que los niños debían aprender una estructura descriptiva de razonamiento muy estructurado como lo es un lenguaje de programación, además aprender el significado de palabras en inglés, para así poder comprender mejor lo que hacían. Por esta razón, la premisa hoy en día que indica que los lenguajes de programación de "alto nivel" son aquellos que se acercan o asemejan más al lenguaje natural, es un ideal que se aleja de la realidad sociocultural y educativa para los niños que no hablan inglés y genera barreras para aprender estructuras de razonamiento estructurado y abstracto. Situación similar se presentó en un taller dado a 30 niños en la zona rural de Guácimo de Limón, Costa Rica en el proyecto Cultivarte del Banco Davivienda y la Municipalidad de Guácimo.

Por otro lado, a nivel global, iniciativas como la Hora de Programación (Hour of Code) [7] en el marco de la celebración de la Semana Educativa de las Ciencias de la Computación

(csedweek.org); de la organización Code, se dedican a la visión de llevar a todos los estudiantes la oportunidad de aprender a programar, esto gracias a la donación de millones de dólares de filántropos, corporaciones, fundaciones e individuos particulares. Según se puede leer en su sitio web code.org ya ha alcanzado a decenas de millones de estudiantes en más de 180 países mediante una introducción de 1 hora dedicada a las ciencias de la computación y en particular a la programación.

En el sitio web de Hour of Code [7], habla acerca del porqué de ciencias de la computación y señala: “Todos los estudiantes deben tener la oportunidad de aprender Ciencias de la Computación. Ayuda a fomentar las habilidades de resolución de problemas, la lógica y la creatividad. Introducir a los estudiantes de forma temprana en las ciencias de la computación, les permitirá disponer de conocimientos imprescindibles en el siglo XXI; fundamentales sea cual sea su futuro desarrollo profesional.”

La experiencia desarrollada a lo largo del 2016 con los niños y niñas del Parque La Libertad y Cultivarte señala que es posible proveer una estrategia de aprendizaje en torno a la programación que sea más dinámica y menos abstracta; donde el conocimiento se aplique y se ponga a prueba con resultados inmediatos para facilitar la comprensión y asimilación de los estudiantes, independientemente de su edad. Por ahora, el único requisito que se debe de considerar es que la persona pueda leer y escribir. Posteriormente se exploraran otras formas para desarrollar actividades y talleres incluso para los más pequeños o personas que no sepan leer y escribir.

En nuestro caso, la estrategia metodológica que se propone está basada en una interacción inmediata entre el estudiante y su entorno de aprendizaje. El curso sobre Programación con Arduino que se brinda, y en especial para el caso de los niños del PLL, ha sido una introducción a conceptos básicos en programación y circuitos eléctricos.

Como se ha mencionado el principal obstáculo encontrado no tiene que ver con las destrezas intelectuales o motoras de las personas participantes, sino con una barrera de idioma que no se había considerado inicialmente. De esta forma se presentan alternativas y algunas soluciones que proponen una estrategia metodológica para enseñar conceptos que, por su naturaleza son abstractos, de forma más tangible y amigable, y que el idioma no sea una limitante para aprender desde cualquier edad.

Actualmente se evalúan varias herramientas que hacen uso de estrategias que mejoran la comprensión del estudiante y a la vez usan interfaces en lenguaje Español, tanto para el uso de la herramienta como en el código de programación que se puede usar. Algunas de estas herramientas son: Arduino Blocks [2], Blockly de Google [5], Scratch for Arduino (S4A) del MIT [6], Makeblock [9], Scratch [10] y Visualino [13].

Por otro lado se desea incursionar en herramientas de programación más avanzadas y orientadas a la robótica, como el caso de éxito que ha emprendido el proyecto Robobo [4] del Grupo Integrado para la Investigación en Ingeniería, Universidad de la Coruña, España.

Recientemente con el Internet de las cosas, una clase de

dispositivos usualmente más pequeños, con características variadas como: menos capacidad de procesamiento, más económicos, que se pueden conectar a internet, recolectan información a través de diversos sensores y de muy bajo consumo energético. Todo éstos también requieren ser programados.

En esta gama de nuevos dispositivos se encuentra la plataforma de bajo costo y código abierto (open-source) llamada Arduino [1] desde hace más de 10 años nace basado en el proyecto doctoral Wiring del colombiano Hernando Barragán en el Interaction Design Institute Ivrea (IDII), Italia. El proyecto italiano derivado, Arduino, ha revolucionado la forma en como personas, que no tienen conocimiento técnico sobre computadoras, programación o cómo realizar circuitos eléctricos, pueden hoy en día, con una instrucción de pocas horas y sin experiencia previa, empezar a programar y probar circuitos que involucran sensores y utilizar los datos que capturan para procesarlos y generar resultados o producir salidas en dispositivos que pueden generar una experiencia muy interactiva con el usuario como luces, motores, sonidos, etc. Para esto, el usuario debe utilizar el lenguaje de programación de Arduino. Este lenguaje es de forma nativa en inglés.

Arduino es el nombre general que se le da a las placas de circuitos impresos que junto a un microcontrolador (versión simplificada de un microprocesador), memoria y otros componentes electrónicos de bajo costo facilitan la utilización de la electrónica y la programación en sistemas pequeños, también llamados empotrados, en proyectos multifuncionales.

## II. POBLACIÓN Y COMUNIDADES

El Parque La Libertad (PLL) es un proyecto del Ministerio de Cultura y Juventud (MCJ) creado en el 2007, como respuesta a la necesidad de generar espacios de interacción positivos que permitan la gestión de proyectos artísticos y culturales: tecnología, recreación, ambiente, danza, música, cultura urbana, capacitación técnica, con salidas comerciales y emprendedoras. El mismo es gestionado en alianza público privada por la Fundación Parque La Libertad y dirigido a personas de todas las edades, pero con un especial énfasis en las personas jóvenes las cuales se encuentran en condiciones de vulnerabilidad social y económica y habitan algunos de los cantones más densamente poblados del país.

Es un espacio cultural único, de 32 hectáreas, con características particulares en su modelo de gestión, que permite la transformación de comunidades en condición de vulnerabilidad social, económica y ambiental ubicadas en la zona sur de la Gran Área Metropolitana (GAM), San José, Costa Rica.

El PLL se ha organizado en cuatro áreas o ejes de actividades, las cuales son complementarias, pero además brindan atención de manera particular a temáticas y necesidades específicas de la población.

Estos ejes son:

*Artístico:* a través de la Escuela de danza, teatro y circo, el Sistema Nacional de Educación Musical (SINEM) y el Centro de Tecnología y Artes Visuales (CETAV).

*Ambiental:* rescate de las zonas verdes a través de la arborización y siembra de especies nativas de la zona entre otros mediante: Programa de Gestión del Paisaje y Programa de Gestión de Educación Ambiental (CEGEA) y Programa de Educación Ambiental Escolar (PEAE).

*MiPymes:* fomenta la creación y consolidación de emprendimientos por medio de la capacitación en gestión empresarial a emprendedores y MIPYMES de base cultural y ambiental.

*Promoción y Desarrollo Comunitario:* promueve el desarrollo humano integral de los niños, adolescentes, jóvenes, mujeres y adultos mayores, por medio de su vinculación a diversos espacios de formación, capacitación, deporte y recreación. Se subdivide en tres áreas de gestión: comunitaria, juventudes y desarrollo social. Esta última está compuesta por cuatro programas: Mesa de Coordinación para la Prevención y Atención del Embarazo en Adolescentes, el Programa de Educación Abierta, el Programa de Habilidades para la Vida y el Centro Infantil y Juvenil.

#### A. Centro Infantil y Juvenil (CIJ) del PLL

Es un proyecto de inclusión social de educación no formal que brinda una oferta variada de servicios educativos innovadores, lúdicos y creativos, que busca potenciar en las personas menores de edad, cambios en sus actitudes, hábitos, conductas y valores, así como la adquisición de mecanismos, habilidades y recursos que mejoren su calidad de vida.

El CIJ es un espacio de apoyo y complemento al aprendizaje dado en los centros de educación formal para la permanencia y reinserción del estudiantado; pero a su vez, al ser un aprendizaje que se da fuera del sistema educativo formal, se convierte en una puesta alternativa e innovadora que brinda otro tipo de experiencias en un entorno diversificado y que potencia nuevas formas de aprender, crear y experimentar.

Esta iniciativa está enfocada en la atención de personas menores de edad a partir de los 4 años y hasta los 18 años.

La atención de la población beneficiaria, se organiza por medio de servicios dirigidos a los centros educativos y a la comunidad en general con una oferta variada de clubes educativos en temáticas como promoción de la lectura, expresión creativa, inglés y estimulación musical, estilos de vida saludable, robótica y programación, ciencias y medio ambiente, tutorías educativas, entre otros.

Es importante mencionar que algunos programas cuentan con el acompañamiento de los padres, madres o encargados de las personas menores de edad, esto con la finalidad de que se involucren y adquieran conocimientos básicos para que así puedan apoyarse mutuamente y logren apropiarse de la información convirtiéndola en hábitos o prácticas cotidianas.

#### B. Contexto Socio-económico de las comunidades aledañas al PLL

El PLL está ubicado en el cantón de Desamparados y su zona de influencia inmediata contempla a su vez a los cantones de La Unión y Curridabat.

Desamparados es el cantón número de 3 de la Provincia de San José, está constituido por 13 distritos y es el cantón más poblado del Gran Área Metropolitana (según el Censo 2011, posee una población de 33.866 habitantes y 10.380 viviendas, un promedio de 3,26 residentes por vivienda).

El cantón de La Unión pertenece a la Provincia de Cartago y es el cantón número 3 con una población estimada de 105.612 habitantes. Le caracteriza que a pesar de ser el cantón más pequeño a nivel territorial, es el más densamente poblado, lo que también repercute en su desarrollo humano y social.

El cantón de Curridabat es el número 18 de la Provincia de San José, con una población de 65.206 habitantes, según censo 2011. El mismo, cuenta con condiciones sociales muy favorables; sin embargo, en los últimos años, ha recibido un alto porcentaje de inmigración y migración, que en su mayoría, se ha ubicado en el distrito de Tirrases, una de las poblaciones aledañas al PLL, lo que ha generado nuevas dinámicas y presiones sociales.

El Diagnóstico de Consumo Sociocultural de la zona de influencia del Programa Conjunto, elaborado por UNESCO [14] en el marco de la Ventana de Cultura y Desarrollo en el año 2009, circunscrito a las comunidades aledañas al PLL, arrojó información valiosa respecto al grado de instrucción, intereses y dificultades de estudio de los jóvenes de la zona. A nivel general logró determinar:

- 1) Grado de instrucción de la población con mayores porcentajes en la franja de primaria completa, 31.2% de mujeres respecto a 30.3% de los hombres.
- 2) La situación decrece conforme avanza el nivel educativo.
- 3) Secundaria incompleta, aproximadamente un 25% de hombres como de mujeres no han logrado finalizar este ciclo.
- 4) Un cuarto de la población no cuenta con bachillerato en educación media, requisito mínimo necesario para lograr empleabilidad.
- 5) Un 54% de los jóvenes no estudian, ello a pesar de haber consignado una percepción positiva sobre la calidad de la educación pública en el país.
- 6) El desinterés en el estudio formal (38.2%) y la necesidad de trabajar (24.9%) son las principales causas de no estudio.
- 7) Del 46% de jóvenes que sí estudian, una cuarta parte de ellos ha repetido algún año de secundaria. Para estos jóvenes, pensar en el futuro constituye el motivo principal por el cual estudian

Es importante resaltar que el PLL ha venido desarrollando un trabajo articulado y complementario, tanto con iniciativas de Gobierno como con el sector privado, cuenta con casi un centenar de aliados estratégicos, sin duda alguna, es uno de los factores de éxito y buenas prácticas dadas en el PLL.

Invertir en niñez y adolescencia constituye un imperativo de cualquier país que apueste por su progreso y por su desarrollo. El Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia destaca en su estudio La Inversión social pública en la Infancia 2000-2008 que "los recursos que se dirigen a la población infantil son una inversión social, ya que es en esa etapa de la vida

donde se crean las principales capacidades y se integran los principales valores y normas de conducta que los facultará para una adecuada integración y participación en la sociedad” [15]

Dentro de la oferta programática del CIJ, se han incluido servicios que promuevan el desarrollo de habilidades sociales como el trabajo en equipo y competencias como la innovación, la creatividad y el desarrollo del pensamiento lógico-matemático.

Para ello se ha utilizado a la programación y la robótica como un medio para el desarrollo de dichas destrezas. Es acá donde se enmarca el trabajo, que de manera conjunta con la Escuela de Computación del TEC Costa Rica durante el 2016, se inició con diversas actividades dirigidas a niños entre los 4 y 18 años.

A partir del objetivo de potenciar estos servicios, en el CIJ se han desarrollado actividades variadas a lo largo del año 2016 y lo que llevamos de este 2017, agrupadas en tres tipos:

1) *Actividades de experimentación:* Se descubren conceptos básicos de robótica y la programación a partir de estaciones de juego y exploración de otras áreas como la impresión 3D y la electrónica. Estos servicios son libres y se puede asistir a uno o varios de ellos, sin ninguna limitación o inscripción previa.

En el transcurso del 2016, se realizaron 5 actividades de este tipo: 4 de ellas los días sábados; en este tipo de actividades participaron 52 niños en edades entre los 5 y 14 años (18 mujeres y 34 hombres). Asimismo se celebró el día del niño y la niña entre tecnología y diversión con el apoyo de la empresa Pulse; a esta actividad asistieron cerca de 96 personas menores de edad.

2) *Talleres introductorios a la programación utilizando Arduino:* En abril 2016 durante 4 sesiones semanales gratuitas, de 3 horas cada uno, para casi 50 niños, los mismos fueron impartidos por estudiantes de la Escuela de Computación del TEC y el profesor Esteban Arias. Se han realizado otros talleres de este tipo donde han participado 64 personas (51 niños y 13 niñas).

3) *Club de programación y robótica:* Espacios semanales continuos de una duración aproximada de 3 meses, para el aprendizaje y práctica de la programación y la robótica, en donde se ahonda los conocimientos adquiridos en los talleres introductorios y se desarrollan proyectos conjuntos. En este club educativo participaron 49 niños con edades entre los 9 y 14 años (8 mujeres y 41 hombres).

Sobre la población beneficiaria de estas acciones, es importante mencionar que 148 de estos participaron de actividades de experimentación y 165 en programas más continuos de aprendizaje. De estas 165 personas beneficiarias de programas únicamente el 23,6% son mujeres (39 niñas). La mayoría en edades entre los 8 y 11 años

### III. ESTRATEGIA METODOLÓGICA PROPUESTA

#### A. *Deconstruir - modificar - ajustar - reconstruir*

Aunque inicialmente la idea base de los talleres parte del hecho de enseñar Arduino como tal: sus conceptos básicos,

armar circuitos, conectar y usar sensores, etc, se descubre durante el avance del desarrollo de los mismos, que lo realmente importante para que un proyecto a futuro sea más avanzado y tenga éxito es el nivel de conocimiento que debe adquirir un estudiante al programar.

Es entonces que se observa en el uso de la plataforma Arduino un vínculo fuerte que sirve como una herramienta útil para promover el interés en la programación. Los componentes y sensores de Arduino lo hacen muy llamativo y su uso es de rápida absorción de aprendizaje para los estudiantes y usuarios. Al tener los estudiantes una retroalimentación inmediata, principalmente mediante la interactividad que proveen sus elementos, motiva a los estudiantes a la experimentación, crear escenarios diferentes a los propuestos, hacer pruebas distintas a las de un guión dado por el instructor. Y promueve de forma más ventajosa un aprendizaje más integral, más dinámico y más entretenido, incluso para los más pequeños.

#### B. *Arduino vs Abstracción al programar frente a una pantalla*

El atractivo principal de la plataforma, además del bajo costo y su facilidad de uso, es principalmente el hecho de que los estudiantes pueden poner en práctica de forma inmediata lo que aprenden. Los resultados son visibles y tangibles al usuario. Esto permite tener retroalimentación instantánea sobre lo que se ha desarrollado, bien o mal, de forma más tangible que abstracta lo que permite al estudiante asimilar de forma más rápida y con una experiencia más natural lo que está aprendiendo. Adicionalmente la plataforma da rienda suelta a la experimentación, lo que promueve la creatividad. Agregar o cambiar componentes sin necesidad de hacer mayores cambios estructurales permite a la persona usuaria nuevamente asimilar de mejor manera lo que aprende y poder ir más allá de lo que se le ha enseñado de forma vertical. El proceso se convierte en un trabajo horizontal estudiantes-instructor, ya que muchas veces los cambios propuestos por los estudiantes se salen del libreto, haciendo que se tenga que trabajar en una solución en el momento, poniendo en práctica lo aprendido y generando necesidad de querer conocer más y mejor las herramientas y lo que se puede hacer.

En este proceso de enseñanza-aprendizaje se eliminan los temores que pueden tener algunos estudiantes al no poder reproducir de forma exacta algunos ejercicios dados por el instructor. Sino que más bien, se brinda una guía de los aspectos técnicos claves y es el estudiante mismo el que aplica los conocimientos base y desarrolla su propio escenario y caso, muchas veces dando paso a múltiples versiones y casos posibles aplicados por los estudiantes. Este proceso lo podemos ver como una adecuación oportuna de las tecnologías aplicadas en el proceso de aprendizaje.

#### C. *Compartir experiencias*

Los resultados que se han obtenido hasta ahora han sido satisfactorios en la respuesta de los estudiantes, al observarlos avanzar por su cuenta hacia nuevos retos, planteándose interrogantes sobre las posibilidades en que se podría aplicar o usar algún elemento del material brindado. Esta curiosidad

es la acción que genera la necesidad de querer aprender más y de una manera que no es impositiva o restringida del conocimiento sino más bien que fluye de forma natural.

Se han podido observar los logros alcanzados por los niños del CIJ en el PLL, al constatar mediante la realización de diversos proyectos guiados, el avance alcanzado por los niños en la implementación y resolución de los problemas planteados.

Es interés nuestro que esta experiencia positiva alcanzada con los grupos de trabajo en el PLL se pueda expandir a más grupos, otros centros educativos y otras comunidades. No solo replicar, sino sugerir y que se adopte a cada espacio y comunidad para apropiarse y mejorarlo.

Martínez [8] propone la Responsabilidad Social Educativa como: la disposición voluntaria de la institución educativa que, como espacio natural de posibilidades sociales, favorece el despliegue de sus miembros hacia los demás y el entorno, y puede ser medida por medio de evidencias estandarizadas.

Es acá donde la Universidad debe ser un agente promotor de cambio al aplicar el conocimiento que se tiene y se construye en actividades de beneficio para poblaciones mayores, más allá de los estudiantes, como la comunidad y la sociedad en general. En este proceso se involucran a los estudiantes que, como futuros profesionales, se pueden sensibilizar sobre las múltiples realidades de las necesidades de la sociedad. Esto genera un valor de conciencia y responsabilidad social mayor en cada uno como persona y profesional.

Se desea que las experiencias aprendidas y el proceso metodológico que se trabaja actualmente pueda mejorarse y que sea ampliado. Que centros educativos en el país puedan involucrarse en el futuro cercano y puedan aplicar la estrategia metodológica de enseñanza de las ciencias de la computación y en especial acerca de la programación que hemos ido creando.

#### *D. Eventos realizados: Lecciones aprendidas*

Para brindar un contexto al lector se brindan acá breves descripciones de algunos eventos o actividades llevados a cabo y herramientas utilizadas durante los procesos descritos.

1) *Uso de Kit oficial Arduino*: En primer lugar se debe mencionar que la mayor parte de los talleres brindados se han basado en el uso del kit oficial de Arduino, el cual provee una placa Arduino UNO para trabajar y algunos elementos básicos para desarrollar circuitos con elementos simples como luces LED, motores y algunos sensores simples. El kit utilizado está acompañado de un manual en español que brinda una serie de ejercicios paso a paso que le dicen al usuario cómo armar los circuitos y el código fuente que debe utilizar para programar el Arduino y que funcione de la forma esperada. Las explicaciones en el manual son en realidad muy básicas, reuniendo únicamente conceptos básicos y generales. Para una mayor comprensión de cada laboratorio, y en especial para personas que no son expertos en computación o en programación, se debe hacer un abordaje más amplio dando una clase o explicación oral en cada momento.

La razón principal de usar el kit es debido al libro que se encuentra en español, está bien ilustrado a colores con

gran contenido gráfico y brinda paso a paso “recetas” de los ejercicios dados. La desventaja del material es que no hace un abordaje previo para introducir la programación como tal. Simplemente brinda al usuario el código fuente que debe usar en cada ejercicio, haciendo una muy breve explicación de las partes del mismo y el propósito; pero esto no generará en el estudiante el conocimiento necesario para que este pueda luego de una forma productiva escribir nuevo código para solucionar problemas diferentes.

Se debe tener en cuenta también que en un principio el propósito pensado para los talleres era enseñar Arduino como tal; cuando empezamos a trabajar con los niños nos damos cuenta que en realidad lo que debemos enseñar es programación utilizando como base Arduino para facilitar su comprensión.

2) *Talleres CIJ, PLL*: La mayor parte de todas las actividades realizadas durante el 2016 y en lo que va de este año 2017 se han centrado en el CIJ del PLL. Ahí empezamos en abril del 2016 con los talleres gratuitos para 50 niños, se desarrollaron otros eventos cortos en varios sábados, se colaboró en la realización del día del niño y la niña y se dio inicio a un club de programación con 3 grupos de entre 12 y 20 estudiantes durante 3 meses. Actualmente estamos en el proceso del club con 2 grupos nuevos.

#### *3) Otras experiencias:*

*Cursos Casa Cultural Barrio Amón TEC.*: La segunda actividad más frecuente son los cursos-taller que se han brindado en la Casa Cultural Barrio Amón del TEC en San José. Se han impartido desde mediados del 2015. Son cursos cortos abiertos a la sociedad. En estos cursos se han matriculado desde estudiantes de colegio, personas pensionadas, profesores de colegio y universidades, empresarios, artistas plásticos y de artes dramáticas, diseñadores, y estudiantes de arquitectura, por mencionar algunos. Las experiencias generales siempre han sido positivas. Los estudiantes aprenden los conceptos básicos de Arduino, su programación y los elementos básicos para proyectos simples.

*Guácimo - Cultivarte*: A raíz de los talleres dados en el PLL, el Banco Davivienda nos invitó a realizar una actividad en el primer centro del Proyecto Cultivarte que abrieron en el país en Guácimo de Limón. Acá se brindaron dos talleres de circuitos con Arduino de 3 horas cada uno, a cerca de 25 niños de la zona, además se realizaron otras actividades tipo juegos para enseñar conceptos básicos de computación a niños usando como base el manual “Computer Science in a box” desarrollado por el National Center for Women and Information Technology [11]. El interés mostrado por estos estudiantes, en su gran mayoría de primaria, fue notorio. Los niños mostraron interés en poder contar con dicho equipo para seguir trabajando con el mismo de forma personal. En ese momento, el único material que pudimos dejar fue la referencia a una herramienta digital en línea llamada Circuits.io [3], que funciona de forma gratuita y brinda un simulador de Arduino que puede ser programado y correr dichos programas en línea, además de poder agregarle diversos conectores y sensores de forma virtual.

*Talamanca:* En giras realizadas con el apoyo de la Escuela de Computación del TEC y gracias al contacto de la Oficina de Equidad de Género visitando la comunidad indígena Amubri en Talamanca y con la colaboración voluntaria de estudiantes de computación principalmente del curso de Computación y Sociedad de la profesora Adriana Álvarez y otros estudiantes entusiastas; se trabajó en la última visita con el objetivo de desarrollar conceptos básicos de computación con niños de primaria de la zona. Durante varias horas se desarrollaron ejercicios basados en el mismo material “Computer Science in a box” [11] mencionado previamente. Todo el material preparado por los voluntarios se dejó en la biblioteca del centro comunitario en la Casa de las Mujeres.

*Practicantes CTP Aserri:* A finales del 2016 se recibieron en el Parque a 12 estudiantes de las carreras de Electrónica e Informática del Colegio Técnico Profesional de Aserri para realizar su práctica profesional supervisada de 2 meses. Se les propuso realizar proyectos basados en Arduino que fueran usados por el CIJ. Los estudiantes fueron capacitados en Arduino y otras herramientas durante su estancia. Para el plazo de tiempo establecido, los resultados alcanzados fueron satisfactorios como un primer intento de aplicar una metodología diferente a la acostumbrada en estos procesos de práctica en colegios técnicos. Acá se contó con el gran apoyo del profesor del CTP Rafael Contreras.

#### *E. Obstáculos en el tiempo*

Siempre que se quiere hacer algo nuevo y diferente se debe aprender en el proceso. Se busca siempre minimizar los riesgos pero es natural que afloran aspectos no considerados previamente o que antes no habían sido mayor riesgo.

1) *Idioma:* A pesar de haber trabajado previamente con diversos grupos, muy heterogéneos en áreas de interés y edades, las herramientas como tal siempre habían sido bien recibidas por los estudiantes. Sin embargo en el caso de los niños en el PLL, y que también se presentaron en Guácimo, los principales problemas afrontados fueron:

i. El ambiente de texto plano para programar fue percibido por la mayoría como algo “aburrido” y “poco llamativo”. En referencia al IDE o interfaz de programación del Arduino que es básicamente una ventana de fondo blanco con texto plano sobre esta.

ii. El idioma inglés en las palabras claves del lenguaje de programación hacía más difícil de comprender el código de programación.

Se debe tener presente que los niños están aprendiendo una estructura descriptiva de razonamiento que dista mucho de forma de prosa del lenguaje natural y su sintaxis. El aprender esta nueva estructura es el primer reto para quien aprende a programar. Si a esto sumamos que las instrucciones o palabras claves están en inglés podemos determinar fácilmente que el nivel de comprensión requerido es mucho mayor.

2) *La robótica en el país:* En el país se puede palpar que ha habido un creciente interés por la robótica en especial por el auge de eventos como las Olimpiadas Mundiales de Robótica y para la cual Costa Rica será la sede este 2017. Este es un

evento privado promovido por la compañía Lego que fabrica los mundialmente conocidos bloques para construir. Para poder desarrollar robótica, un estudiante, además de aprender a armar cosas con las diferentes partes o piezas que posea, debe, principalmente, aprender a programar para que su nuevo robot pueda hacer lo que éste desee.

El hecho que la mayoría de las personas en algún momento hayan empleado Lego y que esta marca provea ahora una plataforma denominada Mindstorms para realizar programación básica para construir diversos robots usando piezas de Lego, ha hecho que muchos quieran aprender dicha plataforma. Incluso el gobierno ha invertido muchos millones de colones en la compra de kits para distribuirlos en centros educativos en todo el país.

Aunque Lego es una plataforma fácil de usar, encontramos varios problemas con el uso de la misma.

i. El principal de los problemas es el elevado costo de cada kit. Cada uno se puede conseguir en el mercado local en un valor alrededor de los \$500 el kit básico, el kit de extensión por un valor cercano a los \$400 para poder realizar proyectos mayores. Estos precios distan mucho de los \$25 que vale un Arduino original o los \$5 que pueden costar versiones genéricas. Y si hablamos de kits, con unos \$50 se puede conseguir un kit amplio con muchos componentes para trabajar.

ii. El segundo de los problemas es que Lego es una plataforma cerrada, la mayoría de los productos interesantes para proyectos como los sensores deben ser compatibles con Lego, y de momento solo la misma compañía los fabrica y el costo es elevado también.

Debemos mencionar también que es cierto que Arduino no viene acompañado con piezas para construir estructuras similares a las de Lego. Pero esto más bien ha abierto espacio a una nueva comunidad de entusiastas, de novatos y otros expertos, a un mundo de posibilidades que les permite crear sus propias soluciones, únicas, originales, reutilizando materiales considerados antes de desecho para sus nuevas construcciones y soluciones de bajo costo. Pero lo más importante: la satisfacción de haber sido creados por ellos mismos, nos referimos a los makers. En este contexto, como se mencionó antes, se desea experimentar también con la plataforma Robobo [4].

#### *F. Proceso Horizontal*

Todos los procesos de enseñanza se han implementado buscando una estrategia horizontal entre el instructor y los estudiantes. Tomar lo mínimo de la clase magistral para reducirlo a una explicación breve, concisa e introductoria a algunos concretos básicos e inmediatamente ponerlos en práctica dando el control del proceso al estudiante. Esto da paso a que el instructor y los asistentes de cada taller acompañen 1 a 1 a los estudiantes, aclarando dudas puntuales en lo que van haciendo, resolviendo problemas en frente de ellos en su propio espacio de trabajo.

Como se ha mencionado antes, una vez que los estudiantes alcanzan el reto u objetivo propuesto se observa que, sin necesidad de más indicaciones, empiezan a hacer cambios,

pruebas en sus pequeños proyectos, dando paso a la experimentación y su propia creatividad. Nuevas dudas surgirán, y es acá donde el instructor o un asistente atienden de forma personalizada las interrogantes. Pero lo más importante, el nivel de comprensión alcanzado por los estudiantes es casi inmediato.

#### G. Estrategias metodológicas para generar destrezas

En esta estrategia metodológica que se ha desarrollado no se realiza un proceso de evaluación tradicional. Se cree en el aprender haciendo. El bajar el nivel de abstracción de ideas al programar y tener de forma tangible resultados es una forma inequívoca de ver y medir el progreso de los estudiantes. Se busca que el aprendizaje sea más natural, tranquilo y amigable.

#### IV. PLANES FUTUROS

Este proceso iniciado a lo largo del 2016, continúa activo durante este año con grupos de niños actualmente en club de programación y otras actividades planeadas para el resto del año con centros educativos. Esperamos poder seguir extendiendo esta experiencia y estrategia metodológica propuesta a otros centros dentro y fuera del país.

#### A. Manual para el curso

Una de las metas más importantes que se desea alcanzar es poder crear un manual, guía o libro de apoyo autocontenido que sirva a un instructor o guía empezar a desarrollar por su cuenta esta experiencia con nuevos grupos. Esta guía no será un manual más de cómo usar Arduino, sino una herramienta para introducir conceptos de computación y programación de computadoras usando como herramienta sugerida Arduino.

#### B. Proyecto voluntariado TCU - Escuela Computación TEC

Actualmente se está iniciando un plan piloto para desarrollar trabajo comunitario universitario o TCU en el TEC en el cual participa la Escuela de Computación. Como parte de este proceso se ha propuesto un trabajo de voluntariado en el cual se capacitarán estudiantes de la carrera de ingeniería en computación para que sean instructores de programación usando Arduino, tomando como base las experiencias previas que hemos desarrollado hasta ahora. Estos grupos de estudiantes generarán visitas a centros educativos o lugares comunitarios para brindar talleres gratuitos de programación. El objetivo es capacitar nuevos instructores para que estos enseñen a otros y ampliar el trabajo planteado.

#### V. CONCLUSIONES

Al finalizar el año 2016 y gracias a un informe preparado a lo interno de CIJ pudimos constatar que lo que inició como una idea de colaboración para una actividad culminó siendo el inicio de un proyecto mucho más amplio que sigue aún en desarrollo. Con poca planificación logramos impactar a más de 250 niños de las comunidades aledañas al Parque La Libertad y en Guácimo de Limón. Así como el trabajo colaborativo alcanzado con otros estudiantes del CTP de Aserrí. Se dio inicio a un proceso más formal mediante los

clubes de programación en el PLL que han continuado este año.

Con miras a mejorar las experiencias alcanzadas en pro de llegar a más estudiantes y de mejor manera es que continuaremos ampliando y desarrollando este proceso.

Con este problema en mente se requiere organizar y consolidar este tipo de actividades involucrando nuevos agentes participativos del trabajo (que hasta ahora se ha realizado de forma aislada), para tener un abordaje más integral, constructivo, dialógico e interdisciplinario. Con ello se busca brindar soluciones a los procesos de enseñanza-aprendizaje en la programación, usando Arduino como ayuda, en contextos acordes con las condiciones socio-culturales y pedagógicas de Costa Rica en el contexto latinoamericano. Para ello se busca brindar herramientas oportunas y adecuadas en los procesos de enseñanza-aprendizaje para la construcción de estructuras de razonamiento creativo, lógico-deductivo, concreto y abstracto por medio de lenguajes adecuados para niños y niñas de todas las edades.

#### ACKNOWLEDGMENT

Los autores quisieran agradecer a todas las personas que nos han acompañado en este proceso que nunca ha sido un trabajo individual sino de colaboración y se espera que nuevos cómplices se sigan sumando en este proceso. En especial a los estudiantes: Joseph Salazar Acuña, Alexis González Valenciano y Andrés Durán Rodríguez. Así mismo a la Directora Ejecutiva del Parque La Libertad, doña Dora María Sequeira Picado y al Director de la Escuela de Computación del TEC, Mauricio Arroyo Herrera.

#### REFERENCES

- [1] Arduino. *Arduino*. [Online]. Available: <http://www.arduino.cc>
- [2] Lopez-Almendros, Juan J. *Arduinoblocks*. [Online]. Available: <http://www.arduinoblocks.com/>
- [3] Autodesk. *Circuits.io*. [Online]. Available: [circuits.io](http://circuits.io)
- [4] Bellas, F. et al. . [Online]. Available: <http://theroboboproject.com>
- [5] Google. *Blockly*. [Online]. Available: <https://developers.google.com/blockly/>
- [6] Citilab, MIT. *Scratch for Arduino (S4A)*. [Online]. Available: <http://s4a.cat/index.es.html>
- [7] HourOfCode. *Hour of Code*. [Online]. Available: [hourofcode.com](http://hourofcode.com)
- [8] Martínez, L.M. *Responsabilidad Social y Comunicación Institucional en los Centros Educativos*. Derecom, n° 14, pág. 69-84, 2013.
- [9] Makeblock España. *Makeblock*. [Online]. Available: <https://makeblock.es>
- [10] MIT. *Scratch 3.0*. [Online]. Available: [https://wiki.scratch.mit.edu/wiki/Scratch\\_3.0](https://wiki.scratch.mit.edu/wiki/Scratch_3.0)
- [11] NCWIT. *Computer Science in a box*. [Online]. Available: <https://www.ncwit.org/resources/computer-science-box-unplug-your-curriculum>
- [12] Resnick, Mitchel. *Learn to code, code to learn*. EdSurge, May 2013.
- [13] Ruiz, Víctor R. *Visualino (2014)*. [Online]. Available: <http://www.visualino.net/>
- [14] UNESCO, *Diagnóstico de Consumo Sociocultural de la zona de influencia del Programa Conjunto*. 2009.
- [15] UNICEF, *La Inversión social pública en la Infancia 2000-2008*. 2011.
- [16] Vidcode, *Coding Allows Learning Disabled Students to Shine (April, 2017)*. [Online]. Available: <http://www.huffingtonpost.com/vidcode/coding-allows-learning-disabled-9586838.html>
- [17] Vidcode, *Vidcode*. [Online]. Available: <http://www.vidcode.io/>