

# Estado de la enseñanza de la programación en Costa Rica

Alfonso Troz, Andrés Navas, Pablo Pérez, and Federico Jiménez

Escuela de Ingeniería,  
Universidad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología,  
ULACIT, Urbanización Tournón, 10235-1000  
San José, Costa Rica  
atrozu852@ulacit.ed.cr, anavasa878@ulacit.ed.cr, jperezm027@ulacit.ed.cr, fjimenezg001@ulacit.ed.cr,  
<http://www.ulacit.ac.cr>

**Abstract.** The increasing use of technology by younger generations as part of their daily activities, such as interacting in social networks and playing video games on mobile handheld devices, is reflecting in the efforts to introduce computer programming in education curricula of countries with high education levels.

Costa Rica, ranked 6th by human development index in the Latin-American region by the United Nations in 2014 is no stranger to similar initiatives, thanks to the Ministry of Public Education and the Omar Dengo Foundation in their joint undertaking: PRONIE.

By analyzing the contents of this endeavor and comparing them to acclaimed international equivalents, this work seeks to find Costa Rica's status regarding coding in primary and secondary school classrooms as well as to identify opportunities for future improvement.

**Keywords:** education, computer programming, teaching, coding, children, Costa Rica

## 1 Introducción

Los avances en la tecnología y la informática (en especial las tecnologías móvil y web) influyen de forma particular a los niños y adolescentes. En general, se ha creado un mercado que requiere de un mayor nivel de conocimiento técnico sobre la tecnología y el desarrollo de sistemas por parte de los usuarios. Esto incide en una mayor demanda por parte de las empresas, de personas con conocimientos necesarios (Jang, 1992).

La enseñanza de la programación durante la educación primaria y secundaria estimula desde temprana edad la capacidad para crear aplicaciones. Un país con estudiantes mejor preparados tiene mayores ventajas; brinda beneficios como el ofrecer futuras oportunidades para el crecimiento social y laboral de los estudiantes. Al mismo tiempo, el país se beneficia al incrementar dicha capacitación. Inclusive puede beneficiar al país, con personas jóvenes mejor capacitadas para impulsar con ideas innovadoras, el rápido desarrollo de la tecnología (Brusilovsky & Others, 1994).

Existen iniciativas en algunos países para promover que los niños y adolescentes aprendan a utilizar y desarrollar aplicaciones de baja y mediana complejidad, para computadoras, dispositivos móviles e Internet. Por ejemplo, *Hour of Code* es una de estas iniciativas apoyada por Bill Gates y Mark Zuckerberg en el 2013. Ésta es una organización sin fines de lucro, y su objetivo es habilitar la enseñanza de la programación en más escuelas y colegios. (“Code.org”, 2014a).

Los niños de las escuelas no necesitan saber como funciona una máquina de escribir, lo más importante es qué se puede hacer con ella. (Kraus, 2013) Esto se entiende como a que están enseñando algo pero no todo el potencial que se puede obtener del recurso que estamos aprendiendo.

En Costa Rica, los planes de educación informática en la primaria y la secundaria incluyen el aprendizaje de herramientas como *MicroMundos*, *Scratch* y *Alice* para el desarrollo de aplicaciones sencillas. (“Unicef”, 2014).

También hay programas para la enseñanza de desarrollo de *software* para estudiantes de décimo, undécimo y duodécimo año. En esos programas se define las directrices para la enseñanza de la programación en colegios técnicos; además se determina las herramientas y lenguajes de programación que se enseñará a los estudiantes (“MEP”, 2009).

Por un lado esta investigación lleva a cabo un análisis de los esfuerzos que se realiza a nivel internacional y nacional, con el fin de promover la programación en la educación primaria y secundaria. Por consiguiente, este trabajo busca comparar el enfoque de programas educacionales, proponer mejoras al plan de estudio actual y establecer si es necesario cambiar el perfil del educador.

## 2 Antecedentes

Previo a la década de los ochenta y debido a los altos costos de los equipos tecnológicos, la enseñanza de la computación y por ende, la programación, se impartía prácticamente solo en universidades; es decir, aproximadamente a partir de los 18 años.

A partir de la revolución de la PC y gracias a la reducción de costo de equipos, el acceso a computadores se generalizó, extendiéndose así su enseñanza a otras instituciones aparte de las universidades.

En años recientes, se han popularizado distintas iniciativas que promueven la enseñanza de la programación a niños desde más temprana edad. Éstas no pretenden convertir a todos los niños en programadores, sino desarrollar su capacidad de abstracción, análisis y razonamiento lógico como herramientas para resolver problemas. Se cree que entre más temprana la edad de estimulación, mayor el beneficio a su aprendizaje de las artes, las ciencias, etc. (“Computing at School Working Group”, 2012)

En algunos países, las iniciativas de enseñanza de la programación son impartidas por organizaciones sin fines de lucro, mientras que en otros casos los programas son apoyados por el gobierno.

En Estados Unidos, la Fundación Bill & Melinda Gates es patrocinadora de la iniciativa Hour of Code (“Code.org”, 2014a), con el fin de enseñar programación a los niños de escuelas, en el estado de Washington.

En Reino Unido, se creó la fundación Codeclub.org que fomenta la educación temprana de programación en jóvenes estudiantes en varias escuelas locales. Este club promueve planes de capacitación para profesores y ayuda a crear clubes en otros países (“CodeClub.org”, 2014).

En el año 2012, Estonia implementó un programa llamado *ProgeTiiger* para enseñar a programar a niños, desde los 7 a los 19 años (“ProgeTiiger.ee”, 2014).

En Panamá se actualizaron los planes de estudio en el año 2014 del Ministerio de Educación donde para estudiantes del ciclo media optan por una asignatura llamada Tecnologías de la Información.

Mientras en Chile se analizan los planes de estudio del MEDUCA y se detecta una iniciativa llamada *Jovenes Programadores* para enseñar a programar a jóvenes de los 13 a los 18 años.

En el año 2013 la Fundación Sadosky de Argentina realiza una propuesta para refundar la enseñanza de la computación para las escuelas de ese país. (“Una propuesta para refundar la enseñanza de la computación en escuelas Argentinas”, 2013)

En Costa Rica, la Fundación Omar Dengo junto con el Ministerio de Educación Pública, han desarrollado diferentes versiones del Programa Nacional de Informática Educativa (PRONIE) desde 1988. El programa, con la colaboración entre ambas instituciones, genera los siguientes beneficios: acceso a los recursos disponibles en el PRONIE (laboratorios de Informática Educativa para el aprendizaje de la programación y materiales educativos), impulsa la utilización de tecnologías de información y comunicación dentro de los procesos académicos y fomenta el desarrollo de nuevas e innovadoras tecnologías. Actualmente las escuelas y colegios aplican la versión más reciente de este programa, del 2010. (“Fundacion Omar Dengo”, 2013).

El IV Informe del Estado de la Educación menciona que una de las aspiraciones de la educación en Costa Rica es permitirle a los niños y adolescentes aprovechar los avances de la ciencia y la tecnología, con el fin de mejorar su calidad de vida y desarrollarse como seres humanos capaces de aportar a la sociedad (“Programa Estado de la Nación”, 2013).

Sin embargo, este mismo informe revela que el PRONIE no ha logrado sobrepasar el 65% de cobertura a nivel nacional, tanto en instituciones de educación primaria, como secundaria. otros elementos a considerar son:

1. Existen claras diferencias de cobertura de este programa entre la gran área metropolitana y las zonas rurales.
2. La efectividad del programa es mayor entre los colegios científicos, técnicos y bilingües, y es menor entre los colegios nocturnos y aquellos que se encuentran ubicados en zonas con poco apoyo institucional.

Un aspecto notorio del primer informe sobre el Estado de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación (“Programa Estado de la Nación”, 2014) es que no hace

mención de las competencias o el estado de la educación primaria y secundaria, con relación a la tecnología y la innovación.

A pesar de que sí se hace mención al desafío de atraer más jóvenes hacia las áreas de ciencia y tecnología a nivel universitario, no se toma en consideración la programación o informática, sino que únicamente las ciencias y la matemática, y las competencias de los jóvenes a desarrollar para ese propósito.

### 3 Desarrollo

Para poder comparar la enseñanza de la programación en Costa Rica, se mencionó un conjunto de iniciativas de países líderes en educación (“Pearson”, 2014), así como de otros que han sido reconocidos por sus esfuerzos recientes (“OECD.org”, 2014).

En la tabla 1 se muestra los programas de cada país investigado para realizar la comparación.

Programa	País
Hour of Code	Estados Unidos
Code Club	Reino Unido
ProgeTiiger	Estonia
MEDUCA	Panamá
MINEDUC y Jóvenes Programadores	Chile
Propuesta para refundar la enseñanza de la computación en escuelas argentinas	Argentina
PRONIE	Costa Rica

**Table 1.** Programas por País

#### 3.1 Estados Unidos

*Hour of Code* es un programa de la organización Code.org, el cual ofrece cursos en dos tipos de modalidades: en la primera, los cursos tienen requisitos mientras que en la segunda no.

En la primera modalidad, el programa *Computer Science for Elementary School* de *Hour of Code* (“Code.org”, 2014b) está compuesto de cuatro cursos. Cada curso enseña distintos conceptos de programación dirigidos a niños de distintas edades y como requisito se debe completar el curso predecesor, como se muestra en la tabla 2.

	Edades	Contenidos
Curso 1	4 a 6	Secuencias Depuración Ciclos
Curso 2	6 a 8	Algoritmos Secuencias Ciclos Programación Depuración Condicionales Binario
Curso 3	8 a 10	Funciones Condicionales Ciclos Depuración Internet Ciudadanía Digital
Curso 4	10	Algoritmos Ciclos Variables Parámetros Binario

**Table 2.** Hour of Code, Estados Unidos

En la segunda modalidad, los cursos de *Hour of Code* se presentan como juegos en línea, interactivos y de acceso libre, sin restricción por edad. Los mismos permiten que cada estudiante aprenda de manera individual o en grupo sobre lenguajes de programación específicos (“Code.org”, 2014c), tales como:

- Java
- JavaScript
- Desarrollo de videojuegos
- Desarrollo de aplicaciones móviles
- Python
- Swift (lenguaje de programación)
- Quórum (lenguaje de programación)
- App Inventor
- Binario

Debido a que los programas de estudio de la programación son optativos y a menudo no se toman en cuenta en las calificaciones escolares, *Hour of Code* sugiere que en Estados Unidos se defina las bases de cursos obligatorios en la enseñanza de Ciencias de la Computación. Adicionalmente, se debe establecer el perfil de los profesores y el mecanismo de certificación para demostrar que están preparados para enseñar este tipo de cursos. (“Code.org”, 2013)

### 3.2 Reino Unido

En el Reino Unido se identificó proyectos de enseñanza de programación a niños, uno público y otro privado. Codeclub.org es una organización sin fines de lucro que ofrece un programa con cursos gratuitos para estudiantes entre los 9 y los 11 años de edad, así como capacitaciones para profesores, con un costo asociado (“CodeClub.org”, 2014).

CodeClub.org tiene tres niveles de enseñanza: en el primer nivel se enseña al estudiante a crear un juego de video de forma divertida y creativa, utilizando la herramienta *Scratch*. El segundo nivel cubre la construcción de sitios y páginas web mediante HTML y CSS, mientras que en el último nivel se aprende el lenguaje Python. Los cursos no son evaluados con calificaciones, sino que consisten en guías con tareas por completar. En la tabla 3 se muestran los contenidos de cada nivel.

	Edades	Contenido	Herramientas
Nivel 1 Modulo 1	9 a 11	Secuencias Sprites Loops (finitos e infinitos) Variables, Listas Funciones, Condicionales Algoritmos	Scratch
Nivel 2 Modulo 1	9 a 11	Codigo Fuente HTML Listas, Enlaces, Títulos, Imágenes Formato y Estilo Introduccion a Hojas de Estilo CSS	Scratch Editor Texto HTML CSS
Nivel 2 Modulo 2	9 a 11	Layout HTML y CSS Diseño y Estilo CSS avanzado Audio y Video	Scratch Editor Texto HTML CSS Presentaciones
Nivel 3 Modulo 1	9 a 11	Sintaxis Errores Lógicos Hileras de caracteres Tipos de datos Casting de tipos Variables, Condicionales, Ciclos Random, Listas y Arreglos	Python 3.2 Editor de texto
Nivel 3 Modulo 2	9 a 11	Cifrado y Encriptamiento Juegos AI Gráficos 2D	Python 3.2 Editor de texto

**Table 3.** Code Club, Reino Unido

Por otra parte, el Ministerio de Educación de Reino Unido definió en el año 2013 un programa actualizado sobre la enseñanza de la computación (“GOV.UK”,

2013a). En septiembre del 2014, el programa empezó a operar en todas las escuelas públicas. El programa se organiza en cuatro etapas según rangos de edades: de 5 a 7 años, de 7 a 11 años, de 11 a 14 y de 14 a 16 años, cuyos contenidos se muestran en la tabla 4:

	Edades	Contenidos
Etapa 1	5 a 7	Algoritmos Crear y depurar programas simples Razonamiento lógico Crear, organizar y consultar medios digitales Reconocer usos comunes de la tecnología fuera de la escuela Privacidad de la información Dónde consultar o solicitar ayuda
Etapa 2	7 a 11	Escribir y depurar programas con objetivos específicos Controlar y simular problemas físicos Descomposición de problemas grandes en más pequeños Ciclos y variables Redes de computadoras Uso selectivo del contenido digital Recolectar, evaluar, analizar, presentar datos e información Uso de tecnología segura y responsable
Etapa 3	11 a 14	Abstracción y diseño de problemas Algoritmos computacionales como búsqueda y ordenamiento Listas, arreglos y otras estructuras de datos Procedimientos y funciones Hardware y Software Uso de tecnología segura y responsable (identidad y privacidad)
Etapa 4	14 a 16	Desarrollo de capacidades de creatividad en ciencias de la computación Análisis de resolución de problemas mediante procedimientos computacionales Identificar cómo la tecnología expone privacidad e identidad Reportar dudas y a quien acudir.

**Table 4.** Programa Nacional Reino Unido

### 3.3 Estonia

La noticia de un ambicioso programa educativo que llevaría la enseñanza de la programación al 100% de las escuelas primarias de Estonia se dio a conocer en el 2012. Se trataba de la iniciativa *ProgeTüiger* del Centro de Innovación de la Fundación para la Educación de Tecnologías de Información de Estonia (Olson, 2012).

*ProgeTüiger*, que en estoniano significa tigre de la programación, ya ha sido implementado en escuelas estonianas. En la Tabla 5 se muestran los contenidos de su programa.

	Edades	Contenidos	Herramientas
Introducción	7 a 10	Utilización de la computadora Conceptos de lógica Programación básica Secuencias, Bucles Condiciones, Variables Abstracción (Subrutinas) Recursividad	Robozzle Kodu Game Lab LOGO
Programación de Juegos	11 a 15	Creación de Videojuegos Aplicación de conceptos de Programación Secuencias, Bucles, Condiciones, Variables Concurrencia, Sincronización Lógica Booleana Manejo de Eventos Diseño de Interfaz Estructuras de datos Procedimientos y funciones	Scratch AppInventor Python
Robótica	15 a 17	Programación para micro-computadoras Controladores digitales	LEGO WeDo LEGO NXT-G LEGO NXC
Desarrollo Web	14 a 16	Creación y diseño de páginas web Código HTML Hojas de Estilo Aplicaciones web cliente-servidor	HTML, CSS JavaScript PHP MySQL

**Table 5.** ProgeTiiger, Estonia

A la fecha, se han realizado toda una serie de concursos a nivel nacional en programación y robótica, en los que se invita a estudiantes de 5 a 19 años a participar (Roonema, 2014).

Al ser reconocido como uno de los países mejor interconectados en Europa, el Ministerio de Ciencia y Educación de Estonia trabaja en la creación de una nube educativa en conjunto con su contraparte gubernamental finlandesa, en la que sistemas de información estarán disponibles de manera pública para compartir los recursos didácticos de ambas naciones. La fase de pruebas de dichos sistemas iniciará en Mayo del 2015. (OECD.org, 2013).

### 3.4 Panamá

En Panamá la educación primaria y secundaria es regida por el gobierno por medio del Ministerio de Educación (MEDUCA) donde se identifican en los programas de estudios por niveles contenidos relacionados a la informática. De acuerdo a los programas analizados se detecta que para los grados décimos, undécimo y duodécimo cursan una asignatura llamada Tecnologías de la Información, estos tres niveles componen un ciclo lectivo al que ellos denominan Media.



Desde los primeros grados de los cursos lectivos se incentiva al alumno a utilizar la computadora como instrumento tecnológico de apoyo, conocer sus partes y funcionamientos básicos así como utilizar software educativo que pueda apoyar al alumno en otras materias y estimule su crecimiento como estudiante. (“MEDUCA”, 2014) En la tabla 6 se muestran los contenidos impartidos en los programas:

	Edades	Contenidos
Preescolar	4 a 5	Utilización de la computadora. Razonamiento lógico matemático. Reconocimiento de las partes del ordenador.
Primaria	6 a 12	Consultar medios digitales. Razonamiento lógico matemático. Paquetes de ofimática. Carpetas y archivos.
Premedia	12 a 15	Mecanografía computarizada. Hardware y Software. Ensamblaje de una computadora. Principio de redes. Internet y su impacto en la sociedad.

**Table 6.** MEDUCA Panamá

Para los niveles que componen el ciclo denominado media los contenidos son ya más propios de la rama de informática y no tanto de medios interactivos para otras materias. Sus contenidos por nivel se pueden apreciar en la tabla 7 :

	Edades	Contenidos
Décimo	16	Introducción a las computadoras. Sistemas operativos. Herramientas de productividad. Internet. Seguridad informática.
Undécimo	17	Fundamentos de tecnología multimedia. Arquitectura de los sistemas multimedia. Introducción a la lógica de la programación.
Duodécimo	18	Funcionamiento de un sitio web. Técnicas de diseño. Integración de elementos. Publicación de elementos.

**Table 7.** MEDUCA Panamá Media

### 3.5 Chile

En los planes de estudio del Ministerio de Educación de Chile detectamos que se basan en el principio de fomentar las habilidades de la Tecnologías de la In-

formación con el fin de mejorar la capacidad comunicativa, resolución de problemas, razonamiento lógico-matemático y evaluación crítica de la información. Pretenden que todas las asignaturas promuevan el uso de las TIC en sus actividades por medio de experimentos e investigaciones. (“MINEDUC”, 2013)

Algunos de los contenidos por ciclos se pueden apreciar en la tabla 8:

	Edades	Contenidos
Básico	6 a 13	Uso básico de la computadora. Diseño de un objeto tecnológico. Razonamiento lógico. Elaboración de producto tecnológico. Resolución de problemas.
Medio	14 a 17	Resolución de problemas. Razonamiento lógico matemático. Relación entre producto tecnológico y ambiente.
Medio formación general	18	Integración de aplicaciones. Internet.

**Table 8.** Ministerio de Educación Chile

Detectamos una iniciativa denominada “Mi taller digital” que es una actividad extracurricular creada por el Ministerio de Educación que ofrece recursos digitales y capacitación. Los talleres utilizan la metodología de proyectos donde los y las jóvenes planean, implementan, evalúan y comparten trabajos aplicables en el mundo real y reciben capacitación junto a sus profesores. (“Mi taller digital”, 2012)

Se pueden postular cualquier entidad educativa subvencionada que tenga su Convenio de Informática Educativa, posea 10 o más computadores disponibles, disponibilidad de abrir el laboratorio un máximo de 4 horas semanales a talleres extracurriculares.

Se ofrecen 5 tipos de talleres afines a los intereses de los niños dirigidos desde los 12 años de edad hasta los 17 años. Estos son:

1. Robótica.
2. Videojuegos.
3. Cómic digital.
4. Producción de videos.
5. Brigadas tecnológicas.

Nos estaremos orientando en los talleres de robótica y videojuego se componen de 10 sesiones donde los estudiantes realizarán sus proyectos en equipos de máximos 5 personas. En el taller de robótica los grupos de trabajo se asignan roles estos son: programadores, jefe de proyecto, ingenieros y administrador. Se da una introducción a la programación enseñándoles qué es un diagrama de flujo y utilizan la herramienta CricketLogo para programar el robot. (“Mi Taller Digital: Robótica”, 2012)

Con el taller de videojuegos la duración también es de 10 sesiones y se trabaja con la metodología de proyectos en grupos de trabajo de no más de 5 personas. Cada miembro del grupo expone elabora una lluvia de ideas para el diseño de un videojuego y conforme cada sesión avanza el desarrollo del juego también. La herramienta que utilizan para el desarrollo del videojuego es Kodu Game Lab. (“Mi Taller Digital: Videojuegos”, 2012)

Adicionalmente se encuentra un programa llamado: “Taller de Jóvenes Programadores” es totalmente dependiente del Ministerio de Educación. En primera etapa abarca un plan piloto que trata de buscar incentivar el aprendizaje de la programación computacional, para que las y los jóvenes de Antofagasta, Valparaíso, Aysén y la Región Metropolitana se introduzcan en el lenguaje de los códigos y la informática, pasando de ser usuarios a convertirse en creadores web. (“jóvenesprogramadores.cl”, 2015)

Algunas de las características que componen este taller son:

1. Está orientada a jóvenes entre 13 y 18 años de edad.
2. Es una iniciativa gratuita.
3. Se debe tener acceso a internet puesto los cursos son todos en línea.
4. Realizar examen de contenidos básicos para iniciar el programa.
5. Utiliza modalidad de e-learning.
6. Asistir a la biblioteca donde habrán profesores que contestarán las dudas con respecto a tareas asignadas en el taller.
7. Algunos de sus contenidos son: Historia y ética de la computación, Scratch, Robótica con Lego Mindstorms, AppInventor, Programación en Java.

### 3.6 Argentina

En Argentina se han estado avanzando en reformas para alcanzar una educación computacional arbitraria y eficiente a lo largo de las escuelas primarias y secundarias del país. Santiago Ceria, director ejecutivo de la Fundación Sadosky, redactó un comunicado donde señala una breve historia de la revolución de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y de cómo son parte integral de la vida cotidiana y profesional de las personas.

En dicho aviso se discuten los diferentes conocimientos de las ciencias de la computación (CC) que son esenciales para lograr que los estudiantes tengan un dominio de las CC que los ayude a adaptarse al ambiente laboral de la actualidad. Dichos conocimientos incluyen la algorítmica, programación, arquitectura de computadoras, bases de datos, conocimientos de redes, entre otros. (Ceria, 2013) Dicho comunicado se hizo en colaboración con el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.

La misma Fundación Sadosky redactó un documento en el que se detalla los distintos pasos a seguir para asegurar una educación de las CC eficiente en las escuelas argentinas, además de los distintos motivos por los cuales dicha área de enseñanza ha estado en deterioro en los últimos años. Entre estas razones se encuentran la falta de estándares de enseñanza, el énfasis en la enseñanza de software de oficina, la falta de formación adecuada al personal docente, etc.

(“Una propuesta para refundar la enseñanza de la computación en escuelas Argentinas”, 2013)

El documento se enfoca en la posibilidad de mejorar el sistema y se presenta la propuesta de la reforma; en la cual se discute dividir la enseñanza computacional en cuatro fases, o cuatro franjas. En donde se les enseñe a los estudiantes los distintos conocimientos dependiendo de sus edades. En la tabla 9 se puede apreciar dichos conocimientos:

	Edades	Contenidos	Detalle
Franja 1	6 a 8	Algoritmos. Programas. Datos. Computadores. Redes.	¿Qué es un algoritmo? ¿Qué es un computador? ¿Cómo las computadoras almacenan información? Introducción al internet
Franja 2	9 a 11	Algoritmos. Programas. Datos. Computadores. Redes.	Descomposición de algoritmos. Eficiencia y corrección de errores. Distintas formas de almacenar y consultar información. Sistemas operativos. Compartir información.
Franja 3	12 a 14	Algoritmos. Programas. Datos. Computadores. Redes.	Escoger soluciones algorítmicas basadas en legibilidad, eficiencia, complejidad. Interfaces de un programa. Representación de datos. Capacidad de computadoras. Procesos de seguridad.
Franja 4	15 a 18	Algoritmos. Programas. Datos. Computadores. Redes.	Simplificación de procesos. Especificación e implementación de programas. Bases de datos. Mecanismos de encriptación.

Table 9. Fundación Sadosky

### 3.7 Costa Rica

En Costa Rica, los Laboratorios para la enseñanza de la informática forman parte del PRONIE (Programa Nacional de Informática Educativa), establecido por el Ministerio de Educación Pública y la Fundación Omar Dengo. Los laboratorios están dirigidos a estudiantes de Preescolar, I, II, y III Ciclo en colegios públicos (MEP-FOD, 2011), como se muestra en la Tabla 10:

	Edades	Contenido	Herramientas
Preescolar	4 a 6	Uso y cuidado de la computadora Funcionamiento de las redes Animación digital	Micromundos
I Ciclo	7 a 9	Resolución de Problemas Razonamiento Lógico Razonamiento matemático Eventos y Objetos Carpetas y Archivos Introducción a Scratch Código y Editores de texto Solución de Problemas Creación de un Juego Búsquedas de Internet Blogs e Internet	Micromundos Power Point Ispring Scratch
II Ciclo	10 a 12	Periódico Digital Conceptos de Programación Creación de un Juego Condicionales Operadores Lógicos Variables	Scratch
III Ciclo	13 a 15	Algoritmos Pseudocódigo Estructuras de datos Diagramas de flujo Programación	

Table 10. I, II, III Ciclo Costa Rica

A partir del 2015 dos nuevas herramientas comenzarán a impartirse en 20 escuelas; estas herramientas son: Picoboard y Makey Makey. De momento se espera que los beneficiados sean los estudiantes de primer grado a cuarto grado de escuela y se estima que 1200 alumnos se beneficiarán con este plan. Se espera que para el 2016 incrementemente el número de escuelas a llegar. (“Nuevo sistema de enseñanza de computación se implementará en las escuelas del país”, 2015)

En Costa Rica, los programas establecidos para la enseñanza de lenguajes de programación son específicos para colegios técnicos y están diseñados para estudiantes del décimo, undécimo y duodécimo años, es decir, del ciclo de educación diversificada (MEP, 2009).

Además, existe el programa llamado Talleres Exploratorios, el cual incluye diversos aspectos de tecnologías de información y comunicación el cual se imparte en tres niveles: séptimo, octavo y noveno año. Es en este último año en el que se imparte enseñanza de la programación (MEP, 2006) según se muestra en la Tabla 11.

	Edades	Contenido	Herramientas
Noveno	15	Algoritmos Funciones Plantamiento de Problemas Análisis y Diseño de Solución Pruebas Validaciones Representación de Algoritmos Solución de Problemas Diagramas de Flujo Método Axiomático Cálculo Proposicional Lenguaje Simbólico Condicionales, Decisión, Ciclos Variables, Procedimientos, Funciones	Micromundos

**Table 11.** Taller Exploratorio

Los programas actuales son utilizados como un medio interactivo para el aprendizaje de temas como los recursos naturales, las leyes de tránsito, matemática, ciencias, entre otros, enfocándose más en la capacitación en el uso de la herramienta específica (p. ej. MicroMundos) que en teoría de programación. La excepción a lo anterior se da en el noveno grado, en el cual se enseña sobre diagramas de flujo y se desarrolla un videojuego empleando el entorno de programación en tres dimensiones llamado *Alice*, e incluso se presenta un taller exploratorio de tecnologías de la información y comunicación con una especialidad en Informática en programación, y como se mencionó anteriormente, estos talleres brindan capacitaciones sobre la programación (MEP-FOD, 2011).

	Edades	Contenidos
Décimo	16	Generalidades de la Computación Uso de Paquetes de Software Diseño Web Sistemas Especializados de Información Conectividad
Undécimo	17	Programación Introducción a Estructuras de Datos Implementar Estructuras (arreglos, árboles, punteros, registros, y cadenas) Programación Orientada a Objetos Principios de Calidad en Software Mercadeo Administración de Proyectos Informáticos
Duodécimo	18	Aplicar conceptos: Funciones y Herramientas (lenguaje de programación específico) Desarrollo Web (lenguaje de programación específico) Desarrollo de Aplicaciones de Escritorio (.NET)

**Table 12.** Educación Diversificada

## 4 Discusión

Los programas de enseñanza de la programación que fueron investigados contienen similitudes entre sí; por ejemplo, los temas principales y las edades en que son impartidos, así como los entornos y herramientas utilizadas.

### 4.1 Herramientas

La tabla 13 muestra la comparativa realizada por programa y las herramientas utilizadas. Elementos que se desprenden de esta tabla:

	USA Hour of Code	UK Code Club	EE ProgeTiiger	PAN MEDUCA	CHI MINEDUC y JP	ARG PRECEA	CR PRONIE
LOGO			X				X
Scratch	X	X	X	X	X		X
AppInventor	X		X		X		
Alice						X	X
HTML/CSS		X	X	X		X	X
Python	X	X				X	
Visual Basic							X
JAVA	X	X			X		
JavaScript	X	X	X				
Cuadernia					X		
Lego WeDo Lego NXT-G LEGO NXC			X		X		
PHP MySQL			X	X		X	

**Table 13.** Herramientas

1. Estonia enseña la programación incluyendo la mayor cantidad de herramientas y lenguajes de programación.
2. La herramienta *Scratch* es utilizada en 6 de los programas evaluados.
3. Costa Rica utiliza las herramientas *Scratch*, *Alice* y *AppInventor*, también utilizadas en los otros países investigados.
4. Solamente Costa Rica enseña sobre la herramienta *Visual Basic*.
5. Chile tiene un repositorio en la nube donde los profesores pueden descargar software para utilizar en sus clases.

## 4.2 Edad Mínima

Se realizó una comparación de los principales temas en los contenidos de los programas investigados. En la siguiente tabla, se muestra la comparación en la cual se refleja la edad mínima a la que se expone a los alumnos los temas más relevantes en la enseñanza de la programación.

Contenidos	USA Hour of code	UK Code Club	EE ProgeTiiger	PAN MEDUCA	CHI MINEDUC y JP	ARG PRECEA	CR PRONIE
Razonamiento Lógico	4	7	7	6	6	6	9
Conceptos Básicos	6	7	7	16	7	7	9
Depuración de código	4	5	7	16	7	7	9
Conceptos avanzados	6	11	11	16	12	9	15
Robótica	-	-	15	-	13	-	-
Desarrollo web	9	9	17	17	-	15	16

**Table 14.** Contenidos por Edades



El introducir desde edades tempranas el razonamiento lógico y la capacidad de analizar y abstraer problemas beneficia a los estudiantes. Puesto que la computación se relaciona con matemáticas y otras ciencias, la misma puede ser utilizada como método para la resolución de problemas aplicando conocimientos de programación y funcionamiento de sistemas digitales (“GOV.UK”, 2013b).

Del cuadro comparativo se obtienen las siguientes conclusiones:

1. Los programas investigados introducen los conceptos más relevantes de la programación a diferentes edades en cada país. En el caso de Estados Unidos, el programa *Hour of Code* expone a los estudiantes a estos temas a más temprana edad. Por ejemplo, el razonamiento lógico y la depuración de código son incluidos en el programa para niños a partir de los 4 años, mientras que en el caso de Costa Rica no se incluye este contenido sino hasta las 9 años.
2. En contenidos de conceptos básicos de programación, los demás países introducen los temas a los estudiantes desde los 6 y 7 años, mientras que en Costa Rica hasta los 9 años, lo cual evidencia un rezago en comparación con las iniciativas internacionales excepto con Panamá.
3. Los conceptos avanzados de programación presentan mayores diferencias con respecto a otros en la edad mínima de estudio en cada país. En Estados Unidos, *Hour of Code* los introduce desde los 6 años, en Reino Unido y Estonia desde los 11 años, Panamá desde los 16, Chile y Argentina desde 12 y 9 respectivamente, mientras que en Costa Rica hasta los 15 años.
4. El Desarrollo Web se introduce en Costa Rica hasta los 16 años, mientras que en Estados Unidos y Reino Unido, los mismos temas se desarrollan inicialmente a partir de los 9 años. En Chile no se identificó y en Argentina se inicia desde los 15 años. Destaca el caso particular de Estonia, pues en este país se incluye otra temática en edades inferiores y el Desarrollo Web se imparte a partir de los 17 años igual que Panamá.
5. La robótica es el tema que se incluye en los currículos antes del desarrollo web en Estonia.
6. Solamente en Estonia se incluye robótica en el programa nacional, en Chile gracias al programa de Jóvenes Programadores se incluye este tema.
7. En Costa Rica, la robótica se enseña en un curso opcional de la Fundación Omar Dengo, mismo que tiene costo y no forma parte del programa educativo para todos los estudiantes.

## 5 Conclusiones

Los programas de Informática Educativa en Costa Rica para escuelas primarias contienen temática similar y aplican las mismas herramientas que los planes de enseñanza de la programación en los otros países investigados.

Según las guías didácticas del PRONIE, la herramienta *Scratch* se utiliza en diferentes años lectivos. Puesto que este software requiere conexión permanente a Internet, y en Costa Rica al menos un 55% de las escuelas públicas tiene conexión a Internet de baja velocidad (“Nacion.com”, 2014), lo cual entorpece el uso de la herramienta en las instituciones donde se presenta esta desventaja.

Aparte de los obstáculos de conectividad en las escuelas, se encontró un rezago en la edad inicial en la que se introduce conceptos de programación, tanto básicos como avanzados, con respecto al resto de programas.

En Costa Rica se introduce los temas básicos a los 9 años, mientras que los temas avanzados aparecen hasta los 15 años. Según la comparativa realizada en la sección anterior, el rezago ante Estonia, Reino Unido, Chile y Argentina para la introducción de conceptos básicos de programación es de 2 años; para conceptos avanzados, el rezago es de 4 años. Frente a Estados Unidos y el programa Hour of Code, el retraso es de 5 y 9 años respectivamente.

Mientras que en Estonia y Reino Unido los planes de enseñanza de programación son obligatorios en todas las escuelas públicas, en Costa Rica, los cursos de Informática Educativa del PRONIE son aplicados como talleres opcionales en los colegios públicos, por tanto, la calificación del estudiante no se considera para el promedio de notas finales del año lectivo. En contraposición, en los colegios técnicos nacionales, la calificación es incluida para el promedio anual, como la de cualquier otro curso fundamental que es requisito para aprobar el año, tal como en los países mencionados anteriormente.

Las iniciativas internacionales ofrecen cursos opcionales que preparan a los estudiantes para incursionar en ámbitos profesionales desde edades tempranas. En Estonia, por ejemplo, el plan nacional de educación ofrece cursos de robótica al igual que en Chile en el taller de Jóvenes Programadores, permitiendo a los estudiantes aprender de disciplinas ingenieriles. Asimismo, *Hour of Code* en Estados Unidos, incluye un curso para aprender sobre el emprendedurismo.

En contraste, la Fundación Omar Dengo ofrece solamente un curso de robótica con costo para grupos pequeños dentro de las instalaciones de dicha institución y la formación profesional aparece hasta a partir del noveno año con los Talleres Exploratorios. No obstante, estos cursos no se enfocan en la resolución de problemas utilizando herramientas de forma creativa e innovadora, sino en el uso básico de las mismas.

Se puede pretender tomar iniciativas que han sido exitosas en otros países con el fin de poder imitarlas buscando una mejora continua ya sea en los planes de estudio o porqué no habilitar cursos extracurriculares como las iniciativas investigadas donde los verdaderos interesados se hagan presentes.

Tanto PRONIE como el resto de programas analizados, ofrecen recursos en línea para la capacitación de docentes. Para lograr el mayor aprovechamiento y enriquecer su calidad como profesores, es crucial optimizar la utilización de estos programas de educación al educador.

## 6 Recomendaciones

Basados en los datos encontrados en la investigación y comparación de los programas de enseñanza de la programación en los países evaluados, se identifican las siguientes oportunidades de mejora:

1. Auditar el cumplimiento de las guías didácticas del PRONIE para todas las escuelas y colegios participantes del programa.

2. Incluir la calificación de los cursos de informática educativa en el promedio final del año escolar.
3. Impartir a más temprana edad los cursos de informática educativa que incluyen temas de razonamiento lógico y conceptos de programación.
4. Incorporar al programa de Laboratorios de Informática Educativa la enseñanza de lenguajes de programación, tales como Java y Python.
5. Calibrar el nivel de capacitación de los profesores de informática educativa para homogenizar la manera en que se imparten los cursos del PRONIE.
6. Modificar el énfasis en los planes de estudio que abarcan "software de oficina" como tema principal en los currículos de los cursos de informática.
7. Buscar incentivos de empresas privadas que fomenten la construcción de laboratorios o donación de equipos como parte de los programas sociales de las compañías.
8. Incentivar a los profesores a optar por una segunda carrera exclusiva de la rama informática con convenios en universidades para que lo aprendido en ella lo puedan aportar en sus planes de cursos para los jóvenes.
9. Construcción de un portal para descarga de herramientas interactivas y material didáctico que pueda ser utilizado en los cursos de niños en escuelas y colegios.
10. Refundar los planes del PRONIE con el fin de generar estudiantes mejor preparados en ámbito tecnológico y así aprovechar las ventajas que esto conlleva.
11. Así como existen olimpiadas de matemáticas, física, química para estudiantes de colegios, crear una de programación donde los jóvenes puedan demostrar sus habilidades aprendidas.

## References

- Brusilovsky, P., & Others. (1994). *Teaching Programming to Novices A Review of Approaches and Tools*. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eric&AN=ED388228&lang=es&site=ehost-live> pages 1
- Ceria, P. (2013). La importancia de la enseñanza de las ciencias de computación en la escuela. *Fundación Sadosky*. Retrieved from <http://www.slideshare.net/gcucuzza/ensear-ciencias-de-la-computacin-en-las-escuelas> pages 11
- Codeclub.org. (2014). *About Code Club*. Retrieved from <https://www.codeclub.org.uk/about> pages 3, 6
- Code.org. (2013). *Convince your School*. Retrieved from [http://code.org/files/convince\\_your\\_school\\_or\\_state.pdf](http://code.org/files/convince_your_school_or_state.pdf) pages 5
- Code.org. (2014a). *Promote Computer Science*. Retrieved from <http://code.org/promote> pages 2, 3
- Code.org. (2014b). *Computer science for elementary school*. Retrieved from <http://code.org/educate/k5> pages 4
- Code.org. (2014c). *Learn an Hour of Code*. Retrieved from <http://code.org/learn> pages 5

- Computing at school working group. (2012). *Computer Science as a School Subject: Seizing the Opportunity*. Retrieved from <http://academy.bcs.org/sites/academy.bcs.org/files/cs-school-subject.pdf> pages 2
- Fundacion omar deno. (2013). *Cobertura Nacional Centros Educativos*. Retrieved from [http://www.fod.ac.cr/index.php?option=com\\_content&view=article&id=77&Itemid=185](http://www.fod.ac.cr/index.php?option=com_content&view=article&id=77&Itemid=185) pages 3
- Gov.uk. (2013a). *National curriculum in England: computing programmes of study*. Retrieved from <https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-computing-programmes-of-study> pages 6, 7
- Gov.uk. (2013b). *National curriculum in England: computing programmes of study*. Retrieved from <https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-computing-programmes-of-study/national-curriculum-in-england-computing-programmes-of-study> pages 17
- Jang, Y. (1992). Cognitive transfer of computer programming skills and analogous problem solving. *National Meeting of the American Educational Research Asociation*. pages 1
- jovenesprogramadores.cl. (2015). *Sobre Taller*. Retrieved from <http://www.jovenesprogramadores.cl/sobre.taller.asp> pages 11
- Kraus, J. (2013). Reading, writing, algorithms: Should it classes be required? *Spiegel.de*. Retrieved from <http://www.spiegel.de/international/germany/experts-in-germany-divided-on-computer-science-in-school-curriculum-a-899979.html> pages 2
- Meduca. (2014). *Programas de estudio*. Retrieved from [http://consulta.meduca.gob.pa/04unad/DNCYTE/programas\\_estudio.html](http://consulta.meduca.gob.pa/04unad/DNCYTE/programas_estudio.html) pages 9
- MEP. (2006). Mep.go.cr. *Taller Exploratorio Herramientas para la Programación de Computadoras*. Retrieved from <http://www.mep.go.cr/sites/default/files/descargas/programas-de-estudio/tallerherramientasprogra9.pdf> pages 13
- Mep. (2009). *Programas de Estudio*. Retrieved from [http://www.mep.go.cr/programa-estudio?page=1&keys=Informatica&term\\_node\\_tid\\_depth\[hsid\]=3&term\\_node\\_tid\\_depth\[hierarchical\\_select\]\[selects\]\[0\]=Any&term\\_node\\_tid\\_depth\[flat\\_select\]=Any&hs\\_form\\_build\\_id=hs\\_form.6a24ecda00bbc04dde25f2de842017a2](http://www.mep.go.cr/programa-estudio?page=1&keys=Informatica&term_node_tid_depth[hsid]=3&term_node_tid_depth[hierarchical_select][selects][0]=Any&term_node_tid_depth[flat_select]=Any&hs_form_build_id=hs_form.6a24ecda00bbc04dde25f2de842017a2) pages 2
- MEP. (2009). Mep.go.cr. *Programa de Estudio Educación Diversificada Técnica*. Retrieved from <http://www.mep.go.cr/sites/default/files/descargas/programas-de-estudio/infoprogramacion12.pdf> pages 13
- MEP-FOD. (2011). Pronie mep-fod. *Guías Didácticas*. Retrieved from <http://www.fod.ac.cr/guiasdidacticas/> pages 12, 14
- Mineduc. (2013). *Programas de estudio*. Retrieved from [http://curriculumenlinea.mineduc.cl/sphider/search.php?query=&t\\_busca=1&results=&search=1&dis=0&category=10](http://curriculumenlinea.mineduc.cl/sphider/search.php?query=&t_busca=1&results=&search=1&dis=0&category=10) pages 10

- Mi taller digital. (2012). *sobre taller*. Retrieved from <http://www.enlaces.cl/index.php?t=81&i=2&cc=2302&tm=2> pages 10
- Mi taller digital: Robótica. (2012). *Manual de estudiante*. Retrieved from [http://www.enlaces.cl/tp\\_enlaces/portales/tpe76eb4809f44/uploadImg/File/2012/Mi%20Taller%20Digital/Manual\\_Robotica.pdf](http://www.enlaces.cl/tp_enlaces/portales/tpe76eb4809f44/uploadImg/File/2012/Mi%20Taller%20Digital/Manual_Robotica.pdf) pages 10
- Mi taller digital: Videojuegos. (2012). *Manual de estudiante*. pages 11
- Nacion.com. (2014). *Baja velocidad de Internet limita uso en 55% de escuelas*. Retrieved from [http://www.nacion.com/nacional/educacion/Mayoria-escuelas-colegios-Internet-velocidad\\_0\\_1430456994.html](http://www.nacion.com/nacional/educacion/Mayoria-escuelas-colegios-Internet-velocidad_0_1430456994.html) pages 17
- Nuevo sistema de enseñanza de computación se implementará en las escuelas del país. (2015). *Repretel*. Retrieved from <http://www.repretel.com/Nuevo-sistema-de-ense%C3%B1anza-de-computaci%C3%B3n-se-implementar%C3%A1-en-las-escuelas-del-pa%C3%ADs> pages 13
- OECD.org. (2013). Oecd.org. *Education at Glance 2013*. Retrieved from <http://thelearningcurve.pearson.com/> pages 8
- Oecd.org. (2014). *PISA 2012 Results*. Retrieved from <http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/pisa-2012-results-overview.pdf> pages 4
- Olson, P. (2012). Forbes. *Why Estonia Has Started Teaching Its First-Graders To Code*. Retrieved from <http://www.forbes.com/sites/parmyolson/2012/09/06/why-estonia-has-started-teaching-its-first-graders-to-code/> pages 7
- Pearson. (2014). *The Learning Curve*. Retrieved from [http://thelearningcurve.pearson.com/content/download/bankname/components/filename/The\\_Learning\\_Curve\\_2014-Final\\_1.pdf](http://thelearningcurve.pearson.com/content/download/bankname/components/filename/The_Learning_Curve_2014-Final_1.pdf) pages 4
- Progetiiger.ee. (2014). *Õppematerjalid*. Retrieved from <http://progetiiger.ee/%C3%B5ppematerjalid> pages 3
- Programa estado de la nación. (2013). *Cuarto Informe del Estado de la Educación*. Retrieved from [http://www.estadonacion.or.cr/files/biblioteca\\_virtual/educacion/004/castro\\_desempeno-ed-basica-y-diversificado.pdf](http://www.estadonacion.or.cr/files/biblioteca_virtual/educacion/004/castro_desempeno-ed-basica-y-diversificado.pdf) pages 3
- Programa estado de la nación. (2014). *Estado de la Ciencia la Tecnología y la Innovación*. Retrieved from <http://estadonacion.or.cr/estado/Publicaciones/estado-ciencia-tecnologia-innovacion-1/index.html> pages 3
- Roonema, H. (2014). Progetiiger, lego robots and computer-based math conquer schools. *Life in Estonia*. Retrieved from [http://issuu.com/eas-estonia/docs/lie\\_spring\\_2014\\_issuu/49](http://issuu.com/eas-estonia/docs/lie_spring_2014_issuu/49) pages 8
- Una propuesta para refundar la enseñanza de la computación en escuelas argentinas. (2013). *Fundación Sadosky*. Retrieved from <http://www.fundacionsadosky.org.ar/wp-content/uploads/2014/06/cc-2016.pdf> pages 3, 12
- Unicef. (2014). *Programa TIC y Educación Básica*. Retrieved from <http://www.unicef.org/argentina/spanish/Costa.Rica.WEB.pdf> pages 2

