

Investiga. TEC

Septiembre del 2019

Año 12. No. 36. ISSN 1659-3383



TEC | Tecnológico de Costa Rica

Presentación
(página 2)

Universidades públicas debaten sobre estrategia de extensión y acción social para desarrollo de Región Caribe
(página 3)

Articulación del Ecosistema Emprendedor de Costa Rica: un panorama de múltiples retos y oportunidades
(página 4)

Amón_RA: procesamiento de marcadores de realidad aumentada para el reconocimiento de grandes objetos en el mundo real
(página 6)

TEC desarrolla primer microcontrolador en el país
(página 11)

El aporte de las ingenierías, las ciencias de la computación y las ciencias administrativas al emprendimiento y la innovación social
(página 14)

Plantas nativas de Costa Rica podrán ser identificadas en *app*
(página 21)

Diseño arquitectónico educacional
(página 22)

Investiga.TEC es una publicación cuatrimestral de la Vicerrectoría de Investigación y Extensión del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Editora:
Marcela Guzmán O.

Comité Editorial:
Ana Abdelnour E.
Dagoberto Arias A.
Marcela Guzmán O.
Silvia Hidalgo S.
Miguel Rojas Ch.

Teléfonos:
(506) 2550-2315 ó
(506) 2550-2151

Correo electrónico:
vie-tec@itcr.ac.cr

Apartado postal 159-7050,
Cartago, Costa Rica

Diseño y Diagramación:
Punto Elíptico
Móvil: 8444-6273
keren.cardoza@gmail.com

A partir de este número
Investiga.TEC
solo en formato
digital

Marcela Guzmán O., editora
maguzman@itcr.ac.cr

Después de 12 años de publicación ininterrumpida, a partir del presente número Investiga.TEC se ofrecerá únicamente en **formato digital**, con el objetivo de proteger el medio ambiente y, al mismo tiempo, disminuir costos de producción. Esto se venía haciendo desde hace algunos años de manera complementaria a la edición impresa y se puede encontrar en el *Portal de Revistas del TEC*. (www.revistas.tec.ac.cr).

En esta ocasión, presentamos a nuestros lectores artículos de interés sobre temas de investigación, extensión y docencia, producto del **trabajo de los académicos** del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC). Estrategias de **extensión** para el desarrollo de la región Caribe, identificación de **plantas nativas** mediante una *app*, el desarrollo completo en Costa Rica del primer **microcontrolador**, el aporte que hacen diferentes escuelas al **emprendimiento** y la innovación social y la aplicación de la **realidad aumentada** para el conocimiento del patrimonio cultural del barrio Amón, son algunos de los temas que se tratan en profundidad en esta edición.

En cada uno de los artículos se explica la forma en que se ha abordado el problema y

los objetivos y **efecto esperado**, o el impacto que ya se ha producido.

Tal es el caso del microcontrolador, desarrollado enteramente por la Escuela de Ingeniería Electrónica, cuyo origen se remonta al nacimiento de la Escuela y que se ha fortalecido a medida que ha aumentado el **conocimiento** en esa unidad académica, propiciado por la formación de profesionales y de doctores, la apertura de la maestría y la integración de estudiantes de grado y posgrado. Al mismo tiempo, algunas empresas especializadas apoyaban para que en el país se desarrollaran proyectos de este tipo.

Por otra parte, investigadores de la Escuela de Ingeniería en Computación, con el apoyo de colegas franceses, desarrollaron la aplicación *Plantnet*, mediante la cual nuestros lectores podrán identificar especies nativas costarricenses y de la región centroamericana.

Todos los artículos que presentamos en esta ocasión procuran llevar nuevo conocimiento y permiten acercarse a la investigación y la extensión que desarrolla el **TEC**, en un afán por contribuir permanentemente a la **solución de problemas** en su campo de acción.

Fotografía de portada



El vínculo con organismos franceses de investigación permitió a investigadores de la Escuela de Computación del TEC desarrollar un aplicación denominada *Plantnet*, que permite identificar nuestras plantas nativas mediante la utilización de herramientas de inteligencia artificial. Puede leer el artículo completo en página 21. ■

Universidades públicas debaten sobre estrategia de extensión y acción social para desarrollo de Región Caribe

Instituciones públicas, comunidades, cultura, ambiente y desarrollo local, ejes de trabajo en la Región Huetar Caribe

Diego Camacho Cornejo
dicamacho@itcr.ac.cr



Académicos extensionistas, representantes de instituciones públicas, empresarios, comunidades y estudiantes expusieron las acciones desarrolladas por las cinco universidades públicas para potenciar el desarrollo de la región, en el Encuentro de Extensión y Acción Social Región Huetar Caribe.

Esta actividad se desarrolló en las instalaciones del Centro Académico de Limón del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC), con el objetivo de fortalecer las actividades de acción social y de extensión por medio del intercambio de experiencias de las actividades que desarrollan las universidades para establecer líneas de acción futura articuladas para apoyar en la solución de problemas de las comunidades de la región.

Durante el encuentro, por medio de foros participativos se presentaron y analizaron las acciones que las casas de enseñanza superior pública realizan en materia de equidad de género, turismo sostenible, desarrollo local, comunidades indígenas, emprendedurismo y medio ambiente, entre otras temáticas.

Por ejemplo, la sede de la UNED en Shiroles, Talamanca, presentó los proyectos actuales de proyección en los Territorios Indígenas;

la Asociación de Sordos de Limón se refirió a los proyectos de emprendedurismo de algunos de sus asociados en campos como panadería y usos del bambú; el Ministerio de Salud presentó los proyectos en las comunidades del territorio Tai en el Valle La Estrella; y así sucesivamente los demás participantes.

Resultados

Entre los resultados preliminares del encuentro resaltan la construcción de una agenda que promueva los espacios

formativos en las comunidades y las acciones conjuntas de las universidades con un mismo objetivo; en cuanto a territorios indígenas, se determinó que se deben vincular acciones para el desarrollo en armonía con su cultura milenaria.

Los alcances de este encuentro serán expuestos en el I Congreso Interuniversitario de Extensión y Acción Social a celebrarse en la sede Rodrigo Facio de la Universidad de Costa Rica (UCR) en el mes de setiembre, por lo que aprovechamos para invitarlos a participar en dicho congreso. ■

Articulación del Ecosistema Emprendedor de Costa Rica: un panorama de múltiples retos y oportunidades

Catalina Núñez Álvarez*
hablemos@catalinanunez.com



Figura 1. Octeto de determinantes para medir el EECR. Fuente: Núñez (2018).

Palabras clave

Ecosistema Emprendedor de Costa Rica, EECR, Ecosistema de Emprendimiento Costarricense, ecosistema de emprendimiento, ecosistema emprendedor, emprendimiento dinámico.

Resumen

La investigación en la cual se basa el presente artículo tuvo por misión atender la necesidad de contar con una evaluación integral y actualizada sobre el estado del Ecosistema Emprendedor de Costa Rica (EECR) y así facilitar la toma de decisiones en relación con su mejoramiento.

Gracias al diseño de una metodología que integró cinco *rankings* internacionales de gran prestigio, se logró desarrollar una herramienta para analizar dicho estado. Esa valoración reveló que el EECR tiene un estado “regular” y señala puntos críticos, como es el caso del *financiamiento*, donde se deben priorizar los esfuerzos para mejorar el ecosistema.

Dentro de los productos de la investigación se encuentra un listado de oportunidades de mejora del ecosistema y la plataforma www.EcosistemaEmprendedor.cr, los cuales posibilitarán el continuo monitoreo del EECR, la difusión de información y la articulación entre los actores.

Introducción

El término “ecosistema emprendedor” es una metáfora biológica acuñada desde inicios de la década de los noventa. El tema ha

crecido en relevancia a lo largo de los años y en la actualidad el concepto se entiende como el conjunto de elementos que apoyan y propician el surgimiento tanto como el desarrollo de emprendimientos (Brown y Mason, 2017).

Un ecosistema nacional más sano y mejor articulado derivará en bienestar económico y social para los ciudadanos, ya que cada habitante estará siempre conectado a este entorno por alguna de sus sendas. Podría ser como emprendedor propiamente, o bien como gestor, inversionista, diseñador de política pública, proveedor o incluso como consumidor de los bienes y servicios originados en el ecosistema.

La importancia de mapear y monitorear un ecosistema radica en el auto reconocimiento de su realidad, para entonces establecer estrategias y construir sinergias desde las responsabilidades de cada participante. Atendiendo a lo anterior, el objetivo de esta investigación fue evaluar el estado del EECR hasta el segundo semestre de 2018.

Método de investigación

Luego de plantear el problema y delimitar los objetivos, se completó la revisión de literatura para definir conceptos importantes y lograr diseñar una metodología de evaluación propia. Esta consistió en una matriz que clasificaba en ocho determinantes todas las variables de cinco modelos de medición.

Estos cinco modelos fueron: el Índice de Condiciones Sistémicas para el

Emprendimiento Dinámico (Kantis, Federico & Ibarra, 2017); *Global Entrepreneurship Index* (Ács, Szerb & Lloyd, 2018); y el *Global Entrepreneurship Monitor* (Lebendiker, Herrera & Velásquez, 2015) para el análisis central; también el *Global Innovation Index* (Cornell University, INSEAD & *World Intellectual Property Organization*, 2018); y *Doing Business* (World Bank Group, 2018) para análisis adicionales.

Los ocho determinantes detallados en la figura 1, se basan en el “Kit de herramientas de diagnóstico de ecosistemas emprendedores”, de la *Aspen Network of Development Entrepreneurs* (ANDE, 2013), que a su vez está originariamente basado en el modelo de sexteto de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (Ahmad & Hoffmann, 2008).

Adicionalmente, la investigación se nutrió de una pasantía internacional que la investigadora realizó en las ciudades colombianas de Bogotá y Medellín a modo de *benchmarking*, donde entrevistó a los principales protagonistas de aquellos ecosistemas.

Descubrimientos

Como se observa en la figura 2, de los ocho determinantes evaluados se evidencia que Costa Rica posee en promedio un estado “regular” en su ecosistema y tiene mucho trabajo por hacer para mejorar el tema de financiamiento, ya que este determinante

obtuvo una calificación *deficiente* en el periodo evaluado. Esto en contraposición a *cultura emprendedora*, cuyo estado es *regular*. Aunado a lo anterior, es de gran relevancia resaltar que ninguno de los ocho determinantes consigue una calificación *excelente*.

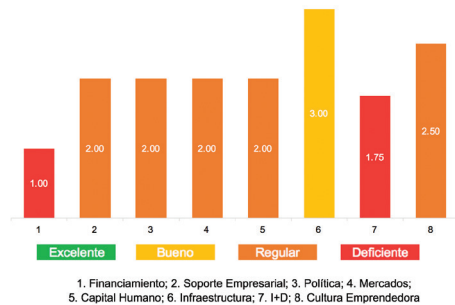


Figura 2. Estado de los ocho determinantes del EECR al 2018. Fuente: Núñez (2018).

Conceptualmente, el financiamiento se refiere a la disponibilidad que tienen los emprendedores para obtener recursos financieros, capital y deuda. La cultura emprendedora, por otra parte, es la medida en que las normas culturales y sociales estimulan a un individuo a realizar actividades económicas. (Núñez, 2018).

Productos que trascienden

La investigación finalizó con cinco diferentes productos. Entre estos se incluye una herramienta de control y monitoreo que permitirá actualizar los resultados en próximos periodos, un listado de oportunidades de mejora para el EECR y, adicionalmente, dos informes independientes: el tomo de resultados (ver figura 3) y el manual metodológico de la investigación.



Figura 3. Informe de Resultados 2018—Estado del EECR. Fuente: Núñez (2018).

Finalmente se crea el sitio web www.EcosistemaEmprendedor.cr, para integrar el esfuerzo de monitoreo y difusión de la información (ver figura 4). Esta plataforma

es precisamente el epicentro de los esfuerzos a favor de que la investigación trascienda su propia publicación primaria.

El valor de este producto consiste en que se mantendrá públicamente y de forma gratuita lo siguiente: el informe de resultados sobre el estado del EECR; un mapeo sobre los

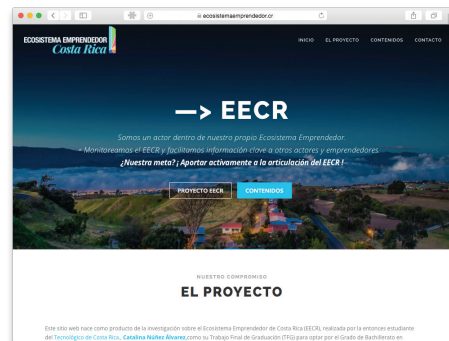


Figura 4. Sitio web www.EcosistemaEmprendedor.cr.

actores del ecosistema y un calendario que gracias al monitoreo constante concentrará la oferta de eventos, talleres, capacitaciones, ferias y otras oportunidades que diversos individuos y organizaciones ofrezcan a los emprendedores de Costa Rica.

Conclusiones

La investigación alcanzó con éxito su objetivo central, señalando que el estado del EECR es “regular”. Esto se traduce en múltiples retos que los actores del ecosistema deberán priorizar y afrontar; sin embargo, dichas brechas deben ser vistas con optimismo, como oportunidades y llamados a la acción.

Respondiendo a la afirmación de que cada actor tiene su papel en el ecosistema, este trabajo logró aportar cinco productos diferentes incluidos el sitio web www.EcosistemaEmprendedor.cr, en el cual finalmente se canalizarán todos los demás. Se anhela que este trabajo inspire y dinamice a más aliados a unir voluntades para trabajar a favor de la meta común de enriquecer el Ecosistema Emprendedor de Costa Rica, ya que hay mucho trabajo por hacer y aún más personas por verse beneficiadas. ■

Referencias

- Ács, Z. J., Szerb, L. & Lloyd, A. (2018). Global Entrepreneurship Index 2018. Recuperado de <https://theledi.org/>
- Ahmad, N. & Hoffmann, A.N. (2008). A

framework for addressing and measuring entrepreneurship.

- Aspen Network of Development Entrepreneurs. (2013). Entrepreneurial Ecosystem Diagnostic Toolkit. Recuperado de <https://www.andeglobal.org/>
- Brown, R., & Mason, C. (2017). Looking inside the spiky bits: a critical review and conceptualisation of entrepreneurial ecosystems. *Small Business Economics*, 49(1), 11-30. doi:10.1007/s11187-017-9865-7
- Cornell University, INSEAD & World Intellectual Property Organization. (2018). The Global Innovation Index 2018: Energizing the World with Innovation. Recuperado de <https://www.globalinnovationindex.org/>
- Kantis, H., Federico, J. & Ibarra García, S. (2017). Condiciones Sistémicas para el Emprendimiento Dinámico 2017- América Latina: avances y retrocesos en perspectiva. Recuperado de <https://prodem.ungs.edu.ar/>
- Lebendiker Fainstein, M., Herrera González, R. & Velásquez López, G. (2015). Reporte Nacional 2014: la situación del emprendimiento en Costa Rica, una perspectiva local sobre emprendimientos, retos y crecimientos en Costa Rica. Recuperado de <https://www.gemconsortium.org/>
- Núñez Álvarez, C. (2018). *Ecosistema Emprendedor de Costa Rica: Evaluación de su estado, oportunidades de mejora y aporte de una herramienta que compendie los hallazgos obtenidos en la investigación, facilitando el control y monitoreo periódico del Ecosistema, así como la difusión de la información resultante hacia los agentes pertinentes.* (Tesis de grado). Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Administración de Empresas, Cartago, Costa Rica.
- World Bank Group (2018a). Doing Business 2018: Reforming to Create Jobs. Recuperado de <http://www.doingbusiness.org/>

*Catalina Núñez Álvarez es bachiller en administración de empresas, graduada con honores del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Este artículo se desprende de su trabajo final de graduación en modalidad de tesis de investigación, bajo la tutoría de Juan Carlos Leiva Bonilla, Ph.D., profesor catedrático del TEC.

A

món_RA: procesamiento de marcadores de realidad aumentada para el reconocimien- to de grandes objetos en el mundo real

Esteban Arias-Méndez*
Esteban González-Damazio**
David Porras-Alfaro***
dporras@tec.ac.cr



Figura 1. Ejemplo de fotografía empleada para el reconocimiento.

La realidad aumentada (RA) es una variación de los entornos virtuales (EV) o realidad virtual (RV) como se le llama comúnmente. La tecnología RV sumerge completamente al usuario en un entorno sintético. Mientras está inmerso, el usuario no puede ver el mundo real a su alrededor. Por el contrario, la RA permite al usuario ver el mundo real con objetos virtuales superpuestos o compuestos con el mundo real. Por lo tanto, RA complementa la realidad, en lugar de reemplazarla por completo. Idealmente, le parecerá al usuario que los objetos virtuales y reales coexisten en el mismo espacio [1]. Surgió por primera vez en los años setentas, como una tecnología orientada a experiencias en mundos virtuales. El término fue acuñado por Tom Caudell en 1992 y desde ese momento en adelante, se desarrollaron diferentes aplicaciones y plataformas para desarrollar más tecnología y aplicaciones de RA [3].

RA, como define Adams Becker et al. [2], es “la generación de nuevas imágenes basadas en la combinación de información digital en tiempo real y el campo de visión de una persona” (p.12). Una tecnología que nos permite relacionar imágenes en tiempo real, así como la posición geográfica del usuario, generalmente con metadatos asociados y almacenados en una computadora [4]. Por lo tanto, se puede decir que la RA permite

incorporar información en diferentes formatos virtuales (videos, audios, texto) a un elemento real (espacio, objeto, etc.), con lo cual el usuario puede extender su experiencia más allá del contacto con los objetos y el ambiente físico. Se requieren varios componentes para el funcionamiento de la RA [5]:

- Hardware, un dispositivo con una cámara, como una computadora, tableta, teléfono móvil, reloj, lentes.
- Software, que puede estar compuesto por una aplicación informática o un programa específico para realidad aumentada y un servidor de contenido.
- Disparador o disparador de información: una imagen, un marcador, un objeto, un código QR, geolocalización o reconocimiento de imágenes.

Actualmente la RA funciona de dos maneras diferentes: la primera, usando una imagen de marcador a la que está asociado un modelo virtual 3D; y la segunda, a través de un punto de ubicación geográfica al que se asigna información y que se identifica a través del GPS. El uso de sistemas que funcionan desde la geolocalización está destinado, según diversos autores [6], a ofrecer mayores ventajas en términos de ampliar la información de un sector

específico, reconstruir escenas antiguas, recrear ruinas o espacios perdidos y agregar información del lugar destinado a diferentes públicos.

Se suele hablar de dos tipos principales de RA: la RA *geolocalizada*, que se clasifica como “posicionamiento”, debe su nombre a que está determinada por “disparadores” de la información que son los sensores que indican el posicionamiento del dispositivo, por ejemplo a través de GPS, brújula o acelerómetro. Aquí la información se captura con la cámara que contiene el dispositivo y este, a su vez, procesará la información mediante el software de posicionamiento instalado.

Marcadores basados en RA representan el tipo de activador de la información por excelencia en el mundo de la RA y podrían incluirse en tres tipos:

- **Códigos QR**, ampliamente conocidos y de uso común.
- NFT sin marcadores, activadores de información como imágenes u objetos reales.
- Otros marcadores, formas geométricas en blanco y negro se enmarcan en un cuadrado; a veces también incluyen siglas o imágenes simples.



Figura 2. Imagen recortada para mejorar el procesamiento.

Se presentan los llamados niveles de RA, según Prendes [7], que define los diferentes grados de complejidad en las aplicaciones actuales, basadas en la RA, de acuerdo con las tecnologías que implementan. El autor establece la clasificación definida de la siguiente manera:

- **Nivel 0 (vinculado al mundo físico):** las aplicaciones hipervinculan el mundo físico mediante el uso de códigos de barras y 2D (por ejemplo, códigos QR). Estos códigos solo sirven de hipervínculos a otro contenido, por lo que no hay registro en 3D o seguimiento de marcadores.
- **Nivel 1 (RA con marcadores):** las aplicaciones utilizan marcadores, imágenes cuadrangulares en blanco y negro y con dibujos esquemáticos, generalmente para el reconocimiento de patrones 2D. La forma más avanzada de este nivel también permite la identificación de objetos 3D.
- **Nivel 2 (RA sin marcadores):** las aplicaciones reemplazan el uso de marcadores por GPS y la brújula o acelerómetro de dispositivos móviles para determinar la ubicación y orientación del usuario y superponer puntos de interés en imágenes del mundo real.
- **Nivel 3 (aumento de la visión):** estaría representado por dispositivos como lentes especiales, lentes de contacto de alta tecnología u otros que, en el futuro, podrán ofrecer una experiencia totalmente contextualizada, inmersiva y personal.

Valorización urbana y patrimonial

En este contexto se presenta el proyecto de investigación del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC) Amón_RA, de la Escuela de Arquitectura y Urbanismo, con colaboración con las Escuelas de Computación y de Diseño Industrial. El objetivo principal es “implementar tecnología de RA para la puesta en valor y difusión del paisaje urbano histórico de barrio Amón”.

Amón es un barrio en el centro de San José, capital de Costa Rica, que cuenta con una amplia variedad de elementos arquitectónicos de valor histórico, simbólico, cultural y social muy reconocidos. Además, en el caso particular del TEC, tiene un valor agregado adicional, ya que el Campus Tecnológico Local de San José está inmerso en el barrio. Por lo tanto, deriva un interés particular para contribuir a la preservación del patrimonio en el vecindario y la generación de herramientas que permitan aprovechar y documentar la historia, proporcionando en

un futuro cercano una explotación positiva del turismo y la valoración por parte de la comunidad y sus visitantes.

La RA para la mejora del patrimonio y la educación ya tiene su camino. En varias ciudades históricas, se ha utilizado como una herramienta para crear conciencia sobre el patrimonio cultural, así como los recursos turísticos del territorio; algunos ejemplos son la Guía de Realidad Aumentada de Segovia (España) y el *Streetmuseum* del Museo de Londres. Otros ejemplos están más vinculados al patrimonio arqueológico; entre ellos se puede mencionar *Archeoguide* [8], Córdoba Romana [9] y Teotihuacán AR. Así, Amón_RA toma, como objeto de estudio, el barrio Amón, ubicado en uno de los ensanches históricos de San José desarrollado entre fines del siglo XIX y principios del XX. Este barrio es uno de los espacios de la capital que aún conserva gran parte de su tejido histórico, caracterizado por la presencia de edificios pertenecientes a estilos arquitectónicos representativos de una época de bonanza vinculada al café y al comercio que favoreció a ciertas élites económicas y políticas del país. Barrio Amón, como área de estudio, es un sitio de referencia del desarrollo histórico-social de la ciudad capital, de gran interés patrimonial. Diversas investigaciones [10], [11], [12], [13] han señalado los valores patrimoniales y

silvestre-crop

Edit Name Remove



Type: Single Image

Status: Active

Target ID: 65cdd15f359a4a03826f968b8706c1ff

Augmentable: ★★★★★

Added: May 31, 2018 00:34

Modified: May 31, 2018 00:34

Figura 3. Imagen procesada con Vuforia que muestra los marcadores generados. Como puede observarse en este caso, el signo en la fotografía tiene muchas irregularidades, lo cual denota un grado de “aumentabilidad” con calificación 4 estrellas de 5.

urbanos de barrio Amón, que están asociados a su conformación como el primer suburbio de la capital, su desarrollo arquitectónico y su complejo desarrollo social. En su trama destaca la presencia de diversos personajes que han tenido papeles determinantes en la historia costarricense.

Para lograr su objetivo, este proyecto busca la determinación de contenidos para la revaluación urbana y patrimonial (análisis urbano, arquitectónico, social y cultural) de barrio Amón con desarrollos tecnológicos relacionados con la creación de aplicaciones móviles de RA.

Amón_RA es un proyecto en desarrollo para crear una aplicación móvil de RA en áreas poco exploradas dentro del contexto costarricense, como la mejora de la ciudad y los recursos patrimoniales.

Modelo de desarrollo

Amón_RA tiene como objetivo alcanzar los niveles 1 y 2 de RA, descritos previamente. En este trabajo se presenta un nuevo uso de los marcadores tradicionales que reconocen objetos pequeños en un mundo real en 3D, mediante el uso de elementos de infraestructura, como edificaciones. Por lo tanto, se desea que mediante un proceso de reconocimiento de elementos clave en imágenes tomadas de las construcciones o elementos característicos del barrio Amón, se pueda proporcionar al usuario una

experiencia de RA superponiendo imágenes antiguas.

Para lograrlo, se han utilizado varias herramientas de software y marcos de desarrollo, presentados aquí como referencia.

React Native, marco de desarrollo de aplicaciones móviles de código abierto creado por Facebook. Se utiliza para desarrollar aplicaciones para Android y iOS. Permite a los desarrolladores utilizar la plataforma React junto con las capacidades nativas de la plataforma de cada sistema operativo móvil. Esta configuración permite, a nivel de rendimiento, que el comportamiento de las aplicaciones sea casi similar a tener un desarrollo 100% nativo (<http://www.reactnative.com> y <https://github.com/facebook/react-native>).

Vuforia, un *kit* de desarrollo de software de RA (SDK) para dispositivos móviles que permite la creación de aplicaciones de RA. Utiliza tecnología de visión artificial para reconocer y rastrear imágenes planas (objetivos de imagen) y objetos 3D simples como cuadros, en tiempo real (<https://www.ptc.com/en/products/augmented-reality>).

Unity, motor de juegos multiplataforma que se puede utilizar para crear juegos tridimensionales, bidimensionales, de RV y RA, así como simulaciones y otras

experiencias. El uso particular de Unity en el desarrollo de Amón_RA ha sido principalmente para la manipulación de elementos 3D, así como para el uso de imágenes de 360 grados, que proporcionan una vista más realista de algunas ubicaciones del barrio que generalmente no están disponibles para el público en general (<https://unity.com>).

Proceso de marcadores de RA

Primero, debe elegirse una fotografía que no tenga objetos que obstruyan el edificio, que muestren características clave que lo identifiquen. Se utiliza para cortar la foto, para que Vuforia sea responsable de analizar las partes del edificio que tienen pocas posibilidades de cambiar en el futuro.

Consideraciones para la elección de fotografías:

Evitar reflejos, porque puede reconocer algún patrón en el reflejo de una ventana, lo que disminuye el rendimiento del reconocimiento.

- La foto contiene suficientes “irregularidades” o características distinguibles del objeto a procesar; entre más presente, mejor “capacidad de aumento” y reconocimiento.
- La foto no contiene elementos que puedan cambiar con el tiempo, como letreros, banderas, etc.

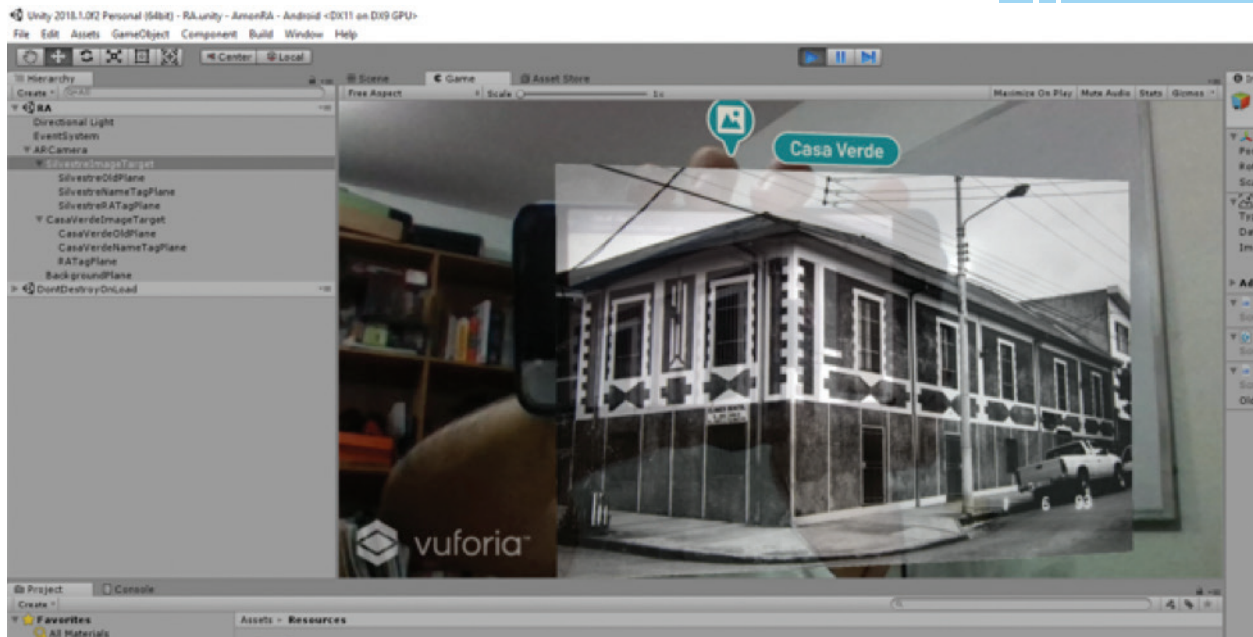


Figura 4. Se muestra la sobreposición de una fotografía antigua reconocida luego del procesamiento de marcadores en la imagen según los pasos dados.

- La luz natural es deseable; dependiendo de las sombras de las luces nocturnas, es posible que estas influyan mucho en el reconocimiento de las estructuras.
- El ángulo de la foto actual debe ser similar al de la foto anterior, pero también accesible para el usuario.

Por ejemplo, en la figura 1, se muestran varios reflejos de las ventanas que sería aconsejable evitar; sin embargo, si se eliminan se perderían detalles. Para obtener un buen reconocimiento, se toma el signo “Silvestre”. Por otro lado, hay elementos en la fotografía que cambiarán con el tiempo según la ubicación de los vehículos y las personas, por lo que cada imagen requiere un análisis de cuáles serían las partes más apropiadas. Se recorta la imagen como se muestra en la figura 2.

En las ventanas se notan algunas luces pequeñas, lo que podría ser un problema; pero al ser elementos tan pequeños y conforme a las pruebas realizadas, el riesgo de falla durante el reconocimiento se minimiza.

El procesamiento de las imágenes debe realizarse con anticipación, no es una actividad que se ejecuta *in situ* en la aplicación en un dispositivo móvil debido al procesamiento de imágenes que debe realizarse, lo que requiere un mayor poder de procesamiento de cálculo. Se inicia sesión en el sitio web <https://developer.vuforia.com/targetmanager> para lograr la RA; posteriormente, la primera vez, se debe seleccionar o crear una base de datos. La base de datos contiene los “objetivos” definidos. El resultado obtenido es el que se muestra en la figura 3.

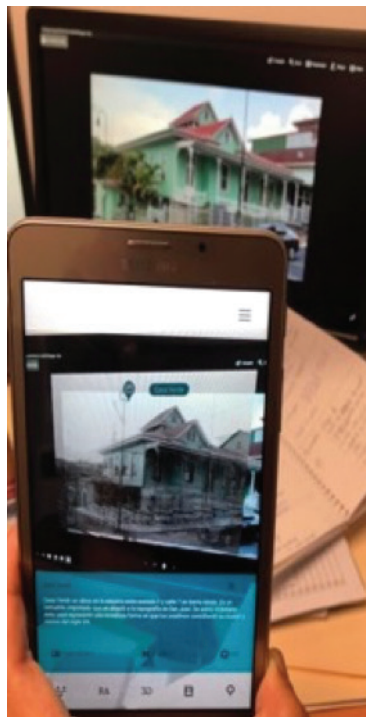


Figura 5. Aplicación Amón_RA. RA en acción que muestra el reconocimiento de Casa Verde mediante el uso de marcadores de imagen y superposición de la imagen histórica.

El resultado obtenido es el que se muestra en la figura 3.

La figura 4 muestra un uso de sobreposición de imágenes de la computadora como muestra de la capacidad de RA disponible para la aplicación Amón_RA. Como otro ejemplo de este proceso desarrollado, la figura 5 muestra el uso de un dispositivo móvil con el APK de la aplicación Amón_RA y superpone una imagen antigua de la Casa Verde, al reconocerla usando una fotografía actual que se muestra desde una pantalla. Como se mencionó anteriormente, este reconocimiento también es posible en las vías públicas cuando el usuario se encuentra en la posición esperada frente al edificio histórico.

Conclusiones

El desarrollo de software para el uso de aplicaciones móviles de realidad aumentada constituye una oportunidad para mejorar y difundir entornos urbanos con valores patrimoniales. Además, este proyecto de investigación, junto con la participación de actores sociales, constituye una alternativa para mejorar las actividades económicas como el turismo o las industrias culturales, generando opciones de desarrollo local basadas en el uso de los recursos del patrimonio urbano.

La tecnología y la innovación pueden contribuir a fortalecer la identidad y la memoria colectiva de las ciudades costarricenses; en este sentido, la contribución que la academia puede ofrecer

es un valor agregado para la investigación. Aunque esta contribución es un avance preliminar del desarrollo de la aplicación Amón_RA, se espera que en breve contribuya a la revalorización urbana y patrimonial de San José mediante el uso de tecnologías de información y comunicación.

El proceso descrito en este trabajo puede ayudar a promover nuevos usos y capacidades en el desarrollo futuro de nuevas aplicaciones. Además, muestra el tipo de exploración empleado en este proyecto el cual conlleva trabajo previo a la utilización de la aplicación móvil por parte del usuario. ■

Contacto

Dr. Arq. David Porras Alfaro (dporras@tec.ac.cr), coordinador del proyecto Amón_RA.

***Esteban Arias Méndez** es profesor, investigador y extensionista de la Escuela de Computación del TEC. Ingeniero en computación, forma parte del grupo de investigación PaRMA y coordina el grupo estudiantil *Singular*, grupo de investigación y extensión que gestiona el proyecto *Programación: la nueva alfabetización*. Adicionalmente trabaja en temas relacionados con inteligencia artificial y bioinformática sobre algoritmos alternos de comparación de rutas metabólicas. También es instructor certificado LPIC-1 de Linux. Participa frecuentemente en actividades de voluntariado brindando cursos de programación abiertos a la comunidad como extensión social. Es profesor asesor del Capítulo Estudiantil IEEE Computer Society y profesor asesor de la Rama Estudiantil IEEE del TEC.
<https://orcid.org/0000-0002-5600-8381>

****Esteban González-Damazio** es estudiante avanzado de la carrera de Ingeniería en Computación del TEC y estudiante asistente especial de investigación del proyecto Amón_RA. Labora actualmente como desarrollador para la empresa Middleware.

<https://orcid.org/0000-0002-3017-0102>

*****David Porras-Alfaro** es doctor en Geografía y máster universitario en Planificación y Desarrollo Territorial Sostenible por el Departamento de Geografía de la Universidad Autónoma de Madrid. Licenciado en Arquitectura por el TEC, donde labora actualmente como profesor adjunto de la Escuela de Arquitectura y Urbanismo desempeñando labores de docencia, investigación y extensión. Además, es miembro del Consejo de Investigación y Extensión del TEC, cofundador del Grupo Territorio Racional y Sostenible (Grupo TRyS) y miembro del Grupo de Investigación en Estudios Urbanos y del Turismo (URByTUR).
<https://orcid.org/0000-0002-8917-1652>

Bibliografía

- [1] R.T. Azuma, "A Survey of Augmented Reality", *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, vol. 6, no. 4, pp. 355–385, 1997.
- [2] S. Adams Becker, L. Johnson, D. Gago, D. Garcia, and S. Martín, "Perspectivas tecnológicas educación superior en América Latina 2013-2018", Texas: The New Media Consortium, 2013.
- [3] T. P. Caudell and D. W. Mizell, "Augmented Reality: An Application of Heads-up Display Technology to Manual Manufacturing Processes", in *Proceedings of the Twenty-fifth Hawaii International Conference on System Sciences*, vol. 2. IEEE, 1992, pp. 659–669.
- [4] J. Fombona Cadavieco, M. Pascual Sevillano, and M.F. Madeira Ferreira Amador, "Realidad aumentada, una evolución de las aplicaciones de los dispositivos móviles", *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 2012, (41): 197-210, 2012.
- [5] M. Badilla-Quesada and M. Sandoval, "Realidad aumentada como tecnología aplicada a la educación superior: Una experiencia en

desarrollo", *Innovaciones Educativas*, vol. 17, no. 23, pp. 41–50, 2015.

[6] J.J.L. Olivencia and N.M.M. Martínez, "Tecnologías de geolocalización y realidad aumentada en contextos educativos: experiencias y herramientas didácticas", *DIM: Didáctica, Innovación y Multimedia*, no. 31, pp. 1–18, 2015.

[7] C. Prendes Espinosa, "Realidad aumentada y educación: análisis de experiencias prácticas", *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 46,187-203, 2015.

[8] V. Vlahakis, M. Ioannidis, J. Karigiannis, M. Tsoiros, M. Gounaris, D. Stricker, T. Gleue, P. Daehne, and L. Almeida, "Archeoguide: an Augmented Reality Guide for Archaeological Sites", *IEEE Computer Graphics and Applications*, vol. 22, no. 5, pp. 52–60, 2002.

[9] M. Prendes Espinosa and P. Soriano, "Córdoba romana: un ejemplo del uso de la realidad aumentada aplicada a la arqueología. Ciudades históricas del patrimonio mundial". *Actas de Congreso. Córdoba: Delegación de Patrimonio, Casco Histórico y Naturaleza, Ayuntamiento de Córdoba Aula de Patrimonio Histórico*, 2012.

[10] F. Quesada, "En el Barrio Amón: arquitectura, familia y sociabilidad del primer residencial de la élite urbana de San José, 1900-1935", San José: Editorial Universidad de Costa Rica, 2001.

[11] F.Q. Avendaño, Modernidad, "Segregación urbana y transformación arquitectónica: San José, Costa Rica, 1890-1935", *Scripta Nova: Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, no. 7, p. 27, 2003.

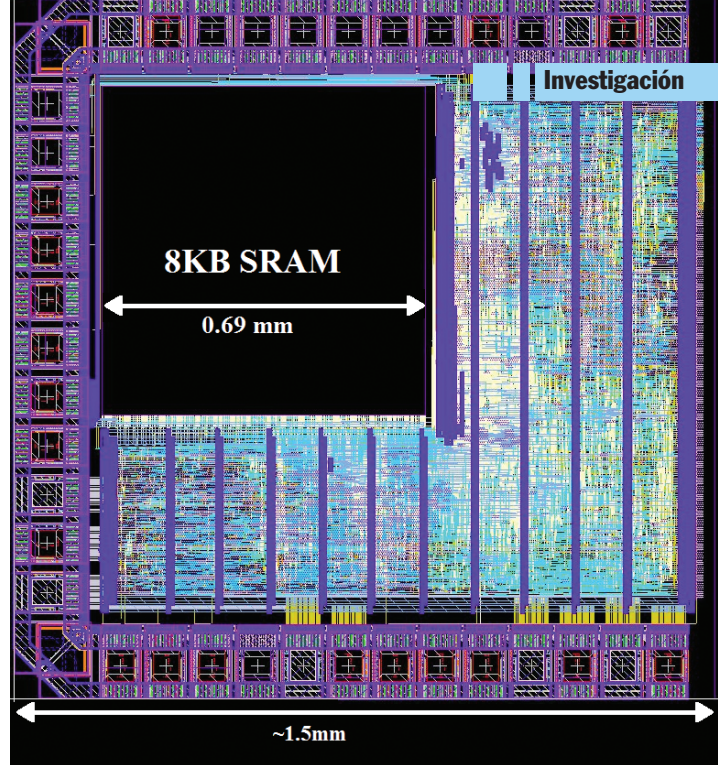
[12] F. Quesada Avendaño et al., "La modernización entre cafetales: San José, Costa Rica, 1880-1930", *Helsingin yliopisto*, 2007.

[13] K.G. Baltodano, "El patrimonio cultural como base para un modelo de desarrollo endógeno. La herencia cultural del periodo liberal en Costa Rica (1870-1940) como capital cultural. Un estudio de caso", tesis doctoral, Universidad Autónoma de Madrid, 2016.

C

on desarrollo de primer micro-controlador, se abren importantes oportunidades para el TEC

Marcela Guzmán O., editora
maguzman@itcr.ac.cr



Trazado físico del microcontrolador, listo para ser enviado a fabricación.

- Al llevar este proyecto hasta el silicio se cerró el ciclo completo de diseño de un circuito integrado
- TEC podrá hacer sus propias computadoras, celulares o marcapasos y eventualmente crear pequeñas y medianas empresas muy especializadas

Construir microcontroladores electrónicos es algo que hacen regularmente las grandes empresas transnacionales de alta tecnología, incluyendo gigantes como Google, Microsoft y Facebook, que generalmente se cree que solo hacen software. Diseñarlos y desarrollarlos en un país como el nuestro se convierte en todo un reto, en un paso gigantesco; y esto es precisamente lo que ha logrado el Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC) con el desarrollo del microcontrolador *SIWA* (sabiduría ancestral, en lengua cabécar).

El microcontrolador nacional está diseñado con base en una arquitectura denominada RISC-V de 32 bits, similar a la que utilizan los teléfonos celulares inteligentes y que puede usarse para otras funciones. En este caso, se utilizará en aplicaciones médicas, por ejemplo en un estimulador cardiaco. Pero igual se puede emplear en automatización industrial, monitoreo de variables, procesamiento de imágenes...

La primera iteración o versión está pensada para ser usada en un pequeño sistema electrónico que monitorea la actividad

cardiaca y aplica estímulos eléctricos al tejido cardiaco, según el tipo de tratamiento que un médico considere conveniente para un paciente con una cardiopatía.

Por ejemplo, el microcontrolador monitorea la actividad del corazón y de otras partes del cuerpo. Si esta se sale de determinados parámetros, por ejemplo el ritmo se vuelve irregular (arritmia), el microcontrolador ordena al estimulador inyectar una corriente proporcional de estímulo, para tratar de recuperar el ritmo adecuado del corazón. Hay varias otras funciones: si se detecta que el paciente está haciendo un esfuerzo (subiendo una escalera), entonces el microcontrolador se asegura de que aumente el ritmo cardiaco, dándole la orden al estimulador de que le inyecte pulsos, ya sea de corriente o de voltaje más rápidos al tejido cardiaco para que el corazón lata de manera adecuada.

Estas son todas funciones típicas de un marcapasos, pero con un microcontrolador, o *micro*, ahora es posible no solo ejercer este tipo de control, sino guardar datos de la actividad del corazón para que luego el médico en una cita los extraiga y los pueda analizar; es decir, se puede crear un historial de la actividad del paciente.

Cerebro

“Un microcontrolador es el cerebro de cualquier sistema inteligente. Por

ejemplo, ahora que se habla de *Internet de las Cosas* (IoT), todo mundo piensa que lo más importante es Internet. Pero no: lo fundamental es que los dispositivos involucrados sean suficientemente inteligentes para poder conectarse a Internet y para eso se requiere un microcontrolador como el que hemos desarrollado”, dice el líder del proyecto Alfonso Chacón Rodríguez, doctor en microelectrónica e investigador del Laboratorio de Diseño de Circuitos Integrados (DCI Lab) de la Escuela de Ingeniería Electrónica del TEC. Y agrega: “El microcontrolador es una unidad de procesamiento de datos basada en un microprocesador, periféricos (lo que lo conecta con el mundo exterior y con los usuarios) y memoria; o sea, es un microchip muy complejo”.

El investigador explica que “al llevar este proyecto hasta el silicio (material semiconductor con el que está construido el microcontrolador) se cerró el ciclo completo de diseño de un circuito integrado”, que podría resumirse en estas etapas:

- *Especificación*, definición de los detalles de lo que se quiere que contenga el circuito integrado.
- *Diseño lógico y verificación*, construcción de la estructura lógica del circuito, mediante herramientas de codificación, simulación síntesis y verificación

temporal que nos aseguran que se cumplen los requisitos funcionales del circuito integrado.

- *Diseño físico*, diseño de las estructuras que implementan la estructura lógica propuesta en la etapa anterior, pero a nivel ya de micro-circuitos en una tecnología CMOS (tecnología basada en silicio dopado para producir transistores complementarios de efecto de campo, con los que se fabrican todos los chips modernos presentes en los dispositivos electrónicos y computacionales, tales como *tablets*, servidores, celulares, etc.). Esta etapa incluye una verificación más exhaustiva tanto funcional, como de las reglas físicas y eléctricas exigidas por el proceso CMOS de fabricación, que aseguran que al fabricarse el chip será funcional.
- Y finalmente la *fabricación*, cuando el circuito mismo es ya producido en una “*foundry*” comercial (en este caso, XFAB, <https://www.xfab.com/>, que produce circuitos integrados para clientes en todo el mundo. Ellos reciben nuestro diseño y usan sus sistemas y maquinaria para trasladarlo a silicio, devolviendo para pruebas y comercialización el chip real).

Relevancia

El desarrollo de este dispositivo abre la puerta al TEC para incursionar en el desarrollo de sus propias computadoras (tan complejas como un teléfono inteligente, o tan sencillas como el control de un marcapasos), y eventualmente crear pequeñas y medianas empresas muy especializadas, de desarrollo electrónico de aplicaciones biomédicas o de IoT, propiedad de estudiantes y profesores, que puedan ofrecer servicios a empresas más grandes.

La ventaja del microcontrolador es que es totalmente flexible, explica Alfonso Chacón. Entonces, si por ejemplo una compañía necesita un sensor para monitorear alguna variable física importante (las vibraciones en un puente o el contenido de oxígeno y el pH en un tanque de cultivo de peces, por mencionar dos ejemplos), el microcontrolador puede programarse para controlar dicho sensor y guardar o transmitir la información para su recolección, pues el micro posee una interfaz que incluso le permite conectarse con

Internet. Es decir, que el microcontrolador no está limitado a aplicaciones biomédicas, sino que puede adaptarse rápidamente a otras necesidades inmediatas en el país (como el uso de sensores para agricultura inteligente o el monitoreo o control del tránsito vehicular).

El equipo

Junto al doctor Chacón, otros integrantes del equipo que llevó a cabo la investigación que culminó con el desarrollo del microcontrolador fueron el doctor Renato Rímolo y los candidatos a doctor Ronny García y Roberto Molina. Pero además, son parte de este logro del TEC 20 estudiantes de la carrera de Ingeniería en Electrónica, que trabajaron como asistentes de investigación; cinco estudiantes de la maestría en electrónica becados por la Vicerrectoría de Investigación y Extensión y por la Dirección de Posgrado; y los estudiantes del doctorado en ingeniería ya mencionados.

Por otra parte, la fabricación de los circuitos es financiada por la Agencia Nacional de Investigación e Innovación de Uruguay, ya que el equipo costarricense trabaja en colaboración con el grupo de desarrollo de circuitos biomédicos que coordina el Dr. Alfredo Arnaud, profesor de la Universidad Católica del Uruguay.

El equipo de la universidad uruguaya ha desarrollado aplicaciones de este estilo, pero no poseían la capacidad de diseño digital necesaria para integrar un microcontrolador avanzado que supliera funciones programables a sus dispositivos. Ahí es donde el equipo del TEC aporta con el desarrollo de SIWA.

¿Cómo lo han hecho?

Alfonso Chacón explicó que este ha sido un largo proceso, que arranca con la creación de la Escuela de Ingeniería en Electrónica, en 1975. Con el tiempo, se dio el desarrollo de investigación que vino a complementar la preparación de profesionales con la creación de nuevos dispositivos electrónicos.

En el 2003 llegaron a trabajar al TEC Alfonso Chacón y Roberto Pereira, con el objetivo de desarrollar el área de microelectrónica. Al mismo tiempo empresas como Intel, primero, y Teradyne después, querían que en Costa Rica se pudieran hacer proyectos de este tipo. “Se dio entonces una sinergia

que permitió el desarrollo del equipo, lo que ocurre solo cuando las cosas se dan juntas”, dice Chacón. “Era necesario el concurso de la academia, de personas con experiencia de trabajo en la industria, de las empresas, de estudios, investigaciones, herramientas...”

Posteriormente, en 2013, la Escuela de Ingeniería Electrónica abre el programa de maestría en electrónica y desde afuera, las empresas ejercen presión para que se formaran personas con más conocimientos y herramientas en el área de la microelectrónica. “Quizás para mucha gente no es obvio, pero hacer un circuito integrado tan completo como un microcontrolador es un paso gigantesco. Ahora ya tenemos el *know-how* completo y el *expertise* para empezar a hacer nuestros propios dispositivos.

Adicionalmente, el TEC hizo un esfuerzo económico importante para la adquisición de equipo y licencias, un bloque de memoria y la fabricación del microcontrolador. En general, se invirtieron en esto alrededor de 150 mil dólares, que hoy también están al servicio de la docencia y la investigación.

Clave del crecimiento

Poseer el conocimiento tecnológico para construir sus propios microcircuitos ha sido la clave del crecimiento económico de los tigres asiáticos (Corea, Taiwán, Singapur). El valor agregado por la venta o licenciamiento de un circuito microelectrónico es de 60 a 70% del total invertido. Esta es la tasa típica de retorno de una compañía que hace microcircuitos: es una de las tasas de retorno de inversión más altas que existen en la industria.

El doctor Chacón explica que una pyme nacional que desarrollara este tipo de microprocesadores integrados podría ofertar también su *expertise* para diseños contratados, que normalmente se cotizan en el mercado microelectrónico entre medio millón y un millón de dólares, para circuitos que requieren un equipo de cinco a diez personas. Esta es una actividad muy lucrativa, que generaría muchos ingresos al país (y que se vuelve un círculo virtuoso, pues al irse posicionando en el mercado y ganando experiencia, se genera un aumento en las capacidades técnicas de estas empresas que las vuelven atractivas ya para diseños en que podrían hasta trabajar como socias con

empresas más grandes como Intel, Samsung, HPe y Apple).

Ahora el TEC también se puede posicionar como un consultor mediante la oferta a las grandes empresas mencionadas de servicios de apoyo en entrenamiento de personal altamente calificado, e incluso en diseño e investigación, en un modelo que ya existe en otros lugares con muchas universidades; así, si se tiene una necesidad particular de mejorar algún circuito o parte del flujo de diseño (como las mismas herramientas que se usan para fabricarlos), ya Intel o HPe en Costa Rica, por ejemplo, puede comisionar al TEC para apoyarlas (en vez de llevarse el problema a EEUU, Israel, Japón o Europa), lo que significaría altos ingresos limpios para el TEC, además de prestigio.

Características de SIWA

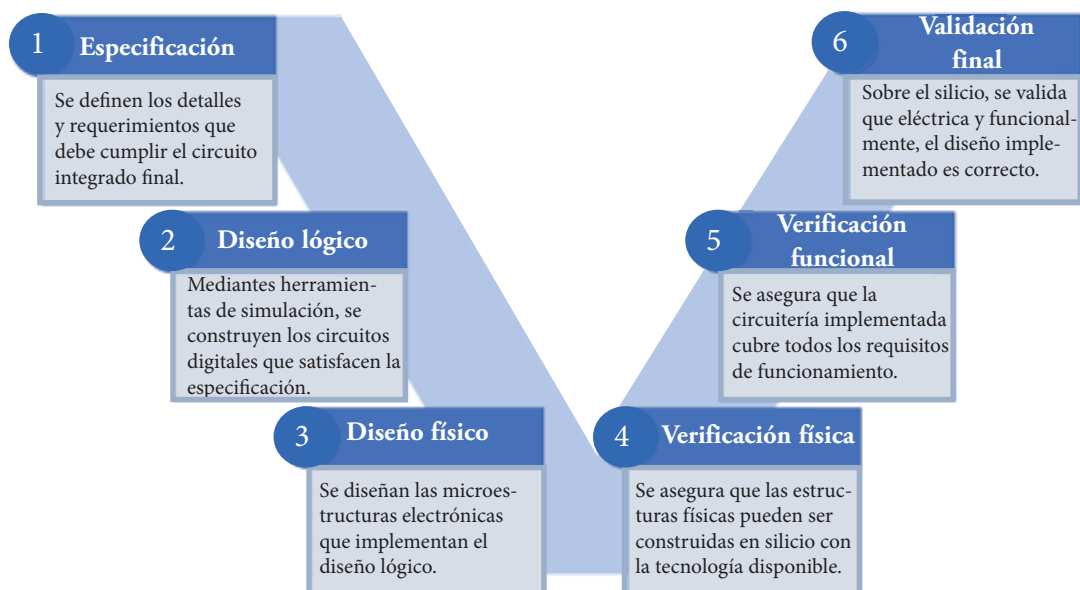
SIWA es un dispositivo electrónico integrado en una tecnología CMOS de 180 nanómetros de alto voltaje. En general ofrece:

- 1. Flexibilidad:** Contiene un núcleo de procesamiento RISC, capaz de ejecutar programas (software) hechos a la medida para diferentes aplicaciones. Es decir, un solo dispositivo puede personalizarse según las necesidades específicas de muchos usuarios.
- 2. Integración:** Junto con el núcleo de procesamiento, SIWA contiene suficientes interfaces para monitorear y hasta actuar sobre el sistema cardiovascular de un paciente, sin requerir de mayor cantidad de componentes externos.
- 3. Versatilidad:** El diseño de SIWA permite cambiar con relativa facilidad el entorno del núcleo de procesamiento y adaptarlo para otras aplicaciones, tanto en medicina como en otras áreas de la industria.
- 4. Innovación:** Además de ser el primer microcontrolador diseñado por completo en Costa Rica,

esta primera versión de SIWA es totalmente integrada, lo que aumenta la confiabilidad como dispositivo médico (comparado con soluciones comerciales que usan componentes discretos) y reduce significativamente el consumo de potencia del sistema (lo que se traduce en mejores condiciones para implantarse en humanos).

Un microcontrolador es en realidad un microprocesador que posee, además de sus unidades de procesamiento, interfaces de entrada y salida para realizar funciones específicas. El núcleo de SIWA está basado en una arquitectura RISC-V de 32-bits y este núcleo se puede complementar con diferentes interfaces para diferentes aplicaciones. ■

Ciclo de diseño de un circuito integrado



E l aporte de las ingenierías, las ciencias de la computación y las ciencias administrativas al emprendimiento y la innovación social

Dyalá de la O Cordero*

ddelao@tec.ac.cr

Marco William Martínez Mora**

marco.martinez@itcr.ac.cr

Resumen

El proyecto Students4Change (S4Ch) es un proyecto internacional en el que participaron 15 universidades socias¹ de América Latina y Europa el cual fue financiado por el programa ERASMUS+ de la Unión Europea.

S4Ch tuvo un horizonte de tres años (setiembre 2016-agosto 2019) y el objetivo fue mejorar la calidad y relevancia de los programas académicos orientados hacia el desarrollo de las competencias en innovación y el emprendimiento social en las universidades latinoamericanas, con el fin de aumentar la capacidad de resolución de los urgentes problemas sociales que enfrenta la región.

Antecedentes

Existe un panorama incierto sobre la definición de un concepto homólogo de innovación y emprendimiento social en Latinoamérica y, en general, en el resto del mundo. Han sido mucho los autores que han definido los conceptos de innovación social y a su vez las herramientas y corrientes que se han utilizado para poder lograrla: economía social,

emprendimiento social y responsabilidad social corporativa, entre otras (Carmen Păunescu (2014), Jorge Cunha et al. (2015), citados en Tecnológico de Monterrey 2019).

Tal y como se señaló anteriormente, students4Change es un proyecto internacional con la participación de 15 universidades, lo que provocó afrontar un reto en cuanto a las visiones, perspectivas y definiciones que cada universidad les daba a los conceptos de innovación y emprendimiento social. Por esta razón, como parte de las etapas tempranas del proyecto, uno de los primeros productos comprendió definir un concepto generalizado sobre las temáticas de innovación y emprendimiento social en el marco del proyecto students4Change.

Es así como surge el libro “Innovación y emprendimiento social en las instituciones de educación superior: Students4Change”, editado por los representantes de las universidades socias del proyecto y coordinado por el Tecnológico de Monterrey.

Consecuentemente, en el marco del proyecto y para mitigar las diferencias conceptuales se crea un consenso en cuanto a la conceptualización de innovación y emprendimiento social de la siguiente manera:

La innovación social se comprende como una nueva solución desarrollada para satisfacer necesidades sociales con el objetivo de generar impacto social o cambio en el sistema en el cual están insertas. Las innovaciones sociales son el resultado de un proceso amplio, diverso y participativo. (Tecnológico de Monterrey, 2019).

Por su parte, el emprendimiento social es el proceso de desarrollar mecanismos para conformar modelos de organizaciones sostenibles, capaces de movilizar e integrar recursos para entregar productos o servicios que generen valor social. (Tecnológico de Monterrey, 2019).

Uno de los objetivos principales de este proyecto era implementar modelos educativos que promuevan el desarrollo de competencias de emprendimiento e innovación social en estudiantes de pregrado; así se inició un proceso de planeamiento, una vez unificados los conceptos de innovación y emprendimiento social por parte de los miembros del proyecto.

La segunda etapa del proyecto comprendía la inserción de estos conceptos en los cursos de las universidades mediante la implementación de cursos piloto, que incluyeran en su currículo competencias para desarrollar innovación y emprendimiento social en los estudiantes de pregrado de cada universidad socia.

Esta etapa comprendía dos hitos importantes: primero, para el desarrollo de competencias se creó un *toolkit*, con el objetivo de que los docentes que aplicarían los cursos piloto tuvieran las herramientas necesarias para facilitar la ideación, implementación, la sostenibilidad y el escalado de los proyectos de emprendimiento e innovación social a través de la presentación de una serie de herramientas metodológicas que podían ser empleadas por los y las estudiantes como soporte para aplicar en cada uno de los procesos en los cursos piloto.

El *toolkit* identificó tres tipos de competencias: competencias funcionales, competencias

conductuales y competencias técnicas. Dentro de cada grupo competencial se encuentran las fichas, que son propiamente la herramienta o estrategia didáctica que ayuda a desarrollar esa competencia en particular. Por último, cada ficha suele contar con una plantilla para poder facilitar su implementación para los docentes y estudiantes durante el desarrollo de las lecciones.

La caja de herramientas cuenta con un total de 39 fichas que se crearon para desarrollar las competencias clave como liderazgo, trabajo en equipo, pensamiento crítico, empatía, etc. Entre las fichas creadas podemos citar, por ejemplo: Ficha #1. Árbol de problemas y oportunidades; Ficha #9. Diagrama de flujo de innovación; Ficha #17. Identificando redes de apoyo; Ficha #34. Prototipado rápido; Ficha #36. Sesión de Co-Creación.²

El segundo hito importante de esta fase fue la capacitación de profesores en el desarrollo de competencias para la innovación y el emprendimiento social, que se llevó a cabo en dos partes: una primera parte virtual, donde se contó con el apoyo de la plataforma de aprendizaje virtual TEC Digital, liderado por el Tecnológico de Costa Rica; y la segunda parte presencial llevada a cabo en Porto Alegre, Brasil, liderada por la Pontificia Universidad de Rio Grande Do Sul (PUCRS).

Este último hito marcó el cierre del proceso de preparación tanto del equipo de socios del proyecto, como de los profesores de los cursos que ingresaron al pilotaje, previo a la implementación de los cursos piloto.

Los profesores enfrentaron muchas realidades, entre ellas la inflexibilidad de algunas universidades latinoamericanas para incorporar las competencias establecidas de innovación y emprendimiento social a los programas de los cursos piloto y, además, el tiempo disponible para poder transmitir cada competencia.

Metodología

Con base en la experiencia académica y en investigación y, considerando la cultura organizacional institucional, la selección de los cursos que participaron en la fase de pilotaje se realizó bajo el criterio de experto. No obstante, para garantizar una adecuada selección siempre se tuvieron en consideración diversos aspectos relacionados tanto con el profesor como con el curso.

Sobre los profesores

- Personas con deseos verdaderos de involucrarse en el tema.
- Que impartieran más de un curso diferente por semestre (esto abrirá la posibilidad que en años venideros se implementen estrategias en más cursos).
 - Que impartieran cursos a diferentes carreras.

Para garantizar el compromiso de los profesores se enfatizó en las responsabilidades asumidas al involucrarse en el proyecto: capacitación virtual

1 Technische Universitaet Dortmund, Alemania; Universidade de Aveiro, Portugal; Université Grenoble Alpes, Francia; Universitat Politècnica de València, España; Universidad del País Vasco, España; Pontificia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Brasil; Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Brasil; Universidad de Talca, Chile; Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile; Universidad de Caldas, Colombia; Corporación Universitaria Minuto de Dios (UNIMINUTO), Colombia; Universidad de Colima, México; Tecnológico de Monterrey, México; Universidad de Costa Rica e Instituto Tecnológico de Costa Rica.

2 Tanto la caja de herramientas como el libro mencionado anteriormente pueden ser descargados de manera gratuita en la web oficial del proyecto www.uestudents4change.org

durante ocho semanas; capacitación presencial de 40 horas; aplicación de los aprendizajes durante el segundo semestre del 2018; elaboración de informes; y compromiso de continuar y dar sostenibilidad al proyecto una vez que finalizase en el 2019.

Sobre los cursos

- Que se impartieran durante el segundo semestre del 2018
- Que tuvieran “un proyecto final” de curso donde se pudieran implementar iniciativas de emprendimiento e innovación social.
- Que permearan a estudiantes de diversas carreras.
- Que al menos un curso se impartiera en otro campus
- Que al menos un curso brindara como producto final una herramienta tecnológica³ que pudiera utilizar algún grupo o actor social meta (*app*, sistema, página web, etc.).

A partir de los criterios de selección, la metodología se aplicó en cinco diferentes cursos: dos dirigidos a ingenierías, uno a ciencias de la computación y dos a ciencias administrativas. La Tabla 1 muestra el detalle general de los cursos.

Debido a que la fecha de inicio del semestre no permitía explorar en profundidad todas las herramientas disponibles en el *toolkit* y con base en la experiencia generada en Brasil, se decidió utilizar el mismo grupo de herramientas en todos los cursos (siempre y cuando la dinámica de cada curso así lo permitiera y dando libertad al profesor de incorporar o no otras herramientas). La Tabla 2 muestra las herramientas utilizadas.

Asimismo, con base en la normativa institucional, las competencias desarrolladas durante el Curso de Capacitación a Profesores, el tiempo disponible y otros factores internos, se decidió trabajar los aprendizajes en forma estandarizada para los todos los cursos pilotos, pero sin dejar de lado la libertad de cátedra de los profesores. Así, se tiene lo siguiente:

- En todos, el *trabajo final de curso* se orientó hacia una iniciativa de emprendimiento e innovación social
- Se trabajó en equipos (promedio tres personas por equipo)
- Todos los equipos participaron en el Feria de Ideas de Negocios 2018 (FIN 2018).

Como estrategia para impulsar a los estudiantes a presentar iniciativas de emprendimiento e innovación social, la participación en el proceso de FIN 2018 tuvo un peso dentro de la evaluación del curso. En este punto es importante resaltar que anteriormente la Feria no contaba con el área de emprendimiento social; sin embargo, gracias al apoyo del TEC Emprende Lab en la edición 2018 se incluyó esta área para dar cabida a las propuestas de los cursos piloto.

Resultados

Sensibilizar a los estudiantes sobre la importancia de la innovación y el emprendimiento social y brindar

herramientas para el desarrollo de competencias que permitieran una mayor comprensión de las comunidades y que mejoraran la resolución conjunta y sostenible de los problemas identificados, fue el eje transversal de los cursos que participaron en el plan de pilotaje del proyecto S4Ch.

Tal como se muestra en la Figura 1, se logró sensibilizar a 132 estudiantes: 37% provenientes de las ciencias administrativas; 36% de las ingenierías; y 27% de las ciencias de la computación.

En este grupo la representación masculina supera por mucho la representación femenina, 63% hombres vs. 37% mujeres, dándose la mayor diferencia en el subgrupo de ciencias de la computación.

En relación con la Feria de Ideas de Negocios 2018, durante la primera etapa participaron 50 proyectos en la línea de emprendimiento social, de los cuales 12 fueron seleccionados para la segunda etapa. La inclusión de la línea de emprendimiento social en dicha feria sorprendió a todos: del total de proyectos presentados (122) el 41% correspondió a iniciativas de emprendimiento social⁴. La Tabla 3 muestra un resumen de la cantidad de proyectos seleccionados según cada etapa del proceso.

Cursos

Debido a los objetivos particulares de cada curso, así como el público a quien se dirige, a continuación se presentan los resultados particulares de cada curso.

CS-2101 Ambiente Humano

El objetivo del curso es analizar e identificar las formas en que los individuos y grupos pueden actuar con mayor eficacia en las organizaciones, con el objetivo de desarrollar en los futuros graduados la capacidad de acción y dirección en las organizaciones que se desenvolverán como futuros profesionales.

Las competencias desarrolladas para sensibilizar sobre el emprendimiento e innovación social fueron trabajo cooperativo, pensamiento crítico y proactividad. Utilizaron para ello las herramientas lluvia de ideas, mapa de personas y conexiones y resolución creativa de problemas.

Como resultado se presentaron ocho propuestas de emprendimiento social y el 25% pasó a la etapa 2 de la FIN 2018. El detalle de estas propuestas se muestra en la Tabla 4.

CS-4402 Seminario de Estudios Costarricenses

El objetivo general es analizar la problemática de la violencia que actualmente enfrenta la sociedad costarricense y el papel que cumplen los medios de información en este proceso, particularmente la televisión.

Al igual que en el curso CS-2101 Ambiente Humano, las competencias desarrolladas fueron trabajo cooperativo, pensamiento crítico y proactividad y se utilizaron las mismas herramientas. Como resultado, se presentaron siete propuestas de emprendimiento social; en este caso no hubo proyectos clasificados en la FIN 2018. El detalle de estas propuestas se muestra en la Tabla 5.

IC-7841 Ingeniería de Software

El objetivo del curso es que al finalizar el estudiante deberá desarrollar un sistema pequeño en 16 semanas, que le permita integrar todos los conocimientos y mejores prácticas aprendidas en el transcurso de la carrera.

Las competencias desarrolladas en este curso fueron las siguientes: emprendimiento, empatía, análisis social, administración de proyectos, pensamiento crítico, liderazgo e innovación. Por su parte, las herramientas utilizadas fueron: identificación de público objetivo; mapa de empatía; lluvia de ideas; generación de ideas; CANVAS social; y prototipado. Como resultado se presentaron nueve propuestas de emprendimiento social y cuatro proyectos clasificaron a la fase final del proceso de la FIN 2018. El detalle de estas propuestas se muestra en la Tabla 6.

AE-1218 Teoría Administrativa II

El curso tiene como objetivo valorar el proceso administrativo y la importancia de su aplicación para el logro de los objetivos organizacionales.

Tabla 1. Descripción general de los cursos piloto

CURSO	TIPO	ESCUELA	DIRIGIDO A	CAMPUS TECNOLÓGICO O CENTRO ACADÉMICO
CS-2101 Ambiente Humano	Complementario	Ciencias Sociales	Ingenierías y Ciencias de la Computación	Cartago
Seminario de Estudios Costarricenses	Complementario	Ciencias Sociales	Ingenierías y Ciencias de la Computación	Cartago
Proyecto Ingeniería de Software	Disciplinar	Ingeniería en Computación	Ciencias de la Computación	Cartago
Teoría Administrativa II	Disciplinar	Administración de Empresas	Administración de Empresas	Cartago y Limón

⁴ La nueva línea llamó la atención del público meta de la FIN 2018, ya que se inscribieron proyectos no solo por parte de los equipos provenientes de los cursos piloto.

³ Por ser un requisito del marco general del proyecto S4Ch.

Tabla 2. S4Ch Toolkit: Herramientas utilizadas

Herramienta
Taller de creatividad
Mapa de empatía
Lluvia de ideas
Mapa de personas y conexiones
Identificación del público objetivo
Prototipado
Árbol de problemas
Brainwriting
CANVAS Social

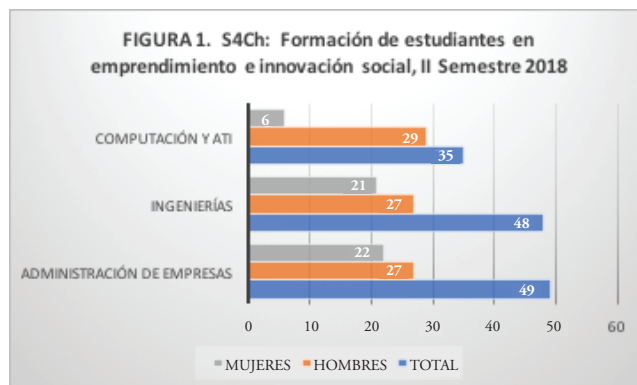


Tabla 3. FIN 2018: Cantidad de proyectos seleccionados en la línea de emprendimiento social, según etapa

CAMPUS TECNOLÓGICO O CENTRO ACADÉMICO	PRIMERA ETAPA		SEGUNDA ETAPA	
	Cantidad			
	Proyectos inscritos	Estudiantes participantes	Proyectos inscritos	Estudiantes participantes
Cartago	42	167	10	48
Limón	5	19	1	4
San Carlos	2	6	1	4
Alajuela	1	3	--	--
San José	--	--	--	--
TOTAL	50	190	12	56

Tabla 4. CS-2101 Ambiente Humano: Propuestas de emprendimiento e innovación social FIN 2018

NOMBRE DEL PROYECTO	OBJETIVO	NOMBRE DE LOS PARTICIPANTES	CARRERA ⁵
Manipulación de residuos sólidos y compromiso con el ambiente por parte de los restaurantes	Promover una cultura de responsabilidad social con el ambiente en restaurantes y locales de venta de comida.	Rony Paniagua Chacón Viviana Masís Vargas Nicole Carvajal Barboza Adrián Garnier Artiñano	IDC CO CA CA
Plan de gestión de residuos sólidos	Proponer un plan de gestión de residuos sólidos que logre mitigar el impacto ambiental.	Jessica Aguilar Navarro Daniela Alfaro Álvarez Yeiner Calderón Quesada Valeria Canales Montoya	AMB AMB AMB AMB
Implementación de técnicas para el cuerpo estudiantil y personal del ITCR, para mejorar la inclusión	Proponer un plan integral para colaborar con los esfuerzos del Programa de Equiparación de Oportunidades para Personas con Discapacidad.	David Duarte Sánchez Sebastián Picado González Mariana Ramírez Mora	MI IMT IMT
Muro de contención de residuos sólidos en ríos contaminados	ND	Milton Cárdenas Fley Leonela Montoya Ramírez Bryan Leiva Mathieu Mónica Schmidt Jiménez	IMT PI IMT AMB
Ayuda a un indigente	Mejorar la calidad de vida de las personas que se encuentran en estado de indigencia en la Gran Área Metropolitana al insertarlos al mercado laboral.	Fiorela Garro Ramírez Carolina Hernández Garro Melissa Navarro Villalobos Paola Villegas Chacón	SHO AMB IF IDC
Mercado artesanal	Estudiar el tema de innovación aplicado a pequeños emprendedores de la comunidad de Orosi y cómo la implementación de una herramienta tecnológica potencia el servicio brindado.	José Campos Castro Jennifer Mora Sánchez Cristopher Solís Jiménez Alonso Zúñiga Agüero	IDC SHO IMT IMT
Software y hardware para seguridad vial	Concientizar a los conductores creando así una actitud de colaboración, respeto y contribución a la seguridad vial.	Fabián González Araya Silvia Picado Calderón Romario Ramírez Ramírez	IDC SHO IDC
Impacto de los agroquímicos en los ambientes humano y ecológico	Proporcionar una herramienta para el correcto uso de los agroquímicos.	Gabriel Campos Cambronero Fernando Mata Rojas Juan Manuel Figueroa Solís Juan Carlos Masís Guzmán	IMT SHO CA CO

⁵ Véase el Apéndice 1.

Tabla 5. CS-4402 Seminario de Estudios Costarricenses: Propuestas de emprendimiento e innovación social FIN 2018

NOMBRE DEL PROYECTO	OBJETIVO	NOMBRE DE LOS PARTICIPANTES	CARRERA ⁶
Implementación de prótesis mediante el uso de impresión 3D	Introducir a las personas con discapacidad en el uso temprano de prótesis para realizar funciones simples de la vida cotidiana.	Jafet Blanco Valverde Emily Borge Poso Johan Monge Prado Jhon Rojas Quesada	CO CO CO CO
Control de inundaciones en la Zona Caribe de Costa Rica	Mitigar los impactos producidos por las inundaciones en los sectores más afectados de la Zona Caribe.	Katherine Monge Fernández Mauro Rodríguez Rojas Gian Carlos Barquero Pizarro	IA IA IA
Pueblito de Costa Rica	Desarrollar un plan piloto de orientación, educación y capacitación para los jóvenes que residen en la Asociación Pueblito de Costa Rica.	Dilan Castro Enríquez Víctor Jiménez Calvo Cristián Serrano Masís Marcopolo Bonilla Bonilla	PI ME AA AA
Inclusión y participación social de los adultos mayores en los Centros Diurnos	Desarrollar una estrategia para atender la población del Centro Diurno de Atención al Adulto Mayor Gotitas de Esperanza.	Marcela Coghi Azofeifa María Laura Martínez Quirós Jennifer Robinson León	PI PI CO
Personas que se encuentran en estado vulnerable en la provincia de Cartago	Brindar a las personas en estado vulnerable de la comunidad de Cartago un programa que les permita reintegrarse con éxito a la sociedad actual.	Jean Carlo Fonseca Anthony Hernández Solano Valeria Mata Medaglia Laura Ramírez Arias	ATI FO ATI IB
Preservación de la cultura indígena	Preservar la cultura indígena costarricense por medio de la divulgación de sus relatos, leyendas, idioma y religión, además de la comercialización de sus artesanías y productos nativos.	Jorge Alberto Cañas Alcázar Daniel Corea Morales Brifget Salas Morgan José Miguel Jiménez Abarca	IDC SHO IMT IMT
Orientación vocacional de estudiantes de 10°, 11° y 12° año de secundaria.	Orientar vocacionalmente a los estudiantes de décimo, undécimo y duodécimo año de secundaria con información útil a través de profesionales o estudiantes universitarios de las diferentes áreas para una mejor elección de su carrera profesional.	Carlos Aymerich Picado Fabricio Ceciliano Navarro María José Nájera Arguedas Ericka Méndez Rodríguez	DI CA AE IB

Tabla 6. IC-7801 Proyecto Ingeniería de Software: Propuestas de emprendimiento e innovación social FIN 2018

NOMBRE DEL PROYECTO	OBJETIVO	NOMBRE DE LOS PARTICIPANTES	CARRERA
SIVET	Brindar a la Escuela de Computación y sus egresados una herramienta para obtener una perspectiva del mercado laboral.	William Espinoza Ramírez Faubricio Forester Soto Myron Camacho Brenes	IC IC IC
ASADAS	Desarrollar un sistema gestor de ASADAS que ayude a llevar un registro del estado y manejo del agua en las infraestructuras que estas poseen.	Greivin Guevara Mora Anthony Josué Alfaro Sibaja María Laura Pizarro Moreno	IC IC IC
EDEO	Estimar la edad ósea de una imagen de rayos x de la mano.	Alonso Rivas Solano Jason Latouche Jiménez Michael Granados Menani	IC IC IC
SICID	Generar el módulo de certificaciones automáticas del Sistema de Información sobre Discapacidad.	Josué Villalobos Schmidt Daniel Alvarado Chou	IC IC
Sidean	Desarrollar un sistema informático que facilite la organización del proceso previo a empezar la práctica los estudiantes de la Escuela de Ingeniería en Computación.	José Pablo Quesada Pérez María Alvarado Vargas Esteban Quirós Alvarado	IC IC IC
Community	Desarrollar una aplicación para fortalecer y mejorar la comunicación comunitaria.	Carlos Morales Rodríguez Diego Guzmán Villalta Álvaro Josué Ramírez Segura	IC IC IC
Irazú	Ofrecer estadísticas del estado y operación del satélite y datos recabados del proyecto Irazú.	David Montero Suárez David Zúñiga Moya Fauricio Navarro Fuentes Jonnathan Martínez Camacho	IC IC IC IC

Tumour-Cell Detector	Automatizar el proceso de detección, rastreo y determinación de la línea hereditaria de cada célula, almacenando estos resultados para poder darle un posterior seguimiento.	Adán Mora Fallas Adrián Barboza Prendas Felipe Calvo Pérez Iván Alejandro Rosales Calderón	IC IC IC IC
TecSingular	Aumentar el interés de terceros en la organización Singular, con un acceso a la información más llamativo y fácil, por medio de una página web, que permita generar una mayor flexibilidad en el manejo de la información de dicha organización, así como la información de sus distintos proyectos anteriores y futuros.	Ronald Bolaños Rodríguez Diego Tenorio Solís María José Vargas Boniche Mariana Rojas Semeraro	IC IC IC IC

Este curso se impartió en dos grupos: uno en el Campus Tecnológico Central Cartago y otro en el Centro Académico de Limón. En el caso del grupo de Cartago se desarrollaron las siguientes competencias: trabajo en equipo, liderazgo,

empatía, compromiso, visión, emprendimiento, pensamiento crítico y creatividad. Las herramientas utilizadas fueron: taller de creatividad; lluvia de ideas; diagnóstico FODA; mapeo de grupos de interés; CANVAS social; mapa de empatía; árbol

de problemas; y teoría del cambio. Se presentaron ocho propuestas de emprendimiento social, dos de las cuales clasificaron a la etapa final de la feria. El detalle de estas propuestas de este grupo se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7. AE-1218 Teoría Administrativa II (CTC Cartago): Propuestas de emprendimiento e innovación social FIN 2018

NOMBRE DEL PROYECTO	OBJETIVO	NOMBRE DE LOS PARTICIPANTES	CARRERA
GESTACOM	Brindar soporte a comunidades rurales en la planeación y ejecución de proyectos de desarrollo y beneficios para la comunidad.	Audrey Acuña Alfredo Villafuerte Daniel León Maiko Zheng	AE AE AE AE
Dulce Ayuda	Promover la salud física, mental y emocional de sus habitantes.	Hazel Angulo, coordinadora Melanny Agüero Julián Rojas Kimberly Salazar	AE AE AE AE AE
EcoAmigos de la Calle	Atender a personas en situaciones sociales vulnerables, brindándoles soporte y cuidado a su salud física, mental y emocional.	Yamila Zavaleta, coordinadora Mariana González Ana María Cevallos Priscila Arias	AE AE AE AE
Cultivando semillitas para el futuro	Acompañar a niños de escuelas y preescolar en el fomento de valores y principios humanos.	Ronny Segura, coordinador José David Mata Adriana Madriz Julián Molina	AE AE AE AE
Sonriéndole al deporte	Acompañar a la Asociación Deportiva ADIFUT en el fortalecimiento de la salud mental y emocional de los niños que participan.	Pamela Mata, coordinadora Natalia Sandoval Kevin Núñez Fernando Rojas	AE AE AE AE
Huellas saludables	Estimular de forma integral los beneficios del control salud preventivo.	Gloriana Román, coordinadora Fabián Venegas Daniela Fonseca Marizzia Quirós	AE AE AE AE
ACTIVA TEC	Generar en jóvenes estudiantes de secundaria la relevancia del cuidado personal, la salud financiera y la salud emocional.	Byron Moya, coordinador Merylyn Picado Johanna Munguía Sammys Roblero	AE AE AE AE
Lazos sociales	Vincular iniciativas sociales activas enfocadas en salud, vivienda y medio ambiente con jóvenes costarricenses con necesidad de llevar a cabo las horas de labor social, creando un espacio de respeto, compromiso y confianza dirigido hacia el desarrollo íntegro de Costa Rica.	Adrián Espinosa Daniela Montero Alexander Víquez Naomi Calderón	AE AE AE AE

Por su parte en el grupo de Limón se desarrollaron las siguientes competencias: emprendimiento, liderazgo, innovación, pensamiento crítico, empatía y análisis social. Para ello se utilizaron las herramientas: árbol de problemas; lluvia de ideas;

Brainwriting; mapa de empatía; CANVAS social; identificación del público objetivo; generación de ideas; y prototipado.

En el caso del grupo del Centro Académico de Limón, se presentaron cuatro propuestas

de emprendimiento social. El detalle de estas propuestas se muestra en la Tabla 8. En este caso, una de las propuestas llegó a la fase final del proceso de la FIN 2018; sin embargo, por razones personales el grupo no participó.

Tabla 7. AE-1218 Teoría Administrativa II (Centro Académico Limón): Propuestas de emprendimiento e innovación social FIN 2018

NOMBRE DEL PROYECTO	OBJETIVO	NOMBRE DE LOS PARTICIPANTES	CARRERA
Ruta Limón Cultural	Promover las diferentes manifestaciones de la cultura limonense mediante un videoblog, mostrando una perspectiva diferente.	Floyd Peterkin Karla Fonseca Cardoza Pablo Rodríguez Sáenz Génesis Durán Torres	AE AE AE AE
Siwá Souvenir Shop	Distribuir productos de la población y cultura indígena de Talamanca con el fin de rescatar nuestras raíces y ayudar a los emprendedores locales a distribuir y comercializar sus productos	Farlen Castillo Ceciliano Isaac Chaves Zamora Zihu Leitón Pérez Kevin Barboza Pérez Roberto Soto Araya	AE AE AE AE AE
Protección de vida animal del Caribe	Brindar calidad de vida a los animales abandonados de las calles, especialmente a los gatos y perros, brindarles un hogar y comederos eco-amigables en toda la ciudad de Limón.	Holber Paisano Rey Diana Acón Mora Marcos Morales West	AE AE AE
SEA	Propuesta para el rediseño de la planta de tratamiento de aguas residuales.	Nancy Morales Rodríguez Fung Zúñiga Chung Lein Jeremy Zúñiga Mora Víctor Hernández Bravo	AE AE AE AE

Discusión

Existe interés por parte de los estudiantes del Tecnológico de Costa Rica en los temas sociales, tal y como lo mencionó la **máster Rytha Picado (2018)**, coordinadora del TEC Emprende Lab "... *incluir el emprendimiento social como área de clasificación dentro de la Feria de este año fue un acierto. Se tiende a pensar que el enfoque social no es de interés de los estudiantes del TEC, pero este esfuerzo nos demuestra que no es cierto...*".

Por otro lado, de acuerdo con la evaluación recibida por parte de un equipo del Tecnológico de Monterrey (Dorado y Díaz, 2018), se destacan los siguientes aspectos generales:

- se percibe un alto interés estudiantil hacia temas sociales y su inclusión en otros cursos, consideran que la innovación social es una filosofía inspiradora y que se requiere para solventar los problemas sociales;
- los estudiantes manifestaron que en el Tecnológico no se fortalecen las habilidades para la vida (o las llamadas habilidades blandas) y que la inclusión de la perspectiva sobre emprendimiento e innovación social puede hacer cambiar esto ya que se fomenta la autocrítica y la crítica social;
- se critica la falta de compromiso de la Vicerrectoría

de Docencia con este tipo de experiencias;

- el aporte de las herramientas es invaluable ya que les permitió abrirse hacia temas importantes más allá de los aspectos económicos; y
- el fomento de competencias funcionales (valores, compromiso, apertura), conductuales (comunicación, impacto social y empatía) y técnicas (pensamiento crítico, creatividad e innovación social).

La motivación de los estudiantes que participaron del pilotaje fue más allá de obtener una calificación para aprobar el curso. Al finalizar el proceso se solicitó a los alumnos que de forma voluntaria escribieran un comentario sobre sus aprendizajes; los siguientes son tres de los más representativos:

"Para mí ha sido muy valioso conocer sobre el emprendimiento social. Antes de estar "expuesto" formalmente al concepto tenía la noción de que una empresa podía orientar su modelo de negocios a un fin distinto del lucro, pero en realidad era un concepto muy vago. Ahora después de conocer más al respecto, sé que esta clase de empresas no solo son reales, sino que también son tomadas en serio. Para mí

ahora esta variante de emprendimiento constituye una posible ruta para mi vida profesional. Con respecto a la combinación de emprendimiento social y los contenidos del curso *Proyecto de Ingeniería de Software*, pienso que es una buena mezcla. No solo expone a los estudiantes al concepto durante una etapa de su formación muy fértil para aprovechar las herramientas brindadas, sino también constituye una ocasión excelente para ejercitarlas. Esto debido a la naturaleza del curso".

David Montero

"Este curso ha sido una gran experiencia en realidad. Trabajar en un proyecto con impacto real, con el potencial de afectar las vidas de futuros egresados y estudiantes es una experiencia valiosa. Además, presentar el proyecto en la Feria de Negocios nos dio excelentes oportunidades para expandir el modelo de nuestro proyecto y formar contactos que nos ayuden en el futuro".

William Espinoza Ramírez

“Fue maravilloso poder conocer cómo el conocimiento y formación que he adquirido en la Universidad pueden ser herramientas para crear un impacto social, para ayudar a los demás. Me doy cuenta que el ser profesional no se trata solo de generar dinero sino sobre tener sensibilización con los problemas sociales, de ofrecer soluciones, de innovar y de pensar fuera de la caja”.

Myron Camacho Brenes

Conclusiones

Pese a que la innovación y el emprendimiento social han sido temas investigados a lo largo de los últimos años, se denota una incertidumbre conceptual entre países. Es importante señalar que, aunque las diferencias conceptuales existen, en la práctica muchas de las acciones tomadas son similares.

Existe una problemática en Latinoamérica con respecto a la flexibilidad de los programas de los cursos, en cuanto a la inclusión o modificación de nuevas metodologías, competencias y otras acciones que pueden ser clave para estimular la innovación y el emprendimiento social en la población estudiantil universitaria de pregrado.

El proyecto students4Change ha realizado un aporte importante, proponiendo una unificación de los conceptos de emprendimiento e innovación social mediante el libro “Innovación y emprendimiento social en las instituciones de educación superior: Students4Change”, además de un *toolkit* que permita el desarrollo de las competencias para la innovación y emprendimiento social, ambos disponibles gratuitamente en la web del proyecto.

Referencias

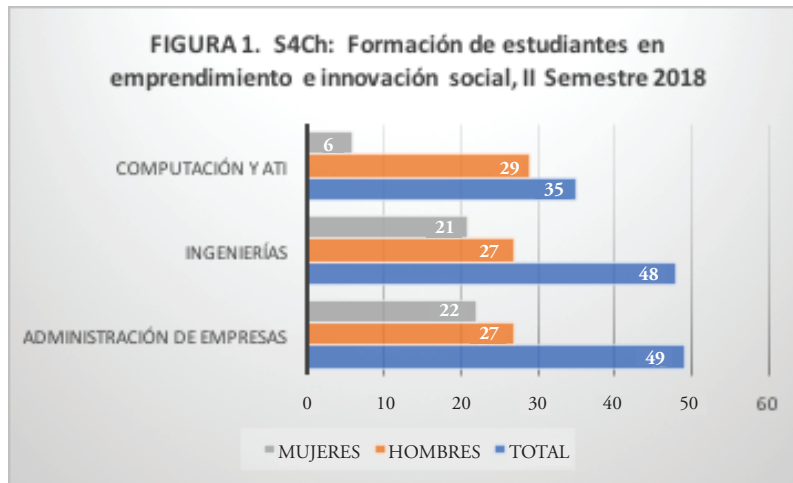
Dorado, J. y Díaz, P. (2019). *Evaluación del pilotaje de cursos en el ITCR: Students4Change*. Ciudad de México, México: sin publicar.

de la O, D. (2018, noviembre). Entrevista realizada a Rytha Picado, coordinadora del TEC Emprende LAB, ITCR, Cartago.

Tecnológico de Monterrey. (2019). *Innovación y Emprendimiento Social en Instituciones de Educación Superior: Students4Change*. México, Ciudad de México, México: Hola Publishing Internacional. ||

**Dyalá de la O Cordero es profesora de la Escuela de Administración de Empresas del Instituto Tecnológico de Costa Rica.*

***Marco William Martínez Mora es profesor de la Escuela de Administración de Empresas del Instituto Tecnológico de Costa Rica.*



P

lantas nativas de Costa Rica podrán ser identificadas en app

Kenneth Mora P.*
kmora@tec.ac.cr



La identificación de las especies mediante Pl@ntnet se puede dar por diferentes partes que van desde las hojas y flores hasta los frutos, cortezas y hábitos.

- **Vínculos del TEC con organismos franceses y otros del área de la biodiversidad permitieron crear módulo en aplicación Pl@ntnet**

La inteligencia artificial y las áreas que esta involucra, se extienden cada vez más a nuevas aplicaciones que impactan la cotidianidad así como el conocimiento científico y ciudadano en diversas áreas.

Muestra de ello es la posibilidad de identificar plantas a partir de los aportes que personas hacen a la aplicación Pl@ntnet, la cual es ahora capaz de identificar especies nativas de nuestro país y de la región centroamericana.

Esto gracias a la investigación realizada desde hace unos cuatro años en el campo de aprendizaje automático (*Machine Learning*) e identificación automática de plantas, la cual fue liderada en el TEC por el doctor Erick Mata, de la Escuela de Ingeniería en Computación.

Mediante un nuevo módulo en Pl@ntnet, la identificación de la flora nativa de Costa Rica tiene ahora otro aliado gracias al aporte de los investigadores del TEC. Con el apoyo de imágenes de la Organización para Estudios Tropicales (OET), *Encyclopedia of Life* así como del ingeniero Nelson Zamora y otras fuentes, Pl@ntNet es hoy capaz de identificar unas 3 800 especies nativas que crecen nuestro país.

Para este trabajo, durante tres años el equipo de investigación desarrolló una estrecha relación con investigadores del Instituto Francés de Ciencias de la Computación (INRIA) y del Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo (CIRAD), de la Universidad de Montpellier, Francia, los cuales originalmente desarrollaron Pl@ntNet para la flora mediterránea francesa.

Además del vínculo con los organismos franceses, la investigación del TEC ha logrado un valioso aporte al conocimiento mundial sobre las plantas del país mediante publicaciones de alto impacto, las cuales son hoy estado del arte en esta temática. “Gracias a esta colaboración anunciamos con

gran beneplácito la primera de varias aplicaciones móviles que estarán disponibles para ayudar a identificar plantas automáticamente por parte del público en general y de especialistas”, destacó el profesor Mata, para quien el módulo *Plantas de Costa Rica* es, asimismo, una nueva herramienta para la bioalfabetización ciudadana, el ecoturismo y la conservación de nuestra biodiversidad.

¿Cómo usar Pl@ntnet?

La aplicación, disponible en las tiendas de los sistemas iOS y Android, permite una vez descargada que el usuario pueda tomar directamente una foto de la planta o bien utilizar alguna previamente almacenada en su celular.

La aplicación entonces compara los patrones visuales presentes en esa foto con los de las flores, frutas, hojas y otras partes de miles de plantas con las que fue entrenada previamente mediante el uso de técnicas de inteligencia artificial, conocidas como *deep learning*.

Para hacer esto, la capacidad de reconocimiento de la *app* se enriquece constantemente con contribuciones diarias de millones de usuarios de todo el mundo.

El sistema tiene actualmente más de 16 000 especies de plantas registradas gracias a los proyectos de varias regiones como África del Norte y Europa Occidental, entre otros, a los cuales se une ahora Costa Rica.

Dada la similitud en la biodiversidad botánica de Costa Rica y Centroamérica, el sistema está diseñado para ampliarse automáticamente a las plantas nativas descritas en toda esta región.

El aspecto colaborativo no se detiene con los aportes de imágenes por parte de los usuarios, ya que tienen además la posibilidad de votar sobre la calidad de la imagen, sugerir un nuevo nombre para una observación, así como informar de errores de identificación, entre otras acciones colaborativas que enriquecen día a día la aplicación.

Costa Rica protagonista en la biodiversidad digital

Costa Rica ha sido líder mundial en el uso de

herramientas informáticas para conocer mejor la biodiversidad y diseminar ese conocimiento, por lo que el investigador del TEC espera que en las próximas versiones del módulo aumente considerablemente el número de especies nativas costarricenses, gracias a las colaboraciones de instituciones y ONG ambientalistas así como al aporte de ciudadanos naturalistas y de ecoturistas que nos visitan.

Además de promover el enriquecimiento de la base de datos de especies de Costa Rica y Centroamérica para que identifique más especies de plantas de la región, el equipo de investigadores del TEC y la Universidad de Montpellier ha desarrollado ya el *know-how* para hacer identificaciones automáticas de plantas para audiencias más especializadas.

Por ejemplo, ya han demostrado que se puede hacer identificaciones con plantas secas resguardadas en herbarios y así apoyar el trabajo de científicos de otros herbarios y museos.

Nuestro país, además, ha participado activamente en iniciativas mundiales como GBIF (*Global Biodiversity Information Facility*) y *Encyclopedia of Life*; pero ahora, con el uso de técnicas avanzadas de inteligencia artificial está dando el siguiente paso: ayudar a bioalfabetizar al público en general, es decir, facultar a los ciudadanos para que conozcan mejor, valoren y ayuden a salvar la biodiversidad.

Además, los investigadores están usando estas mismas técnicas para identificar árboles a partir de muestras de madera, lo cual es fundamental para que ministerios de ambiente, ONG conservacionistas y los mismos ciudadanos vigilen el cumplimiento de la ley con respecto a la comercialización de especies maderables amenazadas. ■

*Periodista de la Oficina de Comunicación y Mercadeo del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC). Fotografía: Ruth Garita, TEC.

Diseño arquitectónico educacional

Mauren Monge Rosales
maurenmonge21@hotmail.com



• Pasantía en Sander.Hofrichter, sede de Berlín.

Resumen

La pasantía en Sander.Hofrichter, sede de Berlín, tuvo como objetivo aprender sobre el diseño arquitectónico educacional en un ambiente diferente al costarricense, específicamente en las soluciones de diseño alemanas, a partir de una experiencia laboral en la oficina de arquitectos Sander.Hofrichter, en su sede de Berlín.

Se enfoca en las soluciones arquitectónicas que surgen de una necesidad de aprendizaje y un espacio adecuado para este fin, implicando el análisis de usuario correspondiente, el desarrollo infantil y juvenil como base de nuestra futura sociedad. A partir de esta experiencia, se busca incidir en la importancia de considerar la implementación de las variables anteriormente mencionadas así como de otras, como parte fundamental de la creación de espacios educativos en el ámbito costarricense.

Introducción

El ser humano aprende durante toda su vida. Esto ocurre consciente o inconscientemente, de manera individual o grupal, instruido por otra persona o no. De cualquier manera, el aprendizaje siempre está en un contexto espacial. Diversos grupos de edades tienen necesidades diferentes y aprenden de manera diferente. El espacio de aprendizaje es un lugar donde se pasa una gran parte de la vida, por lo que podemos llegar a la conclusión de que este se convierte en una

segunda casa y no solo un lugar de estar. Aquí los estudiantes reciben la oportunidad de tener experiencias sociales, además de desarrollar destrezas, habilidades, experiencias y conocimientos para la vida.

El edificio educacional y su conjunto de sitio son, a partir de ello, el lugar de aprendizaje, descubrimiento, desarrollo y adquisición de conocimientos, por lo que son de gran valor para nuestra sociedad. Los espacios educacionales que se analizaron son necesarios para el crecimiento intelectual, mayoritariamente infantil y juvenil, que son las edades donde el cerebro humano está en su mayor capacidad de aprendizaje y desarrollo.

Para esto se necesitan lugares pensados, planeados y construidos para el aprendizaje. Los arquitectos son los encargados de organizar espacios funcionales para responder a esta necesidad, dando soluciones que estimulen este objetivo educacional. El gran reto para un arquitecto es lograr que su diseño sea adecuado, estimulante para los estudiantes, un lugar que les motive y despierte todos sus sentidos. Es por esto que las instituciones educativas deben promover el aprendizaje de diversas maneras, con colores, materiales, iluminación y diferencia de espacios, entre otros. Estos deben también poseer características adaptables en los ámbitos espacio y tiempo para los nuevos modelos emergentes de educación. Los complejos educacionales deben ser concebidos como lugares que puedan ser destinados para actividades específicas pero también multifuncionales.

Podemos asegurar que las necesidades educacionales van cambiando con cada año

cumplido en una persona. Por ejemplo en el kínder, cuando los niños se encuentran entre 0 y 6 años, los propósitos son más de sentir, ver y escuchar. El espacio debe funcionar como educador que despierte todos los sentidos de los niños. Allí deberían disponer de un espacio integral para todas las actividades inherentes al aprendizaje. Lugares que permitan diferentes experiencias y sensaciones que estimulen los sentidos a través del diseño de la altura, la profundidad, el vacío, la luz, la sombra, el orden, la amplitud; que logren las condiciones para una experiencia espacial completa mediante combinaciones de materiales y de espacios, ya sean exteriores o interiores. Este dinamismo hace posibles diferentes experiencias educacionales.

Diseño educacional en Alemania

La pasantía objeto de este artículo se llevó a cabo en el ámbito de la arquitectura y diseño educacional en Alemania, donde el tema de la educación es definitivamente de alta prioridad. Se investigaron varios proyectos educacionales y sus bases de diseño a partir de documentación de libros, visitas a sitios, consultas profesionales y experiencias laborales, donde podemos aprender de los aspectos positivos de las soluciones arquitectónicas que se dan en un ambiente diferente al costarricense.

La arquitectura educacional es la que crea estos espacios diferentes, donde se pueda jugar, desarrollarse, descubrir, interactuar y aprender simultáneamente. En los diseños alemanes hay una influencia pedagógica sueca cuyo objetivo es fomentar la creatividad por



medio de la estimulación. Se crean espacios donde los estudiantes no se sientan controlados por tener que hacer una tarea específica, sino para que realicen lo que el espacio le estimule a su creatividad. En este tipo de diseño con más énfasis infantil, los espacios de juego y trabajo se mezclan para que no exista una marcada diferencia entre las tareas que deben realizar y lo que les divierte; así, no ven sus tareas como algo estresante, aburrido y de obligación.

Este es un concepto pedagógico de la sueca Ellen Key, quien en su libro “El siglo de los niños” (1900) habla de no educar a los niños, sino de darles la posibilidad de hacer algo o no. Otra reforma pedagógica utilizada es la de Reggio Emilia. En este tipo de diseño se da una imagen optimista de la personalidad infantil a partir de un análisis con el mundo social y figurativo y con el propio cuerpo y espíritu, donde cada niño sabe mejor qué puede hacer y qué necesita. Después de todo, el desarrollo infantil es el desarrollo del mundo futuro. Por eso los niños deberían contar con espacios aptos para su crecimiento intelectual y personal. La pregunta para cada diseñador es: ¿cuánta flexibilidad de espacio es viable, considerando los conceptos pedagógicos que se relacionan con los requisitos espaciales? También se deben prever posibles usos del espacio y posibles ampliaciones.

Los materiales de construcción y los detalles técnicos son siempre un tema central en el contexto educacional que presenta un gran reto a los diseñadores. Se debe ser especialmente cuidadoso con la ventilación en las aulas, la calidad de aire, la luz natural y artificial suficiente, la protección a los rayos solares, la acústica del espacio; y todo

esto manteniéndose dentro del presupuesto monetario inicial. Un reto para los arquitectos es poder lograr espacios con un concepto flexible claro, que tenga un balance entre los límites y la libertad, con integración y conexión entre interiores y exteriores para el libre movimiento y, al mismo tiempo, zonas de estudio. Al lograrse esto se originan lugares educativos con doble sentido: espacios para el desarrollo, descubrimiento y aprendizaje; y espacios que permitan ampliaciones, reconstrucciones y experimentos pedagógicos.

No es ningún secreto lo importante que el movimiento corporal es para el desarrollo cerebral. Muchos estudios comprueban la conexión positiva entre el movimiento corporal y la capacidad de razonamiento en niños, jóvenes y adultos. Es por esto que se diseñan espacios amplios que permitan el movimiento y el desarrollo del aprendizaje por medio de diferentes actividades recreativas, ya que la educación no se da solo en una silla y un escritorio. En Alemania se encuentran espacios con muchísimo valor arquitectónico, como lo son las salas multifuncionales que hay en algunas instituciones educacionales. Estas salas cumplen muchas funciones espaciales y se adaptan a la necesidad momentánea. Por ejemplo, una de ellas puede funcionar como sala de convenciones, para lecciones o para charlas dirigidas a la comunidad estudiantil, como teatro para presentaciones artísticas, y también como espacio amplio para actividades deportivas y de recreación, una excelente opción cuando las condiciones climáticas del exterior son inapropiadas.

El correcto uso de los materiales en este tipo de soluciones arquitectónicas, así como su diseño, es un punto importante a tomar en cuenta ya que la población es muy diver-

sa. Los materiales y el diseño interno del espacio deben ser de sumo cuidado para la seguridad de los estudiantes en sus diferentes actividades. La luz, la sombra y los colores internos son factores estimulantes y generadores de energía que escenifican estas actividades de formas diferentes. Por ejemplo, el uso de espejos tiene una importante función en el desarrollo de la identidad; el uso de la madera genera una acústica importante para el espacio...

Caso de estudio

Escuela Secundaria Ferdinand-Friedlieb-Runge en Oranienburg

Arquitectos Sander.Hofrichter (2009-2012)
Colegio secundaria Ferdinand-Friedlieb-Runge. [Ilustración 1]. Recuperado de: <http://p-sh.de/arbeiten/frq-ol>

La investigación se fundamenta en los diseños de la firma de arquitectos Sander. Hofrichter, en su sede de Berlín. En esta empresa se realizan proyectos mayoritariamente educacionales o sociales. Kinderes, escuelas, colegios y asilos de ancianos son proyectos que han llevado a cabo anteriormente. Un ejemplo es la escuela secundaria Ferdinand Friedlieb Runge, ubicada en la ciudad de Oranienburg, Alemania. El propietario de este proyecto es el mismo distrito de Oberhavel y el colegio es financiado gubernamentalmente. Terminado en el año 2012, es un edificio escolar y gimnasio deportivo.

Arquitectos Sander.Hofrichter (2009-2012)
Colegio secundaria Ferdinand-Friedlieb-Runge. [Ilustración 2]. Recuperado de: <http://p-sh.de/arbeiten/frq-ol>

Este edificio se encuentra en una zona de rehabilitación de la ciudad y su estructura fue cuidadosamente agregada en el entorno histórico sobre un análisis de las variantes de la construcción de la ciudad. El nuevo edificio reemplaza al anterior de forma organizada y lo completa arquitectónicamente, en donde se amplían los patios de recreo. La fachada del patio se organiza como un plegable zigzag, que representa el concepto pedagógico de las aulas del interior [Ilustración 1]. Bajo el mismo deseo de la escuela de tener aulas progresistas y modelos de clase flexibles, se desarrolló, en equipo y junto a la dirección del colegio, aulas innovadoras con plantas hexagonales y mobiliario flexible. Las formas de las plantas hexagonales tienen como resultado nichos del lado del pasillo, que funcionan tanto de mobiliario libre para zonas de trabajo en equipo, como de espacios de aprendizaje alternativos.

Arquitectos Sander.Hofrichter (2009-2012) Colegio secundaria Ferdinand-Friedlieb-Runge. [Ilustración 3]. Recuperado de: <http://p-sh.de/arbeiten/frq-ol>

Todos los niveles del edificio cuentan con cuatro aulas hexagonales. En el primer piso se encuentran también un comedor y cocina, espacios administrativos correspondientes, la biblioteca y un patio interno [Ilustración 2], que le brinda a los tres niveles del

edificio iluminación y frescura, con zonas para vegetación y asientos. El segundo piso [Ilustración 3] tiene además laboratorios y aulas especiales; y hacia el Este se encuentra el gimnasio deportivo que, por supuesto, cumple con los requerimientos estéticos y sonoros correspondientes. De una forma similar está diseñado el tercer piso.

Conclusiones

Tomando en cuenta la importancia del desarrollo cognitivo humano y la necesidad de aprendizaje, podemos concluir que la educación es de gran valor para el bienestar de la sociedad, y es por esto que los espacios arquitectónicos deben facilitar estas necesidades y proveer medios necesarios que sean físicos e intangibles, como puede ser la flexibilidad de espacios, condiciones adecuadas de ventilación e iluminación y la promoción de diversos estímulos sensoriales que se adapten a nuestra corporeidad, mente, espíritu y cultura, entre otros. Los resultados obtenidos a partir del análisis del problema nos guían a crear espacios que cumplan con los aspectos mencionados.

Las soluciones arquitectónicas alemanas y sus estrategias muestran un panorama diferente al costarricense, donde podemos encontrar aspectos que, con el debido estudio, se adapten y cumplan con el contexto nacional, implementando nuevas soluciones y dándole un valor extra al aprendizaje para el progreso de la sociedad.

Analizando los casos de estudio, se concluye también la importancia de los espacios dinámicos, que se adaptan a diferentes necesidades y situaciones en el tiempo, a las diferentes condiciones climáticas, a diferentes grupos de edades, a nuevas reformas pedagógicas y a diversos estímulos positivos que promuevan el aprendizaje de manera óptima. ■

Referencias

- Paul, J. (2010). Revista Baumeister, publicación B9 Kinderleicht. Munich. 46-55.
- Rambow, R. (2010). Revista Baumeister, publicación B9 Kinderleicht. Munich.37-45.
- Kotte, M. (s.f.). Lieblingsfach Pause auf dem Dach! Revista Schulbau. Berlin. 10-17.
- Von Schönfeldt, S. y Schröder, T. (2015). Architektur und Wissen. Munster: Deutscher Architektur Verlag .
- Schittich, Lenzen (2016) Building for Children. Best of Detail. Munich: Institut für Internationale Architektur-Dokumentation GmbH & Co.
- Stiftung, M. (2012). Schule Planen und Bauen. Grundlagen, Prozesse, Projekte. Jovis.
- Arquitectos Sander.Hofrichter (2012). Proyecto: Ferdinand Friedlieb Runge. Recuperado de: <http://p-sh.de/arbeiten/frg-ol>

