CIENCIA MÁS TECNOLOGÍA

21 de setiembre de 2016 - Año 1, Nº 14

Del papel al soporte electrónico

Trasladar trámites del mundo físico al digital es uno de los retos que se planteó el Micitt en conjunto con el Banco Central, en aras de simplificar la vida a los ciudadanos, hacer más eficientes y seguros los procesos e, incluso, reducir la huella de carbono. **Páginas 2 y 3.**

Foto: Anel Kenjekeeva

Informe Prosic: tecnología y educación

Entrevista: La Industria 4.0 y su impacto en la producción

Realidad aumentada: entre lo real y lo virtual

Columna: Ciberseguridad y firma digital

La firma digital forma parte de un proyecto país para potenciar el gobierno, el comercio y la banca electrónica; mejorar la cantidad y la calidad de los servicios que se brinden por esa vía y empoderar al ciudadano para que le exijan el cambio a las instituciones (foto cortesía del MICIT).

Firma digital

Del papel a los *bits*

Presas, filas interminables, papeles, papeles y más papeles. Todo eso podría quedar atrás gracias a la firma digital, una herramienta que busca que los trámites en instituciones públicas sean mucho más seguros, eficientes y ágiles, desde la comodidad de una computadora con acceso a Internet.

Karol Castro Ureña
karol.castrourena@ucr.ac.cr

Probablemente usted sea una de las personas que en el transcurso del día deba trasladarse hasta alguna institución pública solo para firmar un papel y completar así un determinado trámite. También es probable que usted comience a sentirse agobiado al imaginar lo que en términos de tiempo y costos implica salir y sumarse al congestionamiento vial, esperar en una fila infinita o realizar un sinfín de papeleos. Pero todo eso podría acabarse con un pequeño chip insertado en una tarjeta que contiene un certificado de firma digital.

La firma digital es un mecanismo con respaldo legal y un alto grado de seguridad que permite autenticar los documentos electrónicos para que estos posean la misma validez que un papel firmado de la manera tradicional. Comenzó a implementarse en el país en el 2009 y desde entonces el número de usuarios y de aplicaciones para utilizarla ha ido en aumento.

“La firma digital es un mecanismo que tiene que ver con un proyecto país mucho más grande que es la creación de capacidades tecnológicas para que Costa Rica pueda tener gobierno, comercio y banca electrónica”, afirmó Alexander Barquero Elizondo, director de la Dirección de Certificadores de Firma Digital del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones (Micitt).

Esta herramienta asocia la identidad de una persona a un documento electrónico, el cual es encriptado mediante la aplicación de algoritmos matemáticos, lo que da como resultado una nueva versión del documento “firmado digitalmente”.

Para realizar esta función es necesaria una tarjeta inteligente, un lector para dicha tarjeta y un certificado digital emitido por la autoridad certificadora autorizada, en este caso el Banco Central de Costa Rica (BCCR), con aval del Micitt.

Este certificado opera como un “tercero de confianza”, un “abogado digital”. Es un componente tecnológico que sería el homólogo a un profesional que da fe de algún acto en los trámites tradicionales.

“No tiene foto, ni fecha de nacimiento, no tiene nada. Solo tiene el nombre y el número de cédula. Es decir, la información que garantiza que eso es irrepetible y que permite que una persona se identifique ante cualquier entidad”, indicó Barquero.

El certificado se encuentra encapsulado en la tarjeta de firma digital, de modo que si alguien o algo trata de manipularlo o sacar la información que se encuentra dentro de la tarjeta, esta se autodestruye, se borra de forma automática.

El certificado digital y la tarjeta inteligente junto con el lector de tarjeta se le otorgan a cualquier persona que solicite su firma digital en alguna de las entidades autorizadas por el BCCR. En Costa Rica, esas entidades son los bancos vinculados al Sistema Nacional de Pagos Electrónicos (Sinpe).

La seguridad

Tanto los procesos de emisión como de entrega se realizan con protocolos de seguridad para garantizar “que la firma es íntegra, es decir, que el documento firmado digitalmente no ha sido modificado; es auténtico, si yo firmo un documento no hay duda de que fui

C+T, suplemento especializado de la Oficina de Divulgación e Información (ODI) y Semanario Universidad. Se publica dos veces al mes.
Editora: Patricia Blanco Picado. ciencia.tecnologia@ucr.ac.cr
Consejo Editorial: Wajiha Sasa y Ernesto Rivera

Diseño: Rafael Espinoza Valverde.
Dirección: 100 m sur de Fundación de la Universidad de Costa Rica
Sitio web: www.odi.ucr.ac.cr
Teléfonos: (506) 2511-1168 / 2511-1213

ODI Oficina de Divulgación e Información

yo. Además, es no repudiable, el punto más fuerte de la firma digital", explicó el funcionario.

Esto último quiere decir que, a diferencia de una firma manuscrita que podría ser incluso falsificada, con la firma digital una persona no puede decir "yo no firmé eso", pues que se basa en un sistema de doble autenticación: algo que la persona sabe (un pin o clave) y algo que la misma persona posee (la tarjeta inteligente con el certificado digital).

"Si queremos tener algo así de seguro, la infraestructura tecnológica que está detrás tiene que ser muy muy confiable", añadió.

Es aquí donde el apoyo del Banco Central ha sido indispensable. Aprovechar los recursos con los que el país ya contaba –como el Sinpe–, permitió que el desarrollo de la firma digital fuera mucho más barato y respaldado por infraestructura tecnológica robusta.

Para Carlos Melegatti Sarlo, director de la División de Sistemas de Pago del BCCR, "en los sistemas de pagos hay dos variables para las transacciones: seguridad y eficiencia. En eficiencia hemos avanzado muchísimo, pero ¿cómo hacer que esas transacciones sean seguras? Cuando la transacción sale del banco va encriptada, con la máxima seguridad entre el banco comercial y el Banco Central, pero ahora lo que hay que hacer es darle seguridad a la relación del cliente con el banco y ahí es donde entra la firma digital".

Esta entidad trabaja en conjunto con el Micitt, al que le ha prestado todo el apoyo en el tema de infraestructura. Tanto, que la autoridad certificadora del Sinpe y la raíz nacional de la firma digital se encuentran en la bóveda donde se guardan también los billetes en el BCCR, de modo que no fue necesario construir un edificio nuevo.

Por otra parte, con la raíz nacional anclada a la infraestructura del Banco Central tampoco fue necesario invertir en una red de sucursales nuevas para la entrega de la firma digital, sino que se aprovechó la que ya existía con todos los bancos asociados al Sinpe, que en conjunto poseen más de mil sucursales bancarias distribuidas en todo el país.

Actualmente, existen 42 sucursales activas y el costo de la tarjeta inteligente que contiene el certificado digital, junto con el dispositivo lector, ronda entre 35 y 40 dólares. Al adquirir la tarjeta de firma digital, el usuario obtiene cuatro años de soporte técnico, que es el lapso de vigencia del certificado.

Múltiples beneficios

Con la firma digital los trámites tan cotidianos como la firma de un contrato, la solicitud de un crédito o una certificación de una institución se pueden llevar a cabo desde una computadora, de modo tal que las personas no se ven obligadas a desplazarse hasta las instituciones.

Esto "le ahorra al planeta emisiones de carbono en una relación de 150 gramos por cada kilómetro recorrido", según las autoridades del Micitt. A esto se le suma una reducción considerable del consumo de papel, que en Costa Rica alcanza los 16 millones de hojas al mes solo en trámites institucionales, según datos de la misma institución. Producir esa cantidad de material implica el uso de 4,8 millones de litros de agua y 24 000 árboles.

Es por eso que tanto el Banco Central como el Micitt desean alcanzar una masificación del uso de la firma digital, un proceso que se mueve en dos direcciones: lograr que cada vez sean más personas las que la adquieran y que las instituciones adapten sus servicios y diseñen aplicaciones para que se pueda utilizar.

> ***"Ya resolvimos como país la posibilidad de entregar masivamente certificados, lo que no hemos resuelto es cómo usar esos certificados". Carlos Melegatti, director de la División de Sistemas de Pago del Banco Central.***

En la mayoría de las instituciones estatales esta herramienta ha permitido agilizar procesos como la firma de correspondencia entre departamentos y las compras a proveedores. Es el caso de la Caja Costarricense de Seguro Social, la Refinadora Costarricense de Petróleo y el Poder Judicial.

En el caso de las municipalidades, destacan las de Alajuela, Heredia y Santa Ana, donde se pueden realizar gestiones para patentes, usos de suelos, declaraciones juradas y de bienes inmuebles con la firma digital, entre otros trámites.

De forma adicional, una resolución de la Superintendencia General de Entidades Financieras (Sugef) compromete a todos los bancos para que a partir del 2017 ofrezcan la opción de la firma digital en sus servicios.

Camino por recorrer

A pesar de las bondades que ofrece esta herramienta, la demanda todavía es bastante discreta. Si solo existen 42 sucursales equipadas para otorgar firma digital es porque tener más "sería una pérdida de plata", en palabras de Melegatti.

El funcionario recalcó que "el gran reto que tiene el país ya no es la emisión de firma digital. Ya resolvimos la posibilidad de entregar masivamente certificados, lo que no hemos resuelto es cómo usar esos certificados".

La masificación de los servicios a los que se puede acceder con la firma digital es una de las propuestas a las que el Gobierno busca una solución. Mediante una directriz presidencial emitida en abril del 2014, se obliga a las instituciones estatales para que, en un plazo de tres años, pongan a disposición de los ciudadanos aplicaciones en línea para hacer trámites con la firma digital.

Ante esto surge entonces la duda sobre cómo se podría regular la calidad de todas las aplicaciones que se diseñen con dichos fines. El Centro de Investigaciones en Tecnologías de la Información y la Comunicación (Citic) y el Centro de Informática, ambos de la Universidad de Costa Rica, ya han comenzado a realizar aportes en investigación y desarrollo de herramientas tecnológicas.

Elaboración Karol Castro con información del Micitt y del Citic de la UCR.

"Lo que hicimos fue inscribir un proyecto de investigación para apoyar la creación de una regulación nacional que audite las aplicaciones que se hacen en el sector público, que garantice los niveles de seguridad apropiados para poder trabajar con la firma digital", comentó Ricardo Villalón Fonseca, investigador del Citic.

Por otra parte, el Centro de Informática se ha encargado de incorporar la firma digital a nivel institucional, a través de un componente que permite usar la firma digital en LibreOffice, dado el movimiento *Open Source* de la institución.

En el futuro se planea que a través del sistema de autenticación de la UCR se puedan realizar gestiones con la firma digital, como pedir certificaciones de notas y obtener documentos firmados digitalmente por la universidad a través del sello o el agente electrónico, otros tipos de certificados digitales dirigidos a las personas jurídicas. ■

La firma digital en cifras

-En total, se han emitido 166 292 certificados digitales desde que se entregó el primer certificado en el 2009 hasta un corte en julio de 2016.

-54 entidades públicas permiten realizar gestiones con el mecanismo de firma digital, con 104 aplicaciones que admiten el uso de este certificado.

-Para finales del presente año se espera haber entregado 40 600 certificados a personas físicas, de acuerdo con las proyecciones del Banco Central.

Notas breves

Foto: Comisión Nacional de Actividades Espaciales de Argentina

Argentina lanzará cohete

El Gobierno argentino impulsa el lanzamiento de El Tronador II, un cohete multietapa de un solo uso para poner satélites en la órbita polar sur y enviar cargas a órbitas bajas.

La planta donde se construye el lanzador VEX5 está bajo la dirección de la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (Conae) y fue inaugurada en el 2014 durante el gobierno de Cristina Kirchner, con el objetivo de que Argentina alcanzara la soberanía satelital.

La planta fue visitada por el actual presidente Mauricio Macri, quien comentó que el lanzador es una demostración de lo que el país es capaz de hacer en materia de tecnología espacial.

Argentina realizó dos lanzamientos experimentales en 2014 desde la base de Punta Indio. El primero resultó fallido, y el segundo logró ser expulsado y viajar durante 27 segundos hasta los 2200 metros de altura. Para finales de este año está proyectado un tercer lanzamiento.

Por su ubicación geográfica, dicha nación posee ventajas comparativas para la puesta en órbita de satélites de órbita polar. La ubicación en Punta Indio, en el sureste de la provincia de Buenos Aires sobre la costa atlántica, permite además asegurar que los lanzamientos no pasen por zonas habitadas hasta que lleguen a órbita.

Así, a finales de 2014 Argentina puso en órbita desde Guyana el Arsat 1, el primer satélite de comunicaciones geoestacionario construido en el país suramericano con tecnología propia y operado por la empresa estatal de telecomunicaciones Arsat, y en setiembre del 2015 lanzó el Arsat 2. Fuente: AFP ■

América Latina con rezago tecnológico

América Latina experimentó un significativo aumento de la población que utiliza Internet, pero se encuentra rezagada en cuanto a la adopción y desarrollo de nuevas tecnologías. Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal), la región debe superar rápidamente este atraso para retomar el crecimiento económico.

"Si bien hay avances, los indicadores del esfuerzo innovador y el acceso a la tecnología (...) no son favorables", advierte en un documento Alicia Bárcena, secretaria ejecutiva de la Cepal.

En cuanto al panorama en el uso de Internet, en los últimos cinco años el número de usuarios aumentó un 20 % hasta alcanzar el 55 % de la población latinoamericana, impulsado fundamentalmente por la banda ancha móvil. Sin embargo, la baja velocidad de la red se presenta como uno de los principales obstáculos para el avance tecnológico de la región a nivel industrial.

"Ningún país de la región tiene al menos el 5 % de sus conexiones con velocidades mayores de 15 Mbps (megabits), mientras que en los países avanzados el porcentaje de conexiones de esta velocidad es cercano al 50 %", dijo la Cepal en su informe sobre banda ancha presentado el 12 de setiembre en San José, Costa Rica.

En cuanto a la innovación en ciencia y tecnología, la investigación y desarrollo (I+D) de la región es significativamente baja. El gasto en este rubro en América Latina se encuentra "estancado" desde 2004 y representa solo el 2,8 % del gasto mundial. En Estados Unidos, líder en esta materia, esta cifra llegó a más del 35 % del total del gasto de I+D en 2012.

Asimismo, se recibió solo un 4 % de la inversión extranjera directa en investigación y desarrollo. Como consecuencia de esto, la cantidad de patentes de la región sigue siendo "muy baja". Entre 2012 y 2015, América Latina contribuyó únicamente con el 0,5 % de las patentes mundiales. Esto se relaciona además con el poco capital humano. En promedio hay 520 investigadores jornada completa por cada millón de habitantes en comparación con naciones industrializadas, en donde la proporción se ubica entre 2000 y 8000. Fuente: AFP ■

Acceso a Internet en Costa Rica

Costa Rica demostró el mayor aumento en la región latinoamericana en el número absoluto de hogares conectados a Internet entre el 2010 y el 2015, según un informe presentado por la Comisión Económica para América Latina (Cepal) el 12 de setiembre pasado. Además, es el país con mayor penetración de Banda Ancha Móvil (BAM), al alcanzar el 95,5 % de la población total.

Asimismo, el número de suscriptores a internet creció 440 % los últimos cinco años, siendo la modalidad móvil la más usada, con un crecimiento de 688 % frente a 46 % de la Banda Ancha Fija (BAF). De esta manera, la Internet móvil posee casi cinco millones de suscriptores y representó el 90 % de las suscripciones a Internet en el 2015.

En relación con la brecha entre las áreas urbana y rural, el crecimiento de viviendas con acceso a Internet fue de 133 % en el área urbana y 414 % en el área rural. Sin embargo, alrededor de 700 000 viviendas urbanas y 200 000 rurales están conectadas a Internet, por lo que el rezago de estas últimas respecto a las áreas urbanas se mantuvo.
Fuente: Camtic ■

Roberto Lemaître Picado*

Ciberseguridad y firma digital

Existe una solución tecnológica para identificar a una persona de manera más eficiente y eficaz en documentos electrónicos, en sitios o servicios web, permitiendo autenticar el origen y verificar la integridad del contenido; este método se llama firma digital.

La promulgación de la Ley 8454 sobre Certificados, firmas digitales y documentos electrónicos otorgó el fundamento jurídico para la emisión y uso de certificados de firma digital en el país, lo que constituye un respaldo jurídico para lograr mayor seguridad en el mundo digital. De esta forma se establecieron tres propiedades:

- Autenticidad: permite identificar que la persona es quien dice ser.
- Integridad: Permite tener certeza que el documento no se ha modificado.
- No repudio: La persona que se identificó o firmó un documento con la firma digital no puede negar la autoría.

Esta última característica es muy importante tenerla presente. Cuando usted se identifica con la cédula o firma un documento de manera tradicional es posible cuestionar la certeza y veracidad de dicha firma o de la identificación (pensemos en cuántas cédulas falsas se han utilizado en trámites o cuántas firmas falsas se han realizado en documentos). Pero si usted realiza ese mismo proceso con firma digital, no puede negar que es el responsable de esa identificación.

Así, las instituciones o empresas en donde se realice un trámite por medio de la firma digital no tendrán motivos para dudar que esta es de determinada persona, y le corresponderá al dueño demostrar los motivos por los cuales un documento o una identificación se realizó con su firma digital sin su consentimiento. Esto se establece en el artículo 10 de la citada ley.

Es importante agregar que la normativa les brinda a los documentos electrónicos realizados con firma digital la equivalencia jurídica y la misma fuerza probatoria que la de la firma manuscrita y los documentos físicos.

Es por esto que cualquier institución o empresa puede recibir y realizar trámites, o desarrollar plataformas de ingreso a sus servicios, por medio de la firma digital.

La oportunidad que ofrece la firma digital para ser una herramienta efectiva contra la ciberdelincuencia es muy alta, pero necesitamos que más personas la conozcan y utilicen y que más empresas e instituciones desarrollen sus plataformas para poder ingresar por medio de ella.

Además, es necesario que de cara al servicio al cliente se tenga claro que es posible la entrega de documentos por medio de la firma digital y estos tienen la misma validez que los documentos tradicionales. Y sobre todo, que los profesionales en Informática conozcan del tema. De esta forma seguirá el crecimiento del uso de esta importante herramienta. ■

*Escuela Ciencias de la Computación e Informática.

Los actuales modelos educativos han incorporado las tecnologías digitales como herramientas para la enseñanza y el aprendizaje (foto Anel Kenjekeeva).

Hacia un nuevo modelo educativo

Tecnologías digitales y educación

El informe del Prosic abordó el tema de la integración de las tecnologías en el sistema educativo costarricense.

Paula Umaña González
paula.umana@ucr.ac.cr

Las tecnologías digitales han permeado en cada ámbito de la vida cotidiana, incluyendo la educación. Las tecnologías de la información y comunicación (TIC) y, sobre todo, los aparatos móviles, han provocado modificaciones en el proceso de aprendizaje y enseñanza de los actuales modelos educativos.

El informe de este año del Programa Institucional Sociedad de la Información y el Conocimiento (Prosic) de la Universidad de Costa Rica (UCR) abordó el tema desde diversas perspectivas, tanto desde los esfuerzos realizados por el país para complementar los distintos niveles escolares con los beneficios de las tecnologías como de los retos que quedan por vencer.

El capítulo *Tecnologías digitales y educación* fue desarrollado por Felisa Cuevas Cordero y Nathalia Núñez Artavia, ambas investigadoras del Prosic y egresadas de las carreras de Sociología y Psicología, respectivamente, de la UCR.

Las especialistas realizaron un análisis de los programas y proyectos generados para la incorporación de las herramientas tecnológicas en el proceso de enseñanza y aprendizaje, así como del impacto que han generado estos programas.

Programas nacionales

Leer y memorizar. De esta manera ha sido comprendido el aprendizaje por la mayoría de los sistemas educativos. Sin embargo, en la actualidad se apuesta más por la creación y la gestión de conocimiento, compatibles con un proceso de aprendizaje más dinámico, colaborativo y que contribuya al desarrollo de habilidades cognitivas del estudiante.

Para la investigadora Nathalia Núñez, "la importancia de la incorporación de estas tecnologías radica en que el contexto ha ido cambiando y que estamos ante nuevas demandas laborales, cambios en los estudiantes y la transformación en una economía del conocimiento, en donde la educación es un aspecto fundamental en la construcción de la sociedad de la información y el conocimiento".

En el país abundan los programas que tienen como fin un nuevo modelo educativo que vaya de la mano con el uso de las tecnologías. Desde 1985, Costa Rica realiza esfuerzos para integrar las TIC a la educación costarricense a través de diversas iniciativas desarrolladas por el Ministerio de Educación Pública (MEP) y la Fundación Omar Dengo (FOD).

Según el capítulo elaborado por Cuevas y Núñez, actualmente se llevan a cabo más de 70 proyectos entre el MEP y el FOD, algunos en colaboración con otras organizaciones y que responden a distintos objetivos y públicos metas.

Por ejemplo, Costa Rica cuenta con el Programa Nacional de Informática Educativa (Pronie), que se enfoca en la educación primaria y secundaria y posee una amplia cobertura nacional, en beneficio de miles de estudiantes.

Este programa, creado por el MEP y ejecutado por la FOD, abarca proyectos con distintas perspectivas, como el desarrollo de habilidades cognitivas y sociales en los estudiantes, el aprendizaje colaborativo, el apoyo al docente en la utilización de las tecnologías como herramientas pedagógicas y el desarrollo de capacidades de emprendimiento, gestión empresarial y el uso productivo de las tecnologías en jóvenes de colegios técnicos y académicos.

"Integrar las tecnologías digitales representa algo más que el equipamiento de los centros educativos. Éstas se deben integrar al currículo, facilitar la creación de redes para el aprendizaje y tener todo un plan de acción", explicó Núñez.

Asimismo, proyectos como *Rem@,* que busca la integración de las tecnologías móviles en la propuesta curricular de los colegios rurales del país y la disminución de la brecha educativa, incluyen también a los centros educativos en zonas indígenas. Esta iniciativa brinda las herramientas necesarias como el equipamiento tecnológico, recursos educativos y acompañamiento pedagógico a 81 centros educativos indígenas.

Existen además programas como *Labor@,* que permiten a los estudiantes prepararse para el futuro laboral y añadir habilidades a sus perfiles profesionales, mediante la facilitación de conocimientos en emprendimiento y gestión empresarial. Este programa se implementa en todos los colegios técnicos públicos.

Hay otros proyectos dirigidos a personas adultas que las incorpora al uso creativo de la informática, de distintas herramientas de productividad y a la utilización de Internet como una ruta al ciberespacio y la información. Estos proyectos también llegan hasta las comunidades con el objetivo de ampliar la oferta de la alfabetización tecnológica.

A la lista se suman muchos más proyectos que han venido desarrollándose desde hace tres décadas y otros muchos que han sido implementados por el actual Gobierno.

De esta manera, en el país se realizan esfuerzos para implementar un nuevo modelo de educación que integre el uso de las nuevas tecnologías desde el ciclo de preescolar y, sobre todo, el aprendizaje con tecnologías móviles. Esto último ha comenzado a tornarse como una tendencia mundial y apuesta a ser una alternativa para alcanzar zonas de difícil acceso y con poblaciones en condiciones vulnerables.

Para Núñez, "este tipo de programas pueden colaborar en la reducción de la brecha tecnológica, beneficiando a las poblaciones vulnerables a tener acceso a las tecnologías y a la conectividad, lo cual es uno de los ejes de trabajo; además, desarrollando programas que involucren a la comunidad y a las familias".

Sin embargo, uno de los principales retos que enfrenta el país es establecer una conexión adecuada en los centros educativos, que con las nuevas tendencias educativas y tecnológicas demandan conexiones más amplias y de mayor capacidad. "En este sentido, las metas de varios países de Latinoamérica y el Caribe van dirigidas a la expansión de la conectividad de banda ancha", agregó Núñez.

En relación con la conectividad, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal) reveló en el informe *Estado de la banda ancha en América Latina y el Caribe* que el porcentaje de usuarios de Internet en la región creció 10,6 % al año entre el 2000 y el 2015.

Además, el acceso a conexiones de banda ancha, particularmente en la modalidad móvil, aumentó de manera significativa entre el 2010 y el 2015, ya que pasó del 7 % al 58 % de la población. Según el informe, Costa Rica es el país de la región con mayor penetración de Banda Ancha Móvil (BAM) en relación con el total de la población, con un 95,5 %.

Esfuerzos sin evaluación

Las autoras del estudio afirman que a pesar de que el país ha sido pionero en las iniciativas mencionadas a nivel latinoamericano, no se ha valorado la incidencia ni realizado diagnósticos de rendimiento de los programas y proyectos implementados en los centros educativos del territorio nacional.

Por lo tanto, la carencia de evaluaciones de impacto de los programas implementados constituye una de las principales debilidades de estos. Las evaluaciones realizadas por entes internacionales se han limitado a análisis descriptivos y no toman en cuenta otros programas aparte del Pronie.

"Es de suma importancia realizar estas evaluaciones en pro de mejora y toma de decisiones. Además, dichas evaluaciones deben estar al alcance de quien lo requiera", indicó Núñez.

Las modalidades de educación para adultos, los colegios nocturnos, los artísticos, la educación especial y los institutos profesionales de educación comunitaria tienen una atención significativamente menor por parte del Pronie, según la investigadora.

Según Núñez, "aún hay mucho por mejorar, en el sentido de sistematizar experiencias aprendidas y mejorar las políticas que hay, ya que estas se quedan cortas en la definición de criterios de formación de profesores, lineamientos para la elaboración y creación de contenidos digitales educativos y los procesos de evaluación".

En esta línea de búsqueda de mejoramiento, tanto el Prosic como el Instituto de Investigación en Educación (INIE) de la UCR, en conjunto con el MEP, realizan esfuerzos para evaluar el impacto de la incorporación de las tecnologías digitales en la educación primaria y secundaria, y así establecer una base que permita realizar evaluaciones necesarias para la toma de decisiones. ■

La realidad aumentada funciona a través de marcadores o códigos que activan los elementos virtuales en las pantallas de los dispositivos móviles (foto Anel Kenjekeeva).

La combinación entre lo real y lo virtual

El límite entre los elementos del entorno físico y los del mundo virtual se hace cada vez más difuso debido a herramientas como la realidad aumentada.

Paula Umaña González
paula.umana@ucr.ac.cr

Una gigantesca gama de usos es lo que encontramos al hablar de realidad aumentada, que permite agregar en tiempo real contenidos digitales, ya sean multimedia o interactivos, sobre el entorno físico en el que nos encontramos. En otras palabras, es la creación de una realidad mixta, que permite al usuario interactuar con distintos elementos que se presentan en su pantalla.

Así, los catálogos impresos de productos para el hogar, los libros escolares o los mupis de las paradas de autobuses se muestran de manera más interactiva debido a la unión de la realidad con elementos virtuales.

De esta manera, estudiar la anatomía humana resulta ahora más fácil para los niños. Con la incorporación de marcadores de realidad aumentada en los libros de texto, los estudiantes pueden -a través de un teléfono celular o una tableta- visualizar las distintas partes del cuerpo en 3D u observar un video interactivo que les explique la materia.

Otro ejemplo común son las campañas publicitarias que permiten a los clientes ver un spot o un mensaje de la marca por medio de códigos o marcadores que se encuentran en el empaque del producto. O bien, ¿se imagina la facilidad de probarse una prenda de ropa sin necesidad de retirarla de los ganchos? Todos estos son posibles usos de la realidad aumentada.

Víctor Hugo Gutiérrez, profesor de Comunicación Multimedial de la Universidad de Costa Rica (UCR), explicó que esta tecnología se viene trabajando desde hace ya varias décadas aunque aplicada a trabajos más técnicos, como la reparación de equipos. Antes de la aparición de los dispositivos móviles, la realidad aumentada existía con la utilización de las cámaras de las computadoras.

“Hace unos diez años era un poco más complicado porque uno tenía que poner los objetos frente a los monitores. Cuando llegaron los teléfonos inteligentes esta tecnología se popularizó más”, subrayó Gutiérrez.

La realidad aumentada es utilizada en muchos ámbitos como la publicidad, la comunicación, los videojuegos, el turismo o la educación, para añadir elementos interactivos, informaciones y hasta recomendaciones a los usuarios, o bien para facilitar procesos como el aprendizaje y la enseñanza, trabajos mecánicos, entre otros.

¿Cómo funciona?

Para introducirse en el mundo de la realidad aumentada se necesita la cámara del dispositivo móvil (celular o tableta), la instalación de un software que permita leer el marcador o código de realidad aumentada que deseamos y una conexión a internet estable.

El proceso de la realidad aumentada es relativamente sencillo: el software instalado puede reconocer a través de la cámara códigos QR, marcadores, imágenes u objetos como activadores de los elementos virtuales en las pantallas de los dispositivos móviles.

Existen otros tipos de software que pueden ser descargados y utilizados de manera gratuita por el público y que sirven para escanear distintos códigos, o bien algunas empresas y productos tienen su propia aplicación.

Ahora, imagine que se encuentra en un museo y desea conocer la historia sobre una de las esculturas que está observando. Mediante un proceso informático, los encargados del lugar predisponen un marcador o activador en esa escultura que permitirá que el software lo escaneé y reconozca por medio de la cámara del dispositivo móvil.

De esta manera, el software solicita el contenido asociado a la escultura, lo descarga desde Internet y despliega la información (videos, textos, elementos interactivos) en la pantalla del dispositivo móvil, para de esta forma explicar al usuario la historia relacionada con el objeto del museo.

Además, existen marcadores o activadores más avanzados ligados a la geolocalización, que muestran contenido digital relacionado con el lugar donde se encuentra el usuario.

Realidad aumentada y realidad virtual

Es común confundir la realidad aumentada con la realidad virtual, pero lo cierto es que existen grandes diferencias entre ambas tecnologías. Con la realidad aumentada, el entorno físico en el que el usuario se encuentra es enriquecido con otros elementos que se incorporan con la ayuda de un software y que posibilitan conocer más acerca de algún producto o tema en específico.

Por su parte, en la realidad virtual todo es artificial; es decir, el usuario se introduce en un mundo en donde nada de lo que lo rodea es real. Una realidad alternativa que puede ser experimentada con todos los sentidos humanos y que se vive, comúnmente, a través de gafas de alta tecnología.

“La realidad aumentada sobrepone información digital en lo que existe en la realidad, en cambio, la realidad virtual es cuando yo logro generar una realidad pero de forma artificial”, explicó el especialista de la UCR.

Además, destacó que una de las grandes diferencias entre estas dos tecnologías es que la realidad virtual es más inmersiva, ya que el usuario se involucra directamente y tiene la sensación de que se encuentra en un lugar distinto. En cambio, la realidad aumentada “toma el lugar en donde está el usuario y lo que hace es mostrarle contenidos específicos”.

La rapidez con la que avanza la tecnología en esta era digital ha permitido que la realidad aumentada ya no sea cosa únicamente de largometrajes de ciencia ficción o con visiones futuristas, sino que forma parte del ahora y de la vida cotidiana de muchas personas. ■

El Dr. Eldon Caldwell es coordinador del Laboratorio de Robótica de la Escuela de Ingeniería Industrial de la UCR en la Sede Interuniversitaria de Alajuela (foto archivo ODI).

Industria 4.0, la nueva revolución productiva

La cuarta revolución industrial o Industria 4.0 está cambiando la dinámica del sector industrial en el mundo. La presencia de la robótica que colabora con los humanos será cada vez más natural y necesaria, vaticinan los especialistas.

Otto Salas Murillo
otto.salasmurillo@ucr.ac.cr

Con la llegada de la robótica cognitiva al sector industrial, diferentes tipos de robots serán diseñados para que puedan interactuar con las personas y permitan tanto el mejoramiento de las condiciones laborales, como maximizar la producción.

El director de la Escuela de Ingeniería Industrial (EII) de la Universidad de Costa Rica (UCR), Eldon Caldwell Marín, conversó con *C+T* para ampliar sobre la denominada Industria 4.0 y conocer los cambios que se avecinan.

-¿Qué significa el concepto Industria 4.0? ¿Es lo mismo que la cuarta revolución industrial?

-Industria 4.0 es un término acuñado en Alemania en el 2011. A partir del 2013 se le llamó 'fábrica inteligente' y más específicamente a los sistemas ciberfísicos de producción de bienes y servicios. Este término se usa para referirse de forma rápida a lo que se conoce como cuarta revolución industrial. Esta se da al fusionarse la revolución digital (Internet de las cosas; Tecnologías de la Información y la Comunicación, TIC; redes y realidad virtual) con la tercera revolución industrial (automatización, robótica, nanotecnología y la ingeniería de materiales avanzada). De esta manera, se configuran los sistemas ciberfísicos en los que los elementos están interconectados e interactúan entre sí de forma más autónoma, virtualizada y fundamentada con la cognición artificial.

-¿Cuáles son las bases tecnológicas en las que se apoya la Industria 4.0?

-Esencialmente en la fabricación con alto desarrollo de robots, dispositivos electrónicos, nanotecnología, materiales inteligentes y sistemas flexibles de manufactura. Esto fusionado con las tecnologías digitales e Internet de las cosas. Estas tecnologías pueden ser aplicadas a cualquier industria de bienes y servicios; por ejemplo, la industria automovilística tomó la delantera junto con la electrónica y la de dispositivos médicos, aunque los sectores emergentes que están aplicando estas tecnologías son los servicios de salud, ambientales y logísticos.

-¿Qué es la inteligencia artificial o robótica cognitiva?

-La inteligencia artificial es la dotación a las máquinas de procesos de aprendizaje, procesamiento lógico matemático y el uso de sistemas de conocimiento *experienciales.* Este término se ha sustituido por cognición artificial debido a la complejidad en la comprensión del concepto de inteligencia, y especialmente de inteligencia humana. Por eso ahora se habla de cognición artificial para referirse a la lógica matemática y a la aplicación de algoritmos de aprendizaje de los robots, emulando a la forma en que el ser humano resuelve los problemas y al mismo tiempo aprende.

-¿Están los países en desarrollo en desventaja con naciones más avanzadas en cuanto a la implementación de estas nuevas tecnologías?

-No estamos en desventaja comparativa, sino en desventaja competitiva y no es necesariamente por la falta de acceso a tecnología, conocimiento o recursos económicos, sino que la razón es cultural y de mentalidad.

Aunque es cierto que los países más pobres tienen factores de exclusión muy marcados, desde un punto de vista de educación, estabilidad política y económica, la brecha tecnológica cada vez es menor y lo que hace la diferencia es el vínculo entre los sectores académico, productivo y gobierno. En nuestros países esto suele ser la principal barrera para el aprovechamiento de las tecnologías, así como la falta de colaboración en los procesos de investigación y desarrollo tecnológico**.**

-¿Hay empresas en Costa Rica que ya están incursionando en el uso de esta tecnología robótica?

-La industria nacional va rezagada, pero ya se pone más atención a este tema y las empresas transnacionales y las líderes en desarrollo de sistemas interconectados de manufactura que operan en el país han colaborado a que las bases de esta cuarta revolución industrial se vayan acelerando en su desarrollo y uso. Los ejemplos más claros están en la industria médica, electrónica y la de productos de software.

-¿Qué pasará con los trabajadores que laboran en una actividad fabril y que eventualmente podrían llegar a ser reemplazados por robots?

-Que si los robots van a sustituir labores que hoy realizan humanos, pues la respuesta es sí, pero esto al mismo tiempo va a crear nuevas fuentes de trabajo basadas más en conocimiento que en la fuerza. Hoy más que nunca vemos implementado el concepto de "obreros de conocimiento" del que tanto habló Peter Drucker. Esto se reflejará en la expansión de las fuentes de empleo y en muchos de los trabajos actuales la presencia de robots que colaboran con los humanos será más natural y necesaria para competir internacionalmente.

Esto no ocurrirá de la noche a la mañana, por eso es necesario el vínculo entre gobierno, academia y sectores productivos para trazar estrategias de transición que permitan a las personas actualizarse, acceder al conocimiento técnico e identificar las oportunidades de emprendedurismo.

-¿Cuál es el impacto de esta nueva tendencia en la academia y en la formación de profesionales?

-Desde su concepción la Ingeniería Industrial generó conocimiento sobre los sistemas productivos e integró la tecnología con los materiales, las máquinas, las personas, el dinero, las instalaciones y los medios de transporte, entre otros factores. En nuestros días esta disciplina busca hacer lo mismo. Aunque las tecnologías son distintas, la necesidad de integración prevalece y los recursos físicos y los digitales ahora se convierten en recursos ciberfísicos, por lo que la formación de los ingenieros industriales debe responder a esta nueva realidad.

-¿Qué podemos esperar con el avance de la tecnología robótica y su implementación en la vida diaria?

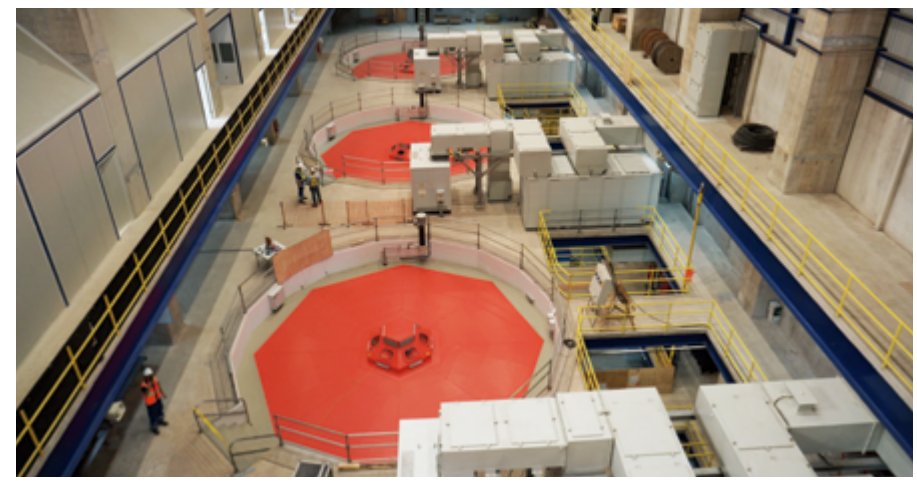
-Podemos esperar mejor calidad de vida y un cambio en las profesiones u oficios. Así como un celular está presente en casi todo momento del día, de la misma manera lo van a estar los robots y toda clase de dispositivos dotados de autonomía y funciones colaborativas para con los seres humanos.

En lo cotidiano está cambiando nuestra forma de relacionarnos con otras personas y los mundos virtuales serán cada vez más naturales en relación con el mundo físico. El entretenimiento, el amor, el trabajo, la comunicación, la salud y hasta las sensaciones serán distintas, pero siempre estará en nuestro sentido de humanidad hacer que todos estos cambios sean para construir un mundo mejor y sostenible. ■

Enamorado de la robótica

El Dr. Eldon Caldwell Marín se graduó como Ingeniero Industrial en la Universidad de Costa Rica. Cuenta con varios posgrados entre los que destacan una Maestría en Ingeniería Industrial con mención de honor de la UCR, un doctorado en Ingeniería Industrial de la Universidad de Nevada, Estados Unidos y un doctorado en Ciencias de la Computación e Informática con énfasis en Recuperación de información e inteligencia artificial de la Universidad de Alicante, España.

Es coordinador del Laboratorio de Robótica de la Escuela de Ingeniería Industrial y del concurso Robotifest UCR.



Alta tecnología en megaobra del Reventazón

El 16 de setiembre fue inaugurada la Planta Hidroeléctrica Reventazón, que se constituye como la planta más grande de Centroamérica y como la mayor obra de infraestructura de Costa Rica. El proyecto, que se ubica en el cantón de Siquirres, provincia de Limón, aportará 305,5 megavatios de potencia al Sistema Eléctrico Nacional y abastecerá de electricidad a unos 525 000 hogares costarricenses.

Según Camilo Vargas, Jefe de Construcción del proyecto, por la magnitud de la obra fue necesaria la utilización de equipos de alta tecnología como perforadoras jumbo de tres brazos para las obras subterráneas y equipo especializado para la construcción de los túneles y las 14 megaobras que complementan el proyecto, como la presa y el vertedero.

Además, en la obra se emplearon sistemas TOFD para el control de calidad de las soldaduras y se implementaron acoples mecánicos para evitar el traslape de las varillas de construcción.

"La entrada en operación de esta Planta constituye un hecho histórico, al entregar al país la hidroeléctrica más grande de Centroamérica, construida por costarricenses. Esta es una obra estratégica para que Costa Rica mantenga su independencia eléctrica al menos hasta el año 2025 y alcance de las metas nacionales de reducción de gases efecto invernadero, según el Plan de Expansión Eléctrica del ICE", argumentó Carlos Obregón, presidente ejecutivo del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE). ■

Fotos cortesía del ICE.