

TIES Revista de Tecnología e Innovación en Educación Superior

Publicación Semestral • Diciembre de 2018 • ISSN 2683-2968

Editorial

Felipe Bracho Carpizo



El Cómputo y las telecomunicaciones en la UNAM del siglo XXI

José Fabián Romo Zamudio



Tecnología Blockchain: oportunidades para su incorporación
en la agenda de TIC de las Instituciones de Educación Superior de México

José Guadalupe Morales Montelongo



Infomediarios como herramienta para la proyección
en internet de los contenidos educativos de las universidades

Marcela Juliana Peñaloza Báez



The Enactive Torch: Interactive Embodied Learning with a Sensory Substitution Interface

Ximena Andrea González Grandon, Leonardo Iván Zapata Fonseca, *et al.*



Integración de Tecnologías de Información y Comunicación en
la Educación Superior: un modelo para clasificar las IES a partir de un estudio cualitativo

Guillermo Rodríguez Abitia y Marina Kriscautzky Laxague



TIES, REVISTA DE TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN EN EDUCACIÓN SUPERIOR (www.ties.unam.mx) 2018, Año 1, No. 1, diciembre 2018, es una publicación semestral editada por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Ciudad Universitaria, Alcaldía Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México, a través de la Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación, (DGTIC), Circuito Exterior s/n, Ciudad Universitaria, Alcaldía Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México, Teléfono: (55) 56228166, <https://www.ties.unam.mx>, revista.ties@unam.mx. Editor responsable: Lic. Lizbeth Luna González. Número de reserva de Derechos de Autor otorgado por INDAUTOR: 04-2019-011816190900-203 ISSN: 2683-2968, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número, Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación, (DGTIC). Circuito Exterior s/n, Ciudad Universitaria, Alcaldía Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México, fecha de la última modificación, diciembre de 2018. El contenido de los artículos es responsabilidad de los autores y no refleja el punto de vista de los árbitros, del Editor o de la UNAM. Se autoriza la reproducción total o parcial de los textos aquí publicados siempre y cuando se cite la fuente completa y la dirección electrónica de la publicación. La revista se ha desarrollado sin fines de lucro, con finalidades de diseminación del conocimiento, bajo licencia Creative Commons Atribución-No Comercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0). Hecho en México, 2018.



DIRECTORIO

Universidad Nacional Autónoma de México

Dr. Enrique Luis Graue Wiechers
Rector

Dr. Leonardo Lomelí Vanegas
Secretario General

**Dirección General de Cómputo
y Tecnologías de Información y
Comunicación**

Dr. Felipe Bracho Carpizo
Director de la DGTIC

José Fabián Romo Zamudio
**Director de Sistemas y Servicios
Institucionales**

M.A.O. Miguel Ángel Mejía Argueta
Responsable de Acervos Digitales

Dr. Luis Alberto Gutiérrez Díaz de León
Director General de la Revista

Lic. Lizbeth Luna González
Directora Editorial de la Revista

CRÉDITOS

Dr. Felipe Bracho Carpizo
Director General de la Revista

Lic. Lizbeth Luna González
Directora Editorial de la Revista

Liliana Minerva Mendoza Castillo
Asistente Editorial de la Revista

José Fabián Romo Zamudio
Lic. Lizbeth Luna González
Liliana Minerva Mendoza Castillo
Diseño de Contenidos

Lic. Lizbeth Luna González
Arquitectura de la información

Mtro. Rodolfo Cano Ramírez
Formación PDF

Daniel Méndez (Becario)
Estructura HTML

Liliana Minerva Mendoza Castillo
Ing. Carlos Alberto Román Zamitiz
Christian Adán Ortiz López Lira (Becario)
Formación HTML

Lic. Lizbeth Luna González
Ing. Carlos Alberto Román Zamitiz
Liliana Minerva Mendoza Castillo
M.A.O. Miguel Ángel Mejía Argueta
Administrador del OJS

COMITÉ EDITORIAL FUNDADOR

Felipe Bracho Carpizo, Presidente, Universidad
Nacional Autónoma de México. MÉXICO

Luis Alberto Gutiérrez Díaz de León, Secretario,
Universidad de Guadalajara. MÉXICO

María de Lourdes Velázquez Pastrana, Encargada del
Despacho, Universidad Nacional Autónoma de México.
MÉXICO

Alonso Castro Mattei, Universidad de Costa Rica.
COSTA RICA

Ernesto Chinkes, Universidad de Buenos Aires.
ARGENTINA

Carmen Humberta de Jesús Díaz Novelo, Universidad
Autónoma de Yucatán. MÉXICO

Salma Jalife Villalón, Corporación Universitaria para el
Desarrollo de Internet. MÉXICO

Lizbeth Luna González, Universidad Nacional
Autónoma de México. MÉXICO

José Luis Ponce López, Asociación Nacional de
Universidades e Instituciones de Educación Superior.
MÉXICO

Raúl Rivera Rodríguez, Centro de Investigación
Científica y Educación Superior de Ensenada. MÉXICO

José Fabián Romo Zamudio, Universidad Nacional
Autónoma de México. MÉXICO

ÍNDICE

Editorial	5
Felipe Bracho Carpizo	
El Cómputo y las telecomunicaciones en la UNAM del siglo XXI	7
José Fabián Romo Zamudio	
Tecnología Blockchain: oportunidades para su incorporación en la agenda de TIC de las Instituciones de Educación Superior de México	22
José Guadalupe Morales Montelongo	
Infomediarios como herramienta para la proyección en internet de los contenidos educativos de las universidades	31
Marcela Juliana Peñaloza Báez	
The Enactive Torch: Interactive Embodied Learning with a Sensory Substitution Interface	40
Ximena Andrea González Grandon, Leonardo Iván Zapata Fonseca, <i>et al</i>	
Integración de Tecnologías de Información y Comunicación en la Educación Superior: un modelo para clasificar las IES a partir de un estudio cualitativo	55
Guillermo Rodríguez Abitia y Marina Kriscautzky Laxague	

EDITORIAL

La actividad más importante que un ser humano puede lograr es aprender para entender, porque entender es ser libre.

Baruch Spinoza

Las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) han revolucionado la forma en la que educamos, aprendemos, investigamos, difundimos y nos comunicamos. Su omnipresencia nos obliga a revisar muchos de nuestros procesos institucionales para mejorarlos, al tomar ventaja de estas soluciones y con ello reducir costos, ampliar coberturas y extender el conocimiento y la cultura.

Gracias a los avances científicos y tecnológicos, en las últimas décadas la vida personal y académica ha cambiado. Lo hará más en el futuro. Las TIC seguirán siendo una de las áreas de mayor crecimiento y perspectiva de desarrollo en los años por venir con una clara incidencia en la educación y la investigación.

Su creciente adopción por parte de universidades, gobiernos, empresas, organismos civiles e individuos, muestra de manera fehaciente que las TIC han venido a enriquecer muchas de nuestras actividades y en este contexto resulta relevante esta publicación digital porque busca ser un punto de encuentro en el tema, un foro para compartir experiencias, desafíos y soluciones.

A nivel Latinoamérica, la UNAM, fue la institución universitaria con contar con la primera computadora y proporcionar el servicio de internet a otras entidades públicas y privadas. La universidad fue pionera en la creación de la red académica de cómputo en México, instaló y puso en operación la primera supercomputadora al sur del Río Bravo, dando origen a profesionales, especialistas y doctores en el ámbito de la computación en México.

A los pioneros que le dieron origen a la Cuarta Revolución Industrial en nuestro país, les siguió el compromiso de varias generaciones de universitarios con el despliegue de las TIC, quienes valoraron su importancia no sólo como herramientas para realizar mejor su trabajo, sino también, como un área de conocimiento e investigación por sí misma, plena de retos, oportunidades y nuevos horizontes, tales como:

- Una educación de mayor calidad, que proporcione al estudiante los instrumentos con los que se enfrentará a los retos en su ámbito profesional.
- Una investigación más profunda, porque modelar un fenómeno en una computadora significa, en muchos casos, entenderlo mejor y poder acercarnos a la solución de problemas tanto de ciencias básicas, como aplicadas para resolver problemas locales, regionales y nacionales.

El reto para las instituciones de educación superior no es sencillo, implica redoblar voluntades y esfuerzos en muchas áreas:

- Ampliar el uso de las TIC hacia las TAC -las Tecnologías para el Aprendizaje y el Conocimiento - para lo que es su principal razón de ser: la educación.
- Usar las TIC para multiplicar el uso de los datos, de lo que sabemos e investigamos; colaborar para ampliar nuestras habilidades, interactuar con nuestros estudiantes, con nuestros colegas y con sistemas de cómputo, en distintas disciplinas, a fin de lograr una comunidad más integrada e inteligente.

- Formar más especialistas, profesionales, técnicos e investigadores en nuevas áreas de oportunidad tales como la Inteligencia Artificial, la Ciencia de Datos, la Seguridad de la Información y el Supercómputo, por mencionar solo algunas de una larga lista con decenas de temas.

Todo esto y más, sin olvidar los cimientos humanistas en los que debe apoyarse cualquier encomio por la integración de las TIC en la vida universitaria.

Por esto es importante difundir el impacto y las aplicaciones de las Tecnologías de Información y Comunicación en las Instituciones de Educación Superior (IES), en este caso, a través de una revista digital arbitrada de divulgación especializada y en línea, que nos permita compartir los conocimientos que las diversas comunidades universitarias han adquirido en la aplicación de estas tecnologías, así como difundir los beneficios que éstas aportan a la docencia.

Es complicado – si no imposible – “predecir” lo que ocurrirá en los siguientes años con las TIC y la forma en la que impactarán nuestras vidas. Sin embargo, cuestionar-

nos hoy a través de esta publicación sobre nuestro futuro, permite abordar interrogantes reales y honrar la herencia de nuestros pioneros en la búsqueda del conocimiento, un bien que al distribuirse se multiplica.

Mucho nos complace iniciar esta aventura al lado de la prestigiada Universidad de Guadalajara, que ha demostrado su compromiso con el desarrollo tecnológico y científico de nuestro país.

Desde este primer número en la **Revista de Tecnología e Innovación en Educación Superior** disponible en www.ties.unam.mx hacemos la invitación a todos los académicos, investigadores, técnicos y especialistas de nuestras instituciones de educación superior e investigación a que compartan en estas páginas digitales su experiencia y con ello juntos construyamos una sólida comunidad de usuarios, innovadores y precursores de lo que será la siguiente capa de la evolución en la docencia e investigación en México con el aprovechamiento de las TIC.

Dr. Felipe Bracho Carpizo
Director General de la Revista

EL CÓMPUTO Y LAS TELECOMUNICACIONES EN LA UNAM DEL SIGLO XXI

José Fabián Romo Zamudio
<https://www.ties.unam.mx/>

Fecha de recepción: 7 de noviembre de 2018 • Fecha de publicación: 14 de diciembre de 2018

Diciembre 2018 | número de revista 1 • ISSN 2683-2968



Acervos Digitales, Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación, UNAM
Esta obra está bajo licencia de Creative Commons
Atribución-No Comercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0)

EL CÓMPUTO Y LAS TELECOMUNICACIONES EN LA UNAM DEL SIGLO XXI

Resumen

El cómputo y las telecomunicaciones universitarias nacieron como una demanda del sector investigación, actualmente es difícil ubicar un área, servicio, entidad o dependencia en lo general, e incluso universitario en lo particular, que no utilice en mayor o menor grado los servicios, infraestructura, conocimientos y experiencia acumulados por la institución en las últimas seis décadas. Pero el reto es aún mayor en lo que respecta al corto, mediano y largo plazo. El presente artículo contiene los avances tecnológicos desde el año 2000 hasta nuestro siglo con la finalidad de ofrecer un panorama histórico del Cómputo en DGTIC.

Palabras clave:

Cómputo, software, educación, universidad, evolución.

COMPUTING AND TELECOMMUNICATIONS IN THE UNAM OF THE 21ST CENTURY

Abstract

The computation and telecommunications at the Universities were born as a demand of the research areas, currently it is difficult to locate a place, service, entity or dependency in general, and even a university, which does not use to a greater or lesser degree the services, infrastructure, knowledge and accumulated experience by the institution in the last six decades. But the challenge is even greater in the short, medium and long term. The present article contains the technological advances from the year 2000 until our days with the purpose of offering a historical prospect of Computing in DGTIC.

Keywords:

Computing, software, education, university, development.

EL CÓMPUTO Y LAS TELECOMUNICACIONES EN LA UNAM DEL SIGLO XXI

Introducción

El “bicho” del año 2000

En la víspera del año 2000, poco antes de las campanadas que anunciaban el nuevo año, varios grupos de trabajo permanecieron en la DGSCA (Dirección General de Servicios de Cómputo Académico) supervisando que no se presentaran problemas con diversos sistemas de información debido a la amenaza del error del año 2000 (Y2K). Dado que la mayoría de los sistemas desarrollados hasta entonces en la UNAM consideraban un par de dígitos para la representación del año, desde meses atrás se habían realizado pruebas y ajustes a los equipos de misión crítica, como los que abastecían la operación de la nómina o las bases de datos de administración escolar, así también la supercomputadora *Silicon Graphics Origin 2000*. La media noche pasó sin que se presentaran inconvenientes. De forma muy aislada, computadoras personales con viejos sistemas operativos de la familia MS-DOS comenzaron a registrar fechas en los años 70 o a partir de 1981 - año en que apareció la primera computadora personal IBM-PC en el mercado, con un precio que superaba los 2,500 dólares americanos.

La UNAM contaba con 25 mil computadoras destinadas tanto a profesores como alumnos y la administración operativa de la institución. De ellas, la gran mayoría era de la plataforma X86, siendo el procesador Pentium el que predominaba. Sin embargo, la incapacidad de revisar todas y cada una de las computadoras por el problema

Y2K se debía fundamentalmente a que, desde mediados de 1999, la UNAM estaba paralizada en la mayoría de sus operaciones por la huelga estudiantil que no concluiría sino hasta febrero de 2000. Fue hasta después de esa fecha que se pudo realizar un diagnóstico más preciso de lo que había ocurrido por el cambio de notación de las fechas, siendo pocos los problemas y fáciles de resolver.

Las TIC en la Educación a distancia

La DGSCA continuó con sus operaciones de forma ininterrumpida durante todo el período de la huelga. El personal de la dependencia sorteó diversos obstáculos – desde las complicaciones para llegar al edificio hasta las limitaciones para adquirir refacciones, suministros y consumibles para los equipos – e intentos de cierre para continuar con el servicio a una comunidad universitaria que seguía funcionando extramuros. Fue en ese período que la dirección, junto con el Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa (ILCE) y la Dirección General de TVUNAM produjeron uno de los programas de divulgación del cómputo y las telecomunicaciones más populares: SEPACómputo, el cual inició en 1999 como una alternativa a la alta demanda para capacitar a docentes en el uso de las llamadas “nuevas tecnologías”, procurando incentivarles a una cultura informática básica que les permitiera emplear la multimedia, las herramientas de ofimática como los procesadores de palabra, las hojas de cálculo y las presentaciones electrónicas a la vez de Internet y sus herramientas más “primitivas”: FTP, correo



Figura 1.

Fuente: Banco de imágenes UNAM/DGTIC

electrónico y un incipiente pero en rápido crecimiento servicio Web. El programa inició transmisiones en el canal 4 de la Ciudad de México, dentro de una barra de programación exclusiva del ILCE llamada “Imagina”. Posteriormente se programó en el canal 22 del área metropolitana, donde permaneció al aire hasta 2011.

SEPAcómputo rompió con un paradigma que hasta su aparición en las pantallas de la televisión abierta parecía insoluble: enseñar computación fuera del aula y sin, necesariamente, una computadora frente a cada estudiante. Existieron dos claves para ello. La primera mostraba el uso de técnicas, no de productos informáticos específicos. La segunda el propio momento que vivía la Universidad. Estar fuera de las escuelas y facultades e innovar en cómo seguir educando a los universitarios incidió en la manera de diseñar las clases que se impartían por televisión. Tanta fue la penetración de este programa en el mundo hispanohablante (dada la cobertura satelital del ILCE) que por más de una década se recibían correos electrónicos lo mismo de Tijuana que de Buenos Aires, consultando a los conductores sobre diversas dudas: desde cómo formatear un disco duro hasta cómo instalar un café Internet. Un programa que originalmente estaba destinado a profesores

de educación básica y superior se convirtió en una aportación social de la UNAM. Los espectadores oscilaban desde alumnos de primaria hasta jubilados de la tercera edad, personas con alguna discapacidad física o amas de casa. A la fecha que se escribe este artículo, todos los programas de SEPAcómputo están disponibles en línea gratuitamente, tanto los producidos en estudio con el apoyo de TVUNAM [1] (2008 – 2013) como los realizados para las nuevas generaciones adictas a la Internet y YouTube [2].

La videoconferencia

La DGSCA ya tenía varios centros de extensión para atender la demanda de capacitación en la Ciudad de México (Nuevo León, Mascarones, Coapa, Polanco y Ciudad Universitaria), la incorporación de nuevas estrategias y recursos educativos facilitó la expansión de los programas a otros públicos. Desde finales del siglo XX la UNAM había establecido las bases, junto con otras instituciones, de la Red Nacional de Videoconferencia para la Educación (RNVE), haciendo las primeras transmisiones en 1995. Para inicios del siglo XXI se disponía de más de 20 salas de videoconferencia, con equipos especializados de telecomunicaciones denominados CODECs (codifica-

dores – decodificadores) de varios miles de dólares cada uno, interconectados en RedUNAM por enlaces dedicados de al menos 384 Kbps. Esta tecnología fue la base para la expansión de varios programas de educación a distancia, no no solo de ésta dirección, sino de toda la universidad.

La videoconferencia interactiva, digital y en tiempo real, usaba lo mejor que la tecnología de cómputo y telecomunicaciones podía proporcionar en el momento. Existían, sin embargo, diversas limitantes. Una era el costo de los equipos. Otra la inversión necesaria en las adecuaciones de espacios y los aparatos periféricos como cámaras robóticas, de documentos, proyectores, pantallas y pizarrones interactivos. Una más la capacidad de hacer videoconferencias entre más de tres sitios dentro de la misma sesión, lo que implicaba disponer de un aparato más sofisticado denominado “Puente” o “Unidad Multipunto de Videoconferencia”, con costo de varias decenas de miles de dólares y que, por tanto, solo estaba disponible en la DGSCA, lo que dio origen al Centro de Operaciones de Videoconferencia (VNOC), todavía en funcionamiento. Pero el más difícil de sortear era el enlace de telecomunicaciones. Considerando que los servicios ISDN no llegaron a ser comerciales en México sino hasta 1998, las primeras salas de videoconferencia eran un recurso escaso y complicado de operar. Pero al asociarse la red de videoconferencia con otras salas instaladas en México, así también con la incorporación del servicio dentro de las herramientas disponibles para los miembros de Internet 2 en México a través de la Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet (CUDI), junto con la popularización del estándar para video interactivo H.323 de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU), la primera década del siglo XXI fue testigo de la expansión de salas de videoconferencia en toda la UNAM y otras instituciones públicas y privadas del país. Tan sólo en la UNAM, hacia 2018, se dispone de más de 200 salas de videoconferencia en auditorios, salas especializadas, laboratorios y salas de juntas, siendo una de las tecnologías que más ha unificado a grupos de profesores, investigadores y alumnos, ahorrando decenas de miles de dólares en traslados, viáticos y logística para el cumplimiento de diversas actividades y objetivos institucionales.

Infraestructura de cómputo

HACIA FINALES DE LA DÉCADA DE LOS 90, LA UNAM HABÍA INSTALADO UNA IMPORTANTE CANTIDAD DE laboratorios de cómputo en escuelas y facultades. Con el apoyo de

Fundación UNAM se colocaron en espacios de bibliotecas y áreas de apoyo a la docencia laboratorios con ordenadores personales y conexión a RedUNAM. En el año 2000, el censo de cómputo arrojaba un total de 25 mil equipos propiedad de la institución. Esta cantidad se duplicó en el 2007, con 50,477 equipos. Siete años después, en 2014, el inventario llegó a 75,408 (casi un 50% más de las existentes en 2007) y en 2018 el total rebasa los 80 mil dispositivos, incluyendo tabletas, computadoras personales, servidores, equipos portátiles. Como es claro ver, durante el primer tercio del tiempo transcurrido en este siglo, el crecimiento fue mucho mayor que en los últimos seis años, prácticamente en proporción 2 a 1. Esto tiene dos razones básicas:

- En los primeros años del siglo XXI aparecieron y se consolidaron diversas tecnologías disruptivas, entre las que destacan la Web 1.0, la conectividad a Internet, las interfaces simples de los sistemas operativos y programas de aplicación, los desarrollos multimedia apoyados en CD-ROM. En consecuencia, si se requería tener la máxima capacidad de consulta y producción de contenido digital, generalmente se usaba una computadora conectada por cable a Internet, con lector de disco compacto, teclado y ratón. Era la manera en la que se usaban y mejor explotaban éstos quipos.
- A partir de 2007 inicia el fenómeno de la movilidad. De ahí que fueran dos las tecnologías que marcaron el paso en los últimos diez años: los teléfonos inteligentes y las redes inalámbricas. Con ellos, y todos los demás dispositivos derivados de la forma de crear aplicaciones y distribuirlas, así como los avances en la conectividad por WiFi o señal celular, el “viejo cómputo de escritorio” cedió el paso al cómputo móvil, a la hiperconectividad al alcance de un par de opciones en la tableta o el celular.

La UNAM no ha sido ajena a esta revolución del cómputo permanentemente conectado (más de manera inalámbrica) y de bolsillo. En las recientes encuestas publicadas por la DGTIC (Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación, desde el 27 de septiembre de 2010 cambia de denominación la Dirección General de Servicios de Cómputo Académico a Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación), denominadas TICómetro [3], se muestra que más del 97% de los estudiantes universitarios, en promedio, disponen de un teléfono inteligente

o tableta, y más del 80% tienen una computadora en casa o portátil. Esta masificación de la tecnología, convirtieron al cómputo y a las redes en un elemento más de consumo a precios significativamente inferiores que en generaciones previas, es lo que explica una menor cantidad de computadoras agregadas al parque operativo de la UNAM. Incluso se ha detectado un fenómeno aún más interesante: la tendencia al arrendamiento de equipo de cómputo en lugar de su compra inmediata, teniendo esquemas de capitalización que son más convenientes para organizaciones del tamaño de la Universidad, ya que no se desembolsa una cantidad relevante al inicio de un contrato al operar bajo un esquema de servicios administrados. Este es un punto clave en la denominada “*consumerización*” del cómputo, ya que no se identifican los equipos como algo patrimonial, sino como un servicio, lo que reduce la carga de pasivos para la institución.

En lo que respecta a servidores y estaciones de trabajo, el crecimiento en lo que va de siglo ha casi a la inversa del equipo de cómputo personal, si se considera que al año 2000 se tenían 180 equipos con esta función, y para 2018 hay un total de 2,042, lo que lleva a concluir que el cómputo por un lado se ha masificado (equipos personales) más del lado de los usuarios y las áreas especializadas requieren equipos más sofisticados. También aquí hemos sido testigos de la aparición de modernas tecnologías en el cómputo administrativo, científico y central, siendo la más relevante de todas la virtualización de servidores, lo que ha permitido la creación de centros de datos que rememoran los viejos tiempos del modelo anfitrión – terminal, es decir: de un gran equipo de cómputo que tenía terminales de mínimas capacidades de procesamiento, usando sistemas de información centrales. En la última década del siglo XX este modelo estaba completamente rebasado por el esquema cliente – servidor, lo que hizo que muchas entidades y dependencias universitarias adquirieran computadores de mayor capacidad para otorgar servicios locales y, en ocasiones, hospedar aplicaciones como servidores Web o de archivos. Sin embargo, este modelo que tuvo su mayor expansión en la primera década de este siglo, dio paso a la virtualización sustentada tanto en las capacidades significativas de los nuevos procesadores centrales (con múltiples núcleos e hilos de ejecución simultánea), mayores rangos de memoria RAM y mayor conectividad. Es así que desde 2013 la

UNAM cuenta con un centro de datos en la DGTIC, donde a la fecha se virtualizan más de 450 servidores con las más variadas aplicaciones. Sistemas de información, sitios Web, correo electrónico, servidores de archivos o respaldos de otros sistemas, por mencionar algunas. Esto ha permitido reducir considerablemente las inversiones en equipos dispersos en la institución, a lo que se suma la consolidación de procedimientos, sistemas de respaldo, esquemas de alta disponibilidad y políticas de seguridad unificadas.

Software

Al igual que otras instituciones educativas, los programas de aplicación más usados en la UNAM corresponden a la ofimática: procesadores de palabra, hojas electrónicas de cálculo y presentaciones electrónicas. Existen otras aplicaciones que son usadas en mayor número en función del área de conocimiento o especialización, como es el caso de programas para análisis y procesamiento matemático, manejadores de bases de datos de gran volumen, procesamiento de imagen y video, por mencionar algunos. Desde 2009 la UNAM ha establecido múltiples convenios con empresas desarrolladoras de software para disponer de licenciamientos institucionales de aquellos programas con mayor demanda, lo que también ha redundado en ahorros y una política actualizada en cuanto a la protección de derechos de autor.

Paralelamente, se estableció desde 2014 una tienda de software [4] que facilita a los universitarios identificar cuáles son los programas con un licenciamiento institucional, también aparecieron las tiendas de aplicaciones móviles en las plataformas iOS y Android, en donde se resguardan al 2018 más de 30 aplicaciones actualizadas, aunque históricamente se tiene el registro de casi un centenar de aplicaciones, ya sea programadas por miembros de la comunidad o por instancias externas bajo encargo de las entidades y dependencias.

Supercómputo

Al inicio del milenio los investigadores universitarios tenían a su disposición la supercomputadora *Silicon Graphics Origin 2000* (segunda generación de supercómputo en la UNAM, después de la supercomputadora *Cray* instalada en 1991) con 15.6 GigaFLOPS [5] de capacidad de procesamiento. Ya había iniciado el diseño de la tercera generación, que concluyó con la puesta en marcha del equipo *HP AlphaServer* en 2003, multiplicando 5 veces el



Figura 2. supercomputadora Silicon Graphics Origin 2000
 Fuente: Banco de imágenes UNAM/DGTIC

rendimiento de su predecesora (80 gigaFLOPS). El sistema *AlphaServer* fue el último de tecnología RISC [6] en el supercómputo de la UNAM, y el que menor tiempo estuvo en operación. El mismo fabricante HP en 2007 activó el cluster x86, denominado KanBalam.

Así como la supercomputadora Cray (Sirio) fue un hito en la historia del cómputo en la UNAM, México y Latinoamérica, el clúster X86 de HP (KanBalam) fue otro salto importante en la evolución del cómputo científico y numérico en la institución. Fue la primera computadora de Latinoamérica que rebasó la marca de 6 TeraFLOPS (inició operaciones con 7.11 TeraFLOPS), estuvo listada entre las primeras 250 supercomputadoras dentro del Top500 que se publica semestralmente e implicó un cambio total en la forma en la que se accedía a recursos de almacenamiento y procesamiento. KanBalam sumaba 1,368

procesadores centrales y la memoria RAM era superior a los 3 TeraBytes con un subsistema de almacenamiento en disco duro de 160 TeraBytes. Con relación a su predecesora (*HP AlphaServer “Bakliz”*), KanBalam era 88 veces superior en procesamiento, 94 veces superior en memoria y 160 veces superior en almacenamiento en disco.

Si bien la época de las supercomputadoras con arquitectura RISC no ha terminado (la más grande actualmente, el clúster con procesadores Power 9 de IBM que se ubica en el Laboratorio Oak Ridge de los Estados Unidos, conserva esa arquitectura) en la UNAM la quinta generación de supercómputo también fue X86 y comenzó a diseñarse en 2010 para reemplazar a KanBalam. El equipo Miztli inició sus servicios en marzo de 2013, incluyendo algunos nodos de procesamiento especializado con GPU [7]. Miztli, en un inicio, fue 17 veces superior a

KanBalam, pero ha tenido crecimientos a lo largo de sus cinco años de servicio, proporcionando actualmente 236 TeraFLOPS de rendimiento y 750 TeraBytes de espacio en disco.

La UNAM publica dos veces al año una convocatoria para que sus investigadores presenten proyectos que utilicen los recursos de supercómputo. Si bien se atiende a la mayoría, en promedio cada año un 40% de los proyectos presentados no alcanzan a recibir recursos, debido a la demanda. Miztli proporciona 67 millones de horas CPU al año, que se reparten en más de 120 proyectos por semestre, pero el total de proyectos presentados es cercano a los 200.

Como resultado del Plan de Desarrollo de Supercómputo para el período 2018 – 2024, se está diseñando la sexta generación de estos equipos de alto rendimiento, con una mayor presencia de GPUs y redes internas de baja latencia para la interconexión de los nodos del clúster que superarán los 100 Gbps.

LANCAD y Delta Metropolitana

La Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), el Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados (CINVESTAV) y la UNAM, iniciaron la construcción de la primera red de fibra óptica oscura [8] con propósitos académicos en la zona metropolitana de la Ciudad de México desde 2007, a través de los túneles del Sistema de Transporte Colectivo – Metro. Tres campus de las instituciones están interconectados (Zacatenco, Iztapalapa y Ciudad Universitaria) con el fin de compartir recursos de supercómputo y ofrecer a investigadores en otras instituciones horas de procesamiento que de otra forma no tendrían a su alcance.

El Laboratorio Nacional de Cómputo de Alto Desempeño (LANCAD) y su soporte de telecomunicaciones por medio de la Delta Metropolitana, son un proyecto conjunto de la UAM, el CINVESTAV y la UNAM apoyado por los fondos concurrentes para Laboratorios Nacionales del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt). Desde 2011 cada institución destina el 10 % de la capacidad de procesamiento de los clúster de supercómputo para apoyar a la investigación en otras universidades, institutos y centros. Adicionalmente se asignan los trabajos de forma independiente a la organización y bajo la premisa del tipo de librerías, procesadores y tiempo de máquina que cada uno de los proyectos presentados y aprobados requiere.

Redes de telecomunicaciones

CON MÁS DE 80 MIL COMPUTADORAS PROPIAS CONECTADAS A LA RED INSTITUCIONAL Y A INTERNET, Y LA INFRAESTRUCTURA de telecomunicaciones en la UNAM en los últimos 20 años se ha transformado considerablemente. Lejos quedan en el tiempo las redes de diversa naturaleza y protocolos, siendo Ethernet el estándar en prácticamente todas las redes de cómputo en la UNAM (a excepción de la interconexión de nodos en la supercomputadora, que en las últimas dos generaciones ha sido del tipo InfiBand, que reemplazó a las redes FDDI, ATM y Fibre-Channel usadas en equipos previos).

Con la modernización de la infraestructura eléctrica del campus de Ciudad Universitaria (Proyecto de Media Tensión) se hizo también el cambio de gran parte de los enlaces de fibra óptica que interconectan a las entidades y dependencias, teniendo hoy en día servicios a 40 Gbps a nivel de la dorsal con capacidad de superar los 100Gbps. En las redes locales se han realizado actualizaciones importantes, sustituyendo los viejos concentradores por modernos switches que generalmente operan entre 1 Gbps y 10 Gbps.

Sin embargo, desde mediados de la primera década del siglo, las redes inalámbricas tienen una presencia y demanda indiscutibles en todas las organizaciones. La Red Inalámbrica Universitaria (RIU) inició operaciones en 2004, siendo un servicio gratuito para todos los miembros de la comunidad. Con más de 1500 puntos de acceso operativos, la RIU está presente prácticamente en todos los campus de la UNAM en el país. Con la misma cuenta de usuario los universitarios pueden ingresar a la RIU, lo mismo en el campus Juriquilla o en una sede de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP) en la Ciudad de México, por poner un ejemplo.

Para el adecuado funcionamiento de la RIU y en lo general de RedUNAM, existen enlaces digitales metropolitanos y nacionales que interconectan las diversas redes locales. Hacia el año 2000 la mayoría de estos enlaces convergían hacia Ciudad Universitaria proporcionando el acceso a Internet para todos los campus. Los enlaces metropolitanos generalmente eran del tipo E0 a 64 Kbps y los nacionales E1 a 2 Mbps. A través de estos servicios se proporcionaba tanto la conectividad a Internet como el acceso a extensiones telefónicas digitales y videoconferencia. El uso desbordado de mayor ancho de banda por aplicaciones multimedia, sumada a la cantidad de

dispositivos asociados a la red de la UNAM (al menos hay 150 mil cuentas de acceso a RIU vigentes, para igual número de dispositivos de los estudiantes y profesores universitarios) se requirió transformar la conectividad inter-campus. Hoy en día casi todas las sedes de la UNAM disponen de enlaces redundantes de al menos 1 Gbps cada uno. Un enlace es administrado por la institución como parte de sus contratos con empresas de telecomunicaciones, ya sea para conexión hacia Ciudad Universitaria o como acceso local a Internet. En otros casos (como en el bachillerato y las Facultades de Estudios Superiores en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México) se dispone de enlaces entre 1 y 10 Gbps hacia la red NIBA (Red Nacional de Impulso a la Banda Ancha), como parte de la vinculación de la UNAM con CUDI (asociación civil de instituciones cuyo propósito desde su fundación en 1999 ha sido el fomentar mejores servicios de telecomunicaciones y aplicaciones especializadas para la academia.

Seguridad de la información y firma electrónica

Varias áreas de especialización que comenzaron a operar en la DGSCA a finales del siglo XXI, incubadas en supercómputo, florecieron hasta convertirse en servicios básicos de tecnologías de información. Tal es el caso de la Seguridad de la Información, que inició como un grupo de trabajo que soportaba parte de la operación de los servicios de supercómputo aún con la primera generación (Cray). A lo largo de los últimos 20 años este grupo de especialistas ha formado a más de 300 becarios, y algunos de estos egresados hoy son ejecutivos de la seguridad informática en puestos clave dentro de los sectores público y privado.

La Seguridad de la Información se ha posicionado como una prioridad en la UNAM. No solamente por lo que implica la protección de los sistemas y acervos de datos institucionales, sino también por la protección a la información personal de los universitarios y el garantizar la continuidad de las operaciones, pues más de un 90% de todos los servicios que la UNAM proporciona a sus estudiantes y profesores, investigadores y empleados, está apoyado de alguna forma por tecnología de información y comunicación.

Dentro de la política de simplificación de trámites con tecnología de cómputo de manera segura, en 2007 la UNAM normalizó el uso de la Firma Electrónica Avanzada (FEA), con plena validez legal y administrativa dentro de la institución y apegada a las mejores prácticas y

estándares nacionales e internacionales. En 2018, más de 36 mil certificados digitales para firma electrónica tienen vigencia para acceder a una veintena de sistemas estratégicos: desde la firma de actas de calificación hasta la de contratos y adquisiciones. Este mecanismo que ha evolucionado en fechas recientes a la Firma Electrónica Universitaria (FEU) posee todas las características internacionales de los protocolos de llave pública (PKI) y es emitido por la propia Autoridad Certificadora de la UNAM. En más de 10 años de uso, la Firma Electrónica ha evitado la impresión de más de un millón y medio de documentos anualmente, sin mencionar las horas – hombre ahorradas y el impacto en la huella de carbono de la institución.

Realidad virtual y aumentada

Otro proyecto derivado de los primeros años del supercómputo fue el desarrollo de la realidad virtual y aumentada. En 2004 se inauguró el Observatorio Ixtli en la DGSCA, el primero de naturaleza inmersiva en Latinoamérica. Por medio de equipos de cómputo, sensores de movimiento, pantalla curva, proyectores de alta definición sincronizados y lentes para visualización en 3D, el Observatorio permitió el desarrollo de una treintena de proyectos cada año entre 2004 y 2010, la mayoría orientados a apoyar actividades docentes en temas tan diversos como la veterinaria y la química orgánica, los deportes y el análisis del clima.

Con la revolución de los dispositivos móviles y la hiperconectividad, la realidad aumentada ha migrado hacia los teléfonos inteligentes. En el último lustro se han desarrollado en la DGTIC más de 30 aplicaciones que incluyen realidad aumentada, mundos virtuales y visualización inmersiva, ya no solo orientadas a un auditorio, sino para uso personal con un casco de realidad virtual y un teléfono o tableta. Nuevamente, las aplicaciones están orientadas al apoyo a la docencia y la investigación.

Capacitación en cómputo y formación de recursos humanos

Hacia 2007, la DGSCA proporcionaba capacitación a poco más de 25 mil personas anuales en promedio a través de sus ocho centros de extensión: Ciudad Universitaria, Nuevo León, Mascarones, Coapa, San Agustín, Palacio de la Autonomía, Polanco y Tlatelolco. Con un catálogo que rebasaba los 160 cursos, especializaciones, diplomados y programas de actualización para el trabajo,

la dirección estaba consolidada institucionalmente como una de las principales entidades de educación continua, solamente atrás de las divisiones similares en las Facultades de Ingeniería y de Contaduría y Administración.

En buena medida, la capacidad de la DGSCA, inicialmente, y luego de la DGTIC para dar servicios de educación continua se ha apoyado en el tipo de programas educativos, la disponibilidad del personal académico especializado en TIC que, día a día, suma conocimiento a su experiencia para compartirla después con los alumnos que asisten a los cursos de la dependencia. Aparece también el programa de becarios de la DGTIC que inició oficialmente en 1988, con más de 2,500 egresados, la mayoría de ellos teniendo la opción de concluir su formación profesional (titulación) como consecuencia de participar en el programa. Muchos de esos becarios se incorporaron posteriormente a la planta docente de la dependencia, ya sea como técnicos académicos o como profesores externos.

Sin embargo, con el cambio tecnológico que significó la alta conectividad, los dispositivos móviles y la simplificación de las interfaces de usuario en los sistemas operativos y los programas de aplicación, aunado a la elevada disponibilidad de contenidos multimedia en Internet, la demanda de capacitación presencial se ha reducido considerablemente en los últimos 10 años, prefiriendo los estudiantes - ya sea miembros de la comunidad universitaria o externos- los programas de formación disponibles en línea. Actualmente más de la mitad de los alumnos de educación continua de la DGTIC atienden a las clases de forma no presencial y otro porcentaje importante lo hace de manera mixta (cierta carga académica en aulas de la dependencia y otra equivalente en la plataforma Web). Es por ello que sólo subsiste el 50% de los centros de extensión: Ciudad Universitaria, Mascarones, Polanco y San Agustín – Regina.

Los retos

LOS 60 AÑOS DE CÓMPUTO EN LA UNAM SON TAN SOLO UN PREÁMBULO DE LO QUE ESTÁ POR VENIR. SI BIEN EL CÓMPUTO y las telecomunicaciones universitarias nacieron como una demanda del sector investigación, actualmente es difícil ubicar un área, servicio, entidad o dependencia en lo general, e incluso universitario en lo particular, que no utilice en mayor o menor grado los servicios, infraestructura, conocimientos y experiencia acumulados por la institución en las últimas seis décadas. Pero el reto es aún mayor en lo que respecta al corto, mediano y largo plazo.

Las TIC son una de las áreas de conocimiento, investigación, aplicación y negocio más dinámicas comparativamente con otros sectores de la industria. Cada año se suman miles de millones de dispositivos a la conectividad por Internet, aparecen miles de nuevas amenazas a la seguridad informática diariamente, cientos de aplicaciones móviles llenan los dispositivos en los bolsillos de miles de millones de personas cada semana, las redes sociales son omnipresentes (con sus ventajas y desventajas) y la demanda de acceso a Internet y el consumo de datos parece no tener un límite. La mayoría de las empresas con más ganancias en el último lustro, y mejor posicionadas en los diversos análisis de especialistas en materia de rendimiento bursátil, están relacionadas con tecnología de información. La corporación más cara en la historia, con valor de mercado superior a un billón de dólares americanos (Apple) rebasa por mucho a las tradicionales industrias (automotriz, financiera, manufacturera, entre otras). Eso habla claramente de la pujanza de las tecnologías de la información en el inicio de la llamada Cuarta Revolución Industrial: la revolución de la sociedad de la información y el conocimiento.

Las instituciones de educación superior (IES) no han sido - y no pueden ser- ajenas a esta tendencia mundial. La productividad de las economías nacionales, el desarrollo social y las posibilidades de cada individuo para realizar un proyecto de vida dependen en buena medida de la resolución de diversos retos. Por el compromiso con sus estudiantes y su planta académica y de investigadores, pero fundamentalmente por su razón de ser en la nación, las instituciones de educación e investigación deben atender múltiples retos en el marco de esta revolución del conocimiento, la información, la tecnología, la economía y la sociedad en su conjunto. Algunos de los más claros para la siguiente década son:

- **El reto de la educación.** Es mandatorio modernizar la forma en la que se educa, se accede al conocimiento, se evalúa y se actualiza a los alumnos y profesores. No es factible conservar viejos métodos que eran adecuados hace no décadas, sino siglos. Los estudiantes tienen acceso a un sinnúmero de contenidos – no todos ellos validados por una instancia académica – en línea, sin restricciones. Las IES deben impulsar el uso y apropiación de las TIC entre su planta académica a fin de que contenidos, materiales, procesos y

evaluaciones exploten de mejor manera todas las ventajas competitivas que las segundas permiten. Debe ser una prioridad en los planes de desarrollo institucional la incorporación de las TIC como herramientas para la docencia, tan indispensables como el pizarrón y los libros. Pero no se debe caer en la tentación de que “la tecnología por sí misma arregla las cosas”. Ninguna tecnología de información es “buena o mala”: simplemente son herramientas. Dependerá de la aceptación de cómo esas tecnologías son usadas de la mejor manera para elevar la calidad de sus programas y, en consecuencia, la eficiencia terminal de sus estudiantes.

- **El reto de la investigación.** Las publicaciones digitales, el supercómputo y las TIC, han invadido prácticamente todos los ámbitos de la investigación científica y humanística. Es difícil encontrar un investigador en nuestro país que no requiera de algún tipo de tecnología para realizar su trabajo, lo mismo una simple cuenta de correo electrónico que requiere horas de procesamiento, librerías de software y almacenamiento masivo en un clúster de cómputo de alto desempeño. También es difícil identificar alguna área de conocimiento que no se vea fortalecida con la aplicación de programas, recursos físicos y procesos optimizados con computadoras y redes de datos. De acuerdo con lo anterior la investigación requiere más cómputo, más espacio de almacenamiento, bóvedas digitales con grandes acervos que resguarden el patrimonio digital de códigos y datos producto de la búsqueda de nuevas soluciones a retos nacionales e internacionales con apoyo de los medios y recursos digitales.
- **El reto de la difusión.** En una sociedad altamente mediática, donde ya no se tienen unos cuantos canales de televisión o estaciones de radio al alcance de un botón, sino cientos o miles de fuentes de información, la difusión de la cultura debe apropiarse de todos estos avances para extender lo que somos como pueblo y nación y toda nuestra herencia cultural, innovando en formas de presentar los contenidos, de acercar la gente a la cultura y viceversa. Las TIC pueden ser la gran oportunidad para la difusión cultural de cumplir mejor su cometido, de erradicar la etiqueta de exclusividad

para algunos sectores de la población. Significan estas herramientas digitales la manera más simple y barata de masificar la cultura, desde estimular la lectura y la escritura con el apoyo de un teléfono inteligente hasta transmisiones permanentes en vivo o en demanda de conciertos, exposiciones virtuales, eventos artísticos y, en general, promover la pléyade de actividades y acervos en responsabilidad de las áreas de difusión cultural.

- **El reto de la administración.** Hacer más eficiente a las organizaciones ha sido un efecto, si se quiere colateral, de las TIC en la educación superior y la investigación. Pero también ha impactado la manera en la que operan las organizaciones. Ahorros en impresión, tiempos reducidos para respuesta a solicitudes o servicios, protección a los datos, uso eficiente de los presupuestos y en lo general de todos los recursos de las IES, son sólo algunas de las consecuencias de la introducción de las TIC a casi todos los niveles administrativos. Pero falta mucho por hacer: expandir la firma electrónica, implementar las IES 100% digital en todos sus servicios, digitalizar sus acervos y sistematizar el acceso, la consulta y la recuperación de la información para sustentar lo mismo la transparencia y rendición de cuentas que la búsqueda de la calidad, oportunidad y eficiencia, junto al apropiarse de la alta disponibilidad de los teléfonos inteligentes y sus aplicaciones, el control de operación con la Internet de las cosas, la mejora de la seguridad en los campus por sistemas de video vigilancia con reconocimiento de rostros, patrones y comportamientos apoyados en *machine learning* e inteligencia artificial, son sólo algunas de las áreas de oportunidad de la administración y las TIC.
- **El reto de la ecología y la sustentabilidad.** Toda esta tecnología requiere energía. A la vez que permite ahorrar cantidades ingentes de papel, combustibles, traslados, refacciones y otros recursos, también ha incrementado el consumo energético de la especie. Aunque el consumo energético por unidad de información es sustancialmente menor hoy en día a lo que era hace 50 o 60 años, también el volumen de datos que por fracción de segundo se procesa, transforma, registra o transmite es exponencialmente superior. Esto está

poniendo más presión sobre los recursos energéticos y naturales, lo mismo para mantener en operación las redes y centros de datos, recargar teléfonos inteligentes o activar computadoras personales, que para fabricar todas esas tecnologías. Las IES, sin lugar a dudas, son el espacio natural para crear nuevas tecnologías, protocolos y procedimientos que busquen un desarrollo y expansión eficiente de las TIC observando las reglas de sustentabilidad y protección al entorno.

- **El reto de la gobernanza.** Parece que el mundo está dividido en dos grupos en lo que refiere a la gobernanza de las TIC. Por un lado, hay quienes afirman que una gobernanza inexistente o poco restrictiva es lo que ha permitido el desarrollo del que somos testigos. En lo que refiere a la gobernanza de las TIC, parece que hay dos grupos. Por un lado, hay quienes afirman que una gobernanza inexistente o poco restrictiva es lo que ha permitido el desarrollo del mundo del que somos testigos. Por el otro existen quienes aseguran que cada día se hace más patente la necesidad de un cuerpo normativo, iniciado en cada organización, para regular todo el uso, aplicación e integración de la tecnología, particularmente en la educación superior y la investigación. Cada institución tiene características propias y singulares que deben ser el marco para establecer un modelo de gobierno de las TIC que considere no sólo la restricción como parámetro, sino el estímulo a la innovación, el aprender de los errores, el reinventarse continuamente y procurar la participación de toda la comunidad.
- **El reto de la innovación.** “Inteligencia artificial”, “Big Data”, “Machine Learning”, “hiperconectividad”, “sociedad de las prisas”, “inteligencia del todo”, “Internet de las cosas”, son solo algunos de los conceptos que están más en boca de la gente que se dedica a las TIC, ya sea como proveedores de servicios, responsables de infraestructura, desarrolladores o innovadores. Todas estas nuevas tecnologías, disruptivas por sí mismas y potenciadas en el contexto de las necesidades humanas, imponen la generación de nuevos profesionales, especialistas y proveedores de servicios que serán multidisciplinarios, abarcando no sólo su área de conocimiento sino muchas

más. No es factible aplicar la inteligencia artificial en la educación, o el Big Data en la investigación, el *machine learning* en la difusión (o sus versiones mezcladas) sólo sabiendo usar uno o dos programas de computación. La integración de estas tecnologías y en consecuencia los beneficios que prometen a la sociedad en general y las IES en particular dependerá de la transformación institucional. No podemos seguir haciendo lo mismo de la misma manera, ni con los mismos recursos. El mundo sigue cambiando (decir que “cambió” sería hacerle un magro favor) y mientras muchas organizaciones en todo el mundo han aceptado y adoptado el cambio como una constante o han entendido que la transformación digital es permanente, otras instancias consideran que podrán seguir haciendo lo mismo que los últimos decenios o siglos de la misma manera. Estas últimas están destinadas a, en el mejor de los casos, una presencia en un ámbito local reducido. Las primeras permanecerán y evolucionarán.

- **El reto de la responsabilidad.** ¿Cómo esperamos que sea el México del siglo XXI? ¿Y el del siglo XXII? ¿Qué perspectiva de desarrollo económico, social y personal deseamos presentarle a los estudiantes de las actuales y futuras generaciones? ¿Cómo vislumbramos en 5, 10, 20 o 50 años a nuestras instituciones de educación superior, dónde queremos que estén ubicadas? ¿Cuáles serán los problemas a los que nos enfrentaremos como personas, como nación y como especie, ante el cambio climático, la mayor explotación de los recursos naturales planetarios, el crecimiento de la población, los sueños y las esperanzas de cada individuo, el crecimiento de una clase media que busca permanentemente su acenso y la satisfacción de sus necesidades -reales o inducidas - la competitividad de las empresas, el desarrollo tecnológico, el incremento en el consumo de todo y por todos?

Estas son algunas de las preguntas y retos que, más allá de equipos, servicios, enlaces, recursos, procesadores, memorias, discos, cables, programas, códigos, algoritmos y antenas, debemos resolver pronto, rápido, eficientemente y en conjunto.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] SEPACómputo, "Material histórico 1999-2005," DGTIC, UNAM, [En línea] Disponible en: http://www.sepacomputo.unam.mx/?page_id=20 [Consultado en noviembre 2, 2018].
- [2] sepacómputo, "UNAM Sepacomputo canal," DGTIC, UNAM, [En línea] Disponible en: <https://www.youtube.com/channel/UCFaHjPtEWO07RWyREEj094g> [Consultado en noviembre 2, 2018].
- [3] TICómetro, DGTIC, UNAM, [En línea] Disponible en: <https://ticometro.unam.mx/> [Consultado en noviembre 2, 2018].
- [4] Tienda de Software de la UNAM, DGTIC, UNAM, [En línea] Disponible en: <http://www.software.unam.mx> [Consultado en noviembre 2, 2018].
- [5] FLOP: Operación de punto flotante por segundo. Un GigaFLOP corresponde a mil millones de operaciones de punto flotante. Un TeraFLOP a un billón (millón de millones) de operaciones de ese tipo.
- [6] RISC: *Reduced Instruction Set Computer*. Este tipo de procesadores emplean un código mínimo de instrucciones, a diferencia de sus competidores CISC (*Complex Instruction Set Computer*) que requiere de la conversión a un microcódigo propietario partiendo de las instrucciones originales)
- [7] GPU: *Graphic Processing Unit*. Estos procesadores derivan el procesamiento de imágenes y videojuegos, y están especializados en grandes volúmenes de cálculos numéricos.
- [8] Recibe el adjetivo de "obscura" debido a que no proporciona servicios públicos y tampoco es administrada por una empresa de telecomunicaciones (carrier).

Cómo se cita:

J. F. Romo Zamudio, "El Cómputo y las telecomunicaciones en la UNAM del siglo XXI," *TIES, Revista de Tecnología e Innovación en Educación Superior*, n.o. 1, diciembre, 2018. [En línea]. Disponible en: <https://www.ties.unam.mx/> [Consultado en diciembre 13, 2018].

TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN: INICIATIVAS PARA LA AGENDA DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL DE LOS RESPONSABLES DE TIC EN LAS INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR DE MÉXICO

José Guadalupe Morales Montelongo

<https://www.ties.unam.mx/>

Fecha de recepción: 26 de julio de 2018 • Fecha de publicación: 14 de diciembre de 2018

Diciembre 2018 | número de revista 1 • ISSN 2683-2968



Acervos Digitales, Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación, UNAM

Esta obra está bajo licencia de Creative Commons
Atribución-No Comercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0)

TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN: INICIATIVAS PARA LA AGENDA DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL DE LOS RESPONSABLES DE TIC EN LAS INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR DE MÉXICO

Resumen

Los responsables de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en las Instituciones de Educación Superior (IES) tienen continuamente el reto de identificar las tendencias tecnológicas y valorar su adopción en congruencia con la estrategia institucional.

Recientemente la Tecnología Blockchain ha recibido una gran atención en el entorno de las tecnologías de información, principalmente por ser el soporte tecnológico de criptomonedas como el Bitcoin. Sin embargo, es importante valorar la tecnología subyacente y evaluar su potencial de manera objetiva en la ruta hacia la transformación digital de las IES.

El presente trabajo, a través de una breve revisión del estado actual de esta tecnología y de las oportunidades que abre para su aplicación en las IES, pretende aportar algunos elementos para valorar su incorporación en la agenda de innovación de los directores de TIC de las universidades.

Finalmente, se plantean algunas iniciativas para la conformación de una plataforma blockchain universitaria con aplicaciones innovadoras que aprovechen su potencial.

Palabras clave:

Blockchain, TIC, Universidad, gestión universitaria, iniciativas de colaboración.

BLOCKCHAIN TECHNOLOGY: INITIATIVES FOR THE DIGITAL TRANSFORMATION AGENDA OF ICT MANAGERS IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS OF MEXICO

Abstract

The role of CIO in Higher Education Institutions (HEIs) continually is challenged to identify technological trends to consider their adoption in accordance with the corporate strategy.

Recently, Blockchain technology has caught the attention in the information technology ecosystem, mainly for being the technological support of cryptocurrency such as Bitcoin. However, it's important to assess the underlying technology and consider objectively its potential on the path to digital transformation of HEIs. This paper, through a brief review of the current state of the blockchain technology and the pertinence for its application on HEIs, provides some elements to consider its adoption into the innovation agenda of university CIO.

Finally, some initiatives are proposed for the creation of university blockchain platform running innovative applications that take advantage of its potential.

Keywords:

Blockchain, information technology, CIO, University, university management, collaborative initiatives.

TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN: INICIATIVAS PARA LA AGENDA DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL DE LOS RESPONSABLES DE TIC EN LAS INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR DE MÉXICO

Introducción

LAS UNIVERSIDADES E INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR (IES) ENFRENTAN IMPORTANTES DESAFÍOS AL momento de brindar servicios tecnológicos para sus comunidades universitarias a través de sistemas de información, redes de conectividad, entre otros. Con esta expectativa, las áreas de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) están en una continua exploración de iniciativas innovadoras para dar respuesta a los desafíos presentes y futuros, con el objetivo de simplificar los servicios, mejorar la manera en que se brindan y elevar sus niveles de atención.

Entre las novedades tecnológicas recientes en el ámbito de las TIC, la blockchain o cadena de bloques es una tecnología que ha tenido una particular resonancia y posicionamiento en el medio debido a su asociación con las criptomonedas como Bitcoin.

De acuerdo con la firma de consultoría Gartner, en el 2018 mediante el estudio anual de las diez tendencias de estrategia tecnológica, se ubica la tecnología Blockchain en el octavo lugar [1]. En el mismo sentido, el portal especializado *CIO.com*, orientado a directores de tecnologías de información, identifica que una de las tres tendencias actuales para digitalizar las operaciones es el aprovechamiento de esta tecnología en los procesos, operaciones y transacciones [2].

Aquí cabe hacerse algunas preguntas: ¿Cómo conceptualizar esta tecnología? ¿Cómo identificar sus características y ámbitos de aplicación? ¿Cómo logra una tecnología asociada con las criptomonedas trascender para dar soluciones en otros ámbitos?

La tecnología Blockchain

Esta tecnología cumple una década de su exitosa implementación en 2008, siendo la propuesta de Satoshi Nakamoto para contar con mecanismos criptográficos que permitieran transferir valor a través de internet, haciendo que activos digitales puedan ser transferidos entre un propietario y un comprador, siendo la base de las monedas digitales o criptomonedas.

La blockchain o cadena de bloques, está formada precisamente de un conjunto de transacciones verificadas, consensuadas y agrupadas secuencialmente. Estos están interrelacionados para crear un registro compartido de todas las transacciones; una vez registradas no pueden ser modificadas, aunque sí podrían ser consultadas. Este mecanismo es el que genera la confianza entre colaboradores que pueden incluso no conocerse.

La información es almacenada en diferentes ubicaciones a través de conexiones *peer-to-peer* (P2P) sin requerir un intermediario centralizado. La seguridad es manejada por protocolos criptográficos y técnicas que aseguran la permanencia, resiliencia e inmutabilidad de los datos [3].

Haciendo una comparación cercana, los bancos mantienen el seguimiento del saldo de los clientes en un libro de registros contables (*ledger*, en inglés). De la misma manera, Bitcoin utiliza la Blockchain para llevar su propio libro de registros, y se almacena de manera colaborativa en una red descentralizada conocida como libro de registros contables distribuido (*distributed ledger*, en inglés) [4].

El libro de registro contable distribuido es una base de datos de activos que puede ser compartida a través de una red con múltiples nodos u organizaciones, donde todos los participantes disponen de una copia idéntica del libro de registro, actualizada casi en tiempo real, siendo verificada cada transacción criptográficamente a través de un mecanismo de consenso que realizan los nodos antes de añadir un nuevo bloque al final de la cadena [4][5].

Tipos de blockchain

Respecto al tipo de uso de esta tecnología, algunos autores proponen categorizaciones que atienden a ciertos criterios de aplicabilidad. Como ejemplo, Swan propone lo siguiente [6]:

- **Blockchain 1.0** se refiere a aplicaciones relacionadas con criptomonedas, tales como transacciones, sistemas de pago y remesas.
- **Blockchain 2.0** se orienta hacia aplicaciones con contratos inteligentes dirigidas a actividades económicas y financieras, tal como transacciones financieras, hipotecas, propiedades, etcétera.
- **Blockchain 3.0** incluye aplicaciones dirigidas a ámbitos como el de la administración pública, la salud, la ciencia, entre otros.

Adicionalmente, se dispone de tres tipos de blockchain dependiendo del acceso y la visibilidad de las transacciones:

- **Blockchains públicas**, que todos pueden acceder y las transacciones son públicas (p. ej. Bitcoin y Ethereum).
- **Blockchains privadas**, donde se accede por invitación, (p.ej. Hyperledger, R3 y Ripple).
- **Blockchains híbridas**, combinando elementos de las anteriores, y donde los nodos se incorporan por invitación pero las transacciones son públicas.

Gran parte del impulso de esta tecnología es debido a que algunas plataformas están disponibles bajo el esquema open source, así como el compromiso de gobiernos, organismos multilaterales y grandes empresas para impulsar su adopción.

Actualmente, la *World Wide Web Consortium* (W3C) y la *International Organization for Standardization* (ISO) realizan esfuerzos para estandarizar las redes blockchain, tales como su interoperabilidad, entre muchos otros aspectos.

Oportunidades de la tecnología de cadenas de bloques

MUCHAS EXPECTATIVAS SE HAN GENERADO PARA EL USO DE ESTA TECNOLOGÍA EN ÁMBITOS MÁS ALLÁ DE LAS criptodivisas. Diversos gobiernos y organismos han realizado estudios para comprender esta tecnología e identificar su potencial, así como la manera de aprovechar sus ventajas. Algunas estrategias recientes para experimentar el potencial y las aplicaciones de esta tecnología es a través de laboratorios y eventos de emprendimiento [7][8][9].

El gobierno digital se ha visto beneficiado con esta tecnología en países como Estonia, impulsando su uso en temas de ciudadanía digital, transparencia y prestación de servicios públicos[10]. Asimismo, las metas del desarrollo sostenible 2030 de la Organización de las Naciones Unidas la utilizan para impulsar una producción sostenible brindando trazabilidad al proceso y la procedencia de su materia prima. De igual forma, para brindar identidad legal y servicios financieros a los refugiados, entre muchos otros [11].

En México, en el marco de la Estrategia Digital Nacional del Gobierno Federal, se han realizado esfuerzos con la iniciativa Blockchain Hack MX, buscando simplificar diversos trámites y reportando avances importantes en los proyectos de contrataciones inteligentes y los certificados de depósito en garantía [8][12].

En el mismo sentido, se desarrolla una red blockchain para el gobierno mexicano en donde participan la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la West Virginia University y la Presidencia de la República [13]. Además, empresas mexicanas han simplificado sus operaciones de exportación, reduciendo a menos de 3 horas una serie de trámites documentales que tomaban de 7 a 10 días [14].

Contratos inteligentes

Entre los avances que hacen a esta tecnología ir más allá del ámbito de las criptodivisas son los denominados Smart Contracts o contratos inteligentes, que conceptualizan a blockchain como una computadora distribuida que ejecuta aplicaciones utilizando las transacciones para



Figura 1.
Fuente: Eduardo Sepúlveda, DGTIC.

dar seguimiento al cambio de estatus de una máquina de estados finita, del cual surge el concepto de “contratos inteligentes” [15].

En este sentido, un contrato inteligente es un programa escrito en un lenguaje de programación integrando en el mismo las partes involucradas, el alcance (procesos, compra de activos o de derechos) y las condiciones que lo disparan (a solicitud o un evento) [16]. Estos contratos pueden acceder a *wallets* o carteras de criptodivisas y efectuar transacciones en respuesta a eventos.

Por ejemplo, es posible tener un contrato inteligente del lado de nuestro proveedor de internet que genere una bonificación en la factura cuando tengamos degradaciones importantes o cortes en el servicio. Para esto, el contrato es registrado en un bloque, y cuando se ejecuta almacena los resultados en el bloque correspondiente de la misma red blockchain. Así, una vez ejecutado el contrato, todos los nodos de la red reflejan su nuevo estado.

Algunas plataformas Blockchain como Ethereum y Hyperledger implementan este tipo de contratos utilizando el lenguaje Solidity. Sin embargo, aún se carece de estándares y mecanismos para la interoperabilidad de los contratos entre las diversas implementaciones de esta tecnología.

¿Pero, cuál es el potencial que esta tecnología tiene para las universidades? ¿Cuáles son los escenarios para su uso en los procesos administrativos, académicos y de gestión?

Aplicaciones en el ámbito educativo

Don Tapscott, cofundador del *Blockchain Research Institute*, propone algunas categorías donde se puede innovar en la educación superior aprovechando las características de esta tecnología [17]:

- Gestión de la identidad, manteniendo la privacidad y seguridad de los datos.
- Validación de acreditaciones escolares.
- Micro-acreditaciones para reconocer aprendizajes.
- Reducción de créditos estudiantiles empleando becas basadas en objetivos, o bien avanzando el pago de sus créditos a través de la enseñanza de otros estudiantes.
- Una red universitaria global con los mejores materiales que permitiría a los estudiantes construir su programa personal apoyándose en una red de instructores y facilitadores educativos.

Entre las tecnologías dirigidas al ámbito educativo está Blockcerts, que permite la emisión de certificados académicos, que utiliza estándares abiertos y pueden ser verificados directamente en la red blockchain por terceros.

Otras aplicaciones simplifican la gestión de la propiedad intelectual a través del registro digital de imágenes en estas redes a través de su sello digital (*hash*, en inglés), lo que permitirá desarrollar funcionalidades para identificar el uso no autorizado en la web. En el mismo tenor, en el registro de invenciones y patentes, el *hash* del documento es registrado en este tipo de red como prueba de su existencia sin necesidad de exponer su contenido.

En el estudio realizado por la Comisión Europea se identifican algunas oportunidades para el uso de esta tecnología en el ámbito educativo [18], destacando las siguientes:

- **Almacenamiento seguro** de los títulos universitarios digitales.
- Verificación de acreditaciones institucionales a través del reconocimiento de la cadena de acreditaciones.
- Almacenamiento de expedientes académicos con **evidencias digitales verificables**.
- **Seguimiento al uso y reutilización de la propiedad intelectual**, por ejemplo en las citas en artículos de investigación.
- Recepción de **pagos de estudiantes a través de criptomonedas**, lo cual promovería la supresión de las barreras actuales que hacen depender del acceso a cuentas bancarias o tarjetas de crédito.
- Financiamiento estudiantil de recursos a través de “cupones” educativos que puedan usarse en instituciones educativas pre-aprobadas, **utilizando contratos inteligentes** que emplee algunos criterios de eficacia (p. ej. calificaciones).
- Utilizar **identidades soberanas** verificadas para identificar estudiantes en organizaciones educativas, y evitar compartir información personal en cada trámite.

Sin embargo, este mismo estudio identifica que las aplicaciones blockchain dirigidas al ámbito educativo están inmaduras. También ve su potencial para acelerar la adopción de títulos universitarios digitales, eliminando la necesidad de contar con organizaciones intermediarias que centralicen la verificación de los títulos. Además, permitirá la creación de nuevos sistemas de seguimiento del uso de propiedad intelectual. Concluye que las redes educativas pueden automatizar y estandarizar muchas de sus funciones a través de redes autónomas descentralizadas, simplificando el trabajo de las actuales instancias acreditadoras.

No obstante, identifica que la adopción de un sistema basado en registros educativos requiere de estándares, acuerdos y marcos regulatorios, así como de sistemas para la interoperabilidad. Finalmente, señala que las instituciones educativas disponen de poca evidencia que demuestre el valor que agregan las tecnologías Blockchain para las propias organizaciones y para sus estudiantes, por lo que comprender el potencial de la tecnología sin contar con implementaciones de ejemplo requiere de gran conocimiento y especialización.

Ante esto, los países de la Unión Europea han planeado generar una Asociación Blockchain Europea con la intención de implementar soluciones basadas en esta tecnología en los países que la conforman [19].

Adicionalmente, la “uberificación” de la educación se hace patente en la *Wolf University*, que se presenta como la primera universidad basada en la tecnología Blockchain, que a través de contratos inteligentes los estudiantes podrán integrar una trayectoria académica personalizada donde impartirán cátedra profesores de la Oxford University [24].

Implementación de proyectos blockchain

Aunque esta tecnología está en el top 10 de tendencias de Gartner [1], es clave comprender esta tecnología e identificar claramente las ventajas que derivan de su aplicación, considerando sus capacidades, sus limitaciones y las propias capacidades técnicas necesarias para su implementación. Coincide también respecto a lo reportado en líneas previas respecto a que estas tecnologías aún están inmaduras, no han sido probadas lo suficiente, y en gran medida carecen de regulaciones.

Respecto a su implementación, la consultora identifica que los directores de tecnología (CIO) no están generando proyectos de aplicación de esta tecnología [20]. Lo anterior se atribuye a la complejidad de su abordaje, la carencia de perfiles especializados para su aplicación, entre otras. En este sentido, se reporta que 9% de ellos trabaja en su adopción en algún grado [21]. En contraparte, hay empresas que están identificando cómo utilizar la tecnología, aunque la ausencia de casos de uso probados generan preocupación sobre de su viabilidad [22].

Sin embargo, esto puede cambiar rápidamente si consideramos que cada vez más los servicios de la nube están incluyendo en su portafolio de servicios el *Blockchain-as-a-Service*, entre los cuales recientemente se sumó Amazon Web Services (AWS) [23].

Iniciativas para una blockchain universitaria

CON LAS TECNOLOGÍAS BLOCKCHAIN EN LA RUTA HACIA UNA MAYOR COMPRENSIÓN Y MADUREZ SOBRE SU aplicación, los responsables de tecnologías de las IES mexicanas tienen la oportunidad de liderar los esfuerzos para la exploración e implementación de la tecnología en los procesos institucionales, educativos y de gestión. En esta sección se delinean algunas propuestas.

Asociación blockchain de universidades de México

Con la presencia de directores TIC y académicos se propone la conformación de una red de trabajo para identificar mejores prácticas para la aplicación de esta tecnología y los contratos inteligentes, de manera que permitan beneficiar a sus instituciones en el corto y mediano plazo. Este grupo debe establecer líneas de trabajo y proponer enfoques prácticos y mapas de ruta para generar conocimiento aplicable al entorno y la realidad de nuestro país. Algunas propuestas específicas se abordan en lo sucesivo.

Laboratorios blockchain universitarios

Con el objetivo de comprender el potencial de esta tecnología, sus ámbitos de aplicación y realizar prototipos para incubación y posterior aprovechamiento en las IES, se propone la integración de una red de laboratorios blockchain con infraestructura e investigadores de las propias universidades, con la intención de implementar soluciones tecnológicas innovadoras de alto impacto en la operación de las IES donde puedan tener participación investigadores, estudiantes e iniciativa privada.

Red blockchain universitaria y contratos inteligentes

Contar con una red híbrida universitaria permitirá que las IES de México participen con nodos y tengan acceso a servicios digitales y aplicativos basados en blockchain.

Los contratos inteligentes brindan una ruta posible hacia la simplificación de la gestión universitaria, automatizando flujos de trabajos y ejecutar decisiones basadas en indicadores. En este sentido, podrían automatizarse trámites al interior de las áreas de tecnologías para avanzar hacia su consolidación al interior de las instituciones.

En la ruta de los aplicativos, esta red permitiría a las instituciones establecer las bases tecnológicas para implementar servicios con reconocimiento interuniversitario, como la gestión digital de la identidad de los estudiantes y profesores, facilitando el intercambio académico, la expedición de constancias digitales y su reconocimiento automático por parte de las universidades participantes empleando estándares abiertos (p. ej. Blockcerts), entre otros servicios.

Asimismo, la conformación de un expediente académico permitirá validar cada una de las constancias y títulos emitidos de manera colaborativa, y en un entorno de confianza digital interuniversitaria.

e-Wallet universitario

La implementación de e-wallets para el consumo de servicios al interior de las instituciones es una oportunidad para identificar su demanda y diseñar los nuevos servicios que demandan los nativos digitales que actualmente están en las aulas.

Repositorio de títulos universitarios

Recientemente las universidades mexicanas realizan grandes esfuerzos para modernizar el proceso de expedición de títulos con la finalidad de ajustarse a los cambios normativos recientes; regulaciones que tienen como fin último avanzar hacia la expedición de la cédula profesional electrónica. A este respecto, el proceso implica registrar electrónicamente ante la Dirección General de Profesiones (DGP), el título profesional emitido por las universidades, siendo ésta la base para emitir en lo futuro la cédula profesional electrónica a solicitud del profesionista. El resultado de registrar el título es una constancia electrónica que replica la información contenida en el documento que expide cada institución.

De esta manera, las IES deberán recuperar la base de datos de los títulos que hayan expedido previamente a esta normativa, con la intención de registrarlos utilizando los servicios digitales de la DGP para que una gran base de profesionistas tengan la posibilidad de solicitar su cédula electrónica.

La propuesta en este sentido es constituir un repositorio de los títulos utilizando la red blockchain universitaria ya descrita, y contar con servicios que permitan verificar la información de los títulos en un entorno distribuido y de confianza interinstitucional.

Conclusiones

CON LA IRRUPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS BLOCKCHAIN, LOS DIVERSOS PROCESOS DE LA GESTIÓN UNIVERSITARIA tienen una oportunidad para su simplificación y modernización a través de iniciativas de innovación.

Para ello es necesario realizar esfuerzos para explorar las potencialidades de la tecnología y para establecer una ruta para su implementación, adopción y gobernanza al interior de las IES. De aquí la importancia de integrarlo en la agenda de los directores de TIC.

En el ámbito de la implementación, es importante que los responsables de TIC valoren la incorporación de esta tecnología para el fortalecimiento de los sistemas de información de las IES de manera que aporte valor, simplificando los procesos administrativos y de gestión. Algunos estudios han propuesto criterios para identificar los casos en que recomiendan su uso y el tipo de redes blockchain sugeridas. Adicionalmente, gran parte de la tecnología está disponible como *open source*, brindando alternativas para acceder a ella rápidamente.

También debe valorarse la oportunidad de generar iniciativas de colaboración interinstitucional para desarrollar servicios y aplicaciones que permitan establecer una gestión electrónica que simplifique la interacción de los procesos entre las instituciones y al interior de las mismas.

Asimismo, es importante la generación de especialistas en el tema, en sus aplicaciones y en sus implicaciones legales es un tema importante para incorporar en los programas académicos de las IES.

Con temas importantes que han quedado fuera del presente trabajo, y siendo un tema amplio que toca esferas legales, tecnológicas y sociales, este texto pretende acercar algunos elementos que sirvan como punto de partida para profundizar en los temas e identificar el potencial en la transformación digital de nuestras instituciones.

Finalmente, considerar que la tecnología de cadena de bloques, sus aplicaciones y las plataformas evolucionan rápidamente debido al impulso de las comunidades y grandes consorcios globales.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Gartner y K. Panetta. "Gartner Top 10 Strategic Technology Trends for 2018," *Smarter with Gartner*, octubre 3, 2017. [En línea] <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2018/> [Consultado en julio 10, 2018]
- [2] S. Atkinson, "3 enterprise tech trends to digitize your operations. CIO.com," *CIO From IDG*, Julio 9, 2018. [En línea] Disponible en: <https://www.cio.com/article/3287978/digital-transformation/3-enterprise-tech-trends-to-digitize-your-operations.html> [Consultado en julio 10, 2018].
- [3] Gartner y K. Panetta. "The CIO's Guide to Blockchain," *Smarter with Gartner*, octubre 3, 2017. [En línea] Disponible en: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/the-cios-guide-to-blockchain/> [Consultado en julio 10, 2018].
- [4] UK Government Chief Scientific Adviser, *Distributed Ledger Technology: beyond block chain*. 2016. [En línea] Disponible en: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/492972/gs-16-1-distributed-ledger-technology.pdf [Consultado en julio 10, 2018].
- [5] Deloitte Insights, *Blockchain: A technical primer*. 2018. [En línea] Disponible en: https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/us/articles/4436_Blockchain-primer/DI_Blockchain_Primer.pdf [Consultado en julio 10, 2018].
- [6] M. Swan, *Blockchain: Blueprint for a new economy*. Sebastopol, CA, USA: O'Reilly Media, Inc., 2015.
- [7] PwC. "Why experimenting with Blockchain?" *PwC the Netherlands*. [En línea] Disponible en: <https://www.pwc.nl/en/topics/digital/digital-transformation/blockchain/blockchain-experience-lab/why-experimenting-with-blockchain.html> [Consultado en julio 10, 2018].
- [8] Gobierno de la Ciudad de México, *Blockchain HACKMX. Informe: Vertical Gobierno Digital del Talent Hackathon Campus Party 2017*. 2017 [En línea] Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/250459/Informe_BlockchainHACKMX_-_Campus_Party.pdf [Consultado en julio 10, 2018].
- [9] Shen, M, "National Chinese Science Academy Launches Blockchain Lab," *Coindesk*, Junio 21, 2018. [En línea] Disponible en: <https://www.coindesk.com/national-chinese-science-academy-launches-blockchain-lab/> [Consultado en julio 10, 2018].

- [10] N. Heller, "Estonia, the digital republic: Its government is virtual, borderless, blockchained, and secure. Has this tiny post-Soviet nation found the way to the future?" *The New Yorker magazine*. December, 2017. [En línea] Disponible en: <https://www.newyorker.com/magazine/2017/12/18/estonia-the-digital-republic> [Consultado en julio 10, 2018].
- [11] UNOPS. "Category: UNECE/CEFACT," *UN Blockchain. Multi-UN Agency Platform*. [En línea] Disponible en: <https://un-blockchain.org/category/unece-cefact/> [Consultado en julio 10, 2018].
- [12] Y. Martínez, *Palabras de la Mtra. Yolanda Martínez - Coordinadora de la Estrategia Digital Nacional - Oficina de la Presidencia de la República. Foro OCDE México 2018: La Inserción de México a la Nueva Globalización y la Revolución Digital*. 2018. [En línea] Disponible en: <http://www.oecd.org/centrodemexico/foroocdemx/anfitrionesyexpertosocde/Participacio%CC%81n%20de%20la%20Mtra.%20Yolanda%20Martinez%20-%20Foro%20OCDE%20Me%CC%81xico%202018.pdf> [Consultado en julio 10, 2018].
- [13] R. Riquelme, "Universidades darán confiabilidad a blockchain del gobierno mexicano," *El Economista*, febrero 21, 2018. [En línea] Disponible en: <https://www.economista.com.mx/tecnologia/Universidades-daran-confiabilidad-a-blockchain-del-gobierno-mexicano-20180221-0080.html> [Consultado en julio 10, 2018].
- [14] D. Blanco, "¿Cómo la blockchain 'llevó' 25 toneladas de atún Dolores a España?" *El Financiero*, diciembre 11, 2017. [En línea] Disponible en: <http://www.elfinanciero.com.mx/tech/como-la-blockchain-llevo-25-toneladas-de-atun-dolores-a-espana> [Consultado en julio 10, 2018].
- [15] A. Simon, "Blockchain evolution: A quick guide and why open source is at the heart of it. From bitcoin to the next generation of blockchains." *OpenSource.com*, junio 28, 2018. [En línea] Disponible en: <https://opensource.com/article/18/6/blockchain-guide-next-generation> [Consultado en julio 10, 2018].
- [16] Chamber of Digital Commerce, *Smart Contracts: 12 Use Cases for Business & Beyond: A Technology, Legal & Regulatory Introduction*, 2016. [En línea] Disponible en: https://digitalchamber.org/wp-content/uploads/2018/02/Smart-Contracts-12-Use-Cases-for-Business-and-Beyond_Chamber-of-Digital-Commerce.pdf [Consultado en julio 10, 2018].
- [17] D. Tapscott y A. Tapscott, "The Blockchain Revolution and Higher Education," *Educause Review*. marzo 13, 2017. [En línea] Disponible en: <https://er.educause.edu/articles/2017/3/the-blockchain-revolution-and-higher-education> [Consultado en julio 10, 2018].
- [18] A. Grech, A. F. Camilleri y A. Inamorato dos Santos, ed. *Blockchain in Education*. Publications Office of the European Union, 2017. [En línea] Disponible en: [http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC108255/jrc108255_blockchain_in_education\(1\).pdf](http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC108255/jrc108255_blockchain_in_education(1).pdf) doi:10.2760/60649 [Consultado en julio 10, 2018].
- [19] DigiByte, "European countries join Blockchain Partnership. European Commission News," *Digital Single Market*, abril 10, 2018. [En línea] Disponible en: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/european-countries-join-blockchain-partnership> [Consultado en julio 10, 2018].
- [20] R. Hill, "Whoa, Gartner drops a truth bomb: Blockchain is overhyped and top IT bods don't want it," *The Register*, mayo 3, 2018. [En línea] Disponible en: https://www.theregister.co.uk/2018/05/03/gartner_blockchain_hyped/ [Consultado en julio 10, 2018].

- [21] “Gartner Survey Reveals the Scarcity of Current Blockchain Deployments,” *Gartner Press release*, mayo 3, 2018. [En línea] Disponible en: <https://www.gartner.com/newsroom/id/3873790> [Consultado en julio 10, 2018].
- [22] Gartner y K. Panetta, “Top Trends in the Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies, 2017,” agosto 15, 2017. [En línea] Disponible en: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/top-trends-in-the-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies-2017/> [Consultado en julio 10, 2018].
- [23] L. Mearian, “Amazon joins list of blockchain-as-a-service providers,” *ComputerWorld*, junio 4, 2018. [En línea] Disponible en: <https://www.computerworld.com.au/article/641878/amazon-joins-list-blockchain-as-a-service-providers/> [Consultado en julio 10, 2018].
- [24] Wolf University, “Woolf, la primera universidad basada en la tecnología blockchain o cadena de bloques,” *Boletín de Prensa*, marzo 18, 2018. [En línea] Disponible en: https://woolf.university/assets/doc/press-release_es.pdf [Consultado en julio 10, 2018].

Cómo se cita:

J. G. Morales Montelongo, “Tecnología blockchain: oportunidades para su incorporación en la agenda de TIC de las Instituciones de Educación Superior de México,” *TIES, Revista de Tecnología e Innovación en Educación Superior*, n.o 1, diciembre, 2018. [En línea]. Disponible en: <https://www.ties.unam.mx/> [Consultado en diciembre 13, 2018].

INFOMEDIARIOS COMO HERRAMIENTA PARA LA PROYECCIÓN EN INTERNET DE LOS CONTENIDOS EDUCATIVOS DE LAS UNIVERSIDADES

Marcela Juliana Peñaloza Báez

<https://www.ties.unam.mx/>

Fecha de recepción: 20 de noviembre de 2018 | Fecha de publicación: 14 de diciembre de 2018

Diciembre 2018 | número de revista 1 • ISSN 2683-2968



Acervos Digitales, Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación, UNAM

Esta obra está bajo licencia de Creative Commons
Atribución-No Comercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0)

INFOMEDIARIOS COMO HERRAMIENTA PARA LA PROYECCIÓN EN INTERNET DE LOS CONTENIDOS EDUCATIVOS DE LAS UNIVERSIDADES

Resumen

Los recursos educativos y servicios asociados a los portales infomediarios que se ofrecen gracias al trabajo tanto de las universidades como de sus comunidades, contribuyen a las actividades académicas de alumnos y profesores en todo el mundo, y de la sociedad en general. El artículo pretende mostrar las ventajas de ampliar y facilitar el acceso a los contenidos digitales educativos en línea pertenecientes a las instituciones de educación superior para lograr un mayor impacto social, lo que es un reto tecnológico que permite mejorar la visibilidad web y la proyección nacional e internacional de estos productos.

Palabras clave:

Infomediarios, contenido digital educativo, visibilidad web, institución de educación superior, impacto social.

INFOMEDIARIES AS A TOOL FOR THE INTER- NET PROJECTION OF EDUCATIONAL CON- TENT OF UNIVERSITIES

Abstract

The educational resources and services associated with the infomediary portals that are offered thanks to the work of both universities and their communities, contribute to the academic activities of students and teachers throughout the world, and society in general. The article aims to show the advantages of expanding and facilitating access to online educational digital content belonging to higher education institutions to achieve a greater social impact, which is a technological challenge that allows improving these products' web visibility and projection (both national and international).

Keywords:

Infomediaries, digital educational content, web visibility, higher education institution, social impact.

INFOMEDIARIOS COMO HERRAMIENTA PARA LA PROYECCIÓN EN INTERNET DE LOS CONTENIDOS EDUCATIVOS DE LAS UNIVERSIDADES

Introducción

EN EL SIGLO XIX SE PRESENTARON CAMBIOS POLÍTICOS, SOCIALES Y CULTURALES, TAL ES EL CASO DEL ARQUITECTO francés Henri Labrouste, quien diseñó bibliotecas públicas como la de *Santa Genoveva* y la *Nacional de Francia*, edificios cívicos que se convirtieron en espacios para reunirse y leer obras de aquella época. Hoy en día los responsables de la gestión educativa de las instituciones de educación superior tienen en sus manos la posibilidad de habilitar espacios virtuales donde el conocimiento que generan las universidades se encuentre al alcance de todos los seres humanos, con apoyo de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC).

De acuerdo con lo anterior, el uso, la apropiación y el aprovechamiento de las TIC son rasgos fundamentales para promover el desarrollo económico y social de las naciones; el rol de la tecnología y su constante evolución demanda respuestas más ágiles de los actores educativos, tanto organizaciones como individuos, con la finalidad de enriquecer los ambientes de aprendizaje en las aulas y fuera de ellas. En este contexto, los profesores deben formarse y actualizarse para hacer más óptimo y eficiente el uso de la tecnología en su quehacer cotidiano.

Internet se ha convertido en un canal de comunicación fundamental para distribuir información y contenidos, por lo que la web es un pilar estratégico para las instituciones educativas. La publicación de los resultados

de la docencia universitaria con apoyo de las TIC constituye una vía de cada vez mayor impacto para cumplir con el compromiso social de difusión del conocimiento, especialmente en instituciones públicas. Tal es el caso del movimiento de los Recursos Educativos Abiertos (REA), íntimamente ligado con la esencia de la educación: compartir, y que está diseñado específicamente para habilitar la posibilidad de hacerlo de manera eficiente y sustentable. Esta *distribución democrática del conocimiento* representa una oportunidad para que los países en vías de desarrollo cuenten con materiales, cursos, repositorios, estrategias y acciones encaminadas a ampliar la cobertura educativa, en el espíritu mismo de la conformación e integración hacia una verdadera sociedad del conocimiento.

Mortera, Salazar, Rodríguez y Pérez [1] señalan que los REA *tienen el propósito de proporcionar de manera gratuita, pero respetuosa de los derechos de autor y licenciamientos, materiales disponibles en la WWW en cualquier momento y en cualquier lugar, para el apoyo de la mejora de la enseñanza y el aprendizaje a nivel mundial en todos los niveles educativos*, es decir, implican promover el uso de la tecnología para detonar mejoras en el aprendizaje.

En el *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), este movimiento llegó a ser un referente internacional del acceso gratuito a los contenidos académicos, por haber sido la primera institución de educación superior en abrir sus cursos curriculares para ser consultados libremente con apoyo de Internet.



Figura 1.
Fuente: Eduardo Sepúlveda, DGTIC, UNAM

En el *OpenCourseWare* (OCW) alojado en el MIT, se reciben más de 2 millones de visitas por mes, provenientes de todo el mundo (56% de ellas son de países distintos a los Estados Unidos). 42% de sus usuarios son alumnos de algún programa formal, 43% son autodidactas y 9% son docentes. Estiman que 80% de los propios profesores del instituto consultan el sitio de OCW, lo que ha permitido innovar en sus prácticas docentes, ya que años atrás era complicado que un profesor de planta tuviera contacto con los estilos de enseñanza de otros profesores. Además se estima que alrededor de 70% del profesorado del MIT ha contribuido con materiales para la iniciativa de *OpenCourseWare* (OCW).

¿Cómo impulsar la proyección social de los contenidos digitales de las instituciones de educación superior?

LOS CONTENIDOS EN LÍNEA SON INDEXADOS EN TODO MOMENTO POR LOS MOTORES DE BÚSQUDA, LOS USUARIOS de Internet recuperan los recursos digitales por medio de búsquedas orgánicas: varios repositorios reportan que entre un 70 y un 75% de las consultas que reciben pro-

vienen de *Google* u otro motor de búsqueda. Pero esto no impide que las universidades sostengan el esfuerzo de proporcionar servicios adecuados de Internet que faciliten la localización de información académica, a través de *infomediarios académicos*, espacios virtuales donde el conocimiento generado se encuentra al alcance de todos, con apoyo de las TIC.

Un infomediario (palabra que deriva de la unión entre “información” e “intermediario”) es un servicio que recopila o es alimentado con grandes cantidades de datos provenientes de distintas fuentes, que se analizan, seleccionan y organizan de manera relevante para brindarlos al consumidor final, en calidad de proveedor neutral, para todos aquellos usuarios que los requieran. Lo anterior toma forma en un sitio web que ofrece información especializada.

Los portales infomediarios reúnen, organizan y vinculan a la información y servicios que una organización está agregando en línea, y son una buena alternativa al enorme reto de organizar los grandes volúmenes de contenido académico que se producen día con día en las universidades y en sus comunidades ya que, como señala Guerra [2], *son herramientas integradoras de re-*

cursos dispersos de las instituciones de educación superior que cuentan con múltiples plataformas y sitios de Internet, donde el concepto puede incluir a los portales y a cualquier otro producto web en el que un agente funja como mediador para administrar información y proporcionar un servicio que satisfaga las necesidades requeridas por el usuario.

En torno a estos portales, se puede promover un cambio cultural entre los productores y los consumidores de material educativo en línea, y derribar barreras que tradicionalmente impiden el acceso a los contenidos para enseñanza-aprendizaje, como es el hecho de que se encuentren detrás de una contraseña dentro de un sistema LMS (*Learning Management System*), para motivar a profesores y alumnos a compartir estos materiales y así ampliar las oportunidades de su aprovechamiento.

Con los infomediarios, los docentes pueden contar con diferentes opciones para enriquecer sus cursos y, aún mejor, pueden hacer sus propias sugerencias para ampliar su catálogo, tanto con los materiales que hayan construido, como con los recursos en línea que les hayan

sido útiles. La participación de los profesores y de especialistas académicos es crítica en la identificación, selección, filtrado, evaluación y recomendación de recursos digitales que se vinculan en los sitios web institucionales de las universidades.

Entre los retos para su implementación, destaca que muchos contenidos digitales educativos son publicados en línea sin una clasificación académica estandarizada y/o institucional, lo cual dificulta su recuperación y consulta, por lo que se considera esencial que las instituciones de educación superior promuevan prácticas para asegurar que cada servicio en línea incluya los metadatos adecuados para sus páginas web y recursos digitales.

Lo anterior se facilita si se adopta institucionalmente un estándar interoperable que además permita contar con una estructura de datos que facilite su exportación a otros repositorios. También se recomienda que se desarrolle o adapte una clasificación curricular para proporcionar información a profesores y alumnos sobre el nivel educativo al que va dirigido cada recurso en línea existente en sus catálogos.



Figura 2.
Fuente: Eduardo Sepúlveda, DGTIC, UNAM

Infomediarios de instituciones de educación superior de México

A CONTINUACIÓN REVISAREMOS ALGUNOS EJEMPLOS.

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)

LA UNAM IMPLEMENTÓ UNA ESTRATEGIA INSTITUCIONAL DE VISIBILIDAD WEB ORIENTADA A LA internacionalización en el año 2009, que en un inicio se relacionó con aspectos preponderantemente técnicos sobre la publicación de sitios y portales web institucionales. Posteriormente en 2011, se formalizó un programa al que se denominó *Toda la UNAM en Línea*, con el objetivo de compartir de manera sistematizada todos los contenidos digitales de la institución, por lo que se define desde su anuncio oficial como un programa aspiracional y permanente para poner en Internet todo lo que la Universidad tiene y hace.

Ante los millones de páginas web con que cuenta la UNAM, una de las principales herramientas que han dado forma al programa desde su inicio es un portal infomediario que puede ubicarse en www.unamenlinea.unam.mx, el cual se distingue claramente de la página principal de la UNAM e incluye un buscador especializado para consultar contenidos en el dominio unam.mx y un catálogo que al día de hoy cuenta con más de 3,200 fichas que incluyen los principales metadatos de cada recurso digital y el vínculo (URL) al sitio web o repositorio institucional que lo ofrece. Cerca del 40% de estas fichas corresponden a contenido vinculado con la docencia universitaria, y casi 20% corresponde a bibliotecas, tesis y acervos digitales.

La UNAM también cuenta con la *Red Universitaria de Aprendizaje (RUA)* disponible en www.rua.unam.mx, que tiene como objetivo identificar los recursos educativos en línea a través de un enfoque distinto, que busca asegurar su relación con los componentes de cada asignatura del plan de estudios. El catálogo de los recursos seleccionados por equipos multidisciplinarios y académicos de la UNAM se muestra en un portal para que profesores, alumnos, padres de familia y sociedad en general puedan consultarlo. Así, esta iniciativa ha recopilado una creciente biblioteca ordenada de aplicaciones para la educación media superior y superior, a través de importantes esfuerzos de clasificación, organización y normalización.

Más de la mitad del catálogo de la RUA incluye recursos educativos provenientes de otros dominios académicos, lo que refleja una política de disposición para aprovechar contenidos de valor de otras instituciones.

Los profesores de la UNAM pueden obtener de la RUA diferentes opciones para enriquecer sus cursos, y están altamente involucrados en el proyecto, ya que pueden hacer sus propias sugerencias para ampliar su catálogo, tanto con los objetos de aprendizaje que hayan construido, como con los recursos abiertos en línea que les han sido útiles, y siempre que cumplan con los criterios de calidad establecidos.

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM)

EL ITESM FORMA PARTE DE LA RED MEXICANA DE REPOSITARIOS INSTITUCIONALES Y HA ENCABEZADO MOVIMIENTOS nacionales y latinoamericanos para la investigación educativa en REA y en prácticas educativas abiertas. Lo anterior se refleja en su iniciativa de recursos educativos denominada TEMOA, que cuenta con una curación de más de medio millón de recursos educativos en línea y puede ser consultada en www.temoa.info/es. En operación desde 2007, cuenta con materiales en inglés y en español. Contiene un índice de recursos educativos seleccionados, descritos y evaluados por una comunidad académica. Categoriza los recursos por área del conocimiento, nivel educativo e idioma, entre otros. Ofrece un motor de búsqueda a través de filtros intuitivos, y permite la creación de comunidades alrededor de los recursos educativos.

Pérez, Ramírez y Mortera[3] describen este recurso como una iniciativa que *no puede ser considerada como un repositorio en sí mismo, pues no guarda los recursos digitales a los que permite el acceso, funciona como un catálogo indexado de REA, que a través de fichas electrónicas provenientes de múltiples y variadas fuentes ... los hace disponible de manera rápida y segura.*

Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMEX)

LA UAEMEX HA SIDO UNA INSTITUCIÓN PÚBLICA LÍDER EN EL MOVIMIENTO DE OPEN ACCESS EN MÉXICO, COMO se observa a través del ofrecimiento de servicios como REDALYC, (Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal) y también a partir de



Figura 3.
Fuente: Eduardo Sepúlveda, DGTIC, UNAM

su activa intervención en el proceso que culminó con la promulgación de las modificaciones legales nacionales para el Acceso Abierto en México.

Su política institucional de Acceso Abierto fue una de las primeras en el país; fue emitida el 16 de octubre de 2012, e incluye cabalmente a los recursos educativos, al señalar que se compromete a: *Alentar a la comunidad universitaria para realizar el depósito de sus producciones académicas elaboradas en el marco de las actividades de los procesos de enseñanza-aprendizaje en la Universidad* [4].

En este contexto, REDALYC es una iniciativa de Acceso Abierto a la producción científica en revistas iberoamericanas, que contempla todas las áreas del conocimiento, con el objetivo de contribuir a la difusión de la actividad científica editorial que se produce en y sobre Iberoamérica. El sitio puede ser visitado en www.redalyc.org.

Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM)

UNA INICIATIVA INTERESANTE ES LA METABASE DE RECURSOS EDUCATIVOS (MRE) DE LA UAEM, QUE OFRECE DOS COLECCIONES DE recursos educativos en línea: una *ligoteca* educativa de vínculos clasificados por su interés educativo para los niveles superior y medio superior, y un repositorio de objetos de aprendizaje producidos para cursos en línea de la universidad.

El sitio que puede ser consultado en metabase.uaem.mx incluye una guía de estilo para proponer nuevos cursos a la *ligoteca*, y los criterios para la curaduría de recursos educativos de la MRE.

Conclusión

LOS PORTALES INFOMEDIARIOS SON HERRAMIENTAS QUE PUEDEN APOYAR LAS ESTRATEGIAS INSTITUCIONALES PARA impulsar la proyección social de los contenidos digitales de las universidades, en apoyo a tareas de docencia presencial y a distancia, como un esfuerzo permanente para ampliar la difusión en Internet de las diferentes aportaciones de sus comunidades, y así lograr de manera conjunta una mayor visibilidad web e impacto social tanto de las instituciones de educación superior como de sus integrantes, en México y en todo el mundo.

Sin duda de los principales beneficios de las experiencias de implementación de portales infomediarios, es el valor del trabajo coordinado para la profesionalización de los actores involucrados, la generación de lineamientos y guías para promover una orientación a la mejora continua en la producción de contenido digital y su publicación en línea y la institucionalización de estrategias y métricas, como elementos concretos que influyen de manera favorable en el diseño de proyectos adecuados para impulsar la proyección de contenidos digitales educativos en instituciones de educación superior.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] F. Mortera Gutiérrez, A. Salazar Rodríguez, J. Rodríguez Gómez, y J. Pérez Nájera, *Guía de Referencia para el uso de Recursos Educativos Abiertos [REA] y Objetos de Aprendizaje [OA]*. México: CUDI-CONACYT, 2011.
- [2] J. Guerra González, *Propuesta metodológica para la evaluación de portales infomediarios de recursos abiertos en instituciones de educación superior*. *Bibliotecas: Revista de la Escuela de Bibliotecología, Documentación e Información*, 34, 1-14, 2016.
- [3] R. Pérez, S. Ramírez, y F. Mortera (2010). *TEMOA, un Catálogo de Recursos Educativos Abiertos para Ambientes Virtuales: Iniciativa en uso del Tecnológico de Monterrey*.
- [4] Universidad Autónoma del Estado de México, *Acuerdo por el que se establece mandato institucional de Open Access, para el Desarrollo de la Universidad Digital*, 2012. [En línea]. Disponible en: http://www.uaemex.mx/abogado/doc/Open_Access.pdf [Consultado en noviembre 10, 2018].

Cómo se cita:

M. J. Peñaloza Báez, "Infomediarios como herramienta para la proyección en internet de los contenidos educativos de las universidades," *TIES, Revista de Tecnología e Innovación en Educación Superior*, n.o. 1, diciembre, 2018. [En línea]. Disponible en: <http://ties.unam.mx/> [Consultado en mes día, año]

THE ENACTIVE TORCH: INTERACTIVE EMBODIED LEARNING WITH A SENSORY SUBSTITUTION INTERFACE

Ximena Andrea González Grandón,
Leonardo Iván Zapata Fonseca, *et al.*
<https://www.ties.unam.mx/>

Fecha de recepción: 31 de julio de 2018 • Fecha de publicación: 14 de diciembre de 2018

Diciembre 2018 | número de revista 1 • ISSN 2683-2968



THE ENACTIVE TORCH: INTERACTIVE EMBODIED LEARNING WITH A SENSORY SUBSTITUTION INTERFACE

Abstract

Traditionally, the pedagogical design for teaching and learning practices has been characterized as a process during which an active expert supports passive learner for the accomplishment of a specific goal or task. Nowadays, however, the accessibility of information technologies and the understanding of the learner's active role have caused that interactive, embodied and contextual learning perspectives have begun to gain room. Here, we contribute with a technical report of a pilot study based on the Enactive Torch, a tool for the scientific study of perception, which aimed to investigate the crucial role of embodied process in the generation of perceptual experience for sensory substitution. In using this technological scaffolding, a group of students, from various academic disciplines, have coordinated and conducted three projects using different methods, each of them analyzing quantitative and qualitative data recorded from the participants' first- and third-person perspective. By means of this practical engagement, the students gained awareness of the transformative potential of technology and developed insights into the challenges of performing interdisciplinary research with their peers, in regard to embodied perception and cognition. The study, therefore, serves as a proof-of-concept for the Enactive Torch, as a technological scaffolding, that can facilitate the kind of interactive learning that students need to gain a deeper understanding of the complexity of human embodied cognition and its relationship with technology.

Keywords:

4E learning, Enactive Torch (ET), enactive cognition, third-person methods, first-person methods, technological scaffolding.

EL ENACTIVE TORCH: APRENDIZAJE INTERACTIVO Y CORPORIZADO A TRAVÉS DE UNA INTERFAZ DE SUSTITUCIÓN SENSORIAL

Resumen

Tradicionalmente, el diseño pedagógico para las prácticas de enseñanza y aprendizaje ha estado caracterizado por procesos donde un experto activo se torna en el sostén del aprendiz pasivo mientras éste último completa de manera exitosa su meta o tarea. No obstante, a partir de la accesibilidad actual a las tecnologías de la información y al entendimiento del rol activo que juega el aprendiz, perspectivas más interactivas, corporeizadas, y contextualizadas, han comenzado a ganar espacios. En este artículo, contribuimos con un informe técnico de un estudio piloto basado en el Enactive Torch, una herramienta para el estudio científico de la percepción, la cual fue desarrollada para investigar el rol de los procesos corporeizados en la generación de experiencias perceptuales de sustitución sensorial. Utilizando este andamiaje tecnológico, un grupo de estudiantes de distintas disciplinas académicas, coordinó y llevó a cabo tres proyectos utilizando distintos métodos en cada uno, para analizar de forma cuantitativa y cualitativa los datos generados desde la perspectiva de los participantes en primera y tercera persona. A través de esta práctica, los estudiantes pudieron comprender el potencial transformativo de la tecnología y desarrollaron una visión de los desafíos que conlleva la investigación interdisciplinaria respecto a la percepción y cognición corporeizadas. Por lo tanto, el estudio puede servir como una prueba de concepto de que el Enactive Torch, como un andamiaje tecnológico, puede facilitar el tipo de aprendizaje interactivo que los estudiantes necesitan para obtener una comprensión más profunda de la experiencia perceptual del cuerpo humano y de su relación con la tecnología.

Palabras clave:

Aprendizaje 4E, Enactive Torch (ET), Conocimiento en-activo, métodos de tercera persona, métodos de primera persona, andamiaje tecnológico.

THE ENACTIVE TORCH: INTERACTIVE EMBODIED LEARNING WITH A SENSORY SUBSTITUTION INTERFACE

Introduction

FOR A LONG TIME, SCIENCE AND IN PHYSICS EDUCATION RESEARCH. HOWEVER, BESIDES A FEW EXCEPTIONS, THE role of places, instruments and other technologies during the learning process is rarely studied and their character is usually taken for granted [1]. Relatedly, the emphasis in learning is placed mainly on instructions, concepts, and knowledge of facts (so-called “knowing-that”). This is starting to change, however, and even mathematics or psychological education has started to be approached from the perspective of embodied skill acquisition and the usage of technology or of particular enhanced learning environments [2].

Philosophical and scientific explanations acknowledging the agency of the learner emphasize the importance of students’ active engagement and learning through active participation. Some of these positions have been called “socio-cultural psychology” [1], “interactive empiricism” [2], “material hermeneutics” [3] or “material-discursive practices” [4], that can be considered to be within the scope of 4E cognition approaches to human learning. These approaches – enactive, embodied, embedded and extended (hence, 4E) –, challenge the idea that we can understand the mind by just considering the brain, and they argue that learning abilities and experience is made not only by our brain but also by our bodies in interaction with their material and socio-cultural environments [5-7].

These accounts, therefore, support the idea that learning takes place when an agent is active, when it is interacting with a particular learning environment, and they suggest that it is necessary to consider how agents construct what they experience in particular settings ([8]).

Furthermore, these perspectives have been positioned as an alternative to the most predominant information-processing theories, for which learning is primarily concerned with the issue of conceptual or knowing-that learning. In fact, this kind of traditional approach is based on inductive extrapolation through conscious reasoning, where learning must be acknowledged by hypothesis formation, inferential verification and confirmation [9]. In contrast, an interactive embodied learning approach seeks to better reflect the fundamentally embodied nature of learning and cognition [4], and thereby provide new opportunities to reorient education in a similar sense than “Learning by doing” – an idea already developed long ago in the educational psychology from Lev Vygotsky [1] –, and regarding the importance of practical knowledge (know-how) and ecological interaction with environment.

We draw on these perspectives and take advantage of the onset of technology-enhanced interactive tools and interfaces that offer new ways of facilitating interactive learning. We are interested in the use of certain interfaces that can transform the participant’s embodiment, and hence the way they perceive themselves and their environment [10], and in how is it that direct obser-

vation by a group of students in an environment, where their participants were experiencing the environment with sensory substitution systems, can have a positive impact on their practical learning and apprehension of knowledge and theoretical perspectives of cognition [11]. In particular, the Enactive Torch (ET) is a minimal distal-to-tactile sensory substitution device that translates the distance measures of one ultrasonic or infrared sensor to a single haptic (rotary or vibrotactile) actuator held in the hand [12]. On the one hand, the aim of the development of this technology was to allow people to understand enactive perception in a direct way. And on the other hand, to promote the development of more experimental research lines around 4E cognition, since there is a lack of work in that respect. In some psychological experimental contexts, the ET works as a mobile navigation device, whose purpose is to measure up to what extent blindfolded participants can perceive aspects of an unknown environment (i.e. up to what extent the ET allows users to “see” with their hands similar to blind man’s cane, e.g. [12]). But the ET can equally be used to create a technologically-enhanced context to inspire students to engage in philosophical and experimental reflection [5], which was the main aim for running the studies reported in this article.

In fact, a central premise of this article is that certain kinds of experience that happen in particular environments, such as the ET in an experimental setting, may be developed into useful pedagogical tools that allow students to interactively engage in interesting and highly interdisciplinary research questions in order to achieve significant learning outcomes. For instance, (a) a deep understanding of the process of scientific investigation related to how different forms of perception work (haptics, proprioception, interoception) and, especially about the subjective experiences enabled by the use of perceptual supplementation devices; (b) appreciation of current debates concerning the conceptual change in debates about consciousness, experience and cognition toward more interactive and embodied approaches, and (d) awareness of different quantitative and qualitative methods and their relative pros and cons.

The ET works as a technology that has different affordances - the possibilities for action that an environment brings forth to an embodied agent- for discernment, and hence as a tool that offers various possibilities for learning crossing disciplinary boundaries. Indeed, this haptic supplementation device wirelessly connected to a computer-based data acquisition system can collect, process, and display physical data and experimental results in real time. Furthermore, the participants who use it in the experimental setup can give first-person information about the experiences in question. So, they can inform about the specifications of the phenomenal experience of using perceptual supplementation devices [13, 14].

Hence, another possibility of a source of insights is the construction of the correlation between data acquisition and first-person experience description, and the intrinsic issues around it: the bridge between first-person phenomenological methods, and third-person methods. By first-person methods we mean to make use of first-person reports data – that express the participants’ personal viewpoints of their experience- as a central pedagogical tool. Paradigmatic examples are data about subjective experience associated with cognitive and mental processes [15]. In contrast, third-person methods are data about behavior and brain processes from the participants supported by empirical data [16]. They concern the objective descriptions that are analyzable and predictable and associated with the experimental approaches to study the phenomenon [17]. In the case that interests us, this allows students to get practical experience in dealing with some of the key challenges faced by the emerging science of consciousness [16].

For instance, in a maze navigation task where the ET has been used to encourage active perceptual exploration, where the blindfolded participant learns quickly to move correctly using the ET and can solve the maze in record time. When situations like this happen, the sensory substitution experience enters in the focal awareness of students and many questions emerge: Would the haptic device become an extension of the agent’s own body through active exploration? Will it generate a felt presence of the surrounding environment that transcends the direct physical stimulation? Or will it augment her sensa-

¹Readers interested in experiencing the effects of this device for themselves can acquire their own. The design blueprints and software code of the latest version of the Enactive Torch are made available online by Creative Robotics Ltd under a Creative Commons license. The company also offers pre-built devices for purchase.

tion of experiencing and moving in the dark? If so, how would it feel, and would it differ for the blind compared to the sighted? Many questions that cause many others, and some discernment must have already occurred. For instance, in one of the projects, the students explain that knowing how the ET works beforehand deepened their understanding of participant's subjective experience, since they could appreciate the gap between their own and the other's perception and inferences.

Combined with suitably designed instructions, experience-augmenting technologies, such as the ET, have been shown to be beneficial for the learning process of students [3]. Indeed, findings from existing research show that students' interactions with participants using technological artifacts, as well the consideration of the aspects of the interactive setup, show that learning happens at multiple levels of complexity. In this way, the ET experimental setup can provide students with the possibility to think about what measures to use and what kind of data analysis tools are needed when, for example, the aim is to study the relationship between bodily degrees of freedom and spatial perception to convey spatial information in the form of haptic feedback for the user [17, 18].

We now present a proof-of-concept study, the purpose of which is to show that certain elements from interactive and 4E approaches to human learning theories have the potential for real-world application. In this particular case, when students learn through a third-person approach from participants working with technological tools in the particular learning environment. We argue that students learn (a) in a practical way about the crucial role of embodied action for perception when the participants use the ET in the maze; (b) to discuss the plausibility of the theory of enactive perception in cognitive science, where practical action is necessary for the perceptual experience; (c) to open a vivid debate about the phenomenology of perception enabled by the use of perceptual supplementation devices; and (d) to evaluate different types of data analysis and their suitability effectiveness (specifically, in terms of time series analysis). This pilot project was completed as a largely self-organized collaboration between students from various academic backgrounds and university levels, including psychology, philosophy, medicine, and informatics, and ranging from undergraduate to postdoc. In the next sections, we will describe in some more detail the experi-

mental protocol that was developed, the different analyses that were conducted, and the preliminary results that were found.

Overall, it is hoped that the ET research framework, and the pilot study outlined in this article, may contribute to the design and development of pedagogical principles for using such perceptual (haptic) supplementation devices and environmental settings, as learning tools. We propose that this kind of learning experiences help students to interactively construct rich and useful understandings of a challenging interdisciplinary area of knowledge with broad contemporary relevance: our technologically mediated (embodied) experience of the world.

Materials and Methods

Participants

Thirteen adults took part in the experiment, all of them adults between 23 and 45 years old recruited via networks of acquaintances. Individuals with any neurological, psychiatric or movement disorder (clinically diagnosed) were excluded. Severe sensory impairments were also exclusion criteria. Participation was on a voluntary basis and all subjects gave their informed consent. The experiment was carried out at the Institute of Applied Mathematics and Systems Research (IIMAS) of the National Autonomous University of Mexico (UNAM), under the supervision of members of our research group. Out of the total participants, three had to be discarded from the analysis due to technical reasons. Regarding gender, 3 women and 10 men participated.

The Enactive Torch (ET)

The ET, a custom-designed technological tool, is a tactile feedback device used for experiments in sensory substitution. It is a hand-held device with distance sensors at one end and a vibrating motor that can be strapped to one's wrist; the intensity of the vibration is positively correlated with the distance to objects in front of the ET, such that pointing at closer objects leads to stronger vibration. Given that users receive only one sustained source of feedback, they need to actively move the device around in order to get a better sense of the spatial layout of the environment that surrounds them. To put it differently, the ET allows the hands to perform perceptual explorations similar to eye-gaze movements.

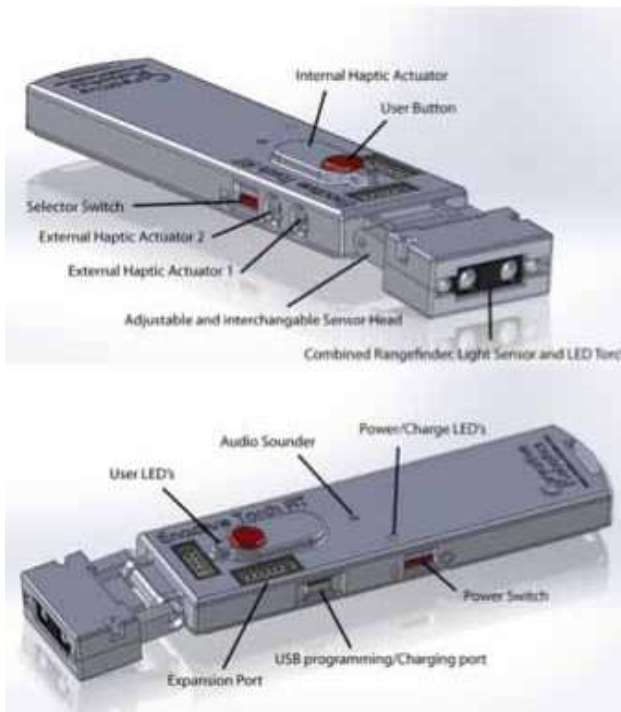


Figure 1.
The Enactive Torch (ET) Research Tool - Version 3.0. The ET is an open source project under the Creative Commons License.

Operationally, sensory substitution systems, in general, consist in converting signals that normally belong to an “A” sensory modality to signals that can be detected by a different “B” modality. The most important feature of this type of device is that it provides the user with relevant information to solve the task in question [13]. There are different sensory substitution devices that vary according to their sensory modalities [14]. For the present work, we will focus on a haptic modality of the ET device, which invites the user to perform movements in order to interpret the motor signals via sensations –vibratory feedback– in the skin [15]. Specifically, for the current pilot study, we focused on the accelerometer signals of the ET (shown in Figure 2).

Notice, however, that there are 3 reference systems from which the signals can be interpreted:

1. An objective fixed reference system with respect to Earth, e_1 , e_2 , e_3 where e_1 is the vertical direction as defined by gravity and e_2 and e_3 are orthogonal horizontal directions perpendicular to e_1 .

2. A mobile reference system, eX , eY , eZ) associated with the ET (as shown in Figure 4).
3. A subjective fixed reference system, eX' , eY' , eZ') associated to the body of the participant, corresponding to the sagittal, lateral and vertical directions for the participants themselves, respectively.

It is just in the latter that it makes sense to talk about the sagittal and lateral directions of motion, which captures the notion of what embodiment means. A more intuitive way of understanding it appears when a participant uses the ET in an orientation that differs from the one shown in Figure 2. For instance, when using it upwards the becomes the vertical axis instead of representing the sagittal one. Thus, embodiment can be understood in terms of the way in which subjects actively incorporate the external, and rather passive, systems of reference to their own bodily system.

The device uses an Arduino LilyPad USB so, it is fully user programmable and it includes a Sparkfun BlueSMiRF Gold Bluetooth transmitter and a triple-axis accelerometer so that data on user movements and feedback sensations can be logged remotely. For full details, see the online GitHub repository of the Enactive Torch where all the designs and code are managed under a Creative Commons license project (<https://github.com/CreativeRobotics/EnactiveTorchRT>).



Figure 2.
Enactive Torch (ET) and the orientation of the triaxial accelerometer. Taken from: <https://github.com/CreativeRobotics/EnactiveTorchRT/blob/master/Instructions>

Other materials

During the realization of the maze task, in addition to the accelerometer measures from the ET, the participants wore a BioHarness and an E4 wristband Empatica (also third-person methods). Such additional recordings were aimed to obtain more embodied data during the task.

- The Zephyr™ BioHarness 3 (from MedTronics License) is a portable activity monitor for physiological data. It records the participants' movements (posture and gait), as well as a one channel of electrocardiogram (ECG) and respiratory rate and amplitude.
- The E4 wristband (from Empatica License) is a wearable research device that also offers real-time physiological data acquisition: Blood Volume Pulse, triaxial Accelerometer, electro-dermal activity (EDA), and skin temperature.

Both devices offer software for in-depth analysis and visualization of the time series. These measures will be more fully analyzed in later developments of this investigation. However, the calibration and use of these devices were an important scaffolding for the students' learning process, as it highlighted the whole multiscale complexity of measurable embodied dynamics during the maze task.

Finally, as the participants' experience can be described from a first-person perspective while performing the maze task, they were asked to answer some questionnaires just after the end of the task. Through these testimonies, we were able to take into consideration the descriptions on a first-person level, which might be very useful in further developments of this research. The description of the first-person experience of the participants, considers each temporal episode when solving the task; the experience from the set of vibration patterns of variable intensity that was felt by gripping the ET handle; and the experience about the relationship between behavior, spatial perception and the strategies each one used to explore the maze. During every session, participants navigate in the dark space being able to experience the localization of correct and incorrect

areas within the dark. Some participants find this as a 'difficult' experience as we will see in the Results section. The User Experience Questionnaire is included in the Supplementary Material section.

The task

As an attempt to gather empirical evidence for a sensorimotor approach (and more specifically for sensorimotor contingency theory), a navigation task with human participants was performed. In it, subjects had to walk blindfolded through a room configured as a maze full of obstacles in which they followed auditory stimuli, making use of the Enactive Torch to find their way as fast as possible while avoiding collisions. The protocol consisted in a series of steps every subject had to follow.

- The first step was to read the task instructions in a consent form outside of the room (such step warranted the exclusion of a visual perception bias in the performance of the task). After signing the consent form, all the physiological equipment was fit on the participant (as well as the blindfold).
- The next step consisted in a modified version of the experiment performed by Cardinali *et al.* ([21]). In it, the researchers asked the subjects to put their arms in a flat surface, and then, with a mechanical device, proceeded to produce 3 touches, one right next to the elbow, one in the wrist and one in the tip of the middle finger (the order of this touches was randomized). The researcher would then have the participant indicate at what distance the touch was produced, in a ruler previously put next to their arm. This was to evaluate the perception of arm length in the absence of visual feedback.
- Finally, participants were given the ET, and allowed to learn its functioning for about half a minute, and then introduced to the room in which the navigation task took place (Figure 3).

² In this article we use scaffolding as the provision of technology-mediated support to learners as they engage in a specific learning task providing a strategic framework for selecting and implementing strategies to guide specific learning ([9], [19]).

³ The sensorimotor contingency theory proposes that sensory and perceptual experience are not generated by activating an internal representation of the outside world through sensory inputs, but rather it corresponds to a form of consciousness and a mode of exploration, this is an active and embodied process. Perceptual awareness emerges from these exploratory actions, called sensorimotor contingencies (SMCs). It was proposed by Kevin O'Regan and Alva Noë ([20]).

- For the navigation task, participants are instructed to follow a sound that changes its location every time they find it. They are also instructed to avoid collisions with obstacles and to keep walking as much as they can. If they get to do this from one sound source to the next one, we call it a “clean interval”. The task goes on until participants achieve 5 clean intervals one after another or after 35 minutes. The score used to measure performance was the total number of traveled intervals divided by the number of unsuccessful ones.
- The researcher then repeats the arm touches experiment.
- And finally the participant is allowed to take of the blindfold and answers a questionnaire.

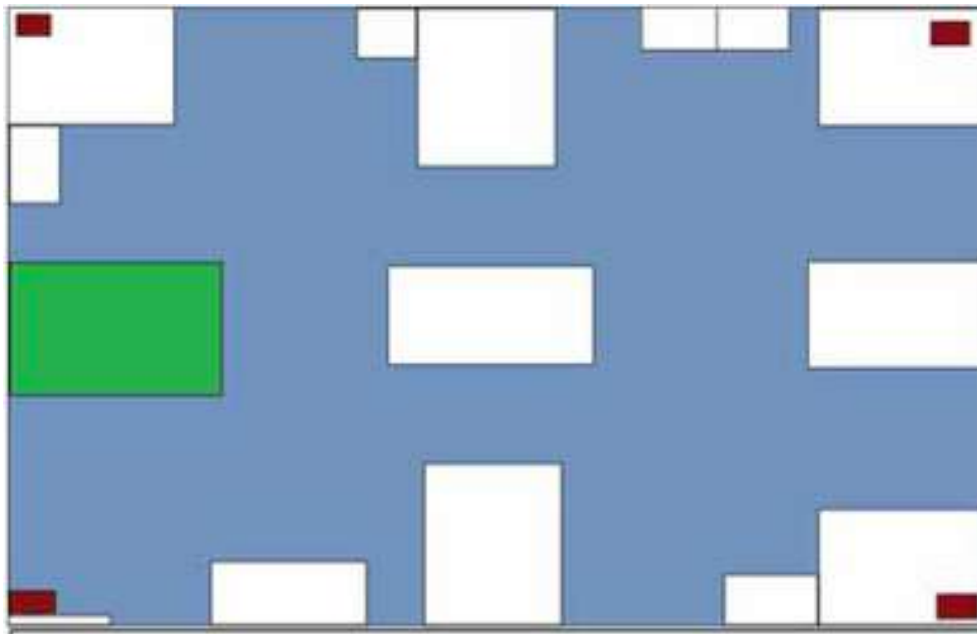


Figure 3. **Diagram of the maze.** The white boxes represent the obstacles, the red boxes represent the sound targets and the green box is the “control center”, where a researcher supervises the experiment. The blue space is the open space that the participants navigate.

RESULTS

WE FIRST REPORT THE OVERALL RESULTS OF THE PARTICIPANTS’ USER EXPERIENCE QUESTIONNAIRE, before we consider the results from the individual student projects. Each of the following subsections describes a distinct student project, each of which aimed at understanding a different aspect of the study that was collaboratively developed:

Measuring complexity (Hector)

One aim of this pilot experiment was to gather information about the learning process of distal perception in very short periods, and in this way provide clues about the mastering of a sensorimotor contingency. Accordingly, one goal of the data collection methods was to use the accelerometer data of the device in order to gain access to a motor marker that could correlate with an increase of perceptual accuracy (number of clean in-

Questionnaire Statement		Strongly Disagree	Disagree	Neither Agree nor Disagree	Agree	Strongly Agree
1	I experienced my focus of attention mainly on the vibrations on my wrist	0	1	2	6	4
2	I experienced my focus of attention mainly on the obstacles I perceived in front of me and on the sides	0	2	3	5	3
3	I experienced my focus of attention mainly on external stimuli to the device (e.g. environmental noise)	8	2	2	1	0
4	I experienced my focus of attention mainly on the frequency and intensity of the vibrations of the device	0	1	1	7	4
5	I paid attention to the relation between the frequency and intensity of vibrations and the proximity of obstacles	0	0	1	3	9
6	I deliberately controlled my pointing with the device to calculate the optimum path for my next steps	0	2	1	4	6
7	I had to explicitly think about how to move the device in order to find my way	1	2	1	6	3
8	I had to deliberately analyze the feedback of the device to know the location of obstacles	2	1	0	9	1
9	Using the device to explore the environment allowed me to perceive it in a similar way to how I normally do it	0	4	4	3	2
10	Using the device to explore the environment allowed me to perceive it in a similar way to how I normally do it	1	1	4	4	3
11	Using the device to find my way through the maze was like "seeing"	3	6	2	1	1
12	I experienced the contours of the maze out in the world at a distance away from my hand	0	0	2	6	5
13	I did not trust the device so I tried to compensate by thinking about how best to interpret the stimulations	6	3	2	0	2
14	I felt that I could rely on the device	0	1	5	4	3
15	I felt the device intuitive to use	0	3	2	3	5
16	I paid attention to the sound of the motors in order to find my way	3	1	0	5	4

Table 1. The User Experience Questionnaire. Number of participants indicating one of the options when answering the questionnaire statement. The complete questionnaire is included in the Supplementary Material section.

tervals). Task performance was calculated as the number of completed intervals divided by the number of non-effective intervals or collisions.

The method involved the comparison of two segments of the maze data, using two time-series analysis techniques. For the first one, 5-minute intervals of the overall series were taken. This consists of measuring “Dynamic Complexity” [22]. The technique was originally developed to study complexity in very short time series. The process consists in taking a 7-value window (7 being an optimal number for the program) and measuring two quantities; its distribution and its fluctuation. The distribution of every window along the series is a difference between a perfect distribution of the values contained in it and the observed one. The fluctuation is calculated via the mean squared of summed differences (MSSD) [23]. This value represents the fluctuation between successive values of a time series. Finally, these two measurements are multiplied giving a compound measure of dynamic complexity. Then, the window moves to the right by one observation, and the process repeats until the process has been applied to all of the time series. For our data, we averaged the set of all results, and then multiplied it by 100 so management was easier.

The second technique was measuring the permu-

tation entropy in the first and last intervals of the time series of the task. Permutation entropy ([24]), is a measurement of complexity that consists in generating a distribution of ordinal patterns in the series. That is to say, understanding the distribution of different sets of ordered system states, each represented by a symbol, of the time series in question.

Our main hypothesis ran along the idea that increases in motor complexity across time would be positively correlated with better success in the sensorimotor task. As expected, both variables increased significantly (task performance and movement dynamic) (Figure 4). Nevertheless, with only 10 subjects, it remains unclear the proportion of change in these variables.

Measuring self- and spatial perception (Guillermo and Javier)

There is room for debate about the place, structure, function or form of representations within the central nervous system (CNS) or within an organism as a whole. However, an enactive approach to the relation between body and space may not consider representations to be essential or even useful for the study of such a relation [25-26]. Halfway through these perspectives is the one from Cardinali *et al.*, [21] who treat the representation of space and of the body itself (body schema) as something malleable, which can be affected by tool-use.

A somewhat problematic aspect of Cardinali *et al.*, [21] is the omission of a definition of “tool”; For instance, when they describe the use of stick and a weight, or pliers to manipulate wooden blocks ([27]), a definition of “tool” was still lacking. Nevertheless, in the latter paper [27] it is stated that passive contact with a tool (e.g. just holding it) is not enough to produce a change in the body schema.

Considering this fact, we tried to use the maze task, where the ET was used for navigation, as an instance of tool-use (since it was actively used, by moving the hands or arms and incorporating such movements into the whole dynamics of the gait and vice-versa) for evaluating changes in the body schema in a fashion similar to the arm touching experiment (experiment 4) of Cardinali *et al.* [21].

Unfortunately, due to technical difficulties, part of the data was lost, and we could only analyze the measurements for the touches made on the segment between the wrist and the elbow (the forearm). We also looked

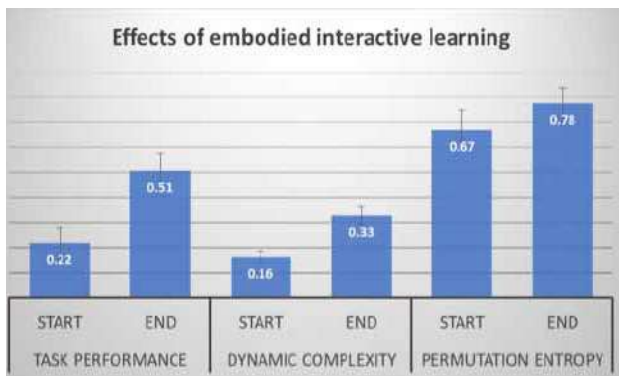


Figure 4.

Effects of embodied interactive learning. Comparison of maze task performance with dynamic complexity and permutation entropy of device acceleration at the start and end of a trial. Measures are averaged across 10 participants and rounded to two decimal places. Error bars represent standard error. We observe a learning effect in terms of an increase in task performance, which is positively correlated with an increase in the complexity of the participants' use of the Enactive Torch. The y-axis represents the values of these three distinct measures normalized to the range [0,1]. See main text for more details.

for correlations between a questionnaire (with a 5-point Likert scale per item), about the experience with the ET during the maze task, and body schema changes.

We found that participants (12 in total) generally did not undergo changes in their body schema, as the pointing measurements indicated no significant variation before and after the maze task. However, while looking for correlations between measurements, or estimation, of touch-location and questionnaire answers for several items, we found a negative correlation; meaning that the more the participants agreed with the statements presented in the items, the less their touch-location estimation varied between pre- and post-test phases. The items in question had correlation coefficients between -0.65 and -0.75 and were the ones about the lack-of-confidence the participant had in the ET (Question 13), and about how much the thought about their position within the maze, instead of relying on the ET for navigation (Question 7).

These findings, although admittedly inconclusive due to the small sample size, may indicate that how comfortable are people with their tools or how much attention they pay to the sensory input from tool-use itself may also play a role in body schema modifications. Alternatively, enactive accounts of perception and motor activity are also viable while dealing with self-perception and tool-use. This is important because, with further research, advances in tool-design or in training with any given physical tool may be achieved we expand our understanding of the interaction between biological and non-biological systems, insofar as they are both physical and their relationship is dynamic. Because of this, replication and novel research based on technologies like the ET is certainly encouraged.

Increase in movement variability (Leonardo and Ariel)

Appealing to the notion of mastery of sensorimotor contingencies and that perceiving is an action itself [21], we compared the dynamical movement patterns at the beginning of the task with those at the end. Our hypothesis was that we should find an increase in movement variability as participants mastered the perceptual activity that was enabled with the ET. For that purpose, we divided the time series into four windows the same size and studied how the mean and standard deviation of the time series evolved over time (an illustrative example is shown in Figure 5).

The overall movement vector was derived from the triaxial accelerometer registers. Moving averages were obtained from the ET (we produced a window of X number of points and took the average of that window as a new point), and also the standard deviation of the moving averages was obtained with the purpose to see the augmenting variability in the movement of the ET. Two illustrative examples are shown in Figure 5.

The hypothesis was that participants who did well on the task, namely in terms of the number of circuits completed successfully in a consecutive manner, would show a progressive augmentation in the variability of

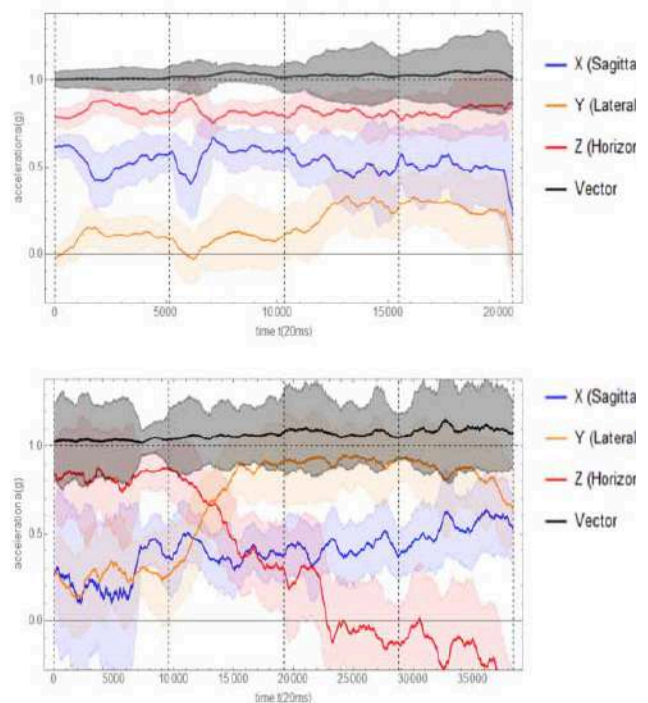


Figure 5.

Graphics of the averages of movement and one standard deviation up and one down of the time series of the accelerometer of the ET. The changes of each accelerometer axis and the derived overall movement vector are shown. For illustrative purposes we focus on the participant that won (upper panel) and another participant that didn't (lower panel).

their time series because this would indicate that they are learning with a wider range of sensorimotor exploration possibilities. As we can see in Figure 5, the best performing participant (upper panel) shows an increase in the variability of his movements as he progresses in the task. On the contrary, an illustrative example of a participant

that did not do so well does not show a steady increase (Figure 5, lower panel). So, participants improved their performance with more practice and situated learning, in other words, mastering of the maze task leads to better results, which seems to be correlated to an increase in movement variability.

Discussion

THE RESULTS DEMONSTRATE THAT THE ENACTIVE TORCH LENDS ITSELF TO EXPLORING KEY TOPICS IN LEARNING cognitive sciences in a practical manner. This embodied interactive approach to learning aided the students who were conducting the study in gaining new insights. In this section we describe some anecdotes of acquired knowledge they considered to be particularly valuable.

The students are faced with new possibilities to think about what measures to use and what kind of data analysis tools are better when, for instance, the aim is to get more evidence about sensorimotor theory. And they appreciate in practical terms the importance of the current debates concerning the conceptual change about consciousness, perceptual experience, and cognition for experimental design.

Especially the ET may be useful for structuring and constraining student navigation in the task, and providing guidance for thinking while avoiding cognitive overload. Thus, the ET as a form of scaffolding, presented a specific aid for visualizing procedures. Its strength consists in its ability to simultaneously support multiple students to engage in a variety of presentations of the embodied cognitive processes and to reinforce task procedures. However, we also have to take into account that there could be other students who prefer and choose the more traditional expert-novice approach. Ultimately, a diversity of approaches may work best. We can support the idea that learning took place when students had an active engagement while interacting with this specific learning environment. They gained understanding in the development of competing theories (i.e. traditional against 4E cognition theories to explain sensory substitution), about how the Enactive Torch can facilitate a kind of interactive learning, and about situated learning for performing interdisciplinary research with their peers and for each of their projects.

The Enactive Torch also fosters interdisciplinary research since, for instance, psychologists are brought into contact with practical issues related to engineering, computer



Figura 6.

Credits: Subdirección de Comunicación, DGTIC, UNAM

programming, and time series analysis, while engineers need to think about human experimental design and qualitative research.

Last but not least, using the device to find your way around with closed eyes can also be a lot of fun. To some extent, it brings us one step closer to addressing that classical philosophical challenge [28] to know “what it is like to be a bat”, which in this case is approximated by using ultrasound to see with your hands.

We can say that these tool-based learning strategies enable students to work in a dialogical and co-constructed manner, to carry out a task which they would not have been able to manage on their own, that bring them to a state of competence which will enable them eventually to a better understanding of 4E cognition and subjective experience. They realize that knowing is embedded in particular contexts, where the role of technological artifacts works as a mediation for knowing, and to complete such kind of experimental task on their own. Furthermore, some active students achieved some greater level of independent competence as a result of the ET as a scaffolding. For instance, active students saw the ET as a tool for understanding the differences on the learning patterns between different subjects, made them realize the difference in learning processes between individuals and which are the variables involved.

In summary, these is what the students have gained in using this technological scaffolding:

- Possibilities for learning and performance become enhanced because experimental task is embedded in a realistic environment, making the scientific process more transparent.
- The bidirectional nature of technological scaffolding promotes abilities for shared understanding and later, for independent learning.
- As distributed, interdisciplinary expertise is promoted, support is no longer only provided by the supervisor, but by peers in other disciplines as well.

This technical report gave an account of a pilot study that was largely self-organized by students, but these anecdotal observations are quite encouraging to further pursue this approach. Next steps are to put together the complete immersive maze task experience with all the elements in place to build the bridge between first- and third-person methods, and to continue analyzing which methods are more useful both for the task itself, and for having a more interactive learning.

Conclusion

IN MEXICO, AS IN THE REST OF THE WORLD, THERE IS A GROWING ACCEPTANCE OF APPROACHES TO COGNITIVE science that ground cognition in agent-environment interaction dynamics, the so-called “4E cognition” perspectives ([29]). In this technical report, we presented some of the implications of these perspectives in the context of educational practices. More specifically, we presented the Enactive Torch sensory substitution interface as a suitable research platform. It allows students to gain first-hand experience of the transformative effects that interaction via technology has on their bodily and perceptual experience, and it permits them to design their own psychological studies with the aim of trying to measure and analyze these effects, which also expose them to the difficulties of scientifically dealing with embodiment and consciousness in a rigorous manner.

Acknowledgements

WE THANK ALL THE MEMBERS OF THE 4E COGNITION GROUP FOR THEIR ENCOURAGEMENT AND SUPPORT IN running this study. We acknowledge financial support from UNAM-DGAPA-PAPIIT project IA104717.

REFERENCES

- [1] LS, Vygotsky, *Thought and language*. MIT Press, 1962.
- [2] J. Dewey, *Experience and education*, New York: Macmillan, 1938.
- [3] D. D. Hutto, M. D. Kirchhoff, & D. Abrahamson, "The enactive roots of STEM: Rethinking educational design in mathematics," *Educational Psychology Review*, vol. 27, no. 3, pp. 371-389, 2015.
- [4] R. Chrisley, "Philosophical foundations of artificial consciousness," *Artificial Intelligence in Medicine*, vol. 44, no. 2, pp. 119-137, 2008.
- [5] D. Ihde, *Postphenomenology and technoscience: The Peking university lectures*, Suny Press, 2009.
- [6] K. Barad, *Meeting the universe halfway: Quantum physics and the entanglement of matter and meaning*, Duke university Press, 2007.
- [7] FJ. Varela, E. Thompson, & E. Rosch, *The embodied mind: cognitive science and human experience*. MIT Press, 1991.
- [8] S. Gallagher, *How the body shapes the mind*. Oxford University Press, 2005.
- [9].E. von Glasersfeld, *Radical Constructivism: A Way of Knowing and Learning*, London, UK: Falmer, 1995
- [10] T. Froese, & EA. Di Paolo, "The enactive approach: Theoretical sketches from cell to society." *Pragmatics & Cognition* 19, no. 1, pp. 1-36, 2011.
- [11] J. A. Fodor, "The present status of the innateness controversy". In Jerry Fodor (ed.), *RePresentations: Philosophical Essays on the Foundations of Cognitive Science*. Cambridge, MA: MIT Press. pp. 257-316 (1981)
- [12] T. Froese, M. McGann, W. Bigge, *et al.*, "The enactive torch: a new tool for the science of perception," *IEEE Transactions on Haptics*, vol. 5, no. 4, pp. 365-375, 2012.
- [13] Y. Visell, "Tactile sensory substitution: Models for enaction," *HCI. Interacting with Computers*, vol. 21, no. 1-2, pp.38-53, 2008.
- [14] C. Lenay, O. Gapenne, S. Hanne-ton, C. Marque, *et al.*, "Sensory substitution: Limits and perspectives," in *Touching for knowing*, 2003, pp. 275-292.

- [15] P. Bach-y-Rita, & S. W. Kercel, "Sensory substitution and the human-machine interface," *Trends in Cognitive Sciences*, vol. 7, no. 12, 2003.
- [16] T. Froese & A. Spiers, "Toward a phenomenological pragmatics of enactive perception," in *Enactive/07: Proceedings of the 4th International Conference on Enactive Interfaces*, 2007, pp. 105-108.
- [17] L. H. Favela, M. A. Riley, K. Shockley & A. Chemero, "Perceptually Equivalent Judgments made Visually and via Haptic Sensory-Substitution Devices," *Ecological Psychology*, vol. 30, no. 4, pp. 326-345, 2018.
- [18] F. J. Varela, & J. Shear, "First-person methodologies: What, why, how," *Journal of Consciousness studies*, vol. 6, no. 2-3, pp. 1-14, 1999.
- [19] P. Sharma & M.J. Hannafin, "Scaffolding in technology- enhanced learning environments", *Interactive Learning Environments*, vol. 15, no.1, pp. 27-46, 2007.
- [20] J. K., O'Regan & A. Noë, "A sensorimotor account of vision and visual consciousness," *Behavioral and Brain Sciences*, vol. 24, no. 5, pp. 939-73, 2001.
- [21] L. Cardinali, F. Frassinetti, C. Brozzoli, C. Urquizar, A. C. Roy & A. Farnè, "Tool-use induces morphological updating of the body schema," *Current Biology*, vol. 19, no. 12, R478-R479, 2009.
- [22] M. Kaiser, Common Connectome Constraints: From *C. elegans* and *Drosophila* to *Homo sapiens*, arXiv preprint. 2014. [Online]. Available: <https://arxiv.org/abs/1405.3334> arXiv:1405.3334 [Accessed Nov. 6, 2018].
- [23] J. Von Neumann, "Distribution of the ratio of the mean square successive difference to the variance". *The Annals of Mathematical Statistics*, vol. 12, no. 4, pp. 367-395, 1941.
- [24] C. Bandt, & B. Pompe, "Permutation entropy: a natural complexity measure for time series," *Physical Review Letters*, vol. 88, no. 17, 174102, 2002.
- [25] P. E. A. Di. Paolo, T. Buhrmann, & X. Barandiaran, *Sensorimotor Life: An enactive proposal*. Oxford: Oxford University Press, 2017.
- [26] D. Hutto, & E. Myin, *Radical enactivism: Basic minds without content*. Cambridge, MA: MIT Press, 2013.
- [27] L. Cardinali, C. Brozzoli, L. Finos, et al., "The rules of tool incorporation: Tool morpho-functional & sensori-motor constraints," *Cognition*, vol. 149, pp. 1-5, 2016.
- [28] Nagel, T, "What is it like to be a bat?" *Philosophical Review*, vol. 83, no. 4, pp. 435-350, 1974.
- [29] X. González-Grandón & T. Froese, "Grounding 4E Cognition in Mexico: Introduction to Special Issue on Spotlight on 4E Cognition Research in Mexico," *Adaptive Behavior*, vol. 26, no.5, pp. 189-198, 2018.

Cómo se cita:

XGonzález Grandón, L. Zapata-Fonseca et al., "The Enactive Torch: Interactive Embodied Learning with a Sensory Substitution Interface," *TIES, Revista de Tecnología e Innovación en Educación Superior*, n.o. 1, diciembre, 2018. [En línea]. Disponible en: <https://www.ties.unam.mx/> [Consultado en 13 diciembre, 2018].

INTEGRACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR: UN MODELO PARA CLASIFICAR LAS IES A PARTIR DE UN ESTUDIO CUALITATIVO

Guillermo Rodríguez Abitia

Marina Kriscautzky Laxague

<https://www.ties.unam.mx/>

Fecha de recepción: 21 de junio de 2018 • Fecha de publicación: 14 de diciembre de 2018

Diciembre 2018 | número de revista 1 • ISSN 2683-2968



Acervos Digitales, Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación, UNAM

Esta obra está bajo licencia de Creative Commons
Atribución-No Comercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0)

INTEGRACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR: UN MODELO PARA CLASIFICAR LAS IES A PARTIR DE UN ESTUDIO CUALITATIVO

Resumen

El presente trabajo presenta los resultados de un estudio de corte cualitativo realizado en universidades mexicanas y extranjeras para evaluar el nivel de integración de tecnologías de información y comunicación (TIC) en las instituciones de educación superior, tomando en cuenta dos ejes: el tecnológico y el pedagógico. Cada eje se desglosó en componentes que nos permitieron definir el nivel de integración de TIC en cada institución. A partir de los datos obtenidos, se diseñó una rúbrica para otorgar un puntaje a cada componente y así obtener una visión integrada numérica de los mismos. Finalmente, se crearon cuatro grupos para explicar el nivel de integración de TIC en cada institución y observar, al mismo tiempo, los componentes que deberían ser abordados para mejorar.

Palabras clave:

TIC, educación superior, modelo de categorización, integración tecnológica.

INTEGRATION OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES IN HIGHER EDUCATION: A MODEL TO CLASSIFY THE STATE OF HEIS BASED ON A QUALITATIVE STUDY

Abstract

This paper shows the results of a qualitative study, conducted in Mexican and foreign universities to assess their level of integration of information and communication technologies (ICT). This was done taking into consideration two axes: the technological and the pedagogical. Each axis was broken down into components that allowed us to define the level of ICT integration in each institution. Based on the data obtained, a rubric was designed to assign a score to each component and thus obtain an integrated numeric perspective. Finally, four groups were created to explain the level of ICT integration for each institution and to observe, at the same time, the components that should be considered to improve this process.

Keywords:

ICT, higher education, categorization model, technological integration.

INTEGRACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR: UN MODELO PARA CLASIFICAR LAS IES A PARTIR DE UN ESTUDIO CUALITATIVOS

Introducción

LA INTEGRACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN (TIC) EN LA EDUCACIÓN ES UN TEMA de debate actual, no ya enfocado a la pertinencia de integrarlas sino orientado a cuáles son las mejores prácticas para lograrlo en las instituciones educativas a nivel superior. Cada grado educativo plantea diferentes desafíos, por lo que es necesario definir los ejes fundamentales que cada entidad debe tomar en cuenta para planear e implementar el uso de TIC tanto para la administración como para la formación de los estudiantes.

El objetivo de éste trabajo fue revisar las formas en que las instituciones de educación superior han asumido el desafío de la integración de TIC y su aplicación al proceso educativo, con el fin de identificar los diferentes factores que influyen en la elección, disponibilidad y su uso para promover el aprendizaje.

A continuación se describe la metodología, los instrumentos creados, el análisis de los datos y los resultados obtenidos mediante un estudio cualitativo utilizado en un grupo de universidades en 7 países.

Revisión documental

EL ANÁLISIS DOCUMENTAL PERMITIÓ IDENTIFICAR LOS TEMAS RECURRENTES REPORTADOS EN LA LITERATURA sobre TIC y educación, así como las tendencias y casos de éxito en la planeación y definición de estrategias de integración.

De los documentos trabajados se obtuvo tanto los estándares y objetivos de largo plazo propuestos por organismos internacionales como la UNESCO [1][2][3] Instituto de Estadística de la UNESCO [4], así como los posibles escenarios futuros en el uso de tecnologías en el ámbito educativo [5]. Se contó también con experiencias de países latinoamericanos como Chile [6], y Colombia [7] en el planteamiento de políticas nacionales de integración tecnológica, y propuestas concretas de construcción de indicadores de habilidades digitales desarrolladas por organismos y universidades mexicanas y extranjeras tales como, ISTE [8], INTEF [9] [10] y DGTIC-UNAM [11].

Los temas clave identificados se centraron en la infraestructura de redes, el equipamiento de cómputo y software y las transformaciones en los modelos educativos, con la consecuente necesidad de desarrollar estrategias de formación docente. Pilares que constituyen las bases para el diseño de las políticas públicas de diversos países de América Latina y El Caribe con respecto a la integración de TIC en los sistemas educativos y en la promoción del uso de éstas como medio para el desarrollo científico y económico.

Asimismo, se logró definir en qué consiste el dominio de éstas tecnologías y cómo se relaciona con el aprendizaje y la producción de conocimiento. Esto indica la importancia de considerar los entornos tecnológicos como espacios específicos para el trabajo escolar y su necesaria incorporación a los contenidos del currículo.

Finalmente, en los modelos educativos de las instituciones analizadas se encontraron dos ejes fundamentales para el éxito de la integración tecnológica: la formación docente y las necesidades educativas como fundamento para determinar qué tecnología, en qué cantidad y con qué servicios se requieren en cada institución.

En suma, se identificaron cinco componentes fundamentales en la formulación de estrategias tendientes a incorporar las TIC en el medio educativo:

1. Planeación de la integración de TIC en función de los objetivos de la educación.
2. Infraestructura tecnológica.
3. Formación docente. Habilidades digitales de docentes y estudiantes.
4. Integración de TIC en los diseños curriculares.
5. Pertinencia y calidad de contenidos educativos digitales.

La lista anterior constituye el marco para la investigación cualitativa que se presenta en la siguiente sección.

Metodología

CON EL FIN DE IDENTIFICAR REFERENTES DE USO TECNOLÓGICO PARA LA EDUCACIÓN A NIVEL NACIONAL E internacional se decidió analizar un grupo selecto de instituciones de educación superior. Este grupo debía incluir instituciones mexicanas y extranjeras, de diversos tamaños, tanto públicas como privadas. Se trató de buscar casos típicos, pero también aplicables y comparables con la realidad de México. Por ello, el énfasis se hizo en instituciones de diferentes regiones del país y Latinoamérica. Sin embargo, se incluyeron algunas universidades de Estados Unidos y España que ofrecieran escenarios de países con alto nivel de desarrollo (EUA) y un modelo nacional de integración de TIC (España). Se buscaron elementos comunes que debieran incluirse en un plan de integración tecnológica para una institución de educación superior. Cabe señalar que tanto EUA como España son países que ejercen gran influencia en la aplicación de modelos educativos en México.

El análisis de las instituciones conllevó dos elementos primordiales: (1) **entrevistas de profundidad semi-estructuradas** con personas que tuviesen roles clave, como responsables de TIC, responsables de modelos educativos, directivos y profesores, entre otros, y (2) **observación física in situ de las instalaciones y los servicios**. La muestra estratégica generada incluyó siete universidades

mexicanas públicas y tres privadas, en rangos de tamaño desde pequeña hasta mega. A continuación se enlista la composición de las universidades extranjeras: Argentina, dos públicas; Brasil, una pública y otra privada; Chile, una pública y una privada; Perú, una privada; España tres públicas (en este país las universidades privadas tienen poca influencia); y en Estados Unidos, dos privadas. Los perfiles en éstas instituciones abarcaron desde Educación, hasta aquellas especializadas en Administración de Empresas o en Ingenierías y Tecnología. Por supuesto, la mayoría eran instituciones de oferta generalizada.

Para realizar las entrevistas de profundidad y derivado de la revisión del estado del arte y las tendencias en la literatura, se diseñó una guía de interrogantes, que pudiese aplicarse en las instituciones seleccionadas. Se incluyeron preguntas que analizaran con gran riqueza de contexto los cinco componentes identificados en la revisión documental.

Se establecieron citas con las personas de cada institución para entrevistarlas. Durante éste proceso se contó con el apoyo de observadores para realizar tanto el análisis, grabación y observaciones físicas, como la transcripción y codificación de cada una, con el fin de determinar el estado de la institución en cada componente. Para ello, se determinó una estructura de codificación que identificara cinco niveles de **madurez** en cada uno, siendo estos en orden de menor a mayor: (1) ausente, (2) incipiente, (3) medio, (4) integrado y (5) consolidado.

Resultados

LOS COMPONENTES 1 Y 2 FUERON AGRUPADOS BAJO EL RUBRO DE EJE TECNOLÓGICO O DE NIVEL DE TIC, es decir, el grado de madurez de la institución en la planeación y despliegue de forma pertinente y suficiente para el quehacer universitario. Los componentes 3, 4 y 5, se agruparon en el eje pedagógico para reflejar la experiencia en la aplicación educativa de las tecnologías, también denominado nivel de TAC (Tecnologías para el aprendizaje y el conocimiento.)

A partir de la transcripción de las entrevistas se calificó cada uno de los componentes utilizando la rúbrica antes mencionada.

Para cada Institución se realizó una gráfica de brecha que contiene los puntajes obtenidos en cada uno de los cinco componentes comparados con la media obtenida por las instituciones mexicanas y la media obtenida en

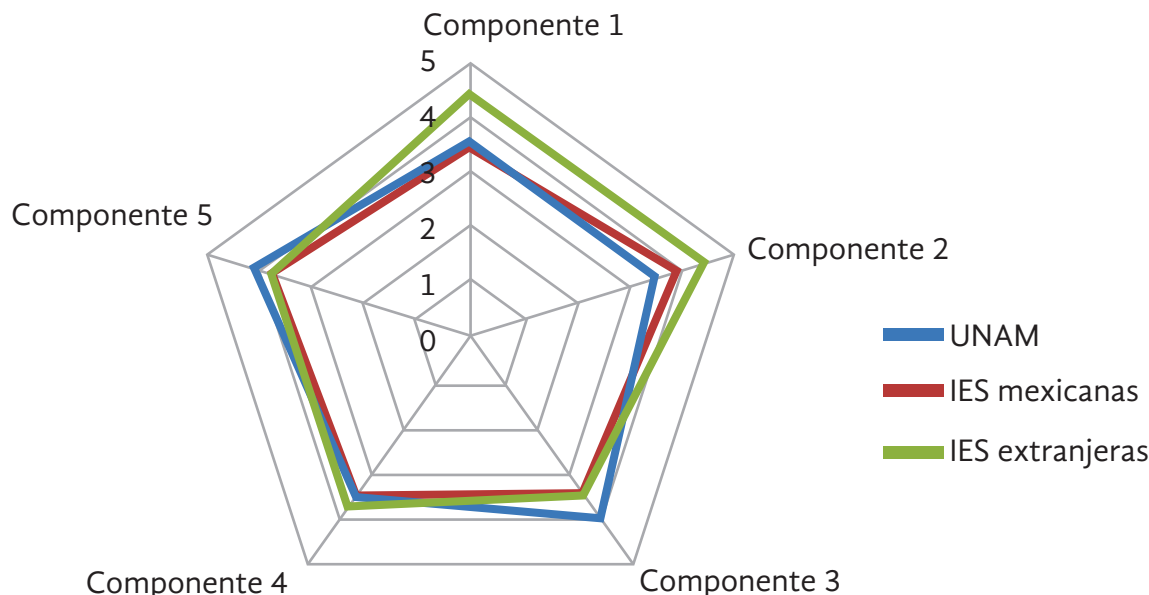


Figura 1. Gráfica de brecha. Universidad Nacional Autónoma de México.
Fuente: Elaboración propia.

las universidades extranjeras. La Figura 1 muestra un ejemplo de estos resultados que resume la posición de la UNAM.

Este análisis, representado en la gráfica anterior, identifica los componentes que requieren mayor atención y, al mismo tiempo, se observa la distancia de cada institución con respecto a las demás instituciones observadas. No se trata de una evaluación exhaustiva sino de un modelo que puede replicarse en diferentes instituciones o al interior de algunas universidades para tener un panorama del estado actual de la integración de TIC y de las acciones que se requieren de forma prioritaria. Esto, en el entendido de que todos los componentes se interrelacionan y no pueden fortalecerse por separado.

Como segunda etapa de análisis, las calificaciones de cada componente se promediaron para obtener el puntaje en cada uno de los dos ejes: tecnológico (componentes 1 y 2) y pedagógico (componentes 3, 4 y 5).

La gráfica de dispersión mostrada en la figura 2, ubica la posición de las IES respecto a los dos ejes descritos.

Las IES están identificadas con códigos en la forma PP#-TFV, donde los primeros dos caracteres (PP) se refieren al país, pudiendo ser MX para México, AR para Argentina, B para Brasil, CL para Chile, PE para Perú,

ES para España y EU para Estados Unidos, seguido de un número secuencial arbitrario (#) dentro de cada grupo por país. Después del guión se encuentran los códigos T (tamaño), F (financiamiento) y V (vocación). Los tamaños pueden ser mega (M), grande (G), mediana (D) y chica (C). Por otro lado, el financiamiento puede ser público (P) o privado (R) y la vocación toma el valor de general (G) o especializado (E).

A simple vista, es posible agrupar el **comportamiento** y **madurez** de las instituciones en cuatro categorías. En el primer grupo se incluyen instituciones que, si bien preocupadas por aprovechar la tecnología de una manera eficiente y eficaz, no han llevado a cabo acciones para lograrlo de manera constante. Estas instituciones tienen planes e iniciativas para mejorar, aunque no siempre van acompañadas de los recursos que requieren. A este grupo se le ha denominado “Emergentes” y puede esperarse que, con los incentivos correctos, crezcan sobre la pendiente y capitalicen su tecnología rápidamente. El segundo grupo es el de “Evolutivos”. Este grupo incluye instituciones con niveles entre medio e integrado en ambos ejes, pero que se considera en transición y crecimiento. Esto significa que la integración tecnológica tiene un avance considerable, pero aún no está en el nivel de virtuoso

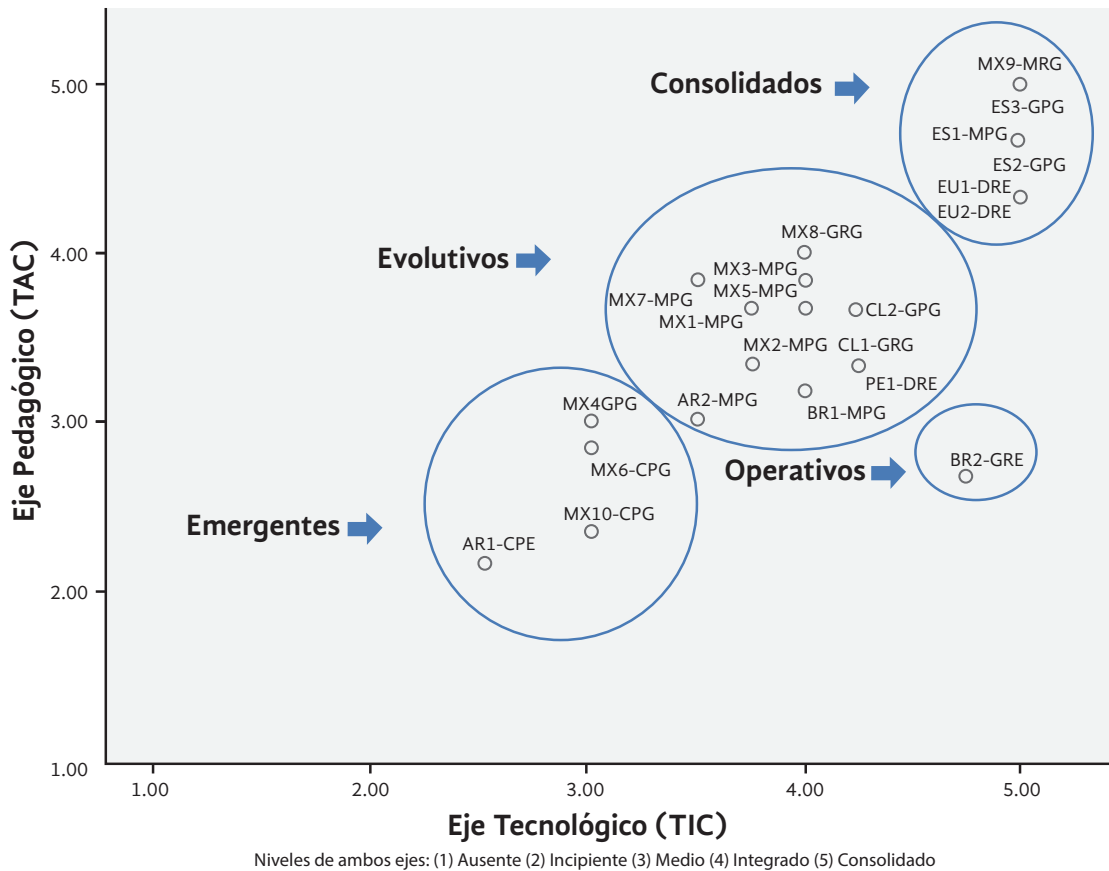


Figura 2. Gráfica de dispersión de las IES y grupos identificados.
Fuente: Eeaboración propia.

que se desearía. Esto puede obedecer a cuestiones políticas, presupuestales, de complejidad por su gran tamaño (muchas de las grandes y mega universidades mexicanas están ubicadas en esta categoría) u otros factores. Con esfuerzos centralizados y bien orientados, podrían alcanzar la cobertura que aún no consiguen y enfocar al aprovechamiento educativo más sofisticado que el que brinda usar software básico de productividad. El hecho de que aún no cuenten con la infraestructura completa, impide crecer al siguiente nivel de madurez. La IES identificada como BR2-GRE constituye un grupo propio, debido a que su infraestructura tecnológica es fundamental para su modelo de operación, principalmente debido a que es una institución de educación exclusivamente en línea, con algunas interacciones presenciales.

Este grupo se ha denominado “Operativos”, ya que la tecnología tiene como objetivo ser principalmente un medio de entrega, pero el aprovechamiento para fines pedagógicos es limitado a unas cuantas funciones. Este ejemplo es importante para indagar a futuro cómo pueden integrar las TAC a instituciones o programas que funcionan completamente en línea. Finalmente, el cuarto grupo (el más avanzado) se compone principalmente de instituciones pertenecientes a economías desarrolladas, aunque también incluyen a una de las principales universidades privadas de nuestro país. Este grupo, denominado de los “Consolidados”, no incluye instituciones con uso tecnológico perfecto, sino aquellas que tienen gran congruencia entre su estrategia de operación, su modelo educativo y su apoyo tecnológico.



Figura 3.
Fuente: Eduardo Sepúlveda, DGTIC, UNAM

Conclusión

COMO SE SEÑALÓ AL INICIO, LA NECESIDAD DE INTEGRAR LAS TIC EN LA EDUCACIÓN, Y ESPECÍFICAMENTE EN LAS instituciones de educación superior, son un hecho que no se discute. Sin embargo, las estrategias para lograrlo son complejas e involucran tener en cuenta elementos de diversa naturaleza. En la mayor parte de los estudios y en el diseño de políticas públicas se pone el énfasis en la dimensión tecnológica [12].

Uno de los principales beneficios de este trabajo es que toma en cuenta y vincula las perspectivas tecnológica y pedagógica, considerándolas inseparables y necesarias tanto para la planeación de la integración tecnológica como para hacer evolucionar un nivel de madurez de integración de las TIC hacia un nivel superior.

Un esfuerzo de integración puede ser dirigido y monitoreado con eficacia sabiendo el estado actual de cualquier organización. A partir del diagnóstico se pueden definir los siguientes pasos y se pueden calcular los recursos. El marco presentado sirve no sólo como un

medio para mapear el estado actual de una institución y clasificarlo en un grupo, sino para ubicar las prioridades en el continuo de los dos ejes, y evaluar el estado deseado de cada institución en función de su modelo educativo y operativo.

Independientemente de la nacionalidad de las instituciones en estudio, los componentes que constituyen los dos ejes que organizan el análisis parecen mantenerse de manera muy sólida en el modelo propuesto. Es importante llevar a cabo una validación adicional para que el modelo pueda aumentar su validez y rigor externos. Por lo tanto, es recomendable aumentar el número de instituciones y regiones, así como identificar nuevas vocaciones no consideradas, y ver cómo evoluciona el modelo.

Como observación final, no se puede negar que la integración de las TIC en la era digital ya no es opcional para las instituciones educativas. Sin embargo, hay que tener siempre en cuenta que la educación es un proceso y la tecnología el vehículo para su facilitación. Los productos de tecnología educativa nunca serán el fin, sino simplemente los medios.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] UNESCO, *Tecnologías digitales al servicio de la calidad educativa. Una propuesta de cambio centrada en el aprendizaje para todos*. Santiago de Chile: UNESCO, 2016.
- [2] UNESCO, *Global Media and Information Literacy Assessment Framework: Country Readiness and Competencies*. París, Francia: UNESCO, 2013.
- [3] Instituto de Estadística de la UNESCO, *Medición de las tecnologías de información y comunicación (TIC) en la educación- Manual de usuario*. Montreal: UNESCO, 2009.
- [4] UNESCO, *ICT Competency Standards for Teachers*. United Kingdom: UNESCO, 2008.
- [5] L. Johnson, S. Adams Becker, M. Cummins, et al., *NMC Informe Horizon 2016 Edición Superior de Educación*. Austin, Texas: The New Media Consortium, 2016.
- [6] UNESCO, *COMPETENCIAS Y ESTÁNDARES TIC desde la dimensión pedagógica: Una perspectiva desde los niveles de apropiación de las TIC en la práctica educativa docente*. Santiago de Chile: UNESCO, 2016.
- [7] Ministerio de Educación Nacional de Colombia, *Competencias TIC para el desarrollo profesional docente*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Educación Nacional, 2013.
- [8] ISTE, *ISTE Standards for Educators. A guide for Teachers and Other Professionals*. EUA: International Society for Technology and Education, 2017.
- [9] INTEF, *Marco común de competencia digital docente*. España: Ministerio de educación, cultura y deporte, 2017.
- [10] A. Ramírez Martinell y M. A. Casillas, *Saberes digitales de los docentes de educación básica. Una propuesta para la discusión desde Veracruz, Xalapa, Veracruz: Secretaría de Educación de Veracruz*, 2017.
- [11] DGTIC-UNAM, "Matriz de habilidades digitales," *Coordinación de Tecnologías para la Educación h@bitat puma* [En línea]. Disponible en: <https://educatic.unam.mx/publicaciones/matriz-habilidades-digitales.html> [Consultado en mayo 14, 2018].
- [12] J. L. Ponce López, coord. *Estado actual de las tecnologías de la información y las comunicaciones en las instituciones de educación superior en México: estudio ejecutivo 2016*, México, D.F. : ANUIES, Dirección de Producción Editorial, 2016.

Cómo se cita:

GRodríguez Abitia y M. Kriscautzky Laxague, "Integración de Tecnologías de Información y Comunicación en la Educación Superior: un modelo para clasificar las IES a partir de un estudio cualitativo," *TIES, Revista de Tecnología e Innovación en Educación Superior*, n.o. 1, diciembre, 2018. [En línea]. Disponible en: <https://www.ties.unam.mx/> [Consultado en diciembre 13, 2018].