



# TICAL

JULIO 2017

## Potenciando la Universidad del Siglo XXI Soluciones TIC para pensar la universidad del futuro





Potenciando la Universidad del Siglo XXI

---

**Soluciones TIC para pensar la universidad del futuro**

© Copyright RedCLARA 2017  
Todos los derechos reservados.

Partes de este informe pueden ser libremente copiadas,  
sin alteraciones, brindando la fuente original  
y preservando los derechos de autoría.

COORDINADOR Y COMPILADOR DE LA PUBLICACIÓN  
Ernesto Chinkes  
Presidente Honorario de TICAL

COORDINACIÓN RedCLARA  
Carmen Gloria Labbé  
Gerente General Adjunta RedCLARA

EDICIÓN DE CONTENIDOS  
María José López  
Gerente de Comunicaciones y  
Relaciones Públicas RedCLARA

Primera edición, junio de 2017.  
ISBN: 978-956-9390-06-7

# Capítulos

- 1 Big Data y Analytic  
ERNESTO CHINKES
- 2 Iot y los campus inteligentes  
DIANA ROCIO PLATA ARANGO
- 3 La Supercomputadora en la investigación  
LUIS ALBERTO GUTIÉRREZ DÍAZ DE LEÓN
- 4 Dispositivos móviles en la dinámica universitaria  
NADJA ALEJANDRA STAROCELSKY VILLAVICENCIO
- 5 Las redes sociales como plataformas de aprendizaje  
ROBERTO PRICE ROJAS

# Índice

11      Presentación

·      **Capítulo 1: Big Data y Analytic**

13      1. Una mirada estratégica acerca de los datos

13          1.1. Qué es la big data

14          1.2. Por qué crecen los datos

15          1.3. Analytics: usando todo su potencial

15      2. Big data y analytics en la universidad

15          2.1. Por qué crecen los datos en la universidad

18          2.2. ¿Están las universidades aprovechando los datos?

18          2.3. Cómo pueden mejorar los procesos de enseñanza

19          2.4. Cómo pueden mejorar los procesos de investigación

21          2.5. Cómo pueden mejorar los procesos de extensión

22          2.6. Cómo pueden mejorar los servicios

23          2.7. La gestión y la toma de decisiones

24      3. La tecnología detrás de los datos

24          3.1. Desafíos de la gestión de datos

26          3.2. Monogodb

26          3.3. Cassandra

27      4. Conclusiones

27      5. Referencias bibliográficas

·      **Capítulo 2: Internet de las Cosas y campus inteligentes**

29      1. Campus inteligentes

30      2. Internet de las Cosas

30          2.1. Un repaso a la arquitectura de iot

32          2.2. Características de iot

33      3. Universidades que han desarrollado de campus inteligentes e internet de las Cosas

33          3.1. Universidad de China

33          3.2. Universidad de Glasgow

34          3.3. Prince Sultan University

34          3.4. Universidad Deakin

35          3.5. Universidad de Wisconsin

35          3.6. ¿Qué sucede en Latinoamérica?

36	4. Cómo mejorar la administración de las universidades
37	5. Cómo se puede aplicar en lo misional de las universidades
38	5.1. A nivel de enseñanza
38	5.2. A nivel de investigación
39	5.3. A nivel de extensión
40	6. Algunos retos en el iot
40	6.1. Para los directores de tecnología en las universidades
41	6.2. Retos en seguridad de la información y privacidad
42	7. Conclusiones
43	8. Referencias bibliográficas

### **Capítulo 3: La Supercomputadora en la investigación**

.	1. Introducción
45	2. Supercómputo en el mundo
46	2.1. El top500
46	2.2. Latinoamérica y el supercómputo
47	2.3. Investigación científica y crecimiento económico: una posible relación causal
48	3. El supercómputo en la educación del siglo XXI
49	3.1. Relevancia del supercómputo en las universidades
49	3.2. Investigaciones actuales
49	3.3. Retos
51	4. Conclusiones
52	5. Referencias bibliográficas
53	

### **Capítulo 4: Dispositivos móviles en la dinámica universitaria**

.	1. Introducción
55	2. Dispositivos móviles
55	2.1. Aplicaciones móviles y servicios en la nube
56	2.2. Redes inalámbricas e internet
57	2.3. Data Analytic
57	2.4. Servicios y sistemas de información
58	2.5. Cultura organizacional
58	3. Impacto en la docencia
58	3.1. ¿Qué generación de estudiantes están recibiendo las universidades, sus dispositivos móviles y demandas?

60	3.2. ¿Qué dispositivos usan los estudiantes en clases?
60	3.3. ¿Que están haciendo las universidades para incorporar los dispositivos móviles en el proceso de la docencia?
62	3.4. ¿Qué tipo de APP utilizan los estudiantes universitarios?
62	4. Impacto en la investigación
62	4.1. ¿Colaboración, oportunidades de acceso a información?
62	4.2. ¿Cómo apoyan los dispositivos móviles para captura de datos asociados a investigación?
63	5. Impacto en vinculación con el medio/extensión
63	5.1. ¿Qué iniciativas asociadas a la vinculación pueden ser apoyadas por los dispositivos móviles?
64	6. Impacto en la gestión
64	6.1. ¿Cómo apoyan los dispositivos móviles a la gestión institucional?
65	7. Referencias bibliográficas

## **Capítulo 5: Las redes sociales como plataforma de aprendizaje**

67	1. Uso de las redes sociales en la actualidad
67	1.1. Las redes sociales en cifras
68	1.2. Razones para el uso de redes sociales
68	1.3. Aspectos positivos y negativos del uso de las redes sociales
70	2. Uso de las redes sociales en las instituciones de Educación Superior IES
71	3. Las redes sociales como plataformas de aprendizaje
72	3.1. Colaboración abierta versus privacidad
73	4. El futuro de las redes sociales en IES
73	5. Referencias bibliográficas

75	<b>Autores</b>
----	----------------







# Presentación

---

En el año 2015 publicamos **“Las Tecnologías de la Información y la Comunicación. Potenciando la Universidad del Siglo XXI. CLAVES PARA UNA POLÍTICA TIC UNIVERSITARIA”**.

Allí describíamos la época disruptiva que están atravesando las universidades, y proponíamos una mirada estratégica para que las tecnologías permitieran potenciar las instituciones de educación superior de nuestra región. Se proponía el análisis de las capacidades de la tecnología en las distintas temáticas de la vida universitaria, la importancia de fijar políticas TIC a largo plazo, cómo encarar la gobernanza y su gestión para que contribuyan en los objetivos institucionales, la relevancia de la seguridad y las oportunidades que habilitaban para estos tiempos.

Dos años después, otro grupo de referentes en la temática de universidades latinoamericanas se animan a dar un paso más en la misma dirección y pensar, desde la mirada de las universidades de nuestra región, el impacto de algunas de las temáticas y soluciones TIC que están a la vanguardia en este momento.

Se analizan temas diversos, pero a la vez fuertemente interrelacionados, como el big data y las soluciones de analítica, la Internet de las Cosas y los campus inteligentes, la supercomputación, las soluciones con dispositivos móviles y las redes sociales. Se explicitan, en cada caso, sus fundamentos, pero principalmente sus aportes en la enseñanza, la investigación, la vinculación con la sociedad y con la gestión institucional. Se busca, en todos los capítulos, generar aportes que posibiliten mejores universidades.

La apuesta planteada por los autores, no ha sido la mera descripción de tecnologías y conceptos, sino el animarse a

pensar las universidades del futuro. Reflexionar sobre cómo las implementaciones de estas soluciones tecnológicas pueden beneficiar a las instituciones y a su comunidad.

Es para mí un gran honor coordinar esta iniciativa que cuenta con el aporte desinteresado de un grupo de destacados referentes TIC de universidades latinoamericanas, que se han prestado generosamente a formar parte de un equipo de trabajo con el objetivo de ofrecer esta publicación. Debo agradecerles públicamente por su esfuerzo, compromiso y solidaridad.

Espero que el presente trabajo sea de utilidad para las universidades de nuestra región y, también, para otras regiones del mundo; que sirva para ayudar a entender un mundo con más interrogantes que certezas, pero que vislumbra claramente una oportunidad histórica para mejorar las instituciones de educación superior. Anhele que lo aquí escrito sea la semilla que permita germinar muchas de estas ideas.

El mundo y la sociedad están ingresando en una nueva lógica, donde existen datos masivos y un conjunto de innovaciones tecnológicas que se multiplican periódicamente, y que están transformando la sociedad en la que vivimos. Tal como se plantea en el primer capítulo, es una tremenda ola que quien no aprenda a navegar posiblemente termine ahogado en ella. Pero quienes la entiendan, no sólo podrán salvarse, sino que también tendrán la posibilidad de pertenecer al grupo de quienes la modelen y aprovechen las múltiples oportunidades que ofrecen.

Los invito a sumergirse en este texto y animarse a pensar y diseñar juntos el futuro.

**Ernesto Chinkes**  
Mayo de 2017



# 1. Big Data y Analytics

ERNESTO CHINKES

## 1. UNA MIRADA ESTRATÉGICA ACERCA DE LOS DATOS

### 1.1. QUÉ ES LA BIG DATA

El término “Big Data”, que ha trascendido a las tecnologías de la información, convirtiéndose en un concepto usado por diversas áreas disciplinares, podría traducirse como datos masivos. Pero su importancia no está en la traducción literal, sino en el trasfondo que evidencia la difusión generalizada que está teniendo. Es decir, poner a los “datos” en el centro de la escena.

Dicho de otra forma, el “big data” implica que las instituciones se enfoquen en aprovechar la gran cantidad de datos digitales que están disponibles, para mejorar sus decisiones, procesos y servicios.

Desde el año 2010 diversos académicos y especialistas de la ciencia de la administración han comenzado a destacar la importancia y profundidad de este cambio en la ciencia, la sociedad y la economía. En línea con ello, se ha planteado que los datos se estaban convirtiendo, dentro de esta nueva economía, en una materia prima crítica para las empresas, a la par con el capital y el trabajo (Cukier, 2010); se abre la posibilidad de predecir y tomar decisiones más inteligentes en áreas donde los decisores no tenían otra opción que hacerlo basados en la intuición o en la experiencia previa personal o de sus asesores. Se habilita un cambio muy significativo para la toma de decisiones basadas en datos (McAfee, 2012).

Dichas visiones se han ido confirmando y reforzando con el correr de los años, en gran parte por que muchas de las afirmaciones que se planteaban son cada vez más palpables, y cuanto más pasa el tiempo, se refuerzan aún más.

En la actualidad se generan, replican y almacenan enormes cantidades de datos, y existe una clara tendencia a su aumento en forma exponencial. Esa realidad de los datos otorga a las instituciones enormes potencialidades que deben comprender y aprovechar. Las universidades no sólo no son la excepción, sino que tienen la posibilidad de aprovecharlo al máximo.

El crecimiento de los datos digitales disponibles e interno (los produce la propia organización) como externo (se generan fuera del ámbito de la misma y están a su disposición). Los datos permiten la generación de información para que los directivos de las instituciones puedan mejorar la toma de sus decisiones, pero también pueden ser usados para mejorar productos, servicios y procesos que, accediendo en tiempo real a dichos datos y mediante los algoritmos adecuados, le incorporen “inteligencia” a los mismos. Es decir, que no está

relacionado sólo con las tradicionales soluciones de “Business Intelligence” o de “Analytic”, donde los directivos obtienen información útil para tomar decisiones mediante reportes, tableros y otras herramientas de exploración de la información, sino que también permite agregar algoritmos en los sistemas de nivel operativo, o dentro de productos y servicios para que “la inteligencia de los datos” la aprovechen en forma directa los usuarios de éstos.

En el caso de las universidades un ejemplo de esto último se da cuando alumnos y docentes, haciendo uso de nuevas funcionalidades en los sistemas de aprendizaje en línea (LMS) puedan usar la “inteligencia” proveniente de la gran cantidad de datos existentes, para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje. En este caso se le puede mostrar al docente, en forma gráfica o no, cuáles de sus alumnos se los detecta en riesgo de desaprobación la cursada (usando por ejemplo modelos predictivos), luego profundizar el caso de cada uno de los alumnos, mediante gráficos, indicadores y números sobre su desempeño en exámenes y actividades. Podrían obtenerse también recomendaciones basadas en la experiencia previa. Para ello deberán usarse datos de la propia cursada, históricos del alumno, datos de muchos otros alumnos a los cuales les ha ido bien y mal en esa materia y en otras, emplear algoritmos (de modelos predictivos y descriptivos), etc.

Si bien en esta publicación se intenta resaltar una mirada estratégica sobre el uso de los datos en las universidades, sin enfocarse tanto en la pertinencia del término “big data”, basado en sus características y herramientas, vale la pena igualmente describir estas características.

Para diferenciarlo de cualquier otra solución de manejo de datos se plantea comúnmente que estas soluciones tecnológicas deben involucrar las denominadas 3V (Volumen, Velocidad y Variedad) (McAfee, 2012).

**Volumen:** manejo de grandes volúmenes de datos. Los datos a manejar en estas soluciones dan un salto cuantitativo de grandes proporciones respecto de lo gestión tradicional de datos. Los factores de crecimiento que se detallarán en la sección siguiente hacen que sea necesario gestionar bases de datos de Peta bytes (PB). En la actualidad lo más común en bases de datos, aún con millones de registros, es que ocupen apenas unos cuantos Giga bytes (GB), y son recién las bases de datos de enormes proporciones las que pueden llegar a ocupar Tera bytes (que es un giga byte multiplicado por mil). Si una base de datos de Tera bytes crece mil veces recién tendremos una base de datos de Peta bytes como la que se está mencionando.

**Velocidad:** el tiempo de respuesta del “real time” (tiempo

real) es una necesidad que deben cumplir estas bases de datos, a pesar del volumen mencionado. Se pretende recorrer grandes porciones de estas bases de datos (de gran tamaño) y que se cumpla el requisito del tiempo real.

**Variación:** deben manejar múltiples formatos. El big data requiere aprovechar nuevas fuentes de datos, como las redes sociales, donde éstos son mensajes, fotos y videos; usar textos escritos en foros, publicaciones, archivos XML, señales de sensores, etc., que pueden ser semi-estructurados o directamente no-estructurados.

Aunque existen diversos autores que han intentado agregar nuevas "V" para complementar el concepto del big data, hay una que puede merecer especial atención: es la de Veracidad. Es un aspecto clave para el éxito de muchas soluciones, ya que es un desafío verificar la confiabilidad de los datos, sobre todo cuando provienen de diversas fuentes y hay poco tiempo para validarlas, y sus volúmenes de flujos son altos.

Dentro de este análisis es importante destacar que, tal como plantea Mayer (Mayer-Schonberger, 2013), la exactitud es algo propio de la escasez de datos; cuando hay datos masivos esto pasa a ser menos relevante. No es que no importe, pero muchas veces será más importante la posibilidad de entender tendencias globales, que la exactitud de los datos detallados que la componen. Dicho de otro modo, cuando se esté controlando el dinero en el cierre de una caja registradora en un kiosco es importante que la misma coincida hasta con los centavos, pero cuando se analiza los ingresos anuales de un grupo económico multinacional, seguramente que la importancia está en poder comprender cómo están los ingresos al cierre del día, a nivel de miles de dólares, sin tener ninguna significatividad la "exactitud" en las decenas de dólares y mucho menos en los centavos.

## 1.2. POR QUÉ CRECEN LOS DATOS

Para entender el fenómeno que viene ocurriendo con el crecimiento de los datos, que, como se mencionó previamente, es exponencial, tiene sentido detallar algunos de los principales factores que vienen contribuyendo para que ello suceda. A continuación se destacan los siguientes (Chinkes, 2015):

**Los sistemas transaccionales:** En los inicios de la computación las transacciones informáticas guardaban sólo los datos que eran indispensables para su ejecución, pero en línea con la evolución en las capacidades de almacenamiento y la reducción de su costo, eso fue cambiando. En las últimas dos décadas se comenzaron a guardar muchos más datos acerca de las operaciones, independientemente de su utilidad para dicho proceso en el momento de su implementación. Con el correr del tiempo, algunas industrias empezaron a tener la necesidad de gestionar una gran masividad de datos ligados a sus propias transacciones (grandes compañías de comunicaciones, bancos, tarjetas de crédito, etc. que operan millones de registros diarios). En la actualidad, la evolución tecnológica y la innovación en los procesos, hace que muchas más organizaciones comiencen a

ingresar en esta problemática, debido a que se informatizan muchas tareas, aspectos de sus procesos y actividades que tiempo atrás parecían imposibles. Además es ayudado por el surgimiento de soluciones tecnológicas que ponen al alcance de un número mucho mayor de instituciones dicha tipo de gestión.

**Las redes sociales y una comunidad "conectada":** hay redes sociales públicas (como Facebook, Twitter, Instagram, etc.) y otras de tipo corporativo, mediante las cuales las miles de millones de personas en todo el mundo se conectan unas con otras para comunicarse, interactuar, recomendar, motivarse y validar decisiones. Pueden intercambiar mensajes, imágenes, fotos, videos, mantener conversaciones, etc. El ser humano es un actor social, y hoy, mucha de dicha interacción social, en grandes porciones de la población queda registrada en forma digital mediante estas redes. Por lo tanto, es posible obtener y usar los datos que se generan pues muchos de ellos pueden tener gran potencial para la institución.

**Internet de las Cosas (Internet of Things - IoT):** son sensores y dispositivos conectados a Internet, que se incorporan cada vez en mayor cantidad y alcance en las organizaciones, hogares y ciudades. Tal como se verá en el capítulo respectivo, son muchísimos objetos (muchos más que las personas) que tienen la capacidad de generar en forma autónoma muchos datos por segundo. Algunas tecnologías que lo impulsan son los recopiladores biométricos (reconocimiento facial, pulso, presión arterial, etc.), GPS, sensores de ambiente (polución, ruido, humedad, temperatura, luminosidad), sensores de movimiento, de contenido, etc. Los teléfonos inteligentes (smartphones), de uso tan masivo y difundido, también deben ser considerados ya que pueden capturar, generar y enviar datos valiosos en todo momento sin intervención humana. Los datos generados, y transmitidos, pueden intercambiarse entre dispositivos y sistemas; habilitando grandes posibilidades para la innovación y mejora de productos, servicios y procesos.

**Multimedia (videos, fotos y audio):** cada vez se generan y guardan más datos multimedia (imágenes, animaciones, videos y audios), que requieren alta capacidad de almacenamiento, comparativamente con otros tipos de datos. Su uso, que en otros tiempos era una excepción, ha pasado a ser moneda corriente. Prácticamente no se concibe la descripción de una persona o un objeto, sin contar por lo menos con una foto o un video del mismo. Este uso masivo de los datos multimediales cambia notablemente las capacidades para su almacenamiento, transmisión y procesamiento. Sólo por considerar un ejemplo, un único video de 10 minutos puede ocupar 350 MB, lo mismo que almacenar 1.750.000 registros alfanuméricos de 200 bytes cada uno. Por lo tanto, almacenar datos multimediales multiplica fuertemente el volumen de almacenamiento que deben gestionar las bases.

**Los dispositivos móviles:** Las personas en todo momento pueden estar registrando datos en forma consciente o inconsciente (describiendo eventos, tomando registro, registrando sus movimientos,

emitiendo su opinión positiva o negativa, interactuando con sistemas, etc.). Los “teléfonos inteligentes” permiten navegar por Internet, generar una transacción comercial, leer y escribir correos electrónicos, tomar y subir fotografías o videos, leer un libro, etc. Es un dispositivo multipropósito (una computadora que tiene incorporada cámara, micrófono, audio, y otros sensores) con gran capacidad de procesamiento y almacenamiento que puede llevarse en todo momento y a todo lugar. Esto habilita nuevas posibilidades de generación y transmisión de datos, que potencia fuertemente los otros factores descriptos.

**La “nube”:** surgió como un servicio ofrecido principalmente a las áreas TIC con el objetivo de tercerizar infraestructura tecnológica bajo demanda; luego se extendió al público en general. El concepto ofrece recursos de almacenamiento, procesamiento, aplicaciones y servicios, con la dimensión que se requiera, con el único requisito de contar con acceso a Internet. La nube permite considerar de una manera totalmente distinta, los límites en la capacidad de almacenamiento, procesamiento y ancho de banda para la implantación de cualquier solución; respecto de cuando sólo se dispone de las capacidades de la infraestructura propia. Es por ello que posibilita incorporar soluciones de gestión de grandes volúmenes de datos, que de no existir, no serían posibles. Algunos servicios actualmente famosos, que generan y almacenan grandes volúmenes de datos, sólo fueron factibles porque existe la nube.

**Open data y open Access** (datos abiertos y acceso abierto): estos conceptos denotan una tendencia de muchas instituciones, que está acompañado de un cambio cultural a compartir libremente los datos y el conocimiento. En el primer caso referido a bases de datos, en el segundo, a repositorios documentales. Esta tendencia, que se encuentra en crecimiento, también potencia las posibilidades en el uso y generación de datos. La idea es que ya no se encuentren limitadas a las posibilidades individuales de usar los datos propios, sino que se potencian las oportunidades que da la colaboración con miles o millones de voluntades.

### 1.3. ANALYTICS: USANDO TODO SU POTENCIAL

Analytic (analítica) tiene distintos usos y formas de conceptualizarlo, y pueden encontrarse innumerables definiciones. En este contexto parece oportuno relacionarlo con los procesos y las herramientas que permiten la evaluación y análisis de datos para conocer y/o predecir, y ,de esta forma, mejorar las decisiones en los distintos niveles de una institución (Barneveld, 2012). Este concepto también podría aplicarse a otro tipo de soluciones como es el caso del “Business Intelligence” (inteligencia de negocios).

El business intelligence si bien define un tipo de solución tecnológica, intenta -desde su nombre- establecer un concepto relacionado con la gestión de las instituciones: usar los datos para la administración inteligente de la organización a partir de una conducción basada en información. Desde el punto de vista de la solución

tecnológica, es considerar una base de datos preparada para estas soluciones (denominadas data warehouse o data marts según corresponda) y un conjunto de herramientas de exploración y explotación de información, como oferentes de soporte en la toma de decisiones (Chinkes, 2008). Dentro de las herramientas de acceso y exploración de la información, pueden mencionarse tableros de control/comando, navegación de análisis multidimensional, reportes, alertas, etc.

A partir de que comenzara a difundirse el concepto de “analytic”, es que muchos clasifican a las soluciones más convencionales de business intelligence como aquellas que priorizan disponer de información para “diagnosticar”, es decir, para entender qué pasa y por qué pasan las cosas; y a las soluciones de analítica, como aquellas que pretenden predecir lo que pasará, o inclusive, realizar recomendaciones (prescribir) sobre qué decisión tomar.

Analytics se basa en los datos existentes, pero sumando algoritmos denominados “inteligentes”. Es decir, que esta definición introduce dentro de estas soluciones los algoritmos de data mining y machine learning para la realización de modelos predictivos y descriptivos. La minería de datos (data mining) puede definirse como un proceso de descubrimiento de nuevas y significativas relaciones, patrones y tendencias que surgen al examinar grandes cantidades de datos (Pérez López, 2007). Machine learning son métodos computacionales que usan la experiencia para mejorar el desempeño o para hacer predicciones, donde “experiencia” se refiere a la información del pasado que se encuentra disponible, lo que típicamente llevará a considerar los datos electrónicos que fueron colectados y puestos a disposición del análisis (Mohri, 2012).

En líneas generales, lo que puede decirse es que el gran potencial de los datos está dado en el uso que puede hacerse de ellos. Sin un uso inteligente de los mismos, éstos no tienen ninguna utilidad.

Un tipo de uso es el que puede hacerse al disponer de herramientas de acceso a la información para la toma de decisiones. Ya sea de manera de diagnosticar lo que pasó o de intentar entender lo que pasará. El otro tipo de uso está relacionado con aprovechar los datos para habilitar mejores productos, servicios y procesos. En ambos casos la materia prima son los datos que tiene disponibles la institución a lo que deberán agregarse algoritmos, incorporados en el software, para generar inteligencia a partir de ellos.

## 2. BIG DATA Y ANALYTICS EN LA UNIVERSIDAD

### 2.1. POR QUÉ CRECEN LOS DATOS EN LA UNIVERSIDAD

La tendencia explicitada en la sección anterior tiene su correlato en las universidades. Recorriendo distintos aspectos y factores dentro de las instituciones, es posible comprender cómo ese crecimiento de datos está ocurriendo, y por qué se acrecentará en el futuro.

### **Informatización de procesos internos:**

Históricamente, con los inicios de la computación, eran muy pocos los procesos de la universidad que estaban informatizados, y cuando lo estaban, era alguna operación del proceso pero no éste en forma integral. Principalmente se inició por la liquidación de haberes y luego, por las inscripciones de alumnos. Se guardaban los datos mínimos e indispensables para que pudiera realizarse el algoritmo de cálculo para el que se usaba la computación. Con el correr de los años se han ido introduciendo más procesos e incorporando cada vez más datos, valorándoselos como un activo en sí mismo, independientemente de su necesidad para el proceso.

Ya se han informatizado una gran parte de los procesos administrativos de las universidades, como los sistemas de gestión de alumnos, trámites, expedición de títulos, concursos docentes, eventos, convenios, presupuestaria y financiera, proyectos de investigación, etc. El gran cambio que viene impactando a las universidades en los últimos años, y que lo hará mucho más en los venideros, es que los mismos procesos que ya tenían algún nivel de informatización crecerán a partir de registrar mediante datos, muchas actividades que no lo estaban, y aquellas en que sí se tenían datos, los incorporarán en mayor cantidad y precisión.

Si se toma el ejemplo de la gestión de alumnos, la universidad guardaba principalmente los datos que eran necesarios para los procesos de inscripción a materias o exámenes, y para el registro de notas finales. Actividades que se realizaban entre dos y cuatro veces en el año. Actualmente, dado que los sistemas se han venido introduciendo en muchas actividades y procesos de la vida universitaria, se están guardando datos de los alumnos todos los días del año y en todo momento.

Solo por dar algunos ejemplos:

- Registrar la navegación que hacen los alumnos durante las 24 horas, los 7 días de la semana, en las opciones administrativas que ofrece la universidad en su portal web, ya sea de consulta como de trámites en línea.
- Los campus para aprendizaje, registran cuándo y desde dónde accedieron a los contenidos, a las autoevaluaciones, y sus resultados, las actividades, su participación en los foros, etc. Esto también sucede durante las 24 horas, los 7 días de la semana. Todas estas actividades propias del proceso del aprendizaje, quedan registradas mediante datos.
- Las interacciones que hacen alumnos (y también docentes y empleados) con los sistemas de la universidad para su gestión administrativa, ya sea mediante la web o desde terminales de auto consulta, o Apps específicas.
- Sistemas internos que realizan registros de acciones específicas, como los sistemas de control de acceso a los distintos espacios físicos (oficinas, aulas, laboratorios, etc.).

### **Redes sociales y una comunidad conectada:**

Obtener y usar los datos que se generan en las redes sociales, con los distintos actores de la universidad, ya sea en canales institucionales que usen Facebook, Twitter, etc.,

como en redes sociales que organice en forma propia la institución.

Los alumnos, docentes, investigadores, su personal, ex alumnos, y la sociedad que se ve impactada por la universidad, están constantemente interactuando en las redes sociales, y muchos de dichos datos pueden tener gran potencial para la institución.

Por dar un ejemplo de ello, las redes sociales pueden ayudar mucho para registrar lo que pasa con el alumno cuando está fuera de los entornos de aprendizaje, y cuando está en el mundo físico. La llegada de los dispositivos móviles y el registro en las redes sociales de sus opiniones y sus interacciones, puede ayudar para cubrir el vacío que tienen los sistemas que pretenden medir el desempeño de los alumnos a través de los datos (Long, 2011).

Además, en estas redes pueden relevarse opiniones positivas y negativas de la universidad, de su gestión, sus investigaciones destacadas, etc. Así mismo, pueden organizarse redes sociales institucionales para la comunidad universitaria, que ayuden a canalizar esta comunicación y usarla sinérgicamente, generando noticias, poniendo en conocimiento alertas, tomando imágenes, etc., no sólo para que la universidad se comunique con su entorno, sino como una oportunidad única para recibir una retroalimentación directa del mismo.

### **Internet de las Cosas (IoT):**

Los dispositivos superan a las personas, y cada vez hay más. Por otro lado, tienen la capacidad de generar muchos más datos por segundo que una persona, y hacerlo en forma sistemática.

En el caso de la universidad, los sensores ambientales de temperatura, luminosidad o ruido en distintos sectores de la institución pueden estar conectados a la red y generar muchos datos que permitan una administración inteligente de los recursos del edificio, permitiendo climatización automática, encendido y apagado de luces sólo cuando es necesario y con la intensidad adecuada, etc. Permiten, por lo tanto, un mejor servicio y ahorro de energía, así como la disminución del desgaste de los equipos, y el aumento de su vida útil. También posibilitan registrar datos para un adecuado mantenimiento y mejora de su disponibilidad.

El IoT puede registrar en tiempo real, mediante sensores conectados a la red, si están ocupados o libres los espacios en los estacionamientos o en las butacas de los auditorios y salones. Ello permite alertar y redirigir a los usuarios del estacionamiento para que vayan a los espacios libres cuando están buscando lugar, o a los participantes de un evento, para ubicar asientos en los salones y lugares adecuados.

El uso de dispositivos de GPS en transporte interno o externo de los campus, para avisar cuando estará llegando el próximo, es otra muestra de la información que pueden



proveer las “cosas” cuando están conectadas.

Los teléfonos inteligentes tienen también la oportunidad de registrar cómo se mueven distintos actores de la universidad, como los alumnos y docentes. Conocer los movimientos internos en los distintos días y horarios, podría mejorar la asignación de los espacios, cuánto tardan en movilizarse, cuánto tiempo están en la institución, el uso que se hace de la biblioteca, el comedor, etc.

La posibilidad de contar con otros sensores en distintos equipos, ya sean fijos como móviles, puede permitir evaluar en tiempo real su estado así como el de determinados insumos, como por ejemplo el combustible de los vehículos, las horas de uso de las lámparas de los proyectores, etc., permitiendo un mejor mantenimiento preventivo y uno correctivo más eficiente.

#### **Multimedia:**

Los objetos multimedia cada vez son más comunes a la hora de registrar atributos de las distintas personas, eventos o cosas que se almacenan en las bases de datos.

Los individuos de la comunidad universitaria son grandes generadores de fotos, videos y presentaciones. En la actualidad es cada vez más fácil y más común registrar las fotos de los alumnos, docentes y demás personal de la institución como parte de su legajo (inclusive más de una).

También es de uso cada vez más corriente generar videos o audios de las clases que se dictan o de los eventos que se realizan; así como la realización de videos especiales de las áreas de extensión para difundir y capacitar a la sociedad.

Los videos son un recurso muy potente y de gran utilidad, y son cada vez más fáciles de generarse y difundirse. Estará en la habilidad de la institución para que, mediante una adecuada gestión, se habiliten los canales para aprovecharlos al máximo y con la mayor inteligencia institucional. No es lo mismo que el docente grabe una clase y la envíe a sus alumnos mediante una aplicación de mensajería instantánea personal, a que la difunda mediante un repositorio de videos que permitan acrecentar un repositorio institucional de recursos pedagógicos digitales.

#### **Dispositivos móviles:**

Los dispositivos móviles (principalmente los teléfonos inteligentes), más allá de sus capacidades, provistas por sensores incorporados, y de permitir capturar fotos y videos, permiten que las personas en todo momento puedan estar registrando datos en tiempo real de las actividades que realizan y potenciar las mismas mediante el uso de estos dispositivos.

Existe una gran oportunidad de aprovechar estas “computadoras” que llevan casi la totalidad de docentes, investigadores, alumnos y funcionarios de las instituciones, en todo momento y durante cualquier acción que realicen dentro o fuera de la universidad. Casi

todos los alumnos universitarios tienen estos equipos multipropósito durante sus clases, al igual que los docentes que las dictan. Todos los asistentes a una conferencia los tienen, al igual que los investigadores cuando están trabajando en sus laboratorios o realizando un trabajo de campo en exteriores. Con ellos pueden registrar datos, obtener información, conectarse con colegas para hacer consultas, dar indicaciones, tomar fotos, filmar lo que está sucediendo, etc. Aquí también el gran desafío es lograr que el uso que ya hacen estos individuos de los dispositivos, logre la sinergia de un diseño institucional que pueda potenciar sus dinámicas de trabajo en la universidad.

#### **La “nube”:**

Este concepto permite considerar, de una manera totalmente distinta, los límites en la capacidad de almacenamiento, procesamiento y ancho de banda, que cuando sólo se dispone de las capacidades de la infraestructura de la universidad.

Es una posibilidad que las instituciones deben considerar. Podrían usarla para implementar los campus virtuales, o determinados servicios del campus virtual. Es como la posibilidad de alquilar aulas en lugar de construir un nuevo edificio. Puedo alquilarlas por un tiempo, mientras construyo mi edificio, alquilar los excedentes, o hacerlo sólo para algunas actividades.

Las actividades científicas de investigación pueden necesitar gran cantidad de procesamiento, que no se encuentre disponible en ese momento en la universidad, y en dicho caso podría usarse la capacidad que le brinda la nube. Un proyecto que implicaría un uso muy intensivo por única vez, o solo una vez al año, podría también ser la diferencia entre la posibilidad de hacerlo o no.

El concepto que interesa analizar aquí no se enfoca en la consideración de si es conveniente migrar la infraestructura propia a la nube, sino entender qué posibilidades se abren en la institución, que no serían posibles (o que se verían limitadas) con la infraestructura propia. Es evaluar la nube como habilitadora de nuevas iniciativas que no serían posibles con infraestructura propia. La nube no es sólo contratar servicios a empresas, sino también la posibilidad de participar de nubes de otras universidades o de organismos estatales, fundaciones, etc. Es decir, abre la posibilidad de ampliar la infraestructura propia al uso bajo demanda de la infraestructura de otras instituciones, con el único requisito de poder conectarse a ellas.

#### **Open Data:**

La difusión y aceptación que están teniendo los conceptos de “open data” y “open access” abren también importantes oportunidades en el uso de datos para las universidades. El primero, considera que distintas bases de datos deben ser de libre acceso para permitir su uso (bases de datos de salud, meteorológicos, sísmicos, presupuestos de los estados nacionales, datos de transporte público, son algunos ejemplos).

El “open access” referencia la posibilidad de dar libre acceso a documentos y otro material elaborado por diversos autores. Las instituciones adheridas a éste generan sus repositorios institucionales concentrando en él distintos documentos o materiales que se producen en la universidad, como las tesis, publicaciones científicas, tesinas, informes, y extendiéndose a otros recursos como podrían ser materiales de clases, etc.

## 2.2. ¿ESTÁN LAS UNIVERSIDADES APROVECHANDO LOS DATOS?

Como se ha descrito previamente, la dinámica actual de las universidades hace que exista una gran cantidad de datos que se están generando, y que bien administrados podrían estar disponibles. La gran interrogante es si las instituciones de educación superior están bien enfocadas para aprovecharlos.

Podrían hacerse las siguientes preguntas, a modo de breve autoevaluación:

- ¿La universidad está aprovechando todo el potencial de los datos que se registran cuando alumnos y docentes usan los sistemas de aprendizaje en línea?
- ¿Está usando los datos que registran los dispositivos móviles sobre cómo se usan los distintos espacios (aulas, los gabinetes, los laboratorios, etc.)?
- ¿Las evaluaciones que realizan constantemente en las redes sociales sobre los distintos servicios que brinda la universidad, le llegan a quienes los administran?
- ¿Se está considerando la posibilidad de brindar una enseñanza más personalizada o servicios personalizados a partir de los datos que se dispone de los alumnos y docentes?
- ¿Los investigadores están aprovechando los datos abiertos que existen en otros lugares?
- ¿Están publicando los datos de las investigaciones para que otros (muchos, muchísimos más de los individuos que dispone en sus equipos de trabajo de investigación) puedan ayudarlos a descubrir conocimiento?

El mundo y la sociedad están ingresando en esta nueva lógica, donde existen datos masivos y un conjunto de posibilidades que se dan en dicho contexto. Es una ola que quien no aprenda a navegar, posiblemente termine tapado por ella.

## 2.3. CÓMO PUEDEN MEJORAR LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA

Los datos que tradicionalmente se tenía sobre el desempeño de los cursos estaban disponibles al finalizar los mismos. Ello incluía las inscripciones y las notas que registraba la institución, y los que quisiera compartir el docente al finalizar la cursada. Entonces éstos podrían ser usados, con suerte, luego de un periodo lectivo (Elías, 2011).

Cada vez hay más datos digitales sobre el proceso de enseñanza. Antes sólo había del proceso administrativo, pero nada sobre el proceso de enseñanza aprendizaje. Las tecnologías digitales en línea y móviles se han incrementado en todos los contextos, también en los educacionales. Por lo tanto, cuando los estudiantes interactúan con dispositivos digitales, esa interacción puede ser fácilmente capturada (Siemens, 2012).

Por otro lado, los LMS (Learning Management System), como Moodle, permiten capturar gran parte de la interacción de los cursos que se producen sólo por dicho medio. Por ejemplo, el tiempo que el estudiante pasa leyendo un contenido, en qué momentos del día lo hace y haciendo qué cosas, en qué foros de discusión estuvo participando y cuánta participación tuvo, si estuvo mirando un video y si lo vio en forma completa, etc. Todo eso puede quedar registrado en el LMS o en sistemas o servicios asociados.

A pesar de ello, en la mayoría de los casos en que se decide usar algo de estos datos, pasa mucho tiempo entre que el dato se registra y que se piensan las intervenciones que pueden realizarse a partir de los mismos; ya que mucha de la información que puede obtenerse está alejada de los actores que son los responsables de trabajar en el proceso: en este caso de alumnos y docentes.

A pesar de que existe toda esta información, los docente en la actualidad deben continuar trabajando casi a ciegas, interpretando con las caras de sus alumnos, si están o no comprendiendo, y/o generando alguna pregunta para ver quién responde y cómo lo hace. Pero inclusive haciendo esto, en cursos masivos, sólo logra evidenciar el desempeño de algunos pocos, quedando la mayoría ocultos. En sistemas no presenciales, los recursos del docente para conocerlo son aún menores.

Desde hace algunos años se vienen trabajando distintas soluciones tecnológicas bajo la denominación de “learning analytics”: con la capacidad de obtener Información en tiempo real, para ser usada por estudiantes, docentes, y otros actores de la estructura académica, para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje (Elías, 2011).

Se pretende aumentar la visibilidad sobre el desempeño de los alumnos que están cursando en el mismo momento que lo están haciendo. Entender cuáles pueden estar en riesgo de abandonar o desaprobado la materia, sin necesidad de llegar a obtener esta información mediante un examen, en el que muchas veces ya es tarde. También tratar de entender las causas de los problemas, y de proponer y personalizar acciones o contenidos que permitan mejorar el aprendizaje, tratando a cada estudiante como un individuo con sus particularidades.

Estas soluciones permiten tener una visión más integral que la que exterioriza un examen. Estarán basadas en diversos datos, que incluyen el desempeño del alumno en exámenes del curso, de otras evaluaciones en distintas materias, los resultados de autoevaluaciones en línea, esfuerzo y compromiso medido con sus intervenciones en

los entornos y actividades propuestas, historia académica previa, perfil del estudiante (distancia de residencia, edad, horas de trabajo, etc.). Todos estos factores y otros pueden ayudar para evaluar los riesgos de desaprobación y actuar en forma temprana (Arnold, 2012).

Permiten usar la experiencia que existe en la actualidad y de diversas herramientas para graficar, generar visualizaciones, usar indicadores, etc., y aprovechar estos datos para posibilitar una mejor comprensión y entendimiento. También han evolucionado fuertemente, y pueden usarse, algoritmos incluidos en software específicos que permiten generar modelos predictivos o descriptivos respecto de patrones, posibilitando luego introducir dicha inteligencia en los procesos mediante servicios en línea.

Los algoritmos de “machine learning” permiten que, a partir de los datos, puedan generarse modelos que ayuden a prescribir acciones durante la cursada. Algoritmos de regresión múltiple pueden predecir valores continuos (como cantidad de respuestas que tendrá una actividad), o predicen una categoría mediante algoritmos de clasificación (si abandonará o no un estudiante, o clasificarlos mediante el tipo de aprendizaje del alumno), o pueden generarse agrupaciones de estudiantes para entenderlos mejor y aplicar criterios diferentes a dichos grupos (mediante algoritmos de clustering), etc. También existen algoritmos denominados como “text mining” y otros que miden las interacciones en redes sociales, que pueden recorrer los mensajes de los foros y evaluar que temas generan mayor interés o preocupación, el nivel de pensamiento crítico que ha generado un tema, el nivel de interacciones entre alumnos, quiénes pueden ser referentes, etc.

También se abre la posibilidad de generar, en base a los datos, sistemas de aprendizaje en línea que ofrezcan a los alumnos y docentes servicios y contenidos personalizados, tomando como referencia muchas de las prescripciones vistas.

Estas soluciones necesitan combinar los datos históricos con los que se están registrando en tiempo real, y habilitar herramientas que brinden información en forma conjunta con las que, mediante algoritmos inteligentes, puedan predecir, prescribir, recomendar y personalizar servicios y contenidos.

Las posibilidades que se abren son muchas, y varias de ellas son disruptivas. Es necesario evaluarlas con la mente abierta, pero también con sentido crítico para no dejarse tentar por gráficas atractivas o predicciones novedosas que sólo confundan o desvirtúen las posibilidades de un mejor aprendizaje.

Las herramientas que deben ponerse a disposición de estudiantes y docentes, son las que generen una mejora significativa en el desempeño del proceso de enseñanza aprendizaje. El foco no sólo debe estar puesto en la elección o diseño de las herramientas, sino principalmente en cuál es el uso que se hará de ellas. Una herramienta que predice la nota final de un alumno podría

ser usada por un docente para definir su calificación final, o, por el contrario, sólo como un indicador más que use para tratar de actuar en forma temprana, dando un apoyo adicional a dicho alumno.

#### 2.4. CÓMO PUEDEN MEJORAR LOS PROCESOS DE INVESTIGACIÓN

Investigar implica comprometerse para mejorar el conocimiento de lo que se sabía hasta dicho momento. Es extender el conocimiento acerca de aspectos del mundo de los cuales conocemos poco, o inclusive nada, y posibilitar una mejor comprensión del mundo en el que vivimos (Adams, 2007). Se pueden definir distintos tipos de estudios de investigación (descriptivos, explicativos y predictivos), que nos permiten lograr diferentes tipos de conocimientos.

Las investigaciones descriptivas describen un fenómeno y no intentan comprender por qué sucede. Las investigaciones explicativas profundizan más en el fenómeno e intentan explicar por qué se comporta de esa manera. Las investigaciones predictivas, no sólo intentan explicar el comportamiento, sino también predecirlo a futuro, y saber cómo puede cambiar si se modifican algunas variables (Adams, 2007).

Las investigaciones necesitan validar hipótesis mediante el análisis de datos. Los datos muchas veces son recopilados como parte del estudio de investigación (datos primarios), o pueden basarse en datos que han recolectado otros (datos secundarios). En ambos casos necesita procesarlos y evaluar sus resultados.

El big data, sin lugar a dudas, brinda una potencialidad muy importante en este campo. Es decir, se está ingresando en un tiempo donde es posible, cada vez más fácilmente, recopilar datos sobre cualquier objeto, evento o persona, y mucho de ello en tiempo real y en grandes cantidades. Esto implica un cambio fundamental para el proceso de la investigación.

Muchas aplicaciones científicas están generando grandes conjuntos de datos, y eso hace que determinadas disciplinas basen su desarrollo principalmente en esa gran masividad, y que puedan hacerlo en forma muy importante. Hay tres disciplinas científicas que son un buen ejemplo del avance bajo este criterio: la biotecnología, la astronomía y la física de altas energías. Se dan como ejemplos la base de datos de secuencias de 250 mil millones de nucleótidos de 150 mil organismos de la National Center for Biotechnology Innovation (en Biología computacional) o los 20 TB que generan cada noche los datos de los telescopios de alta resolución del Sloan Digital Sky Survey (Astronomía) o los 2 PB por segundo de datos brutos (10 PB anuales luego de ser procesados) que genera el experimento Atlas en el Centro de investigación Nuclear Europeo, para el caso de la física de altas energías (Han Hu, 2014).

Pero si bien hay disciplinas que han tomado la avanzada, cada vez hay más que se suman y se ven muy beneficiadas. Dos de ellas son medio ambiente y salud.

Todas estas áreas de investigación no sólo generan una gran cantidad de datos, sino también requieren construir redes de distribución, para lograr la mayor colaboración posible en el análisis de los mismos.

En Tolle (2011) se destaca la experiencia de Rutgers University que recopila datos de los océanos, y que sirve para diversos fines como clima, geodinámica, ecosistemas marinos, e inclusive también para usos comerciales y de gobierno, como el planeamiento energético y la defensa, y ayuda en los rescates que deben realizarse en el mar. Su principal problema, según comentan, es la ausencia de fondos para diseñar e implementar una solución informática que les permita almacenar y analizar la gran cantidad de datos que obtienen. Es decir que si pueden fondear los sensores para poner en el océano, no así la infraestructura que les permita el almacenamiento de los datos.

En el mismo trabajo Tolle destaca la iniciativa ADNI (Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative) que intenta detectar en forma temprana esta enfermedad (dado que no existen biomarcadores que permitan hacerlo). Para ello realizan tests en forma periódica a grupos de voluntarios (800 voluntarios divididos entre completamente saludables, con deterioro leve y diagnóstico clínico de Alzheimer) con distintos métodos (análisis de fluidos de la espina, imágenes por resonancia magnética MRI, tomografía PET, etc.). Combinan datos de grupos de voluntarios, y algunos voluntarios pasan de sanos a deterioro leve y otros de deterioro leve a uno mucho mayor. Es donde buscan los marcadores.

Lo interesante de la experiencia, es cómo se viene realizando. Se trabaja en 14 centros distribuidos donde sus datos se comparten, combinan y comparan; pero además semanalmente los datos son publicados, y pueden ser bajados de la web, y usados por investigadores de distintos lugares que no son parte de la iniciativa. Eso ha hecho que muchos otros cientos de investigadores alrededor del mundo, que no participan de la iniciativa en forma directa, hayan descargado los datos para su uso; varios de ellos han escrito publicaciones con aportes muy relevantes.

Pero en línea con esta tendencia lo que interesa reflexionar es cómo puede la institución potenciar las investigaciones que en ella se realizan. Es decir, cómo puede la universidad (y las áreas TIC en particular) apoyar a los investigadores para que aprovechen al máximo las posibilidades que les está brindando esta era.

Para analizarlo se tomarán cuatro tareas distintas del proceso de la investigación, en que las TIC pueden ayudar y que las universidades podrían facilitar para mejorar sus investigaciones:

#### **a) Recolección de datos primarios**

Los datos primarios que se necesitan pueden provenir de encuestas, entrevistas, de la observación o de mediciones (Adams, 2007). Cuando su extracción es manual, las posibilidades de conseguir muestras representativas son

menores. Actualmente existen múltiples formas de conseguir muchísimos, por ejemplo los sensores que pueden implementar métodos para medir en forma extensiva y exacta, las encuestas en línea, la observación de comportamientos en forma masiva cuando las personas usan aplicativos, redes sociales, GPS, etc.; en resumen, todo queda registrado mediante datos que podrían luego usarse.

Hoy es posible recopilar más y mejores datos. El Internet de las Cosas (IoT), que ya se ha mencionado y que se trabajará con mayor profundidad en otro capítulo de esta publicación, puede jugar un papel destacado por tener la habilidad de capturar mediante sensores en línea muchísimos datos que antes parecían imposibles de conseguir. Todas las evoluciones tecnológicas están jugando a favor de la posibilidad de medir y observar cualquier objeto, persona o evento que suceda en este mundo.

Las áreas TIC de las universidades deben ser las facilitadoras en el acceso y la gestión de dichos datos. Es decir que, si bien los investigadores deben pensar qué datos necesitan, sobre qué cosas, e inclusive analizar los lugares, las formas y las alternativas tecnológicas para obtenerlos (que muchas veces son específicas de su campo disciplinar), debieran tener ayuda de las áreas TIC para implementarlos, lograr la conectividad necesaria, y los medios de procesamiento y de almacenamiento, así como una adecuada gestión técnica de estos datos.

#### **b) Acceso a datos secundarios**

Los investigadores tienen acceso a las publicaciones científicas que realizan sus colegas, pero sería de gran utilidad tener acceso a los datos de origen de dichas investigaciones, para poder confirmar o refutar sus afirmaciones, y usar o mezclar esos datos con otros datos que permitan futuras investigaciones superadoras (Tolle, 2011). Bajo este criterio hay quienes dicen que los estudios y los datos deberían publicarse juntos.

Es por esto que sería importante que las universidades pongan a disposición sus datos, para que otros investigadores puedan trabajar en forma colaborativa y aumentar el conocimiento colectivo. Desde luego que este es un tema de la política de investigación, pero donde las áreas TIC podrían colaborar, y luego una vez decidido, ayudar a implementar.

Por otro lado también existen disponibles datos abiertos de gobiernos y distintas instituciones que podrían ser de gran utilidad para las investigaciones que se realizan en las universidades, y sería de gran ayuda facilitar su acceso.

#### **c) Manipulación de datos**

Los datos recopilados muchas veces hay que tratarlos. Es decir, manipularlos para dejarlos listos para su análisis. Cuanto mayor es la cantidad de datos que se obtienen, y el número de fuentes de donde se los obtiene, la necesidad de preparar los datos aumenta y también lo hace la complejidad de dicha tarea. Para ello existen distintas

herramientas disponibles que pueden ayudar en esas actividades, y que suelen estar al alcance de las áreas TIC. Muchas relacionadas a las herramientas de integración de datos que se usan para la actualización de los data warehouse, y que podrían ponerse a disposición de los investigadores.

#### **d) Analizar los datos**

Para analizar datos es importante considerar herramientas de visualización y de análisis de variables en la construcción de modelos descriptivos, predictivos, simulaciones, etc. Muchas de estas tareas son realizables mediante paquetes de software de análisis de información que permiten generar reportes, gráficos, aplicar funciones matemáticas, estadísticas, crear modelos predictivos, etc.

También son necesarios desarrollos a medida, que se realizan para los proyectos de investigación. En ambos casos se requiere de gran potencial de procesamiento, y es allí donde los avances como la supercomputación -que se verá en el Capítulo 3-, pueden ir en su auxilio. El apoyo de las áreas TIC para disponer de estas supercomputadoras (propias o por convenios con terceros - nube) también podría provenir de un aporte que podrían realizar.

Las instituciones debieran apoyar a los investigadores en la capacitación en los lenguajes de programación o de los entornos que permitan aprovechar estas supercomputadoras, así como distintas herramientas que pueden ayudar a realizar los modelos de análisis.

En resumen, se hace evidente que la era del big data está impactando de manera transversal a las áreas de investigación de las universidades y habilitando posibilidades inéditas. La forma de aprovecharlo debe ser algo impulsado por las políticas científicas institucionales y nacionales. No obstante ello, la universidad mediante su área TIC puede jugar un rol importante, apoyando dichas iniciativas; puede brindar la infraestructura de almacenamiento y procesamiento que necesitan (ya sea en forma propia o con el apoyo de nubes), la conectividad; puede aconsejar en determinadas tecnologías, ofrecer herramientas de software para análisis de datos, etc. Será necesario buscar un equilibrio donde las áreas TIC puedan dar este apoyo, cuidando que la centralización de dichas actividades no genere restricciones en la dinámica de trabajo que amerita el proceso investigativo.

### **2.5. CÓMO PUEDEN MEJORAR LOS PROCESOS DE EXTENSIÓN**

La extensión universitaria, como una de las tres funciones principales de las universidades públicas latinoamericanas, tiene su origen en las reformas universitarias ocurridas en el continente durante la primera mitad del siglo XX. No obstante ello, no existe una definición única y consensuada sobre la naturaleza y los alcances de las actividades que las universidades denominan como de "extensión". Por el contrario, coexisten diversos modos de comprender y emprender la extensión por parte de las universidades, e incluso pueden observarse diferencias al interior las mismas.

Con frecuencia, se asocia a la extensión con actividades de difusión cultural o artística. En ocasiones se la concibe como comunicación social de resultados de investigaciones. En otros casos, se la circunscribe a convenios para el desarrollo de actividades de asistencia, asesoramiento técnico o transferencia tecnológica en diferentes áreas de conocimiento. Inclusive, existe una definición por la negativa: como toda aquella actividad que, sin ser propiamente investigación o enseñanza curricular, la universidad realiza en vinculación con interlocutores no universitarios (Menoni, 2016).

En su origen se pensaba que mediante este tipo de tareas el estudiante tendría la oportunidad no sólo de familiarizarse con los problemas de su medio y de entrar en contacto con su pueblo, sino también la ocasión de devolver a éste, en servicios, parte del beneficio que significaba pertenecer a una minoría privilegiada que tenía acceso a una educación superior pagada muchas veces por el esfuerzo de toda la comunidad. Desde dicho momento el concepto fue evolucionando, y empieza a considerarse que la universidad es una institución que debe estar al servicio de la comunidad, y cuya existencia se justifica en cuanto realiza una acción continua de carácter social, educativa y cultural, acercándose para estudiar sus problemas y ayudar a resolverlos (Tünnermann Bernheim, 2000).

En una primera instancia se plantea una comunicación unidireccional donde la universidad es la que decide sobre el contenido y el alcance de su proyección. Es la universidad la que da y la sociedad la que recibe. Luego, se comienza a extender el criterio de la extensión como el canal de comunicación entre la universidad y la sociedad de doble vía, a través del cual la institución transmite a la sociedad su conocimiento y, a la vez, recoge las inquietudes y expresiones culturales de la comunidad, para regresárselas luego racionalizadas, en un constante diálogo. Bajo este criterio es fundamental que la extensión se encuentre fuertemente interrelacionada con la docencia y la investigación, apoyándose y enriqueciéndose recíprocamente (Tünnermann Bernheim, 2000).

Es desde esta perspectiva que cada vez más en la actualidad se concibe la función de extensión como una actividad estratégica de las instituciones de educación superior. Como una relación virtuosa entre universidad y sociedad, que posibilitan la innovación y permiten la generación de respuestas oportunas que mejoran las sociedades y sus estados.

Bajo esta concepción las tecnologías de la información en general, y el big data en particular, pueden jugar un rol activo para lograr dicho objetivo. En primer lugar porque en esta interrelación con la sociedad existen oportunidades únicas para recibir una retroalimentación de las problemáticas sociales y su evolución. Son ejemplos de ello las opiniones en las redes sociales, los sensores que recolectan datos de medioambiente y ruidos, o el acceso automático a bases de datos de medición de la pobreza, crecimiento de la población, empleo, etc.



Es decir que existe la posibilidad de que la universidad, y por ende sus miembros (docentes, alumnos e investigadores), tengan mayor entendimiento de las problemáticas del país, pero mediante muchos datos, dándoles la facultad de racionalizarlo en forma científica. Son datos que contemplan múltiples factores, mediante muestras muy abarcativas, obteniendo datos en un periodo de tiempo muy cercano al suceso y recolectándolos en forma casi directa (con poca intermediación). Estos datos digitales no sólo permiten captar esa realidad en forma sencilla y pertinente, sino que también facilitan su articulación con la docencia y la investigación, para luego de racionalizarlos en conocimiento, permitirles una devolución.

Las tecnologías previamente explicadas permiten que la universidad ponga a disposición de la sociedad, vistas simples que permitan comprender complejos análisis que se han descubierto: generar canales mediante páginas web o aplicaciones para móviles que permitan visibilizar sus descubrimientos, y también de formas pedagógicamente más sencillas para su difusión y comprensión, como páginas con información, gráficos que permiten entender los datos analizados, y acceso a repositorios de videos explicativos, foros o chats donde pueden evacuarse dudas.

Por último, la universidad tiene la posibilidad de publicar los datos que ella misma genera bajo el concepto de datos abiertos. Esta acción le implicar salirse de un lugar donde se considera "El ámbito" de generación del conocimiento ante una sociedad pasiva que lo recibe, y dejar que muchos individuos de la sociedad puedan usarlos, y colaborar con el descubrimiento y la innovación. Esta actitud puede permitir aprovechar el potencial de esos individuos en forma sinérgica con las acciones que está realizando la universidad. También las TIC pueden ayudar para canalizar esa colaboración entre individuos de la sociedad y sus docentes, investigadores y alumnos.

## 2.6. CÓMO PUEDEN MEJORAR LOS SERVICIOS

Las universidades, como organizaciones de servicio que son, deben estar enfocadas en brindar los mismos en forma eficaz, y de ser posible, también eficiente.

Este comportamiento no se pretende sólo cuando desarrolla sus objetivos misionales como son la enseñanza, la investigación y la extensión, sino también en todos aquellos servicios sobre los que deben apoyarse los primeros y facilitar a los actores de la comunidad universitaria su tránsito por la misma. Es decir, que cuanto mejor se brinden éstos, los alumnos, docentes, investigadores podrán canalizar más energía y tiempo en aprender, enseñar, investigar y difundir sus conocimientos a la sociedad.

La tecnología, en general, y los datos, en particular, son grandes habilitadores para generar mejoras sustantivas en este aspecto.

Que los alumnos y docentes puedan solicitar o entregar datos y documentación en un solo lugar, y que los mismos

sean compartidos por distintas áreas de la institución, implica generar repositorios que permitan integrar los datos tradicionales, y también documentación, imágenes, videos y otros archivos. Estas bases de datos institucionales se nutrirán continuamente con la interacción de estas personas en las distintas áreas de la universidad, pero también se acrecientan al incorporar datos en forma directa, cuando interactúan con los sistemas de la institución, sus servicios o apps; o por los datos que generan los propios sistemas de la universidad.

Es fácil bajo esta lógica imaginarse mejoras en los trámites, como en el de solicitud del comprobante de asistencia a un examen, la emisión de una certificación de materias aprobadas, solicitar el título final, la petición de aula de un docente, o de un recurso pedagógico, inscribirse en una actividad o un congreso, etc.

Los datos tienen la posibilidad de:

### **a) Integrar procesos:**

Disponer de toda esta información accesible, en forma compartida entre los distintos actores, facilita la dinámica de los procesos en los que deben participar diversas áreas en su resolución. Ello redundará en menores tiempos y costos para su realización, pero también en menores molestias para el requirente.

### **b) Resguardarse más fácilmente en el tiempo:**

Toda información que se brindó una vez puede ser resguardada digitalmente para que no tenga que volver a ser pedida tiempo después en otro lugar de la misma universidad. Más aún, cuando inclusive a veces la información solicitada es aquella que generó tiempo atrás la propia institución. Esto no sólo es un beneficio para las personas, que no deben volver a traer documentación o llenar formularios, sino que también facilita la dinámica o los tiempos muertos durante los procesos, y permite disponer de información actualizada.

### **c) Detectar cuando existe alguna anomalía y generar alertas:**

Disponer de datos actualizados y completos permite detectar inconsistencias o anomalías, y generar alertas automáticas para salvarlas. Un proceso informático puede detectar que un docente no ha completado el proceso de llenado o rectificación de calificaciones, y puede enviarle un aviso automático a su teléfono móvil, y si luego de un tiempo no lo ha realizado, enviar un correo al responsable del área para que éste pueda comunicarse personalmente con el docente o generarle una cita. La idea que se quiere representar con el ejemplo, no tiene un fin persecutorio, sino la posibilidad de que el docente tenga la tranquilidad que ante un olvido, la institución está para ayudarlo.

### **d) Automatizar un proceso o servicio en forma total o parcial:**

Tener registrados todos los datos que se necesitan para un proceso permite que muchos de ellos, en la medida que se

hayan definido las reglas o procedimientos, puedan realizarse totalmente automatizados.

**e) Personalizar el servicio según las necesidades de cada individuo:**

Muchas veces los servicios son de una determinada forma simplemente porque se desconoce cómo sería mejor para cada uno, y otras porque sería imposible generar distintas formas de atención para cada persona cuando es un procedimiento manual. Pero cuando pueden conocerse las necesidades de cada persona, muchos procedimientos pueden automatizarse. Si, por ejemplo, figura que un alumno debe pasar a firmar algún documento, y detecta que se encuentra cerca del lugar donde debe hacerlo (porque así lo detecta un access point del WiFi), podría enviarle una alerta para que aproveche y lo haga en dicho momento, en lugar de generar una cita con tiempo de anticipación para ello. Si un docente o un alumno siempre reserva algún elemento, el sistema al disponer de dichos registros, puede predecir dicho comportamiento y preguntarle si ese día también lo necesita reservar con una simple confirmación desde su dispositivo móvil.

Es decir, hay aún muchas posibilidades para facilitarles las tareas a los individuos que conforman la comunidad universitaria. Los vistos son sólo algunos ejemplos. El principal cambio es cultural. Es necesario repensar muchos procesos y diseñar soluciones tecnológicas que pongan el acento en mejorar los servicios.

## 2.7. LA GESTIÓN Y LA TOMA DE DECISIONES

La universidad, como toda organización, necesita que los distintos individuos que participan de su gestión puedan tomar decisiones. Toda acción que se realice estará precedida por una decisión que le dio origen. Ello evidencia la relevancia que tiene para los destinos de la universidad la forma en que se tomen dichas decisiones.

Algunas decisiones pueden tener un impacto prácticamente intrascendente en el futuro de la institución, cómo la elección de la bebida que se servirá en una reunión; mientras que otras tienen una repercusión significativa en su futuro, y podrían incidir en su propia supervivencia o en una profunda transformación que resulte en el crecimiento o la mejora de la institución. Por último, otras podrán tener un impacto medio.

La teoría de la decisión es una temática que ha sido estudiada durante muchos años por diversos autores, y más focalizada en las organizaciones recién desde mediados del siglo pasado, donde marca un hito Simon, en 1947, con su libro "Administrative Behavior" (Hodgkinson, 2008). Desde allí han evolucionado distintos conceptos que permiten entender este proceso, y distintos factores que lo influyen. Las personas, para tomar decisiones, pueden basarse en información, y uno de los elementos fundamentales que harán que una decisión esté bien o mal tomada será la solidez de la información que usen (Pavesi, 2004). También se basarán en otros elementos no racionales, como la emoción, la percepción, el prejuicio o la intuición.

En los párrafos siguientes se pretende poner de relevancia el gran impacto que pueden tener los datos y las herramientas de business intelligence y analytics para proveer información, y, por lo tanto, cuál es el impacto que ello puede provocar en la mejora de la toma de decisiones. Como se ha venido evidenciando en diversas secciones de este capítulo, no existió en ningún otro momento de la historia de las universidades tal volumen de datos y, por lo tanto, esta posibilidad de generación de información.

Para entender más cabalmente el aporte que tiene la información en la mejora de la toma de decisiones, se necesita comprender el proceso decisorio. Para ello se usarán las cuatro etapas propuestas por Simon (Simon, 1984): inteligencia, diseño, elección y revisión. La etapa de inteligencia es donde se detectan los problemas. El diseño describe la etapa donde se deben identificar las alternativas sobre las que deberá optar. La elección es el momento del proceso de decisión en el cual se evalúan de manera crítica cada una de las alternativas identificadas, y dónde se debe elegir una. Finalmente, la revisión, es donde se pone en práctica la decisión elegida, se ejecuta una acción y se monitorean los resultados.

El proceso comienza con el reconocimiento de la necesidad de tomar una decisión, ya sea porque se detecta un problema o un deseo de accionar o cambiar algo. Gran parte de tomar una decisión en forma adecuada es entender en profundidad el problema a resolver. Para ello la información que tenga la universidad sobre su realidad organizacional (interna y externa), jugará un papel fundamental.

Necesita entender y detectar si existen problemas o posibilidades de cambio con información sobre los alumnos y su desempeño académico, así como sobre los investigadores y los proyectos en los que ellos se encuentran trabajando, sobre los programas de extensión y sus resultados, sobre el presupuesto y la ejecución de la inversión y el gasto, la evolución de los ingresos, sobre el desempeño de los servicios que brinda la universidad a su comunidad, etc.

Cada uno de ellos permitirá detallar infinidad de medidas como cantidad de alumnos, cantidad de nuevos inscriptos, egresados, promedios de las evaluaciones, cantidad de materias que aprueban y reprueban, cantidad de investigadores, de proyectos de investigación, importe ejecutado del presupuesto, cantidad de docentes, desempeño de los docentes, cantidad de personas afectadas por los programas de extensión, etc.

Con las medidas que se registren en las distintas temáticas expuestas podrán construirse métricas que permitan entender cuánto suman las mismas para distintas clasificaciones o agrupamientos, sus promedios, máximos, mínimos, porcentajes, etc. (como la suma de la cantidad de alumnos por carrera o el promedio de la inversión realizada en el año por cada alumno de una facultad), o la elaboración de indicadores que mediante relaciones entre variables permitan vislumbrar el estado de distintos aspectos relevantes de la institución (como un índice de deserción por encima de un umbral establecido).

Pero no sólo es importante disponer de los valores actuales medidos, sino también si la tendencia es creciente o decreciente, y cómo han impactado las decisiones que se pueden haber tomado en las distintas áreas.

También es importante poder generar información con datos externos, como podrían ser los que describen al sistema universitario nacional o regional (para evaluar si las métricas están por arriba o por debajo); o datos de crecimiento demográfico, o de evolución del empleo, la economía, etc., que provienen de distintos repositorios de datos abiertos, que permitirán entender cómo pueden verse influenciadas las decisiones en relación al contexto. También pueden tomarse datos de las redes sociales por donde pasa gran parte de la vida muchos de los actores universitarios (principalmente sus alumnos) cuando no están en las aulas.

Cuanto más grande y compleja sea la realidad de la institución, mayor impacto tendrá la información que obtengan para entenderla y detectar los problemas. No sólo evidenciando los mismos, sino también permitiendo identificar las causas. Es por ello que sobre cada una de las medidas mencionadas también es necesario disponer de datos que permitan comprender la realidad lo más completa que sea posible, y este es el cambio en el que el big data nos hace pensar que prácticamente no existirán hechos, personas o cosas sobre las que en el futuro cercano no puedan conseguirse datos.

El tomador de una decisión también debe identificar un conjunto de alternativas que considera posibles para resolver el problema. La identificación de las alternativas se basa mucho en la creatividad del decisor, pero también en la información que obtenga, ya que puede ser un importante motivador para dicha etapa. Por otro lado, para poder elegir la alternativa correcta es relevante aprovechar la experiencia de lo sucedido con las decisiones previas.

Si se observa como un problema que existe un 30% de alumnos con un muy bajo desempeño en una facultad, se podrían evaluar la distancia a la que viven, cuántas horas trabajan, cómo se compone su núcleo familiar, qué cantidad de materias están cursando en simultáneo, qué carreras sigue, cuáles siguió antes, etc. En el caso que desee mejorar el desempeño de los investigadores, tomando como ejemplo aquellos destacados, podrán evaluarse cómo impactan sus edades, cómo se organizan los equipos de trabajo, áreas de investigación, relación con otras disciplinas, qué resultados obtuvieron previamente, etc.

Es importante que la institución construya una solución informática (catalogada como de business intelligence y analytics) donde provea a los tomadores de decisiones de un conjunto de herramientas que les permita acceder en forma fácil, pero a la vez flexible, a la información que necesiten. Estas soluciones tiene dos componentes principales: a) la base de datos (generalmente denominada data warehouse) y b) las herramientas de acceso a la información.

Los usuarios podrán acceder a la información mediante herramientas de reportes, tableros o “dashboard”, herramientas de exploración dinámica (análisis multidimensional), de generación y visualización de modelos descriptivos o predictivos, etc.

Estas herramientas deben acceder al data warehouse de la universidad. Es decir que, es necesario que la universidad construya su repositorio de datos lo más integrado y homogéneo que le sea posible, y que sobre él ofrezca un conjunto de herramientas para que los usuarios usen todo su potencial para analizar la información. También estarán quienes sobre dichos datos construirán información y la podrán compartir.

Lo que hay que evitar es que cada decisor consiga sus propios datos, en lugar de tomarlos del repositorio institucional. Cuando esto no se logra, se corre un alto riesgo de que se generen realidades divergentes entre sí y que, por lo tanto, existan decisores de la misma gestión trabajando en base a realidades distintas.

En líneas generales, se puede decir que la información jugará un papel importante para entender el pasado y presente, detectando los problemas que motivan la toma de una decisión y apoyando el análisis del pasado para generar alternativas; pero también para intentar comprender como será el futuro (Chinkes, 2008). Muchas veces se tiene que tomar una decisión en un periodo temporal muy acotado y, por lo tanto, la información que se puede recopilar puede ser deficiente si no existen mecanismos ágiles para obtener la misma. Si los decisores no disponen de información de calidad en el momento oportuno, deberán apoyarse fuertemente en sus apreciaciones y sentimientos, desaprovechando la rica historia que puede existir en la institución y su contexto a través de los datos.

Las instituciones de educación superior de América Latina, en su gran mayoría son políticas, con el poder muy distribuido, donde la toma de decisiones suele ser un proceso participativo e influenciado por múltiples actores, que se ven afectados por factores ligados a los acuerdos que se van consiguiendo en el tiempo. Esta realidad complejiza la toma de decisiones, pero de ninguna manera invalida la importancia de contar con soluciones informáticas sólidas que brinden información para mejorarlas.

### **3. LA TECNOLOGÍA DETRÁS DE LOS DATOS**

#### **3.1. DESAFÍOS DE LA GESTIÓN DE DATOS**

Las características expuestas acerca del big data, que fueron analizadas en las secciones precedentes, plantean importantes desafíos técnicos. Se deben considerar arquitecturas de hardware y de software que soporten una gestión de datos que esté a la altura de las circunstancias.

Estos desafíos técnicos podrían resumirse en (Chinkes, 2015):



a. Cómo gestionar grandes volúmenes de datos (con estructuras flexibles), ya que debe permitir registrar y consultar bases de datos del orden de los peta bytes (PB) de almacenamiento, pero trabajando con un buen tiempo de respuesta de escritura y de lectura. Es decir respuestas en pocos segundos o milisegundos, como si pudiera abstraerse que son miles de millones los datos que se están almacenando, y que muchos de ellos son objetos multimedia y no están estructurados o son semi estructurados.

b. Cómo gestionar la alta disponibilidad y el acceso concurrente de miles, cientos de miles o hasta millones de usuarios, o de objetos (IoT), requiriendo el registro y/o acceso a los datos. Ello implica que no se bloqueen entre sí, que todos puedan ser atendidos, y que no se vea afectada la disponibilidad del servicio en su conjunto. Es necesaria una gestión de datos tolerante a fallas, con datos que den soporte a servicios accesibles por Internet, con una disponibilidad de 7x24.

Las bases de datos bajo el modelo relacional, que es el esquema más común en las implementaciones de bases de datos actuales, tienen limitaciones por la imposibilidad de escalar con el mismo nivel de rapidez en que crecen los requerimientos planteados, así como para manejar datos no estructurados (Han Hu, 2014).

Los DBMS<sup>1</sup> relacionales (RDBMS) consolidados en las últimas décadas, sus modelos y protocolos tienen la fuerte premisa de cuidar al máximo la consistencia de las bases de datos. Pero ello a su vez impone límites en el desempeño (performance) de estas soluciones. Son ejemplos de ello las restricciones que se implementan para validar los datos y sus relaciones, y los protocolos que implementan para la gestión de transacciones, tanto para asegurar atomicidad como para manejar el control de la concurrencia. Estas directrices han hecho que inclusive los esquemas distribuidos bajo dicho modelo, que existen desde hace mucho tiempo, no permitieran traspasar los desafíos de escalabilidad que plantea el big data (Chinkes, 2015).

La gran mayoría de las soluciones que tienen las universidades en la actualidad pueden sustentarse aún bajo la gestión de datos tradicional. No obstante ello, es importante ir analizando nuevas arquitecturas de gestión de datos que permitan traspasar las limitaciones planteadas. Es decir que no es necesario un cambio de paradigma en la gestión de datos de todas las soluciones que tienen las instituciones, lo importante es comprender estas nuevas alternativas para que la tecnología no sea el límite que tiene la universidad a la hora de avanzar en un proyecto innovador de big data que pueda generarle importantes beneficios.

Dentro de estas alternativas, el enfoque principal está puesto en particionar los datos en múltiples nodos de almacenamiento, posibilitando distribuir y paralelizar los tiempos de escritura, lectura y procesamiento de los datos, así como asegurar mayor disponibilidad en base a la

redundancia de los datos (replicando nodos). Estos esquemas permiten escalar horizontalmente y lograr la disponibilidad deseada, agregando incrementalmente los nodos que se vayan necesitando. A su vez, este enfoque, tiene la posibilidad de manejar una mirada más flexible de la consistencia, así como también impone sus propias limitaciones/costos en su diseño y administración.

Gran parte de estas soluciones de distribución de datos están basados en nuevos esquemas de almacenamiento de archivos y relacionados o inspirados con el algoritmo MapReduce, que es un componente dentro del framework de Hadoop<sup>2</sup>. El diseño de Hadoop se divide en dos componentes principales: HDFS y MapReduce. El HDFS (Hadoop Distributed File System) es el sistema de archivos distribuido. MapReduce se encarga del procesamiento de la información de forma distribuida (“map” distribuye en N nodos y “reduce” los vuelve a juntar luego del procesamiento). Por otro lado, tal como se mencionaba previamente, las bases de datos relacionales tradicionales no fueron diseñadas para soportar varias de las características que hoy desafía el big data, tales como esquemas no estructurados (o semi estructurados), una replicación sencilla que asegure alta disponibilidad, el concepto de consistencia eventual o escalar a grandes volúmenes de datos cercanos a los peta bytes (Han Hu, 2014).

La mayoría de estas soluciones de gestión de datos que han surgido para soportar los desafíos del big data se alinean dentro del modelo llamado “NoSQL” o “No Relacionales”. Claramente no es lo mismo, ya que “no SQL” significa que esos sistemas de bases de datos no manejan el lenguaje estándar para interactuar con las bases de datos relacionales “SQL”; pero, lamentablemente, se suelen usar como sinónimos. Más allá de su denominación, lo realmente significativo es que intentan mejorar la disponibilidad y la performance, y proponen un enfoque distinto de la consistencia, las relaciones y su integridad referencial, los bloqueos, etc., al que manejan los sistemas de gestión de bases de datos relacionales (Vaisman, 2014). No es que no los contemplen en absoluto, sino que están dispuestos a relajarlos o inclusive anularlos si fuera necesario para lograr performance y disponibilidad.

Si bien no es objeto de esta publicación profundizar en las particularidades del diseño de los modelos de datos que implican estas soluciones, es interesante destacar que de ninguna manera el cambio a estas arquitecturas será neutro. Es decir que se necesita, por lo general, un cambio importante en los modelos de datos de las aplicaciones y sistemas que sustentan estas soluciones. Los mismos deben ser más enfocados en las aplicaciones, lo que implica menos flexibilidad para atender múltiples requerimientos, y pueden necesitar mayor redundancia.

Para profundizar un poco más en este tipo de soluciones

2. Apache Hadoop es un framework que fue desarrollado para el tratamiento distribuido de grandes cantidades de datos trabajando con miles de máquinas de forma distribuida. Lo crea Doug Cutting, que implementa su primera versión en 2006, y a partir de 2008 se extiende su uso comercial.

1. Data Base Management System (software de gestión de bases de datos)

de gestión de datos, es necesario trabajar con soluciones específicas. Es por ello que se consideran, a continuación, dos de las más usadas en la actualidad: Cassandra (que es una bases de datos de las denominadas orientadas a columnas) y MongoDB (orientada a documentos).

### 3.2. MONGODB

Las bases de datos denominadas “orientadas a documentos” trabajan internamente agrupando los datos en colecciones de “documentos”. Los documentos tienen una clave única y la estructura es definida según cada instancia en forma individual (en forma jerárquica mediante lenguajes como JSON, XML o similares). Esto permite una gran flexibilidad en la definición de los datos. Algunos ejemplos de estas soluciones de bases de datos además de MongoDB, son Couchbase Server, CouchDB, RavenDB.

Específicamente MongoDB es un software de gestión de bases de datos open source que fue desarrollado en C++ y su primera entrega pública fue en 2009. Está disponible para ser descargado en su última versión disponible en <http://www.mongodb.org>

Los “documentos” que almacena la base de datos son agrupados en colecciones según la similitud de sus estructuras, a pesar que dentro de las colecciones pueden almacenarse documentos con estructuras disímiles. Es decir, dentro de una colección, pueden existir documentos que tengan atributos distintos entre sí, o que difiera inclusive para el mismo atributo el tipo de datos que tiene en uno respecto del otro, ya que se almacena en cada documento un par atributo-valor. El formato con el que se define y almacena cada documento es BSON (BinaryJSON).

Un ejemplo de dos documentos en MongoDB para la misma colección “Alumno” (definida en BSON) podría ser:

```
{
  Nombre:"Pedro Gonzalez",
  Fecha_nac:new date('Jul 12, 1980'),
  Sexo:"M",
  Telefono:["52589897","62349897"],
  Fecha_fin_educ_media:new date('Nov 20, 1997')
}

{
  Nombre:"Mirta Suarez",
  Sexo:"F",
  Telefono:[5676567,33456765,45666767],
  Visitas_campus[new date('Nov 20, 2016'),new date('Feb 10, 2017'),new date('Feb 12, 2017')]
}
```

Como puede observarse maneja atributos multivalorados (ej: en los atributos de teléfono y en el de visitas\_campus).

Algunas de las características más importantes, además de su flexibilidad para manejar modelos semi estructurados, son la durabilidad de los datos y el manejo de la concurrencia múltiple. La primera es garantizada por la creación de réplicas. Usa el esquema de replicación

Maestro-esclavo con los nodos en los que se almacena la base de datos, definiéndose un nodo maestro y uno o más, esclavos. El maestro es el que puede escribir o leer, y los esclavos sólo pueden realizar operaciones de lectura. Si bien los nodos pueden ser configurados de distintas formas, en líneas generales, cuando el nodo maestro cae, alguno de los esclavos puede ser promovido como maestro. Las réplicas son asincrónicas, es decir que no son actualizados inmediatamente.

Respecto de la concurrencia MongoDB, desde la versión 2.2 usa bloqueos para asegurar la consistencia en operaciones concurrentes (Abramova, 2013). También maneja una alta performance. Por un lado porque permite almacenar juntos todos los datos del documento, así también por diversos mecanismos para asegurar una buena performance como mapear en memoria los archivos de datos, y enviarlos a disco cada determinados periodos de tiempo (configurable), el uso de índices para acelerar lecturas sobre campos específicos de los documentos de las colecciones, escalar horizontalmente, etc. (Abramova, 2013). Su lenguaje de interacción (de las operaciones que se realizan contra la base de datos) suele denominarse CRUD (Create, Read, Update y Delete), y si bien la interface para generar estas acciones son por línea de comando, existen proyectos que han desarrollado interfaces gráficas para su gestión.

Es muy usado para soportar soluciones de gestión de contenidos (Content Management Systems – CMS), muy favorecido por su manejo flexible de estructuras de datos (Abramova, 2013).

### 3.3. CASSANDRA

Las bases de datos orientadas a columnas estructuran los datos en columnas (a diferencia de las bases de datos relacionales que lo hacen por filas). Cada columna representa un atributo, pero que tiene a su vez una clave. Existen conceptos como “súper columna” y “familia de columnas” que permiten agrupar un conjunto de columnas relacionadas (cerca al concepto de la tabla). Algunos ejemplos de estas bases de datos, además de Cassandra, son HBase, Accumulo, Hypertable.

Cassandra fue desarrollada originalmente por Facebook, construida a partir de los sistemas Dynamo (de Amazon) y Big Table (de Google). Se volvió open source en el año 2008, y se convirtió en un Proyecto de Apache en el año 2010 (“What is Apache Cassandra | DataStax Academy: Free Cassandra Tutorials and Training”, s. f.). Cassandra fue desarrollado en Java y puede bajarse desde <http://cassandra.apache.org>

Por ser del tipo columnar es más similar al modelo relacional (compuesto por filas y columnas). Su objetivo principal es almacenar y gestionar grandes volúmenes de datos en forma eficaz (con alta disponibilidad) y eficiente.

Puede almacenar miles de millones de columnas, y millones de operaciones por día. Los datos pueden ser almacenados en nodos, que a su vez conforman clusters, y estos pueden ser distribuidos físicamente en distintos

data center. Cuando un nodo es adicionado o removido, todos los datos son automáticamente distribuidos sobre los nodos existentes, y ante un fallo el nodo puede ser reemplazado sin ningún tiempo de caída. Todos los nodos en los cluster tienen el mismo rol (por lo que no hay un master, sino que es una relación que se denomina peer to peer) (Abramova, 2013).

Los datos pueden ser replicados en múltiples nodos en los cluster (según el número que se configure podrán ser una, dos, tres o más réplicas del nodo). Los fallos en los nodos son detectados por un protocolo denominado gossip y ese nodo puede ser reemplazado de inmediato sin que se perciba su caída. Hay dos tipos de réplicas: sincrónicas y asincrónicas, y se puede elegir cual se usa. Si bien trabaja en memoria principal para mejorar la performance, maneja un log persistente que es usado para registrar todas las escrituras y asegurar la durabilidad. También usa índices, y en cada nodo mantiene los índices de las tablas que maneja, y pueden ser creados para los distintos campos (DataStax, 2015).

Cada nodo conoce el rango de claves que maneja. Los requerimientos de filas son localizados analizando sólo los nodos relevantes. Los datos pueden ser manipulados usando CQL (Cassandra Query Language) basado en la sintaxis del SQL (Abramova, 2013).

Tiene muy trabajado el concepto de alta disponibilidad, asegurando también la tolerancia a particiones de la red, pero para ello debe descuidar un poco el concepto de consistencia. En términos de uso, Cassandra está optimizado para almacenar y gestionar grandes volúmenes de datos y atender miles de usuarios concurrentes y operaciones por segundo a lo largo de múltiples data centers y la nube. Son casos conocidos el de Netflix, eBay, Spotify e Instagram (Chinkes, 2015).

#### 4. CONCLUSIONES

El big data pone a la gestión de los datos de las instituciones como un aspecto relevante de la estrategia de las universidades del siglo XXI.

La capacidad de almacenar datos de cada vez más eventos, cosas y personas (tanto internas como externas) en mayores cantidades, así como el avance de las tecnologías, obliga a repensar muchos aspectos de las universidades que pueden verse apalancados por las soluciones de analytics.

Tener datos sobre prácticamente todo lo que pasa en la universidad, pero también de lo que pasa en su contexto, permite innovar en las formas de enseñar, de investigar, de hacer extensión y de ofrecerle servicios a los alumnos, docentes e investigadores.

En las secciones previas se ha intentado expresar algunas ideas en esta dirección, con el único objetivo de motivar a que las universidades usen toda su capacidad creativa aprovechando estas posibilidades extraordinarias que están disponibles.

Decidir almacenar grandes cantidades de datos (de diversos tipos), incluso sobre muchas cosas o eventos que tiempo atrás parecían imposibles, así como avanzar en proyectos que permitan aprovechar todo su potencial, es lo que abre nuevas posibilidades estratégicas que sólo podrán visualizar aquellos que logren entenderlo. Los demás estarán desaprovechando una de las ventajas más significativas que está brindando la época que nos toca vivir.

#### 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abramova, V., & Bernardino, J. (2013). NoSQL databases: MongoDB vs Cassandra. En Proceedings of the international conference on computer science and software engineering (pp.14–22). ACM.
- Adams, J. (Ed.). (2007). Research methods for graduate business and social science students. New Delhi ; Response Books ; Thousand Oaks, Calif: SAGE Publications.
- Chen, H., Chiang, R. H., & Storey, V. C. (2012). Business Intelligence and Analytics: From Big Data to Big Impact. MIS quarterly, 36(4), 1165–1188.
- Chinkes, E. (2008). Business Intelligence para mejores decisiones de negocio. Buenos Aires: EDICON.
- Chinkes, E., Fernández Blanco, M. L., & Coronel, L. (2015). BIG DATA: El Dato en un Rol Estratégico, un Desafío para las Soluciones de Gestión de Datos. Presentado en Jornada Académica del Departamento Pedagógico de Sistemas 2015, Buenos Aires, Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Buenos Aires: Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Buenos Aires.
- Cukier, Kenneth. (2010). Data, data everywhere. The Economist, p.13.
- DataStax. (2015). Apache Cassandra™ 2.0 Documentation. DataStax.
- Dimopoulos, I., Petropoulou, O., Boloudakis, M., & Retalis, S. (2013). Using Learning Analytics in Moodle for assessing students' performance.
- Elias, T. (2011). Learning analytics: Definitions, Processes and Potential. Learning.
- Gómez-Aguilar, D.-A., García-Peñalvo, F.-J., & Therón, R. (2014). Analítica visual en e-learning; El Profesional de la Información, 23(3), 236–245.
- Han Hu, Yonggang Wen, Tat-Seng Chua, & Xuelong Li. (2014). Toward Scalable Systems for Big Data Analytics: A Technology Tutorial. IEEE Access, 2, 652–687.
- Hernández Orallo, J., Ramírez Quintana, M. J., & Ferri Ramírez, C. (2004). Introducción a la minería de datos. Madrid: Pearson Prentice Hall.
- Hodgkinson, G. P., & Starbuck, W. H. (Eds.). (2008). The Oxford handbook of organizational decision making. Oxford ; New York: Oxford University Press.
- Labrinidis, A., & Jagadish, H. V. (2012). Challenges and opportunities with big data. Proceedings of the VLDB Endowment, 5(12), 2032–2033.
- Long, P., & Siemens, G. (2011). FOGPenetrating.
- Mayer-Schonberger, V., & Cukier, K. (2013). Big data: la revolución de los datos masivos. Madrid: Turner.
- McAfee, A., Brynjolfsson, E., Davenport, T. H., Patil, D. J., & Barton, D. (2012). Big data. The management revolution. Harvard Bus Rev, 90(10), 61–67.

- Menoni, A. C., & Vilaboa, D. C. (2016). La extensión universitaria en la transformación de la educación superior. El caso de Uruguay. *Andamios. Revista de Investigación Social*, 13(31), 313–337.
- Mohri, M., Rostamizadeh, A., & Talwalkar, A. (2012). *Foundations of machine learning*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Pavesi, P. F. J., Bonatti, P., & Avenburg, D. (2004). *La decisión: su teoría y práctica: aplicaciones conceptuales, casos*. Buenos Aires: Grupo Editorial Norma.
- Pérez López, C., & Santín González, D. (2008). *Minería de datos: técnicas y herramientas*. Madrid: Paraninfo Cengage Learning.
- Siemens, G., & Baker, R. S. J. d. (2012). Learning analytics and educational data mining: towards communication and collaboration (p.252). *ACM Press*.
- Simon, Hebert A. (1984). *El comportamiento administrativo. Estudio de los procesos de adopción de decisiones en la organización administrativa*. Buenos Aires.
- Tolle, K. M., Tansley, D. S. W., & Hey, A. J. G. (2011). The Fourth Paradigm: Data-Intensive Scientific Discovery [Point of View]. *Proceedings of the IEEE*, 99(8), 1334–1337.
- Tünnermann Bernheim, C. (2000). *El nuevo concepto de extensión universitaria*.
- Vaisman, A., & Zimányi, E. (2014). *Data warehouse systems: design and implementation*. Berlin: Springer.
- Van Barneveld, A., Arnold, K. E., & Campbell, J. P. (2012). Analytics in higher education: Establishing a common language. *EDUCAUSE learning initiative*, 1(1), I–II.
- What is Apache Cassandra | DataStax Academy: Free Cassandra Tutorials and Training. (s. f.). Recuperado 3 de abril de 2017, a partir de <https://academy.datastax.com/planet-cassandra//what-is-apache-cassandra/>

# 2. Internet de las Cosas y campus inteligentes

DIANA ROCÍO PLATA ARANGO

En este capítulo se encuentra la concordancia con dos temas muy interesantes de la actualidad en tecnología, los Campus Inteligentes y el Internet de las Cosas IoT, los cuales potencian el desarrollo de otras tendencias en tecnología como cloud y big data. Inicialmente encontrará información de conceptos y definiciones de los dos temas, y podrá ver la dependencia que comparten con el big data y las analíticas, tendencias de las que puede encontrar información en el Capítulo 1 del libro. Luego se detallan la arquitectura y algunas características sobre Internet de las Cosas, para después presentar cómo se pueden aplicar estos temas en la enseñanza, investigación y extensión de las universidades, y además cómo potencian su gestión, con algunos ejemplos de proyectos llevados a cabo por diferentes instituciones de educación superior. Por último se verán cuáles pueden ser los retos que toman los CIO, cuando se tienen proyectos IoT, en las universidades.

En las diferentes secciones encontrará ejemplos de iniciativas llevadas a cabo sobre estos temas, que permitirán tener ideas de cómo desarrollar proyectos similares. Al finalizar la lectura de este capítulo usted visualizará cómo el Internet de las Cosas es una de las tendencias tecnológicas que podrán generar cambios de gran impacto en las universidades del siglo XXI.

## 1. CAMPUS INTELIGENTES

Encontrar de manera precisa un concepto de campus inteligente o “smart campus”, resulta una tarea dispendiosa, y no por ello fácil, pues de acuerdo a los proyectos que se han generado, cada quién ha diseñado su propio concepto, hay variedad en las nociones algunos asociados solo al diseño de arquitectura, otros solo al uso de la Tecnología, otros que combinan además de lo anterior, profesores inteligentes o pedagógica inteligente, además otros donde se refiere el concepto de campus inteligentes derivado de Smart City o ciudad inteligente; este último se considera que es el más cercano a la realidad que viven las universidades y que puede resultar de mayor aplicabilidad para la colectividad de iniciativas y proyectos. Sin embargo, como se indicó anteriormente todos los conceptos son válidos, pues responden a las decisiones y objetivos perseguidos al emprender cada proyecto.

¿Por qué derivado de ciudades inteligentes? Porque éstas buscan modelos de ciudad considerados a largo plazo, donde se refleje el compromiso de ser más eficiente, habitable, productiva y sostenible, donde se concentren temáticas como las de gobierno abierto, intercambio de información entre otros; y en las universidades se cuenta con el desplazamiento de miles de personas diariamente, y se ofrecen servicios de atención a los usuarios que en

estos casos también son ciudadanos, para lo cual se requiere una infraestructura que permita el despliegue de servicios, y por eso se pueden comparar con una pequeña ciudad. Se busca que las universidades cuenten con modelos de administración transparentes, participativos y colaborativos, donde, se cuente con espacio arquitectónico flexible, sostenible y eficiente energéticamente y, de otro lado, que las tecnologías en el aula transformen los procesos de enseñanza aprendizaje, de tal forma, que en el mediano plazo se logre disminuir la brecha de acceso a la educación.

A continuación se puede revisar en detalle el concepto de Smart City, donde se le define como aquella ciudad que usa las tecnologías de la información y las comunicaciones para hacer que tanto su infraestructura crítica, como sus componentes y servicios públicos ofrecidos, sean más interactivos, eficientes y los ciudadanos puedan ser más conscientes de ellos. En una definición más amplia, una ciudad se puede considerar como “inteligente”, cuando las inversiones en capital humano y social, y en infraestructura de comunicación, fomentan precisamente un desarrollo económico sostenible y una elevada calidad de vida, con una sabia gestión de los recursos naturales a través de un gobierno participativo. En la práctica, y a un nivel más popular, una smart city es una ciudad comprometida con su entorno, tanto desde el punto de vista medioambiental como en lo relativo a los elementos culturales e históricos, con elementos arquitectónicos de vanguardia, y donde las infraestructuras están dotadas de las soluciones tecnológicas avanzadas para facilitar la interacción del ciudadano con los elementos urbanos, haciendo su vida más fácil.

Como se observa, del concepto anterior se puede ver a las universidades con sus campus inteligentes, como pequeñas ciudades, donde el desarrollo de lo “smart”, va más allá del día a día, y los estudiantes se caracterizan por ver en la tecnología algo natural y básico donde su uso es obvio y se hace necesario ver a la movilidad como un escenario para fomentar mayor innovación y participación donde se puede acceder a la información (que se mantiene actualizada) de manera precisa, es así que los campus se convierten en los actores que ofrecen la infraestructura y, por lo tanto, son facilitadores de la transformación e innovación.

Un smart campus empodera a la comunidad para diseñar, desarrollar y usar servicios innovadores, que les guste (Pistore, 2014), con lo cual se puede crear una nueva generación de servicios disponibles al estudiante, involucrando un crecimiento de la comunidad de estudiantes en todas partes del proyecto, de tal forma que en esta visión es importante contar con la participación de los estudiantes, quienes pueden desempeñar roles como



usuarios, diseñadores o desarrolladores de los servicios, compartiendo su visión, creatividad y habilidades, asegurando así que los servicios realmente satisfacen sus necesidades.

Varias universidades en el mundo han asumido proyectos de campus inteligentes, ya que el concepto se viene aplicando desde hace más de 10 años, algunas sólo desde el punto de vista de las construcciones, con edificios que comienzan a utilizar sistemas de energía más eficiente o porque vinculan elementos de automatización como el manejo de cortinas, aire acondicionado y ventilación. Otras han comenzado con proyectos que buscan la sostenibilidad e involucran los conceptos de mejoramiento del medio ambiente a través de tecnología con elementos de control de temperatura, control de agua, entre otros.

En un contexto tecnológico, el concepto smart city y el de Internet de las Cosas son dos términos que van muy unidos. Ambos conceptos tienen en las comunicaciones M2M (máquina a máquina) su fundamento y adelantan, con sus aplicaciones y usos, la que está llamada a ser la Internet del futuro. Precisamente esa Internet del futuro no sólo consistirá en la conexión de cada vez más personas, sino en el planteamiento de un mundo digital en el que, idealmente, todo podrá estar conectado. Desde dispositivos, hasta objetos del mundo físico que habitualmente no disponían de esta conectividad; es el caso de los elementos urbanos, de los edificios, los coches, los electrodomésticos, los contadores, etc., y, en general, de todo aquello que haya que gestionar o controlar. Sin duda, esta nueva "realidad en red" va a conllevar una nueva forma de gestionar una casa, cualquier infraestructura, una empresa, una comunidad, una ciudad o incluso la economía de un país.

Tomando como referencia la relación presentada en el párrafo anterior sobre Internet de las Cosas y las ciudades inteligentes, se puede presentar una similar con los campus inteligentes, donde ellos se convierten en una plataforma digital que permite maximizar la administración de las universidades, las relaciones de enseñanza - aprendizaje, las instalaciones de los edificios, y el bienestar de las estudiantes y docentes, pues facilita el cambio hacia un comportamiento más sostenible. Tendrán impacto en el sector financiero de las universidades, pues los presupuestos podrán llegar a ser más eficientes gracias a la mejora de los procesos estratégicos, misionales y de apoyo. Y un escenario fundamental en el que la innovación se convierte en un actor principal. Además, con el Internet de las Cosas, tendrá un mayor número de dispositivos y sensores que deben permitir comprender lo que pasa en la universidad, y así mejorar la toma de decisiones y proporcionar servicios adecuados a los estudiantes, docentes y funcionarios de acuerdo con la información que demanden.

## 2. INTERNET DE LAS COSAS

El concepto que busca representar se ilustra bien de acuerdo con el nombre: cosas comunes que se conectan a

Internet. Su objetivo es mucho más amplio, describe una red de objetos físicos conectados a Internet, los cuales pueden ser desde elementos simples como un bombillo, o cámaras de video vigilancia, hasta soluciones automatizadas para casas o edificios inteligentes, donde la electrónica, el hardware y sensores, permiten que se comuniquen globalmente y hacer uso de Internet, y así ejecutar eventos específicos que le fueron asignados en su diseño original.

Es conocido como IoT (Internet of Things), el término fue mencionado por primera vez por Kevin Ashton en 1999 en una presentación al público sobre aspectos de administración de una cadena de suministros, de acuerdo con la experiencia que había tenido inicialmente con el código de barras, luego con los stickers de RFID, y esto lo llevó a desarrollar la idea de cómo las cosas podían conectarse a Internet con sensores y así suministrar cada vez mayor información en tiempo real, y trabajó con el MIT para desarrollar la teoría.

Usos de Internet de las Cosas se observan en diferentes tamaños y formas, ejemplos con pocos sensores en un dispositivo con alcance a una habitación a estructuras globales que pueden cubrir una ciudad; ideas como las de las casas inteligentes, permiten que sus dueños no solo ahorren dinero en el futuro, sino también mejorar la administración de su casa; elementos como intensidad independiente de las luces, aire acondicionado, administración de las puertas, son parte de Internet de las Cosas.

De acuerdo con diferentes fuentes consultadas en un estudio de la consultora Gartner indicó que el número de dispositivos conectados a Internet en 2015, fue un 30% más que en 2014, con un total de 4.900 millones y se espera que para 2020 existan 50.000 millones de unidades interconectadas en el mundo. Esto podría llegar a ser realidad, dado que cada vez una persona utiliza más dispositivos para estar conectado a Internet, actualmente ya se cuenta con reloj, gafas, celular, y en el futuro podrían llegar a tener dispositivos adicionales para el control del vehículo, mascotas, cuidado de salud, entre otros.

Después de esta mirada general del Internet de las Cosas, encontrará unas secciones que permiten detallar un poco más esta tecnología, relacionadas con la arquitectura, características, aplicaciones, seguridad y perspectiva acerca de ella.

### 2.1. UN REPASO A LA ARQUITECTURA DE IOT

El IoT posee un diseño que contiene dos subsistemas de arquitectura: una, manejada por eventos, y otra, basada en tiempos.

. Los sensores de la arquitectura manejada por eventos, transmiten datos cuando detectan actividad en ambientes externos, por ejemplo, una alarma es disparada si la puerta es abierta a una hora de la noche.

. En la arquitectura basada en tiempo, sus componentes transmiten datos dentro de un intervalo, por ejemplo un

sensor de control del clima, una vez por segundo lee la temperatura (Vladislav, Filicevs, & Kampars, 2016). Estos suelen funcionar repetidamente después de una pausa, que se puede ajustar por separado para cada dispositivo o configurar en un sistema de gestión central que enviará consultas a dispositivos de punto final y sensores después de un período de tiempo (Windley, 2015).

Otro componente dentro de la arquitectura requerida en Internet de las Cosas es la red, dentro de la cual se identifican tres topologías: conexión punto a punto, estrella y en malla. En la figura 1 se observan las topologías de red para IoT:

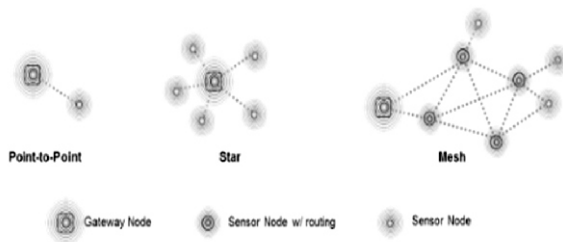


Figura 1. Tecnologías de Red apropiadas para el Internet de las Cosas. Fuente: <http://radar.oreilly.com/2014/04/3-topologies-driving-iot-networking-standards.html>

Quien desarrolle aplicaciones debe tener en cuenta características como las siguientes en el momento de elegir la topología: latencia, rendimiento (throughput), resistencia a fallos, escalabilidad, saltos y distancia. Las diferencias de estas características entre las diferentes topologías se observan en la Tabla 1.

**Una red punto a punto** establece una conexión directa entre dos nodos de red. La comunicación sólo puede tener lugar entre estos dos nodos o dispositivos. Un ejemplo de este tipo de red es un enlace Bluetooth entre un teléfono celular y un auricular. Las ventajas de la conexión punto a punto son su simplicidad y bajo coste. Las limitaciones principales surgen de la relación uno a uno que existe entre dos dispositivos. La red no puede escalar más allá de estos dos nodos. Por lo tanto, el alcance de la red está limitado a un salto y definido por el alcance de transmisión de un solo dispositivo. Un lado es generalmente una puerta de enlace a Internet u otra red convencional que permite a los usuarios hacer uso del dispositivo.

**Una red en estrella** consiste en un núcleo central, al que están conectados todos los otros nodos (por ejemplo, los nodos sensores) de la red. Este concentrador central actúa como punto de conexión común para todos los demás nodos de la red. Todos los nodos periféricos pueden así comunicarse con todos los demás, transmitiéndolos solamente al concentrador central y recibiendo los del

mismo. El concentrador es, generalmente, también el acoplamiento al mundo exterior.

Hay algunas ventajas importantes para una topología en estrella. Primero, el rendimiento de la red es consistente, predecible y rápido (baja latencia y alto rendimiento). En una red en estrella, a diferencia de la red de malla, un paquete de datos típicamente sólo viaja un salto para llegar a su destino (si viaja entre el concentrador y un sensor) o, como máximo, dos saltos (si viaja entre dos sensores). En segundo lugar, hay una confiabilidad total de la red debido a la facilidad con que se pueden aislar fallas y dispositivos. Cada dispositivo utiliza su propio enlace único con el concentrador.

Las desventajas de este tipo de red son similares a las de la red punto a punto. La gama está limitada al rango de transmisión de un solo dispositivo. Además, no hay capacidad para la ruta alrededor de los obstáculos RF si hay una interferencia o interrupción de la red. Por último, en una red en estrella hay un único punto de fallo: la puerta de enlace.

**Una red de malla** consta de tres tipos de nodos:

- Un nodo de gateway como en una red en estrella, siempre que los datos puedan llegar al mundo exterior.
- Nodos sensores simples.
- Nodos de sensores / enrutadores, que son nodos de sensores con capacidad de repetidor / enrutamiento. Es decir, deben colaborar con nodos vecinos para propagar los datos a través de la red.

Los nodos de red de malla se despliegan de tal manera que cada nodo está dentro del rango de transmisión de al menos otro nodo sensor / enrutador. Los paquetes de datos pasan a través de múltiples nodos sensores / enrutadores para llegar al nodo del gateway.

Esta topología de red se utiliza para muchas aplicaciones que requieren una cobertura de área larga y amplia. Las aplicaciones incluyen automatización de edificios, gestión de energía, automatización industrial y gestión de activos, por nombrar algunos. La flexibilidad de la disposición de la red permite la cobertura en entornos que enfrentan desafíos de radiofrecuencia (RF) altos, tales como interferencia RF alta u obstáculos RF. Las interrupciones intermitentes de la red se ven atenuadas por las capacidades de auto-recuperación y de retransmisión de paquetes que, en conjunto, proporcionan un alto grado de resiliencia de la red.

La principal desventaja es que las redes de malla son, por su naturaleza, más complejas que las topologías de red punto a punto o estrella. Además, hay mayor latencia en red en malla debido a múltiples saltos de redes típicas desde el sensor al Gateway.

En la siguiente tabla se observan las diferencias entre cada topología con respecto a las características requeridas por IoT.

Topología	Latencia	Rendimiento	Resistencia a fallas.	Escalabilidad	Salto	Distancia
Punto a Punto	Baja	Bajo	Depende de los dispositivos conectados. Si uno falla finaliza la transmisión.	Solo 2 nodos	1 salto	Corta. La que permite Bluetooth
Estrella	Baja	Alto	Si es en el nodo Gateway, no funciona la red. Si es en un nodo sensor se puede aislar fácilmente y continuar en operación.	Varios nodos, que dependen del núcleo central.	2	Larga. Depende del rango de conexión del núcleo Gateway.
Malla	Alta	Alto	Alta resistencia a fallas mayor rendimiento si un nodo enrutador falla, se puede asociar a otro para continuar operación.	Miles de nodos	múltiples saltos	Larga y Amplia.

Tabla 1. Diferencias entre Topologías IoT. Fuente: Adaptación del Autor.

## 2.2. CARACTERÍSTICAS DE IOT

Para generar aplicaciones que funcionen adecuadamente en Internet de las Cosas, es importante tener en cuenta características como: protocolos de red, transmisión de datos, heterogeneidad, escalabilidad, almacenamiento de datos y administración de dispositivos. A continuación se presenta de manera breve en qué consiste cada una de estas características en IoT.

• **Protocolos de red:** Los protocolos de red se conocen como un conjunto de reglas semánticas y sintácticas que determinan la actividad de los bloques funcionales de la red de computador en el proceso de la transmisión de datos. Esto es, en general, que la transmisión de datos es posible por los diferentes protocolos de red y estos pueden llegar a determinar el comportamiento de una entidad durante la transmisión de datos.

Crear una red de IoT no resulta tan fácil en el caso que existan sensores que no puedan ser incluidos en el esquema de direccionamiento global, interfiriendo con la capacidad de hacer del nodo sensor. Por lo tanto, los protocolos IP tradicionales no son adecuados para el intercambio de datos. Además, los nodos IoT son estrechamente dependientes de fuentes constantes de energía, la capacidad de parámetros como canal de red, procesamiento, disponibilidad y almacenamiento; por lo cual requieren una gestión de recursos sofisticados. Seleccionar una correcta estrategia de transferencia de datos entre los sensores receptores, su disposición y configuración, puede mejorar el ancho de banda de la red IoT, reduce significativamente los costes de energía y previene que los sensores ubicados cerca envíen la misma información a dispositivos de análisis de datos.

• **Transmisión de datos:** El IoT es un proceso complicado que puede consumir una gran cantidad de recursos de red para este propósito. La información puede diferir

dependiendo el tipo de dispositivo y los protocolos de transmisión. Se identifican dos estándares que se utilizan actualmente por quienes eligen IoT, buscan seleccionar entre mensajes compactos en el ambiente, gastando más recursos de computo en descripción de datos o simplemente enviar mensajes de tamaño completo que pueden sobrecargar el tráfico de la red.

- El estándar ISO 8583 usa un string de datos para representar la transacción, y siempre requiere instrucciones de decodificación. Este mensaje codificado puede parecer firme, desde el punto de vista de seguridad, la información que contiene puede ser almacenada pero nunca utilizada para el análisis de datos en su forma original.

- Por otro lado vale la pena pensar en una política de transmisión de datos eficaz que funcione con la información lista para usar, así como en el estándar ISO 20022, basado en Extensible Markup Idioma (XML). Diseñado para documentos de red, la información parece más conveniente y facilita el análisis de datos.

• **Heterogeneidad:** Los dispositivos heterogéneos son una de las características distintivas del IoT, y también lo hacen su punto débil. Dependiendo de la complejidad de la arquitectura IoT puede incluir múltiples niveles de dispositivos cada uno de los cuales se enfoca en la ejecución de una función específica. La diferencia no es sólo el protocolo de transmisión, sino en la complejidad del dispositivo, el cual directamente refleja su tasa de uso de recursos de cómputo y la cantidad de datos que pasarán a través de este.

La heterogeneidad implica diferentes dispositivos como: herramientas de hardware de uso personal, sensores, routers, switches, hubs, bases de datos, servidores, entre otros, en Internet de las Cosas cada dispositivo desempeña un rol específico y ejecuta solamente las funciones necesarias para no sobrecargar el sistema.

• **Escalabilidad:** Cualquier estructura de IoT consiste en varios dispositivos diferentes y sensores; la cantidad de



componentes en un único sistema es limitado por factores como el número de canales de entrada y salida para un dispositivo, capacidad de carga de Internet o de la red eléctrica, algunos inconvenientes pueden ser superados con la ayuda de tecnologías de terceras partes, tales como switches y routers, los cuales permitirán el intercambio de datos entre un gran número de dispositivos. Muchos sistemas están utilizando la computación en la nube como una manera de realizar procesamiento y almacenamiento de un gran volumen de datos, sin embargo, considerar una nube central es un sistema ineficaz para el Internet de las Cosas, ya que puede generar demora y latencia, y en escenarios como sistemas de salud, se corre un riesgo alto, por lo que actualmente se recomienda usar sistemas de computación flexibles como el de niebla (Computing Fog), que implican componentes de procesamiento de datos o aplicaciones de análisis que se ejecutan en múltiples nubes distribuidas y dispositivos periféricos de la red para obtener un equilibrio en la asignación de recursos.

• **Almacenamiento de datos:** Dependiendo de la Infraestructura de IoT, los dispositivos pueden usar diferentes mecanismos de transmisión y almacenamiento de datos. Algunos almacenan los datos recibidos de sensores directamente en su memoria interna, estos trabajan de forma autónoma y acumulan sólo la cantidad necesaria para realizar actividades en tiempo real o para ejecutar condiciones con la ayuda de datos agregados. Otros envían datos a un dispositivo central. Esta figura de almacenamiento centralizado es una de las más utilizadas pues permite que los dispositivos de IoT transmitan los datos, y los mismos serán almacenados, procesados y analizados por el servidor central.

• **Administración de dispositivos:** Una característica clave de los dispositivos de IoT es que pueden ser controlados electrónicamente a través de programas y remotamente, donde el operario de la red siempre tendrá disponible la posibilidad de verificar su condición de operación autónoma. Los dispositivos IoT se pueden gestionar junto con otras herramientas IoT, conectado a la misma red, con o sin recursos humanos. Al intercambiar información entre ellos la realización de funciones incorporadas, los dispositivos IoT son capaces de enviar comandos uno al otro, gestionando así la actividad. Actualmente los teléfonos Inteligentes, tienen un rol destacado en la administración de dispositivos de IoT, ya que con aplicaciones móviles pueden operar dispositivos IoT, enviando comandos u operaciones de inicialización.

### 3. UNIVERSIDADES QUE HAN DESARROLLADO CAMPUS INTELIGENTES E INTERNET DE LAS COSAS

A continuación encontrará proyectos ejecutados en algunas universidades, de diferentes lugares del mundo, que pueden servir como ideas, sobre el alcance y orientación que pueda llevar a cabo una casa de estudios superiores al emprender proyectos asociados al uso de esta tecnología, y también reflejan la diversidad de enfoques de acuerdo a la cultura y rol de la universidad.

#### 3.1 UNIVERSIDAD DE CHINA

Esta universidad adelantó un proyecto sobre campus verde con la arquitectura de Internet de las Cosas, donde el autor considera que construir un "Smart Campus" implica que la institución adoptará avanzadas tecnologías de información y comunicación para controlar y monitorear automáticamente cada instalación en el campus. Utilizar las instalaciones de manera más eficiente y minimizar la energía consumida, se cree que serán las ventajas más importantes de la construcción del campus inteligente. Estos esfuerzos también se reconocen como la construcción de un "Green campus", la arquitectura propuesta para este proyecto se observa en la Figura 2, donde se puede apreciar la capa de aplicación para el usuario, el uso de Cloud Computing, con diferentes servicios y la capa de IoT con sensores que utilizan RFID, una aplicación creada por los investigadores llamada ZigBee, que recibe y procesa información de los sensores y dispositivos IoT para administrar aulas, ocupación, temperatura, energía, entre otros elementos considerados en la investigación.

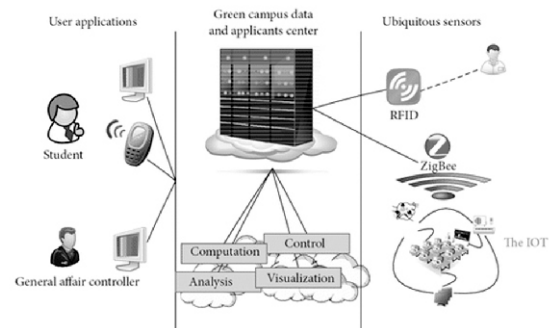


Figura 2. Arquitectura propuesta de Green campus dentro de IoT, para proyecto de Universidad de China. Fuente: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1155/2014/804627>

#### 3.2. UNIVERSIDAD DE GLASGOW

La Universidad de Glasgow, en el Reino Unido, ha considerado un smart campus como el que se observa en la Figura 3, en el que han fijado un horizonte de tiempo de 10 años para culminarlo.

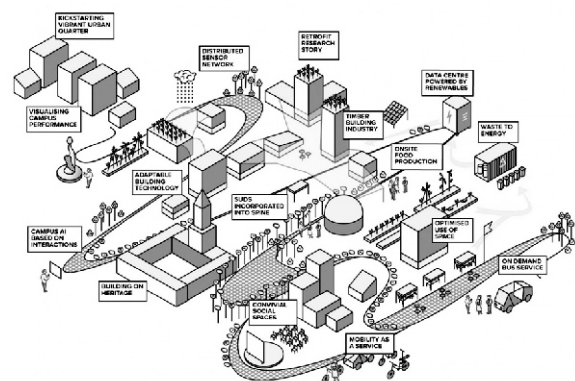


Figura 3. Smart Campus de la Universidad de Glasgow. Fuente: <http://futurecities.catapult.org.uk/project/smart-campus-university-of-glasgow/>

Esta propuesta busca convertirlos en pioneros en el Reino Unido, donde persiguen desarrollar una estrategia para un campus inteligente que tenga en cuenta los cambios en tecnología y aprendizaje, al tiempo que se protege su patrimonio (tanto cultural como físico) y realiza ahorros de costos. En la Figura 3 se observa cómo convergen diferentes tecnologías en la idea de campus inteligente y dentro de ellas se observa el uso de sensores para redes distribuidas, que, indudablemente, acogen Internet de las Cosas. Para llevar a cabo este proyecto, la Universidad está planeando una inversión de 800 millones de libras para transformar y expandir su campus. El catalizador de esta decisión fue la adquisición de 14 acres de terreno adyacente a su campus principal, lo que ha proporcionado una rara oportunidad para repensar el diseño de una universidad con treinta mil (30.000) estudiantes ubicados en una zona urbana. Lo que la institución espera lograr con el smart campus es:

- Incorporar el uso de la tecnología inteligente en la vida cotidiana del campus; proporcionando una oportunidad para la investigación, desarrollo y demostración a escala de soluciones a escala de la ciudad.
- Integrar un programa de investigación mejorado dentro del nuevo campus centrado en nuevos materiales, diseño avanzado, sensores, informática urbana, así como en salud, transporte, energía y gestión ambiental.
- Desarrollar la universidad como un enfoque internacional para las mejores prácticas de la ciudad futura.
- Proporcionar instalaciones de clase mundial para el “spin-in”, permitiendo a socios industriales de renombre internacional co-localizar en el campus.
- Lograr que con la investigación temprana se realicen trabajos de acuerdo a lo que la sociedad demanda como:
  - Energía urbana sostenible - baja emisión de carbono, bajo impacto en un entorno urbano complejo.
  - Innovación de la construcción: nuevos materiales, sistemas y procesos.
  - Sensores e Instrumentación - IoT e infraestructura digital.

La estrategia de la Universidad al incorporar este proyecto es: el smart campus aprende activamente y se adapta a las necesidades de su gente y lugar, desvelando el potencial de la tecnología y permitiendo un aprendizaje y una investigación que cambian el mundo.

### 3.3. PRINCE SULTAN UNIVERSITY

Otro ejemplo se encuentra en Prince Sultan University (PSU) en la ciudad de Riyadh, en Arabia Saudita, donde comenzaron un proyecto de smart campus en 2008; consideran que un campus inteligente depende de una estrategia global que involucre a personas, instalaciones y apoyo continuo del profesorado, así como del uso efectivo de tecnologías, donde se requiere profesores inteligentes, tecnología inteligente y centros de pedagogía inteligente. Esta visión de smart campus considera que la tecnología es fundamental, pero coloca siempre a las personas en primer plano, en este caso con la preparación de los docentes, para que hacer realidad el campus inteligente. En el uso de la tecnología en este proyecto se observa que

las aulas de clase cuentan con tableros inteligentes, dotados de repositorios centrales para permitir el monitoreo de uso de recursos por parte de los estudiantes, pero también facilitando el acceso a la información desde cualquier lugar. Esta universidad considera que un smart campus debe cumplir dos condiciones: conexión a Internet y la habilidad del uso de recursos computacionales desde cualquier parte del mundo.

Actualmente esta se destaca como una de las mejores universidades en el reino de Arabia Saudita y en la Figura 4, se puede observar el proyecto que abordó en su plan maestro de desarrollo, para la construcción de nuevo campus, que consideró además de los conceptos de smart campus mencionados anteriormente, sobre el desarrollo pedagógico, las consideraciones de arquitectura para brindar escenarios modernos, ambientalmente responsables y con el uso de tecnología para las instalaciones que generen flexibilidad e interactividad para el aprendizaje. El proyecto consideró capacidad para nueve mil (9.000) estudiantes, cuatro mil quinientos (4.500) en el campus de mujeres y cuatro mil quinientos (4.500) en el campus para hombres. Y una plaza común para la interacción en la comunidad.



Figura 4. Campus Prince Sultan University. Fuente: <http://openbuildings.com/buildings/prince-sultan-university-profile-4863>

### 3.4. UNIVERSIDAD DEAKIN

La Universidad de Deakin en Australia es un ejemplo de una universidad comprometida a trabajar en la frontera digital, aplicando nuevas tecnologías y sabiduría a todos los aspectos de sus operaciones (enseñanza y aprendizaje, investigación y administración). La posición de Deakin como universidad regional y la necesidad de atender a los estudiantes geográficamente dispersos creó el ímpetu inicial para su enfoque digital. En 2015 comenzó su agenda digital con un impacto que llega a incluirse en los ejemplos de cómo vincularse a los entornos de smart cities, su proyecto, de acuerdo con lo expuesto por su Chief Digital Officer William Confalonieri, tomó en cuenta un marco de tres cerebros así:

- **Dimensión industrial del cerebro:** el cerebro industrial se utilizó para describir el amplio conjunto de imperativos en torno a la mejora de los costos y la productividad. Pues una universidad que persigue un smart campus, a veces sólo ve el costo potencial y no ve de manera clara los ahorros asociados que encuentra con el despliegue de iluminación inteligente, gestión inteligente de residuos y sistemas y procesos inteligentes para la programación y optimización de edificios.

• **Dimensión del cerebro centrada en el cliente:** El segundo amplio conjunto de oportunidades de un campus inteligente se relaciona con la tecnología y su capacidad para conducir una mejor experiencia y resultado para los estudiantes. Por ejemplo el uso de la analítica predictiva en el aprendizaje, está creando oportunidades para entender mejor cómo los estudiantes aprenden y responden a diferentes intervenciones. Un ejemplo de esta dimensión se encuentra en la biblioteca inteligente de esta universidad.

• **Dimensión de Meta Cerebro:** La tesis de Confalonieri es que hay otro conjunto de beneficios potenciales de smart campus que son imposibles de definir, pero potencialmente incluso más importantes que las ventajas derivadas de las dos primeras categorías. La Idea es que la creación de un smart campus o ciudad desbloquea un "meta-cerebro" - que es la hiperconectividad de las "cosas" y las personas, con la cual creará posibilidades que no podemos imaginar. Esto genera una capacidad emergente para las personas, el conocimiento y la experiencia de estar conectados a nuevas formas de conocer y actuar a escala mundial que sólo puede lograrse facilitando a las personas y organizaciones el intercambio de ideas e información.

Esta última dimensión de Meta Cerebro, refleja la incorporación de tecnologías como el IoT, donde se puede mantener la hiperconectividad mencionada allí y su trabajo con las otras dos dimensiones para obtener más y mejores resultados. En la Figura 5 se puede observar como con este enfoque se obtuvo una aplicación para la biblioteca inteligente como se mencionaba en la dimensión del cerebro centrada en el cliente. Se puede encontrar en el primer caso de uso como se identifica la ocupación y el ruido en la biblioteca, de tal forma que el estudiante desde el móvil, pueda encontrar un lugar para estudiar tranquilo. En el segundo caso el estudiante verifica antes de entrar a la biblioteca si su lugar favorito para estudiar se encuentra disponible y, en el tercer caso puede verificar antes de ingresar a la biblioteca la disponibilidad de computadores y salas de estudio.

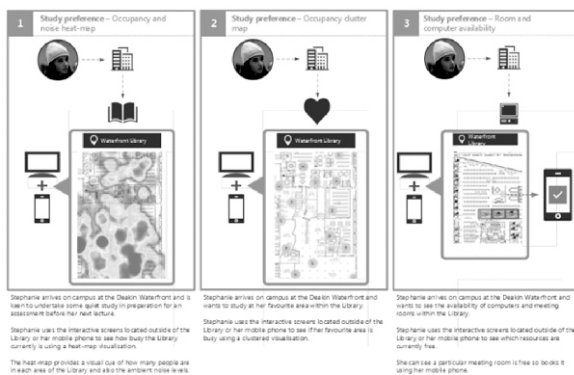


Figura 5. Tecnología de Cartografía de Calor en la Biblioteca Inteligente Deakin: Representación de Tres Casos de Uso de Tecnología Smart Campus. Fuente: <http://www.bhert.com/events/2015-06-08/Smart-Cities-Round-Table-Report-June-2015.pdf>

### 3.5. UNIVERSIDAD DE WISCONSIN

El caso de la Universidad de Wisconsin-Madison (Estados Unidos) refleja el potencial que puede tener la aplicación de la investigación con IoT, pues allí, se ha creado un laboratorio de IoT, el cual está enfocado en "aprender, investigar y experimentar para descubrir y demostrar la promesa del Internet de las Cosas".

"Esta unidad del campus sirve como una emocionante y multidisciplinaria 'caja de arena' para el aprendizaje y la investigación, así como una vitrina de innovación y pensamiento de vanguardia para explorar y extender tecnologías de punta y casos concretos. Estamos investigando una variedad de dispositivos y tecnologías emergentes (percepción inteligente envolvente, conectividad persuasiva, interfaces virtuales y computación ubicua), así como su potencial aplicación en consumidores, retail, salud e industria", explica la Universidad en su sitio web <http://www.iotcenter.wisc.edu/>

Algo interesante de los desarrollos obtenidos en el laboratorio, es el trabajo en equipo con estudiantes de diferentes facultades, y ya han obtenido reconocimiento en revistas como Forbes y ASME Magazine, como de proveedores como Toyota. En la Figura 6 se observa el resultado de un proyecto con sensores, para el área de salud, donde participaron, ingenieros, médicos y

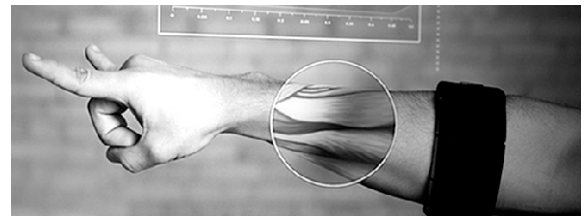


Figura 6. Resultado de Investigación con IoT en área de Salud de Laboratorio UW. Fuente: <http://www.iotcenter.wisc.edu/>

### 3.6. ¿QUÉ SUCEDE EN LATINOAMÉRICA?

En la búsqueda de información realizada sobre universidades en Latinoamérica con proyectos sobre Internet de las Cosas y campus inteligentes, no se encontró referencias bibliográficas sobre el tema, hay universidades con proyectos de campus, pero no se involucra de manera directa el enfoque tecnológico necesario sobre IoT.

Se encontró una experiencia en Colombia de un Centro de Excelencia y Apropiación en Internet de las Cosas, que reunió a cinco universidades nacionales, ocho empresas del país, tres multinacionales tecnológicas (Intel, Hewlett-Packard Enterprise y Microsoft), Colciencias y el Ministerio de las TIC, para unir esfuerzos para crear desarrollos en este campo tecnológico. Su objetivo principal es impulsar investigaciones académicas sobre el tema, anclarlas en la industria y posibilitar su acceso a las infraestructuras y

software que requieran para su funcionamiento. El rol de las empresas privadas será proporcionar ideas y espacios para probar y validar los desarrollos en un entorno real. De acuerdo con lo manifestado por el director del centro, se concentrará en siete áreas: salud, logística, dispositivos vestibles, gobierno, ambiente y agricultura e industria. Algunos de los socios privados son Totto, el Hospital San Ignacio y la Zona Franca de Bogotá.

El Hospital trabaja en soluciones que le permitan tener a los pacientes por menos tiempo en él; la Zona Franca trabaja en tecnología que le permita rastrear de mejor manera los camiones; y Totto espera desarrollar una maleta inteligente, que pueda ser rastreada en caso de robo. Por el lado del Gobierno, el objetivo a mediano plazo de esta iniciativa es “poder tomar decisiones de política pública”.

Además de esta experiencia que vincula universidades, se encontró que en varios países de Latinoamérica las universidades están ofreciendo formación a profesionales y empresas sobre Internet de las Cosas, pero no se encontró evidencia bibliográfica de proyectos en desarrollo sobre el tema para las propias universidades.

Con los ejemplos presentados, se pueden tomar ideas para que las universidades en la región pongan en marcha proyectos de Campus Inteligentes con Internet de las Cosas, y obtengan mejoras tanto en tecnología, presupuesto y satisfacción de los usuarios.

Un estudio realizado por la consultora IDC, en 2015, determinó que el valor de mercado de IoT en América Latina supera los 250 mil millones de dólares. La mayor parte de la inversión está dada por Brasil, México, Argentina y Colombia. Los dos primeros países se encuentran dentro de los 10 países a nivel mundial con el mayor número de conexiones IoT con 18 y 10 millones de dispositivos conectados, respectivamente, mientras que Argentina cuenta con 4 millones, y Colombia con 3 millones, de acuerdo con el reporte de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD, por sus siglas en inglés) titulado Digital Economy Outlook 2015. En la Figura 7 se puede observar, el posicionamiento de los países de Latinoamérica.

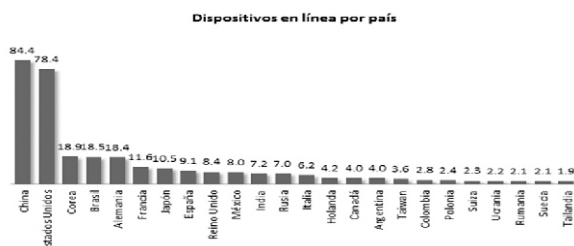


Figura 7. Dispositivos IoT en línea por país. Fuente: OECD Digital Economy Outlook 2015. Tomado de: <http://mediatelecom.com.mx/index.php/agencia-informativa/colaboradores/item/118975-el-internet-de-las-cosas-en-am%C3%A9rica-latina>

Lo anterior sirve para evidenciar que hay una buena oportunidad para los países de América Latina en la adopción y desarrollo de estas tecnologías.

#### 4. CÓMO MEJORAR LA ADMINISTRACIÓN DE LAS UNIVERSIDADES

Luego de conocer ejemplos como los presentados en la sección anterior, se puede deducir que sin duda alguna el mejor campo de aplicación de los usos de Internet de las Cosas se encuentra al interior de las universidades. Para llegar a convertirlas de manera más cercana en campus inteligentes, algunas aplicaciones de IoT que pudieran tenerse en cuenta para mejorar la administración de las mismas y hacer más eficientes los campus -teniendo en cuenta a-, se observan a continuación; además, se exponen ideas de cómo pueden servir a las instituciones con su implementación.

**1. Parqueaderos Inteligentes:** Monitoreo de parqueaderos con espacios disponibles en el campus. Con la instalación de sensores, la universidad podrá determinar los espacios que tiene disponibles en los parqueaderos y también determinar el nivel de ocupación, para tener información disponible sobre capacidad y uso.

**2. Monitoreo de Infraestructura:** para aquellas que cuentan además de los edificios con museos y elementos históricos, pueden realizar monitoreo de vibraciones o condiciones de los materiales, como una función para determinar el estado de los elementos o la protección temprana en caso de algún desastre natural. Además, con el monitoreo de infraestructura se puede considerar, por ejemplo, iniciativas como sensores en las sillas de las aulas, para controlar el nivel de ocupación, y así administrar el consumo de energía y la temperatura de acuerdo al número de estudiantes

**3. Detección de smartphones:** para conocer los dispositivos que utilicen WiFi o Bluetooth en un lugar determinado. Esto permite que las áreas de Tecnología puedan mejorar su configuración brindando mayor ancho de banda a los lugares donde se presente una mayor concentración de dispositivos y mejorando configuraciones de seguridad en esos escenarios.

**4. Luces Inteligentes:** Sistemas inteligentes y adaptables de luces en el campus y al interior de los edificios. La implementación de este tipo de sensores, permite que, a corto plazo, se refleje la disminución en el pago de facturas de servicios públicos, y así como también un impacto sobre el medio ambiente, haciendo uso razonable de la energía de acuerdo al número de personas que se encuentren en el lugar, y también a las condiciones de luminosidad.

**5. Detección de incendios:** Tanto en zonas verdes como en laboratorios, logrando monitorear niveles de gases o de combustibles. Esta aplicación de sensores de IoT, genera una cultura preventiva en los casos de presencia de elementos peligrosos, logrando disminuir accidentes o



pérdidas de elementos o instalaciones.

**6. Monitoreo de agua potable:** Para control de la calidad del agua que se consume y se ofrece, en especial en aquellos campus que ofrecen servicios de restaurante a los estudiantes. Este tipo de monitoreo, garantiza que la calidad del agua que se ofrece para servicios de alimentación, cumpla siempre con los niveles requeridos y, en caso de no ser así, genera las alarmas con anticipación, para que se puedan tomar las medidas preventivas a tiempo, evitando así insatisfacción de los usuarios o enfermedades asociadas a la mala calidad del agua.

**7. Servicios públicos:** monitoreo y administración de las redes eléctricas y de agua al interior del campus. Este tipo de sensores garantizan que se pueden detectar fugas en las redes existentes y evitar sobrecostos por la mala utilización de los recursos.

**8. Perímetro y control de acceso:** controlar el acceso en áreas restringidas y detección de personas en áreas no autorizadas. Los sensores en dispositivos de control de acceso se pueden utilizar tanto para identificar qué alumnos estuvieron en cada clase, como para restringir el acceso a laboratorios muy especializados o para el control del personal.

**9. Presencia de líquidos:** Detección de líquidos en data centers, bodegas y edificios sensibles para prevenir daños y corrosión. Esta es una aplicación que resulta de utilidad para las personas responsables de las áreas de TI en el caso de los Data Center y también para los encargados de laboratorios o investigadores que pueden monitorear a tiempo el estado de los líquidos en cada uno de sus contenedores, o la presencia de los mismos en áreas donde no se requieren.

**10. Monitoreo de temperatura:** En los casos de zonas con altas temperaturas, o de agrupación de muchas personas, los sensores pueden activar de manera automática el aire acondicionado y así evitar malos manejos o alto consumo de energía por equipos encendidos y no atendidos.

**11. Control de activos:** Se pueden instalar sensores para mejorar el control de los inventarios, tanto de activos físicos, como de tecnología, con lo cual se puede controlar la entrega, y la ubicación física y así evitar o disminuir los casos de robo o pérdida de elementos.

**12. Aplicaciones de control remoto:** Depende al tipo de equipos que se deban aplicar, pueden ser equipos en laboratorios que deban ser encendidos con anticipación para elaboración de pruebas o el apagado en horas específicas del día.

**13. Sistemas de detección de intrusos** en edificios por monitoreo de puertas o ventanas.

**14. Sistemas de video vigilancia:** Para mejorar la seguridad en el campus se pueden instalar sensores que determinen movimientos extraños y que puedan quedar

grabados en los sistemas de video vigilancia y generen alertas en los casos que se presenten.

## 15. Sistemas de Circuitos Cerrados de TV.

De acuerdo con la lista mostrada anteriormente, se encuentran escenarios posibles para que las universidades comiencen a mejorar su administración y para que se pueda decir que estas aplicaciones de IoT ayudan a estas instituciones a convertirse en campus inteligentes, es importante que se realice monitoreo a instalaciones de estudiantes, docentes, equipo administrativo y recursos, para verificar que los costos se mantienen controlados, pues una de las habilidades del IoT es la de rastrear objetos, personas y conectar a través de dispositivos. Esto se logra con la instalación de sensores en las diferentes instalaciones y el desarrollo o utilización de aplicaciones que interpreten lo transmitido por los sensores.

Para dar inicio a proyectos de implementación de Internet de las Cosas en la universidad, se puede comenzar con un laboratorio, un edificio o un servicio para conocer y establecer el impacto que genera un proyecto de esta tecnología. Sin embargo, una cantidad importante de aplicaciones de IoT tienen que ver con la parte ambiental, con el uso de sensores para temperatura, luces, agua, con lo cual las universidades además de hacer uso de tecnologías, logran reflejar ahorro en recursos financieros, al disminuir el pago en servicios públicos por obtener un eficiente manejo y uso de los recursos naturales, por lo cual es una buena idea revisar si es viable empezar un proyecto abordando este tipo de servicios.

Para avanzar en estas iniciativas, es importante contar con un proyecto, o una estrategia, avalada a nivel estratégico, y así definir tiempo, presupuesto y los objetivos que se pretenden conseguir, donde se puedan involucrar también grupos de investigación y estudiantes, entre otros, que apoyen y fomenten el uso de los proyectos que se generen.

## 5. CÓMO SE PUEDE APLICAR EN LO MISIONAL DE LAS UNIVERSIDADES

Luego de identificar los conceptos de campus inteligentes junto con la arquitectura y características de Internet de las Cosas, así como conocer ejemplos de universidades que han adelantado proyectos con estos temas, y presentar opciones de mejora en la administración de las universidades con el uso de Internet de las Cosas, a continuación se plantea cual es el uso que pueden darle a nivel de enseñanza, investigación y extensión, para permitirles mejorar estos macro procesos con el uso de IoT, y así generar Campus Inteligentes.

El comenzar a realizar las cosas inteligentes, será un enorme motivador para la creación de nuevos productos y servicios en las universidades, favoreciendo cada vez más el llegar a tener Campus Inteligentes.

Según Zebra Technologies “en la medida que las

organizaciones educacionales comiencen a hacer uso de soluciones como el 'cloud computing' y la identificación mediante frecuencias de radio (RFID) a través de una plataforma de Internet de las Cosas, serán capaces de capturar, gestionar y analizar big data. Este "insight" le entrega a los públicos objetivos una visión en tiempo real de los estudiantes, el equipo administrativo y los activos. Son precisamente los activos de inteligencia los que permiten a instituciones tomar decisiones más informadas en un esfuerzo por mejorar las experiencias de aprendizaje del estudiante, la eficiencia operacional y la seguridad del campus".

#### 5.1. A NIVEL DE ENSEÑANZA

Resulta interesante que con esta tendencia tecnológica las universidades pueden mejorar procesos relacionados con la enseñanza, como los de acreditación y el aprendizaje.

Para mejorar los procesos de enseñanza aprendizaje se pueden crear aulas con diferentes dispositivos que involucran a IoT y generan condiciones de campus inteligentes, vinculando otras tecnologías como cloud computing y big data, así se proporcionarán experiencias de aprendizaje mejoradas, como los escritorios virtuales, que ya son conocidos en la actualidad y usados por algunas universidades, donde se cuenta con un repositorio centralizado de datos común a todos los estudiantes, y los archivos, documentos y programas de trabajo del aula se almacenan en los servidores, permitiendo que los estudiantes tengan acceso a los mismos, desde fuera del aula de clase con dispositivos conectados a Internet como computadoras, portátiles, tabletas o teléfonos inteligentes. Además, en conjunto con otras tecnologías como los tableros inteligentes - utilizados como herramienta para el desarrollo y evaluación en el aula de clase-, la Internet de las Cosas puede generar mejoras, pues se podrían tomar estadísticas del uso de los programas o documentos por parte de los estudiantes, para generar ideas en tiempo real acerca del desempeño de sus desempeños, lo cual puede ayudar a mejorar los planes de estudio y, con el resultado de la evaluación y participación en el aula, proponer iniciativas para motivar a los estudiantes en su desempeño de manera proactiva y no reactiva.

Para lograr lo anterior, el IoT puede, con una topología en estrella dentro del aula, tomar los dispositivos desde donde se conectan los estudiantes como los sensores remotos y el repositorio centralizado, contener la función de núcleo central o gateway para recoger la información enviada por los sensores y permitir el procesamiento de la misma en favor de obtener resultados en tiempo real, y así incluso estas estadísticas, datos y resultados, ayudan en los procesos de acreditación de las universidades.

Otra opción es incluir estas tendencias tecnológicas, en los currículos de las universidades en carreras o programas de ingeniería, para que los futuros profesionales no solo conozcan del funcionamiento y uso del Internet de las Cosas, sino para que apliquen los conocimientos e información en proyectos de investigación y extensión. Así se estaría cumpliendo de manera completa el ciclo de

enseñanza aprendizaje: recibir, aprender, aplicar y comunicar. Sin embargo, es importante considerar dar formación a los docentes, o actualización a través de cursos especializados sobre el tema, para que ellos lideren estos proyectos al interior de las universidades y planteen cambios en los currículos actuales.

Los principales beneficiados del Internet de las Cosas en la enseñanza serán los estudiantes, quienes tendrán a su disposición mejores escenarios, con control de variables de ambiente, que les permitirá tomar mejores decisiones de cómo utilizar las instalaciones del campus, en qué momento acudir y, por supuesto, mayor información disponible desde cualquier lugar y a cualquier hora.

#### 5.2. A NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Si con lo presentado a nivel de enseñanza se vislumbran cambios interesantes, en la investigación se duplican las posibilidades al aplicar en la universidad la tecnología de IoT. Se puede observar desde cómo el IoT puede ayudar en la investigación, hasta lo que pueden investigar acerca de IoT.

La visión de cómo estas tecnologías pueden impactar en la investigación se puede identificar con el uso de aplicaciones como las que se veían en la sección tercera de este capítulo, pues cuando las universidades incorporen aplicaciones de IoT, los investigadores podrán contar con laboratorios más inteligentes, dotados con sensores que les permitan generar nuevas medidas, y analizar datos generados por los sensores, así cobrará mayor valor la combinación de otras tecnologías como el big data o analíticas, para el procesamiento de los nuevos volúmenes de información que pueden recibir los investigadores.

Los investigadores pueden encontrar en el Internet de las Cosas instrumentos con mayor capacidad de transmisión y aplicaciones que generan diferente tipo de información acerca de las variables que miden, como nivel de ruido, humedad, temperatura, energía, calidad del agua, ocupación, entre otras, de tal forma que con dichas aplicaciones los investigadores aprovechen para el intercambio de datos, no solo de dependencias, sino también de entidades y promover datos abiertos que generen nuevas culturas de información entre las mismas. Con las aplicaciones que se desarrollen con el Internet de las Cosas, los investigadores tendrán mayor información para mejorar la toma de sus decisiones, relacionadas, por ejemplo, con los laboratorios donde los equipos tendrán sensores, y los procedimientos que se corran allí contarán con monitoreo permanente, aprovechando incluso el hecho de aplicar dichos procedimientos en horas no hábiles, con la garantía de obtener información en tiempo real de lo que está pasando a cada momento y así también tomar ventaja de otros elementos que son más favorables en horas no hábiles como el potencial de conexión a Internet, o la capacidad eléctrica. Dependiendo del tipo de prueba a aplicar en cada caso, los resultados tendrán valor adicional, ya que se obtendrá información de cada detalle en el paso a paso.

Con la experiencia ganada, los investigadores pueden

ampliar las posibilidades de investigación, y así generar valor adicional para la universidad, con los proyectos desarrollados, como lo realizado por el grupo BISITE de la Universidad de Salamanca en España (<https://bisite.usal.es/es/investigacion/lineas-investigacion/internet-cosas>), quienes ofrecen en la página web los servicios en relación con Internet de las Cosas, para proyectos nacionales e internacionales, de acuerdo a la experiencia que adquirieron con el manejo de sensores.

Otro enfoque valioso con esta tecnología es el de identificar qué se puede hacer en el campo de investigación con IoT, así las universidades pueden generar laboratorios de investigación sobre Internet de las Cosas, para favorecer el trabajo interdisciplinar entre ingenieros electrónicos, industriales, de sistemas o informática, de redes y telecomunicaciones, biomédicos, entre otros, para buscar y crear soluciones a necesidades de áreas determinadas, en diferentes campos como:

- Medicina o salud, donde actualmente hay proyectos relacionados con lentes de IoT que ayudan en el momento de realizar cirugías de alta precisión, así como dispositivos que, conectados al cuerpo, transmiten información acerca del estado de salud de un paciente sobre alguna enfermedad en particular.
- Movilidad o el tránsito donde se están haciendo dispositivos con sensores de IoT que realizan mediciones y permiten mejorar la toma de decisiones acerca del tráfico en tiempo real con aplicaciones estilo WAZE.
- Desarrollo de aplicaciones que interpreten los datos reportados por los dispositivos de IoT es otro escenario donde los proyectos de investigación pueden generar grandes resultados, ya que combinan con otras tendencias tecnológicas como el big data y los datos abiertos, pues esta última es una de las variables que favorece en la actualidad el concepto de campus inteligentes dentro de las tendencias de smart cities, donde la interoperabilidad e intercambio de información entre universidades o entidades resulta esencial. Desde el escenario de las aplicaciones, las posibilidades de aplicar IoT son muy amplias, ya que se conocen usos en campos como el hogar, la industria, los supermercados, las ciudades, la tecnología con los wearables, el medio ambiente, entre otros, donde abre la posibilidad de crear más aplicaciones, y la educación, y en este caso las universidades, con la investigación pueden contribuir con el desarrollo de estas aplicaciones.
- Investigaciones acerca del futuro del Internet de las Cosas que generan innovación, como las que ya se están llevando a cabo, teniendo en cuenta que desde el escenario técnico y de arquitectura se ha considerado que el desarrollo previsto hacia 2020 que se mencionaba al inicio del capítulo, donde se espera que una persona tenga en promedio cuatro dispositivos IoT, será posible con el desarrollo de una arquitectura de administración de IoT y la creación de una nueva capa de administración en el modelo OSI – Web of Things (WoT), la cual requiere el desarrollo de una capa de administración individual de dispositivos IoT que traería una unificación del ambiente de dispositivos basados en la web .

Estos son sólo algunos ejemplos de proyectos de investigación que se pueden llevar a cabo, teniendo en cuenta lo que se puede investigar acerca del Internet de las Cosas, pero las áreas de aplicación impactan de manera transversal toda la industria, como se verá en el siguiente numeral.

En resumen, frente a las posibilidades de aplicación de IoT y campus inteligentes en el área de investigación de las universidades, con el aprovechamiento del IoT en la investigación, se tendrán mejores resultados de las investigaciones y nuevas aplicaciones que analicen los datos, la integración de tecnologías como el big data para el procesamiento de la información generada y el potenciamiento de los datos abiertos que impulsan lo que buscan también las smart cities que es el gobierno abierto.

### 5.3. A NIVEL DE EXTENSIÓN

Las universidades pueden llegar a tener resultados de sus proyectos de investigación que se apliquen para la industria. Con el crecimiento que ha tenido el Internet de las Cosas, los campos de aplicación están en todas las

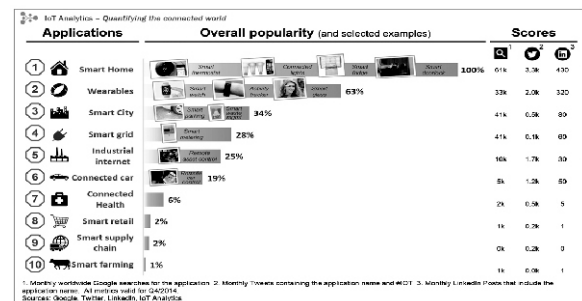


Figura 8. Ranking de aplicaciones de IoT. En febrero de 2015. Fuente <https://iot-Analytics.com/10-internet-of-things-applications/>

En la figura 8 se puede observar el ranking de las aplicaciones, de acuerdo con la medición realizada por IoT Analytics en febrero de 2015, donde la medición se realizó teniendo en cuenta tres cosas: lo que la gente busca en Google, lo que la gente habla en Twitter y lo que la gente escribe en LinkedIn. La puntuación más alta recibió una calificación de 100%, las otras aplicaciones de Internet de las Cosas se clasificaron con un porcentaje que representa la relación con la puntuación más alta (clasificación relativa). Así presentaron 10 aplicaciones donde el primer puesto es "smart home" y allí se destaca sistemas de control de temperatura, de luces y control de puertas. El segundo lugar fue para los wearables por su nombre en inglés donde los relojes inteligentes, las gafas y sistemas de seguimiento fueron los destacados y, en tercer lugar, se encontró las ciudades inteligentes (smart city), con dos aplicaciones importantes en la medición el control de tráfico y los sistemas de administración de agua. Las otras aplicaciones se pueden observar en la Figura 8.

Para 2016 se realizó una nueva medición por la misma

empresa, IoT Analytics, pero con criterios diferentes. En esa ocasión fue de acuerdo a proyectos reales de Internet de las Cosas, tomaron 640 proyectos reales de IoT sin incluir productos de consumo o proyectos de hobby. La medición se hizo buscando la información disponible sobre los proyectos y el uso que se estaba realizando, en la Figura 9 se observa el resultado.

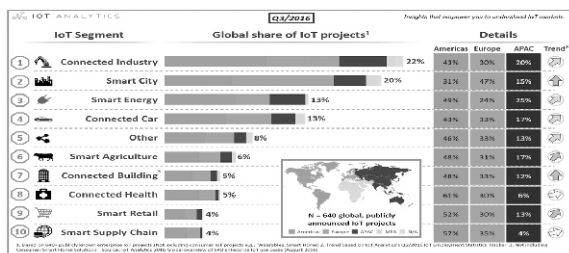


Figura 9. Top 10 de áreas de aplicación de IoT. Fuente: <https://iot-analytics.com/top-10-iot-project-application-areas-q3-2016/>

La industria conectada obtuvo el primer puesto con 141 proyectos, luego están los de smart city con 128 y en tercer puesto lo de “smart energy”. De acuerdo con la ubicación geográfica hay diferencias importantes, donde América cubre el 44% de los proyectos y, en particular, Norte América es fuerte en relación con aplicaciones de salud (61%) y retail (52%). Europa cuenta con el 34% de los proyectos y su aplicación más importante es en Smart City (47%). La Región de Asia y el Pacífico es fuerte en el área de proyectos de energía inteligente (25%).

Los proyectos que destacan en el sector de industria son los relacionados con el ambiente, buscando una mejora en sectores como el petróleo y mejora del medioambiente o footprints. El segundo puesto de los proyectos de smart city, se encontró aplicaciones como la administración del tráfico y la seguridad de las ciudades, y en el tercer puesto, los proyectos de smart energy, donde las aplicaciones que sobresalieron en el ranking estuvieron relacionadas con mejorar la eficiencia y fiabilidad de la malla eléctrica.

Es importante destacar cómo la medición del año 2016 buscó proyectos reales, y el número y la distribución geográfica reflejan que se realizan proyectos en todo el mundo y para todas las áreas. De tal forma que al observar las diferentes aplicaciones y usos del Internet de las Cosas se entiende la oportunidad que tienen las universidades en sus áreas de extensión, ya que podrían desarrollar convenios con empresas para el desarrollo de dispositivos o aplicaciones de IoT, y así potenciar el desarrollo de proyectos en todas las áreas de la industria, y aumentar el alcance de la universidad en las empresas y ciudades. Esta oportunidad concuerda con lo mencionado en el numeral 3.6. sobre el escenario estratégico que encuentra Latinoamérica con la explotación de la tecnología de Internet de las Cosas y las tendencias que la acompañan como big data y cloud, entre otras.

También se puede encontrar una oportunidad desde estas aplicaciones de IoT en iniciativas de emprendimiento, que puedan surgir a partir de resultados de proyectos de

investigación y fortalecer el lazo universidad – empresa. Esto podría desarrollarse teniendo en cuenta iniciativas como la presentada por GEMALTO, donde se indican algunas etapas en la transformación de IoT, a partir de un proceso de transformación como el que se observa en la Figura 10.

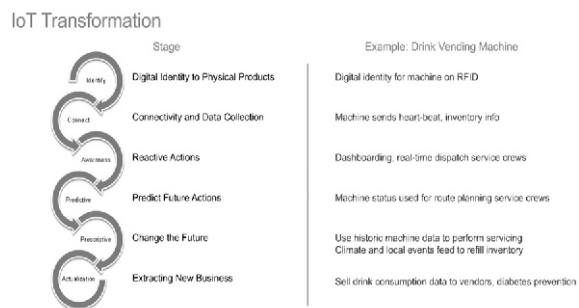


Figura 10. Etapas de Transformación de IoT. Fuente: [https://www.brighttalk.com/webcast/2037/254379?utm\\_campaign=knowledge-feed&utm\\_source=brighttalk-portal&utm\\_medium=web](https://www.brighttalk.com/webcast/2037/254379?utm_campaign=knowledge-feed&utm_source=brighttalk-portal&utm_medium=web)

La propuesta de las etapas de la transformación de IoT, y el ejemplo presentado en la Figura 10, dejan ver cómo se puede avanzar desde la identificación, pasando por conectar, tomar conciencia de posibles acciones reactivas y agotar etapas predictivas y prescriptivas de las acciones a futuro hasta llegar a la actualización donde se extraen las ideas de nuevos negocios; es una posible manera de enfrentar ideas de transformar iniciativas de IoT en empresas que conduzcan a opciones de extensión en la universidad.

Adicional a esto se puede también trabajar en conjunto entre universidades, proveedores tecnológicos y gobierno, para crear centros que apoyen necesidades de sectores productivos con soluciones de IoT, como es el caso, anteriormente mencionado, en Colombia del Centro de Excelencia y Apropiación en Internet de las Cosas (CEA-IoT), que es una alianza entre universidades, líderes tecnológicos mundiales y empresas ancla para potenciar el desarrollo económico del país desde el desarrollo tecnológico y la innovación a través de las tecnologías del Internet de las Cosas, buscando resolver las necesidades de diferentes sectores productivos del país. Corresponde a una estrategia que busca posicionar a Colombia como líder regional en TIC.

## 6. ALGUNOS RETOS EN EL IOT

### 6.1. PARA LOS DIRECTORES DE TECNOLOGÍA EN LAS UNIVERSIDADES

Para lograr que las universidades cumplan con éxito los proyectos sobre Internet de las Cosas y campus inteligentes, las áreas de tecnología de la información desempeñan un rol fundamental, ya que si estas áreas no se encuentran preparadas para los proyectos que se presenten, el resultado podría no ser el esperado. De tal forma que existen algunos retos que los directores (CIOs)



deben considerar para garantizar la correcta operación en estos escenarios.

1. Participación en la elaboración y/o planificación de los proyectos, para estar involucrado desde etapas tempranas y dar a conocer con tiempo cuáles son los recursos humanos, tecnológicos de tiempo y dinero, necesarios para el apoyo en la ejecución del proyecto de campus e IoT.

2. Capacitación y preparación del personal, para lo cual se requiere que el éste tenga preparación y formación sobre Internet de las Cosas: arquitectura, tipología, protocolos, además formación y conocimiento sobre big data, pues se espera que crezca la cantidad y capacidad de datos a procesar. Con esta información puede definirse de manera adecuada la configuración de la red que se debería tener para que el proyecto sea exitoso.

3. El CIO (director de TI), además de estar preparado sobre los temas mencionados, debe tener conocimiento o capacidades de gestión estratégica de protección de datos, pues resulta un aspecto importante de privacidad dentro de un entorno de IoT, como se verá en el numeral siguiente, y conocimientos del área de análisis de la evolución de las variables de la actividad, también conocidas como business analytics.

4. Los CIO, deben preparar la infraestructura tecnológica para soportar el funcionamiento de estas aplicaciones desde los tres escenarios de la gestión de TI: personas, procesos y tecnología.

5. Un elemento importante se encuentra acerca del protocolo de red, pues con el agotamiento de las direcciones IPV4, es absolutamente necesario que en las universidades tengan definido y configurado el direccionamiento en IPV6, pues los sensores requieren de una dirección IP exclusiva.

6. Derivado del protocolo de red y de la capacitación sobre IoT, donde se identifican los protocolos propios de la tecnología, las personas que administran las redes deben garantizar la mejor configuración para tener la posibilidad de realizar el intercambio de datos con otras tecnologías propias del big data y datos abiertos.

7. Configurar una red independiente para los dispositivos IoT, la cual es necesaria incluso por razones de seguridad, como se verá en el siguiente numeral.

8. Ampliar el catálogo de servicios de TI, ya que se añadirán nuevos dispositivos y aplicaciones que atender.

9. Identificar necesidades para generar un proyecto donde se aplique el IoT al área de tecnología con lo cual se pueda incorporar también innovación al área con las nuevas tecnologías, puede ser desarrollado trabajando de la mano con un grupo de investigación.

Dentro de las posibilidades que se puede mencionar podrían estar la de sensores en los equipos activos de red como router y switch para tener mejor información y herramientas diferentes para el monitoreo, y contar con

elementos predictivos en caso de posible falla de un puerto o detección de broadcast que puede prevenir un ataque de denegación de servicio, o, también, sensores sobre los equipos inalámbricos o acces point para su monitoreo y detección temprana de exceso de tráfico o dispositivos conectados, o uno como el mencionado en la sección 4, en relación con detección de líquidos en el data center; lo anterior sumado a la posibilidad de realizar un análisis de los datos generados para tomar decisiones a tiempo y prevenir posibles problemas en la red.

10. Generar una cultura en seguridad en IoT, para que los usuarios perciban que con el uso de estos dispositivos se cuenta con seguridad, pero también que donde hace uso de los mismos es seguro. Este reto es compartido con las diferentes áreas de las universidades, desde donde se impulsen estos proyectos.

11. Conocer los adelantos tecnológicos como el WoT (Web of Things), que puede representar desafíos adicionales en el momento de configurar la tecnología para el desarrollo de los proyectos de campus inteligentes e IoT.

## 6.2 RETOS EN SEGURIDAD DE LA INFORMACIÓN Y PRIVACIDAD

La seguridad de la información se convierte en un desafío adicional, con la implementación de IoT en las universidades, ya que además de contar con una nueva subred que se añade a las tradicionales existentes de inalámbricos, académicos, administrativos, etc., se debe contar con una red de IoT y esto incrementa la cantidad y clases de dispositivos conectados.

Con la posibilidad de tener tantos dispositivos conectados, la seguridad se convierte en un factor muy importante en IoT. Ya se registran ataques a las redes de computadores a través de los dispositivos IoT, aparece un artículo en febrero de 2017 publicado por Chema Alonso donde se indica que una universidad sufrió un ataque de DDOS por sus propios dispositivos de IoT, el que fue causado por una variedad de malware sin nombre que conectó con los dispositivos inteligentes de la universidad, les cambió su contraseña predeterminada y lanzó ataques de fuerza bruta para adivinar las credenciales de administración de los dispositivos cercanos. El ataque quedó registrado en el informe anual de VeryZone y explica que la red de bots fue de dispositivo a dispositivo, atacando por fuerza bruta las contraseñas débiles o usando contraseñas o credenciales por defecto.

Lo anterior refleja que cada vez resulta más crucial el comportamiento social y apropiado en la construcción de Internet de las Cosas, con el incremento de interconectividad de ambientes cyber-físico-biológicos que enlazan dispositivos, sistemas, datos y personas. En su mejor lado, el IoT tiene el potencial de crear un ecosistema integrado que puede responder a un espectro de necesidades, incrementando eficiencia y oportunidad, y empoderando personas a través de tecnología, y tecnología mediante inteligencia. En su peor lado, el IoT puede abrir una caja de Pandora de comportamiento inseguro e inapropiado, con consecuencias no deseadas e

intrusivas.

Gemalto presenta una propuesta de cómo se puede considerar seguridad digital en IoT -se observa en la Figura 11-, que puede ser considerada en las áreas de TI para tener algunos mecanismos que garanticen la disminución de vulnerabilidades. En la propuesta se consideran identificación segura de usuarios, de dispositivos físicos, administración de la seguridad para obtener la autenticación, seguridad en la recuperación de los datos, encriptación de los datos para asegurar el procesamiento y, finalmente, seguridad en la colaboración, lo que implica manejar a lo menos varias claves para asegurar los datos encriptados independiente del dispositivo.

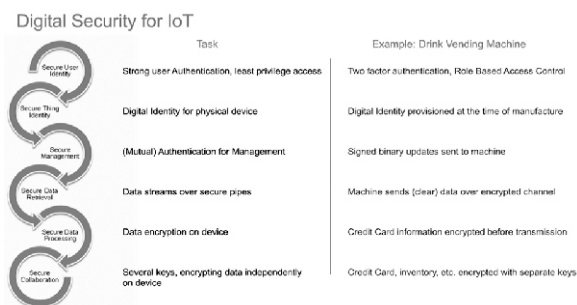


Figura 11. Propuesta de seguridad digital para IoT. Fuente: [https://www.brighttalk.com/webcast/2037/254379?utm\\_campaign=knowledge-feed&utm\\_source=brighttalk-portal&utm\\_medium=web](https://www.brighttalk.com/webcast/2037/254379?utm_campaign=knowledge-feed&utm_source=brighttalk-portal&utm_medium=web)

No se trata solo de seguridad física a nivel de la red y de generar otras políticas para prevenir que se presenten vulneraciones de la seguridad a nivel de integridad, confidencialidad y disponibilidad, donde en la actualidad las organizaciones, y con ellas también las universidades, tienen avances importantes en sus esquemas de seguridad informática; con el Internet de las Cosas, aparecen retos más interesantes debido al poder que puede otorgar, como se leía en el párrafo anterior, y es importante revisar escenarios como el de la privacidad, ya que se cuenta con información personal para promover eficiencia y seguridad y el límite con la privacidad individual. Por ejemplo, en el caso de los dispositivos de monitoreo médico, ellos acumulan información de su salud personal y la comparten con los centros de salud, que serán utilizados para generar estadísticas y análisis entre otros. Surgen preguntas acerca de quién debería controlar la información acerca de cada persona, y quién debería tener acceso a la misma.

En este punto de privacidad se debería poder revisar las normas en cada país sobre protección de datos personales y considerar desde ya, si no están incluidas en ellas, el cómo mejorar el manejo de la privacidad en el caso de los dispositivos IoT, qué pasa si se divulga, borra o daña la información o si se pierde el dispositivo IoT; algunos de estos ítemes deben ser considerados y, además de hacerlo en las normas de cada país, en las políticas internas de cada organización que se revisarán, no solo desde las áreas

de TI, sino revisadas y avaladas por la alta dirección de cada institución.

Al final, además de considerar capacitación, formación, planeación, riesgos de seguridad y precauciones, vale la pena tomar en cuenta la propuesta de creación de un marco para definir principios y políticas de IoT como el presentado por Berman y Cerf, que incluya a lo menos cuatro áreas:

- Políticas para IoT en seguridad y privacidad.
- Marco legal para determinar comportamiento apropiado de entidades autónomas de IoT.
- Enfocarse en los derechos humanos y comportamiento ético.
- Desarrollo sostenible de IoT.

Estas consideraciones se deben revisar con la alta dirección para garantizar el éxito de los proyectos que involucren Internet de las Cosas y Campus Inteligentes.

## 7. CONCLUSIONES

Internet de las Cosas se convierte en el sistema central de Campus Inteligentes, para soportar la interconexión y el flujo de información entre las máquinas, las instalaciones y las personas que los usan.

Los Campus Inteligentes hacen uso de diferentes tendencias tecnológicas. Internet de las Cosas, que habilita varias posibilidades y se conecta, complementa y comparte con otras tendencias tecnológicas como Cloud Computing, Big Data y Analíticas, Datos Abiertos y Gobierno Abierto.

Los proyectos de Campus Inteligentes requieren estar en la estrategia de las universidades, en sus planes de desarrollo, y donde se tengan claros los objetivos, el tiempo, presupuesto requerido, entre otras; para lograr su ejecución es necesario que existan buenas conexiones de Internet en el campus.

Las universidades en Latinoamérica cuentan con una excelente oportunidad de desarrollo de proyectos en Internet de las Cosas y Campus Inteligentes, con el favorecimiento a la adopción de tecnologías emergentes y la posibilidad de aplicarlos a necesidades latentes en la región como salud, educación y medio ambiente, entre otros.

Con la formación de los docentes se habilitará el cambio en los currículos, para que las universidades realicen formación sobre IoT en sus diferentes facultades.

Potenciar la investigación sobre IoT, será posible en la medida en que se generen y ejecuten propuestas de laboratorios de Investigación sobre IoT, donde se logre ejecutar proyectos que dinamicen la academia y la extensión.

Con la ejecución de proyectos de Campus Inteligentes e Internet de las Cosas se acrecientan las posibilidades de

los investigadores para obtener mejores resultados en los proyectos y realizar análisis más detallados de los resultados obtenidos.

Los resultados de los proyectos de investigación y uso del IoT, pueden impactar de manera positiva en soluciones que requiere la región, como el caso del área de salud, donde es importante mejorar la satisfacción de los usuarios, garantizado un monitoreo de su estado y disminución en los tiempos de atención o diagnósticos preventivos de manera oportuna.

Las posibilidades de proyectos de extensión en las universidades son muy amplias, debido al vasto uso que se está dando en la actualidad y a las proyecciones a futuro de los dispositivos que se tendrán, por lo cual hay una oportunidad de generar recursos, apoyar empresas y contar con socios estratégicos.

Las áreas TIC en las universidades se convierten en habilitadoras de los servicios de IoT, y, para que sean exitosos los proyectos, es necesario contar con personal capacitado, mantener al CIO como parte de la alta dirección y promover con anticipación escenarios de seguridad, privacidad y riesgos a los que se pueda exponer.

Con la participación de la alta dirección y la definición de proyectos estratégicos, donde participen en su construcción los actores de la enseñanza, investigación y extensión, permitirán que el desarrollo y ejecución de los proyectos de smart campus e Internet de las Cosas sea exitoso, y no resulten en lugar de IoT (Internet of Things) en Internet of Terror.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abuelyaman, E. S. (2008). Making a Smart Campus in Saudi Arabia. *Educause Quarterly*, 10-12.
- Alonso, C. (09 de 02 de 2017). Universidad sufre un ataque DDos de sus propios dispositivos IoT. Obtenido de <http://blog.elhacker.net>: <http://blog.elhacker.net/2017/02/universidad-sufre-un-ataque-ddos-de-sus-propios-dispositivos-iot.html?m=1>
- Arora, G. (10 de 04 de 2017). IoT Security Over Tea: Steeping Out the Hype. Obtenido de <https://www.brighttalk.com>: [https://www.brighttalk.com/webcast/2037/254379?utm\\_campaign=knowledge-feed&utm\\_source=brighttalk-portal&utm\\_medium=web](https://www.brighttalk.com/webcast/2037/254379?utm_campaign=knowledge-feed&utm_source=brighttalk-portal&utm_medium=web)
- Bartie, J. (15 de 08 de 2016). The top 10 IoT application areas - based on real IoT Projects. Obtenido de <https://iot-analytics.com>: <https://iot-analytics.com/top-10-iot-project-application-areas-q3-2016/>
- Berman, F., & Cerf, V. (2017). Social and Ethical Behavior in the Internet of Things. *Communications of ACM*, Vol. 60 No.2.
- catapult future cities. (06 de 07 de 2014). Smart campus University of Glasgow. Obtenido de <http://futurecities.catapult.org.uk>: <http://futurecities.catapult.org.uk/project/smart-campus-university-of-glasgow/>

- cea-iot. (2016). ¿Qué es el Centro de Excelencia y Apropiación en Internet de las Cosas? Obtenido de <http://www.cea-iot.org/>: <http://www.cea-iot.org/>
- Chen, F., & Li., R. (2013). Sink Node placement strategies for wireless sensor networks. *Wireless Personal Communications*, 303-319.
- Dastjerdi, A., & Buyva, R. (2016). Fog Computing: Helping the Internet of Things Realize its Potential. *Computer*, 112-116.
- Davies, B., & Dandolo, P. (08 de 06 de 2015). Internet of Everything – Powering the Smart. Obtenido de <http://www.bhert.com>: <http://www.bhert.com/events/2015-06-08/Smart-Cities-Round-Table-Report-June-2015.pdf>
- Daza, L. (15 de 01 de 2017). MoveTrack Un dispositivo que permite seguir todo lo que quieras. Obtenido de [www.canalinformatico.net](http://www.canalinformatico.net): <http://www.canalinformatico.net/index.php/equipos-y-comunicaciones/757-movetrack-un-dispositivo-que-permite-seguir-todo-lo-que-quieras>
- Fundación Telefonica S.A. (2011). smart cities un primer paso hacia el Internet de las Cosas. Barcelona: Ariel S.A.
- Guinard, D. (23 de 01 de 2016). Web of things vs Internet of Things. Obtenido de <http://webofthings.org/>: <http://webofthings.org/2016/01/23/wot-vs-iot-12/>
- Guinard, D., & Trifa, V. (08 de 02 de 2016). Comparing IoT and WoT Building the web of things. Obtenido de <http://Webofthings.org/book/>
- Jdha, M. (15 de 03 de 2014). 33 billion Internet devices By 2020: four connected devices for every person in world. Obtenido de [www.prnewswire.com](http://www.prnewswire.com): <http://www.prnewswire.com/news-releases/33-billion-internet-devices-by-2020-four-connected-devices-for-every-person-in-the-world-says-strategy-analytics-279166141.html>
- Libelium. (15 de 01 de 2016). 50 sensor applications for a smarter World. Obtenido de <http://www.libelium.com>: [http://www.libelium.com/resources/top\\_50\\_iot\\_sensor\\_applications\\_ranking/](http://www.libelium.com/resources/top_50_iot_sensor_applications_ranking/)
- Lueth, K. (08 de 02 de 2015). The 10 most popular onternet of things applications right now. Obtenido de <https://iot-analytics.com>: <https://iot-analytics.com/10-internet-of-things-applications/>
- MANEY, K. (06 de 03 de 2015). Meet Kevin Ashton, Father of the Internet of Things. Obtenido de [www.newsweek.com](http://www.newsweek.com): <http://www.newsweek.com/2015/03/06/meet-kevin-ashton-father-internet-things-308763.html>
- Pacelle, M. (03 de 04 de 2014). 3 Topologies driving IoT networking standards. Obtenido de [radar.oreilly.com](http://radar.oreilly.com): <http://radar.oreilly.com/2014/04/3-topologies-driving-iot-networking-standards.html>
- Peñarredonda, J. L. (2016). MINTIC ABRE CENTRO INVESTIGACIÓN EN INTERNET DE LAS COSAS. ENTER.
- Pistore, M. (2014). Smart Campus creating services with and for people. Obtenido de <http://www.open-science-conference.eu>: [http://www.open-science-conference.eu/uploads/2013/08/14\\_Marco\\_Pistore\\_-\\_Smart\\_Campus\\_Services\\_with\\_and\\_for\\_People.pdf](http://www.open-science-conference.eu/uploads/2013/08/14_Marco_Pistore_-_Smart_Campus_Services_with_and_for_People.pdf)
- Sagenmüller Bórquez, I. (28 de 04 de 2016). El Internet de las Cosas lo cambia todo incluso la educación superior. Obtenido de <http://www.u-planner.com/>: <http://www.u-planner.com/>

planner.com/es/blog/como-el-internet-de-las-cosas-esta-cambiando-todo-incluso-la-educacion-superior

- Tan, L., & Wang, N. (2010). Future internet: The internet of Things. 3rd International Conference on Advanced Computer Theory and Engineering (ICACTE) (págs. 376-378).

C h e n g d u :  
<https://doi.org/10.11.09/ICACTE.2010.5579543>.

- University of Glasgow. (15 de 10 de 2016). Smart Campus. Obtenido de <http://www.gla.ac.uk>: <http://www.gla.ac.uk/about/campus/overview/smartcampus/>

- Vladislav, A., Filicevs, E., & Kampars, J. (2016). Internet of Things: Structure, Features and Management. De Gruyter Open Information Technology and Management Science, 78-84.

- Wang, H.-I. (2014). Constructing the Green Campus within the Internet of Things Architecture. International Journal of Distributed Sensor Network, 1-8.

- Windley, P. (2015). API Access Control with OAuth: Coordinating interactions with the Internet of Things. IEEE Consumer Electronics Magazine, 52-58.

# 3. La Supercomputadora en la investigación

LUIS ALBERTO GUTIÉRREZ DÍAZ DE LEÓN

## 1. INTRODUCCIÓN

La capacidad del humano de poder tomar decisiones o resolver problemas resulta de un proceso cognitivo en el que la experiencia (memoria), la discriminación de información y la actitud propia a determinada situación se conjugan para interpretar y encauzar el hecho observado, a su resolución efectiva; no obstante, en pleno siglo XXI, una computadora es capaz de procesar datos con mayor exactitud y rapidez –con la finalidad también– de transformarlos en información valiosa para los seres humanos. Ni qué decir una supercomputadora o computadora de alto rendimiento, con una capacidad extraordinaria de procesamiento y almacenamiento que puede ser utilizada tanto para el estudio del modelado molecular de enfermedades, como para el estudio profundo del Universo.

El origen del cómputo se remonta a mucho tiempo atrás, cuando el ábaco, el astrolabio, las tablillas babilónicas para el ejercicio de la aritmética, el uso de logaritmos, las calculadoras mecánicas, la primera máquina sumadora (Pascalina), la calculadora de pasos de Leibniz, el telar de Jacquard y la máquina analítica de Babbage eran las herramientas esenciales del hombre para calcular, comparar y llevar sus registros. Con el mejoramiento de las técnicas de cálculo, la inversión en los proyectos científicos de gran impacto por parte de la academia, del gobierno y la iniciativa privada, así como la consolidación incipiente de los estudios multidisciplinarios, los grandes matemáticos del siglo XX como Alan Turing, John von Neumann, así como el ingeniero Seymour Cray, observaron que más allá del material con el que se procesaba la información, era importante que éste fuera inteligente y calificado para realizar operaciones por su cuenta; como lo señalaba Neumann en su teoría de autómatas reproductores: máquinas que, simulando organismos, se reprodujeran sin la intervención directa del hombre.

En 1964, de acuerdo con Bell (2014), la compañía de Seymour Cray – Control Data Corporation (CDC) – definió la supercomputación durante treinta años. Cray, padre del supercómputo, diseñó en la década de los años 70 las primeras supercomputadoras como cumplimiento de su meta por construir la computadora más rápida: CDC 1604, la primera en ser totalmente transistorizada (sin más tubos de vacío). La frase “Anyone can build a fast CPU. The trick is to build a fast system”, acuñada por Cray, deja en claro que el primero permite procesar la información, pero el segundo es el que permite tomar las decisiones adecuadas. El término “supercomputadora” apareció por primera vez en 1957, en las actas de la reunión NRDC, antes siquiera que hubiera una como tal; para el año 1980 su utilización era más común (Bell, 2014, p.4).

La supercomputadora es hasta ahora el sistema automático más vanguardista y robusto de cálculo, pues es capaz de resolver en menor tiempo desafíos técnicos y científicos que una computadora convencional lograría quizá en meses; pues a diferencia de ésta, puede atender millones de instrucciones por segundo. Es un sistema que, en su razón ontológica, está conformado por ordenadores trabajando en conjunto para incrementar su potencia de almacenamiento y alcance, requerida para las labores de investigación profunda de las distintas universidades e industrias del mundo.

El poder de una supercomputadora se mide por el número de operaciones de punto flotante que cada segundo puede realizar, es decir: en FLOPS (Floating Point Operations per Second, por su acrónimo en inglés); para dimensionar en términos prácticos tal cantidad de operaciones puede decirse que una sola operación es el cálculo de quizá una serie de ecuaciones, por ello es que una supercomputadora puede arrojar resultados de un estudio genómico especializado en semanas, en comparación con los meses que le llevaría a una computadora convencional hacerlo. Actualmente, hay supercomputadoras que trabajan con un 1petaFLOPS  $10^{15}$ , y se espera que la meta de algunos equipos por trabajar los exaFLOPS ( $10^{18}$ ) sea alcanzada. En 1993, los académicos Hans Meuer, Jack Dongarra, Erich Strohmaier y Horst Simon realizaron un listado de las 500 supercomputadoras más potentes del mundo (TOP500); dicho listado se actualiza cada seis meses. Sin embargo, en el siguiente apartado se revisará con más detalle este ranking, con la finalidad de conocer cuáles países lo encabezan, si Latinoamérica está presente, y si la relación entre la capacidad de los equipos de supercómputo con la inversión que hacen los países en ciencia y tecnología es proporcionalmente directa.

Si se habla de costos, una supercomputadora puede superar los 30 millones de dólares; una cantidad bastante considerable para el presupuesto de cualquier universidad. No obstante, como cualquier producto que ofrece un sinfín de beneficios, el costo se reduciría en un corto plazo. Los grandes aportes de las supercomputadoras en la humanidad, de manera directa, son y serán de gran impacto, pues con ellas los científicos pueden estudiar los componentes más pequeños del universo, la estructura del ADN, o monitorear constantemente los movimientos telúricos, entre otros valiosos estudios.

Respecto de las marcas comerciales que diseñan, fabrican y producen equipos de supercómputo, se encuentran las transnacionales Cray Inc., IBM, Intel, Fujitsu, DELL, Lenovo, HPE, entre otras; las cuales a su vez figuran en el conocido



TOP500, liderando la lista de posiciones. Asimismo, están en China el National Research Center of Parallel Computer Engineering & Technology (NRCP), y el National University of Defense Technology como fabricantes de las dos supercomputadoras más poderosas del mundo. En casi cinco décadas, la industria de la computación fue mejorando año con año en la construcción y diseño de máquinas más potentes, al perfeccionar las técnicas empleadas para aumentar el procesamiento, por sus técnicos e investigadores; es decir, procesadores que en un tiempo alcanzaban velocidades de 100 MHz, y que ahora pueden alcanzar los 3,300 MHz (Gordillo Ruiz, 2013, p.4).

En el presente capítulo se describe la situación del supercómputo en el mundo, y en el especial caso de Latinoamérica: los proyectos y los estudios que con un equipo de cómputo de alto rendimiento se pueden realizar en beneficio de la investigación y la sociedad, en general. Asimismo, se explica cómo la inversión en ciencia y tecnología redundan en el crecimiento económico de un país, ello para que puedan generarse estrategias y políticas públicas de acuerdo con los objetivos a corto y largo plazo que se establezcan. En el penúltimo apartado se mencionan los principales retos que las universidades latinoamericanas enfrentan tan sólo en la adquisición y habilitación de un equipo de supercómputo, para después, como parte de las conclusiones, pensar de manera estratégica en la capacitación adecuada del personal e investigadores que emplearán este equipo; es decir, considerar cuál podría ser la mejor estrategia, la más inteligente, para explotar al máximo las aplicaciones del supercómputo en los proyectos de investigación de las universidades.

## 2. SUPERCÓMPUTO EN EL MUNDO

Para adquirir, habilitar, mantener y usar un equipo de supercómputo es necesario, evidentemente, solvencia económica, por ello es que muchos de los países con poderosas supercomputadoras, son aquellos como China, Estados Unidos, Alemania o Japón (por citar sólo cuatro) que cuentan con una capacidad adquisitiva tal, en el que su gobierno y su academia forman una alianza para generar estrategias y políticas públicas que garanticen el recurso para fines, en primera instancia, educativos y de investigación; incluso en Brasil y Corea del Sur el gobierno invierte sistemáticamente en la investigación, e incentiva a sus universidades a participar (Arechavala Vargas, 2011, p.43). Por ejemplo, en el caso del reconocido Barcelona Supercomputing Center - Centro Nacional de Supercomputación (BSC-CNS), el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad (MINECO) de España, el Departamento de Economía y Conocimiento (DECO) del gobierno catalán y la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC) son los tres socios fundadores de este centro líder en investigación con cómputo de alto rendimiento e interacción con grandes industrias TI, desde 2004.

Sin embargo, no sólo se trata de que los gobiernos, las industrias y las universidades del mundo inviertan en equipos de supercómputo, sino también de abocar esta

innovadora herramienta en actividades que deriven en estrategias educativas de alto impacto para los estudiantes e investigadores, pues las problemáticas de estudio se vuelven más complejas conforme el tiempo pasa y los avances tecnológicos también. El recién citado Centro Nacional de Supercomputación en Barcelona tiene el liderazgo en Europa por generar y promover iniciativas de seminarios, simposios, cursos de verano, workshops, y eventos que buscan hacer extensiva las mejores prácticas del supercómputo, los nuevos avances, las certificaciones requeridas en los centros de investigación y en la industria, etcétera; lo cual, dicho sea de paso, se percibe como una práctica efectiva en los centros de investigación, laboratorios y universidades de América Latina que cuenten con supercomputadoras, con la finalidad de que la habilitación de los equipos se dirija a una adopción de uso consciente por parte de los usuarios.

### 2.1. EL TOP500

El proyecto TOP500, como se mencionó en las primeras líneas, es un ranking de las 500 supercomputadoras más poderosas disponibles de manera comercial, propuesto por los académicos Hans Meuer, Jack Dongarra, Erich Strohmaier y Horst Simon hace 24 años. Este proyecto enlista cada supercomputadora de acuerdo con las características siguientes:

- **En el mundo** - Posición dentro del ranking TOP500
- **Productor** - Productor o vendedor
- **Computadora** - Tipo indicado por productor o vendedor
- **Sitio de instalación** - Cliente
- **Lugar** - Lugar y país
- **Año** - Año de instalación/última actualización importante
- **Campo de aplicación**
- **#Proc.** - Número de procesadores (Cores)
- **Rmax** - Máximo rendimiento de Linpack alcanzado
- **Rpeak** - Rendimiento máximo teórico
- **Nmax** - Tamaño del problema para lograr Rmax
- **N1/2** - Tamaño del problema para lograr medio Rmax

En la siguiente imagen puede apreciarse la manera gráfica en que son presentadas algunas de las características de los equipos de supercómputo; en este caso, de los primeros cuatro del mundo: China encabezando la lista, seguido de los dos de Estados Unidos de América.

Rank	Site	System	Cores	(TFlop/s)	(TFlop/s)	(kW)
1	National Supercomputing Center in Wuzi China	Sunway TaihuLight - Sunway MPP, Sunway SW26010 260C 1.45GHz, Sunway NRCP	10,649,600	93,014.6	125,435.9	15,371
2	National Super Computer Center in Guangzhou China	Tianhe-2 (MilkyWay-2) - TH-1TB-FEP Cluster, Intel Xeon ES-2692 12C 2.200GHz, TH Express-2, Intel Xeon Phi 3151P, NUDT	3,120,000	33,862.7	54,902.4	17,808
3	DOE/SC/Oak Ridge National Laboratory United States	Titan - Cray XK7, Opleron 6274 16C 2.200GHz, Cray Gemini interconnect, NVIDIA K20x, Cray Inc.	560,640	17,590.0	27,112.5	8,209
4	DOE/NNSA/LLNL United States	Sequoia - BlueGene/Q, Power BOC 16C 1.60 GHz, Custom IBM	1,572,864	17,173.2	20,132.7	7,890

Figura 1. Tabla extraída de la página oficial del TOP500 (marzo, 2017).

De acuerdo con la lista de noviembre del 2016 (en su 48° edición), China y Estados Unidos son los dos países que comparten la supremacía en la lista, al tener tres de las supercomputadoras más potentes del mundo: Sunway TaihuLight con 93,014 teraFLOPS, Tianhe-2 (MilkyWay-2) con 33,862 teraFLOPS en China, y Titan con 17,590 teraFLOPS en Estados Unidos. Cabe mencionar también que ambas naciones tienen, por si fuera poco, 171 equipos de supercómputo considerados en el ranking. Les siguen Alemania y Japón, con 32 y 27, respectivamente. Mientras que de América Latina, figura Brasil en la posición 364 con dos supercomputadoras: Santos Dumont GPU (456.8 teraFLOPS) y CIMATEC Yemoja (405.4 teraFLOPS) en la posición 433.

## 2.2. LATINOAMÉRICA Y EL SUPERCÓMPUTO

Latinoamérica, región extensa del continente americano conformada por 20 países, está presente en el TOP500 a través de Brasil, un solo país de la veintena que la integran; no obstante, en el año 2011 se apoyó la iniciativa LARTop50 en la Universidad Nacional de San Luis en Argentina, para generar un listado de las 50 supercomputadoras con mayor rendimiento en los países latinoamericanos, pero no sólo eso, sino también, de acuerdo con la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA de Argentina) en “proporcionar tendencias en informática de alto rendimiento” (2015, párr.1). Según este listado, la primera supercomputadora es “Miztli” de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) con una capacidad de procesamiento 118 teraFLOPS, seguido de “Leftaru” (50 teraFLOPS), instalada en el Data Center de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile. No obstante, las dos supercomputadoras brasileñas consideradas en el TOP500, no figuran en este listado. Si bien sólo Brasil aparece en este impetuoso ranking, los esfuerzos de las universidades y laboratorios latinoamericanos no se han hecho esperar en cuanto a la promoción, desarrollo y consolidación de sistemas y centros para el cómputo de alto rendimiento.

En México, en 1991, fue puesta en operación la primera supercomputadora CRAY a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). A partir de esa fecha, (hace 26 años) se han habilitado supercomputadoras de diferentes capacidades en ciertas universidades del país, entre ellas las habilitadas en el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (IPN), así como en centros de supercómputo; por ejemplo, el Centro Nacional de Supercómputo del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica A.C., el Laboratorio Nacional de Supercómputo del Sureste de México (en Puebla); el cual es considerado – de acuerdo con el rector de la Benemérita Universidad de las Américas Puebla (BUAP), Alfonso Esparza Ortiz, – uno de los cinco laboratorios más importantes de Latinoamérica, pues tuvo una inversión total de casi 5 mil millones de dólares por parte de instituciones nacionales, incluido el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt). Uno de los proyectos más ambiciosos en México para promover el crecimiento del cómputo de alto rendimiento, es la Red Mexicana de Supercómputo (RedMexSu) apoyada por el

CONACYT, una red de conocimiento temático creada en 2014 por investigadores, académicos y tecnólogos en aras de colaborar con las instituciones educativas, públicas y privadas del país que cuenten ya con laboratorios y centros de supercómputo, con la visión de consolidar una red nacional de supercomputadoras para apoyar el desarrollo tecnológico y científico del país.

En Chile, el Laboratorio Nacional de Computación de Alto Rendimiento (del inglés, National Laboratory of High Performance Computing, NLHPC) es un proyecto financiado por el Programa de Investigación Asociativa (PIA) de la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (Conicyt), y liderado por el Centro de Modelamiento Matemático (CMM) de la Universidad de Chile; el cual, como se mencionó en párrafos anteriores ha incorporado en sus filas a la supercomputadora “Leftaru” o “Lautaro” (que significa 'veloz' en la lengua mapudungun). Dicho laboratorio, se ha consolidado en el país, año con año, como un proyecto importante que busca conjuntar el quehacer científico con el industrial, pues en el 2011, se creó un Programa de Innovación Abierta en HPC, mediante Tomás Pérez-Acle y Eduardo Vera (responsables del proyecto) con la finalidad de “desarrollar y estrechar alianzas estratégicas con la industria para promover los beneficios que el uso del HPC representa tanto para la optimización de procesos, la reducción de costos [como para] el desarrollo de nuevos negocios” (Red Universitaria Nacional, 2011, párr.12). Cabe destacar que una de las acciones más loables de este proyecto es brindar acceso gratuito a las universidades o centros de investigación que lo requieran, ya sea para los estudios de minería, nanotecnología, modelado molecular o medioambiente que el mismo laboratorio propone como objeto de análisis de su nueva adquisición: “Leftaru”.

El Sistema Nacional de Computación de Alto Desempeño (SNCAD), en Argentina, nace también como un proyecto que pretende consolidar y fortalecer una red nacional de centros y laboratorios de supercómputo. Promovido también por instancias gubernamentales, como el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva y el Consejo Interinstitucional de Ciencia y Tecnología (CICyT), constantemente lanza convocatorias para otorgar horas de cómputo en trabajos de investigación que requieren ser desarrollados y procesados con las herramientas que ofrece este súper equipo. Es importante destacar que “Mendieta”, la supercomputadora más poderosa del país con 14.7 teraFLOPS, está dentro de los diez primeros lugares del LARTop50 – dicho equipo está en el Centro de Computación de Alto Desempeño (CCAD) –, y que “Isaac”, la segunda más rápida (2.9 teraFLOPS) de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), está en el puesto 12 de la lista (Maffni, 2014, párr.6).

De las cuatro supercomputadoras que tiene Brasil, tres están en el Laboratório Nacional de Computação Científica y uno en el SENAI CIMATEC; este laboratorio, creado en 1980, es una importante referencia en el país por sus altos niveles de conectividad y por la experiencia acumulada en la coordinación de proyectos entre la comunidad científica que requiera el servicio de supercómputo. Continuamente, desarrolla planes



estratégicos para adaptarse a los nuevos paradigmas científicos; así también encabeza el Sistema Nacional de Processamento de Alto Desempenho – SINAPAD –, que consta de 9 centros de HPC. Mientras que el SENAI CIMATEC, un campus industrial y tecnológico, se enfoca especialmente en la búsqueda de la innovación en conjunto con empresas de alto nivel.

La colaboración entre la academia, industria y gobierno es fundamental para el progreso de una nación, eso es claro, por ello es que ciertos sistemas y laboratorios de los aquí mencionados nacen a partir de esa necesidad conjunta y transversal. Existen múltiples, variados y avanzados proyectos, de acuerdo con su eje temático, que estas comunidades científicas de Latinoamérica promueven, mediante sus estudiantes, académicos, y tecnólogos, aspectos que se mencionarán adelante.

### 2.3. INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y CRECIMIENTO ECONÓMICO: UNA POSIBLE RELACIÓN CAUSAL

La investigación es para el hombre (per se curioso) más que una herramienta para obtener conocimiento, un manifiesto no escrito, pero evidente, de que tratará de obtener las respuestas a sus cuestionamientos morales, filosóficos, políticos, religiosos o científicos. Como lo ha mostrado la historia, la búsqueda de dichas respuestas – en ciertas circunstancias –, ha tenido un impacto tal que las sociedades han tenido un desarrollo económico, social o científico que, en pocos años, - comparado con épocas pasadas –, ha crecido exponencialmente. Recuérdese, por ejemplo, la Revolución Industrial del siglo XIX en Gran Bretaña, considerada como el gran hito transformador económico de las sociedades, en ese entonces agrarias. No obstante, no todas las sociedades del mundo se han visto beneficiadas de igual modo; pues el crecimiento progresivo o adverso depende mucho de las políticas públicas con que cuente un gobierno en materia, por ejemplo, de inversión en ciencia y tecnología; es decir, del seguimiento que se les dé a los científicos, académicos y tecnólogos por ampliar su conocimiento, y con ello, mejorar la vida de sus congéneres.

De acuerdo con Arechavala Vargas (2011), el conocimiento “es la moneda de cambio, pues por sí mismo es capaz de generar oportunidades económicas y atraer al capital y a la industria para generar más riqueza” (p.43). Por ejemplo, aquellos países como Alemania, Holanda o Japón, de fuerte dinamismo económico, que negocian con sus gobiernos el presupuesto que les será asignado, tan sólo para la investigación que realizan sus estudiantes y académicos, o como otros países que desarrollan estrategias y políticas para promover investigaciones que con la dirección adecuada pueden derivar en un beneficio económico para todos.

Los indicadores que la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) elabora cada cierto tiempo son bastante reveladores; en el rubro de ciencia y tecnología, año 2015, puede observarse que Japón, China y Corea son los tres países que reciben un mayor porcentaje de financiamiento por parte de la industria local: 78%, 74.7% y 74.5% - respectivamente -, para la

investigación y el desarrollo; mientras que Rusia, Argentina y México lo reciben por parte del gobierno: 69.5%, 71.2% y 70%.6, en orden de aparición. Sin embargo, el gasto que realizan Israel, Corea y Japón apunta al 4% y 5% por producto interno bruto, con casi 1500 dólares per cápita; mientras que Argentina y México, por ejemplo, es del 0.6%, con casi 120 y 98.4 dólares, respectivamente. Aún no han aparecido las estadísticas del año pasado, pero es interesante revisar éstas tan sólo para apreciar cierta información: los países asiáticos enlistados al principio, financiados en mayor medida por la iniciativa privada, figuran en el TOP500 con supercomputadoras de profundo alcance, mientras que naciones de América Latina como Argentina y México, son apoyadas casi en su totalidad por el recurso público para el desarrollo de ciencia y tecnología, y cuentan con equipos de supercómputo que por el momento distan de alcanzar los 349.3 teraFLOPS de la última supercomputadora de la lista; es decir, el recurso asignado no es suficiente, será necesario negociar.

El intercambio de bienes marcó un momento importante en la memoria colectiva del hombre primitivo, pues dejó de lado los enfrentamientos belicosos para negociar con el otro, con la tribu vecina. Se dio cuenta que era más inteligente ver lo que podía ofrecer el otro, aquello que éste sabía fabricar u obtener más rápido, que luchar para “quizá” conseguirlo, y de paso sufrir algunas pérdidas humanas y materiales; a partir de ahí surgen las relaciones comerciales. La noción del intercambio no ha cambiado en sí, aunque muchos años han transcurrido, pues las naciones siguen negociando, importando, intercambiando tecnologías, herramientas, conocimiento, etcétera. Sin embargo, este intercambio no siempre se da en las mejores condiciones para una de las partes, por ejemplo, en el caso de Latinoamérica que constantemente se enfrenta a recortes presupuestales en el ámbito educativo y científico, y que finalmente afectan de manera directa e indirecta en su desarrollo económico.

El sociólogo francés Michel Callon (Salter y Martin, 2001) apunta que la investigación no es un bien público debido a que la inversión en este ámbito requiere ser entendida; es decir, el conocimiento científico no está disponible para todos, sólo para aquellos con la educación especializada para adquirirlo. Y esta capacidad de entendimiento es costosa de mantener por los gobiernos (p.512). Pero si los gobiernos no invierten constantemente en este rubro, por supuesto que, en determinado momento, cuando no se pueda aplazar más tiempo, por ejemplo, la construcción de un centro para la prevención y control de cierta enfermedad – que además representa para el país millones de dólares anuales –, la capacidad para solventarlo deberá ser mucho mayor que en años pasados. Algunos economistas han intentado calcular, de acuerdo con Selter y Martin (2001), si es un hecho que en el desarrollo económico de cualquier nación está el factor de la innovación tecnológica presente. Añaden que los modelos de crecimiento, a pesar de sus variaciones, concurren en que la investigación científica, traducida en tecnología, sí es una pieza clave en el progreso.

Siguiendo este mismo curso de ideas, cabe mencionar las

palabras de Jiménez Jaimes (2011), economista peruano, acerca del crecimiento económico: “su influencia se ejerce principalmente, a través de dos canales: la tecnología y la intensidad de capital o relación capital-trabajo” (p.20). La tecnología como una capacidad para mejorar el entorno, impacta de manera directa en los sectores de la población: laboral, al obtener un mayor nivel de eficiencia de los trabajadores operativos y administrativos; educativo, al poder contar con herramientas que optimicen las estrategias de búsqueda, consulta y generación de la información por parte de los estudiantes y académicos; salud, al proveer a los hospitales de equipo biomédico de punta, así como la preparación académica de los médicos y científicos. Sin duda, la tecnología es conocimiento, y para poder producirlo se requiere de un capital definido y constante. Para generar, es necesario contar con las herramientas necesarias.

Las políticas públicas que toma una nación respecto de su situación social, económica, educativa y cultural se formalizan a partir de un diagnóstico preciso, y de acuerdo con la sistematización de estrategias e iniciativas que mejor resolverán una problemática determinada; una revisión minuciosa de factores y modelos para actuar en beneficio de la sociedad. Sin embargo, no siempre las políticas adoptadas traducen un beneficio visible y rápido en los ámbitos de la investigación y la tecnología, sencillamente porque es más apremiante contrarrestar la pobreza, la incertidumbre laboral y la inestabilidad social que aqueja a muchos países latinoamericanos.

Ahora bien, cabe destacar que en las últimas décadas surgió el concepto “Gobierno abierto”, una filosofía pública que promueve la participación ciudadana y busca la apertura informativa; esto para que entre la esfera civil y la gubernamental se dialoguen, propongan y consoliden iniciativas de acción. Si bien en esta ocasión no se hablará con mucha mayor profundidad de este paradigma, es conveniente apuntar que la necesidad-capacidad de intercambiar (cooperar) está presente en todos los países. Es indiscutible que el desarrollo de una nación depende en gran medida de los recursos con que cuente, y de las estrategias que, en conjunto con la industria y la academia (triple hélice) se consoliden para ello. En cuanto al supercómputo, puede afirmarse que es una realidad para muchos desde hace décadas, pero para otros es un esfuerzo latente de progreso y bienestar social, pues además de habilitar un primer equipo de supercómputo, es necesario transmitir un conocimiento especializado de su uso y aplicación a los usuarios. No obstante, Latinoamérica ya está trabajando en ello de manera constante y conjunta, como se podrá apreciar a continuación.

### **3. EL SUPERCÓMPUTO EN LA EDUCACIÓN DEL SIGLO XXI**

#### **3.1. RELEVANCIA DEL SUPERCÓMPUTO EN LAS UNIVERSIDADES**

La actividad investigativa y la innovación en tecnología es de gran relevancia para el desarrollo económico de las

sociedades; por ello es de suma importancia que, desde las instituciones de educación superior, laboratorios de estudios avanzados o específicos, y centros de investigación, se formalice y apoye esta actividad entre los académicos y estudiantes. El supercómputo, como una de las tecnologías más avanzadas de la actualidad respecto del procesamiento y almacenamiento de datos, es una poderosa herramienta para la comunidad universitaria que desee obtener información, realizar simulaciones de datos o buscar patrones en una menor cantidad de tiempo.

La realidad virtual y el acceso masivo a internet son dos de los fenómenos que particularmente caracterizan a la era de la información en que el mundo contemporáneo se encuentra; entre otros muchos avances. No es de extrañar, entonces, que la vida cotidiana del hombre se haya transformado, que sus intereses de investigación sean otros – o sean los de antaño –, pero ahora sí con miras a demostrarse por los avances en robótica o en astrofísica, según sea el caso. Comenzando el siglo XXI, la información, casi de una manera vertiginosa, comenzó a volverse accesible para todos, y con ello, la manera en que se adquiría el conocimiento. Si bien el proceso natural de aprendizaje no ha sufrido cambios, sí lo han hecho muchas de las herramientas y enfoques con que se asimilaba una habilidad o una experiencia en años pasados; por ende, el modelo educativo actual también se ha transformado; piénsese, por ejemplo, en el uso de las redes sociales, por parte de los profesores, para reforzar el contenido didáctico de sus clases, o la utilización de dispositivos móviles en el aula, por parte de los alumnos, para consultar aplicaciones – institucionales o no –, que apoyen su proceso de aprendizaje; el desarrollo y la implementación de estas tendencias educativas se verán en los siguientes capítulos.

En este momento, resulta muy poco probable que alguna universidad no se haya visto influenciada por las necesidades actuales de enseñanza-aprendizaje, y que no cuente, por lo tanto, con equipos convencionales de cómputo para ofrecer algún curso en línea, gestionar los servicios administrativos de la comunidad universitaria, o que cuente con la infraestructura requerida para soportar niveles mínimos de banda ancha en sus instalaciones. Pero surge de pronto la pregunta ¿qué está pasando con aquellos proyectos de investigación que requieren de un tratamiento específico por ser de alto impacto, debido a sus propias características científicas?

#### **3.2. INVESTIGACIONES ACTUALES**

Gracias a las supercomputadoras, la ciencia avanza a pasos agigantados, pues sus diversas áreas de aplicación como la ingeniería, medicina, geología, biología, astronomía, mecánica automotriz, y por supuesto la física, entre otras, se ven considerablemente beneficiadas al obtener resultados rápidos y valiosos. Mediante el supercómputo, además, pueden enfrentarse de una mejor manera a determinadas situaciones, que con una computadora convencional no se podría; cabe citar el caso de las simulaciones de fenómenos meteorológicos como los huracanes, los estudios de los modeladores moleculares:

consistentes en técnicas computacionales que simulan el comportamiento de las determinadas moléculas, así como el ambicioso proyecto del genoma humano.

Hay una gran variedad de proyectos científicos en donde las supercomputadoras son y han sido torales para su desarrollo; entre ellos pueden destacar aquellos que permiten conocer más del Universo, que sigue siendo maravilloso, complejo y aún desconocido. Resulta sorprendente conocer las actividades que realizan físicos, astrónomos, ingenieros y biólogos para responder a los grandes cuestionamientos del Universo que redundan en avances actuales y promesas futuras como el Gran Colisionador de Hadrones: monumental instrumento tecnológico ubicado en la Organización Europea para la Investigación Nuclear –el conocido CERN- que en sus primeras colisiones de protones requiere de una vasta cantidad de datos para ser estudiados por investigadores de todo el mundo, a través del procesamiento en grandes supercomputadoras. Pasando de la comprensión del Universo a la biología, se presentan grandes avances y retos; uno de ellos es en el que las tecnologías informáticas contribuyen a procesar datos biológicos, al dar como resultado el surgimiento de la bioinformática en donde las supercomputadoras contribuyen para acelerar la generación de conocimiento. Tampoco es desconocido el gran avance en la genómica con valiosos hallazgos en los estudios físicos y químicos acerca de las proteínas, el ADN y el ARN.

Existen todavía muchas preguntas que se realizan en las diversas disciplinas, no obstante, la comprensión que se tiene aún del cuerpo humano, es muy discreta; por ello es de significativa importancia también hablar del proyecto “Brain”, un trabajo de investigación colosal, liderado por el neurólogo español Rafael Yuste, que busca mapear la actividad del cerebro humano para luego poder modificar ciertos circuitos neuronales que generan enfermedades o conductas dañinas. Este proyecto es colosal debido a la considerable cantidad de científicos de todas las disciplinas, laboratorios y millones de euros involucrados en su desarrollo. Sin duda, cuando se vuelva real para todos, marcará un hito en la historia de la humanidad, pues el mismo Yuste señala que “incluso los algoritmos utilizados por el mejor buscador del mundo son primitivos comparados con nuestro cerebro” (Marcos, 2015, párr. 2). Es un proyecto sin precedentes que sin lugar a dudas requiere herramientas de supercómputo para procesar la gran cantidad de datos que genera.

Las distintas universidades y centros de estudio latinoamericanos poco a poco van rompiendo paradigmas en su quehacer científico, precisamente por las supercomputadoras a las que tienen acceso. En el 2015, algunas de las universidades y centros de investigación en México publicaron sus proyectos de investigación que serían estudiados con una supercomputadora; por ejemplo, los siguientes:

- Estudio de materiales avanzados para su uso en ingeniería química y metalurgia.
- Preparación, caracterización y modelado molecular de compuestos para tratar el cáncer, Alzheimer y diabetes.

- Simulación y paralelización de un modelo para la acción de un nanobot sobre una obstrucción localizada en una arteriola.
- Efecto del acoplamiento electrón-fonón en el entrelazamiento de impurezas de Kondo.
- Estudio de la propagación de ondas sísmicas 3D en el Valle de México y del peligro asociado, a partir de modelos computacionales de terremotos.
- Formación de agujeros negros primordiales.
- Formación de estructuras cosmológicas a gran escala.
- Análisis conformacional de productos naturales biodinámicos para su aplicación en el desarrollo de agentes citotóxicos de origen vegetal.
- Caracterización de la composición estructural de los viroplasmas de rotavirus y de los centros de replicación viral de adenovirus.
- Naturaleza electrónica y magnética de complejos organometálicos deslocalizados.
- Aplicación de métodos numéricos en geotecnia.

Se trata de una lista extensa, pero se puede apreciar que estos proyectos, complejos de por sí, se encuentran adscritos en diferentes campos disciplinares: nanotecnología, química, biología, ciencia nuclear, astronomía, biotecnología, ingeniería, física y medicina, como en muchas de las universidades de Latinoamérica. El Laboratorio Nacional de Computación de Alto Rendimiento (NLHPC) en Chile cuenta, tan sólo en 2016, con las siguientes valiosas publicaciones:

- Propiedades del imán de una sola molécula de iones metálicos de transición encapsulados en polioxometalatos launares: un estudio teórico.
- Estudio de asociación genómica para la resistencia a *Caligus rogercresseyi* en salmón del Atlántico (*Salmo salar* L.) utilizando una matriz de genotipado SNP de 50K.
- Sobre el transporte de contaminación urbana en un valle montañoso andino.
- Un enfoque de generación de columnas para resolver problemas de planificación de expansión de generación con alta penetración de energía renovable.
- Catálisis supramolecular de transferencia de fosfato por pilar [5] areno.
- Evaluación cerca de la costa acerca de recursos de energía de olas en el centro de Chile (2009-2010).
- Métricas basadas en gráficos para la comparación de redes de reglamentación genética.
- Modelado del efecto térmico sobre las propiedades electrónicas de la perovskita fotovoltaica  $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ : El caso de la fase tetragonal.
- Rendimiento de modelos de distribución de mezcla finita para estimar las contribuciones del hábitat de vivero a las poblaciones de peces.
- Simulación computacional de convección de calor laminar de nanofluidos en un tubo circular y un conducto cuadrado.

El Sistema Nacional de Computación de Alto Desempeño (SNCAD) en Argentina actualmente está promoviendo distintos proyectos de investigación con el supercómputo:

- Simulación computacional de estructura, propiedades

electrónicas y magnéticas, y reactividad de especies metálicas y organometálicas soportadas sobre superficies.

- Simulaciones cosmológicas hidrodinámicas de la formación de galaxias en el Universo.
- Cálculo de energía libre de unión en complejos ligando-proteína con métodos clásicos y cuánticos.
- Ensamblado y reconstrucción de genomas a partir de un set de datos metagenómicos generado por secuenciación en gran escala de ADN de sedimentos costeros subantárticos.
- Simulación de la transición laminar-turbulenta en canales angostos con efectos de rugosidad y transporte de un escalor pasivo.
- Estudio de procesos de mecanizado nano-escala.
- Electrodinámica Force-Free y Jets Astrofísicos.
- Mecanismo de activación y permeabilidad de los canales transmembrana P2X4.
- Simulaciones Hidrodinámicas de Cúmulos de Galaxias.

Respecto del Laboratorio Nacional de Computação Científica (Brasil) destacan los siguientes trabajos de investigación:

- Homogeneización de las ecuaciones de Navier-Stokes por medio del principio de poder virtual de escala múltiple.
- Asociación entre la geometría tridimensional de los vasos y la presencia de placas ateroscleróticas en la coronaria descendente anterior izquierda de pacientes de alto riesgo.
- Dinámica de presas bajo depilación generalista en modelos estructurados en escenarios.
- Características críticas de las bibliotecas de fragmentos para la predicción de la estructura de proteínas.
- Método combinado discontinuo de elementos finitos de Galerkin para el problema de desplazamiento miscible.
- Gráficos Multi-Aspect: representación algebraica y algoritmos.
- Ranking de los subespacios tensores en el análisis de componentes principales multilineados ponderados.
- Simulación exacta de los paseos cuánticos acuñados con el modelo de tiempo continuo.
- La falta de estabilidad polinomial para mezclas con disipación por fricción.
- Algoritmos paralelos para la multi-exponenciación modular.

### 3.3. RETOS

Los principales retos para habilitar a las universidades de un equipo tan sofisticado como es el del supercómputo, son las importantes inversiones que deben realizarse para su adquisición, habilitación, infraestructura, uso y mantenimiento, pero también para el fortalecimiento de la conectividad de redes avanzadas. En México, para avanzar en la habilitación de plataformas de procesamiento avanzado, se han propuesto diversas alternativas, entre ellas, el Instituto Politécnico Nacional (IPN), la Universidad de Guadalajara y otras instituciones en México han propuesto soluciones más económicas como lo es la conformación de grids y clústeres, pues gracias a ellos pueden un número determinado de

computadoras funcionar como una.

Es importante también considerar la continua formación de personas que puedan operar y utilizar un equipo de supercómputo. Ante ello, las universidades y sistemas como el SNCAD, en Argentina, ya comienzan a financiar cursos, talleres y capacitaciones para alumnos e investigadores que quieran hacer uso de supercomputadoras; en los cursos se promueve el conocimiento básico o avanzado – dependiendo de la modalidad – en HPC, grid y las denominadas tecnologías emergentes del cómputo de alto desempeño; mientras que en los talleres se busca intercambiar técnicas innovadoras para la configuración, mantenimiento y administración del equipo. Así también, es una práctica común la definición de “horas-CPU” para el uso de las supercomputadoras por parte de la comunidad universitaria, cada vez con mayores demandas; aunque para poder utilizar un equipo de esta categoría, es necesario contar con el conocimiento requerido para su uso, aumenta cada vez la cantidad de estudiantes e investigadores que, dadas las características y temas de sus proyectos de investigación, requieren de determinadas horas CPU, que en un tiempo corto será necesario contar con más equipos en las universidades o en otros lugares del país.

Asimismo, se habla de generar un adecuado modelo de operación como reto importante, pues con él se pretende brindar recursos, de manera eficiente, a la comunidad en donde serán orientados. Aunque existe una gran cantidad de estructuras organizacionales para la gestión del supercómputo, una de las más eficientes es donde la dirección, coordinación, departamento o instancia similar en las instituciones colaboren en las actividades de gestión de la infraestructura asociada con el supercómputo. En ciertos casos de éxito de diversas instituciones, el supercómputo es un servicio que se brinda al considerar tres aspectos fundamentales: la gestión tecnológica, la adopción del servicio y la generación del conocimiento. En la gestión tecnológica se encuentra el personal que administra la gran plataforma de supercómputo, desde el centro de datos hasta el equipo de supercómputo, con las mejores prácticas, estándares y modelos para hacer eficiente el resultado de esta labor.

En la adopción interviene personal con perfil técnico y académico, es decir: con conocimiento del supercómputo y de las actividades de investigación; es un perfil que se involucra con investigadores de otras disciplinas para facilitar el uso adecuado del supercómputo en las mismas. Por ello, es importante que en las direcciones de TI de las universidades haya un área particular, además de la operativa, en donde investigadores especializados en tecnología, sean mediadores entre los operarios de las supercomputadoras y los usuarios que requieran de su uso para sus proyectos de investigación; esto debido a que hay una necesidad latente de entendimiento entre ambas partes, pues muchas veces a los investigadores que apenas conocen un equipo de supercómputo, y que necesitan usarlo para obtener los resultados esperados, les toma más tiempo del necesario lograrlo. Por ello es que,



si los mediadores conocen las características formales de determinado proyecto, así como las especificaciones necesarias para utilizar un equipo de supercómputo, se podrán explotar sus potencialidades.

Mientras que en la generación del conocimiento se encuentran los investigadores, es decir los protagonistas reales del aprovechamiento del supercómputo, así como el gobierno y la industria – con proyectos susceptibles a ser acelerados y resueltos por un equipo de supercómputo –, es importante también la participación de las instancias que gestionan las tecnologías para la institución, aunque ello no signifique integrar todo el servicio en las mismas; ya que esto dependerá de la propia institución y del modelo de gobierno, gestión y operación que soporte al servicio de supercómputo, pero sí es conveniente resaltar la participación de estas instancias en el modelo. Alejarlas del manejo de estas tecnologías es generar una brecha entre los investigadores y las ingenierías que apoyan la investigación, un paso a contracorriente de lo que se observa en otras latitudes.

Finalmente, uno de los grandes retos también en las universidades y centros de investigación en materia del supercómputo, posterior a la habilitación y uso de un gran equipo, es mantenerlo operativo y vigente. Para ello, es imprescindible establecer sinergias con instituciones educativas, de investigación, de gobierno y de la propia industria que detonen un modelo autosustentable en donde la conformación de redes de colaboración para compartir conocimiento, recursos y procesos resulte fundamental. Por eso las redes nacionales de investigación y educación representan un área de crecimiento para las instituciones, por sus aportaciones en la conformación de comunidades de investigación, y en impulsar la red tecnológica de interconexión académica, que permite facilitar la conexión de grandes supercomputadoras.

#### 4. CONCLUSIONES

La tecnología para algunos, como dice Yuste, hará más libres a los hombres, más seguros de poder llevar a cabo cualquier idea, por increíble que pueda resultar; pero otros menos optimistas, como Einstein alguna vez, señalan que la tecnología los terminará controlando. Sin embargo, es un hecho que la tecnología es parte ya de la vida cotidiana del hombre moderno, desde el dispositivo móvil que usa para comunicarse, la red social en la que está suscrito para compartir contenido digital, el auto que conduce para transportarse y hasta el equipo de supercómputo que puede emplear para obtener las respuestas a sus cuestionamientos de índole científica; un equipo de extraordinarias capacidades que quizá en un primer momento se pudo comparar, debido a su alcance y poder, con un cerebro humano.

Pero, a diferencia de cualquier equipo de cómputo, está visto que un cerebro no tiene las limitaciones que un equipo sí, pues puede realizar inferencias de las distintas variables que se le presenten, para luego actuar de acuerdo con la solución propuesta. Por ello es que uno de

los proyectos más ambiciosos de la actualidad es el del mapeo cerebral, pues si se obtienen resultados favorables, el hombre estaría un paso más allá de él mismo, ya que finalmente podría ir conociendo aquello que conforma el centro de su actuar y operabilidad. No obstante, es justo decir que una supercomputadora, con tal capacidad de procesamiento y almacenamiento de información es, en esta época, una tecnología sin precedentes, pues los distintos proyectos de investigación a nivel mundial que requieren de su empleo son trabajos particulares y minuciosos que buscan conocer un poco más de fenómenos tan impredecibles como los sismos, tan inmensos como el universo, o tan minúsculos como las moléculas.

En líneas anteriores, se acotó que el siglo XXI está marcado como el período de la digitalización y del acceso masivo a la información, pero aun así falta todavía la creación y consolidación, en algunos casos, de estrategias o políticas públicas para que, en la mayor parte de los lugares, especialmente en las universidades y centros de investigación, se pueda acceder a todo tipo de información, a través, por ejemplo, de supercomputadoras. Europa y Asia han sido los continentes pioneros de la innovación tecnológica y la inversión para ello, pero Latinoamérica poco a poco va sumando esfuerzos para crear nuevos centros de supercómputo en sus comunidades universitarias y científicas, mediante el diálogo constante con la industria y el gobierno, pues son estos ejes rectores, junto con la academia, del desarrollo económico y social de una nación. Es importante hacer del conocimiento de todos, las aplicaciones prácticas que tiene un equipo de supercómputo para la comunidad científica, y consecuentemente, para la vida cotidiana, pues muchos de los trabajos de investigación hoy en día son relevantes para el desarrollo de los países, entre ellos algunos enfocados en las ciencias de la salud, donde el objeto de estudio son aquellos padecimientos clínicos que afectan, anualmente, a una buena parte de la población.

El supercómputo, en amistad con la inteligencia artificial (IA), pretende convertirse en una de las tecnologías más disruptoras de todos los tiempos. En 1997, tecnologías de supercómputo e inteligencia artificial de IBM, vieron nacer a "Deep Blue", equipo que venció a Gary Kasparov – campeón mundial de ajedrez –, pero hoy en día emerge "Watson" como el equipo sucesor – el cual además tuvo participación en el afamado concurso de televisión Jeopardy –, y que está aplicando en diversas áreas con valiosos resultados. Al sumar estos logros con los avances en robótica, en Internet de las Cosas, y en herramientas de Big Data – temas presentes en esta obra – el mundo actual irá cambiando su devenir, en el que las universidades pueden ser las protagonistas para definirlo.

Por el momento y en materia de supercómputo, gran parte de los desafíos se centran aún en la habilitación tecnológica que implica la procuración de recursos, la inversión y la formación de personas que vayan a operar, mantener y usar supercomputadoras; por eso en América Latina es importante consolidar la sinergia entre universidades, gobiernos e industria, que permita que la

investigación realizada redunde en beneficios a través de su aplicación para los gobiernos, al promover con ello el crecimiento económico de los países latinoamericanos; hecho que modificaría la fórmula de participación de América Latina en el mundo, por volverse un fuerte protagonista en las tendencias tecnológicas, pues no hay que olvidar las palabras del Dr. Mateo Valero, fundador y director actual del Barcelona Supercomputing Center (BSC): "Quien no computa, no compite". Al interior de las universidades, quedan todavía pendiente estrategias para consolidar el supercómputo; sin embargo las instancias que dirigen y coordinan la integración de las TIC deben participar también en la estructura organizacional que gestiona los recursos tecnológicos de supercómputo, y deben mantener una comunicación estrecha con los investigadores, para que los servicios tecnológicos armonicen con las necesidades y oportunidades de la institución.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida Rodríguez, F. (2000). John von Neumann: un matemático generalista. *Números*, revista didáctica de las matemáticas, 43-44, 275-280. Recuperado de <http://www.sinewton.org/numeros/numeros/43-44/Articulo56.pdf>
- Arechavala Vargas, R. (Abril-junio, 2011). Las universidades y el desarrollo de la investigación científica y tecnológica en México: una agenda de investigación. *Revista de la educación superior*, 40(158), 41-57. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/resu/v40n158/v40n158a3.pdf>
- Barcelona Supercomputing Center-Centro Nacional de Supercomputación. (2014). Annual Report. Barcelona, España: Gràfiques Ossó, S.L.
- Bell, G. (Enero, 2015). Supercomputers: the amazing race (a history of Supercomputing, 1960-2020). Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/a847/ffbb6b570a71d49dcf67a9354aa517dfb8fd.pdf>
- Comisión Nacional de Energía Atómica [CNEA]. (15 de enero de 2015). La CNEA presente en el LARTop 50. Recuperado de <http://www.cnea.gov.ar/noticias-detalle?nid=2835>
- Cray. (s.f.). Seymour Cray- A man whose vision changed the world [Versión en PDF]. Recuperado de <http://www.cray.com/Assets/PDF/about/SeymourCray.pdf>
- EU Brazil Cloud Connect. (2015). Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC). Recuperado de <http://www.eubrazilcloudconnect.eu/content/laborat%C3%B3rio-nacional-de-computa%C3%A7%C3%A3o-cient%C3%ADfica-Incc>
- Feldman, G. (Enero 19, 2017). China Will Deploy Exascale Prototype This Year. Recuperado de <https://www.top500.org/news/china-will-deploy-exascale-prototype-this-year/>
- Gordillo Ruiz, J.L. (Enero, 2013). Supercómputo: aplicaciones y retos en la era digital. *Revista Digital Universitaria*, 14(1), 1-9. Recuperado de [http://bienvenida.unam.mx/revistas/RDU/computacion/supercomputo\\_aplicaciones\\_y\\_retos\\_en\\_la\\_era\\_digital.pdf](http://bienvenida.unam.mx/revistas/RDU/computacion/supercomputo_aplicaciones_y_retos_en_la_era_digital.pdf)
- Hemmendinger, D. (Junio, 2005). Computing history: interesting times. Trabajo presentado en la 12th Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education. Caparica, Portugal. Recuperado de [http://delivery.acm.org/10.1145/1070000/1067566/p366-hemmendinger.pdf?ip=148.202.141.253&id=1067566&cc=ACTIVE%20SERVICE&key=6F4CCF05E2930152%2ECB8BA1F257BDACFC%2E4D4702B0C3E38B35%2E4D4702B0C3E38B35&CFID=918385847&CFOKEN=95612632&acm\\_\\_=1490981442\\_d5a517cdf2bfa04e0c1250b0ed94002](http://delivery.acm.org/10.1145/1070000/1067566/p366-hemmendinger.pdf?ip=148.202.141.253&id=1067566&cc=ACTIVE%20SERVICE&key=6F4CCF05E2930152%2ECB8BA1F257BDACFC%2E4D4702B0C3E38B35%2E4D4702B0C3E38B35&CFID=918385847&CFOKEN=95612632&acm__=1490981442_d5a517cdf2bfa04e0c1250b0ed94002)
- Jiménez Jaime, F. (2011). Crecimiento, evidencia empírica y política económica. En *Crecimiento económico: enfoques y modelos* (pp.14-29). Lima, Perú: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Laboratório Nacional de Computação Científica [Brasil]. (2017). Publicações científicas. Recuperado de [http://www.lncc.br/departamentos/producaocientificageral.php?vMenu=2&vTipo=11&vCabecalho=pesq&vTitulo=lncc&vDepto=&idt\\_responsavel=&vAno=2017&ano=2017&anof=2017&idt\\_linha\\_pesquisa=](http://www.lncc.br/departamentos/producaocientificageral.php?vMenu=2&vTipo=11&vCabecalho=pesq&vTitulo=lncc&vDepto=&idt_responsavel=&vAno=2017&ano=2017&anof=2017&idt_linha_pesquisa=)
- Lahoz-Beltra, R. (Mayo-Agosto, 2013). Alan Turing y los orígenes de la investigación multidisciplinaria. *Encuentros multidisciplinares*, 15(44). Recuperado de [http://www.encuentros-multidisciplinares.org/Revistan%BA44/Rafael\\_Lahoz.pdf](http://www.encuentros-multidisciplinares.org/Revistan%BA44/Rafael_Lahoz.pdf)
- López Pellicer, M. (2006). Computación física y matemática en John von Neumann (28-XII-1903, 8-II-1957). *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 100(1), 1-12. Recuperado de <http://www.rac.es/ficheros/doc/00452.pdf>
- Maffni, G. (Noviembre, 2014). La supercomputadora Mendieta es la séptima más rápida de América Latina. Recuperado de <http://www.unciencia.unc.edu.ar/2014/noviembre/la-supercomputadora-mendieta-es-la-septima-mas-rapida-de-america-latina>
- Marcos, Z. (16 de septiembre de 2015). Rafael Yuste, ideólogo del Proyecto BRAIN: "El gran desafío de la ciencia es crear el mapa del cerebro humano". *El País*. Recuperado de <http://one.elpais.com/rafael-yuste-ideologo-del-proyecto-brain-el-gran-desafio-de-la-ciencia-es-crear-el-mapa-del-cerebro-humano/>
- Mármol, P. (Mayo, 2015). Chile inaugura un nuevo supercomputador. Recuperado de <http://www.datacenterdynamics.es/focus/archive/2015/05/chile-inaugura-un-nuevo-supercomputador>
- Martínez-Rodríguez, F.M. y Amador Muñoz, L.V. (2010). Educación y desarrollo socio-económico. *Contextos educativos*, (13), 83-97. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3395419.pdf>
- Muñoz Aguilar, T. (Agosto, 2015). Laboratorio Nacional de Supercómputo, de los mejores de Latinoamérica [Noticia en Imagen Poblana]. Recuperado de <http://www.imagenpoblana.com/15/08/17/laboratorio-nacional-de-supercomputo-de-los-mejores-en-latinoamerica>
- National Laboratory for High Performance Computing [Chile]. (2016). Publicaciones. Recuperado de <http://www.nlhpc.cl/en/publications/>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico [OCDE]. (2015). *Science and Technology*



- Indicators. Recuperado de <http://www.oecd.org/centrodemexico/estadisticas/> (2014). Perspectivas de la OCDE sobre ciencia, tecnología, e industria 2014. Informe iberoamericano. Recuperado de [http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/science-and-technology/perspectivas-de-la-ocde-sobre-ciencia-tecnologia-e-industria-2014-version-abreviada\\_9789264226487-es#.WH\\_L1Vw7UYE#page2](http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/science-and-technology/perspectivas-de-la-ocde-sobre-ciencia-tecnologia-e-industria-2014-version-abreviada_9789264226487-es#.WH_L1Vw7UYE#page2)
- Ortiz González, F.R. (2010). Antecedentes. En Apuntes de la materia de: fundamentos de computación 'evolución de las computadoras' (pp.5-17). Recuperado de <http://ingenieria.aragon.unam.mx/iid/apuntes/formatos/Fundamentos.pdf>
  - Red Mexicana de Supercómputo [RedMexSu]. (2016). Antecedentes. Recuperado de <http://www.redmexsu.mx/Antecedentes>
  - Red Universitaria Nacional [REUNA]. (Febrero 8, 2011). Laboratorio de Computación de Alto Rendimiento del CMM operará a través de Red Académica Nacional de Chile. Recuperado de <https://www.renata.edu.co/index.php/noticias/1824-laboratorio-de-computacion-de-alto-rendimiento-del-cmm-operara-a-traves-de-red-academica-nacional-de-chile>
  - Ruiz, A. (2007). El desarrollo científico y tecnológico en el actual escenario histórico. Cuadernos de investigación y formación en educación matemática, 2(3), 155-188. Recuperado de [http://www.cimm.ucr.ac.cr/cuadernos/cuaderno3/cuaderno3\\_d1.pdf](http://www.cimm.ucr.ac.cr/cuadernos/cuaderno3/cuaderno3_d1.pdf)
  - Salter, A.J. y Martin, B.R. (Marzo, 2001). The economic benefits of publicly funded basic research: a critical review. Research Policy, 30(1), 509-532. Recuperado de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048733300000913>
  - Sistema Nacional de Cómputo de Alto Desempeño [Argentina]. (2017). Presentación de proyectos acelerados de cálculo 2016-2017. Recuperado de <http://www.supercalculo.mincyt.gob.ar/convocatorias.php>
  - Universidad Nacional Autónoma de México [UNAM]. (2017). ¿Qué es supercómputo? Recuperado de <http://www.super.unam.mx/index.php/quesc>. (2017). Proyectos 2015. Recuperado de <http://www.super.unam.mx/index.php/component/content/article/35-introduccion/145-proyectos>

# 4. Dispositivos móviles en la dinámica universitaria

NADJA ALEJANDRA STAROCELSKY VILLAVICENCIO

## 1. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) son consideradas instrumentos esenciales para las actividades asociadas a las distintas organizaciones, sean éstas públicas o privadas, y con o sin fines de lucro. Las universidades tampoco están ajenas a estas declaraciones para sus tres pilares fundamentales: docencia, investigación y vinculación.

Actualmente son más las personas que tienen acceso a teléfonos celulares que a otros servicios básicos, según las declaraciones realizadas por las Naciones Unidas en Wang, Y. (2013), lo cual no es sorprendente si se toma en cuenta que las TIC son, en general, más asequibles y están incorporadas en las actividades diarias tanto personales como profesionales.

En el ámbito de la educación, no es desconocido que el uso de dispositivos móviles y el acceso a las redes de banda ancha son componentes necesarios para muchas herramientas educativas, las que al ser utilizadas de forma correcta por los profesores permiten desarrollar un proceso educativo más eficaz. Cada vez más, la educación y la tecnología van creando o desarrollando relaciones que las hacen inseparables, esto como una consecuencia de los rápidos avances y el mayor acceso a internet, que ha permitido a las personas pertenecer a un mundo más interconectado y con un acceso al conocimiento casi ilimitado.

El hecho de contar hoy en día con un mejor acceso a los dispositivos móviles, así como la proliferación de los teléfonos inteligentes y tabletas, y el surgimiento de la computación en la nube, ha permitido la evolución del proceso educativo y las TIC. Sin embargo, esta evolución ha demandado a las universidades mejores accesos a Internet y redes inalámbricas que den soporte, con una buena velocidad de acceso y servicio adecuado para conectar equipos, tabletas y teléfonos inteligentes en las salas de clases.

¿Están preparadas las universidades para entregar los servicios necesarios para un uso eficiente de los dispositivos móviles en los distintos ámbitos? ¿Son parte de las estrategias institucionales el uso de los dispositivos móviles? Ambas son preguntas que aún están abiertas, pero lo que sí está claro es que los dispositivos móviles son parte de la vida de las personas, para bien o para mal, y las universidades no pueden ignorar este hecho.

## 2. DISPOSITIVOS MÓVILES

Durante las últimas décadas el mundo ha sido

protagonista de los rápidos cambios tecnológicos que se han producido como consecuencia del crecimiento que se ha observado en los procesadores, en el ancho de banda, así como también en la capacidad de almacenamiento y procesamiento, permitiendo contar con dispositivos cada vez más poderosos, más pequeños y más baratos, incorporando con ello el concepto de dispositivos móviles en el mundo.

Pero, ¿qué se entiende por un dispositivo móvil? Existen muchas definiciones para un concepto que pareciera ser simple, pero como base común se puede describir como una tableta de mano u otro dispositivo que está hecho para la portabilidad y, por lo tanto, es compacto y ligero. Las nuevas tecnologías de almacenamiento, procesamiento y visualización de datos han permitido que estos pequeños dispositivos realicen las mismas y muchas más funciones de las que tradicionalmente han hecho computadores personales de mayor tamaño.

La siguiente figura muestra la penetración de los móviles en distintos sectores del mundo para el año 2016, en donde la gran mayoría de las regiones ya cuenta con más dispositivos móviles que personas y sólo en cuatro de ellas aún no se ha llegado al 100%.

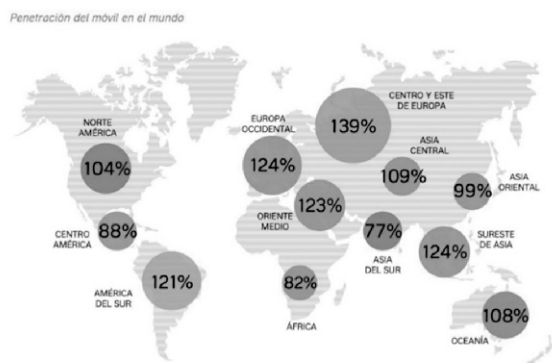


Figura 1: Informe Ditrendia: Mobile en España y en el Mundo (2016)

La Figura 2, en tanto, visualiza el número de suscripciones a telefonía celular móvil cada 100 habitantes para los países desarrollados y en desarrollo entre los años 2005 y 2015. Para el año 2016 se considera una estimación.

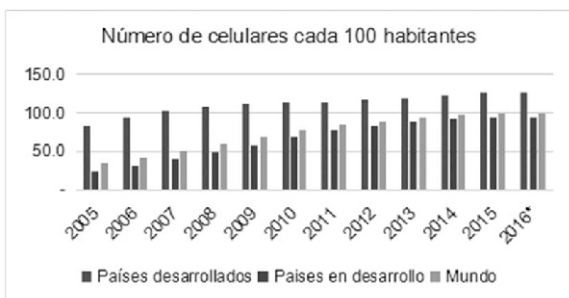


Figura 2: Unión Internacional de Telecomunicaciones (2016), penetración de los celulares en el mundo, estudio ITU World Telecommunication (Detalle de países desarrollados / en desarrollo en <http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/definitions/regions.aspx>)

De acuerdo a lo descrito en Informe Ditrendia: Mobile en España y en el Mundo (2016), se refleja la masificación de este tipo de dispositivos en el mundo, siendo elementos o herramientas necesarias y habituales para toda la población mundial, en donde una de sus principales funciones es el acceso a Internet. Esta función no ha dejado de aumentar desde 2009, cuando sólo un 0,7% del tráfico de la web procedía de móviles. En 2015, un 33,4% del tráfico de Internet ya venía de los teléfonos inteligentes.

Cisco (2017) detalla el crecimiento de los dispositivos móviles, visualizado en la Figura 3, entre los años 2016 y 2021, en donde las tasas más altas estarán dadas por el aumento de teléfonos inteligentes y tabletas (phablet), que son aquellos dispositivos móviles que combinan las funcionalidades de un teléfono inteligente y una tableta.

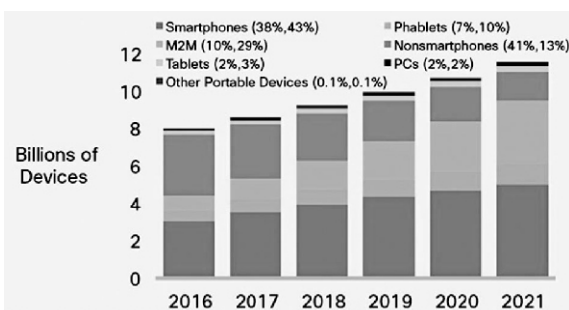


Figura 3: Cisco (2017), crecimiento de los dispositivos móviles y sus conexiones

Indudablemente, las universidades serán parte de estos crecimientos y futuras demandas como consecuencia de los requerimientos del grupo mayoritario de usuarios asociados a los servicios de tecnologías de información: los estudiantes, quienes no tienen aversión a las tecnologías y, por el contrario, son los primeros en adoptarlas y las utilizan para tener una mejor calidad de vida.

## 2.1. APLICACIONES MÓVILES Y SERVICIOS EN LA NUBE

El éxito de las aplicaciones para dispositivos móviles,

independiente de la generación a la cual pertenecen los usuarios, ha generado una nueva dimensión en las universidades. Si se considera el crecimiento exponencial que ha tenido el desarrollo de este tipo de aplicativos (a julio del 2015 se tenían más de 3 millones de APP entre Apple's APP Store y Google Play y a marzo del 2017, se tienen más de 5 millones) y que se han adicionado más de 600 APP por día desde la apertura del APP Store en julio del 2008, es indudable que las personas han optado por este tipo de soluciones por su facilidad de uso y portabilidad.

Tanto la Figura 4 como la 5 detallan la oferta de aplicaciones disponibles por los distintos proveedores y la proyección de uso que se espera exista en los siguientes años. Indudablemente, estas aplicaciones serán la forma de entregar mayores oportunidades a las personas para que desarrollen una mejor calidad de vida.

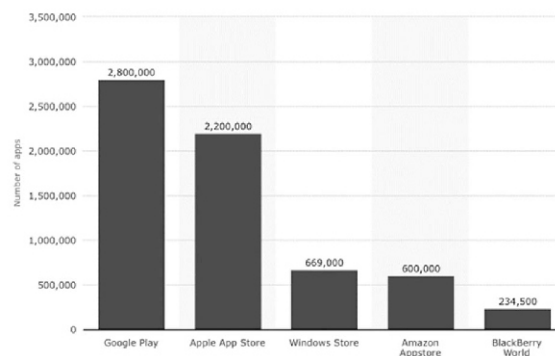


Figura 4: Statista (2017), número de APP disponibles en los principales "stores" a marzo de 2017.

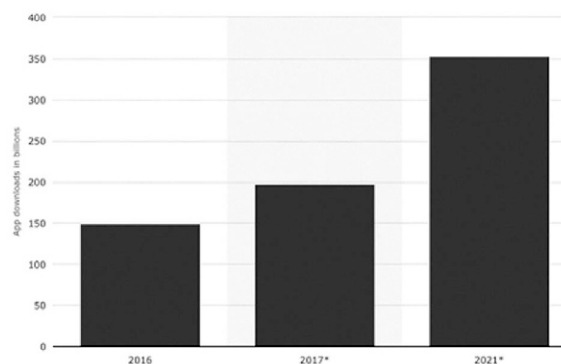


Figura 5: Statista (2017), número de descargas de APP por año en el mundo (se proyecta 2017 y 2021).

De acuerdo a Informe Ditrendia: Mobile en España y en el Mundo (2016), el uso de las redes sociales desde los dispositivos móviles es otro punto que ha tenido un crecimiento durante los últimos años a nivel global: "En el mundo, 1,968 mil millones de personas acceden habitualmente a las redes sociales desde su móvil, lo que supone una penetración del 27% respecto al total de la población mundial y un aumento del 17% respecto al 2015" (pag.41). "Los jóvenes son los más aficionados a usar las redes sociales desde el móvil. Los usuarios entre 18 y 34

años en el mundo dedican una media de 29,6 horas al mes a las redes sociales, mientras que los mayores de 55 años, tan “solo” 18,3 horas” (pág. 42).

Por otro lado, se han incorporado los servicios en la nube a estas tecnologías de tal forma que los dispositivos móviles han pasado a ser terminales del Cloud Computing, dando la capacidad de acceder a servicios remotos solo conectándose a Internet desde estos dispositivos. Aplicaciones como Facebook, LinkedIn, Flickr, Office365, Google Drive, Twitter y YouTube son algunos ejemplos de servicios en la nube altamente utilizados por las universidades para sus distintas dimensiones, dando la oportunidad de mejorar la colaboración y comunicación entre los diversos estamentos de estas instituciones.

Uno de los problemas a los cuales se han visto enfrentadas las universidades es el desarrollo de APP utilizadas para los distintos fines institucionales. ¿Tenemos claro cuántas aplicaciones móviles se han desarrollado bajo el nombre de la institución? ¿Existen normativas asociadas a este tipo de desarrollo? Como una consecuencia de lo anterior, en las universidades nace la necesidad de crear estrategias de gobernanza institucional asociadas a las aplicaciones móviles, con el propósito de asegurar la calidad, utilidad y funcionalidad de éstas, además de garantizar la seguridad de los usuarios, la privacidad de sus datos y, en caso necesario, contar con las acciones requeridas para actualizar o anular la publicación de una aplicación. La gobernanza de las aplicaciones móviles define las mejores prácticas y provee guías claras para el desarrollo de aplicaciones y su publicación.

Por supuesto, esta gobernanza debe estar guiada por objetivos definidos institucionalmente como “desarrollar aplicaciones móviles que estén alineadas con las estrategias institucionales”, “desarrollar aplicaciones móviles seguras”, “las aplicaciones móviles deben agregar valor a la universidad”, provenientes de un grupo de trabajo multidisciplinario, en donde se incorporen a unidades o interesados en los ámbitos de las tecnologías de información, marketing/comunicaciones, áreas jurídicas, académicos, estudiantes, planificación estratégica, entre otras. La idea es poder desarrollar procesos y políticas asociadas a:

- Requerimientos para calificar como una aplicación institucional
- Requerimientos de la marca
- Consideraciones legales
- Privacidad y seguridad
- Publicidad

## 2.2. REDES INALÁMBRICAS E INTERNET

La proliferación de dispositivos móviles ha generado que, en los últimos años, el crecimiento del tráfico global de datos móviles sea una preocupación a nivel mundial, tanto para los proveedores del servicio Internet como para aquellas empresas que requieren usar dicho servicio.

De acuerdo a Cisco (2017), el año 2016 el tráfico de datos móviles creció un 63% y se sumaron aproximadamente

medio billón de dispositivos móviles. Asimismo, el 60% del total del tráfico de datos móviles está asociado a videos, el promedio de tráfico de los teléfonos inteligentes creció un 38% y los teléfonos inteligentes (incluyendo las tabletas) representan un 45% del total de dispositivos móviles, pero tienen un 81% del total de tráfico móvil.

Bajo este mismo estudio, se proyecta que al año 2021 el número de dispositivos móviles conectados por persona será de 1,5 y que el número total de teléfonos inteligentes y tabletas estará por sobre el 50% de los dispositivos móviles; su tráfico de datos móviles sobrepasará el 80% del total del tráfico y el 78% del tráfico de datos móviles será producto de videos. Pero por sobre todo, se visualiza que las redes WiFi públicas y de hogar crecerán seis veces, cifras que debieran ser analizadas para proyectar posibles crecimientos o demandas en las instituciones educativas.

## 2.3. DATA ANALYTICS

Tal como se vio en el Capítulo 1, data analytics es el proceso de examinar datos con el objetivo de obtener conclusiones sobre la información que estos contienen y que puedan aportar a la estrategia de la organización. El gran volumen de datos que se gestionan mediante los distintos sistemas de las universidades, en conjunto con las técnicas de análisis de datos, permiten a estas organizaciones realizar un mejor seguimiento a sus estudiantes con el objetivo de predecir comportamientos y de esta forma evitar deserciones o conductas que pudieran entorpecer un buen rendimiento.

Típicamente, los sistemas de seguimiento de estudiantes utilizan datos que se generan en los sistemas de gestión de aprendizaje (LMS según sus siglas en inglés), de gestión académica y financiera, con los cuales se pueden obtener patrones de comportamiento asociados a las reprobaciones de asignaturas y deserciones de los estudiantes. Con ellos se han desarrollado sistemas de alerta temprana que permiten a los directivos e inclusive a los docentes, realizar las gestiones pertinentes y de esta forma evitar la salida de un estudiante sin haber realizado todas las acciones que se tenían al alcance.

Ahora bien, el uso de dispositivos móviles mediante el acceso a la red inalámbrica de la universidad abre otra dimensión para el análisis y seguimiento de los estudiantes. El contar con redes inalámbricas controladas permite saber por dónde se desplazan los estudiantes dentro de los distintos campus, cuánto tiempo pasan conectados en los distintos puntos de acceso en caso de utilizar este servicio y cuáles son los sectores que más utilizan (salas de clases, casinos, bibliotecas, espacios de estudio, entre otros), datos que al unirse a información académica, pudiera estar correlacionada con el éxito o fracaso académico de los estudiantes.

Es más, con esta información se pueden llegar a construir planos asociados a los trayectos de los estudiantes, identificando cuáles son los servicios más utilizados, cuya información pudiera aportar a realizar una planificación asociada a la infraestructura requerida por las distintas carreras o programas de la universidad. Sin duda, la data

generada por los estudiantes asociada al uso de sus dispositivos móviles a través de la red inalámbrica aporta una nueva dimensión de información para las universidades.

#### 2.4. SERVICIOS Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN

El rápido crecimiento y masificación de los dispositivos móviles ha incorporado nuevos desafíos en la forma de entregar los servicios asociados a las tecnologías de información. Para obtener una mejor cobertura, usos y eficiencia en los procesos, las web institucionales, los sistemas de gestión de aprendizaje, las bibliotecas virtuales, los sistemas de inteligencia de negocio y hasta algunas funcionalidades de los sistemas administrativos han debido adaptarse a los dispositivos móviles, permitiendo de esta forma tener una mejor cobertura a nivel institucional, nacional e internacional.

En un mundo en donde el tiempo es una variable escasa, la oportunidad de comunicarse de forma eficiente, verificar información o simplemente consultar algún indicador institucional en el momento preciso puede determinar la toma de decisión oportuna en una organización. Es aquí en donde los dispositivos móviles son una herramienta de gran apoyo, consecuencia de lo cual las universidades han debido incorporar la necesidad de que sus sistemas se adapten a este tipo de tecnología sin que esto implique aumentar la cantidad de servicios y sus mantenciones.

#### 2.5. CULTURA ORGANIZACIONAL

Uno de los grandes desafíos en la implementación de políticas asociadas a los dispositivos móviles en las universidades es el muro de la cultura organizacional, incluyendo tanto a estudiantes como profesores. Si bien los estudiantes dicen estar de acuerdo con el uso de los dispositivos móviles como una herramienta para el proceso de aprendizaje, aún existe resistencia por parte de ellos y de los profesores. De acuerdo al estudio Brooks, C. (2016), el 49% de los profesores prohíbe el uso en clases de los teléfonos inteligentes, 19% de las tabletas y 16% de los notebook. Y aún en estos tiempos, aproximadamente un 60% de los profesores cree que el uso de los dispositivos móviles en el aula puede ser un distractor, si bien un 17% dice que el uso de estos dispositivos en la docencia es una prioridad en su universidad.

Si bien las universidades/facultades permiten a los estudiantes el uso de los dispositivos móviles en clases ¿por qué no se ha logrado una mejor incorporación? Probablemente la inexistencia de políticas y capacitaciones que permitan mejorar las habilidades de los profesores en tecnologías de la información sea una de las razones.

La siguiente figura detalla el porcentaje de estudiantes que utiliza los distintos tipos de dispositivos móviles para el desarrollo de sus cursos, desde el año 2012 al 2015, y el promedio de estudiantes que valora su uso como extremadamente importante para el éxito académico.

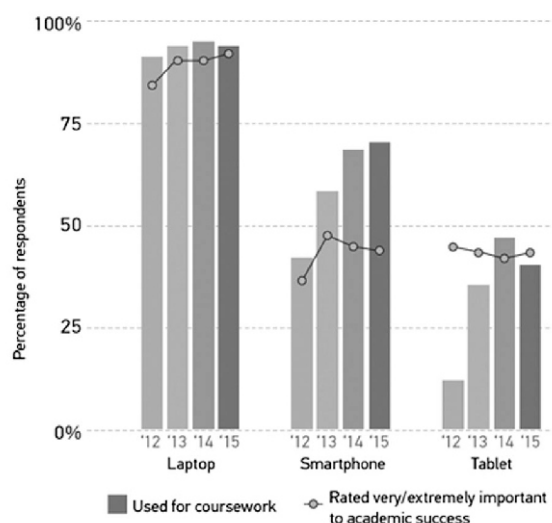


Figura 6: Brooks, C. (2016), extensión de uso y nivel de importancia de los dispositivos para los académicos.

Si la institución considera que el uso de los dispositivos móviles mejora el proceso de docencia y apoya a su estrategia, es necesario implementar políticas y capacitaciones que apoyen la incorporación de estas tecnologías en los distintos ámbitos de trabajo de la organización, con la meta de ir cambiando paulatinamente la cultura organizacional, que generalmente está relacionada con una docencia, investigación y vinculación tradicional.

### 3. IMPACTO EN LA DOCENCIA

Si se considera a la docencia como el pilar fundamental del quehacer de las universidades, los aportes entregados por el adecuado uso de los dispositivos móviles en este ámbito tienen un impacto significativo para mejorar la calidad y eficiencia de estas instituciones. En este contexto, es importante analizar cuál es el escenario en el que se encuentran las universidades, cuáles son las tecnologías que están utilizando los estudiantes o han sido exitosas en instituciones similares, cómo está la cultura organizacional al respecto de estas tecnologías, entre otros.

En los siguientes párrafos se analizan temas asociados a la actual situación de las universidades en el contexto de los dispositivos móviles, cuáles son los dispositivos que están utilizando los estudiantes, las tendencias o metodologías que permiten incorporar el uso de estos dispositivos en clases y disposición sobre aplicaciones móviles de los estudiantes como fuente de posibles estrategias para el proceso docente.

#### 3.1. ¿QUÉ GENERACIÓN DE ESTUDIANTES ESTÁN RECIBIENDO LAS UNIVERSIDADES, SUS DISPOSITIVOS MÓVILES Y DEMANDAS?

Actualmente las universidades están recibiendo estudiantes de la denominada Generación Z, cuya



característica fundamental es el ser nombrados como “nativos digitales”, así como poseer acceso, manejar las tecnologías y ver a éstas como un elemento fundamental de sus vidas, además de utilizar las redes sociales para comunicarse y no tener miedo en dejar su “huella digital” pública y trazable.

Por otro lado las universidades, en sus instancias de formación, con metodologías tradicionales y expositivas tienen el desafío de ir incorporando nuevas metodologías y tecnologías adecuadas a estas nuevas generaciones de estudiantes marcados por un mundo hiperconectado. Esto, en un escenario en donde los profesores universitarios muchas veces no han sido formados en cómo enseñar, lo que tiene como consecuencia que instruyen de la misma forma en que ellos fueron enseñados por la generación anterior, lo cual se remonta hasta las universidades medievales, Prieto, A. (2017).

Las universidades se encuentran con un gran desafío debido a las necesidades que demandan los estudiantes. Consecuencia de su “natividad digital” y el acceso masivo que hoy se tiene a las tecnologías, los estudiantes disponen actualmente de dispositivos móviles que portan de forma diaria y que utilizan tanto para sus actividades sociales como de aprendizaje.

Brooks, C. (2016), en la Figura 7 y 8, es el resultado de una investigación de EDUCAUSSE, donde se visualizan los porcentajes de estudiantes que disponen o son dueños de diferentes tipos de dispositivos móviles y su proyección para el año 2017, además de su distribución para las distintas combinaciones de éstos. En la Figura 9, en tanto, se presenta el resultado de la Encuesta de Alumnos Nuevos (EAN) de la Universidad Austral de Chile desde los años 2012 al 2017:

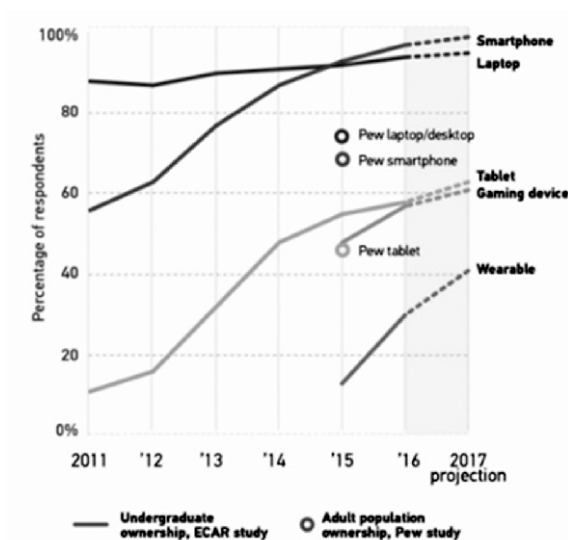


Figura 7: Brooks, C. (2016), historia de propiedad de dispositivos móviles con proyección para el año. 2017

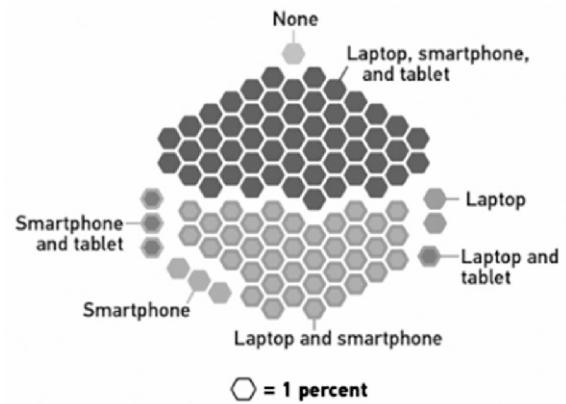


Figura 8: Brooks, C. (2016), propiedad de los estudiantes sobre notebook (laptop), tabletas y teléfonos inteligentes.

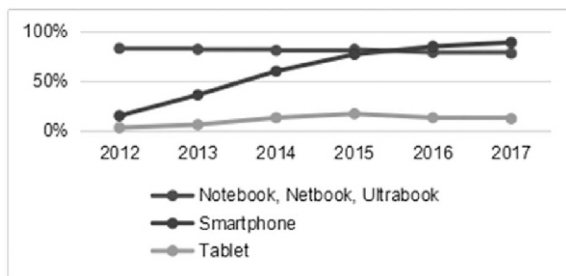


Figura 9: Tasa de estudiantes nuevos por tipo de dispositivo móvil.

Si bien las figuras 7 y 8 son parte de un estudio realizado en universidades de Estados Unidos, dan una referencia clara de la propiedad sobre dispositivos móviles que tienen los estudiantes que llegan a las distintas instituciones de educación superior, habiendo ya superado el número de estudiantes que posee teléfonos inteligentes frente a los que cuentan con notebook. Valores similares han sido obtenidos en la Encuesta de Estudiantes Nuevos (EAN) de la Universidad Austral de Chile, situación que reafirma la penetración de estos tipos de dispositivos en las universidades.

Para la Figura 8, no deja de llamar la atención que el 52% de los estudiantes cuenta con al menos tres dispositivos (notebook, teléfono inteligente y tableta), 38% posee notebook y teléfono inteligente, 3% teléfono inteligente y tableta, 3% solo teléfono inteligente, 2% solo notebook, 1% notebook y tableta, y 1% nada. Si bien es interesante conocer la propiedad de los estudiantes asociada a tecnologías móviles, el hecho que el uso, su disposición y actitud hacia estas tecnologías haya ido creciendo en los últimos años, incorporándose de tal forma a las vidas de éstos, hace que las universidades estén obligadas a analizar estos nuevos escenarios con el objetivo de incorporarlas y alinearlas a su estrategia.

El hecho de recibir a estudiantes hiperconectados ha generado que las universidades no sólo se preocupen de los aspectos tecnológicos sino de la necesidad de



incorporar estas tecnologías en sus procesos académicos. La gran cantidad de estudiantes que son dueños de sus dispositivos móviles genera una gran oportunidad para expandir y diversificar los ambientes de enseñanza. Pero, ¿las universidades están preparadas para este nuevo escenario? Dado que el proceso de enseñanza es bidireccional, involucra la comunicación entre profesor – estudiante y estudiante – profesor, relación en la que existe una gran brecha en términos de la alfabetización digital de cada uno de estos dos grupos. En este sentido, el proceso de incorporación de las tecnologías móviles en la docencia es complejo si no se realiza tomando en cuenta a todos los grupos y unidades involucradas: estudiantes, unidades académicas y unidades de tecnologías de información.

### 3.2. ¿QUÉ DISPOSITIVOS USAN LOS ESTUDIANTES EN CLASES?

De acuerdo a estudios internacionales, el notebook sigue siendo el dispositivo más utilizado para efectos académicos, sin embargo, las tabletas y dispositivos móviles son cada vez más usadas para tomar notas en clases. Dahlstrom, E., Brooks, C., Grajek, S., Reeves, J. (2015) analiza el comportamiento de los estudiantes y las TIC en universidades; los alumnos especifican el uso de los dispositivos móviles, y la brecha entre la visión del estudiante y la de su institución.

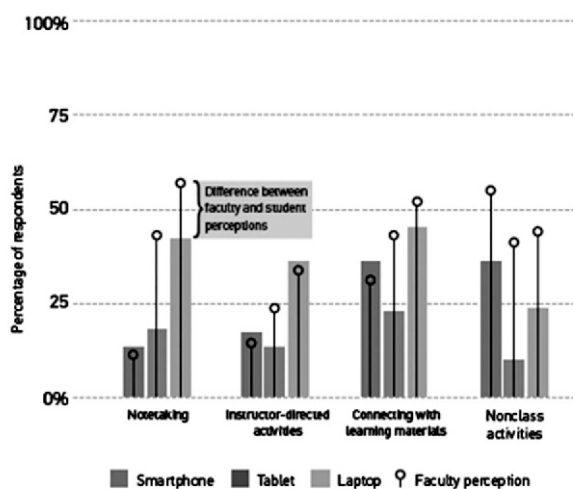


Figura 10: Dahlstrom, E., Brooks, C., Grajek, S., Reeves, J. (2015), diferencia entre el uso que dicen los estudiantes dar a los dispositivos móviles en clases y lo que piensa la facultad.

Llama la atención que la percepción del docente y lo declarado por el estudiante tenga una brecha tan amplia. Probablemente existe una predisposición desde el punto de vista académico a pensar que los estudiantes utilizan más sus dispositivos para acciones sociales que académicas.

### 3.3. ¿QUÉ ESTÁN HACIENDO LAS UNIVERSIDADES PARA INCORPORAR LOS DISPOSITIVOS MÓVILES EN EL PROCESO DE DOCENCIA?

Actualmente, existe una gran cantidad de tendencias y técnicas que incorporan estas tecnologías en el proceso de docencia, disponibles para ser usadas en las universidades.

**Gamificación** es una técnica de juegos con recompensas que incentiva a los participantes a superarse, es el proceso de incorporar elementos de los juegos como el sentido de misión, las recompensas, la competición por ganar puntos y la diversión para motivar a los estudiantes a realizar esas acciones que les permitirán aprender lo que sus profesores quieren que aprendan, Prieto, A. (2017). Hoy en día existe un gran desarrollo en el ámbito de la gamificación mediante la generación de aplicaciones móviles que los profesores y estudiantes pueden utilizar directamente desde sus teléfonos móviles, fomentando de esta forma que ellos aprendan mediante la motivación, la competencia y la diversión.

Si bien la gamificación o aprendizaje basado en juegos pareciera ser una metodología de aprendizaje adecuada a las nuevas generaciones, es necesario hacerse algunas preguntas antes de introducirla: ¿Se ajusta el aprendizaje basado en juegos a la estrategia general de la universidad? ¿Se han realizado pilotajes con gamificación? ¿Se ha logrado un mejor aprendizaje? ¿Qué grupos de alumnos están mejor preparados para este tipo de metodologías?

**Realidad Aumentada (RA)** es la técnica que se basa en la generación de imágenes nuevas a partir de la combinación de información digital en tiempo real y el campo de visión de una persona que se ha abierto al mundo al incorporar a los dispositivos móviles como una forma de implementación. En el campo de la educación la RA permite a los estudiantes tomar el control de su propio aprendizaje e interactuar con los entornos reales y virtuales pudiendo manipular objetos que no son reales y aprender tareas y competencias.

Los beneficios de utilizar realidad aumentada mediante aplicaciones para móviles tienen una serie de ventajas en la docencia, tales como poder aprender sin cometer errores "reales", simular escenarios de ingeniería y contar con textos que sumergen al estudiante de una manera que nunca hubiera sido posible, incorporando además a estos elementos la característica de ubicuidad, eliminando las restricciones de tiempo y espacio.

**Mobile Learning (M-Learning)** ha sido una consecuencia de que los dispositivos móviles han pasado a ser una extensión de los estudiantes, permitiendo el desarrollo de una metodología de docencia mediante el uso de pequeños dispositivos como los teléfonos inteligentes, tabletas, libros electrónicos, entre otros, pero que cuenten con conectividad inalámbrica. El hecho de utilizar estos dispositivos para almacenar cientos de libros y artículos, compartir de forma instantánea material por medio de aplicaciones con estos fines o de redes sociales, además de visualizar videos, seguir enlaces del interés de una clase,

retroalimentar el aprendizaje entre pares o con grupos de estudiantes con intereses similares, interactuar con los profesores u otros estudiantes de manera simultánea y participar en cursos a distancia permite a los estudiantes tener una mejor oportunidad de aprendizaje.

Pedagógicamente, el aprendizaje móvil ofrece a los profesores la oportunidad de desdibujar las fronteras entre el aprendizaje formal e informal. Los profesores pueden incorporar el uso de estos dispositivos y las herramientas de colaboración que utilizan los estudiantes (como las redes sociales) para trabajar juntos en sus clases tanto en espacios físicos (aulas de clases) como virtuales (Lai, Khaddage y Knezek, 2013). Sin duda, las aplicaciones móviles aumentan la interactividad entre los estudiantes y sus profesores a través de trabajos en clases, permiten que los estudiantes puedan abandonar el aula y aprendan en lugares que proporcionen un significado a su aprendizaje, y finalmente fomenten un enfoque de aprendizaje más centrado en el estudiante (Holzinger, Nischelwitzer, & Meisenberger, 2005).

Por otro lado, las aplicaciones móviles han abierto un mundo nuevo para el proceso de docencia, ya que permiten reforzar conceptos y mejorar las habilidades de uso de las tecnologías de información, así como expandir la educación a espacios virtuales. Este aprendizaje móvil puede ser utilizado para ampliar las oportunidades educativas más allá del horario y la ubicación de una clase tradicional.

**Aula Invertida**, nace como consecuencia de la facilidad para realizar contenidos digitales en audio y video y del desarrollo de las páginas web. Esta metodología se basa en que los alumnos estudien en casa mediante herramientas adecuadas como videos, aplicaciones, publicaciones, entre otras, que generalmente están disponibles en los sistemas de gestión de aprendizaje y luego en clase se practique lo aprendido en casa.

Ahora bien, para realizar clases más dinámicas y participativas los profesores han incorporado el uso de aplicaciones móviles existentes en los mercados o que han desarrollado para estos fines, utilizando los dispositivos de los estudiantes o entregando las herramientas tecnológicas en el aula. Un ejemplo ya conocido en el mundo académico es Socrative, aplicación de interacción o participación en tiempo real entre profesor y estudiantes desarrollada el 2010 por el MIT para incorporar los dispositivos móviles al aula, que permite al profesor evaluar, realizar test o desarrollar actividades en línea para determinar si los estudiantes han logrado o no las competencias asociadas al estudio en casa.

**Trae tu propio dispositivo (BYOD según sus siglas en inglés)** consiste en que los estudiantes y profesores utilicen sus propios dispositivos para acceder a sus ambientes de trabajo. El rápido acceso, la flexibilidad y la personalización asociada a los dispositivos ayuda al estudiante a comprometerse de mejor manera con su trabajo, permitiéndole hacer lo que requiera independiente de dónde esté y en cualquier momento. La misma situación se da para el profesor, mejorando su

productividad y felicidad.

BYOD surge como una reacción de las personas a las limitaciones de infraestructura proporcionada por las organizaciones y las políticas asociadas. BYOD permite a los estudiantes y profesores crear una infraestructura tecnológica más personalizada y productiva (Caldwell, Zeltman & Griffin, 2012). Un enfoque personalizado y distribuido es más flexible y ágil para el usuario que un entorno gestionado y difícil de manejar.

Desde el punto de vista de las Tecnologías de la Información, el diseño de infraestructura en organizaciones de gran tamaño comienza con la seguridad. Por lo tanto, la productividad se ve afectada por el riesgo de debilidad tecnológica que es gestionado mediante políticas impersonales e inflexibles que tienen un efecto secundario sobre la cultura organizacional, bloqueando o excluyendo comportamientos deseables que podrían promover la creatividad, la innovación, la colaboración y la creación de redes, Middleton, D., Robson, D., Beckingham, S., (2015). Las universidades deben pensar de manera diferente sobre cómo gestionar los riesgos asociados con la adopción de BYOD, por ejemplo, invirtiendo menos en la creación de sistemas cerrados y mucho más en el desarrollo de la alfabetización digital, determinando de esta forma un equilibrio que permita la flexibilidad requerida por BYOD y la seguridad inherente por la cual deben velar las instituciones.

Ya es un hecho que los dispositivos móviles forman parte de nuestros estudiantes y se han incorporado a los distintos espacios de las universidades. El reto para las universidades ya no es si los estudiantes tienen o no este tipo de tecnología (cada día esta brecha es menor) sino cómo pueden influir en su uso. En un mundo donde los estudiantes traen su propia tecnología, la utilizan para mejorar sus vidas y declaran estar dispuestos a usar estas tecnologías para fines académicos, las universidades deben analizar la incorporación de BYOD como parte de los procesos de docencia considerando las necesidades de infraestructura, la cultura organizacional y su planificación estratégica.

La seguridad asociada a la implementación de BYOD es un factor complejo desde el punto de vista de las áreas de tecnologías. Que los estudiantes ingresen a la red corporativa con dispositivos que por su naturaleza son vulnerables, genera un riesgo. Actualmente, y dado que el eslabón más débil en temas de seguridad son las personas, la tendencia radica en la sensibilización y educación a los estudiantes o empleados de la universidad para gestionar sus dispositivos de forma correcta y segura.

Contar con una red inalámbrica institucional es fundamental para el éxito de la implementación de una política institucional de BYOD. Hoy día, una gran parte de las universidades tienen buena cobertura de red inalámbrica, pero se debe tomar en cuenta que la implementación de BYOD involucra un gran número de dispositivos y pudiera aumentar significativamente la demanda de red, situación que pudiera impactar el éxito de las actividades asociadas al proceso de docencia.

¿Qué pasaría con el servicio de red si en varias clases simultáneas los estudiantes producen video? ¿La red inalámbrica está preparada para estas demandas? ¿Tenemos el ancho de banda suficiente? ¿Contamos con una infraestructura adecuada en el aula?

### 3.4. ¿QUÉ TIPO DE APP UTILIZAN LOS ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS?

Sin duda el mundo de las aplicaciones móviles ha llegado para quedarse por un buen tiempo, por lo que entender o conocer qué usan los estudiantes como herramientas con fines académicos pueden ser un aporte para mejorar los procesos docentes en las universidades. Dentro de las aplicaciones que son habitualmente utilizadas por los estudiantes se incluyen diccionarios, navegadores, DropBox, Office, entre otros, pero las aplicaciones que tienen mayor uso por los estudiantes son sin duda las redes sociales, juegos y música, lo que implica que los estudiantes no llevan sus habilidades tecnológicas para propósitos educativos.

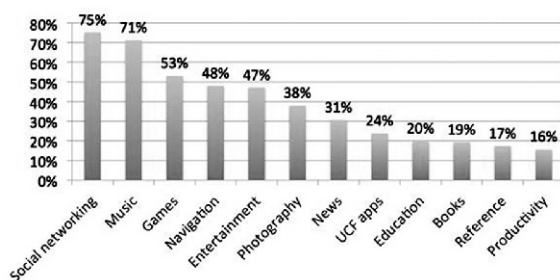


Figura 11: Karnad, A., (2015): Uso de APP

Si bien, pareciera que este comportamiento no ayuda al proceso de docencia, las universidades deben analizar cómo utilizar estas tendencias para mejorar sus procesos.

Históricamente, la comunicación entre docentes y estudiantes ha sido un problema en las universidades, luego, ¿por qué no considerar el uso de las redes sociales como un medio para facilitar esta comunicación? Las aplicaciones asociadas a redes sociales tienen el innegable valor de acercar el aprendizaje informal y el formal ya que permiten al estudiante expresarse por sí mismo, entablar relaciones con otros, así como atender a las exigencias propias de su educación.

Si a lo anterior agregamos el uso de estas redes mediante los dispositivos móviles, probablemente tengamos la ecuación perfecta para mejorar la comunicación profesor – estudiante. Algunos beneficios que se pueden obtener al usar las redes sociales como una herramienta en el proceso de docencia están asociados a mejorar la comunicación profesor – alumno, facilitar la coordinación de trabajos en grupos de aprendizaje, aumentar el sentimiento de comunidad, entre otros aspectos.

Si la música y los juegos son los otros tipos de aplicaciones más usadas, ¿no resulta coherente analizar, entonces, la

incorporación de la Gamificación como parte de las técnicas de docencia?

## 4. IMPACTO EN LA INVESTIGACIÓN

La investigación es otro de los pilares fundamentales que están asociados a las universidades consideradas completas y complejas (desarrollan docencia, investigación y vinculación/extensión) mediante el cual, estas instituciones, pueden realizar contribuciones efectivas al desarrollo científico y tecnológico de la región, del país, y de mundo a través del cultivo del saber.

En los siguientes párrafos se analizan diferentes formas en que los dispositivos móviles pueden contribuir significativamente a la investigación de las universidades, permitiendo mejorar la colaboración, la captura de datos, la oportunidad de acceso a documentos y cobertura de grupos de interés, entre otras.

### 4.1. ¿COLABORACIÓN, OPORTUNIDADES DE ACCESO A INFORMACIÓN?

Como ya se ha mencionado anteriormente, la incorporación de los dispositivos móviles en el quehacer universitario ha entregado nuevos desafíos en el proceso de docencia, tanto para el pregrado como para el postgrado, pero ¿es sólo aquí en donde sus virtudes pueden apoyar a estas organizaciones? El hecho de que los dispositivos móviles permitan a las personas no depender de los espacios y del tiempo, desde el punto de vista de la investigación apoya el desarrollo de redes de colaboración entre universidades que se encuentran geográficamente distantes, mejora la oportunidad de acceso a documentación, papers y datos, además de acercar a las personas a las investigaciones y permite acceder a información almacenada en nubes privadas o públicas desde distintos dispositivos y lugares.

Mediante el uso adecuado de dispositivos y aplicaciones móviles los investigadores pueden acceder a bibliotecas virtuales, generar redes de investigación en donde pueden compartir datos, artículos y publicaciones de interés, desarrollar y administrar proyectos, utilizar sistemas de Cuadernos de Laboratorios Electrónicos (ELN, para sus siglas en inglés), sin ni siquiera tener que estar en un puesto de trabajo fijo de su organización o laboratorio. La ubicuidad asociada a este tipo de dispositivos incorpora una mayor eficiencia en los procesos de investigación.

### 4.2. ¿CÓMO APOYAN LOS DISPOSITIVOS MÓVILES PARA CAPTURA DE DATOS ASOCIADOS A INVESTIGACIÓN?

Por otro lado, el potencial que tienen los dispositivos móviles para la investigación no ha quedado fuera del alcance de sus fabricantes. Hace un par de años, Apple anunció las plataformas de investigación médica ResearchKit y CareKit, entornos de desarrollo para aplicaciones móviles que permiten recopilar datos para investigación médica y aplicaciones que permiten ayudar a los usuarios a cuidar su salud, respectivamente.

Si se considera que una de las grandes dificultades que se

tiene en los temas de investigación es conseguir participantes para los estudios, las aplicaciones móviles abren una oportunidad única para los investigadores, asimilándose al mundo como si éste fuera un gran laboratorio, en donde las distancias dejan de ser un problema para estas actividades. "Hemos avanzado todo lo posible con los métodos de investigación tradicionales. Ahora tenemos en las manos la tecnología para llegar aún más lejos", sostiene la Dra. Helen Link Egger, del Centro Médico de la Universidad de Duke, ResearchKit y CareKit (2017). Con sus palabras, describe claramente las potencialidades que las tecnologías abren a la investigación.

Ya existe una variedad de aplicaciones que permiten a investigadores avanzar rápidamente en la recolección de datos para sus estudios. A modo de ejemplo, la aplicación mPower de la Universidad de Rochester y Sage Bionetworks busca mejorar los síntomas de la enfermedad de Parkinson. Desde su lanzamiento cuenta con más de 10.000 usuarios, alcance impensado para investigaciones que utilizan metodologías tradicionales. Otras iniciativas son EpiWatch que busca prever crisis epilépticas a través del Apple Watch y GlucoSuccess y que ayuda a los investigadores a estudiar la relación entre los niveles de glucosa y la actividad física, la alimentación y los tratamientos. La aplicación emplea el acelerómetro y el giroscopio del dispositivo móvil para medir los movimientos, y tiene en cuenta la dieta y la medicación que se ha prescrito al paciente.

Si se considera la gran cantidad de sensores dispuestos en los teléfonos inteligentes como acelerómetro, giroscopio, de luz, de proximidad, magnético, pulsómetro, entre otros, las universidades cuentan con un escenario magnífico para la captura de datos de investigación, situación que se ve potenciada aún más con los dispositivos "wearables" con sensores específicos que se conectan mediante bluetooth a los teléfonos para transferencia de datos.

Como conclusión, en las declaraciones realizadas en Wallace, C., (2017) por el investigador Stanley Shaw, se explicita el potencial que los dispositivos, mediante la generación de aplicaciones móviles, tienen en la investigación: "El smartphone es una forma muy eficiente de recopilar datos, es portátil y las personas lo ven como una extensión de sus vidas. Es una visión única de la salud de las personas".

## 5. IMPACTO EN VINCULACIÓN CON EL MEDIO / EXTENSIÓN

La vinculación o extensión es una de las tres funciones fundamentales de las universidades, junto con la docencia y la investigación. Generalmente, se busca establecer un diálogo permanente con la comunidad cercana a su entorno, así como con la de su país y el mundo, vinculando el quehacer científico, académico, humanístico y artístico cultural que se cultiva en las universidades, con su entorno social y ambiental, a través de diversas actividades.

¿Cómo se vincula el quehacer científico, académico,

humanístico y artístico social al entorno?

¿Cómo las tecnologías y específicamente los dispositivos móviles pueden apoyar a mejorar la vinculación con el medio en las universidades?

Si se consideran parte de esta función las acciones para mejorar o fortalecer relaciones de colaboración nacionales e internacionales, contribuir al desarrollo productivo del país, apoyar la educación de colegios vulnerables, apoyar la transferencia tecnológica, contribuir al desarrollo y divulgación de la ciencia y tecnología, por mencionar algunas, entonces, el uso de los dispositivos móviles puede ser un gran aporte.

### 1.1. ¿QUÉ INICIATIVAS ASOCIADAS A LA VINCULACIÓN PUEDEN SER APOYADAS POR LOS DISPOSITIVOS MÓVILES?

Ejemplos claros de vinculación con el medio en el ámbito de la educación son los REA (Recursos Educativos Abiertos) y los MOOC's (Massive Online Open Courses), permitiendo no sólo entregar su conocimiento al mundo, sino que además ayudan a posicionar a la institución a nivel internacional. Extender estos servicios a los dispositivos móviles mejora su cobertura nacional e internacional y permite su uso de forma ubicua.

Por otro lado, se tiene el ámbito humanístico y artístico cultural en donde destacan las editoriales universitarias, las orquestas sinfónicas o de cámara, coros universitarios, radios, cines, entre otras acciones, que son una fuente poderosa de entrega hacia la comunidad nacional e internacional. El desafío aquí es hacer que estas acciones puedan ser utilizadas mediante dispositivos móviles porque, por ejemplo, que una señal de radio o televisión pueda ser escuchada o vista desde un dispositivo móvil tendrá un impacto y una cobertura mucho más amplia, maximizando con ello el posicionamiento institucional.

Utilizar aplicaciones con realidad aumentada que puedan ser instaladas en dispositivos móviles para las visitas a museos permite entregar de una forma entretenida el conocimiento y cultura insertos en estos espacios. De esta misma forma, podrían realizarse visitas de los prospectos de estudiantes a los campus y sedes de las universidades, de tal forma que estos futuros alumnos conozcan y disfruten los espacios de su interés, inclusive captando su atención mediante el uso de técnicas de gamificación.

Mejorar la relación entre las universidades y sus egresados puede verse fuertemente favorecida al introducir ambientes de trabajo y colaboración mediante el uso de los dispositivos móviles. Contar con una aplicación configurable que notifique los eventos de interés del egresado en los distintos ámbitos, ya sean culturales, académicos o de investigación de su "alma mater", sin duda estrecha los lazos de colaboración. Los egresados valoran comunicarse con sus pares en las universidades, conocer qué están trabajando, además de compartir sus experiencias.

Las aplicaciones móviles no sólo permiten transmitir y

difundir conocimiento a la sociedad, también permiten captar las necesidades de distintos sectores y de esta forma realizar una mejor gestión de la vinculación con el medio, pudiendo planificar futuros proyectos o iniciativas, al contar con una mayor cobertura nacional e internacional. Esta misma captación de necesidades puede ser utilizada, además, como insumos para la investigación y la docencia.

El trabajo asociado a las comunicaciones por las redes sociales con la comunidad cercana, nacional e internacional, se ha visto favorecido por el uso que se hace desde los dispositivos móviles. Así, se da una mayor cercanía y un mejor apoyo a las comunidades.

## 6. IMPACTO EN LA GESTIÓN

La gestión en las universidades se puede definir como el conjunto de políticas y mecanismos destinados a organizar las acciones y recursos materiales, humanos y financieros de la institución de forma eficiente, en función de sus propósitos y fines declarados, generalmente descritos en los estatutos y planes estratégicos institucionales.

La gran mayoría de las universidades son completas y complejas en sus funciones y estructuras, por lo que han debido crear modelos de gestión para sus recursos materiales, humanos y financieros que soporten las necesidades asociadas a las dimensiones académicas, de investigación y de vinculación para el desarrollo de sus procesos de forma eficaz y con excelencia.

Por otro lado, las acreditaciones institucionales, cada día más rigurosas y exigentes, han obligado a estas instituciones a preocuparse de su gestión, de mejorar indicadores de desempeño y de incorporar mecanismos que permitan un mejor uso de sus recursos.

Sin duda alguna, la gestión institucional se ve favorecida con el uso de los dispositivos móviles, facilitando el acceso a información e indicadores y el uso de los espacios, mejorando las comunicaciones de la comunidad interna, aportando o recolectando datos para desarrollar planes de inversiones adecuados a las necesidades de su comunidad, aumentando la capacidad de mejorar sus procesos, aumentando la cobertura y posicionamiento de la universidad a nivel nacional e internacional (internacionalización del pregrado y postgrado), entre otros.

### 6.1. ¿CÓMO APOYAN LOS DISPOSITIVOS MÓVILES A LA GESTIÓN INSTITUCIONAL?

La gestión institucional, durante los últimos años, se ha visto favorecida con el uso apropiado de las tecnologías de información y la comunicación, en donde los modelos de gestión junto a plataformas tecnológicas han desarrollado los informes e indicadores que permiten a las universidades realizar sus actividades de administración, seguimiento y control. Para las casas de estudio y las organizaciones en general, el uso de dispositivos móviles

tiene mucho que aportar a la gestión institucional desde sus distintas dimensiones, pero su incorporación debe estar alineada a la estrategia institucional, generalmente declarada en su Plan Estratégico.

La ubicuidad de estos dispositivos permite hacer más eficientes los procesos tanto de negocio como de soporte, acortando los tiempos y quitando las barreras geográficas para su buen desarrollo, situación que es valorada por los estudiantes y empleados de las universidades. Todos ellos disponen, en todo momento y lugar, de estos dispositivos que le permiten interactuar al instante con las aplicaciones de gestión de la universidad que estén a su disposición. Además, el poder visualizar, en cualquier momento o lugar, información relevante para la gestión, permite a sus directivos tomar decisiones informadas y fundadas.

Los procesos de captación de estudiantes y posicionamiento de las universidades a nivel nacional e internacional, están muy asociados con la eficacia de sus comunicaciones digitales, en donde juegan un rol clave los contenidos de las páginas web institucionales. Si se toma en cuenta el crecimiento que ha tenido la navegación a páginas web desde los dispositivos móviles, las universidades deben focalizar sus esfuerzos en conseguir que este contenido sea navegable y amistoso para el usuario final. De acuerdo a estudios internacionales el año 2015 un tercio del acceso a internet se realizó desde teléfonos inteligentes, aumentando aproximadamente en un 10% desde el año anterior, mientras que el acceso desde notebook disminuyó de un 40% a un 30%.

Otra forma de fidelizar a futuros estudiantes es la generación de aplicaciones móviles que inviten a participar de algunos beneficios o servicios de tal forma de irlos integrando con esta gran comunidad, antes de su ingreso. Contar con una tarjeta virtual que sea portable en el dispositivo móvil pudiera ser una forma de participar anticipadamente de esta comunidad, ofreciendo acceso a algunos servicios o descuentos en otros, sólo por el hecho de mostrar esta tarjeta virtual.

Disminuir el uso de papel, mejorar los flujos de trabajo e integrar firma electrónica en los procesos documentales es una de las tendencias que se están trabajando a nivel de las universidades, en donde debe ser considerada la posibilidad de que los usuarios puedan visualizar, desarrollar acciones o firmar los documentos desde su dispositivo móvil, incorporando de esta forma una mayor eficiencia a los flujos de trabajo de los distintos procesos, independizando a éste de los espacios y tiempos. En España ya existen avances en este ámbito.

Los congresos, seminarios u otras actividades similares que se realizan periódicamente en las universidades, también se ven beneficiados por el uso de las tecnologías mediante la generación de aplicaciones móviles, facilitando a los participantes su acreditación (entrega de una identificación virtual mediante la app), visualizando el programa y permitiendo la inscripción en actividades de interés, recibiendo alertas asociadas a las ponencias o actividades de interés, accediendo a información de los expositores, evaluando en línea el evento y apoyando con



la ubicación de los espacios físicos en donde se desarrolla el evento.

Mejorar las tasas de reprobación, la retención de estudiantes, la titulación efectiva mediante sistemas de seguimiento y alerta temprana es una de las tendencias asociadas a la gestión académica, que se ven beneficiadas con una implementación mediante aplicaciones móviles considerando que los directivos puedan recibir alertas por situaciones específicas de sus estudiantes y la generación de acciones remediales para los estudiantes. Bajo este mismo punto, la trazabilidad de los dispositivos móviles al incorporarse a las redes universitarias para su uso en el aula de clases y en los distintos sectores de los campus puede ser un gran aporte para el seguimiento, como ya fuera mencionado anteriormente.

Consecuencia de la penetración que han tenido los dispositivos móviles en el mundo, que éstos son considerados una extensión de las personas, y mientras no exista una nueva tecnología en su reemplazo, las universidades deben analizar cómo incorporarlos de forma alineada y planificada para la ejecución de sus planes estratégicos.

Esta incorporación debe considerar distintas dimensiones (culturales, educacionales y tecnológicas), de tal forma que el final del proceso sea exitoso, y que la docencia, investigación y vinculación se vean beneficiados.

La dimensión cultural debe analizar cuál es el escenario asociado a los procesos y personas de la universidad, determinar la brecha existente y los desafíos que esta incorporación traerá a la institución. Los empleados, ya sean estos académicos, investigadores o administrativos debieran contar con alfabetización digital para que el uso de esas tecnologías sea un aporte y no una traba a sus actividades. Esta alfabetización digital debiera traducirse en actividades educacionales y de sensibilización a desarrollar, las que dependerán de los objetivos que se quieran alcanzar y que deben estar alineados a la planificación estratégica de la universidad y a la cultura organizacional. Una buena práctica que se ha venido incorporando es el desarrollo de políticas asociadas al uso de los dispositivos móviles en las universidades, las que deben definir los lineamientos generales e institucionales referentes a estos dispositivos.

La dimensión tecnológica tiene como desafíos proyectar la incorporación de los dispositivos móviles de acuerdo a los objetivos de la universidad para las capacidades que se requieren o requerirán en sus redes inalámbricas, acceso a internet, seguridad, gestión e infraestructura (tanto tecnológica como de espacios físicos adecuados para el uso de estos dispositivos, como por ejemplo tomas de corriente en salas de clases o espacios de estudio), incorporando además la variable de estudiantes que no cuentan con acceso a este tipo de tecnologías.

El uso de los dispositivos móviles favorece que la información tenga una mejor cobertura al llegar a más personas, mejora las comunicaciones aumentando la proximidad entre estudiantes y profesores, entre

gobierno y comunidad universitaria o entre miembros de grupos de interés, desarrolla relaciones sociales, mejora la colaboración, la interacción y la participación, entre otros muchos beneficios que estas tecnologías aportan.

Sin duda, el uso de dispositivos móviles en la docencia es el ámbito en donde se haya avanzado con mayor fuerza, probablemente porque su público objetivo está más cercano a las generaciones consideradas nativos digitales y para los cuales es natural el uso de aplicaciones y dispositivos móviles para comunicarse, colaborar, interactuar, investigar, estudiar y aprender.

En un futuro, los estudiantes ya no vendrán solo con teléfonos inteligentes, sino que además incorporarán otros dispositivos "wearables" como pulseras, anillos y relojes mediante los cuales se podrán otorgar otros servicios o mejorar los actuales. Tener acceso a datos corporales podrá apoyar para dar un mejor servicio médico tanto a los estudiantes como a los colaboradores.

Ya no será necesario tomar asistencia a los estudiantes pues ellos se conectarán mediante plataformas para ver la clase en línea o fuera de línea, e interactuarán con el grupo por medio de redes sociales cerradas al curso o por un chat en línea que posibilitará conversar con más de un profesor de la asignatura a la vez. Las tecnologías permiten una educación más personalizada y dan la oportunidad de diferenciar sus talentos. Las salas de clases (si aún existen) dejarán de usarse para el dictado de clases expositivas y podrían pasar a ser espacios presenciales de colaboración, debate, discusión crítica o de práctica, que ayuden a reforzar y dar seguimiento a lo aprendido en las diversas plataformas.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Wang, Y. (2013). More People Have Cell Phones Than Toilets, U.N. Study Shows [en línea]. Recuperado el 15 de marzo, de: <http://newsfeed.time.com/2013/03/25/more-people-have-cell-phones-than-toilets-u-n-study-shows/>
- Informe Ditrendia: Mobile en España y en el Mundo (2016).
- Unión Internacional de Telecomunicaciones (2016). Time series of ICT data for the world, by geographic regions and by level of development. Recuperado el 3 de abril de: <http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/stat/default.aspx>
- Cisco (2017). Visual Networking Index (VNI): Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2016-2021
- Statista (2017). Recuperado el 3 de abril de: [www.statista.com/topics/840/smartphones](http://www.statista.com/topics/840/smartphones)
- Brooks, C. (2016), ECAR Study for Undergraduate Students and Information Technology, 2016. USA: EDUCAUSE.
- Dahlstrom, E., Brooks, C., Grajek, S., Reeves, J. (2015), ECAR Study for Undergraduate Students and Information Technology, 2015. USA: EDUCAUSE.
- Prieto, A. (2017). Mejorar el aprendizaje de nuestros alumnos mediante estrategias de Gamificación (ludificación) de la educación universitaria: aplicación en el aula y fuera de ella. Recuperado el 7 de abril de:



<http://profesor3punto0.blogspot.cl/2013/10/gamificacion-ludificacion-de-la.html>

· Middleton, D., Robson, D., Beckingham, S., (2015). Smart Learning, teaching and learning with smartphones and tablets in post-compulsory education. UK: MELSIG.

· Karnad, A., (2015). Trends in educational technologies. UK: LSE

· ResearchKit y CareKit (2017). Recuperado el 7 de abril de: <https://www.apple.com/es/researchkit/>

· Wallace, C., (2017). Medical researchers herald an app-driven revolution. Financial Times. Recuperado el 5 de abril de: <https://www.ft.com/content/069c614e-7358-11e5-bdb1-e6e4767162cc>.

# 5. Las redes sociales como plataforma de aprendizaje

ROBERTO PRICE ROJAS

## 1. USO DE LAS REDES SOCIALES EN LA ACTUALIDAD

Existe un sinnúmero de definiciones de lo que es una red social. Esto puede ser porque no se ha logrado un consenso al respecto, pero también porque los rápidos cambios en la tecnología hacen que las redes sociales también vayan cambiando muy rápido, así como sus características y usos. Una red social se podría definir como un conjunto de entidades que están relacionadas entre sí conforme a algún criterio. Usualmente las redes sociales se representan en forma de grafos, donde las entidades son los nodos y las líneas que los unen representan las relaciones.

Otra definición, asociada a las redes sociales en Internet, es la siguiente: "Un sitio web dedicado u otra aplicación que permite a usuarios comunicarse entre ellos mediante el ingreso de información, comentarios, imágenes, etc.". Otra muy similar sería: "Fundamentalmente herramientas basadas en la Internet para intercambiar y discutir información".

Se considera a las redes sociales como estructuras sociales compuestas de grupos de personas, las cuales están conectadas por uno o varios tipos de relaciones y mediadas por plataformas tecnológicas que constituyen el canal de intercambios que posibilitan las interacciones definidas.

Una red social de Internet es esencialmente una herramienta (un sitio web o una aplicación) que permite a los usuarios compartir información que puede ser de interés para otros usuarios y a la vez acceder a información de otros.

Lo clave en las redes sociales es la **interacción** entre usuarios y el **compartir información**, que en una dimensión más elaborada es la **colaboración**.

### 1.1. LAS REDES SOCIALES EN CIFRAS

Según estadísticas 2017 de **we are social**, con una población mundial de 7.476 millones de personas, Internet tiene 3.773 millones de usuarios (50% de la población) mientras que 2.789 millones son usuarios activos de redes sociales (37% de la población). Esto implica un crecimiento de 10% en usuarios de Internet y un 21% de crecimiento en usuarios de redes sociales, ambos respecto de 2015. Esto es un promedio global y difiere en las regiones y los países. En el gráfico a continuación se puede ver que la más alta penetración se encuentra en Norteamérica (66%), seguido por Sud América (59%) y Asia del Este (57%). Estas cifras indican que, para América Latina, las redes sociales y su uso son un tema relevante.

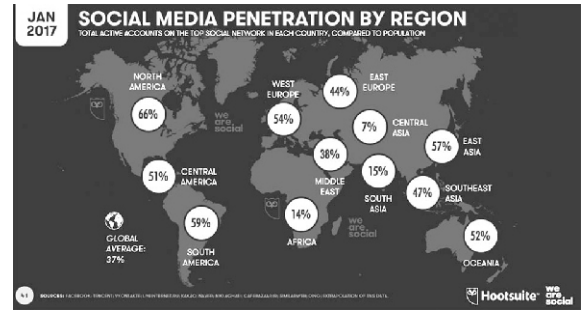


Figura 1. we are social. Penetración de las redes sociales por región.

Los sitios de redes sociales más populares en enero de 2017 son los siguientes, donde se indica la cantidad de usuarios activos en cada plataforma, en millones:

1. Facebook: 1.871	2. FB Messenger: 1.000
3. Whatsapp: 1.000	4. YouTube: 1.000
5. QQ: 877	6. WeChat: 846
7. QZone: 632	8. Tumblr: 550
9. Instagram: 500	10. Twitter: 317
11. Baidu Tieba: 300	12. Skype: 300
13. SnapChat: 300	14. Sina Weibo: 297
15. Line: 220	16. Pinterest: 150
17. YY: 122	18. LinkedIn: 106
19. BBM: 100	20. Telegram: 100
21. Viber: 100	22. VKontakte: 90

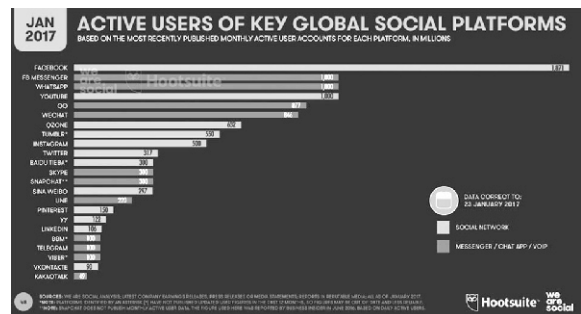


Figura 2. we are social (Kemp, 2017). Usuarios activos de las redes sociales.

Los sitios de redes sociales más activas en enero de 2017 son los siguientes, donde se indica la cantidad de usuarios activos en cada plataforma (en millones):

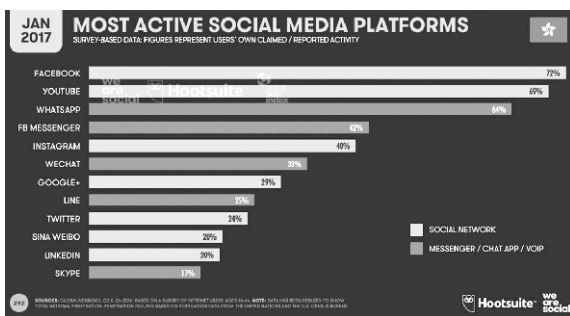


Figura 3. we are social (Kemp, 2017). Redes sociales más usadas.

Las cifras anteriores muestran la inmensa penetración que tienen las redes sociales en el mundo de hoy, y crecen año tras año.

### 1.2. RAZONES PARA EL USO DE REDES SOCIALES

Antes de surgir las redes sociales y el Web 2.0, las principales formas de interacción en Internet eran el correo electrónico, los foros y el chat. Con la llegada de la Web 2.0 y de las redes sociales, se abrió un mundo mucho más rico de interacción, con innumerables posibilidades de encontrarse a través de Internet con personas o grupos ya conocidos, o establecer nuevas relaciones, con intereses comunes o simplemente para relacionarse. El advenimiento de la Web 2.0 facilitó que las personas no sólo accedieran a una cantidad monumental de información a través de la Web, sino que poder participar de manera activa en ella, generando y publicando contenido, lo que permitió expresarse de las más diversas maneras. Y eso se ve como algo anhelado y muy valorado. Hoy en día millones de personas comparten en las redes sociales todo tipo de cosas: dónde se encuentran, qué están haciendo, sus estados de ánimo, las fotos familiares, sus opiniones respecto de cualquier tema, sus preferencias musicales, etc. Sin embargo, características como la facilidad de uso, la efectividad en las comunicaciones o la gran cantidad de gente que las usa, ha hecho que las redes sociales sean una herramienta ideal para muchos otros fines, además del contacto social.

Las redes sociales tienen diferentes tipos de uso, que se traslapan entre sí y que se podrían identificar en los siguientes:

- **Comunicación.** Herramientas para conectarse y comunicarse con otras personas. Incluye blogs (WordPress, Blogger) redes sociales (Facebook, Twitter, LinkedIn), chats (Whatsapp, Snapchat, Telegram) e incluso sitios de crowdfunding (Kickstarter, Zopa).
- **Colaboración.** Hay varias herramientas que se usan cotidianamente (ej. Wikipedia, Google docs, Dropbox).
- **Revisiones y Opiniones.** Herramientas que permiten opinar acerca de productos o servicios (CNet, Amazon, TripAdvisor).
- **Monitoreo de marca.** Menos conocidas por el público en

general, pero muy utilizadas por marcas de productos comerciales (ej. Brandwatch, Radian6).

- **Entretenimiento.** Si bien no comenzaron propiamente como redes sociales, la evolución de los juegos en línea hace que tengan esta categoría (ej. Zynga, World of Warcraft, Second Life).
- **Compartir contenidos audiovisuales.** Sitios donde los usuarios pueden subir y compartir contenido audiovisual (ej. Vimeo, YouTube, Spotify, Soundcloud, Flickr, Pinterest).

Pero, ¿por qué razones la gente usa las redes sociales? Si bien el uso y las razones del uso de las redes sociales son diferentes según el tipo de usuario (especialmente según la edad), ante la pregunta “¿Cuáles son sus principales razones para usar los servicios de redes sociales?”, se brindan las siguientes como razones principales :

1. Para estar en contacto con amigos y saber qué están haciendo.
2. Para estar al tanto de noticias y de qué está ocurriendo.
3. Para ocupar tiempos libres.
4. Para encontrar contenido entretenido o gracioso.
5. Para compartir opiniones.
6. Para compartir fotos o videos con otros.
7. Porque los amigos están/utilizan redes sociales.
8. Para establecer redes de contactos, en general.
9. Para conocer nuevas personas.
10. Para compartir detalles de nuestra vida cotidiana.

A las razones anteriores se agregan:

- Encontrar antiguos amigos/conocidos.
- Obtener conocimiento o consejos específicos.
- Ayudar a otras personas.

Sin embargo, el poder de uso de las redes sociales y su efectividad en términos de comunicación ha hecho que cada vez más se utilicen con otros fines a los meramente sociales. Actualmente las redes sociales son ampliamente utilizadas con fines comerciales, profesionales, políticos, de promoción de ideas de cualquier tipo y, también, con fines educativos. En el área del marketing, las redes sociales han pasado a ser un medio principal y se proyecta que van a ser el medio principal de difusión.

El impacto que han tenido en cada una de esas áreas es dramático. Por ejemplo, mucho de lo acontecido en la Primavera Árabe y los profundos cambios políticos producidos en esa zona del mundo se debe a la convocatoria y coordinación de intereses y personas a través de las redes sociales. En otro ámbito, servicios como Uber o Airbnb se utilizan extensivamente, impactando significativamente a las industrias de taxis y hotelera, respectivamente.

### 1.3. ASPECTOS POSITIVOS Y NEGATIVOS DEL USO DE REDES SOCIALES

Como cualquier herramienta, las redes sociales no son buenas ni malas, entregan determinadas capacidades y

oportunidades y pueden ser utilizadas con fines positivos o negativos. En ese sentido, hay determinadas características que son muy ventajosas y otras bastante negativas.

Ventajas que ofrecen las redes sociales:

- Conectividad global y creciente. No hay forma más efectiva, rápida y amplia de encontrar, conocer o comunicarse con personas, que las redes sociales. Y esta conexión no requiere estar físicamente cerca, ni siquiera conocerse previamente.
- Conectarse con grupos que tengan comunidad de intereses. En general, uno opta por integrarse o pertenecer a una red social, así como selecciona a los individuos dentro de esa red con quienes quiere estar conectado. En general, estas relaciones están marcadas por tener intereses, gustos, aficiones o personas conocidas en común.
- Compartir información en tiempo real, incluyendo noticias. Este es un aspecto que ha cambiado la manera en que la gente se informa. Actualmente, redes sociales, como Twitter, informan de situaciones en el momento en que se producen. Ya sean hechos de interés personal (ej. nacimiento de un hijo) como de interés general (ej. un incendio o un accidente).
- Compartir información sin mediatización. Los medios de comunicación juegan un rol fundamental en la sociedad, al informarla de lo que está ocurriendo, así como formando opinión sobre diversos temas. Las redes sociales permiten que lo que está sucediendo pueda publicarse para conocimiento del público, sin necesidad que un medio de comunicación lo haga. Eso permite una mayor diversidad y fluidez de información, sin filtro. Esto tiene ventajas indudables, pero también tiene el problema de posibilitar que circule información falsa, equivocada o sesgada, que pueda encontrar eco en otras personas que contribuyan a difundirla. En ese sentido, la mediatización de los medios de comunicación hace que alguien asuma la responsabilidad de lo publicado, cosa que no ocurre en las redes sociales.
- Habilitar la posibilidad de expresarse. Complementario a lo anterior, las redes sociales facilitan y posibilitan que las personas se expresen, de la manera que les parezca y sin restricciones.
- Propaganda dirigida y focalizada. Las redes sociales captan una gran y valiosa información de los usuarios: género, edad, profesión, trabajo, intereses, etc. Esta información es muy valiosa para las empresas que valoran el hacer publicidad o propaganda focalizada y dirigida a grupos de interés específico. Esta es la forma en que las redes sociales hacen dinero.
- Educación e instrucción. Los medios sociales otorgan muchos beneficios a los estudiantes y a los profesores. A través de las redes sociales se puede acceder a contenido puesto por expertos en redes sociales, como YouTube, donde se puede encontrar y profundizar conocimientos

de una cantidad casi inagotable de temas. Se puede acceder a este valioso contenido sin importar su nivel educacional, sin tener que pagar nada por éste.

Desventajas que plantean redes sociales:

- Impacto insospechado. Así como cada usuario de las redes sociales tiene la libertad de emitir los comentarios u opiniones que le parezcan, también los demás tienen esa libertad. Eso se traduce, en que comentarios desafortunados o poco populares pueden generar respuestas en contrario, que a veces pueden ser muchas y muy agresivas. El anonimato o el no tener cara a cara a la otra persona favorece toda clase de opiniones destempladas, que pueden afectar de manera importante al afectado. Por otra parte, las personas no siempre tienen conciencia que las opiniones puestas en sus espacios personales son accesibles (y muchas veces se investigan) y pueden perjudicar ante empleadores o en casos de postulación laboral, postulaciones a becas o premios, etc.
- Riesgos para la privacidad. Si bien los sitios de redes sociales tienen medidas de seguridad para el resguardo de información, y también configuraciones de seguridad para que los usuarios puedan definir cuál información es pública o cuál es privada, en la práctica estos sitios van cambiando, lo que requiere estar actualizando constantemente estas configuraciones. Muchas veces los usuarios no son conscientes de cuál y cuánta de su información personal está expuesta.
- Cyberbullying. Las redes sociales son plataformas comunes de agresión y acoso a personas. A diferencia del acoso tradicional, éste ocurre las 24 horas del día, todos los días de la semana. Muchas veces este acoso se potencia al realizarse en forma anónima a través de redes sociales. El efecto en las víctimas puede ser devastador, incluso llegando a casos de suicidio.
- Hacking. Personas asociadas a redes sociales están expuestas a recibir mensajes de solicitud de contactos fraudulentos, que contengan malware, y al aceptarlos comprometen los datos, a veces sensibles, de la cuenta vulnerada.
- Riesgos de fraude y de usurpación de identidad. Basta acceder a algunos datos personales para que se realicen acciones suplantando la identidad de otra persona. Y en la actualidad, son muchísimos los datos personales que están expuestos en la red, tanto en forma voluntaria o sin que lo sepamos. El entorno de las redes sociales aumenta considerablemente esta exposición. Es frecuente que se publiquen datos como dónde vive, nombre del cónyuge y de los hijos, fotos de éstos, si se está de vacaciones y en qué fechas, etc.
- Favorecimiento en la propagación y amplificación de información falsa. Al permitir la publicación de noticias, información u opiniones a cualquier persona, sin la mediatización de los medios de comunicación, las redes sociales posibilitan y facilitan el publicar información falsa o tendenciosa, la cual es fácilmente amplificada por personas que las publican a su vez sin mayor confirmación

de su veracidad.

· Efectos en la productividad. El GlobalWebIndex reporta que se gasta un 28% del tiempo laboral utilizando redes sociales. Ciertamente este es un tema que preocupa mucho, dado el incremento en el uso, la dedicación y la adicción hacia las redes sociales. Aplicaciones como Whatsapp, en las cuales las personas pertenecen a innumerables grupos, donde probablemente algunos de ellos si están relacionados con el ámbito laboral, generan una distracción inevitable. El sonido de aviso de la recepción de un mensaje se va haciendo irresistible de obviar, interrumpe tareas y desconcentra. La forma en que se interactúa con las redes sociales es más natural para los nativos digitales, que están acostumbrados a hacer muchas actividades simultáneamente y mezclan sin problemas (y de manera incomprensible para los que son más antiguos) estudio o trabajo con música y con (varios) chat y con Facebook. Sin embargo, para los que no son nativos digitales, es imposible estar constantemente accediendo a redes sociales sin un impacto importante en la productividad.

· Adicción. Lo adictivo de las redes sociales puede causar gran deterioro en la vida personal. Un uso adictivo hace que las personas estén de manera incontinente conectados, restando tiempo y atención a las relaciones personales, al trabajo y a otras actividades productivas o recreativas.

## 2. USO DE LAS REDES SOCIALES EN LAS INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR (IES)

En las generaciones más jóvenes, las redes sociales se han convertido en el primer medio de interacción con el mundo. Es claro entonces que las redes sociales juegan un rol muy relevante en la estrategia de comunicación de las IES, tanto con su comunidad (estudiantes, profesores, personal), como con futuros estudiantes y con la comunidad en general. Por esta razón, han incorporado el uso de las redes sociales como un elemento estratégico de interacción con distintos grupos de interés, y han debido definir una estrategia respecto de ellas.

Entre los distintos usos que las instituciones hacen de las redes sociales está:

· Herramienta para el reclutamiento de nuevos estudiantes. Las universidades están conscientes del uso que los futuros estudiantes hacen de la Internet para obtener información de las diversas instituciones y que les ayudará a escoger donde quieren estudiar. Por eso que, complementariamente a la información contenida en el sitio Web institucional, se publican videos en YouTube, fotos en Instagram, tweets, etc.

· Herramienta para promover la innovación y la investigación. Si bien se valoran y aprecian las posibilidades de interacción y difusión que dan las redes sociales a sus trabajos, los científicos han sido escépticos de utilizarlas para difundir y publicar sus investigaciones. Esto porque consideran que es un espacio riesgoso,

además de no proveer un espacio propicio para la productividad. Es así como han surgido una variedad de redes sociales utilizadas por científicos que valoran la potencia de comunicar su trabajo a audiencias masivas, pero que prefieren hacerlo dentro de una comunidad web más cerrada. Ejemplos de éstas son LabSpaces ([www.labspace.net/blogs](http://www.labspace.net/blogs)), Surgytec ([www.surgytec.com](http://www.surgytec.com)) o Sciatable ([www.nature.com/sciatable](http://www.nature.com/sciatable)). No obstante, muchos científicos sí utilizan las redes sociales populares para difundir sus trabajos y conocimientos. Por ejemplo, Stephen Hawkins es un usuario regular de Twitter -aun cuando no siempre sus tweets se relacionan con su trabajo científico-, y National Geographic Society tiene una comunidad en Facebook de más de 7 millones de fans.

· Herramienta para promover el compromiso de los ex alumnos y apoyar el fundraising. Esta es una herramienta que facilita el que las instituciones estén en contacto con ex alumnos. Se hace posible compartir en redes sociales, gestionadas por la universidad, la vida y los logros profesionales de ex alumnos, propiciando una vinculación más estrecha y permanente entre ellos y con la institución.

· Herramienta para comunicación durante una crisis. Muchas universidades tienen muy bien definidos planes de comunicación para crisis y, crecientemente, la administración está utilizando las redes sociales para comunicarse rápidamente con su comunidad durante un conflicto. Estas comunicaciones por redes sociales complementan a mecanismos más tradicionales, como el correo electrónico, y son un buen complemento ya que los alumnos chequean más frecuentemente sus redes sociales que su correo.

· Comunicación con la comunidad interna y externa. Las redes sociales son una herramienta eficaz para establecer diálogo con la comunidad interna (académicos, alumnos, staff). Son una eficaz manera de comunicar plazos y mecanismos para realizar diferentes procesos, alerta de emergencias, cambios de horarios, suspensión de actividades, etc. La ventaja de las herramientas de redes sociales, en comparación con sitios Web u otros mecanismos de publicación de información, es que en las redes sociales se puede establecer una conversación y responder específicamente lo que el alumno, o académico, quiere saber. Esto, por supuesto, implica tener personal disponible para dar esas respuestas y en horarios muchas veces extendidos.

· Difusión de programas, carreras, actividades que ofrece a la comunidad.

· Posicionamiento, mediante la difusión de logros, premios, investigaciones o investigadores destacados, aportes a la comunidad que a la institución le interesa destacary difundir.

· Usos académicos. Las redes sociales se utilizan crecientemente con fines académicos, principalmente como herramientas de comunicación y colaboración en los cursos.



Independiente de los pro y contras, algunas redes sociales han pasado de ser medios de comunicación no formales a ser medios oficiales, usados para información y comunicación pública. Un ejemplo de ello es Facebook, que el año 2007 introdujo el concepto de fan page, lo que llevó a muchos usuarios a crear un fan page oficial. En la actualidad, casi la totalidad de las universidades cuentan con su página oficial en Facebook, en Twitter, Instagram y LinkedIn, así como un canal oficial en YouTube. También sub organizaciones dentro de las universidades (facultades, centros, bibliotecas, asociaciones de alumnos, etc.) tienen sus propios canales de comunicación a través de redes sociales.

Esta última situación es importante de abordar, ya que actualmente es muy fácil tener presencia en redes sociales. Sin embargo, las instituciones deben cautelar que la presencia de los diferentes departamentos de la universidad en ellas tenga coherencia o, a lo menos, no tengan información contradictoria. Por ello es tan importante que la universidad tenga una política de uso de redes sociales y que favorezca el abrir canales de comunicación entre los que las administran a través del campus.

Son muchas las universidades que tienen políticas y guías de uso de las redes sociales. En ellas se establece quienes pueden hablar en nombre de la universidad a través de redes sociales, de qué manera se pueden usar los símbolos distintivos de la universidad, se dan guías de manera de separar el uso personal y laboral de redes sociales, se establecen criterios para los responsables de sitios de redes sociales oficiales, se entregan buenas prácticas para el uso de las redes sociales, etc. Es interesante que estas políticas y guías, en general, explicitan el respeto a que cada persona integrante de la universidad acceda a redes sociales en forma personal. Sin embargo, aun cuando se utilicen en forma personal, si se explicita en el perfil la relación que se tiene con la universidad, su conducta en las redes afecta a la institución por lo que igual aplican las políticas y guías de uso. Este es un tema que se da, en general, con el uso de redes sociales, y ya se abordó en el punto anterior como una de las características de las redes sociales a tener en consideración, y es que la actuación u opiniones que se emiten en redes sociales tienen una resonancia muy grande y pueden tener consecuencias en todos los ámbitos.

### 3. LAS REDES SOCIALES COMO PLATAFORMAS DE APRENDIZAJE

Hubo una época en que los profesores le pedían a sus alumnos apagar sus celulares en la sala de clases. En la actualidad, sitios como Facebook, Twitter o YouTube no sólo están presentes en el aula, son parte de la clase. Cada vez se ha hecho más extensivo el uso de herramientas de redes sociales en el ámbito del proceso de enseñanza y aprendizaje. Quienes las aplican, confían que ellas contribuyen a un mejor aprendizaje, promoviendo las habilidades tanto sociales como técnicas. Este uso aprovecha las ventajas para la interacción y colaboración que proveen estas redes y que

se han referido anteriormente en este capítulo. Se ha visto que estudiantes regularmente más pasivos en cuanto a su participación en clases, son más participativos cuando se generan ambientes de interacción de sus clases, a través de las redes sociales. Por otra parte, el tener contenidos de aprendizaje en un entorno virtual que los alumnos utilizan habitualmente para fines personales, como entretención o relaciones sociales, facilita el asimilar que el aprendizaje es parte de la vida cotidiana. El usar redes sociales fomenta el aprendizaje participativo, refuerza el compromiso del estudiante, fomenta el compartir, la colaboración y es una instancia de interacción social. Los estudiantes desarrollan y perfeccionan habilidades técnicas básicas, lo que les sirve para navegar por el mundo digital. El usar redes sociales fomenta el aprendizaje participativo, refuerza el compromiso del estudiante, fomenta el compartir, la colaboración y es una instancia de interacción social.

Es interesante que un estudio realizado por Pearson en 2013 ([www.pearsoned.com/](http://www.pearsoned.com/)), acerca del uso de las redes sociales entre los académicos, muestra que el uso en su vida personal es similar al del resto de la población. En cuanto al uso para fines profesionales, la adopción ha sido más lenta, pero a una tasa creciente año a año. Ahora bien, el uso de redes sociales como herramientas de enseñanza ha sido más lento aún, pero también aumenta cada año. Si bien se valora el aporte que pueden hacer estas herramientas en los procesos de enseñanza y aprendizaje, y se ve un gran potencial en ellas, encuentran que hay varias e importantes barreras. Entre las más importantes están las preocupaciones acerca de la privacidad, tanto de ellos mismos como de los estudiantes y también acerca de mantener las clases como un ambiente privado para la discusión libre y abierta. Otra preocupación importante es sobre la honestidad (integridad) de los trabajos enviados por los estudiantes, que es un tema que inhibe su adopción.

Un estudio comparó el uso académico de las redes sociales en universitarios de distintas áreas del conocimiento. A través de un estudio empírico se analizó las diferencias entre estudiantes de ciencias y humanidades. Los primeros se mostraron menos favorables al uso de las redes sociales en la docencia. También, usaban menos las redes sociales en el ámbito académico que los estudiantes de letras.

Estudios realizados por EDUCAUSE - ECAR 2013 muestran que los estudiantes están crecientemente preocupados de los límites entre su vida académica y su vida privada. Este estudio indica que las formas preferidas de comunicación de los estudiantes con sus profesores son, en orden de preferencia: comunicación cara a cara (68%), por correo electrónico (66%) y usando el CMS/LMS (60%). Más abajo se ubica los mensajes de texto (47%), el chat/mensajería instantánea (40%), mientras que Facebook es mencionado el 24% de las veces, Twitter 15% al igual que otras redes sociales.

El trabajo en las aulas con servicios y aplicaciones de redes sociales educativas ofrece una serie de ventajas muy destacables desde el punto de vista educativo:



- Ofrecen herramientas interactivas y eficaces para la enseñanza y el aprendizaje. Además, la integración de herramientas y aplicaciones (foros, blogs, chat, email, mensajería electrónica), por parte de dichos servicios, proporciona un escenario muy adecuado para la práctica de la mayoría de las actividades propias del trabajo en entornos online.

- Permiten que el profesor que utiliza estos recursos enseñe a sus estudiantes a adquirir capacidades para que se valgan por sí mismos, y sigan aprendiendo en un mundo sometido a un proceso acelerado de cambio y transformación.

- No sólo permiten la transmisión de conocimientos y la colaboración entre personas, sino que, además, desarrollan competencias tecnológicas imprescindibles para operar en contextos diversos y complejos.

- Hacen posible que los estudiantes desarrollen habilidades y aptitudes tales como la socialización, el trabajo en equipo o la importancia de compartir.

- Ayudan a profesores y estudiantes a tomar conciencia sobre la importancia de la identidad digital y los procesos sociales de participación, formación de la opinión y toma de decisiones que caracterizan a una sociedad avanzada y democrática.

- Permiten que los estudiantes aprendan “haciendo cosas”. De este modo, los procesos cognitivos evolucionan a través de la transformación y manipulación de la información, desarrollando lo que se conoce como capacidades cognitivas de alto nivel, tales como el razonamiento, la capacidad de síntesis y análisis y la toma de decisiones.

- Constituyen, desde el punto de vista del profesorado, una magnífica oportunidad para el aprendizaje, la formación permanente y el desarrollo profesional, así como un escenario cada vez más frecuente de intercambio de experiencias, noticias y contacto personal.

- Ofrecen inigualables oportunidades para la difusión de la actividad educativa e institucional de los centros educativos.

Actualmente existe una gran diversidad de herramientas Web 2.0 que pueden ser utilizadas en el proceso enseñanza-aprendizaje. En el año 2015, un estudio de la Macquarie University, de Australia, identificó 212 tecnologías Web 2.0 que eran adecuadas para utilizar con propósitos de enseñanza-aprendizaje .

Diversos estudios realizados con estudiantes y académicos muestran que una mayoría (sobre el 75%) utiliza regularmente las redes sociales para comunicaciones personales o entretenimiento y un porcentaje creciente, para compartir información académica. Un estudio realizado en la Universidad Antonia Nariño, de Cartagena, Colombia, indica que un 32% de los estudiantes utilizan las redes sociales como herramientas educativas, quedando sólo por debajo del

uso para chateo .

Un estudio de 2016 de ECAR-EDUCAUSE respecto de las primeras 10 tecnologías estratégicas en universidades, coloca en el número 1 la incorporación de dispositivos móviles en enseñanza-aprendizaje. Esto implica adoptar estos dispositivos como una herramienta para reforzar la experiencia de aprendizaje de los alumnos y la experiencia docente de los académicos. Parte de esto se puede lograr utilizando las aplicaciones comúnmente usadas en los dispositivos móviles para incrementar la productividad, captura y almacenamiento de material de cursos, compartir información y así fomentar la transición de los alumnos de consumidores de contenido a creadores de contenidos.

### 3.1. COLABORACIÓN ABIERTA VERSUS PRIVACIDAD

Las redes sociales, los sitios de colaboración, los sitios para compartir video, wikis, blogs, etc., ofrecen muchas y nuevas oportunidades para la enseñanza y aprendizaje. Con el aumento y extensivo uso de medios sociales para fines académicos o de gestión, las instituciones educativas deben tomar en consideración como un tema muy relevante el resguardo de la privacidad de los datos (de los alumnos) cuando su utilizan herramientas de Web 2.0 o aplicaciones en la nube. Estas herramientas, en ocasiones ofrecen limitada protección de seguridad y normalmente fuera del control institucional o del profesor. En ese escenario, ¿deberían ponerse trabajos de alumnos en sitios públicos? ¿Pueden otros estudiantes dar feedback a los trabajos de sus pares? ¿Es aceptable dejar comentarios evaluativos de cualquier tipo en sitios públicos que contienen trabajos de alumnos? ¿Debe estar limitado el acceso a los trabajos de los alumnos sólo a sus compañeros de clase? La respuesta a estas, y muchas otras preguntas relacionadas con la privacidad de la información, varía según la legislación de cada país y de las políticas que cada institución tenga.

El enfrentar consideraciones de privacidad en herramientas instruccionales basadas en la nube es un tema nuevo para muchas instituciones. A veces ni los académicos ni la administración tienen del todo claro cómo proteger la privacidad de los estudiantes en ambientes de enseñanza y aprendizaje cada vez más abiertos. En ese escenario de incertezas y riesgo, en ocasiones se adopta la decisión sencillamente de no utilizar herramientas de redes sociales u otras basadas en la nube. Esta puede ser una gran traba para el uso más extensivo de las redes sociales en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Las instituciones están abordando estos riesgos de privacidad de diversas maneras. La Universidad de Pepperdine, por ejemplo, está implementando instancias locales de aplicaciones Web 2.0 detrás de su firewall para ofrecer a los estudiantes los beneficios de los nuevos medios dentro de la red segura de la universidad. Northwestern University no sólo proporciona nuevas herramientas de medios protegidas dentro de la red de TI de la universidad, sino que prohíbe el uso de aplicaciones externas para cursos. North Carolina State University

ofrece a los académicos una lista de lineamientos y prácticas específicas para ambientes instruccionales en línea. Ohio State University alberga un sitio que cuenta con una larga lista de recomendaciones, como educar a los estudiantes sobre los requisitos para proteger la información y los riesgos de seguridad de determinadas herramientas, requerimientos a los estudiantes a usar alias al crear cuentas en línea, acceso restringido al trabajo de los estudiantes en la medida de lo posible y de manera compatible con los objetivos instruccionales y no colocar calificaciones o comentarios evaluativos en sitios de Internet.

Sin embargo, estas medidas se contraponen con una de las ventajas más valiosas del uso de las redes sociales comunes y es que los estudiantes están habituados a ellas, las usan cotidianamente y en forma natural y no requieren ninguna aplicación distinta a la forma en que interactúan en su día a día.

Por lo tanto, el uso de aplicaciones y sitios de redes sociales en el proceso de enseñanza y aprendizaje, como en cualquier otro ámbito, tiene tremendas potencialidades y capacidades, su contraparte es un efecto inevitable en la protección de la privacidad. Lo que está claro es que el uso de estas tecnologías de comunicación y colaboración son una realidad creciente en todo ámbito, y las instituciones educacionales tienen el desafío de enfrentar los riesgos que ello conlleva y definir políticas que sean conocidas por su comunidad (académicos, alumnos, administración) y que logren un adecuado balance entre la privacidad y las ventajas que aportan tanto a la enseñanza y aprendizaje como a la administración de las universidades.

#### 4. EL FUTURO DE LAS REDES SOCIALES EN IES

Lo que se ha visto en los párrafos anteriores, es que las redes sociales son herramientas que han tenido un alto nivel de adopción; son la forma en la que las generaciones más jóvenes se relacionan con el mundo, ya sea en su ámbito personal como en otro tipo de relación. Esto ha permeado a todas las edades y es creciente el uso por personas que no son nativos digitales.

Dada la popularidad en su uso, estas herramientas se han transformado en un excelente mecanismo para comunicar, interactuar y colaborar entre personas. También han facilitado la expresión de ideas y opiniones sin requerir intermediarios.

En el futuro se prevé un aumento significativo de la educación on-line o a distancia. Plataformas como los MOOCs, y otras, se utilizarán más extensivamente como mecanismo de aprendizaje. En el escenario futuro, probablemente lo presencial va a ser menos frecuente. En ese escenario, las redes sociales son las herramientas que proveerán el contacto, el compromiso y la interacción entre profesores y alumnos, así como entre “compañeros de clase”. Datos preliminares de los MOOCs más exitosos indican que la participación de los estudiantes se ve muy aumentada y la deserción se reduce cuando al curso se le agregan plataformas de redes sociales. Los principales

LMS que se usan extensivamente en la actualidad disponen de mecanismos de integración con las redes sociales.

Lo mismo ocurre en todas las actividades de la universidad. En un mundo donde es creciente la cantidad de servicios e información a los que se puede acceder en Internet, lo más probable es que disminuya la presencia física de alumnos en las universidades. Muchas de las actividades de clases se podrán acceder en forma virtual. Lo mismo ocurre con los servicios, ya no se necesita acudir físicamente para inscribir cursos, pagar la matrícula, obtener certificados, etc. Todas esas actividades se pueden realizar desde cualquier lugar, a través de Internet. En ese escenario, las redes sociales cobran una vital importancia para mantener la cohesión de la comunidad universitaria, el sentido de pertenencia. A través de esas herramientas se irá sustituyendo la interacción cara a cara que ocurre actualmente. Y para ello se debe conocer cómo se usan, cuáles son las más adecuadas dependiendo de cada grupo al que se quiera contactar, o de los objetivos buscados. Inevitablemente deberán reforzar su conocimiento, su presencia y su solvencia en el uso de las redes sociales.

Las universidades sencillamente no pueden ignorar el uso de herramientas de redes sociales en todas las actividades universitarias. En el proceso de enseñanza y aprendizaje, en las actividades de investigación y su difusión, en la vinculación con la sociedad, en la administración, en sus actividades artísticas y sociales. Eso implica conocer los potencialidades y problemas de las redes sociales. Implica tener políticas de uso de las redes sociales y enfrentar el principal problema que presentan: el compromiso de la privacidad y la exposición de los datos personales.

#### 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Stanford; Office of University Communications. (12 de Octubre de 2016). Social Media Guidelines. Obtenido de Stanford; University Communications: <https://ucomm.stanford.edu/policies/social-media.html>
- BBC Active. (2010). How social media is changing education. Obtenido de BBC active: <http://www.bbcactive.com/BBCActiveIdeasandResources/Howsocialmediaischangingeducation.aspx>
- Van Eperen, L., & Maricola, F. (15 de Noviembre de 2011). How scientists use social media to communicate their research. Obtenido de National Center for Biotechnology Information: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3231985/>
- Oxford Dictionaries. (2017). social network. Obtenido de English Oxford Living Dictionaries: [https://en.oxforddictionaries.com/definition/social\\_network](https://en.oxforddictionaries.com/definition/social_network)
- Brito, G. J., Laaser, W., & Toloza, E. (1 de Agosto de 2012). El uso de redes sociales por parte de las universidades a nivel institucional. Un estudio comparativo. Obtenido de Revista de Educación a Distancia: [http://www.um.es/ead/red/32/laaser\\_et\\_alt.pdf](http://www.um.es/ead/red/32/laaser_et_alt.pdf)
- Kemp, S. (24 de Enero de 2017). Digital in 2017: Global

Overview. Obtenido de we are social: <https://wearesocial.com/blog/2017/01/digital-in-2017-global-overview>

• Pranath, F. (11 de Marzo de 2016). Social media and its uses. Obtenido de Liquid Light: <https://www.liquidlight.co.uk/blog/article/social-media-and-its-uses/>

• Seaman, J., & Tinti-Kane, H. (2013). Social Media for Teaching and Learning. Obtenido de Pearson Higher Education: <http://www.pearsonlearningsolutions.com/higher-education/social-media-survey.php>

• Roses, S., Gomez Aguilar, M., & Farias, P. (Diciembre de 2013). Uso académico de redes sociales: análisis comparativo entre estudiantes de Ciencias y de Letras. Obtenido de Revistas Científicas Complutenses: <http://revistas.ucm.es/index.php/hics/article/view/44357>

• Dahlstrom, E., Walker, J., Dziuban, C., & Morgan, G. (16 de Septiembre de 2013). ECAR Study of Undergraduate Students and Information Technology, 2013. Obtenido de Educause: <https://library.educause.edu/resources/2013/9/ecar-study-of-undergraduate-students-and-information-technology-2013>

• Ahmad, B. (10 de Marzo de 2016). 10 Advantages and Disadvantages of Social Media for Society. Obtenido de TechMaish.com: <https://www.techmaish.com/advantages-and-disadvantages-of-social-media-for-society/>

• Bower, M. (27 de Febrero de 2015). A typology of Web 2.0 Learning Technologies. Obtenido de Educause Library: <https://library.educause.edu/resources/2015/2/a-typology-of-web-20-learning-technologies>

• Guraya, S. (Julio de 2016). The Usage of Social Networking Sites by Medical Students for Educational Purposes: A Meta-analysis and Systematic Review. Obtenido de National Center for Biotechnology Information: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4982355/#ref9>

• De la Hoz, L., Acevedo, D., & Torres, J. (2015). Uso de Redes Sociales en el Proceso de Enseñanza y Aprendizaje por los Estudiantes y Profesores de la Universidad Antonio Nariño, sede Cartagena. *Formación Universitaria*, 8(4), 77-84.

• Grajek, S. (10 de Enero de 2016). Higher Education's Top Strategic Technologies for 2016 - Report. Obtenido de Educause: <https://library.educause.edu/~media/files/library/2016/1/ers1601.pdf>

• Educause Learning Initiative. (7 de Septiembre de 2010). 7 Things You Should Know About Privacy in Web 2.0 Learning Environments. Obtenido de Educause: <https://library.educause.edu/~media/files/library/2012/10/eli7089-pdf.pdf>

• GlobalWebIndex. (Q1 de 2015). Social Media Motivations - Q1 2015. Obtenido de globalwebindex: <https://app.globalwebindex.net/products/report/social-media-motivations-q1-2015>

# Autores



## **Ernesto Chinkes**

Desde el año 2009 es el Coordinador General de Tecnologías de la Información y la Comunicación de la Universidad de Buenos Aires, aunque tiene una destacada trayectoria en la gestión TIC en el ámbito universitario y profesional de más de 20 años. Es licenciado en sistemas de información de las organizaciones y doctorando en Ciencias Económicas de la Universidad de Buenos Aires. Profesor universitario, ejerciendo la docencia en el grado y el posgrado, en forma ininterrumpida desde hace 22 años. Autor de 3 libros, capítulos de libros, y de diversas publicaciones en la especialidad. Habitual conferencista en el ámbito nacional e internacional. Presidente Honorario de TICAL.



## **Diana Rocío Plata Arango**

20 años de experiencia en el área de Tecnología de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, dentro de los cuales 10 años como CIO. Conferencista en eventos de TI y de Educación en Iberoamérica. Ingeniera de Sistemas, especialista en Gerencia de Sistemas Informáticos, Magister en Ciencias Computacionales. Profesional especializado en: Sistemas de gestión de TI de acuerdo con estándares como ISO 20000, ITIL; Sistemas de gestión de seguridad de la información bajo la norma ISO 27001; Gobierno de TI y manejo de proyectos bajo estándares como el de PMI.



## **Luis Alberto Gutiérrez Díaz de León**

Profesor investigador y Coordinador General de Tecnologías de Información de la Universidad de Guadalajara, presidente del Consejo de la Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet (CUDI), miembro de la Academia Mexicana de Informática y de la Academia de Ingeniería de México. Respecto de su experiencia profesional, ha estado 18 años al frente de direcciones de las tecnologías, en donde ha emprendido diversos proyectos con un alcance institucional y nacional, cuyos resultados lo han llevado a ser reconocido como uno de los mejores directores de tecnologías en México por la revista CIO México. En el ámbito académico, es autor de 5 libros y diversos artículos de investigación, así como director de más de 40 tesis de posgrado.



## **Nadja Alejandra Starocelsky Villavicencio**

Desde el 2010 es Directora de Tecnologías de Información de la Universidad Austral de Chile (UACH). Ingeniera Civil en Informática UACH y Magíster en TI UTFSM, tiene más de 20 años de experiencia en la dirección de proyectos, destacando en la implementación e integración de los sistemas de información corporativos. A través de su actual cargo se ha preocupado de implementar planes de seguridad y contingencia para los servicios TI, mejorar la infraestructura de TI acorde a las necesidades actuales y concientizar la importancia estratégica de esta tecnologías para la institución.



## **Roberto Price Rojas**

Desde el año 2005 es Director de Informática de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Licenciado en Física, tiene estudios de magíster en Comunicaciones Digitales y un diplomado en Administración de Empresas. Áreas de especialización son la electrónica digital, donde trabajó desarrollando sistemas de comunicaciones digitales, sistemas de control y software embebido. En los últimos años su área actividad ha sido la gestión de las tecnologías de información y la gestión de proyectos informáticos bajo estándar PMI.



**TICAL**