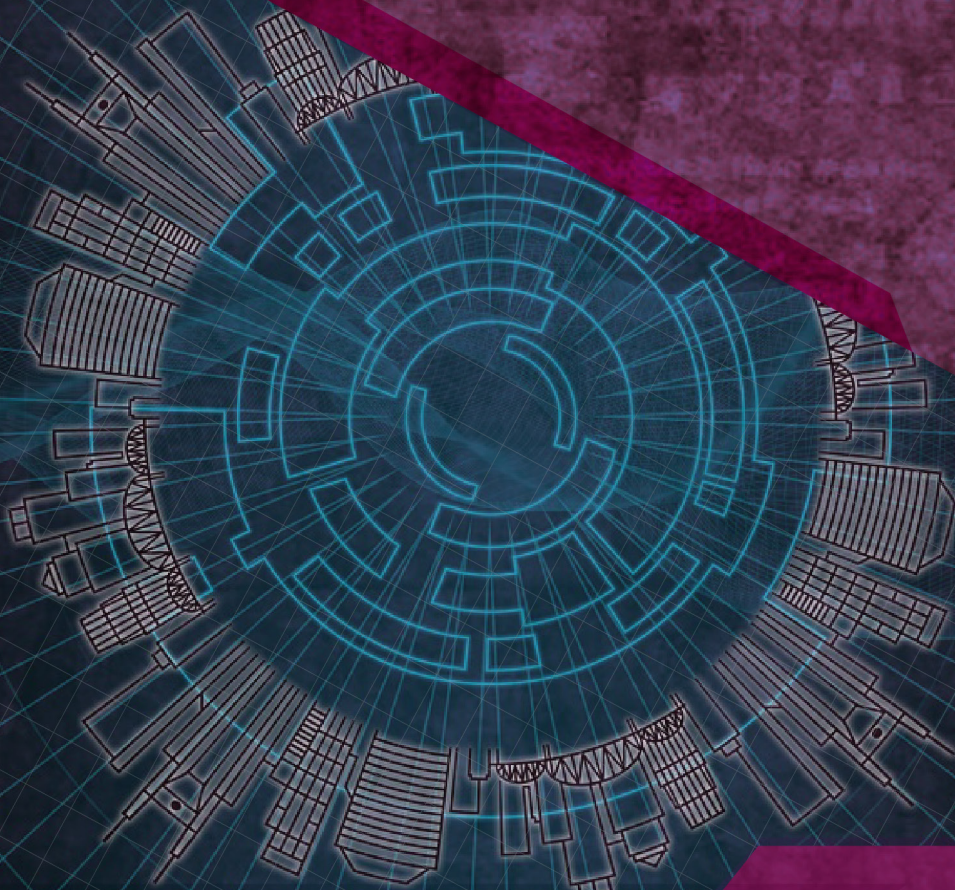


# LAS CIUDADES INTELIGENTES

WILMER ILLESCAS ESPINOZA / SILVIA LANDÍN ÁLVAREZ / WASHINGTON FIERRO SALTOS



**Editorial**  
UTMACH

**REDES 2017**  
COLECCIÓN EDITORIAL



# Las ciudades inteligentes

Wilmer Illescas Espinoza  
Silvia Landín Álvarez  
Washington Fierro Saltos  
Coordinadores



Primera edición en español, 2018

Este texto ha sido sometido a un proceso de evaluación por pares externos con base en la normativa editorial de la UTMACH

---

Ediciones UTMACH

Gestión de proyectos editoriales universitarios

148 pag; 22X19cm - (Colección REDES 2017)

Título: Las ciudades inteligentes. / Wilmer Illescas Espinoza / Silvia Landín Álvarez / Washington Fierro Saltos (Coordinadores)

ISBN: 978-9942-24-098-9

*Publicación digital*

---

Título del libro: Las ciudades inteligentes.

ISBN: 978-9942-24-098-9

Comentarios y sugerencias: [editorial@utmachala.edu.ec](mailto:editorial@utmachala.edu.ec)

Diseño de portada: MZ Diseño Editorial

Diagramación: MZ Diseño Editorial

Diseño y comunicación digital: Jorge Maza Córdova, Ms.

© Editorial UTMACH, 2018

© Wilmer Illescas / Silvia Landín / Washington Fierro, por la coordinación

D.R. © UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA, 2018

Km. 5 1/2 Vía Machala Pasaje

[www.utmachala.edu.ec](http://www.utmachala.edu.ec)

Machala - Ecuador

Advertencia: "Se prohíbe la reproducción, el registro o la transmisión parcial o total de esta obra por cualquier sistema de recuperación de información, sea mecánico, fotoquímico, electrónico, magnético, electro-óptico, por fotocopia o cualquier otro, existente o por existir, sin el permiso previo por escrito del titular de los derechos correspondientes".



César Quezada Abad, Ph.D  
**Rector**

Amarilis Borja Herrera, Ph.D  
**Vicerrectora Académica**

Jhonny Pérez Rodríguez, Ph.D  
**Vicerrector Administrativo**

### **COORDINACIÓN EDITORIAL**

Tomás Fontaines-Ruiz, Ph.D  
**Director de investigación**

Karina Lozano Zambrano, Ing.  
**Jefe Editor**

Elida Rivero Rodríguez, Ph.D  
Roberto Aguirre Fernández, Ph.D  
Eduardo Tusa Jumbo, Msc.  
Irán Rodríguez Delgado, Ms.  
Sandy Soto Armijos, M.Sc.  
Raquel Tinóco Egas, Msc.  
Gissela León García, Mgs.  
Sixto Chilibingua Villacis, Mgs.

### **Consejo Editorial**

Jorge Maza Córdova, Ms.  
Fernanda Tusa Jumbo, Ph.D  
Karla Ibañez Bustos, Ing.  
**Comisión de apoyo editorial**



# Índice

## Capítulo I

La Ciencia de los datos ..... 13

Washington Fierro Saltos; Xavier Ochoa Chehab;  
Jonathan Cárdenas Benavides

## Capítulo II

Los Sistemas de soporte a las decisiones con web semántica  
..... 47

Wilmer Illescas Espinoza; Walter Bel; Luis Olvera Vera

## Capítulo III

El Problema de los residuos e-garbage ..... 73

Jussen Facuy Delgado; Luis Olvera Vera; Jonathan Samaniego Villarroel

## Capítulo IV

La Movilidad en ciudades inteligentes ..... 103

Patricio Lara Álvarez; Janio Jadan Guerrero

**Capítulo V**

Ciudadanía inteligente.....126

Silvia Landin Álvarez; Wilmer Illescas Espinoza; Carlos Viteri Escobar



# Dedicatoria

El presente esfuerzo bibliográfico dedico a aquellas personas que trabajan día a día en el desarrollo de la Provincia de El Oro. Además, a quienes me han sabido guiar con sus acertadas opiniones en la ejecución de mi proyecto de vida.

Wilmer Illescas

A mi esposa y mis hijos Daniela, Sofía y Matías, este libro y toda mi vida.

Washington Fierro Saltos

A mis hijos Jaden Santistevan y Ayleen Arias que son parte de mi vida y motores de mi desarrollo profesional.

Silvia Landin

A Dios, a mi hermosa familia y a toda esa comunidad científica, académica y lectora, expongo este proyecto a todos los interesados en encontrar nuevos cambios en beneficio de la sociedad.

Jussen Facuy

# Introducción

Actualmente, lograr que una determinada localidad, ciudad o provincia se considere una ciudad inteligente es el objetivo de una gobernanza eficiente. Esfuerzos en optimizar el uso adecuado de las energías, crecer en armonía con la naturaleza, y desarrollar su urbanismo de manera sostenible, forma parte de los objetivos de desempeño de gobiernos responsables. Para lograrlo, se necesita que las tendencias tecnológicas y la ciudadanía logren trabajar simbióticamente. El presente documento presenta a la ciudadanía los últimos avances de la tecnología informática y su integración en el desarrollo de las ciudades inteligentes.

Nuestro mundo gira y girará en torno a los datos, el progreso y la innovación de los datos están en el centro de una ciudad inteligente y de la nueva economía del conocimiento. Desde esta perspectiva el Capítulo 1 denominado la Ciencia de los Datos, analiza brevemente el concepto de ciudad inteligente o “Smart City”, caracterizada por la aplicación de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) y el Internet de las cosas; en un segundo momento se define ampliamente la tecnología del Big Data, partiendo de las características y dimensiones relevantes; de las técnicas, algoritmos y herramientas de la Minería de Datos, para la extracción y descubrimiento de conocimiento útil a partir de grandes volúmenes de datos.

En el capítulo denominado “Sistema de Soporte a las Decisiones con la Web Semántica”, presenta los últimos avances para tomar decisiones en situaciones automatizables. La ventaja que brinda la Web Semántica es que la información generada tiene la capacidad de ser reutilizable porque se genera con código que es capaz de interoperar entre sistemas. Esto contribuye al ahorro energético y disminuir la obsolescencia del hardware, al no tener que volver a generar los datos. Adicionalmente, se contribuye a la afinación de la precisión de lo que recomiendan los sistemas informáticos, al no tener que depender, en su totalidad, de los ingresos de datos manuales.

El problema de los residuos e-garbage; los seres humanos consumimos recursos y desechamos aquello que no es útil, denominados residuos o comúnmente “basura”, desde perspectivas amplias y diversas, más eficiente, con el uso de sensores de medición, la distribución de pequeños agentes recolectores, el uso de grandes estaciones de desperdicios y recolectores de gran tamaño, estaríamos mejorando un sistema que por muchos años no ha sido eficiente.

El concepto de ciudad inteligente va asociado a mejorar la calidad de vida de los ciudadanos en diferentes áreas, tales como, participación ciudadana, movilidad, seguridad, contaminación ambiental, recolección de desechos, ecología, entre otros. Un área de especial interés en este capítulo es la de movilidad. Al respecto, se está hablando de problemáticas relacionadas al sistema de transporte público, el aumento de tráfico, el estacionamiento, la contaminación, entre otros. Dar solución a estos problemas es un desafío para los gobiernos locales, encargados de mantener la calidad de vida de sus ciudadanos concentrándose especialmente en la movilidad urbana.

El apartado ciudad inteligente presenta una conceptualización de una ciudad inteligente y la ciudadanía inteligente que permite el acceso a las TIC´s como herramientas de interacción de las personas con las diferentes áreas sociales, económicas, políticas, culturales, educativo entre otras que fomentan la responsabilidad, ética y seguridad en el uso de

la tecnología. Se aplicó un estudio en Ecuador para determinar la ciudadanía inteligente y su grado de compromiso con el uso de la tecnología. Se evidencia cómo ha evolucionado el uso de la tecnología en el ciudadano inteligente y actualmente cuáles son las oportunidades que la tecnología brinda, el reto, uso y modernización de las nuevas tecnologías. Se contribuye con información sobre la satisfacción y necesidades de las empresas sobre el uso de las TIC's y la capacidad del personal en su uso. Por lo cual se concluye que el uso de la tecnología mejora la calidad de vida en el ciudadano.

Finalmente, se plantea la siguiente pregunta ¿cuándo parará la evolución tecnológica? ¿Cuál es el motor que impulsa su exponencial desarrollo? ¿Son sus prácticas sostenibles a largo plazo? A lo cual nos atrevemos a decir, que está en nuestras manos el tomar lo mejor que el campo científico nos provee, para innovar y desarrollarnos en perfecta armonía con la naturaleza, respetando los sueños y aspiraciones de las futuras generaciones, y hacer de éste un mundo mejor.

# 02 Capítulo **Sistemas de soporte a las decisiones con websemántica**

Wilmer Illescas Espinoza; Walter Valentín Bel; Luis Olvera Vera

En los inicios de la civilización las decisiones en cuanto al urbanismo, líos sociales y problemas en general se solucionaban de manera más práctica e intuitiva. Debido a que eran menos personas y por ende menos variables a considerar. Sus decisiones estaban supeditadas al modelo de organización social, que por lo general, era jerárquica en especial en las tribus, donde quienes más edad tenían eran los que impartían justicia y decidían sobre muchas cuestiones sociales importantes. No tenían dilemas en cuestiones como la lucha de género, pues en la relación de pareja mandaba el hombre, y la mujer era considerada su pertenencia (Jense & Rodje, 2013). De aquellos tiempos hasta

---

**Wilmer Illescas Espinoza:** Master en Administración de Empresas. Ingeniero en Administración de Sistemas. Licenciado en Ciencias de la Educación (Especialidad Informática). Analista de Sistemas. Docente Titular de la Universidad Técnica de Machala y miembro del equipo de investigación DINTA.

**Walter Valentín Bel:** Licenciado en Sistemas de Información, (UADER) Universidad Autónoma de Entre Ríos, Facultad de Ciencia y Tecnología, Senior Python Developer, Investigador en (IDTI Lab) Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Tecnologías Informáticas. Docente UADER FCyT (Algoritmos y Estructuras de Datos, Programación de Arquitecturas Arduino, Bases de Datos, Metodologías de Programación).

**Luis Olvera Vera:** Master en Educación Informática. Ingeniero en Sistemas Administrativos Computacionales. Docente Titular de la Universidad de Guayaquil.

la actualidad, ha pasado mucho en cuanto a la manera de organizarnos y tomar decisiones; cuestiones ideológicas como las revoluciones, las luchas sociales y de clase, la igualdad de género, la industrialización, la globalización y la democracia, nos han complejizado al momento de tomar decisiones.

Edgar Morín (2009), el padre del pensamiento complejo, manifiesta que debemos aprender a conducirnos entre archipiélagos de certeza en un océano de incertidumbres. Lo cual significa, que encontrar el consenso social ideal y escoger la mejor decisión, no es tarea fácil. Una de las razones de la incertidumbre, la confusión y la complejidad es nuestra individualidad; deseamos vernos reflejados en cada decisión (Vlacheas, y otros, 2013). Es decir, el ego humano forma parte fundamental entre las variables a considerar al momento de tomar decisiones.

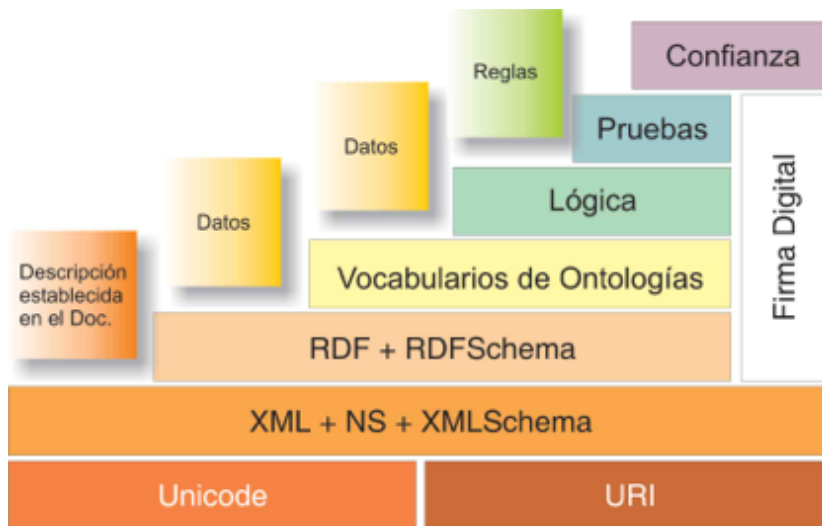
Actualmente, con la tecnología se han caído muchas barreras y velos, como el del dogmatismo religioso y las fronteras del conocimiento. Y es aquí, donde Ulrich Beck manifiesta que esto ha dado paso a otra complejidad llamada glocalización (Lekovic, 2015), es decir, evolucionamos en la globalización pero haciendo énfasis a nuestras localidades sociales y culturales. Como por ejemplo, los chinos tienen muchas aplicaciones que están desarrolladas acorde a su necesidad cultural como Wechat (similar a Whatsapp) y bloquean otras populares como YouTube. En cambio, Corea del Norte simplemente prohíbe todas las redes de interacción social. Cuestiones como las anteriormente expuestas, son las que establecen barreras comunicacionales y de estandarización, pues cada sociedad desea se respete su individualidad y dificulta el aprovechar las bondades que brindan los datos abiertos. Sin embargo, el ser humano es curioso por naturaleza y evoluciona, con o sin el apoyo de quienes gobiernan la información (Castells, 2009), a tal punto que por primera vez se están remplazando los dos elementos básicos de producción, como lo era el obrero y el capital, por el del conocimiento y la información (Kiyosaki & Lechter, 1997).

Adicionalmente, la falta de concientización gubernamental sobre la importancia del dato abierto, las personas están generando contenido desorganizado y heterogéneo en la

web, lo cual dificulta aún más el procesamiento integrado. Por ejemplo, cualquiera puede crear una página web, blog, subir videos, poner fotos y comentar; ayudado por los frameworks de cada aplicación. Estas aplicaciones por evitar afectar la experiencia de usuario (UX) no semantizan, clasifican u organizan internamente la información. (Citar UX)

Shadbolt, O'hara, & Berners-Lee (2012) mencionan que en los inicios de la web se pidió, después de su auge inicial, que los contenidos sean subidos a la nube como dato. A lo que denominó Web Semántica, web 3.0, o la evolución natural de la web (ver imagen 3.1). Pero, las personas por una cuestión de comodidad (cabe recalcar que el éxito del internet se debe a su sencillez de uso) hacen caso omiso a la petición. Por lo tanto, nuevamente Berners-Lee realiza otro llamado a usar la web por medio de los datos enlazados o Linked Open Data. A pesar de todos los esfuerzos de parte del “padre de la web”, aún los usuarios y programadores se resisten a colaborar y no concientizan respecto a los efectos positivos que significa el tener datos organizados.

Figura 1: Modelo de capas para la web semántica



Fuente: Berners-Lee. Centro de Investigación de la Web, 2008.

Ha pasado mucho tiempo desde aquellos llamados a mejorar la web de parte de Berners-Lee, y el día que avizoraba está cada vez más cerca. Los datos abiertos y la clasificación semántica de contenidos esta empezando a tomar protagonismo. Esto debido a que la siguiente pregunta a responder es ¿qué hacer con la información que está colgada en la web?

Actualmente, se genera mucha información debido a la facilidad de acceso a dispositivos electrónicos y la conectividad web. Sin embargo, la mayoría de la información es entendida por el ser humano, y en muchos casos se limita a determinadas sociedades, por cuestiones idiomáticas. Lo cual significa que los datos aún no están proporcionando la utilidad que la inteligencia colectiva podría aportar, debido a la falta de acuerdos globales para organizar y estandarizar las TIC's.

A pesar de todo, las personas encargadas de la gobernanza, como parte de su responsabilidad, han empezado a concientizar y observan que las ciudades deben evolucionar de una manera organizada (al igual que los datos) para lograr el punto óptimo de eficiencia (ver imagen 3.2). Por tal motivo, Estevez y Janowsky (2016) recomiendan los parámetros mínimos a considerar para una evolución inteligente:

- Densidad poblacional, pues esto obliga a repensar en la estructura y funcionalidad de los bienes y servicios
- Consumo de energía y espacios
- Hábitos de vida, provista por la geolocalización de los dispositivos móviles
- Longevidad poblacional
- Nivel académico ciudadano

En general, los retos de crecer inteligentemente es para todas las ciencias (Nelson, Toth, Hoffman, Nguyen, & Rhee, 2017) . Un ejemplo claro es la arquitectura inteligente la cual se ha tornado más holística, y considera la topología, aspectos climáticos, niveles de sombra, corrientes de aire y energía solar; para determinar la ubicación adecuada de los inmuebles y



aprovechar al máximo las oportunidades naturales. Con lo cual, se tributa a la optimización de tiempos de las personas en procesos diarios, encendido adecuado y oportuno de artefactos, disminución de generación de  $\text{CO}_2$ , tornando las actividades amigables con el medio ambiente y tributando al desarrollo sostenible (Cheon Koong, 2015). Por tal motivo, la ingeniería en software y hardware no puede quedarse atrás ante las tendencias (Green computing) y propone soluciones sostenibles en el tiempo y amigables con el medio ambiente (Viitanen & Kingston, 2014) (Palmieri, Ficco, Pardi, & Castigione, 2016).

Figura 2: Pirámide de Integrabilidad



Fuente: Tomado de las diapositivas de XII Foro de Gobierno y Ciudades Digitales. Buenos Aires-Argentina 3 de julio de 2015.

En el presente trabajo se analizará cómo la Web Semántica puede ayudar a que las sociedades y su entorno evolucionen de una manera inteligente y sostenible. Considerando que las fuentes de información son muy heterogéneas; tales

como, dispositivos, sensores, teléfonos y objetos inteligentes (Jara, Olivieri, & Bocchi, 2014). Se lo realizará mediante una revisión sistémica de la información en las principales revistas científicas, para finalmente concluir y recomendar.

## Eficiencia Energética o Smart Energy

Al decir ciudades inteligentes, se intuye que uno de los objetivos debe ser la optimización energética. En cuanto a la energía, se ha empezado a valorar cada esfuerzo que se hace para mover y crear energía cinética, extrayendo el máximo beneficio posible de cada acción hasta que se debilite apoyando otros procesos. Como ejemplo de esto están las pistas de correr que generan corriente gracias a los atletas y frenados de tren aprovechados en almacenar corriente. Es por tal motivo, que se abordará el presente tema desde la perspectiva computacional y cómo ha debido evolucionar la tecnología para acoplarse a las exigencias. Pues, el procesamiento de gran cantidad de datos (Big Data) y el florecimiento del internet en todas las cosas (IoT) ha causado el aumento del consumo energético (Palmieri, Ficco, Pardi, & Castigione, 2016). Por ende, la evolución debe ser sostenible en el tiempo, consciente del impacto que causa al medio ambiente (Delmastro, Arnaboldi, & Conti, 2016); como el calor o el consumo de recursos no renovables.

En los inicios de la ciencia computacional la información se la procesaba de manera serial, es decir, los datos fluían uno detrás de otro. Con el pasar del tiempo, la cantidad de datos a trabajar creció exponencialmente (Ley de Moore) la cual plantea nuevos retos de hardware. (Mailloux, Lewis II, Riggs, & Grimalia, 2016)

Una de las soluciones ha sido trabajar con la Computación Paralela, la cual usa múltiples recursos y estrategias para resolver los problemas de consumo energético y sobrecalentamiento. Considerando que cada técnica computacional tiene exigencias energéticas distintas, Balladini, Muresano, Suppi, Resachs & Luque (2013) proponen una clasificación basados en el nivel de núcleos de procesamientos:

- Computación Distribuida
- Computación Grid
- Computación en la Nube (Cloud Computing)
- Clusters
- Procesadores Multinúcleo
- Multiprocesamiento Simétrico

## MapReduce

En cuanto al software, para trabajar con la web semántica (SW) y la Big Data se debe realizar usando modelos de programación que permitan el ahorro y optimización energética. Uno de los principales y más usados se llama MapReduce el cual ofrece paralelización y distribución de datos (Augsburger Becerra, 2012). El pionero en su uso fue Yahoo y potencializado por Google con su Framework MapReduce. En Web Semántica, la programación se la puede realizar con el Framework Apache Hadoop el cual trabaja con el software de almacenamiento Apache Hive o Streaming.

Es importante mencionar que, los programas deben estar escritos en un modelo de programación denominado MapReduce (datos estructurados en tuplas del tipo clave, valor) para que el framework lo ejecute. Programas como Java o Python permiten desarrollar éste tipo de aplicaciones.

En la imagen 3.3 se grafica el esquema de funcionamiento del framework. El cual recibe la entrada de la información luego se mapea con un job tracker (Map) para luego ser indexada (Reduce) y asignada a un procesador con un task tracker. Los datos que ingresan se pueden asignar a cuantos Map se deseen, por lo general equivalen al número de procesadores disponibles. Opera con pares Key/values (Documento/Etiqueta del nodo) que luego se interpretan con la interfaz. (Balladini, Muresano, Suppi, Resachs, & Luque, 2013)

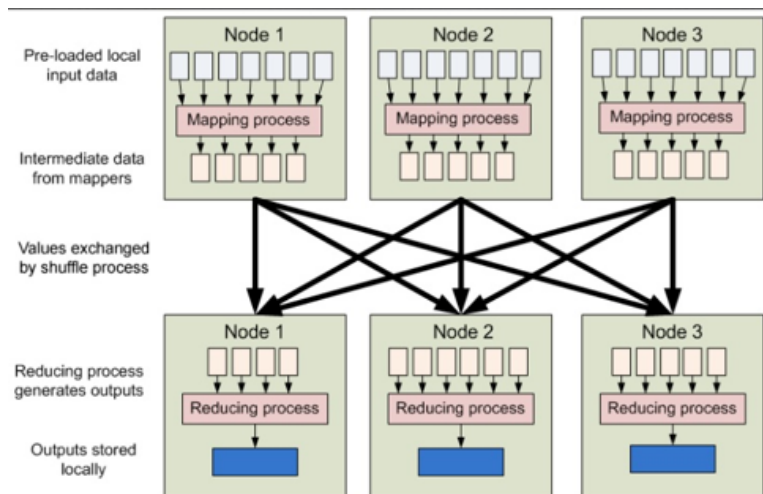
Figura 3: Esquema del Framework MapReduce



Fuente: Augsburguer Becerra, 2012.

Luego, los registros se procesan aisladamente por tareas denominadas mappers, quienes clasifican los datos. Después, un proceso llamado shuffle toma los resultados y los clasifica. Finalmente, los procesos son realizados por los reducers (Augsburger Becerra, 2012). La figura 4 muestra el proceso.

Figura 4: Proceso de Map y Reduce en Hadoop



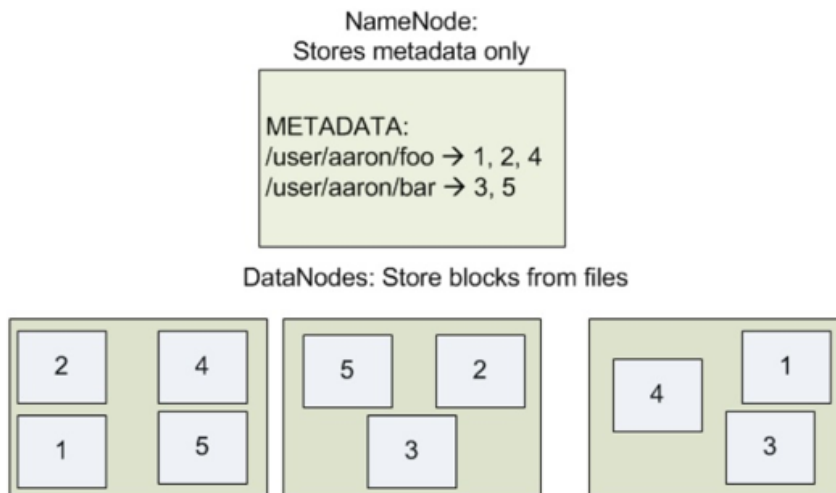
Fuente: Augsburguer Becerra, 2012.

Al dividir y categorizar los procesos de procesamiento de información se busca el utilizar únicamente aquello que es indispensable para lograr los resultados, disminuyendo la capacidad ociosa, bajando los consumos energéticos y aumentando el tiempo de vida útil de la tecnología.

## Sistema de Archivos Distribuidos de Hadoop (HDFS)

En cuanto al hardware, se propone trabajar con HDFS el cual tiene la característica de almacenar la información en varios lugares de memoria (redundante), para evitar pérdidas o problemas de acceso al caerse un rack (ver Figura 5). Este trabaja con grandes pesos de información como Terabytes o Petabytes y facilita acceso de alto flujo, los manipula como bloques con un máximo de 64 MB. Está basado en el sistema de archivos de Google (Augsburger Becerra, 2012).

Figura 5: HDFS de Hadoop



Fuente: Augsburger Becerra, 2012.

En las ciudades inteligentes muchos requerimientos de información para las decisiones dependen de la disponibilidad de la información. Lo cual significa que el acceso a la información debe estar disponible 24/7. Por tal motivo, con HDFS se soluciona el requerimiento anteriormente descrito para que las técnicas de la semántica web sean eficientes.

## Escalado Dinámico de Frecuencia y Tensión o Algoritmos DVFS

Una técnica que mezcla hardware y software es DVFS. Cuyo objetivo es seleccionar dinámicamente la frecuencia de reloj de las CPU's para lograr el balance de la energía, potencia, rendimiento, ruido y temperatura (Augsburger Becerra, 2012).

Figura 6 Representación de la tabla sensor en tripletas RDF

Sensor	
id	name_dispositive
1	Temperature WEST_12
2	Movement OEST_12

```

1 <sensor/1> <http://localhost/vocab/sensor_id> "1"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer>.
2 <sensor/1> <http://localhost/vocab/sensor_name_dispositive> "Temperature WEST_12".
3 <sensor/2> <http://localhost/vocab/sensor_id> "2"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer>.
4 <sensor/2> <http://localhost/vocab/sensor_name_dispositive> "Movement OEST_12".

```

Fuente: Autor, 2018.

El trabajo con MapReduce si bien es cierto es lo mejor para trabajar con la Web Semántica, pero, puede significar un problema si no se toma en cuenta el consumo energético, debido a que trabaja con múltiples procesadores, ontologías y combinaciones RDF (ver figura 6). Por lo tanto, se recomienda trabajar con microprocesadores ahorradores de energía y que permitan el uso de algoritmos DVFS (ver figura 7), los cuales permiten cambiar el voltaje y la frecuencia dependiendo del uso. (Yanpei, Archana, & Randy, 2010)

Figura 7 Algoritmo DFVS

1. **Input**
- 2.
3. **No decision required.**
- 4.
5. **Output**
- 6.
7. **If compression ratio < 0.2, compress.**
8. **If compression ratio > 0.4, do not compress.**
9. **Else,**
10. **If data will be frequently read, compress.**
11. **Else, do not compress.**
- 12.
13. **Shuffle**
- 14.
15. **If compression ratio < 0.2, compress.**
16. **Else, do not compress.**

Fuente: Propuesta de Yanpei

Con estas técnicas de software se busca fomentar el uso de la web semántica y demostrar que la tecnología cumple con los parámetros de eficiencia energética que buscan las Smart Cities.

## La Web Semántica

Los desarrolladores de software actualmente usan la siguiente máxima “el dato es el rey”. Ya la tecnología logró adaptar a que las personas usen internet. Por ende, el énfasis actual es estructurar y linkear la información (Lécue, y otros, 2014), con la finalidad de hacer más competitivos e interesantes los productos que se ofrecen. La Web Semántica (WS) nace a raíz de ésta preocupación y es el impulso de Tim Berners-Lee desde los inicios de la web quien siempre tuvo la visión de hacia donde se llegará con el internet.

Las tecnologías semánticas están revolucionando la forma en que almacenamos, accedemos y comunicamos información digital. La W3C y schema.org proveen de un espacio y

estándares para trabajar con archivos conjuntos. Específicamente hablando, Schema.org es una iniciativa de los buscadores más grandes como lo son Google, Yahoo! y Bing que buscan estandarizar las etiquetas html dotándolas de semántica y fomentando el uso de los rich snippet (Bakerally, Boissier, & Zimmermann, 2016). Con lo cual, se busca mejorar la UX y la inteligencia de los sistemas recomendadores.

Se considera que una web está semantizada cuando los datos están relacionados y las computadoras tienen capacidad de interpretarlos y consumirlos. La técnica más común es por medio de tripletas RDF (ver figura 8) vinculando su léxico bajo una ontología; la cual facilita el establecimiento de relaciones entre los diferentes contenidos expuestos (Speiser, Wagner, Raabe, & Harth, 2013). Además, las ontologías y métodos al ser aprobados por la W3C se tornan en estándares de programación, lo cual facilita la interacción entre máquinas (Shaukat & Shah, 2016).

Figura 8: Sentencia RDF

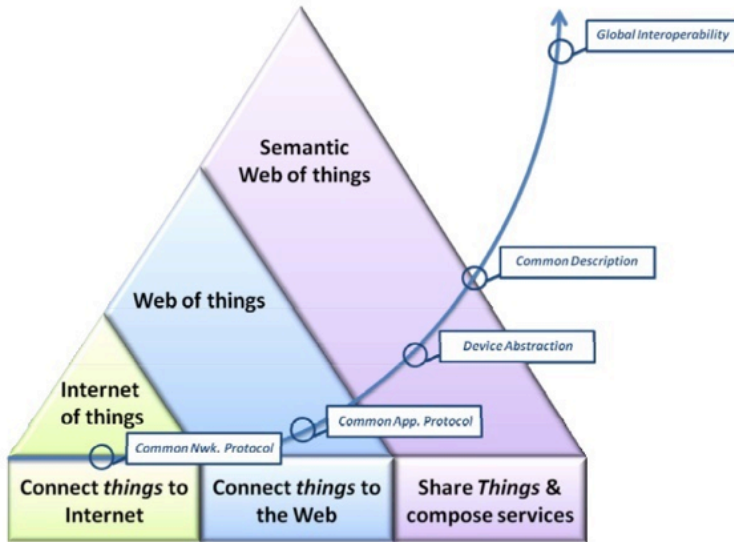


Fuente: Autor, 2017.

Debido a los avances tecnológicos para gestionar la Big Data, el aumento de capacidad de procesamiento, y la conscientización por el uso del dato abierto, se están desarrollando nuevas tendencias en el internet y una de ellas es la Web DSS (Illescas Espinoza, Fernández, & Torres Diego, 2017). Una de las principales razones es porque los DSS desarrollan trabajos más complejos y específicos, que la WS puede potenciar. Portal motivo, se recomienda unir la Web+DSS+WS para mejorar la capacidad de recomendación de los sistemas web (ver figura 9).



Figura 9 : Evolución del tamaño del mercado desde la Internet de las cosas hasta la Web semántica de las cosas.



Fuente: Jara, Olivieri, & Bocchi, 2014

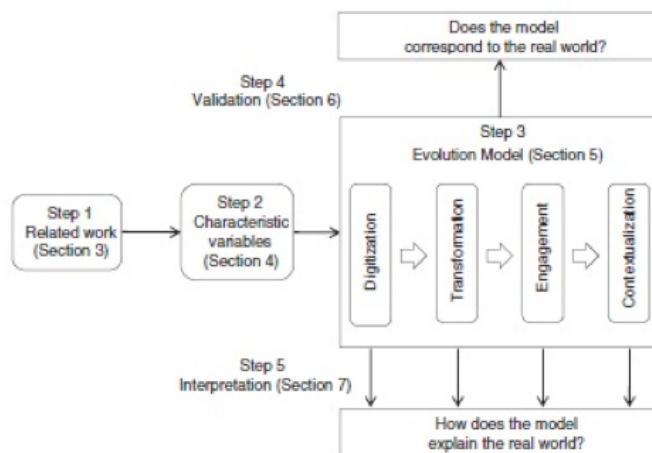
Como se aprecia en la figura 9, al principio el reto consistía en conectar las cosas al internet (IoT), luego a la web (WoT) y finalmente abstraer los datos para realizar servicios (SWoT); como compartir cosas, recomendar y componer servicios, gracias a la interoperabilidad y semántica (Jara, Olivieri, & Bocchi, 2014). Por lo cual se recomienda que las arquitecturas a participar posean todas las características Representational State Transfer (REST); es decir, cacheable, escalable, identificación de recursos con URI, formatos de respuesta e hypermedia.

Además, existe un grupo de Trabajo de Ingeniería de Internet (IETF) que está volcado en estudiar protocolos Open Access para integrar pequeños sensores a la SWoT. Entre ellos, ZigBee es cual es el nombre de la especificación de un conjunto de protocolos de alto nivel de comunicación inalámbrica, y se usa en radiodifusión digital de bajo consumo, esta basado en el estándar IEEE 802.15.4 de redes inalámbricas de área personal, el cual trabaja muy bien con protocolos como Message Queue Telemetry Transport (MQTT), OMA Lightweight M2M (para redes celulares) y estándares

como Open Building Information Exchange (oBIX) o ETSI M2M para integrar capas. Uno de sus protocolos, es llamado CoAP (Constrained Application Protocol) y funciona a nivel de aplicación, ideal para dispositivos electrónicos simples con poca capacidad de almacenamiento y proceso, y que permiten comunicarse con la web, implementa el modelo REST de HTTP y añade soporte UDP como mecanismos de seguridad. Java ofrece dos librerías: jCoap y Californium. Otro protocolo es 6LoWPAN el cual usa IPv6 sobre redes de área personales inalámbricas de bajo consumo. Finalmente, un framework que integra lo anteriormente expuesto es IPSO el cual provee modelos de diseño simples e inteligentes. (Jara, Olivieri, & Bocchi, 2014)

Sin embargo, existen retos a vencer como la dificultad en acceder a los datos para procesarlos (Shaukat & Shah , 2016;Blomqvist, 2012) y la voluntad del usuario (véase capítulo 6) a querer colaborar con los procesos de semantización. Una vez superado estos retos tenemos la open data ideal, la cual es el pilar fundamental en el desarrollo del concepto de ciudades inteligentes y que ayuda a que el engranaje semántico funcione sin trabas. Jonowski (2015) propone la metodología de la figura 10 para la evolución de la gobernanza basados en los datos:

Figura 10: Research methodology for Digital Government Evolution.



Fuente: T. Janowski, 2015.

Se puede apreciar en el paso 3 que la WS tributaría de manera efectiva a la mejora de los DSS. Con lo cual los gobernantes y ciudadanos tendrían acceso a aplicaciones de recomendación más precisas ya que los sistemas se nutrirían de la inteligencia colectiva.

## Sistemas de soporte a las decisiones

Los Sistemas de Soporte a la Toma de Decisiones (DSS) se han convertido en parte fundamental del diario vivir social. Estos consisten en aplicaciones que de acuerdo a un problema, circunstancia o hábito recomiendan opciones para que se decida lo adecuado. Actualmente, los tenemos en nuestro smartphone, que es la tendencia de uso, con aplicaciones de ruta como el Google Drive, de pronóstico climático con Google Weather, el calendario como Outlook o de hábitos con Habits. Se pronostica que el futuro de las aplicaciones estará en la interacción por medio de la voz.

Su funcionamiento está basado en sofisticados algoritmos matemáticos que trabajan con las bases de datos que les provean; ya sea, alimentada por el dueño del dispositivo, como en los hábitos de navegación, o externas como los datos climáticos del mundo, provistos por sensores.

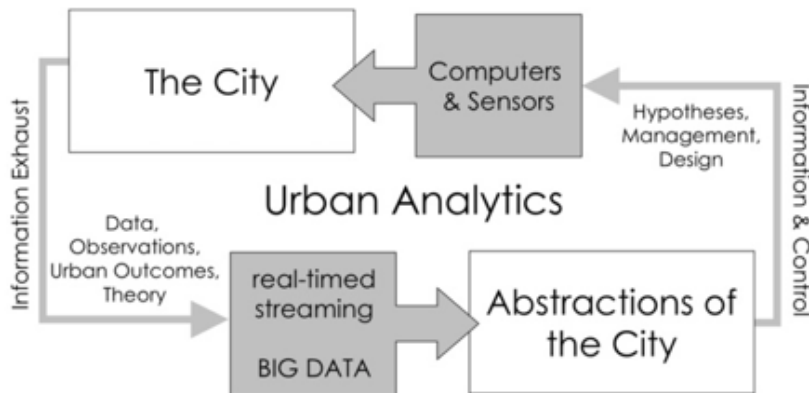
La difusión y uso de éste tipo de tecnología fomenta a 2 de los 5 principios de gobernanza electrónica, según estudio de la ONU (2002), como lo son:

- Crear servicios relacionados con las decisiones de los ciudadanos.
- Emplear las TIC y los recursos humanos de manera efectiva y eficiente.

Sin embargo, las aplicaciones de recomendación semántica aún no alcanzan a despegar como las otras. Pues mayoritariamente, están usando algoritmos de inteligencia artificial con extracción de la BigData, estrategias fuzzy o redes neuronales. Por ejemplo, el modo conducir de Google Map o los asistentes de voz como Cortana de Microsoft, Google Now o Siri de Macintosh. La traba se debe a la falta de consenso ciu-

dadano en la importancia de estructurar semánticamente los datos y dejarlos abiertos, ya sea por desconocimiento del potencial que pueden brindar para mejorar sus sistemas recomendadores o por la complejidad de uso. A pesar de todo, no existe otro camino para lograr la evolución web que es el de crecer con los datos organizados.

Figura 11: Comprendiendo, administrando y recomendando la Ciudad Inteligente



Fuente: Michael Batty, 2017.

Con la portabilidad tecnológica y la abrumadora cantidad de datos, los gobernantes están conscientes que se debe utilizar todo lo que se produce a diario en información, con la finalidad de mejorar la toma de decisiones, fomentar la interacción con la ciudadanía, aumentar la inclusividad en las políticas de gobernanza, y aumentar la transparencia de la gestión (ver figura 11). Con lo cual se puede tomar el pulso a la ciudad en tiempo real y mejorar su capacidad de reacción.

La dificultad está en integrar y capturar los datos que se generan de manera informal y con lenguaje natural, entre los usuarios de una tecnología. Un avance en éste sentido presenta Torres (2014) al estudiar la co-evolución e integración entre lo social y la web semántica. Además, el grupo de trabajo de Ingeniería de Internet (IETF) se encuentra volcado en estudiar protocolos Open Access para facilitar la escalada a tecnologías SWoT.

## Smart Sensors

A pesar que cada ciencia tiene su área y enfoque de solución, la tendencia actual es la integración de ciencias y tecnologías para alcanzar eficientes objetivos comunes, impulsado por el abaratamiento de la tecnología y miniaturización (ver figura 12). Un claro ejemplo es, la electrónica con la ingeniería de software que al integrarse realizan sensores inteligentes que permiten capturar lo que en el entorno sucede, como si de un sentido humano se tratara. Obviamente, con la ventaja que su capacidad de autoguardar miles de registros, con tiempo y espacio.

Figura 12: Unidad de procesamiento completa (miniaturización)



Fuente: Aung & Chang, 2014.

Una tecnología puede complementar la debilidad de otra y la convergencia de tecnologías hará que el sistema sea más robusto e ideal. La recomendación inteligente depende de los datos sensoriales que se tenga capacidad de percibir del mundo real y estos provienen de múltiples sensores en diferentes ubicaciones distribuidas formando una red.

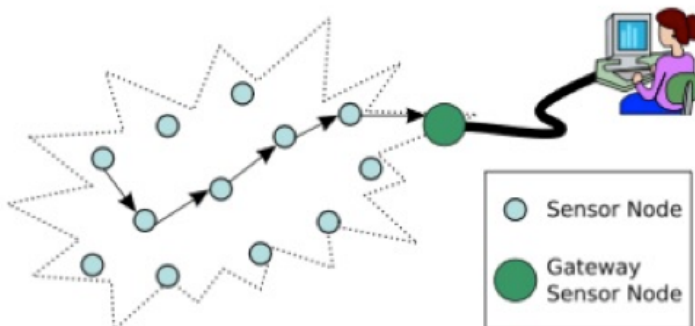
Los sensores se encuentran en dispositivos tales como robots, smartphones, cámaras y relojes inteligentes. Cada uno de ellos tiene diferentes capacidades de procesar, actuar, sentir y almacenar. Es por esto que se necesita de una tecnología que estandarice sus canales de comunica-

ción y que se efectivice el consumo entre máquinas (M2M). (Mrisa, Medini, Jean-Paul, & Nicolas, 2015)

Existen varios tipos de sensores, entre los principales, para usarse en las ciudades inteligentes están los de aparcamiento, tráfico, humedad, luz, paso, meteorológicos, de contaminación, recogida, tratamiento de residuos, consumo de agua y electricidad, red eléctrica, entre otros. Entre los usos que se le puede dar en la sensorización de las ciudades esta:

- Determinar los niveles de congestión con sensores de geolocalización colocados en taxis.
- Detectar la proximidad de los autobuses, exceso de pasajeros, velocidad vehicular y estados de alerta. Información a la que se puede acceder por medio de una app.
- Apoyar al cuidado de adultos mayores, por medio de sensores de movimiento; en caso de inactividad en casa envían una alerta telefónica. (Cheon Koong, 2015)
- Planificar recolección de la basura, con sensores de peso evitando desorden en las aceras y disminuyendo la subutilización de los recolectores.
- Encender luminarias y climatización de acuerdo a la necesidad del entorno, con sensores de luz y calor.

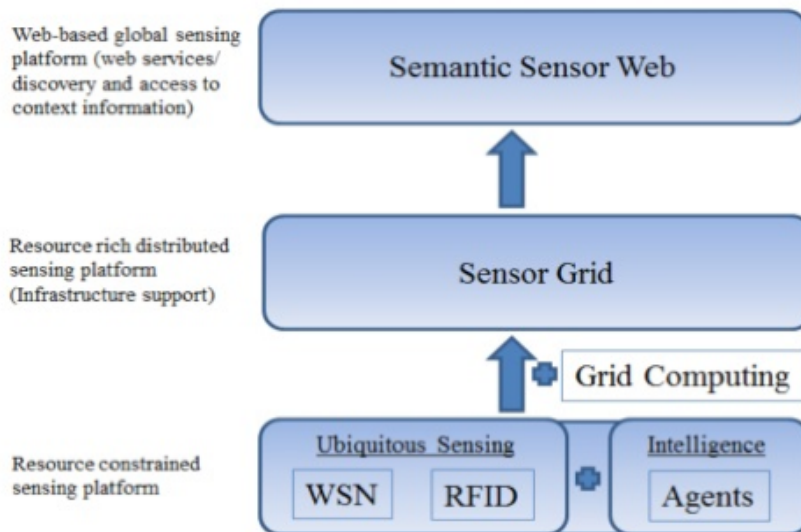
Figura 13: Arquitectura típica de red wireless con sensores



Fuente: Aung, 2015

En la sensorización de las ciudades inteligentes se recomienda trabajar con tres áreas de las tecnologías convergentes relacionadas con la Red de Sensores Inalámbricos (WSN): Identificación de Radio Frecuencia (RFID), Agentes y Grid (ver figura 13). También, se discuten tendencias futuras más allá de la convergencia de hardware (Aung, Chang, & Won, 2014), a nivel de software con los datos a semantizar (ver figura 14). A continuación se describe el modelo de lo anteriormente descrito:

Figura 14: Technology convergence towards future Sensor Web



Fuente: Aung, 2015

Para facilitar la interoperabilidad e integración de las redes de sensores con la web semántica se recomienda trabajar con la ontología SSN-XG. La cual tiene capacidad para interpretar XML y RDF, RDF Graphs. Y está alineada a las normas OGC<sup>1</sup>. Lo cual la hace ideal para el trabajo con las tecnologías semánticas.

<sup>1</sup> <http://www.opengeospatial.org/standards>

La oportunidad que brindan los sensores es bastante amplia, pues dan la oportunidad de automatizar los registros acorde van capturandose los datos. Esto enriquece la precisión de los sistemas recomendadores y el razonamiento de máquina. Unido a lo que los prosumidores generan, promedian mayor exactitud en los procesos.

## Smart Citizen

Se denomina ciudadanos inteligentes a aquellas personas que forman parte de una Smart City. Son los protagonistas de las iniciativas de evolución, pues las estrategias implementadas para la mejora dependen en gran medida de su actitud y aptitud. Por tal motivo, para que un proyecto de Smart Cities funcione debe considerarse su nivel educativo y capacidad de reacción al cambio. Caso contrario, no se darán los resultados esperados, por más sofisticada y útil que sea la tecnología propuesta.

Al exigirse mayor participación de los ciudadanos de una ciudad los paradigmas clásicos de administración deben evolucionar, dejando de ser una gestión vertical con todas sus jerarquías, para convertirse en más participativa, horizontal, sencilla, dinámica y en red (Morín & Le Moigne, 2007). Pues se busca que la ciudadanía se sienta integrada, para que se empodere de los procesos de cambio.

Los científicos informáticos han reflexionado respecto a que la única manera de mejorar rápidamente los sistemas recomendadores de las Smart Cities es pidiendo ayuda a los ciudadanos (ciencia ciudadana) para alimentar la Big Data (Leskovec, Rajaraman, & Ullman, 2014); donde se usan técnicas de groupware y gamificación. Ejemplo de esto tenemos los sistemas recomendadores de transporte público como Cabify, Uber, o para el ocio Foursquare.

En fin, lo que se debe buscar es que la trilogía sistema-información-gente funcione de manera eficiente y sustentable (Suzuki, 2015). Las sociedades que más han logrado evolucionar son aquellas en las que sus moradores tienen predispo-



sición a trabajar en equipo. Pues, una ciudad es tan inteligente como lo son sus ciudadanos (Batty, 2017).

## Proyectos

En muchas áreas de la ciencia ya se acostumbra desde hace mucho tiempo a organizar la información. Lo cual ha permitido excelentes resultados al momento de refinar las búsquedas. A continuación describiremos los ejemplos más notables.

En medicina existen apoyos institucionales como el proyecto Pubmed<sup>2</sup>, donde consta indicaciones de fármacos y su posología, así como la relación con otras medicinas y sus genéricos. (Bengtson, 2015)

El proyecto “Mobile Age” el cual asegura la inclusión de las personas mayores en el uso de los servicios públicos digitales mediante el desarrollo de aplicaciones móviles usables basadas en los datos abiertos de la Administración Pública. Con lo cual, se fomenta la participación ciudadana, el envejecimiento activo y su implicación comunitaria.

Las bases de datos científicas hace ya mucho tiempo tienen semantizada su información. Utilizan los metadatos en conjunto con las palabras claves que el investigador facilita. Ejemplo de esto son Scopus y Thomson Reuters.

También se encuentra la Ontology Engineer Ingroup el cual es un grupo de investigación de la Universidad Politécnica de Madrid, los cuales llevan varios años investigando y produciendo exitosos productos como por ejemplo: OOPs!, Morph, Marimba, Geometry<sup>2</sup> rdf, SPARQL-DQP, Sem4Tags.

Actualmente, a nivel Europeo y Latinoamericano se están creando proyectos de investigación de la WS y Linked Open Data en las tomas de decisiones. Como el proyecto M3 (Machine-to-Machine Measurement) el cual es un grupo que estudia la integración de las tecnologías semánticas

---

<sup>2</sup> <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>

con la internet de las cosas. Sus aplicaciones se distribuyen bajo licencia de Software libre y su líder es la Ph.D. Dr. Amélie Cyrard trabajan colaborativamente con más de 200 científicos alrededor del mundo.

## Conclusiones y recomendaciones

Internet dejó de ser un lugar para, buscar información y se ha tornado en un lugar para generar conocimiento y sabiduría. Se reconoce que los mejores resultados se dan cuando los datos están alineados a metadatos, quienes deben estar estructurados acorde a un estándar ontológico para ayudar a afinar las recomendaciones ofrecidas por los agentes informáticos.

Actualmente las tecnologías internet de las cosas se encuentran bastante fragmentadas (Jara, Olivieri, & Bocchi, 2014). Por lo cual, se hace casi imposible garantizar temas como la seguridad o descubrir servicios pues existen billones de dispositivos que en su mayoría generan información desintegrada. Además, las ontologías aún no están popularizadas (Shaukat & Shah, 2016). Por ende, el próximo paso debe ser el enfocarse en la importancia de recabar la información organizadamente e integrarlas por medio de metadatos, como el uso de repositorios ontológicos.

Los gobiernos deben llegar a acuerdos de realizar sus tecnologías con capacidad de interacción entre países, con datos abiertos e interoperables, para potencialicen al máximo la Big Data y facilitar la gobernanza. De tal manera que llegar a la toma de decisiones, basado en la inteligencia colectiva, dejará de ser una utopía y permitirá construir soluciones más inteligentes con razonadores semánticos.

Entre las ventajas de potencializar la extracción de información de las minas de datos semantizadamente están: analizar brotes de pandemias mundiales basándose en las atenciones médicas de cada país, conocer las tendencias delictivas por medio del análisis de registros del sector carcelario, conocer problemas de educación al consultar las

causas de repitencia y deserción, y mucho más. Con lo cual la gobernanza será más eficiente al tener los antecedentes necesarios para tomar decisiones más inteligentes.

Los científicos deben buscar las técnicas de software adecuadas para mejorar la usabilidad, la UX y QoS, y popularizar el uso de aplicaciones semánticas. De lo contrario, continuaremos teniendo dispersión de información y se retrasará lo que actualmente se avizora como el camino correcto para unir los datos y mejorar la comunicación M2M.

Finalmente, según las predicciones económicas, inspiradas en las ondas Kondratieff, se percibe que la economía mundial se encuentra tocando fondo en su descenso, lo que significa que se avecina un ascenso económico mundial, encabezado por los países capitalistas. Los cuales son pioneros en innovación, y que actualmente se encuentran volcados en investigar nanotecnología, biotecnología y computación cuántica. Por ende, es importante que las ciudades inteligentes busquen la integración a las tendencias con miras a la singularidad. Y el primer paso, que se recomienda, es automatizar el armado de ontologías y empear los datos que proveen las diversas fuentes de datos con la WS, los sensores y los datos ciudadanos.

## Referencia bibliográfica

---

- Augsburger Becerra, M. A. (2012). Paralelización de un algoritmo para la detección de cúmulos de galaxias. Santiago de Chile: Universidad de Chile.
- Aung, M., Chang, Y., & Won, J. (2014). *Wireless Sensor Network and Convergent Technologies. International Journal of Advanced Logistics*, 1(2), 37-41.
- Bakerally, N., Boissier, O., & Zimmermann, A. (2016). Smart City Artifacts Web Portal. In International Semantic Web Conference. *Springer International Publishing*, 172-177.
- Balladini, J., Muresano, R., Suppi, R., Resachs, D., & Luque, E. (2013). Methodology for predicting the energy consumption of SPMD application on virtualized environments. *Journal of Computer Science and Technology*, 13(3), 130-136.
- Batty, M. (2017). *The Age of the Smart City*. London: Centre for Advanced Spatial Analysis.
- Bengtson, J. (2015). The Semantic Revolution. *Journal of Electronic Resources in Medical Libraries*, 12(1), 37- 41.
- Blomqvist, E. (2012). The use of semantic web technologies for decision support - A survey. *Semantic Web*, 5(4), 1-24.
- Castells, M. (2009). *Comunicación y Poder*. España: Alianza.
- Centro de Investigación de la Web. (2008). *Cómo funciona la Web*. Chile: Universidad de Chile.
- Cheon Koong , H. (2015, 12 17). *Ted X*. (Youtube.com) Retrieved 2 28, 2017, from <https://www.youtube.com/watch?v=m45SshJqOP4>
- Delmastro, F., Arnaboldi, V., & Conti, M. (2016). People-centric computing and communications in smart cities. *IEEE Communications Magazine*, 122-128.
- Estevez, E., & Janowski, T. (2016). Innovación en Servicios Públicos Digitales. Argentina - La Plata.
- Cyrard, A., Bonnet, C., & Boudaud, K. (2014). Enrich machine-to-machine data with semantic web technologies for cross-domain applications. *Internet of Things (WF-IoT), 2014 IEEE World Forum on*.

- Illescas Espinoza, W., Fernández, A., & Torres Diego. (2017). The Semantic Web as a Platform Against Risk and Uncertainty in Agriculture. *Collaboration in a Data-Rich World*, 1-7.
- Janowski, T. (2015). Digital government evolution: From transformation to contextualization. *Government Information Quarterly*, 1(32), 221-236.
- Jara, A., Olivieri, A., & Bocchi, Y. (2014). Semantic Web of Things: an analysis of the application semantics for the IoT moving towards the IoT convergence. *Int. J. Web and Grid Service*, 244-273.
- Jense, C., & Rodje, K. (2013). *Deleuzian intersections: Science, technology, anthropology*. Berghahn Books.
- Kiyosaki, R., & Lechter, S. (1997). *Padre Rico, Padre Pobre*. California: Aguilar.
- Lécue, F., Tallevi-Dlotallevi, S., Hayes, J., Tucker, R., Bicer, V., Sbodio, M., & Tommasi, P. (2014). Smart traffic analytics in the semantic web with STAR-CITY: Scenarios, system and lessons learned in Dublin City. *Web Semantics: Science, Services and Agents on the World Wide Web*, 26-33.
- Lekovic, M. (2015). Urbanismo del miedo y representacion distópica de las ciudades. *In VII Seminario Internacional de Investigación en Urbanismo*. España: Universitat Politècnica de Catalunya.
- Leskovec, J., Rajaraman, A., & Ullman, J. (2014). *Mining of Massive Data Set*. Palo Alto - California: Cambridge.
- Mailloux, L., Lewis II, C., Riggs, C., & Grimalia, M. (2016). Post-quantum cryptography: what advancements in quantum computing mean for it professionals. *IT Professional*, 42-47.
- Morín, E. (1999). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. Francia: UNESCO.
- Morín, E., & Le Moigne, J.-L. (2007). *Inteligencia de la Complejidad*. Francia: l' Aube.
- Mrisa, M., Medini, L., Jean-Paul, J., & Nicolas, L. (2015). An Avatar Architecture for the Web of Things. *IEEE Internet Computing*, 30-38.
- Nelson, A., Toth, G., Hoffman, D., Nguyen, C., & Rhee, S. (2017). Towards a foundation for a collaborative replicable smart cities IoT archi-

- ecture. In *Proceedings of the 2nd International Workshop on Science of Smart City Operations and Platforms Engineering - ACM*, 63-68.
- Palmieri, F., Ficco, M., Pardi, S., & Castiglione, A. (2016). A cloud-based architecture for emergency management and first responders localization in smart city environments. *Computers & Electrical Engineering*, 810-830.
- Pratim Sarker, P. (2005, 09 27). *www.bytesforall.net*. Retrieved 02 26, 2017, from [www.vecam.org/edm/article.php?id\\_article=119](http://www.vecam.org/edm/article.php?id_article=119)
- Shadbolt, N., O'hara, Q., & Berners Lee, T. (2012). Linked open government data: lessons from Data.gov.uk. *IEEE Intelligent System*.
- Shaukat, A., & Shah , K. (2016). POEM. Practical ontology engineering model for semantic web ontologies. *Cogent Engineering*, 1-39.
- Speiser, S., Wagner, A., Raabe, O., & Harth, A. (2013). Web technologies and privacy policies for the smart grid. In Industrial Electronics Society. *IECON 2013-39th Annual Conference of the IEEE*, 4809-4814.
- Suzuki, L. (2015, 12 31). *Ted X*. (Youtube.com) Retrieved 03 01, 2017, from <https://www.youtube.com/watch?v=Kqkoghq0G4A>
- Torres, D. (2014). Co-Evolution between Social and Semantic Web.
- Viitanen, J., & Kingston, R. (2014). Smart cities and green growth: outsourcing democratic and environmental resilience to the global technology sector. *Environment and Planning A*, 803-819.
- Vlacheas, P., Giaffreda, R., Stavroulaki, V., Kelaidonis, D., Foteinos, V., Poulious, G., & Moessner, K. (2013). Enabling smart cities through a cognitive management framework for the internet of things. *IEEE communications magazine*, 102-111.
- Yanpei, C., Archana, G., & Randy, K. (2010). To compress or not to compress - compute vs. IO tradeoffs for mapreduce energy efficiency. *Proceedings of the first ACM SIGCOMM workshop on Green networking - Green Networking '10*, 23-28.

*Las ciudades inteligentes*  
Edición digital 2017-2018.  
[www.utmachala.edu.ec](http://www.utmachala.edu.ec)

# Redes

Redes es la materialización del diálogo académico y propositivo entre investigadores de la UTMACH y de otras universidades iberoamericanas, que busca ofrecer respuestas glocalizadas a los requerimientos sociales y científicos. Los diversos textos de esta colección, tienen un espíritu crítico, constructivo y colaborativo. Ellos plasman alternativas novedosas para resignificar la pertinencia de nuestra investigación. Desde las ciencias experimentales hasta las artes y humanidades, Redes sintetiza policromías conceptuales que nos recuerdan, de forma empeñosa, la complejidad de los objetos construidos y la creatividad de sus autores para tratar temas de acalorada actualidad y de demanda creciente; por ello, cada interrogante y respuesta que se encierra en estas líneas, forman una trama que, sin lugar a dudas, inervará su sistema cognitivo, convirtiéndolo en un nodo de esta urdimbre de saberes.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA  
Editorial UTMACH  
Km. 5 1/2 Vía Machala Pasaje

[www.investigacion.utmachala.edu.ec](http://www.investigacion.utmachala.edu.ec) / [www.utmachala.edu.ec](http://www.utmachala.edu.ec)

ISBN: 978-9942-24-098-9



9 789942 240989