



Inteligencia Artificial, Analítica de Datos e Industria 4.0

Jose Aguilar



Octubre 2019



Agenda



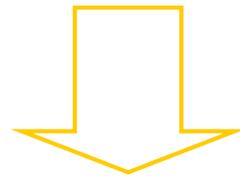
- Importancia de la Inteligencia Artificial y Analítica de Datos

- ¿Qué son?

- IA y AdD en Acción:
 - Gestión Energética
 - Sistema Educativo
 - Sistema de Comunicaciones (Redes 5G)
 - Sistema Productivo (Industria 4.0)
 - ...

“En los últimos 10 años se han producido más conocimientos que en los 10.000 años anteriores”.

Bill Gates, 2009



**Estamos desde hace rato en la
Civilización del Conocimiento**

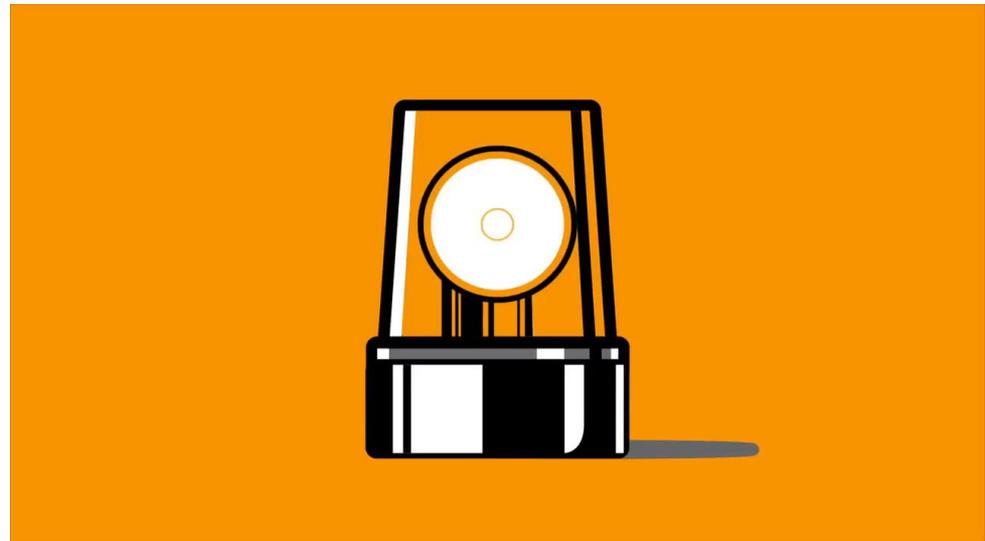
¿NUEVA SOCIEDAD?





La sociedad se transformó digitalmente

¿y las organizaciones?



<https://www.youtube.com/watch?v=eHc5dz-gmPw>

Tiempo para llegar a las 100 millones de personas

- Teléfono 75 años
- Teléfonos Móviles 16 años
- Web (Internet) 7 años
- Facebook 4 años
- WhatsApp 3,5 años
- Instagram 2 años
- Pokemon Go 1 Mes



90%
de adultos de 18 a
29 años usan las
redes sociales

2
Horas al día

Al menos con 3
cuentas de redes
sociales

Los datos almacenados crecen
**4X MÁS RÁPIDO QUE LA
ECONOMÍA MUNDIAL**



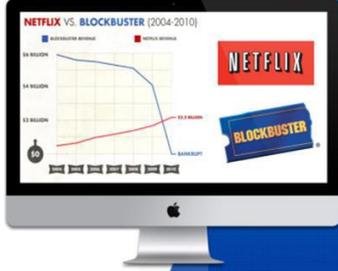
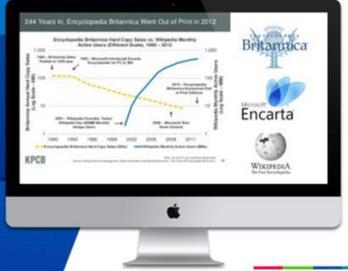
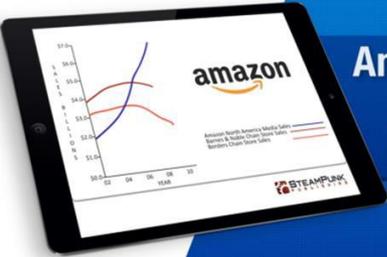
Se estima que cada día
estamos creando
**2,500,000,000,000,000
(2.5 QUINTILLION) BYTOS DE
DATOS**



Llena 10 millones de discos Blu-ray, que si se apilan, mediría la altura de 4 torres Eiffel, una encima de la otra



La creciente cantidad de datos permite enfoques basados en ellos

 <p>Airbnb La cadena hotelera más grande sin ninguna habitación</p>	 <p>Uber La compañía de taxi más grande sin vehículos</p>
 <p>Netflix VS Blockbuster</p>	 <p>Enciclopedia Británica VS Encarta VS Wikipedia</p>
 <p>Amazon VS Las librerías</p>	 <p>Agencias de viajes digitales</p>

Seguirán Apareciendo Nuevos Modelos de Negocios

Alquiler de ropa como negocio digital



Preparación de Alimentos



Lo que se está transformando es la sociedad



- ¿Cada cuanto y como hablábamos con nuestra familia que no esta en la misma ciudad?
- ¿Cómo decidíamos donde ir o que comprar?
- ¿Cómo llegábamos a un lugar?
- ¿Cómo consultábamos información antes?
- ¿En donde leíamos el email del trabajo?
- ¿Cómo veíamos TV antes?
- ...

Generados de datos



Las personas

- Siempre conectados
- Con un dispositivo móvil
- Demandante de servicios digitales



La ultrainteligencia

- La personalización de las Cosas
- El acceso a servicios “inteligentes”
- El empoderamiento de los usuarios
- La desintermediación



Nuevas tecnologías facilitadoras

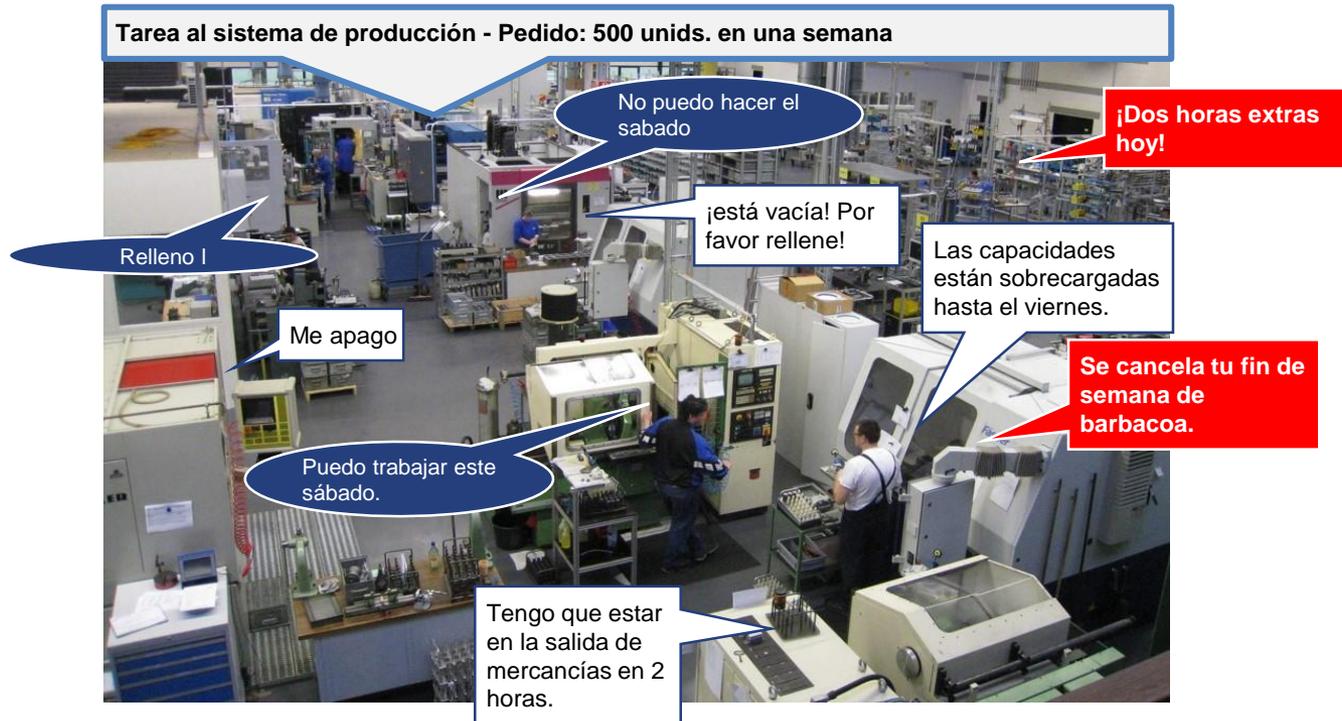
- Cloud Computing
- Movilidad y dispositivos inteligentes
- Big Data Analytics
- IoT
- Ciberseguridad
- IA / Compt Cuántica, etc.



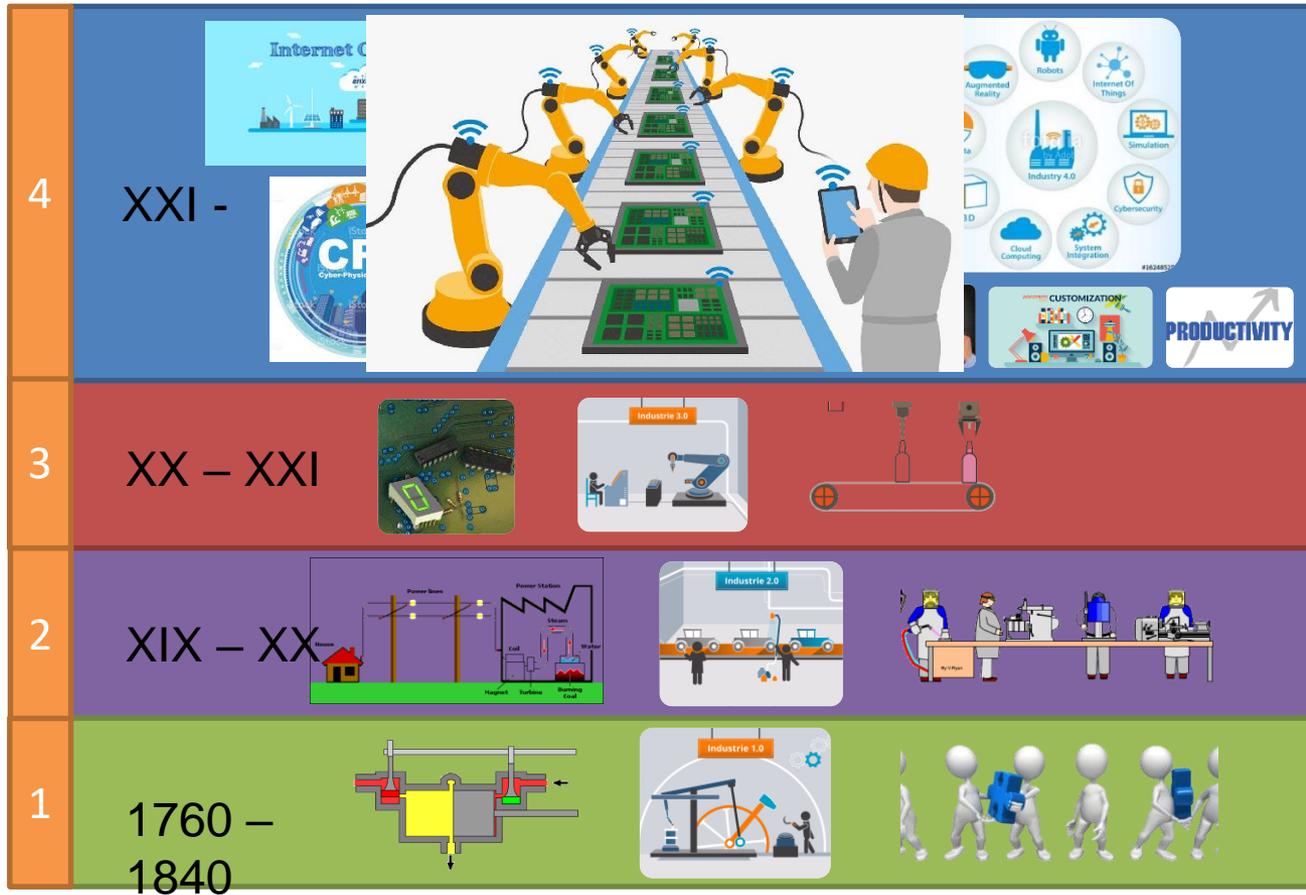
Nuevos modelos de negocio



Procesos productivos



Un día normal en una fábrica inteligente.

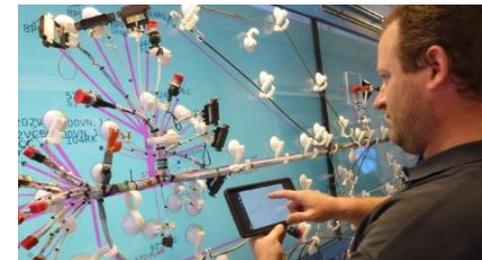


Cambios claves:

Introducción de IoT y sistemas cibernéticos impulsados por realidad aumentada e inteligencia en tiempo real

Industria actual : Airbus

- **Tableta MiRA (Mixed Reality Application)**
 - Cruce de información entre sensores y simulaciones en una tablet
- **Internet Connected Smart Tools**
 - Autoajuste de acciones.
 - Montaje viabilizada por Internet.
- **Augmented Reality**
 - Entrenamiento
 - Ensamblaje



Fotos de [Airbus Factory](#)



Industria actual : Siemens –Planta de champú

- Los transportistas de botellas con etiquetas RFID pueden comunicarse con las máquinas en una línea de producción



- **Máquina dispensadora inteligente:**

- Lee la información de RFID
- Determina el tipo de champú a rellenar.
- Sabe cuánto champú llenar



- **Máquina de etiquetado inteligente:**

- Lee la información de RFID
- Determina si la botella está llena.
- Sabe qué etiqueta poner en la botella llena

Elimina la necesidad de una línea de producción separada para cada tipo de champú

Industria actual

SMART Inventory management

- Los sensores en los contenedores pueden determinar cuándo un producto se está agotando.
- Se le avisará al sistema de inventario para que vuelva a ordenar las piezas de manera proactiva cuando se alcance un cierto nivel o cuando los pedidos se puedan realizar automáticamente con los proveedores.





<https://www.youtube.com/watch?v=Z2DK6QJX1rs>

¿Qué introduce IoT?

El Internet de las cosas (IoT) es una red de dispositivos "inteligentes" que se conectan y se comunican a través de Internet.

IoT permite que **los objetos se detecten y controlen de forma remota** a través de la infraestructura de red existente,

Crea oportunidades para una **integración más directa entre el mundo físico y los sistemas basados en computadoras**



¿Qué promete IoT?



¿Qué es una cosa?

"Las cosas", en el sentido de la IoT, pueden referirse a una amplia variedad de dispositivos:

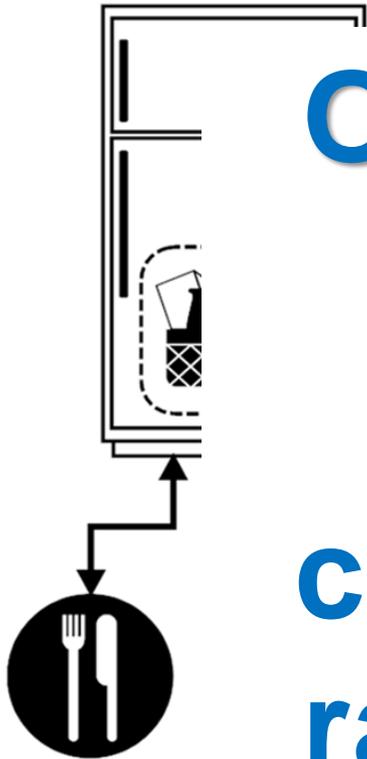
- **Implantes de monitoreo cardíaco**,
- Transpondedores de **biochip en animales** de granja, **almejas eléctricas** en aguas costeras,
- **Automóviles** con sensores incorporados,
- **Dispositivos de análisis de ADN** para el Monitoreo en el medio ambiente/alimentos/patógenos,
- **Dispositivos de operación de campo** que ayudan a los bomberos en las operaciones de búsqueda y rescate.

Estos dispositivos **recopilan datos** útiles con la ayuda de varias tecnologías, y luego procesan y hacen que los datos fluyan de **forma autónoma** entre otros dispositivos

Internet de las Cosas

Objetos inteligentes:

Capacidad de las cosas para aprender, razonar e interactuar de manera inteligente



B) Buscador de recetas

neve



Aplicaciones del IoT



IOT en el transporte:

Maleta Robot.

- La **Travelmate** (así se llama) no necesita ser empujada ni que tires de ella.
- Funciona como un robot y te sigue a todas partes.
- El control se realiza desde una APP o con comandos de voz.
- Incorpora luces LED y algún sistema de seguridad, como la apertura por huella táctil.

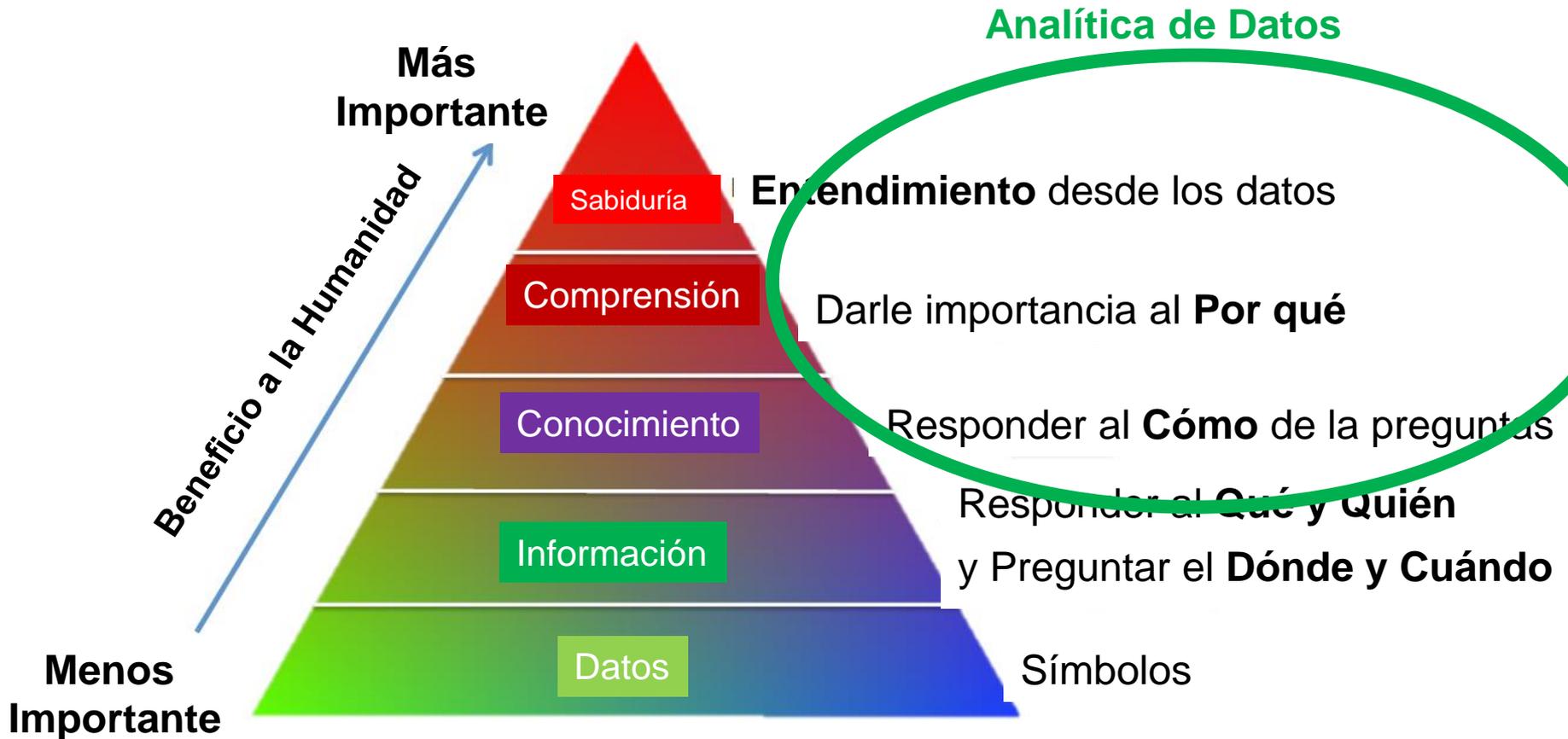
► Automatización y control de tráfico.

► Gestión de flotas

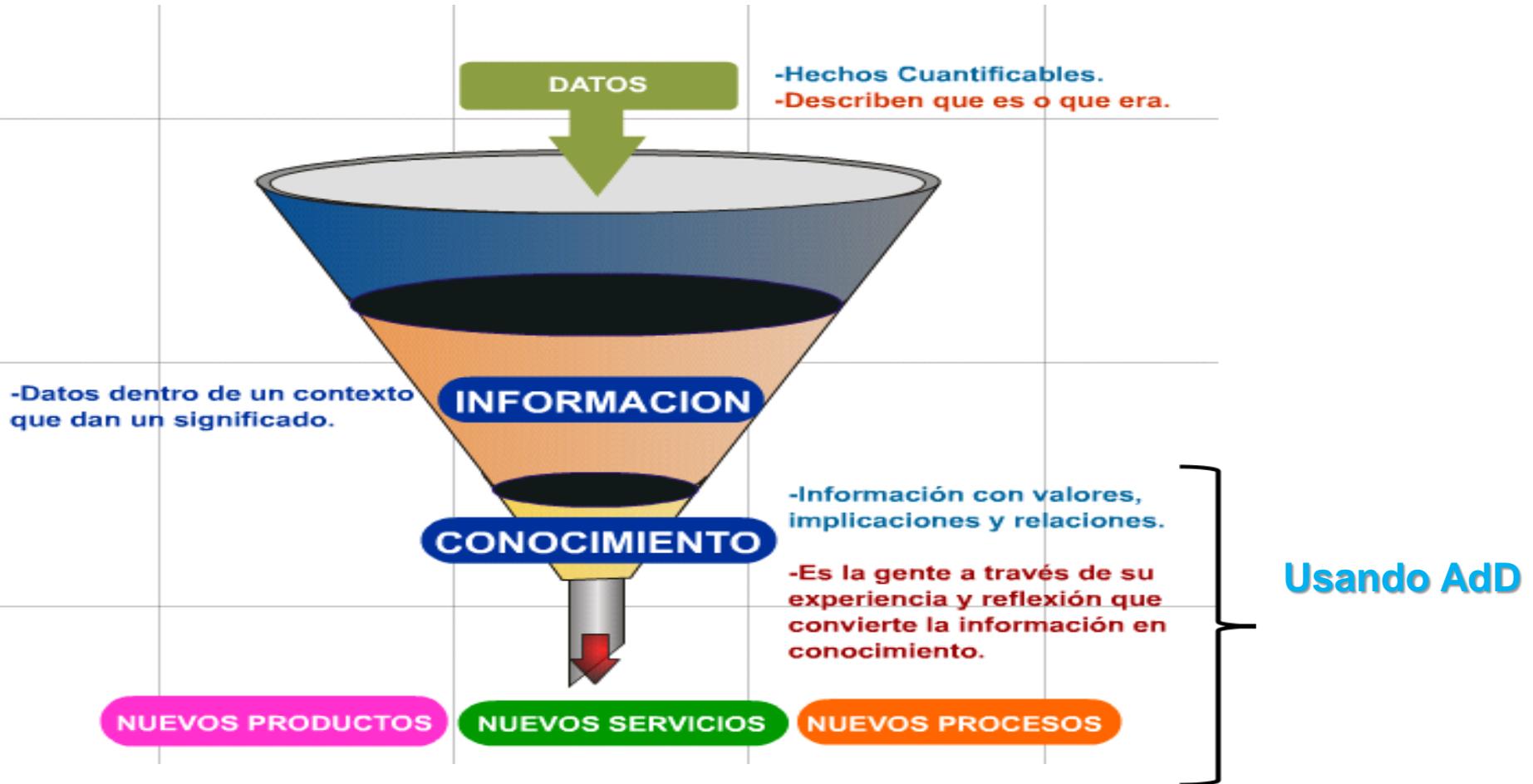
- Empresas de transporte que utilizan los datos de sensores y **herramientas de análisis de datos para mejorar la eficiencia**, ahorrar dinero y reducir su impacto en el medio ambiente.
- Los vehículos de reparto llevan sensores que monitorizan la condición del motor, el número de paradas, la velocidad de viaje, el número de kilómetros recorridos ...



¿Qué permite IoT?



Embudo del Conocimiento



Los datos son el nuevo petróleo de la economía



Es la ciencia que examina datos en bruto con el propósito de buscar conocimiento, sacar conclusiones, generar información, entre otras cosas.

El alto grado de datificación incrustado en la sociedad exige nuevas herramientas y mecanismos para la manipulación y la representación de los datos que facilitan la extracción de conocimiento significativo para las organizaciones.

Analítica de Datos

Todo está pasando en línea



- Cada uno:
- Hace clic
- Ve anuncio
- Factura un evento
- Navega...
- Solicita servicio
- Realiza Transacción
- Mensaje de error de red
- ...

Generado por el usuario (Web y móvil)

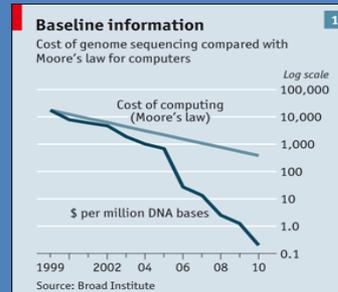


Una gran diversidad de fuentes de datos

IoT



Investigación Científica



Una gran diversidad de tipos de datos:

- Datos de texto (Web), Datos Semi-estructurados (XML),
- Grafos: Red social,
- Datos semánticos (RDF),
- Flujos de datos (películas, mensajes)
- ...

Los datos pueden "hablar"

El análisis de datos contiene aspectos

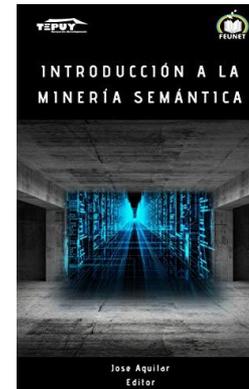
Pero,
**¿Cómo automatizar
ese proceso?**

Contrasta



Minería de Datos

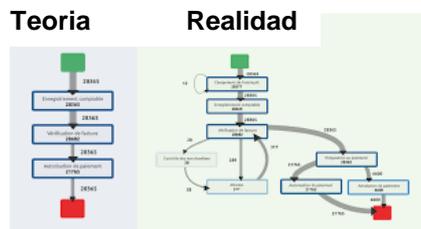
Minería Semántica



Ontológica
De la web
De datos semánticos
Del texto

Minería de Cualquier Cosa:
es la electricidad actual de la economía

Minería de Procesos

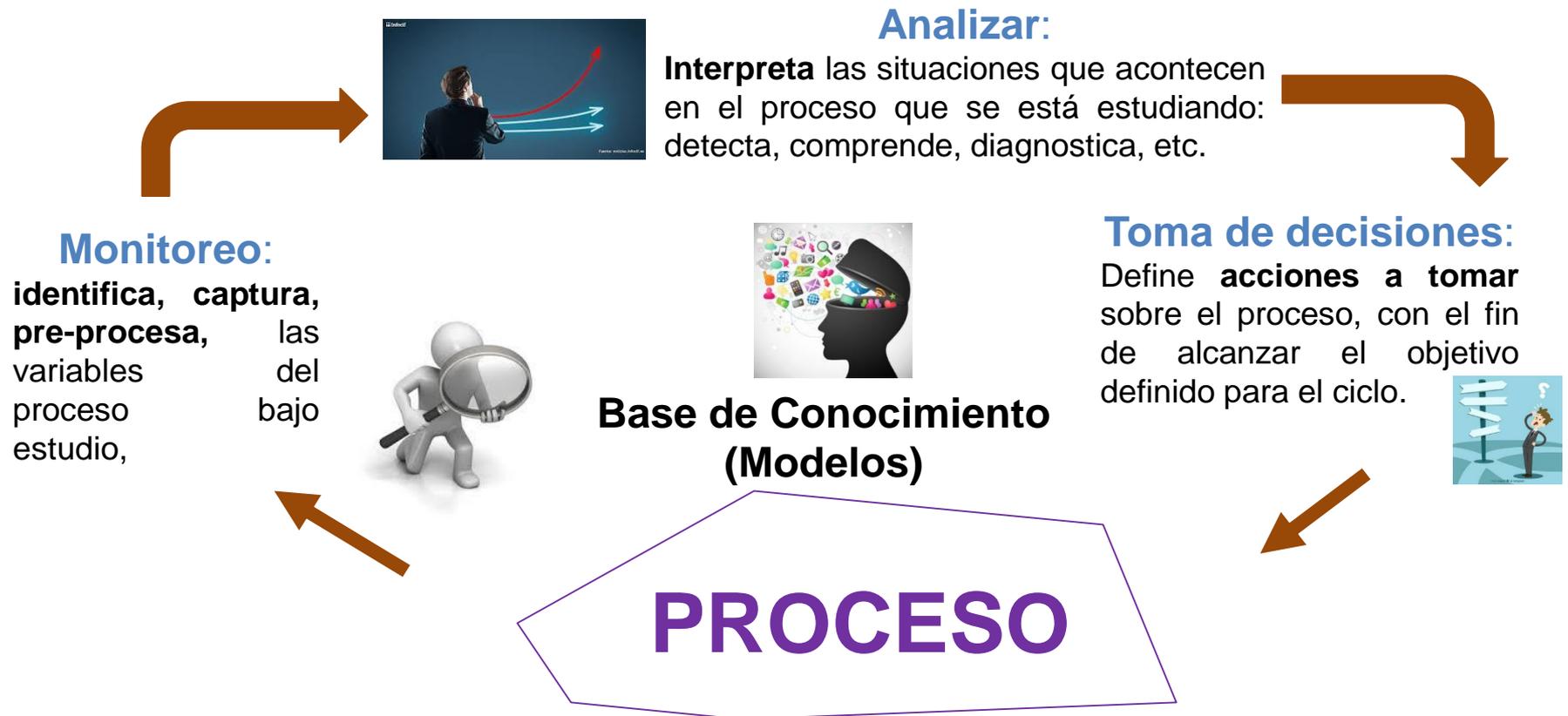


Minería de Grafos

Modelos de Conocimiento



Caracterizar los ciclos autónómicos de AdD



*Mas del 98% de nuestro **genoma** es idéntico al chimpancé, pese a que nuestra línea evolutiva se separo hace unos 6 millones de años*

El cerebro humano es 3 veces mas grande, con una **red neuronal mas densa e interconectada**, lo que permiten los **procesos de aprendizaje y memoria**

Inteligencia: capacidad de **adquirir y usar** conocimiento

¿Cómo el cerebro percibe, entiende, predice y manipula?

⇒ Razonar, Aprender, Comunicarse y Actuar

– *La Inteligencia Artificial trata de conseguir que los computadores **simulen en cierta manera la inteligencia humana.***

Abarca la **ciencia e ingeniería dedicada a diseñar y programar computadores** que ejecutan **tareas que requieren inteligencia** si la hicieran los seres humanos

Razonamiento:

Resolución de problemas mediante inferencia:
deductiva, abductiva o inductiva

Aprendizaje Automático:

técnicas que permitan que las
computadoras *aprendan* a partir de los datos,
es, por lo tanto, un proceso de inducción del
conocimiento.

Procesamiento del lenguaje natural:

procesar información expresada en lenguaje
humano,

Visión Artificial:

Comprender y analizar imágenes y videos

Planificación y Búsqueda :

Resolución de problemas mediante el recorrido
de un espacio de posibles soluciones y Generar
secuencias de acciones para alcanzar un
objetivo

Redes Neuronales Artificiales:

emulan el comportamiento del cerebro humano
(muchos modelos matemáticos existen).

Inteligencia Colectiva:

Emular el comportamiento de
Colonias de Hormigas, Colonias de Abejas, ...

Inteligencia Artificial

Teoría de agentes

Sistemas multiagentes (Inteligencia Artificial Distribuidas)

Técnicas Inteligentes clásicas (computación inteligente)

Redes neuronales artificiales

Lógica difusa

Computación Evolutiva

Técnicas Inteligentes distribuidas (Inteligencia colectica)

Algoritmos inspirados en colonias de insectos: PSO, ACO, etc.

Algoritmos inspirados en fenómenos físicos: Flujo de Agua, de gas, TS, etc.

Algoritmos inspirados en sistemas biológicos: Sistema Inmune Artificial, etc.

Técnicas inteligentes avanzadas autónomas:

Sistemas emergentes y auto-organizados

Computación autonómica

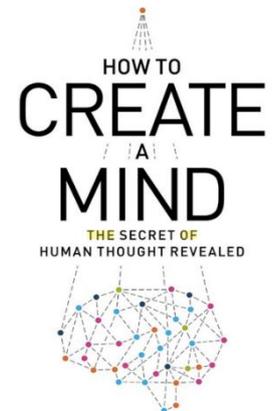
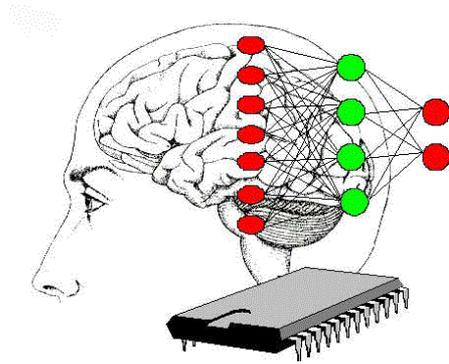
Hacer
programas
que

razonen racionalmente

aprendan y descubran

jueguen

se comuniquen naturalmente con los humanos





Es inimaginable

*En todas las áreas
puede ser usada*



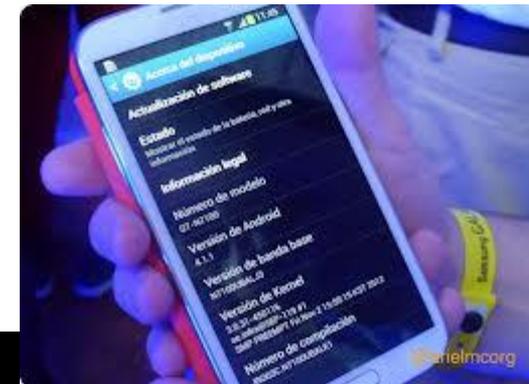
Reconocimiento

Predicción

Optimización

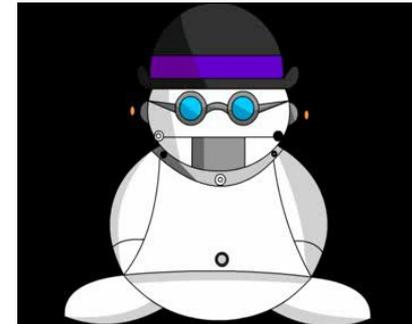
Planificación

**Próxima década prácticamente
Todo el software tendrá algo de IA**



- resolver un problema
- planificar sus actividades /tareas
- el conocimiento
- razonamiento
- aprendizaje
- percepción
- comunicarse

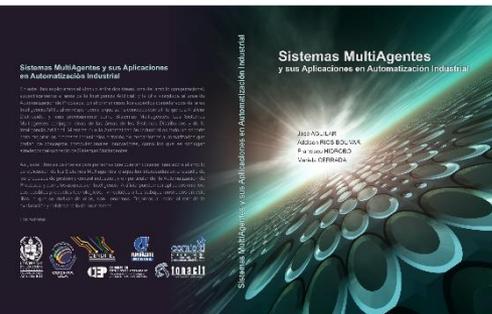
Go, ULA, 2012



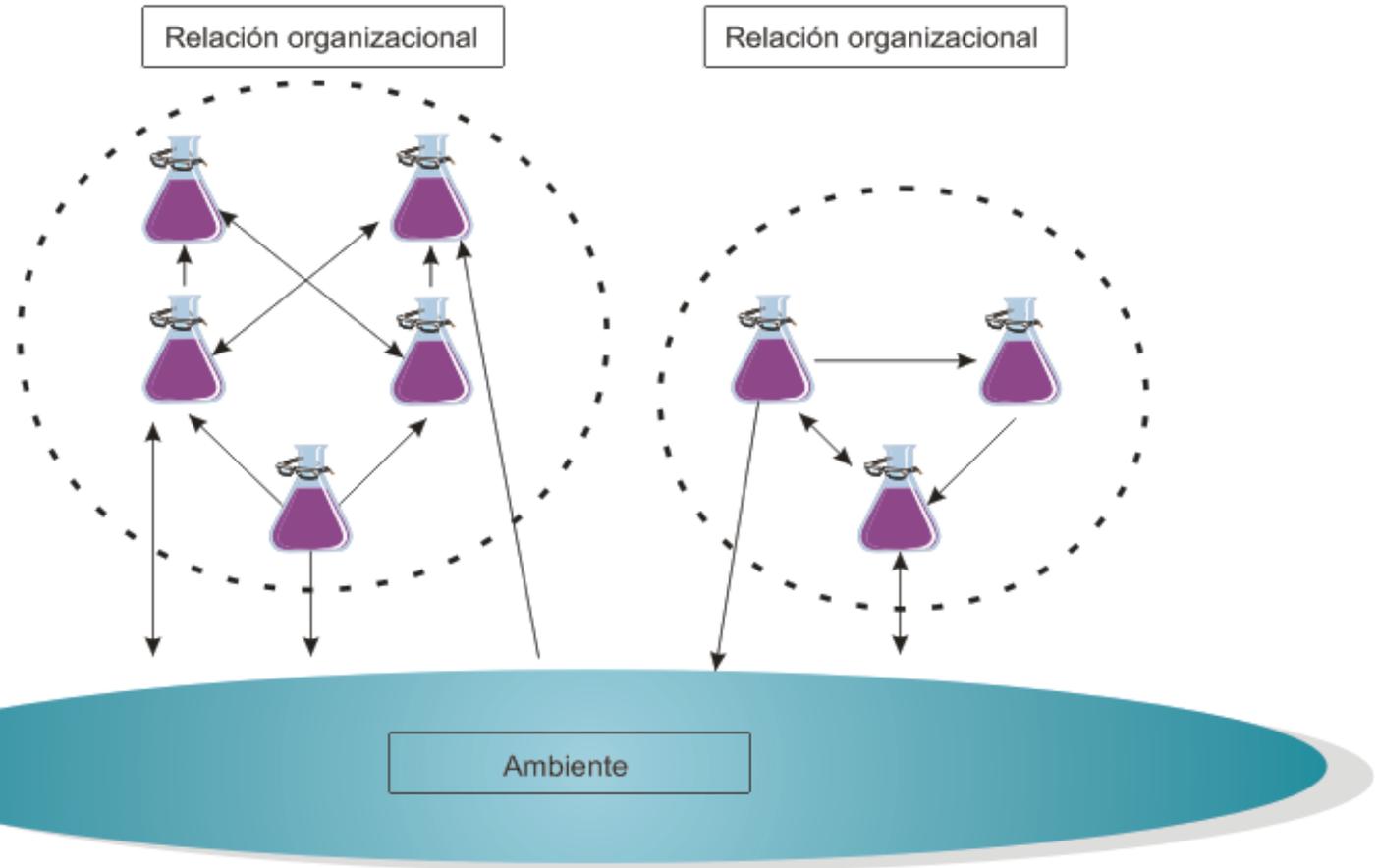
AAI, ULA, 2013



Mecanismos para/de



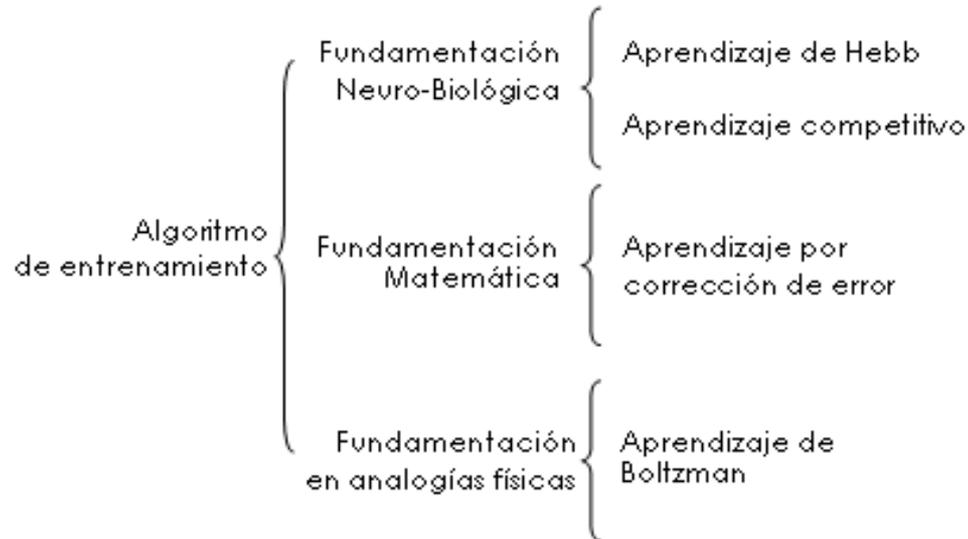
Concepto de Base: Sistemas Multiagentes



Agente

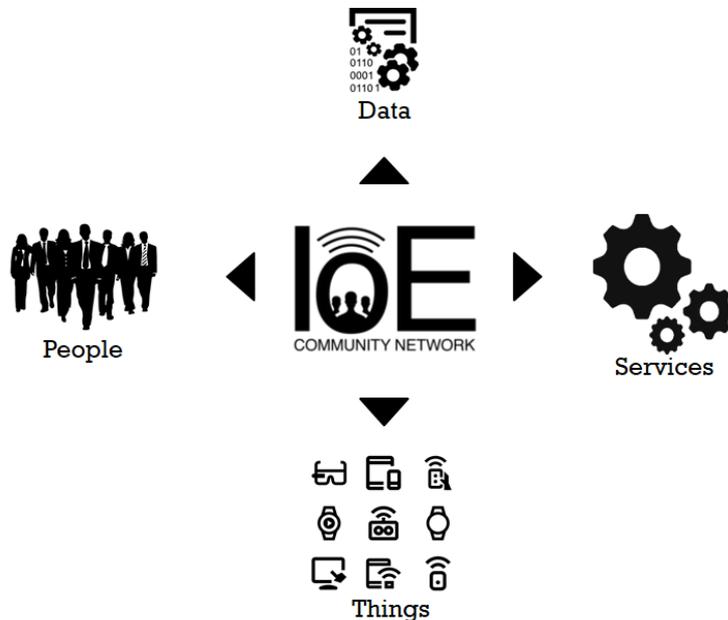


Interacción



- **Supervisado:** el crítico proporciona la salida correcta.
- **No supervisado:** no se proporciona retroalimentación en absoluto.
- **Basado en recompensa:** la crítica proporciona una evaluación de la calidad (el "premio") de lo hecho por el alumno.
- **Híbrido (aprendizaje profundo):** descubre características de lo que se debe aprender

Internet del todo (IoE)

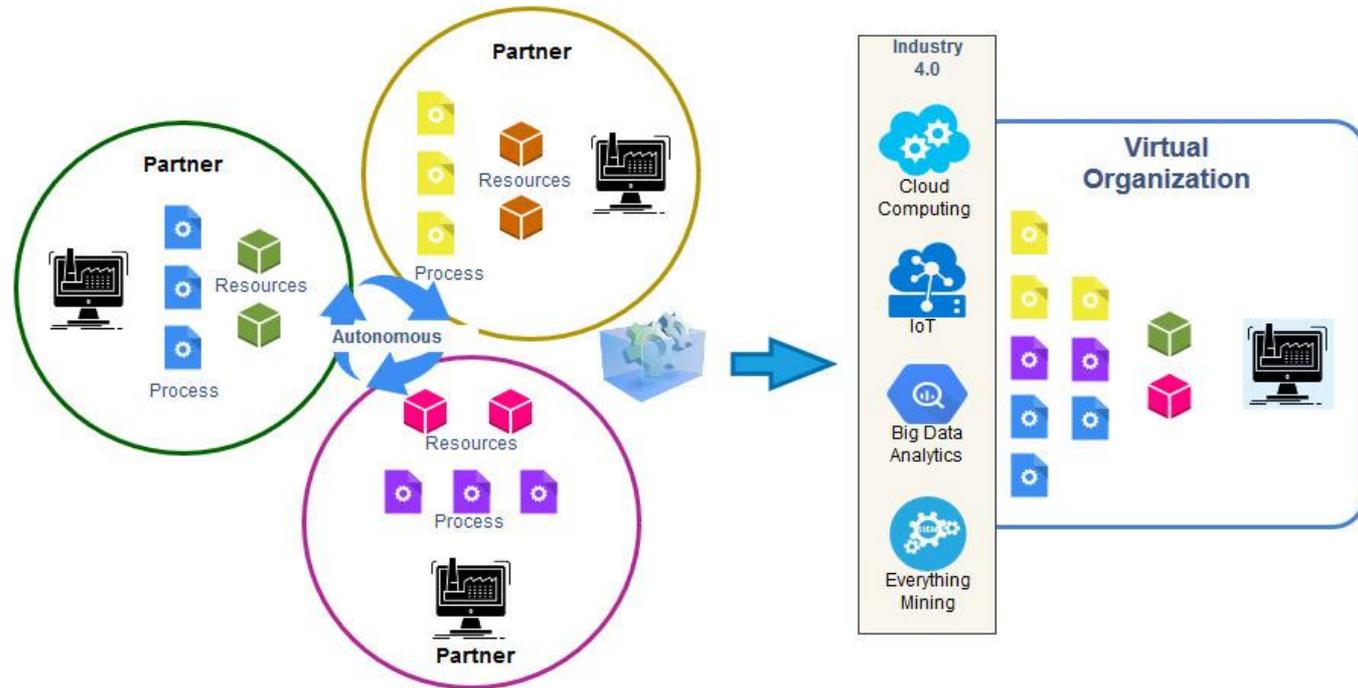


Todo como servicio (XaaS)

Organizaciones Virtuales

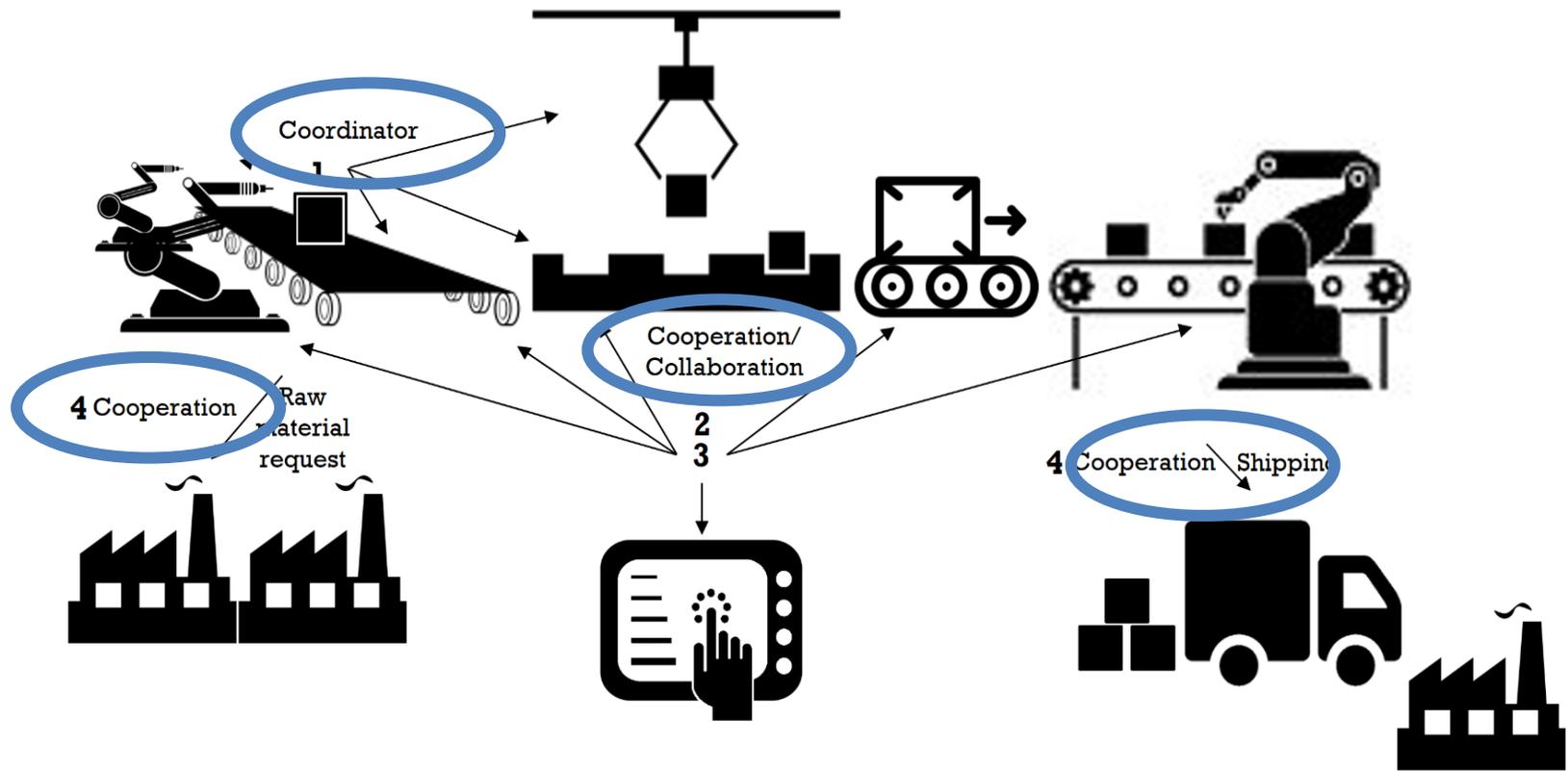
- Integración horizontal (integración interempresarial)
- Integración vertical (integración intraempresarial)

Integración 5C

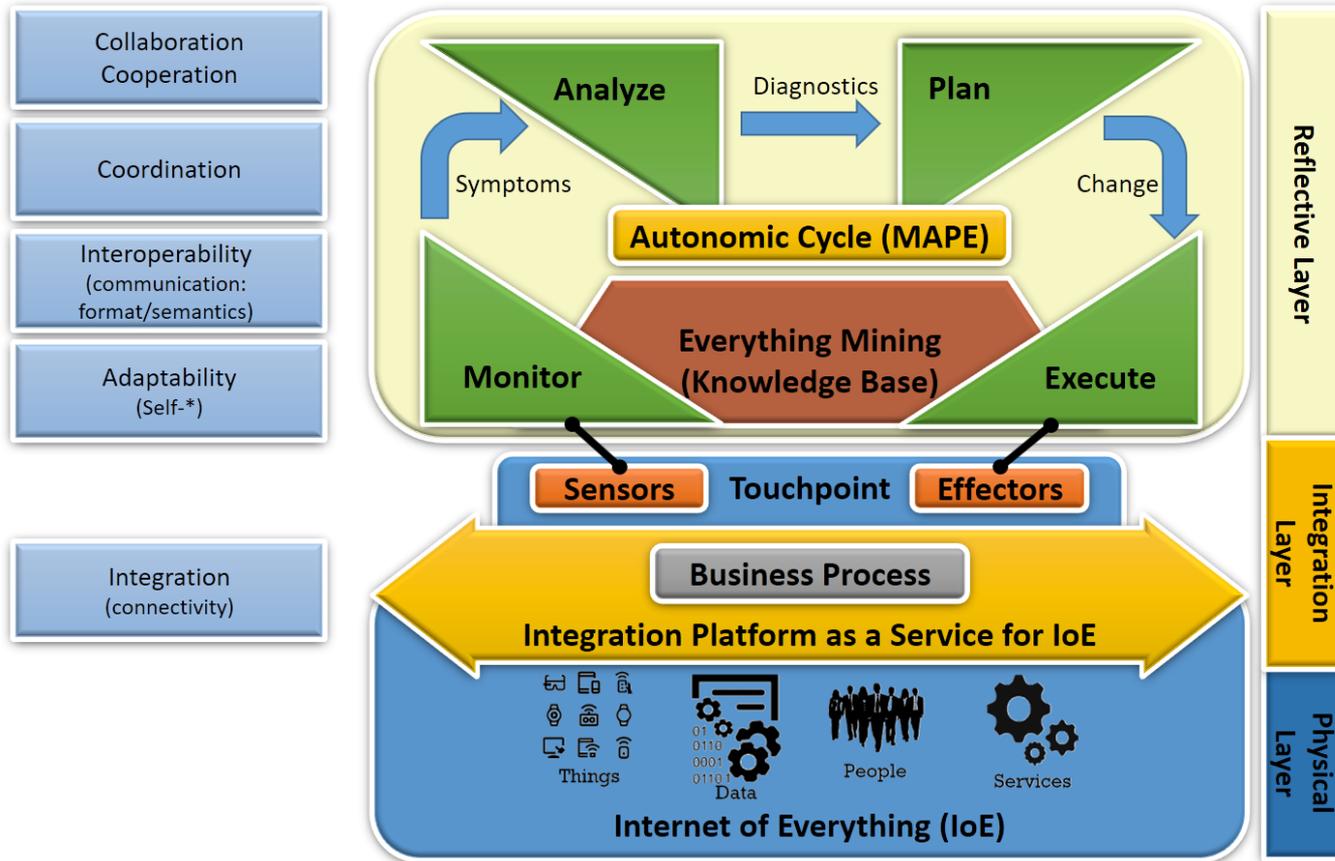


- Connectarse
- Comunicarse
- Coordinarse
- Cooperar
- Colaborar

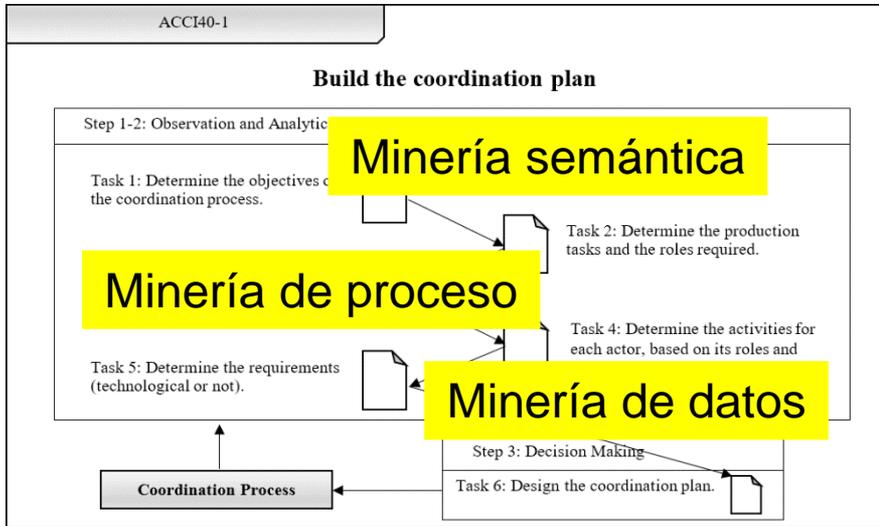
Proceso Productivo en la I.4.0



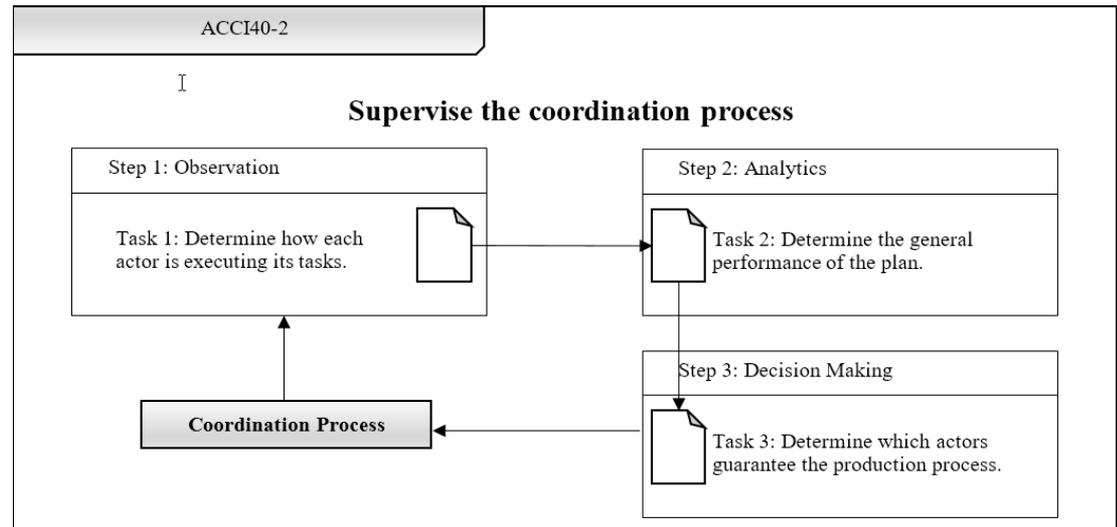
Framework de integración



procesos productivos



Empleadosvirtuales.com



Ciudades Inteligentes

Algunos Sistemas en una ciudad

Sistemas de infraestructuras (de salud, de educación, etc.).



Habitantes

Sistema energético



Sistema de transporte

Sistema productivo de emprendimiento

Sistemas de Gobierno



Sistemas de comunicación

Sistema de aguas

Ciudades Inteligentes

Desde el punto de vista informático, una **ciudad o conglomerado urbano** es una concentración de *entes* (personas físicas y morales –familia, negocios, empresas, escuelas, instituciones...) que



Producen

Consumen

Procesan

Almacenan

información

Ciudades Inteligentes

¿Qué implica realmente que una ciudad sea “smart”?

Una smart city integra en la estructura urbana las TIC, y particularmente la IA, para mejorar la calidad de vida, y ponerse al **servicio del ciudadano**



Smart Cities

- La ciudad inteligente se **alimenta de datos** que convierte en conocimiento y sabiduría.
- Requiere de **modelos democratizadores** de acceso a las tecnologías inteligentes.



Analítica de Datos en una Ciudad Inteligente



¿Cómo vamos? (pasado)

¿Por qué? (presente)

¿Qué deberíamos estar haciendo? (futuro)

E-gobierno

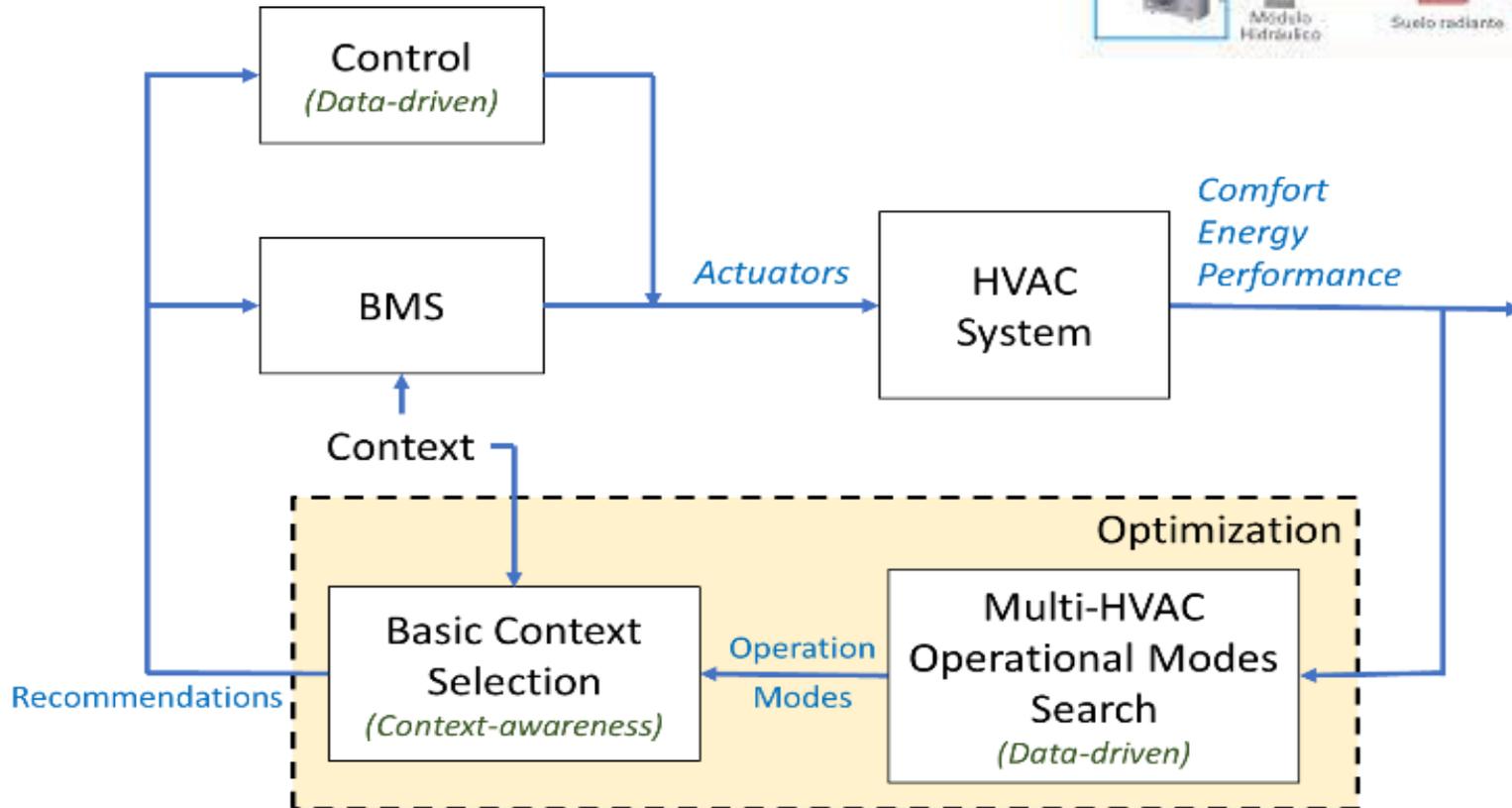


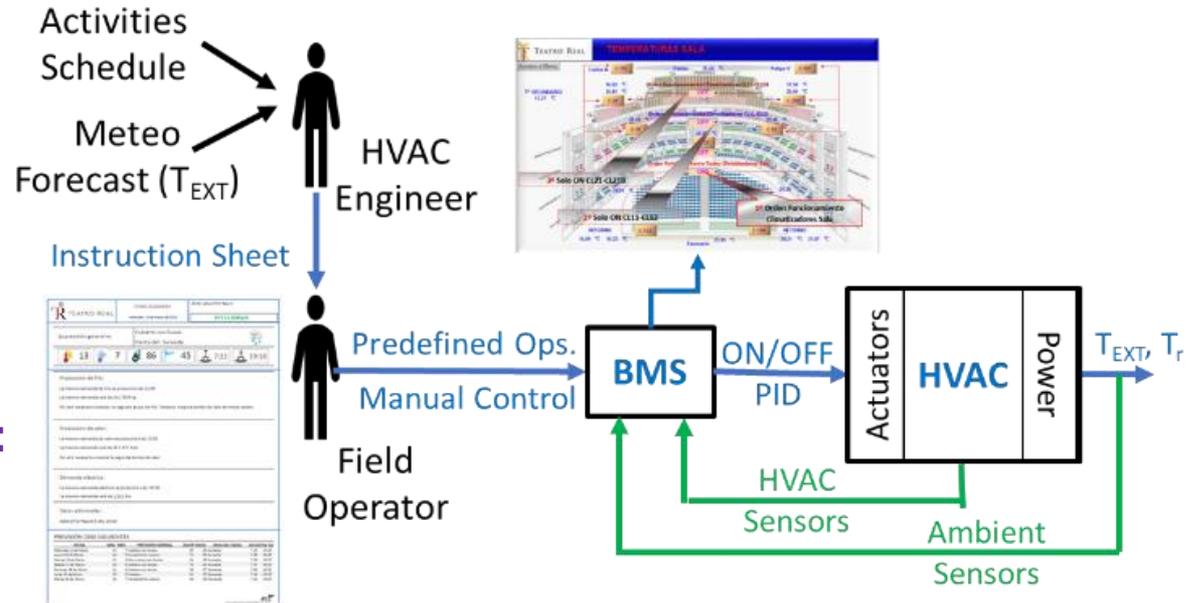
TICs



Sistema de
Recreación

Arquitectura de gestión autónoma para sistemas de climatización en edificios inteligentes





Una de las tareas de AdD:
optimizar

Minimizar Energía

$$\begin{aligned}
 & \min_{HVAC_{mode}, t} (P_{consumed}(HVAC_{mode}, t)) \\
 & Cost_e(HVAC_{mode}, t), COP_{global} \\
 & Comfort(HVAC_{mode}, t)
 \end{aligned}$$

Problema multiobjetivo

Comfort

**Analítica
Académica**



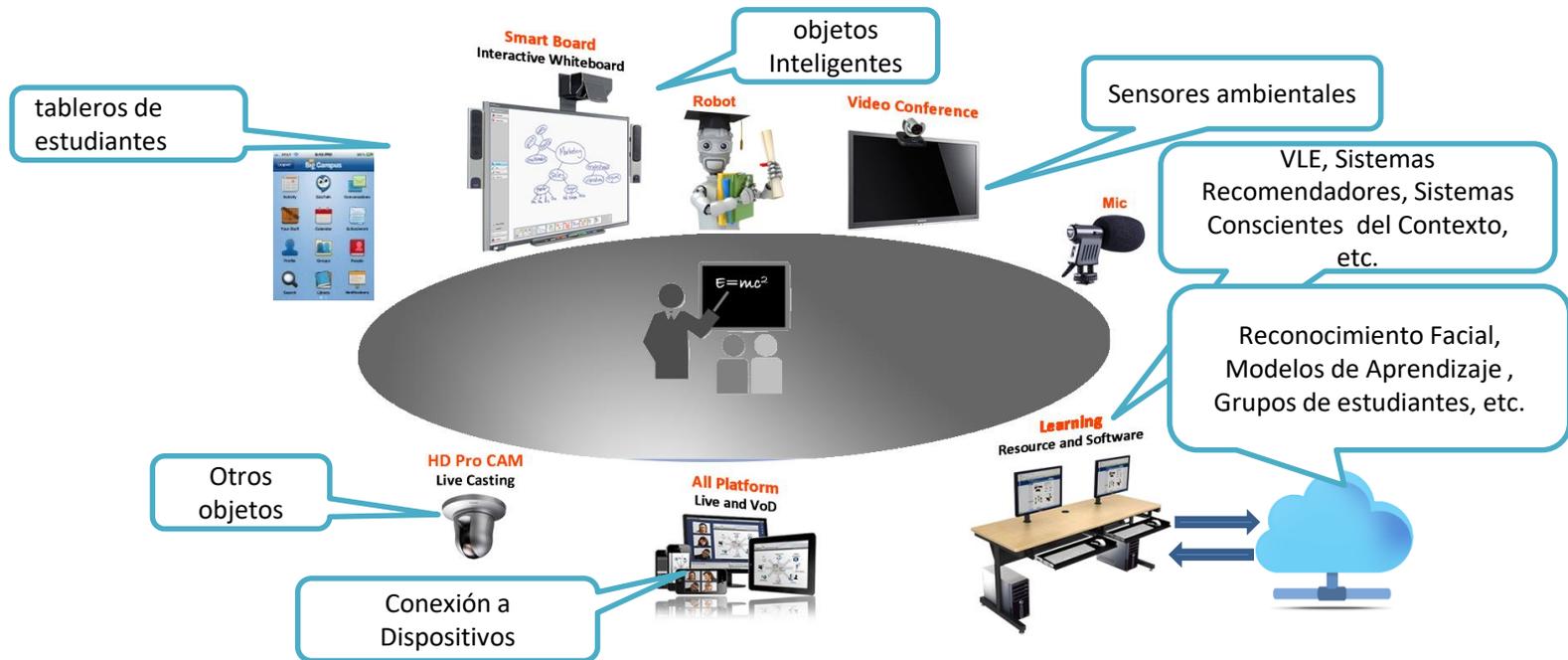
**Analítica
Científica**

**Analítica de
Aprendizaje**

**Analítica
Institucional**

...

Salón de Clases Inteligente (SaCI)



ACOLAT: Ciclo automático de tareas de LA

ACOLATs

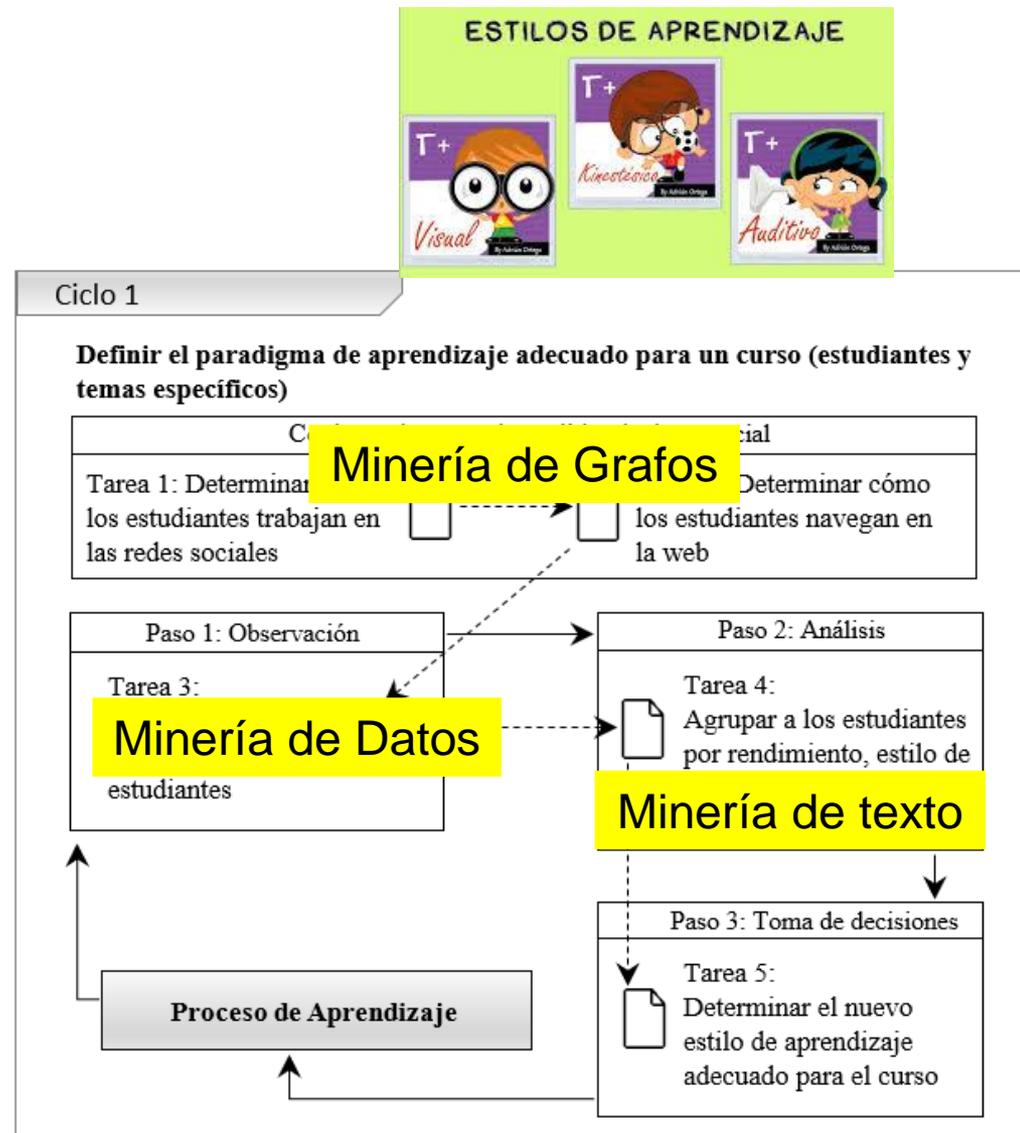
Ciclo 1: Determinar el **paradigma de aprendizaje** adecuado para un curso

Ciclo 2: Determinar los **recursos educativos ideales** para un estudiante.

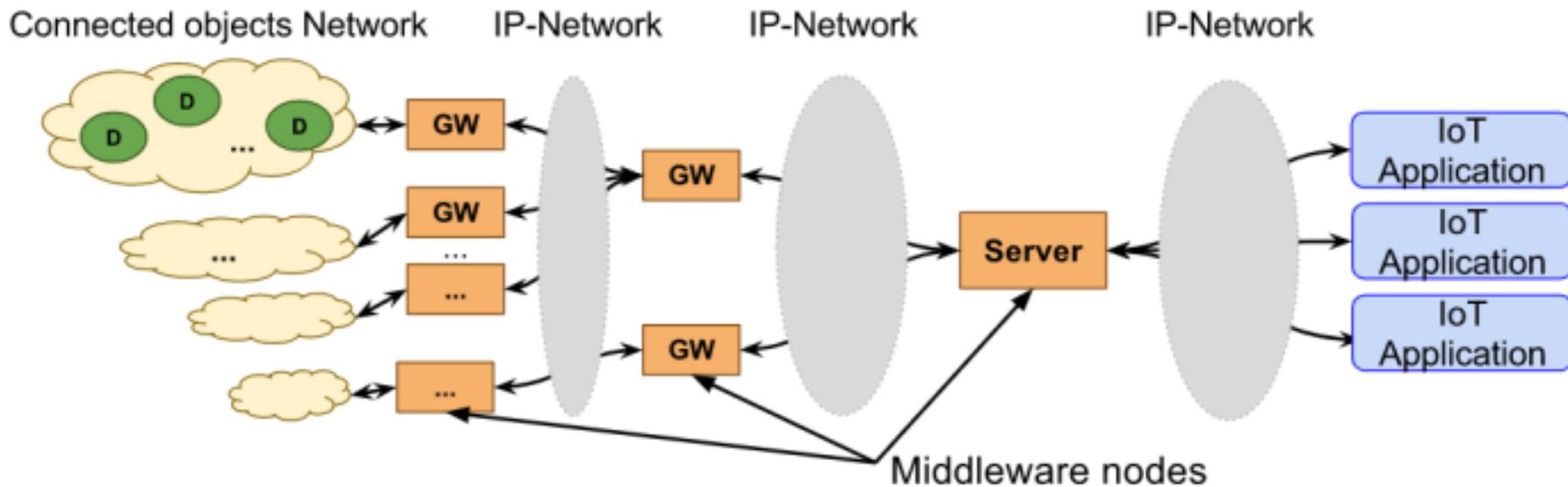
Ciclo 3: Identificar a los **estudiantes con necesidades específicas**.

Ciclo 4: **Evitar la deserción** estudiantil.

....



La arquitectura de referencia para IoT [1]:



[1] ETSI TS 102 690 V1.1.1 "Machine-to-Machine communications (M2M); Functional architecture", october 2011, p15

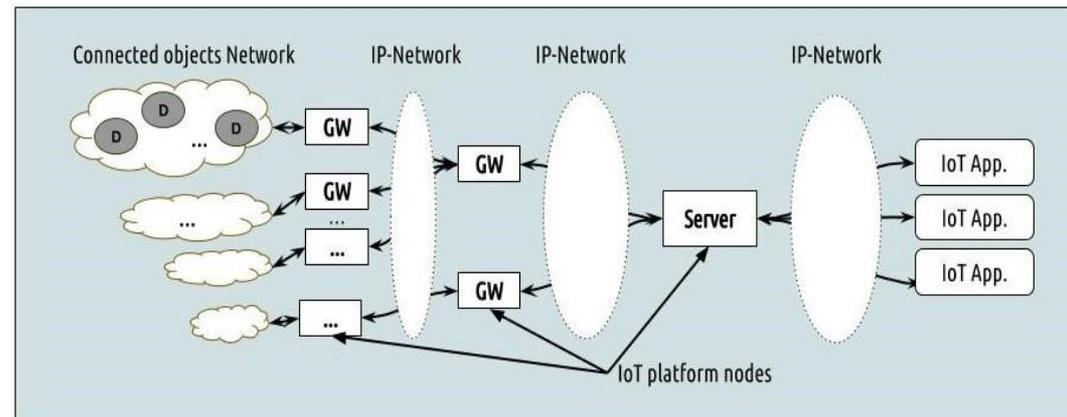
1. Aplicaciones de IoT y sus requisitos de QoS/QoE (tiempo de respuesta limitado, disponibilidad, etc.)

Ejemplo de requisitos de QoS/QoE de una aplicación (Requisitos de advertencia de infracción de señal de tráfico [3])

- > Comunicación de infraestructura a vehículo
- > Modo de transmisión: periódica
- > Frecuencia mínima (tasa de actualización): ~ 10 Hz
- > Latencia permitida ~ 100 ms

2. Dos cuellos de botella frente a QoS/QoE:

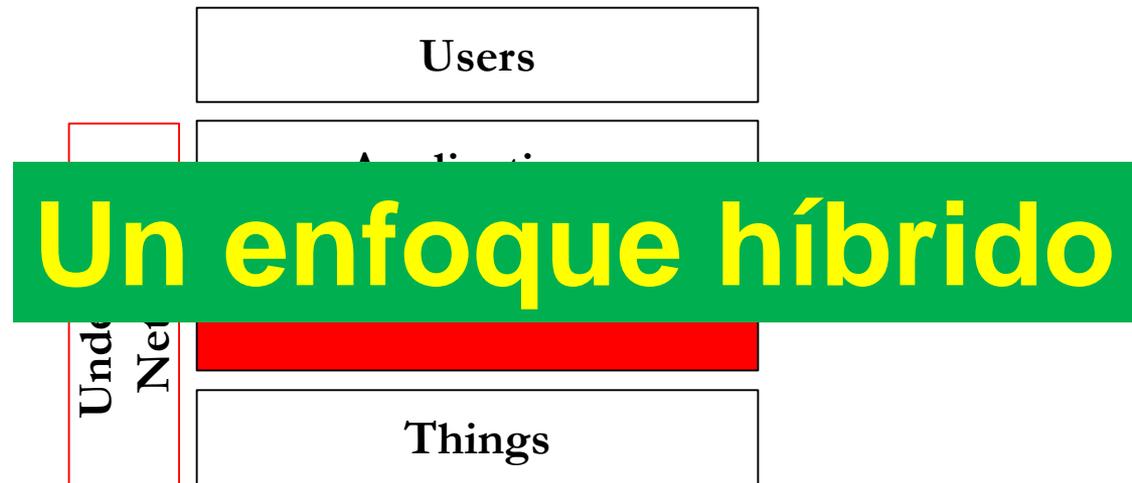
- > a nivel de redes IP
- > a nivel de los nodos de la plataforma IoT.



[3] The CAMP Vehicle Safety Communications Consortium, DOT HS 809 859, "Vehicle Safety Communications Project Task 3 Final Report Identify Intelligent Vehicle Safety Applications Enabled by DSRC", May 2004.

Considerando la QoS/QoE: 2 cuellos de botella

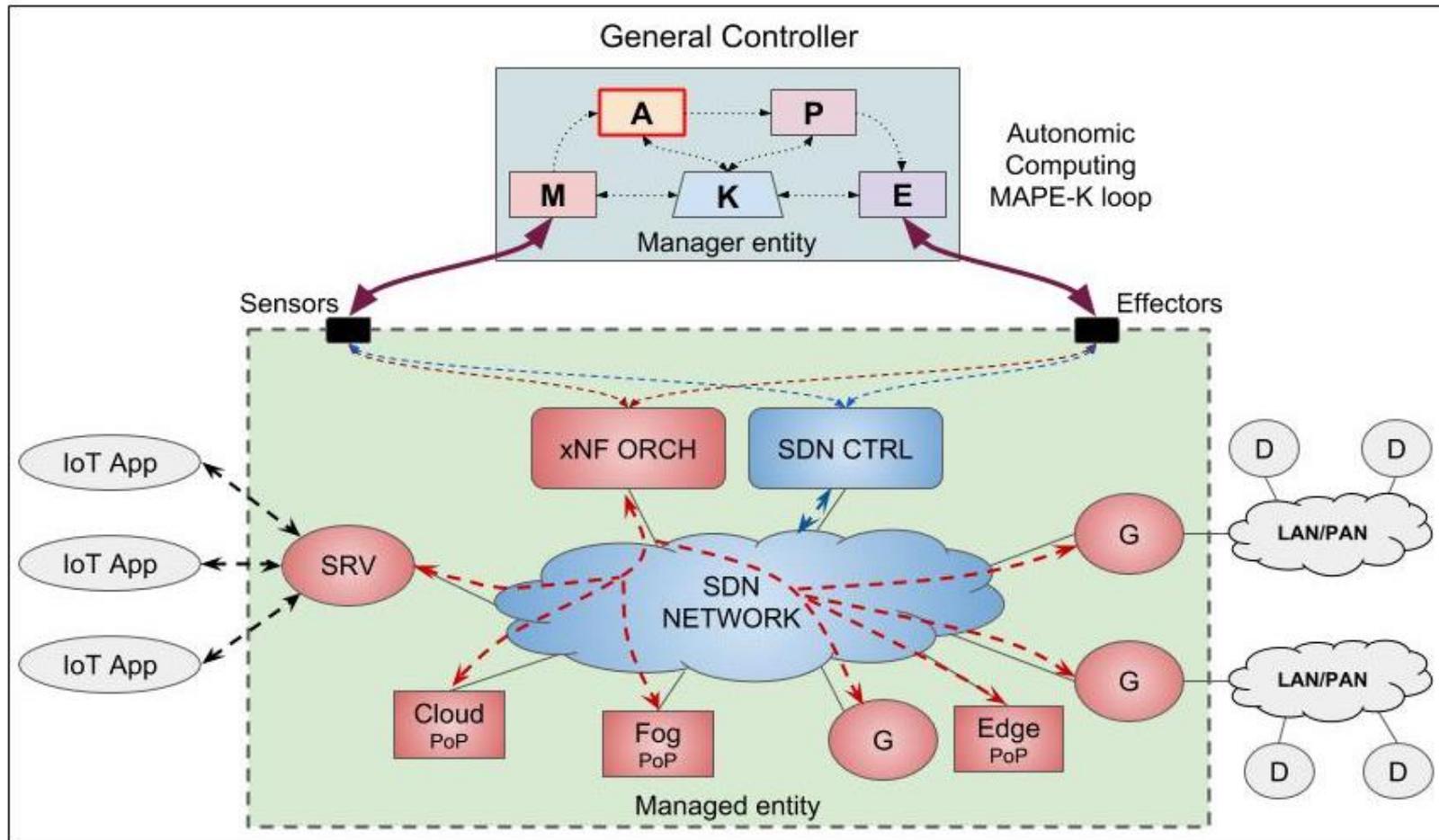
- La plataforma IoT
- La red subyacente



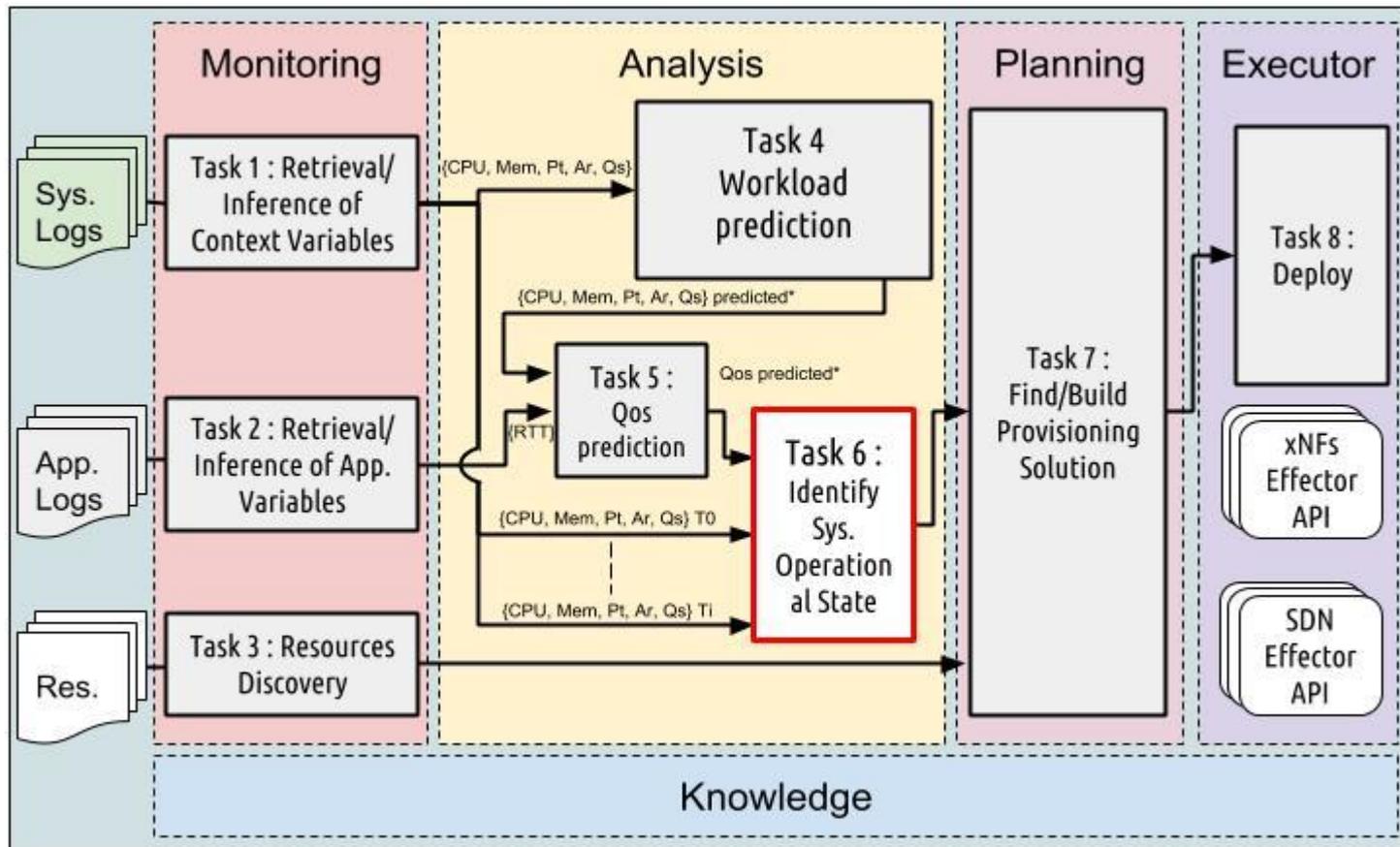
IoT High Level Architecture (HLA)

HLA Model for a Dynamic and Autonomic System

Un enfoque híbrido en un entorno heterogéneo:



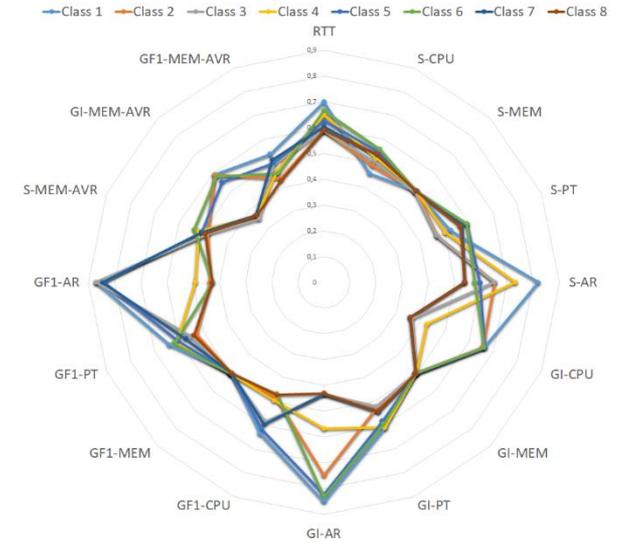
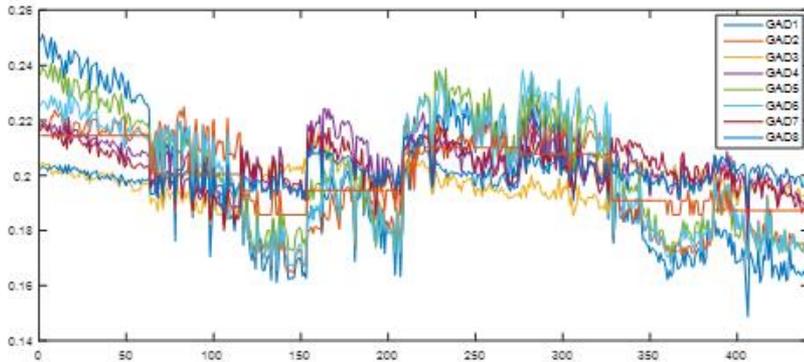
An autonomic cycle for QoS/QoE provisioning



Sistemas de Comunicación

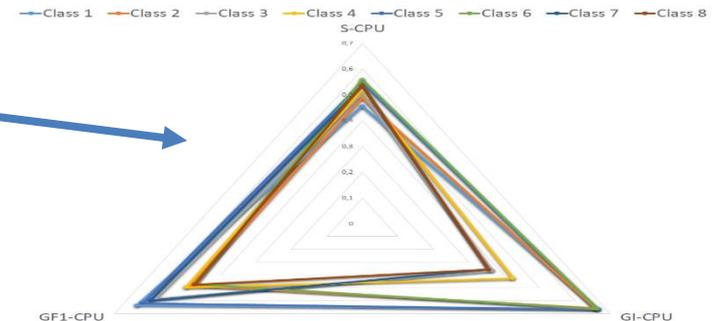
5G: plataforma IoT

Profile of each Cluster/Class



General Profile of the IoT platform with 16 descriptors

- *General profile of the IoT Platform*
- *Profile by entity*
- *Profile with specific descriptors (e.g. CPU and/or RAM for the entities)*
- ...



Profile of the CPU descriptor in the IoT platform

Cada protocolo de transporte es la implementación de un **conjunto de funciones básicas ...**

Connexion mgmt
functions

Reliability
functions

Flow control
functions

Congestion ctrl
functions

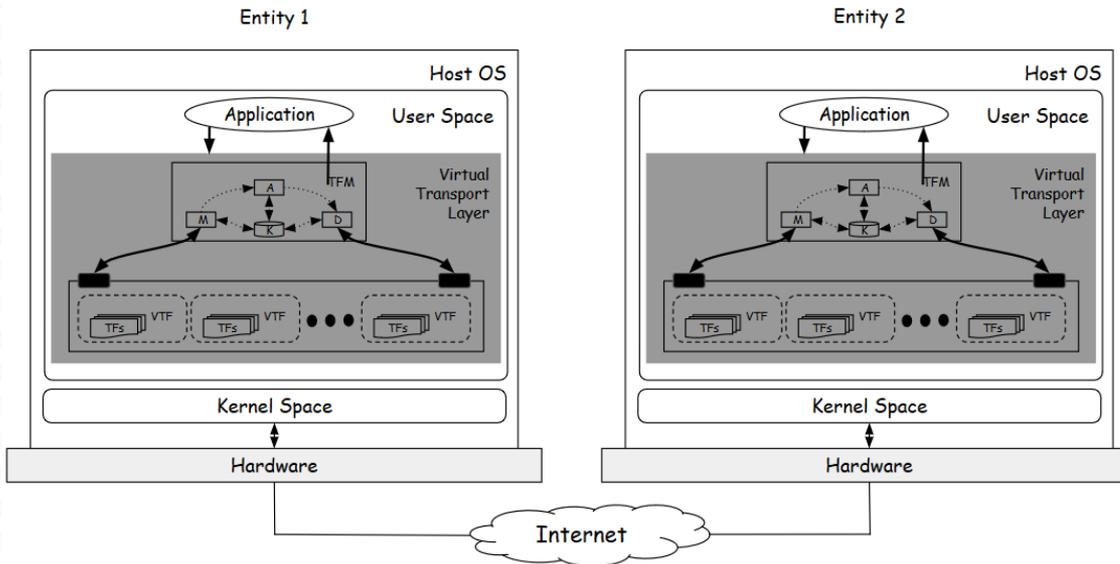
Ciclo autonómico:

Transport Function Manager (TFM)



Sistemas de Comunicación

5G: red comunicacional



Overview of TFM and its components

Nuestro ciclo

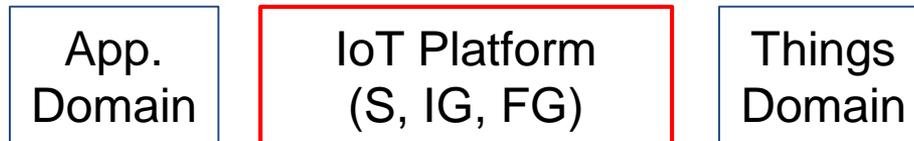
autónomo



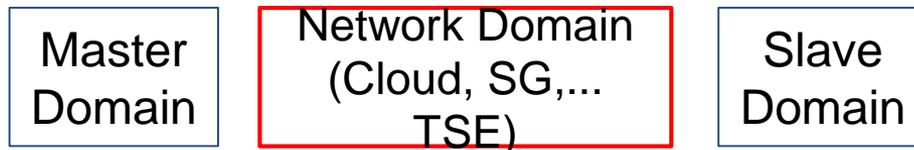
Arquitectura de control distribuido que tiene como objetivo construir dinámicamente TS e implementar todos los TF necesarios para proporcionar la QoS/QoE requerida.

Ciclos autónomos deben responder a:

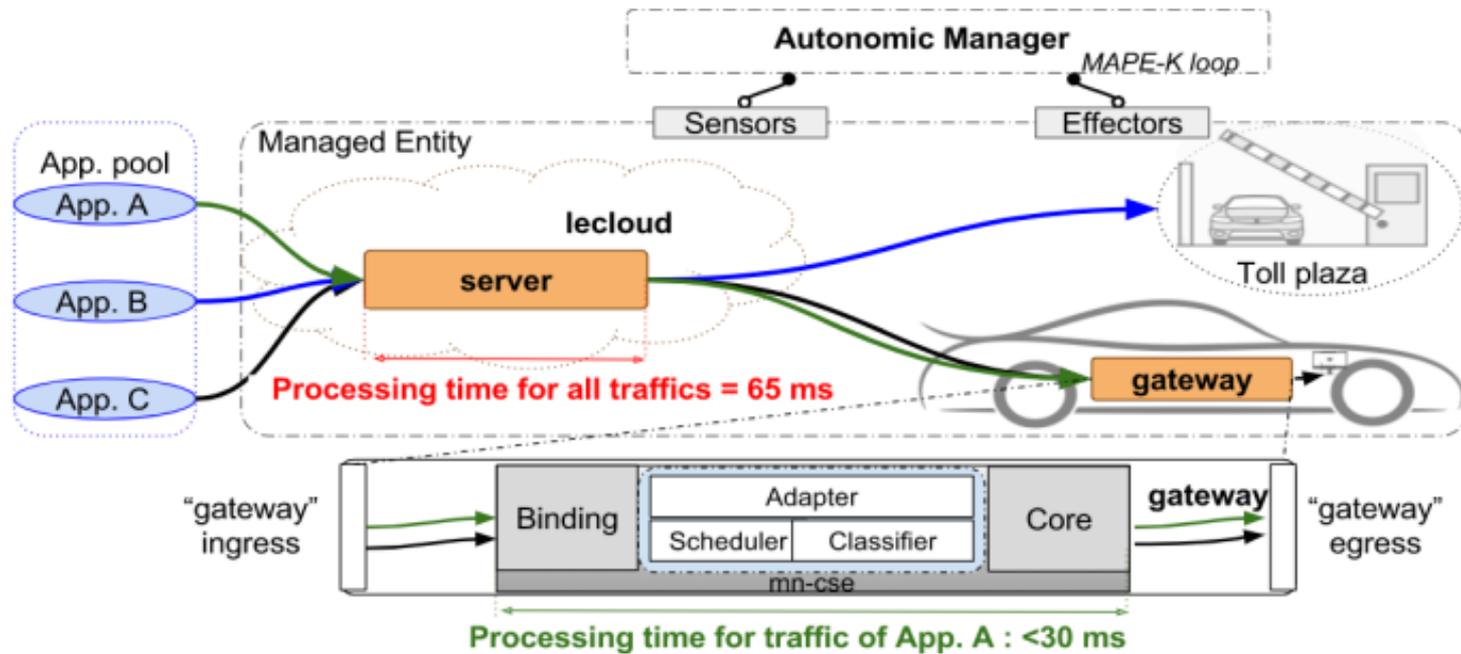
- > **Contexto IoT:** entidad gestionada es una plataforma IoT (tradicional) compuesta por varias entidades, a saber, un Servidor en la nube (S), Puertas de enlace intermedias (IG) y Puertas de enlace finales (FG)).



- > **Internet táctil:** entidad administrada a tener en cuenta es el "dominio de red", que está compuesto por varias entidades, como Cloud, gateway de servicio (SG) y Tactile Support Engine (TSE).



Detección de latencia insatisfecha de aplicaciones: elaboración de políticas orientadas a la QoS

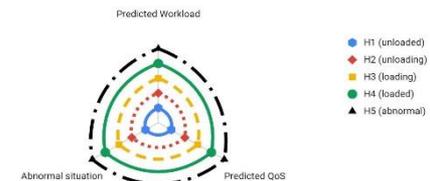
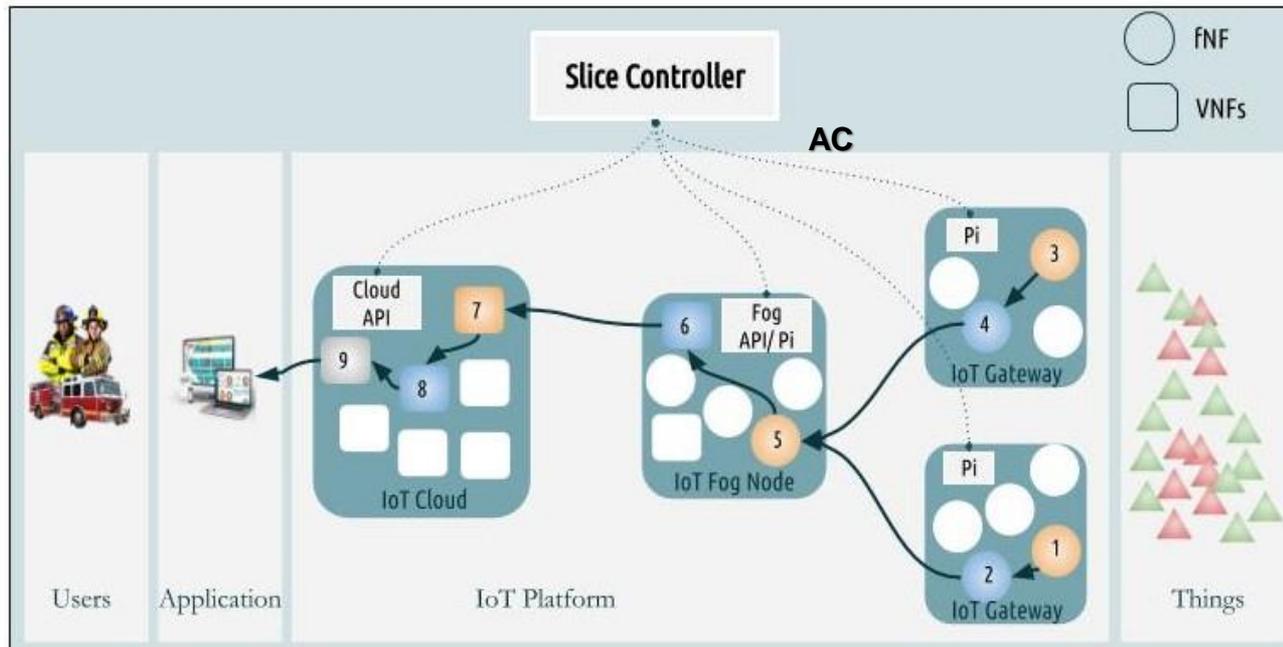


Priorizar (en la Gateway)
el tráfico que proviene de
una aplicación

Implementación de una política de
scheduling en la Gateway

Slice construction

Un usuario, solicita un segmento de nivel de plataforma dado. Nuestra AC por medio de un conjunto de tareas sucesivas configura este segmento utilizando VNF, pero igualmente fNF



**Estados de la
Plataforma IoT**

¿Puede cambiar nuestra vida la IA?

Se estima que a partir del 2020 en todos lados habrá algo con IA

- Smartphone
- Vehículos
- Ciudades Inteligentes



En todas las actividades humanas se usará la IA:

- Economía
- Salud (Internet Táctil)
- Hogar
- Educación
- Transporte



1s



100ms



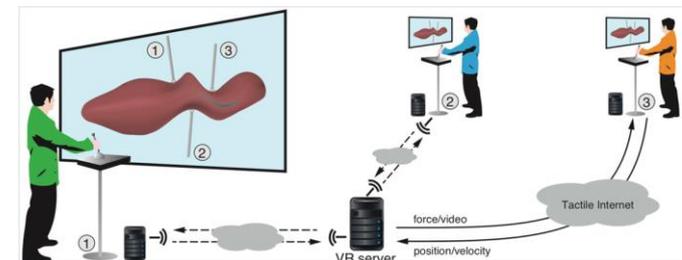
10ms



1ms

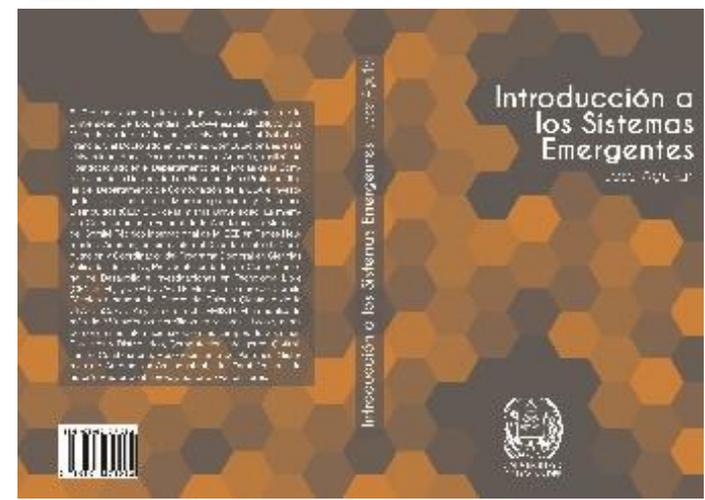
Algunos estiman que para el 2030 habrá cambios significativos

- Vehículos autónomos
- Lavadoras Inteligentes
- Sistemas de Calefacción Inteligentes





UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
MERIDA VENEZUELA



“Si buscas resultados distintos, entonces no hagas siempre lo mismo”

A. Einstein

www.ing.ula.ve/~aguilar

<http://www.ing.ula.ve/~aguilar/distinciones/conferencias/f>



Algunos artículos



- J. Aguilar, J. Cordero, L. Barba, M Sanchez, P. Valdiviezo, L. Chamba, Learning Analytics Tasks as Services in Smart Classroom', Universal Access in the Information Society Journal, Springer, Vol. 17, No. 4, pp. 693–709, 2018.
- J. Aguilar, J. Cordero, O. Buendia, "Specification of the Autonomic Cycles of Learning Analytic Tasks for a Smart Classroom", Journal of Educational Computing Research, vol 56 no. 6, pp. 866-891, 2018
- L. Morales, C. Ouedraogo, J. Aguilar, C. Chassot, S. Medjiah, Khalil Drira, "Experimental Comparison of the Diagnostic Capabilities of Classification and Clustering Algorithms for the QoS Management in an Autonomic IoT Platform", Service Oriented Computing and Applications, Elsevier, 2019
- F. Pacheco, E. Exposito, J. Aguilar, M. Gineste, C. Budoin, "Towards the deployment of Machine Learning solutions in traffic network classification: A systematic survey". IEEE Communications Surveys and Tutorials, 2019.
- J. Aguilar, A. Garces-Jimenez, N. Gallego-Salvador, J. Gutiérrez de Mesa, J. Gómez-Pulido, A. García-Tejedor, "A multi-HVAC system autonomic management architecture for smart buildings", IEEE Access, Vol, 7, pp. 123402 – 123415, 2019.
- O Buendia, J. Aguilar, A. Pinto, J. Gutierrez, "Social Learning Analytics for determining Learning Styles in a Smart Classroom", Interactive Learning Environments, Taylor & Francis, 2019
- J Cordero, J. Aguilar, . Aguilar, "Enfoques Inteligentes para Identificar Estilos de Aprendizaje de los estudiantes mediante las Emociones en un salón de clases" Iberian Journal of Information Systems and Technologies, Vol. E17, No. 1, pp. 703-716, 2019
- M. Sanchez, J. Aguilar, E. Exposito, "Fog Computing for the integration of agents and web services in an autonomic reflexive middleware", Service Oriented Computing and Applications, Elsevier, Vol. 12, No. 3-4, pp. 333-347, 2018
- M. Mendonca, J. Aguilar, N. Perozo, "Application of the Category Theory in the Generation of Meta-Ontologies", Networking and Information Systems journal (Ingénierie des Systèmes d'Information), Vol. 23, No. 2, pp.11-38, 2018