



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
MÉRIDA VENEZUELA

LAAS CNRS

150 ANIVERSARIO



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL



INSA

INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES APPLIQUÉES TOULOUSE



Universidad de Alcalá

UNIVERSIDAD EAFIT®

# Data-based services for the Internet of Things

Jose Aguilar

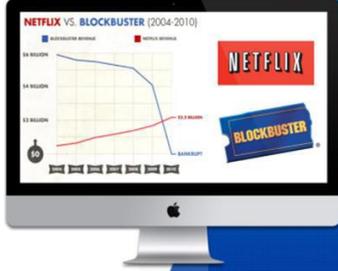
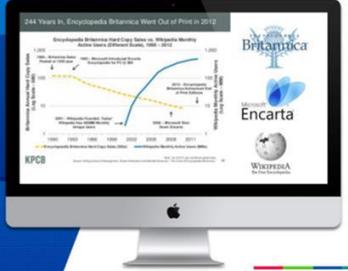
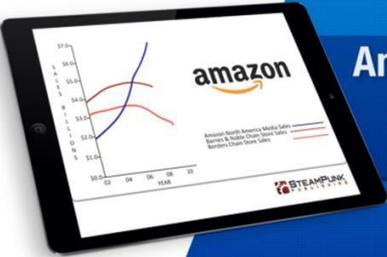
Noviembre 2019



# Agenda



- Analítica de Datos en Internet de las Cosas
- MIDANO: Ciclos Autónomos de Tareas de Análisis de Datos como servicios
- Analítica de Datos en Acción:
  - Gestión Energética
  - Sistema Educativo
  - Sistema de Comunicaciones (Redes 5G)
  - Sistema Productivo (Industria 4.0)
  - ...

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

## 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**

## 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



## ¿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:

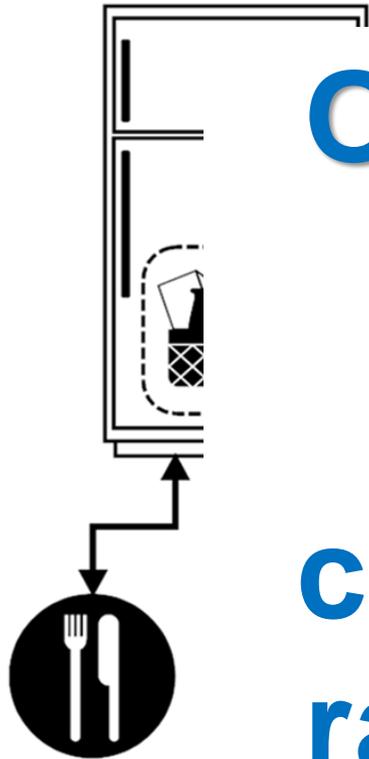
- **Implantes de monitoreo cardíaco**,
- Transpondedores de **biochip en animales** de granja, **almejas eléctricas** en aguas costeras,
- **Automóviles** con sensores incorporados,
- **Dispositivos de análisis de ADN** para el Monitoreo en el medio ambiente/alimentos/patógenos,
- **Dispositivos de operación 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

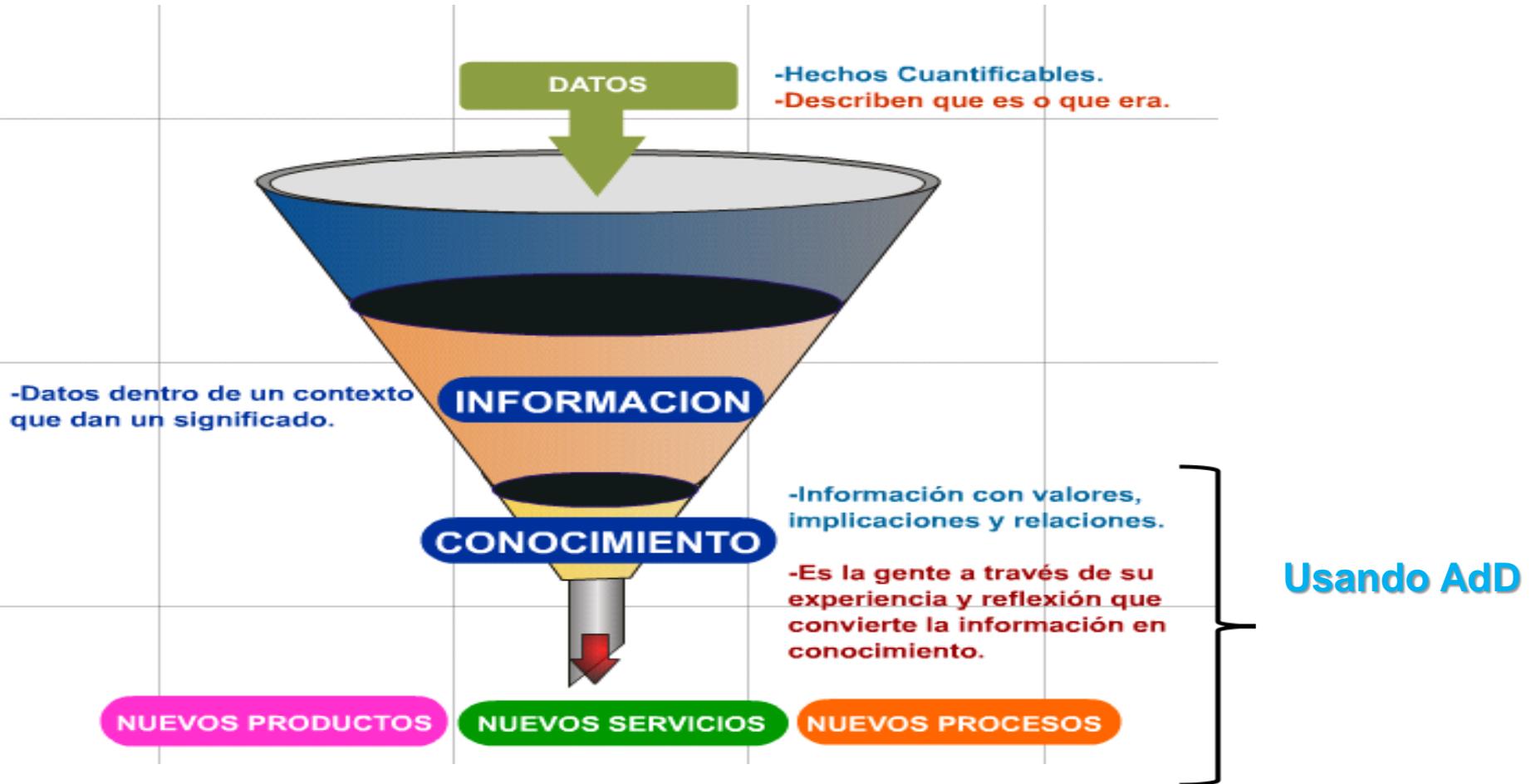
neve



## ¿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.

## 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)

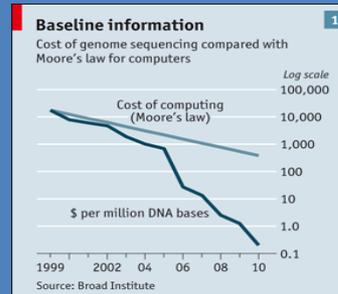


**Una gran diversidad de fuentes de datos**

## 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

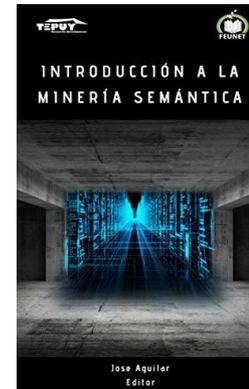
**Pero,**  
**¿Cómo automatizar  
ese proceso?**

Contrasta



## Minería de Datos

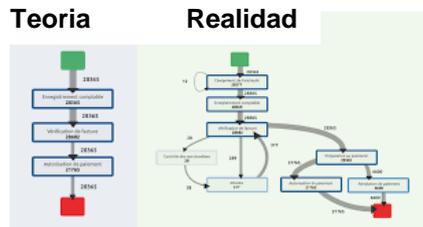
## Minería Semántica



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

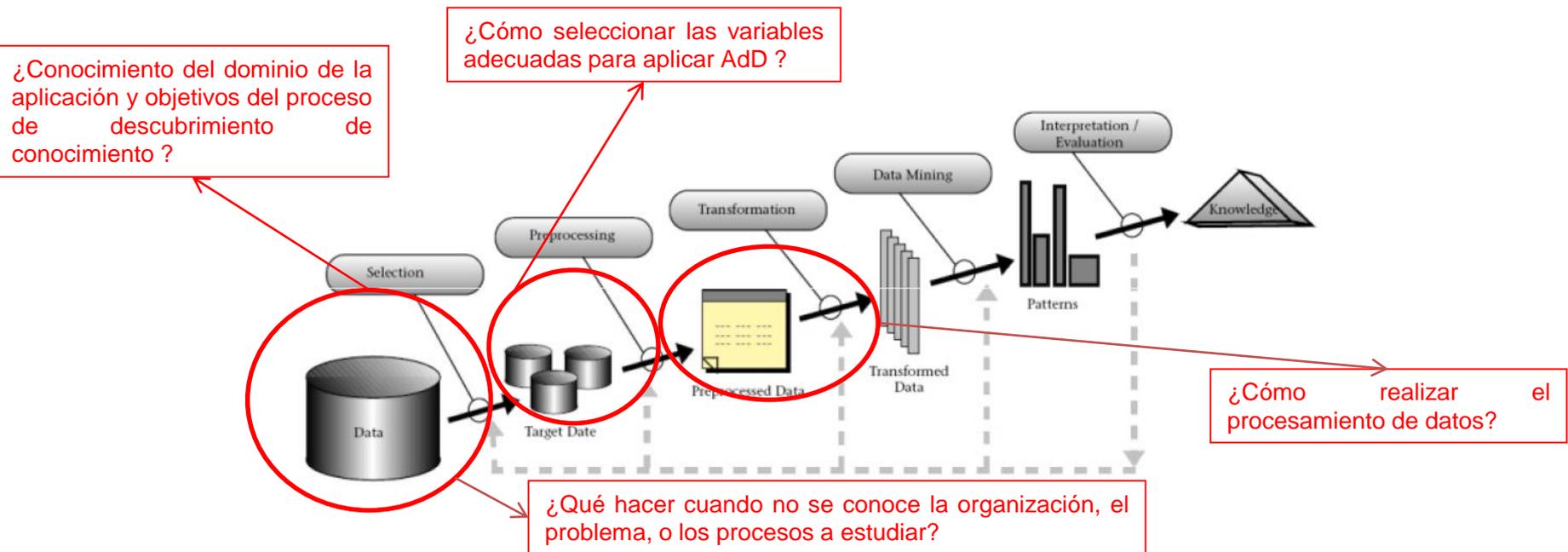


**La ciencia de los datos**  
Preparación de los datos  
para un proceso de AdD  
suele **consumir la mayor**  
**parte del esfuerzo**  
**invertido en el proceso**



## Metodologías para realizar Analítica de Datos en una organización

# MIDANO



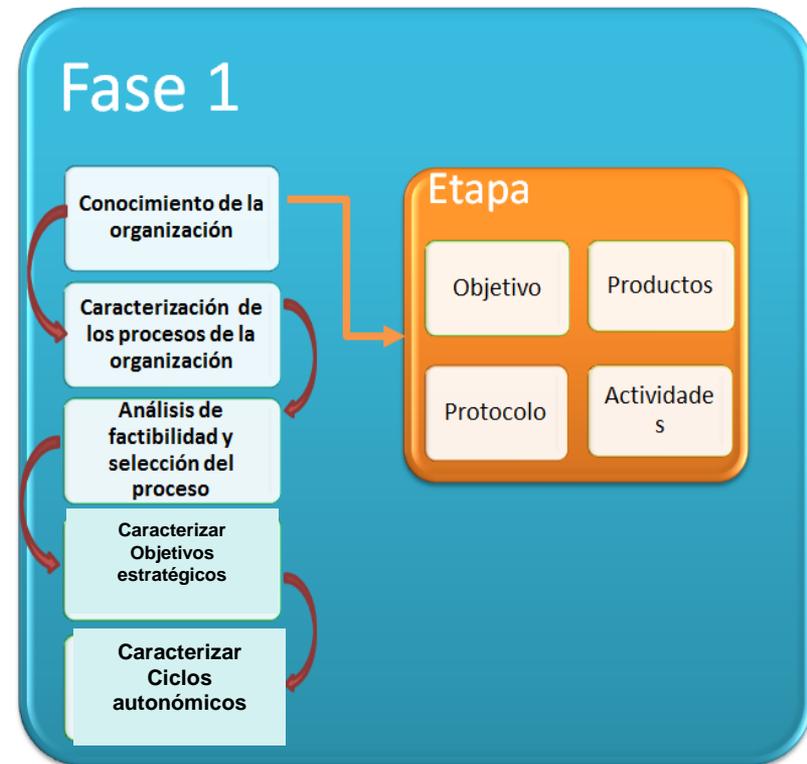
## MIDANO

Consta de tres fases



## Fase 1: Conocimiento de la Organización

Esta fase tiene como finalidad realizar un **proceso de ingeniería de conocimiento**, orientado a organizaciones/empresas, de las cuales no se conoce o se tiene poca información del (de los) problema(s), o los procesos a estudiar.



## Etapa 4: Caracterizar los objetivos estratégicos a alcanzar

**Para los procesos seleccionados:  
todos sus posibles escenarios futuros**

Escenarios futuros deben estar orientados a lograrlos

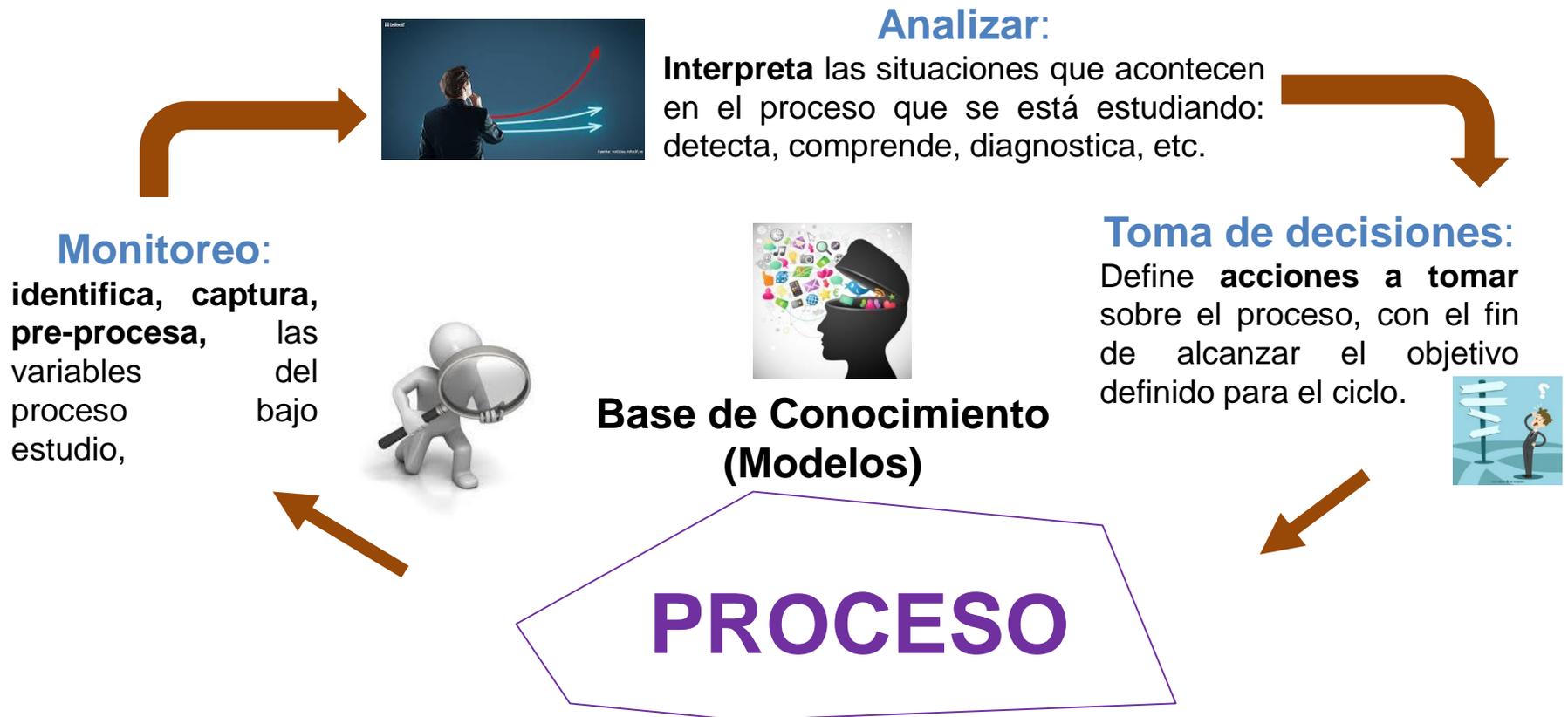
Métricas estadísticas, modelos de conocimiento, ...

Descripción del escenario futuro

Objetivos Estratégicos a	Actor(es) asociado(s)	Variables Asociadas	Actividades de AdD que se realizarían	Funcionalidades nuevas	Resultados que se desean obtener
--------------------------	-----------------------	---------------------	---------------------------------------	------------------------	----------------------------------

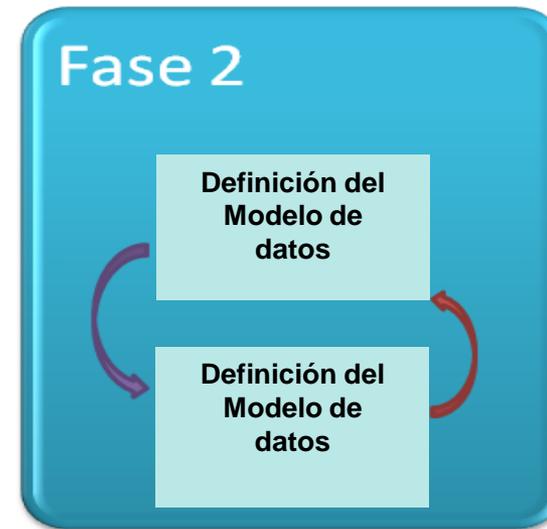
**El conjunto de escenarios futuros define una planificación estratégica tecnológica organizacional**

## Etapa 5: Caracterizar los ciclos autonómicos de AdD para cada Objetivo Estratégico



## Fase 2: Preparación de Datos

- En esta fase se plantea realizar la **preparación de los datos** desarrollando dos etapas.
- Los productos más resaltantes de esta fase son las **vistas minables (conceptual y operativa)** y el **modelo de datos multidimensional**.



## Etapa 1: Definición del modelo de datos

### VMC

Variable	Descripción	Procedencia	Observaciones

### modelo de datos multidimensional (tipo estrella)

Nombre	Nombre de la tabla de hecho
Claves a las tablas de dimensiones	Todas las claves a las tablas de dimensiones
VARIABLES OBJETIVOS	VARIABLES QUE DESCRIBEN O SE ASOCIAN AL CONOCIMIENTO EXTRAÍDO (predicciones, etc.)
Otras variables	VARIABLES REQUERIDAS POR LA TAREA DE AD, POR EJEMPLO, DERIVADAS DE OPERACIONES DE PROCESAMIENTO DE LAS DIMENSIONES O DE OLAP

Nombre	Nombre de la tabla de dimensión
Claves de la dimensión	Clave de la dimensión
Atributos de la dimensión	Atributos que describen el tema asociado a esa dimensión



## Etapa 2: Caracterización de los datos del dominio de la aplicación

Tabla ETL

Variable	Extracción	Transformación	Carga
Nombre de la variable	De que fuente de datos organizacional se extraerá	Especificación del proceso de pre-procesamiento de los datos (estudios de dependencia, limpieza, cambio de formatos, etc.)	A que dimensión del modelo de datos irá

Tabla CCA

Variable	Colección	Curación	Análisis
Nombre de la variable	Identificación de fuentes externas para su obtención	Preparación de las operaciones para su obtención (limpieza, calculo, etc.)	Determinación de criterios sobre la calidad del dato (verificar si mide fenómeno deseado) y a que dimensión irá

### Protocolo de la etapa

- Limpieza
- Transformación
- Reducción
- Cálculo de correlaciones ...

## Fase 3: Desarrollo de las tareas de AdD



## Etapa 3: Desarrollo del ciclo autonómico de AdD

### Desarrollo de las tareas de AdD



**Se puede usar cualquier metodología de desarrollo de Minería de Cualquier Cosa para esta fase de desarrollo de tareas de AdD**

## Etapa 4: Validación/Interpretación

- **Validar el modelo de conocimiento** generado por cada tarea de AdD usando los datos de prueba, y siguiendo la estrategia de validación establecida: **hold-out, cross validation, leave-one-out**.
- **Validar el comportamiento del CA**, en un **entorno de prueba**, antes de ponerlo en producción
- **Validar el comportamiento del CA**, en el **sistema de toma de decisión organizacional**

## 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**

¿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

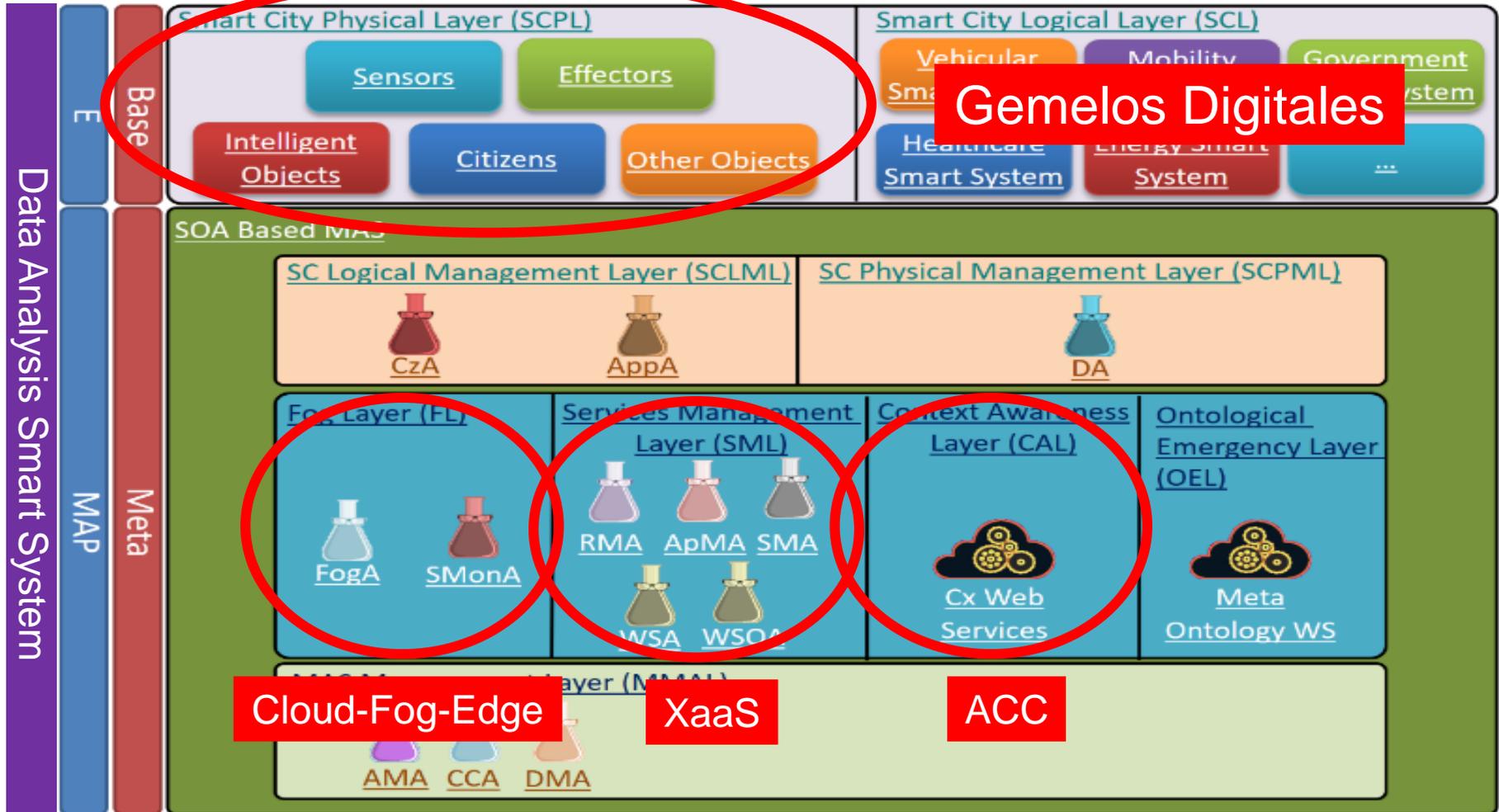


TICs

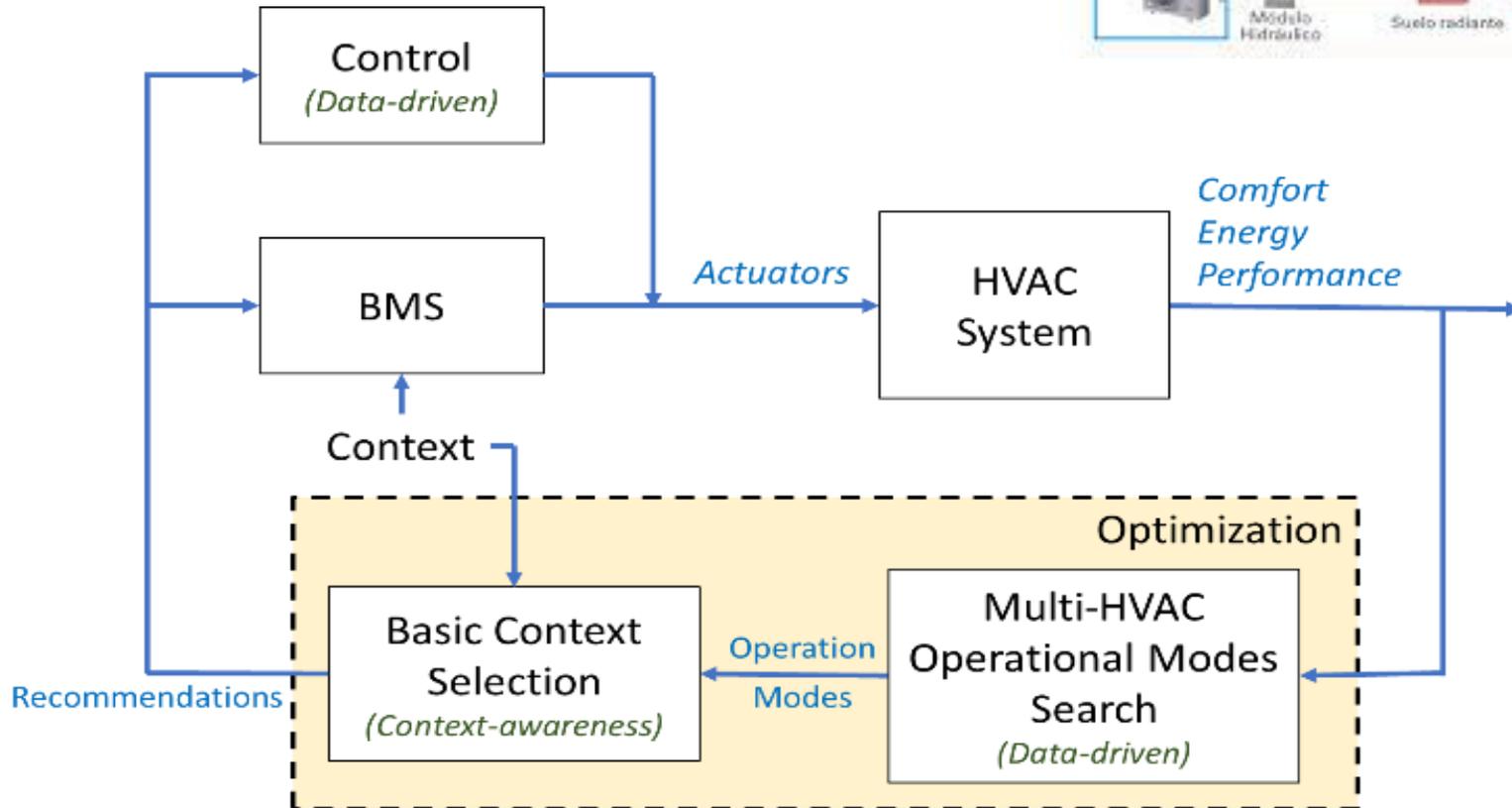


Sistema de  
Recreación

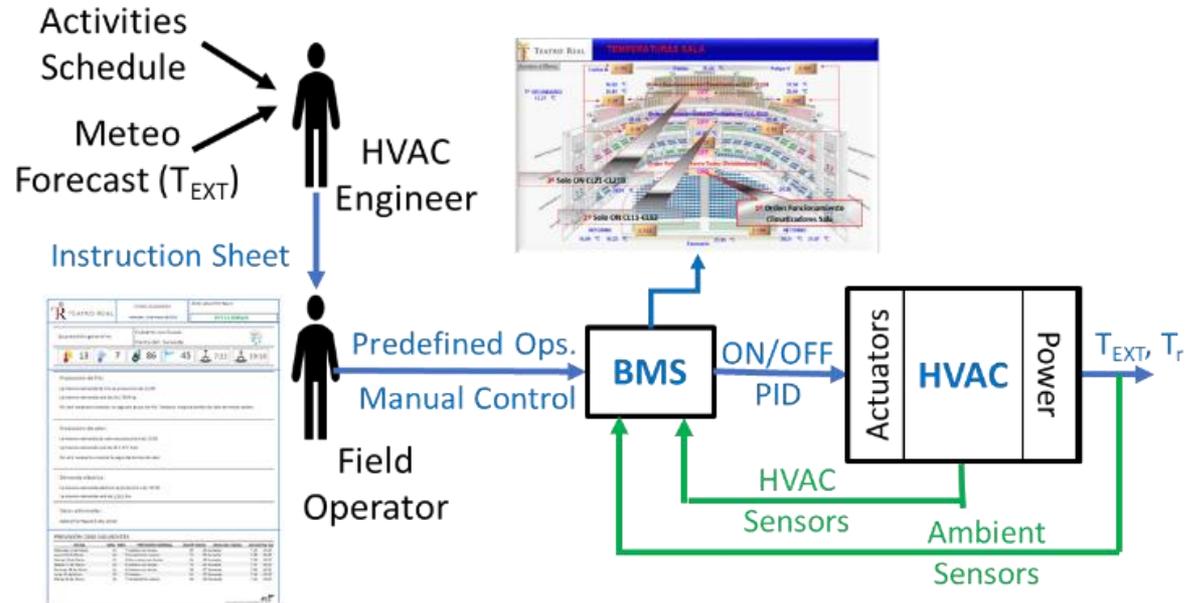
## Autonomic Reflective Middleware for Smart Cities



# Arquitectura de gestión autónoma para sistemas de climatización en edificios inteligentes



Tareas de AdD:  
*Optimizar y controlar*



M  
Co  
Problema multiobjetivo  
(3)

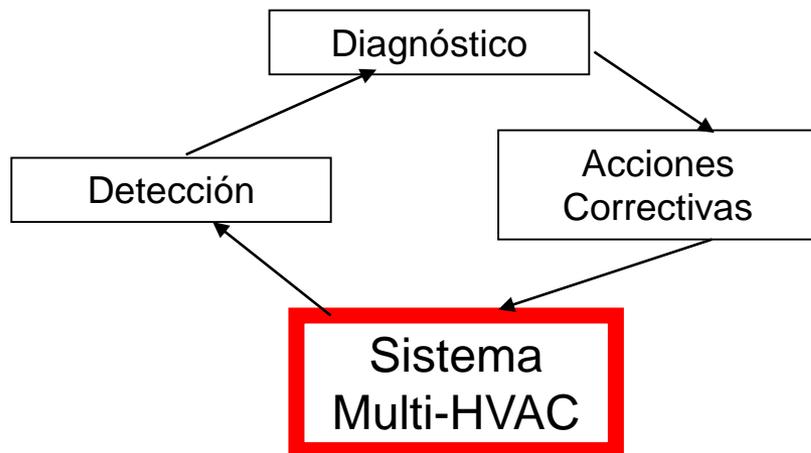
Confort  
Disminuir Costos

Problema Control difuso  
MAD [C<sub>r</sub>, x<sub>r</sub>]

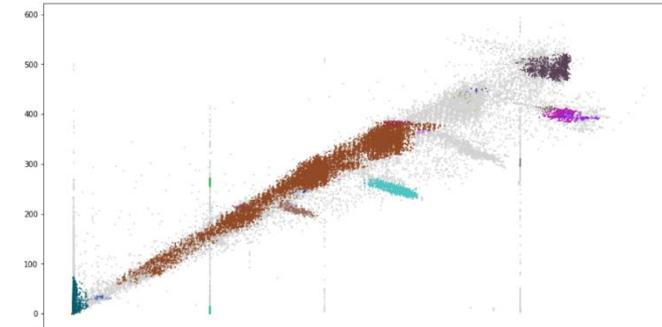
# Sistema Inteligente de Supervisión de Sistemas Multi-HVAC



Dashboard



Modelos



	Antecedente	Consecuente	Soporte	Confianza	Lift
0	(potencia alta,)	(potencia termica alta,)	0.230207	0.918571	3.672847
1	(potencia buena,)	(potencia termica buena,)	0.124626	0.812248	5.323120
2	(temp sal baja,)	(temp ext alta,)	0.116605	0.764429	3.050213
3	(potencia termica alta, cop bajo)	(potencia alta,)	0.056114	0.991089	3.954631

**Analítica  
Académica**



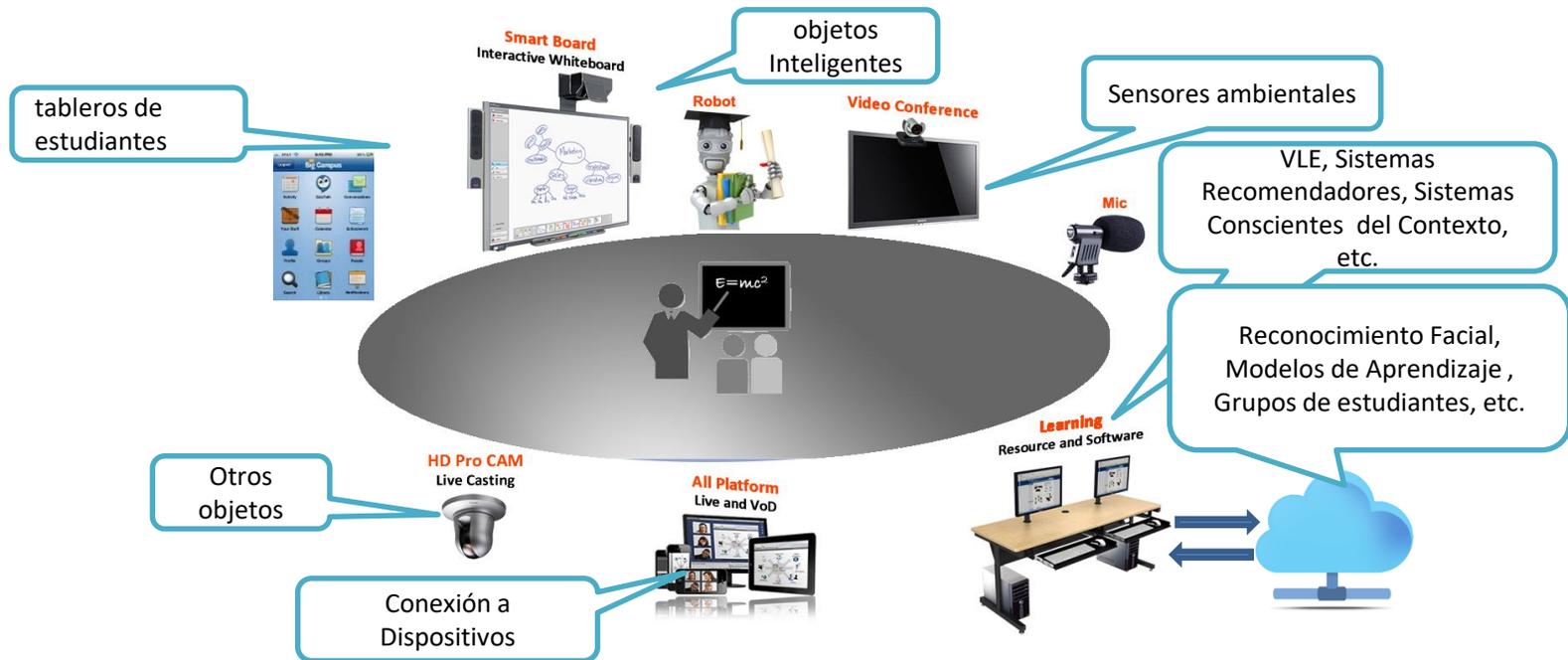
**Analítica  
Científica**

**Analítica de  
Aprendizaje**

**Analítica  
Institucional**

...

## Salón de Clases Inteligente (SaCI)



**ACOLAT: Ciclo autónómico de tareas de LA**

## ACOLATs

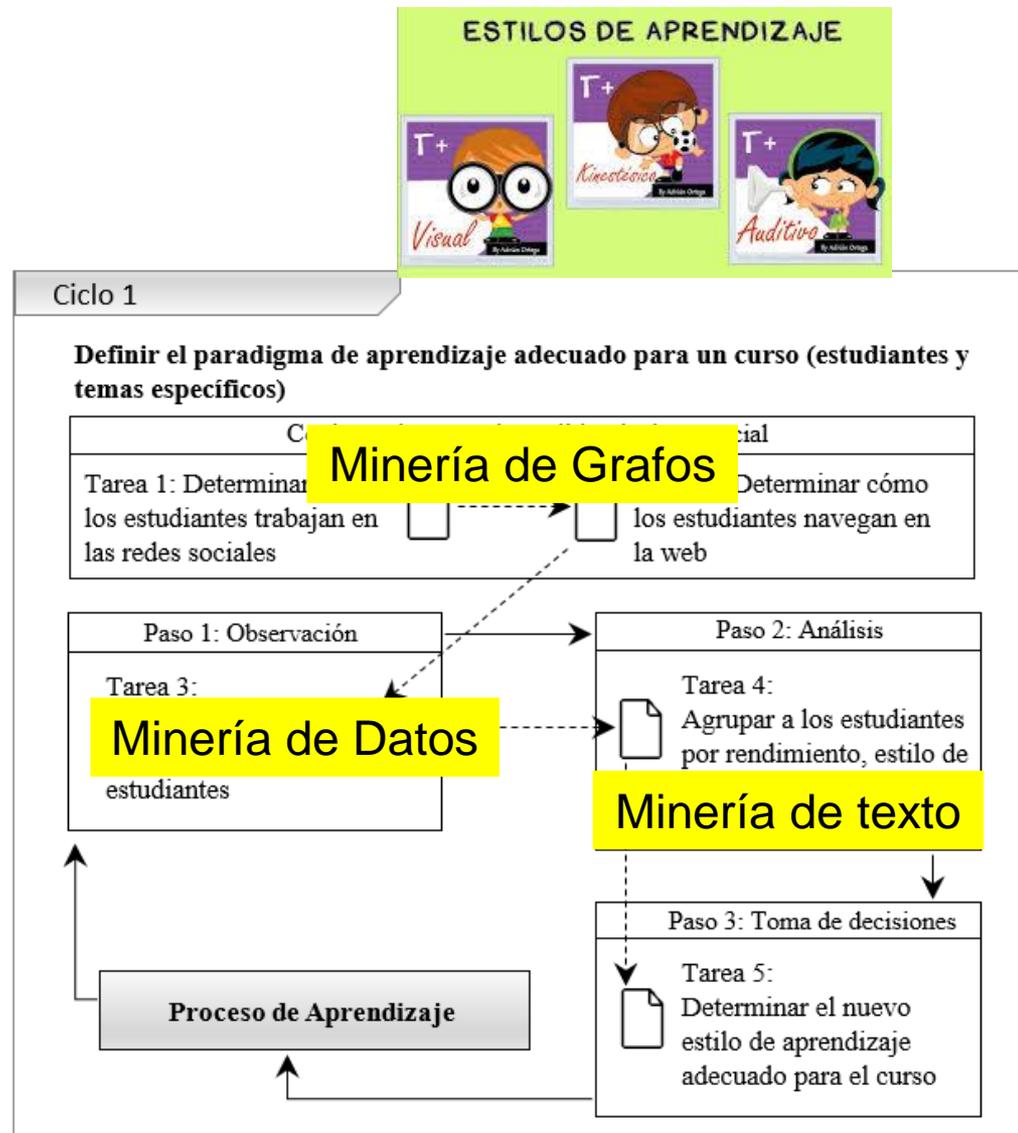
Ciclo 1: Determinar el **paradigma de aprendizaje** adecuado para un curso

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

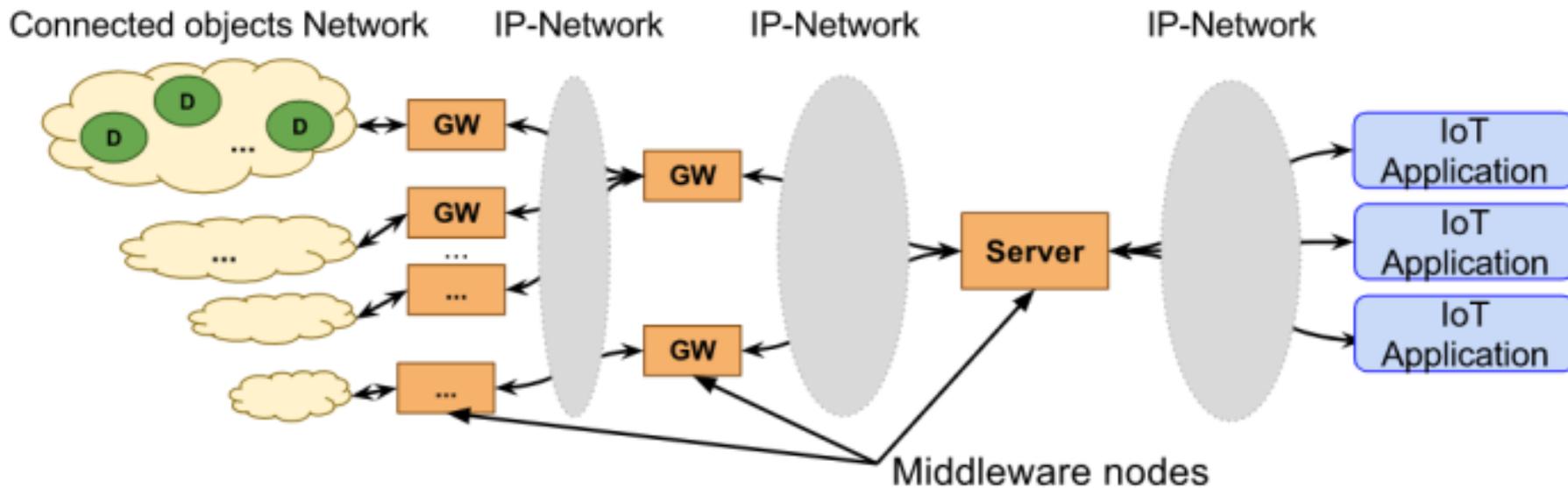
Ciclo 3: Identificar a los **estudiantes con necesidades específicas**.

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

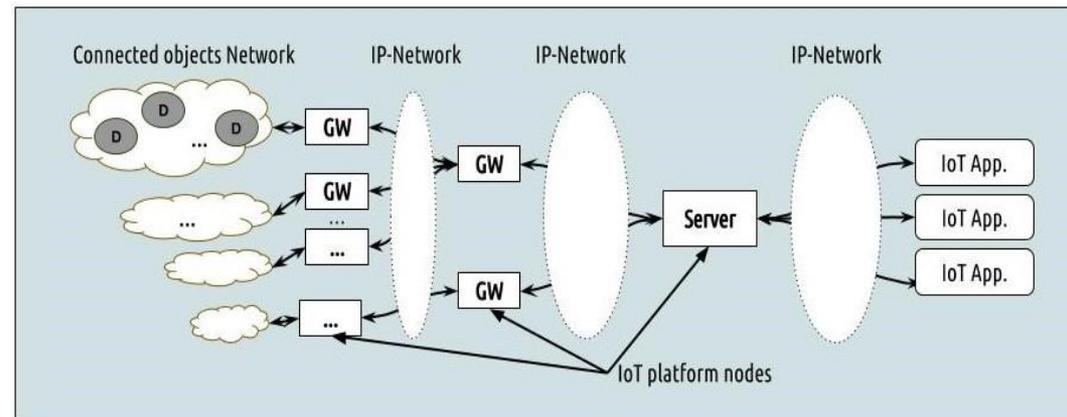
### 1. Aplicaciones de IoT y sus requisitos de QoS/QoE (tiempo de respuesta limitado, disponibilidad, etc.)

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:

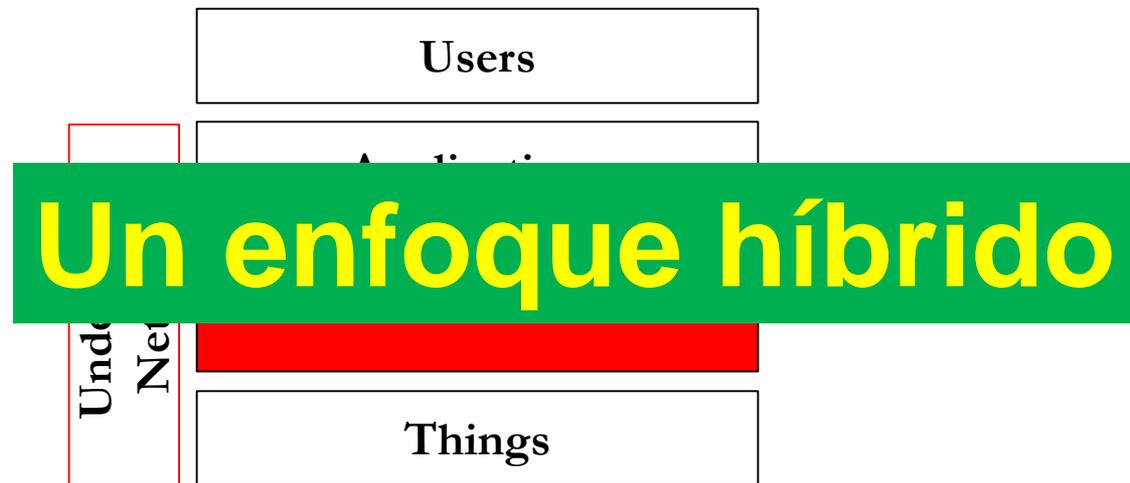
- > a nivel de redes IP
- > a nivel de los nodos de la plataforma IoT.



[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

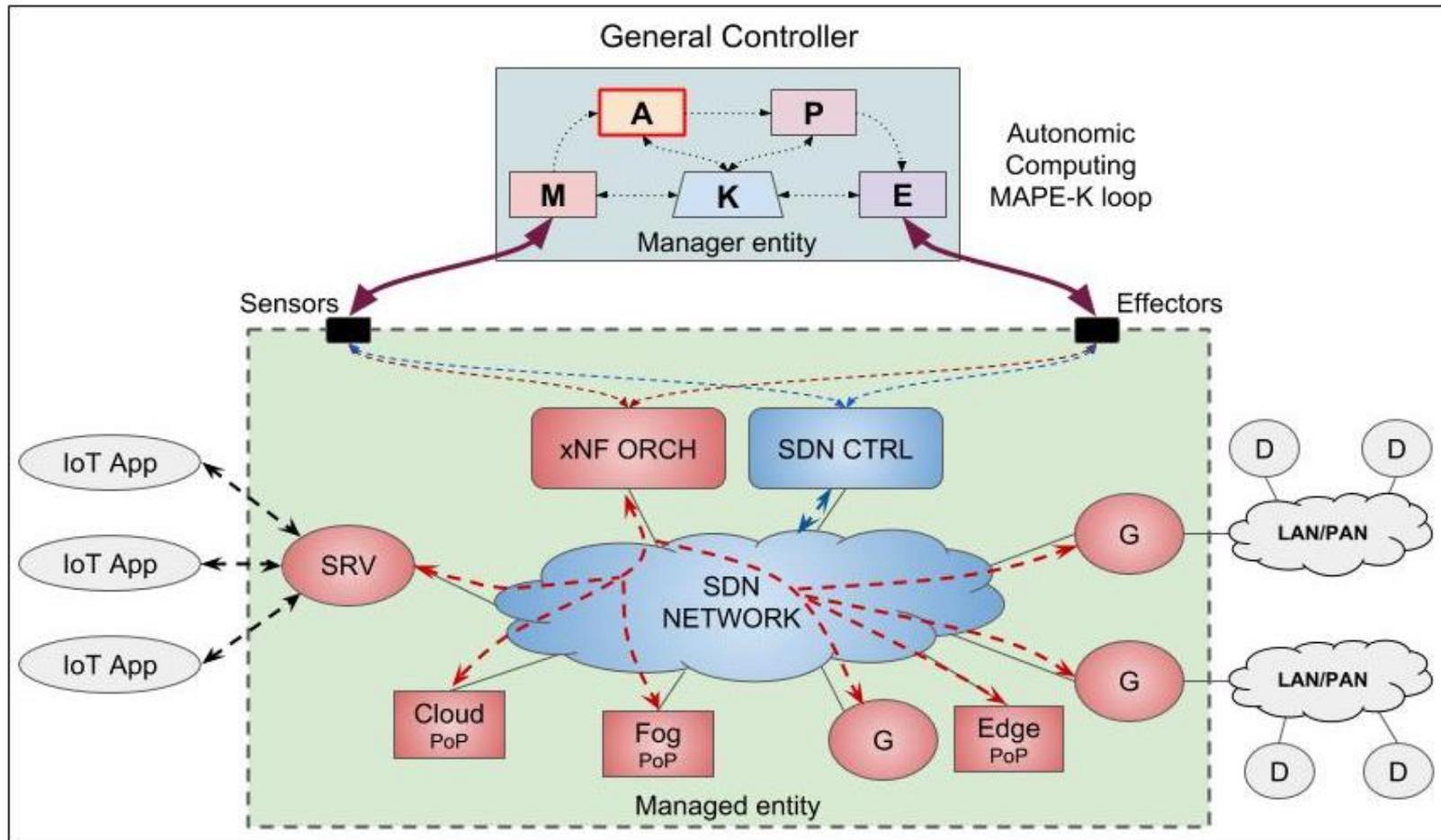
- La plataforma IoT
- La red subyacente



IoT High Level Architecture (HLA)

### HLA Model for a Dynamic and Autonomic System

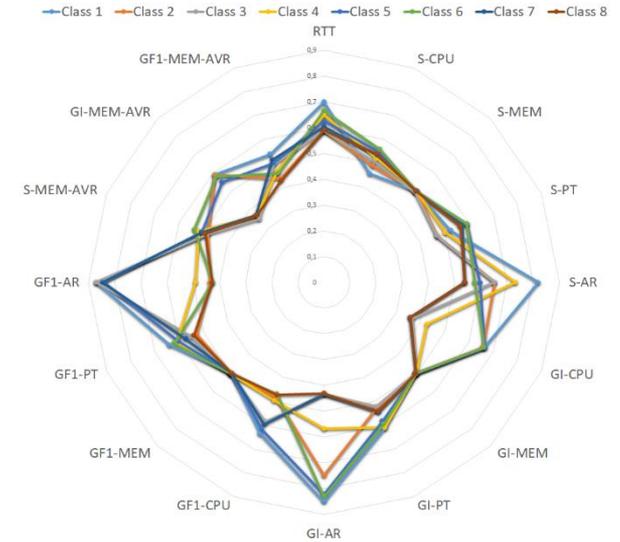
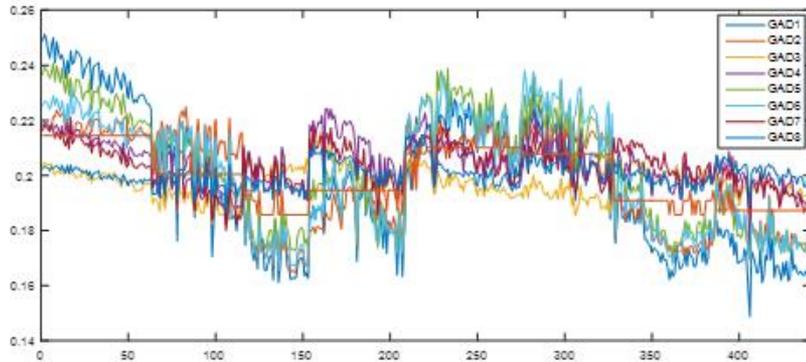
Un enfoque híbrido en un entorno heterogéneo:



# Sistemas de Comunicación

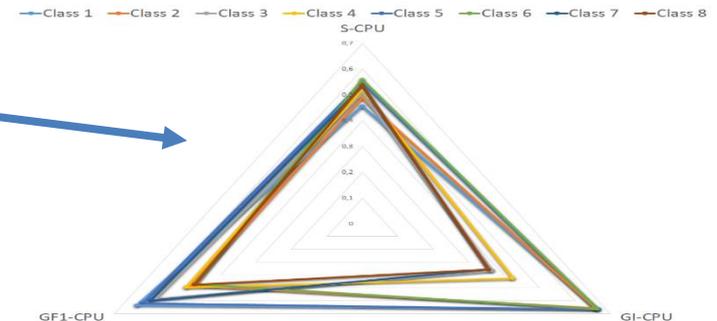
## 5G: plataforma IoT

### 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 ...**

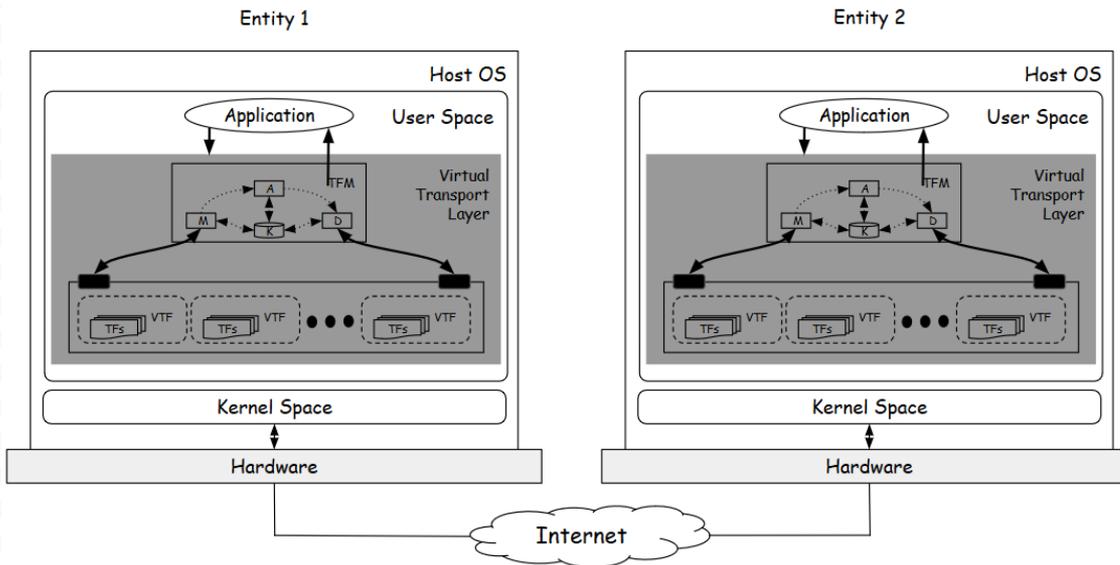


## Ciclo autonómico:

# *Transport Function Manager (TFM)*



# Sistemas de Comunicación 5G: La red subyacente



Overview of TFM and its components

## Nuestro ciclo

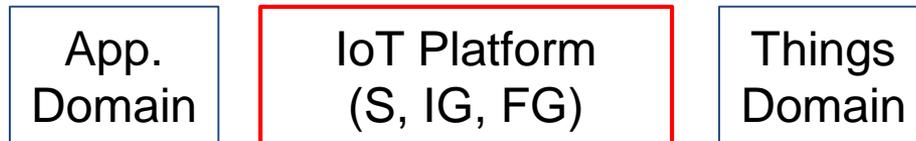
**autónomo**



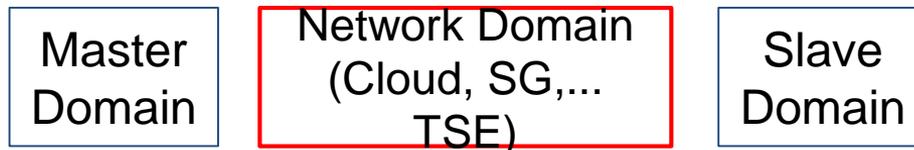
Arquitectura de control distribuido que tiene como objetivo construir dinámicamente TS e implementar todos los TF necesarios para proporcionar la QoS/QoE requerida.

### Ciclos autónomos deben responder a:

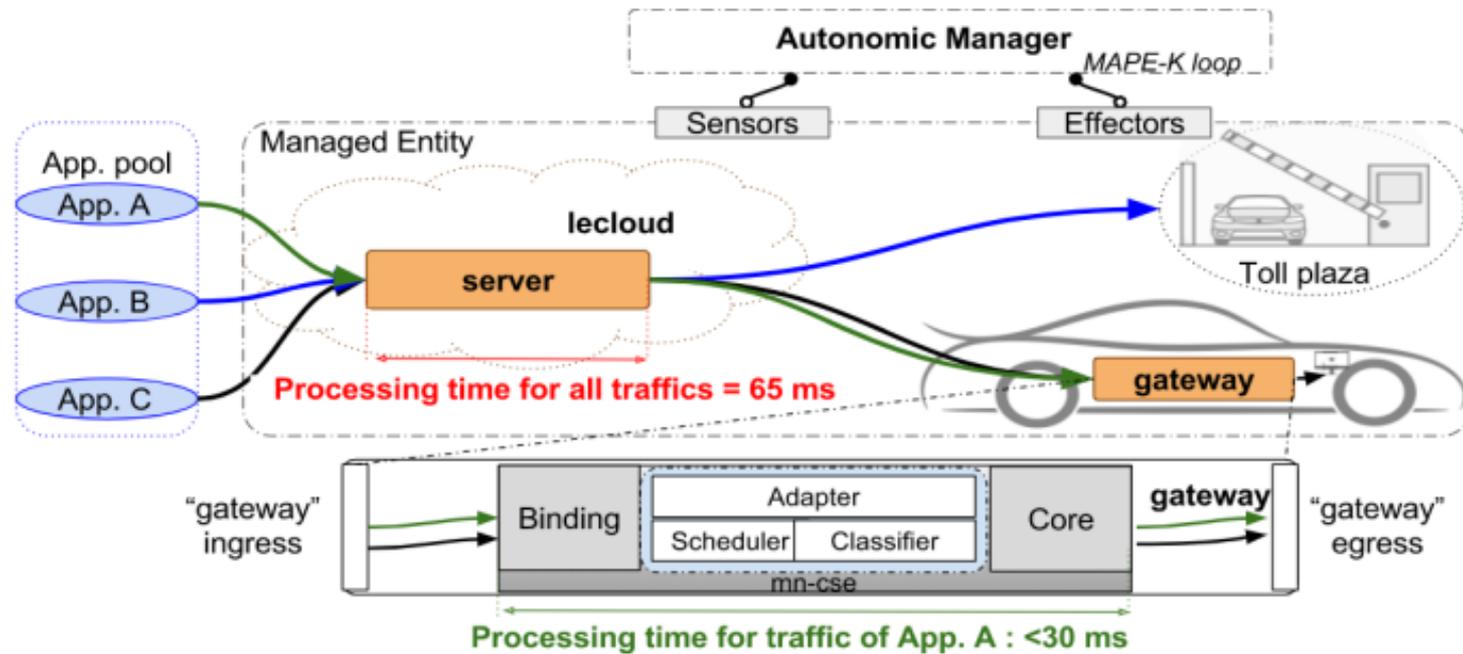
- > **Contexto IoT:** entidad gestionada es una plataforma IoT (tradicional) compuesta por varias entidades, a saber, un Servidor en la nube (S), Puertas de enlace intermedias (IG) y Puertas de enlace finales (FG)).



- > **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

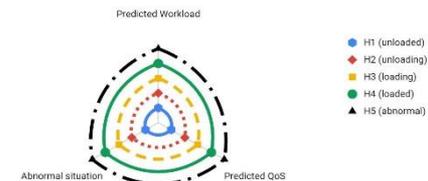
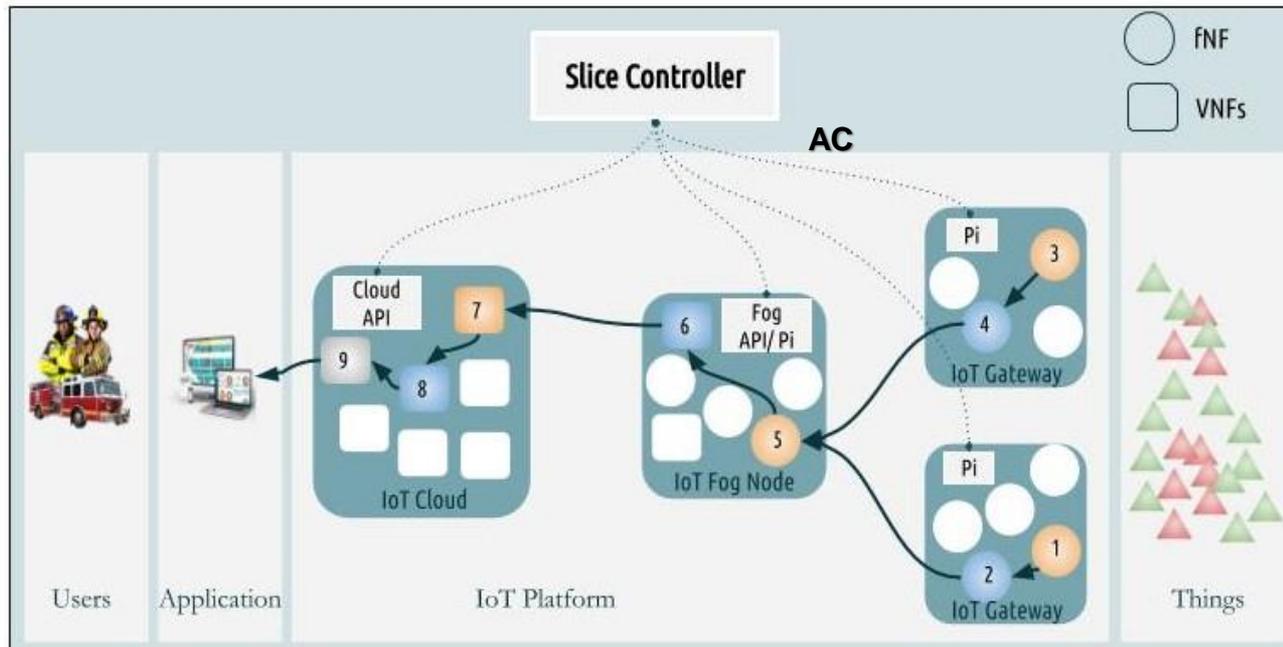


Priorizar (en la Gateway)  
el tráfico que proviene de  
una aplicación

Implementación de una política de  
scheduling en la Gateway

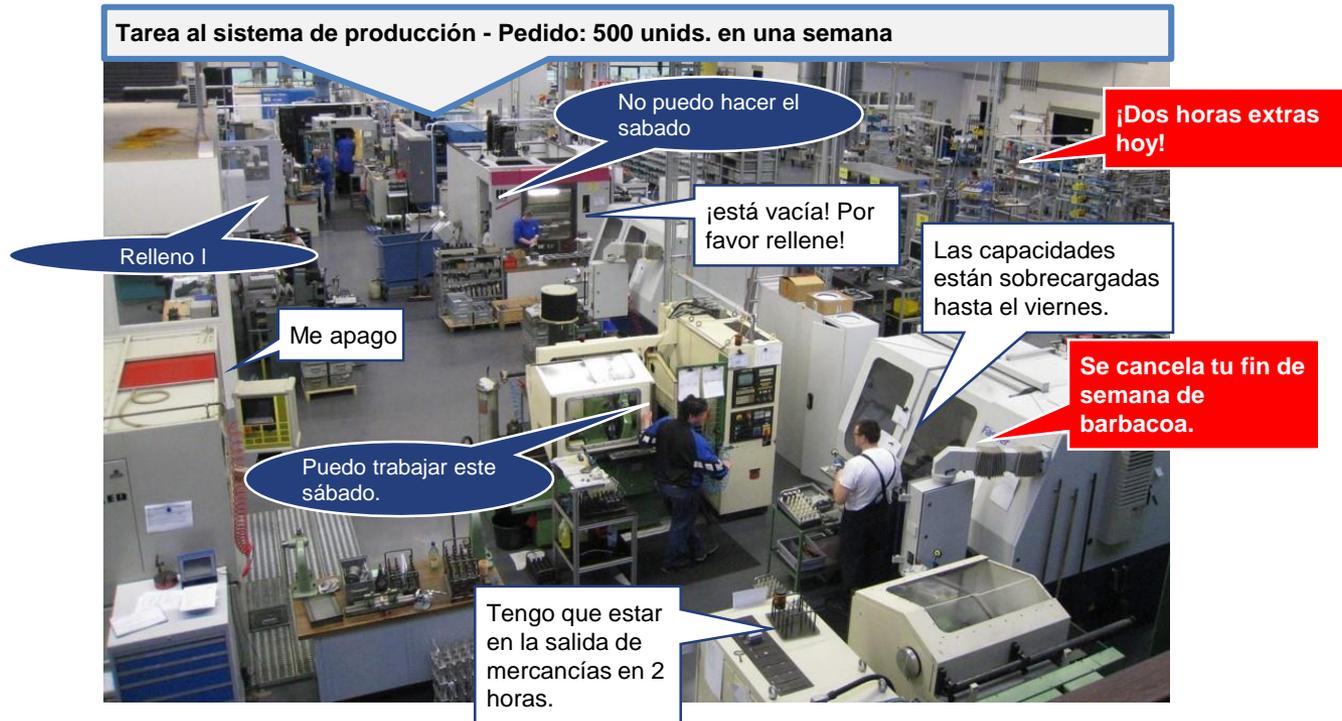
# Slice construction

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



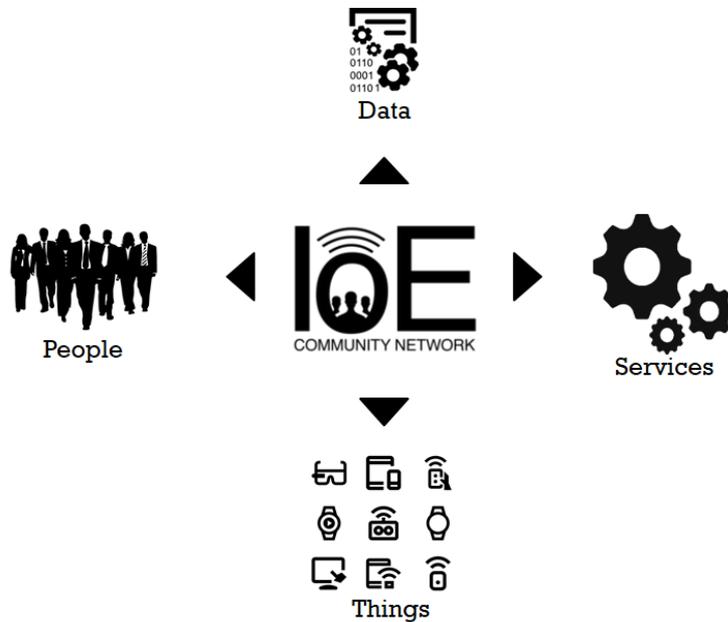
**Estados de la  
Plataforma IoT**

## Procesos productivos



**Un día normal en una fábrica inteligente.**

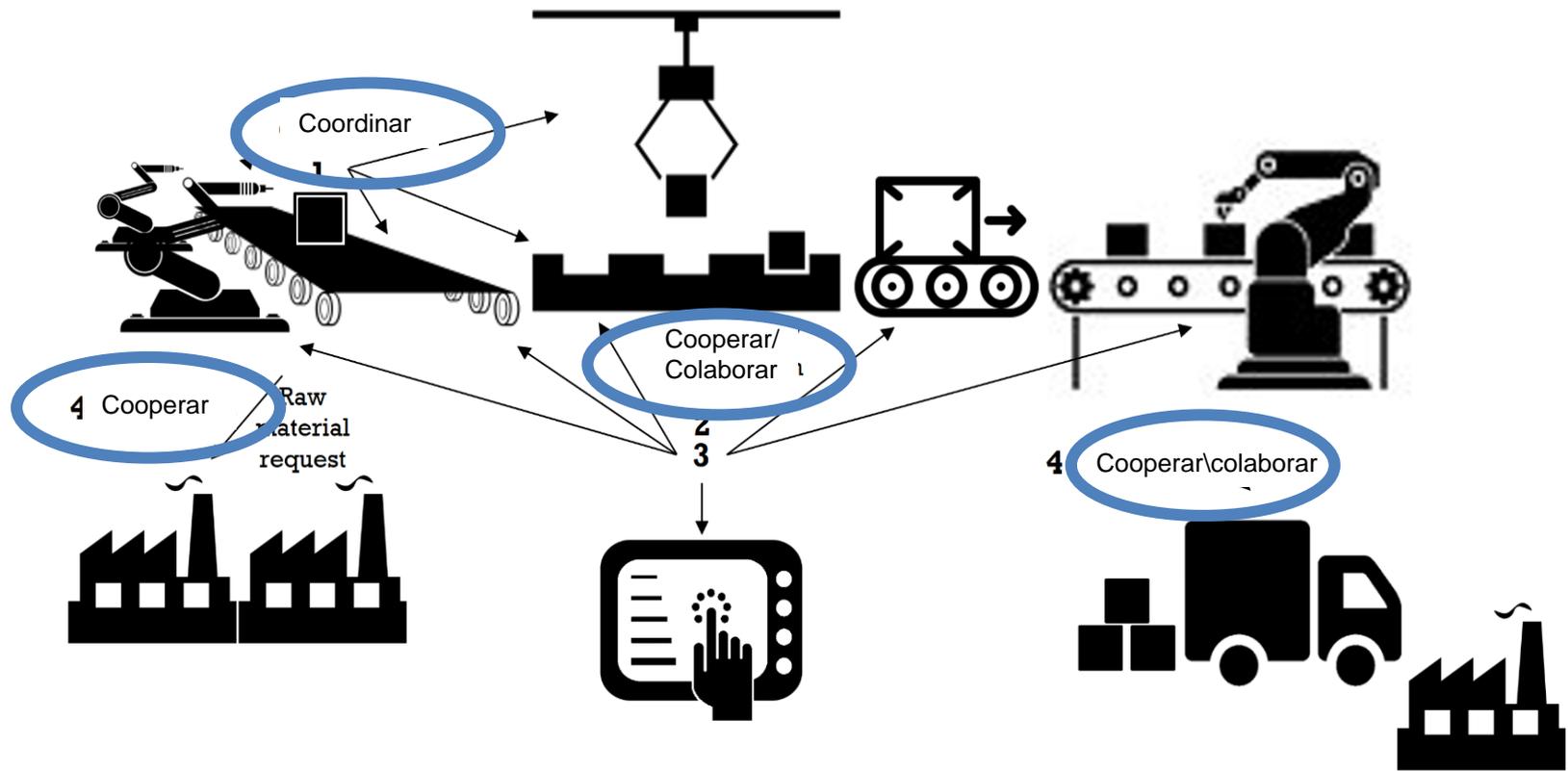
## Internet del todo (IoE)



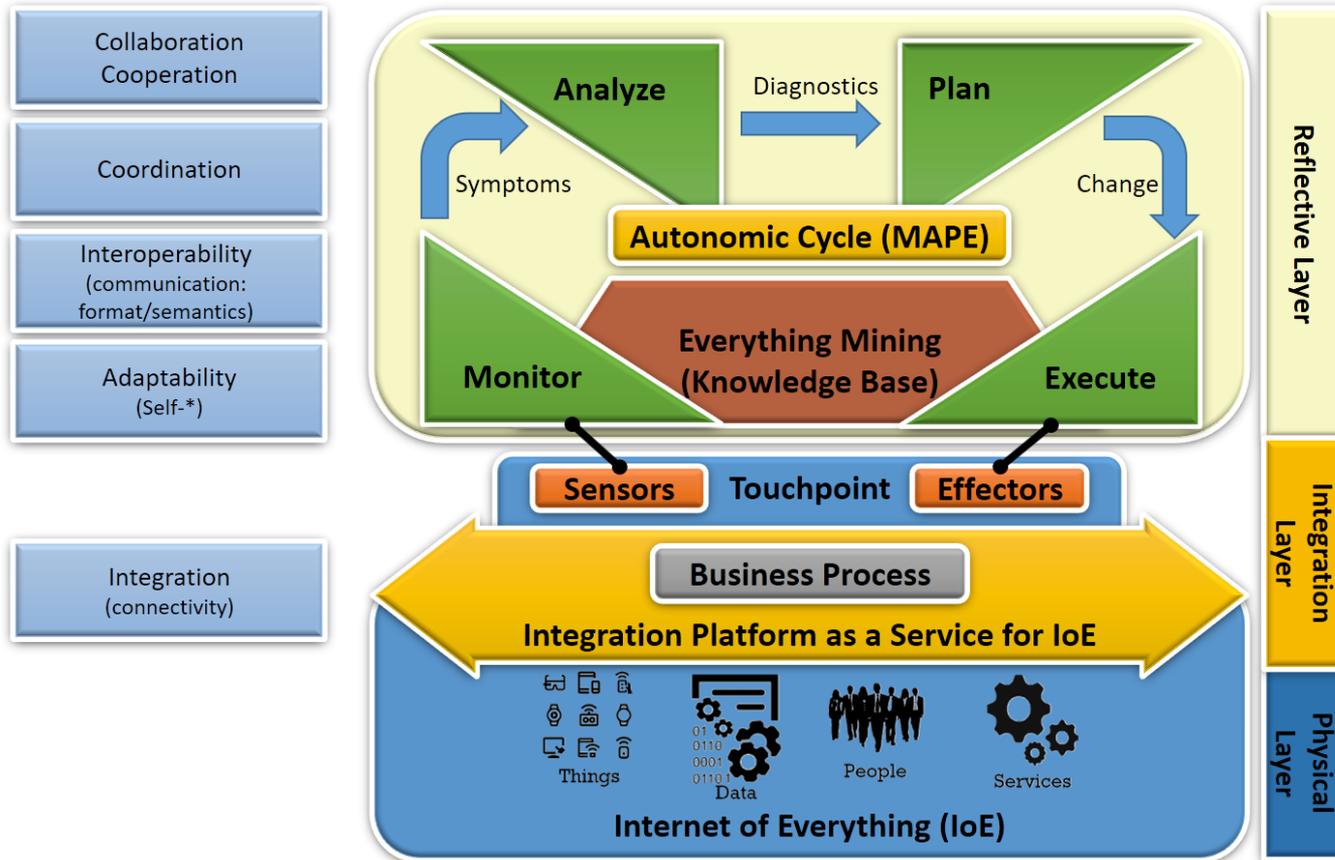
- Connectarse
- Comunicarse
- Coordinarse
- Cooperar
- Colaborar

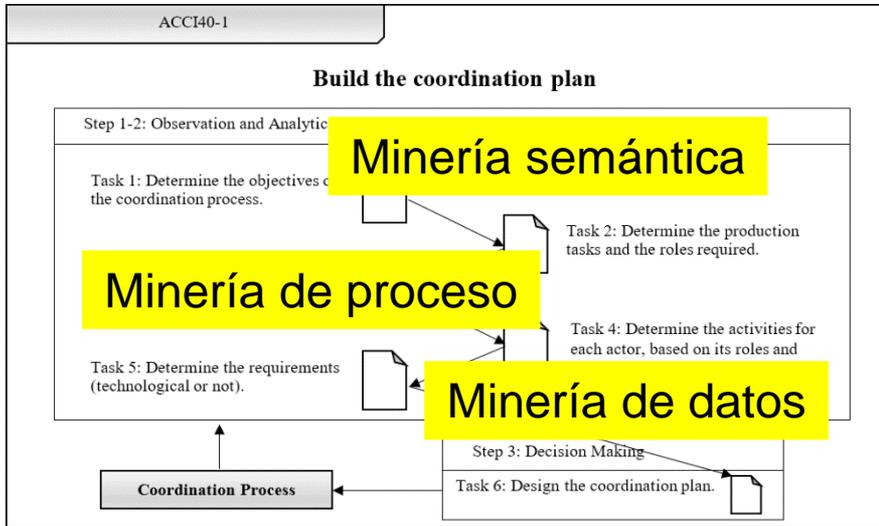
## Todo como servicio (XaaS)

## Proceso Productivo en la I.4.0

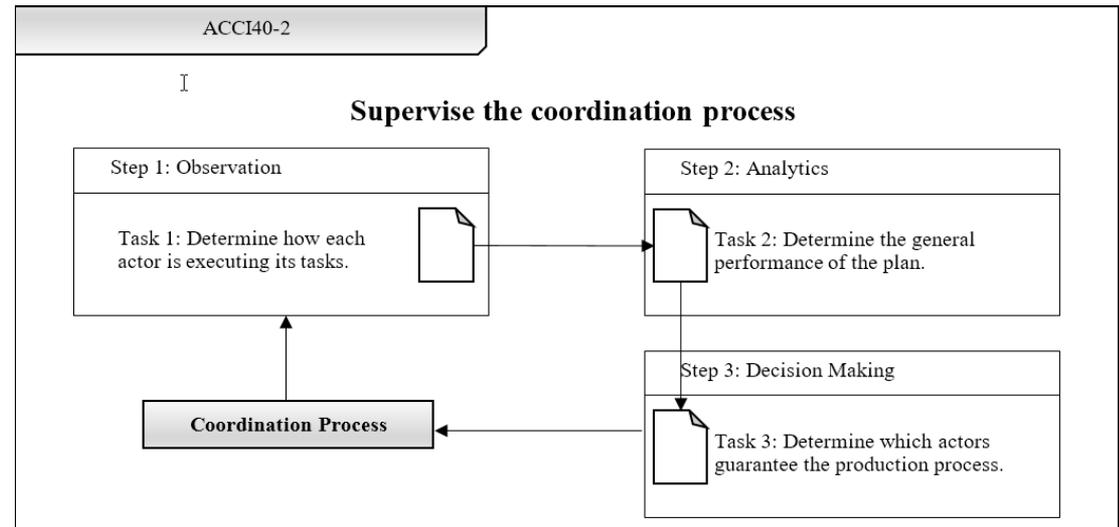


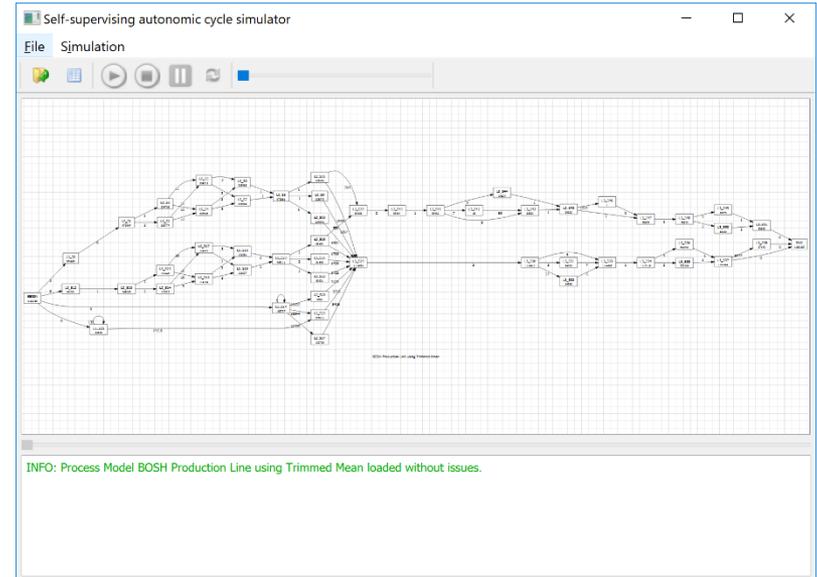
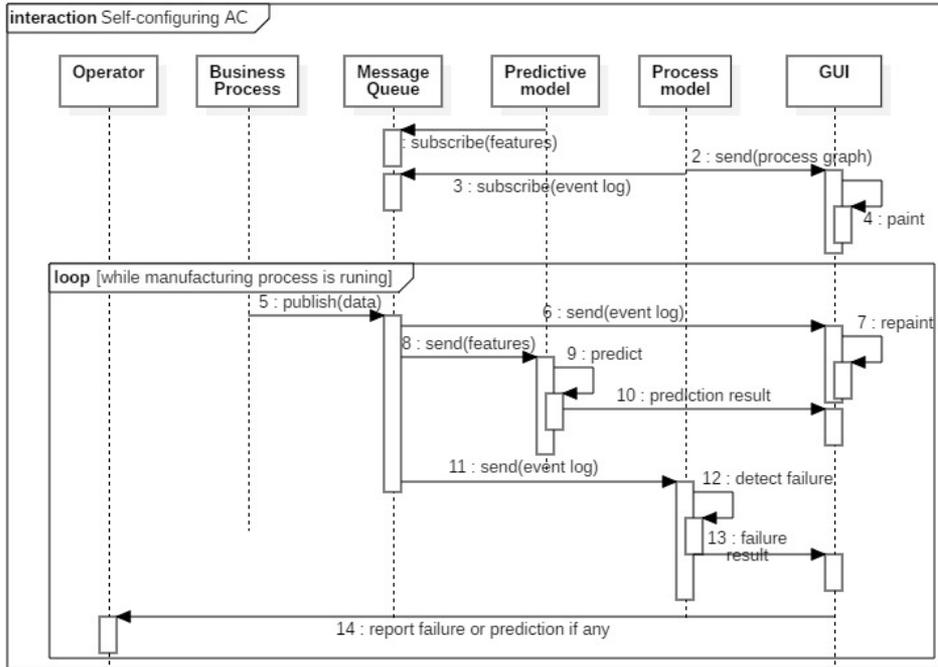
## Framework de integración



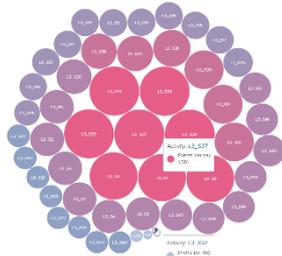


Empleadosvirtuales.com

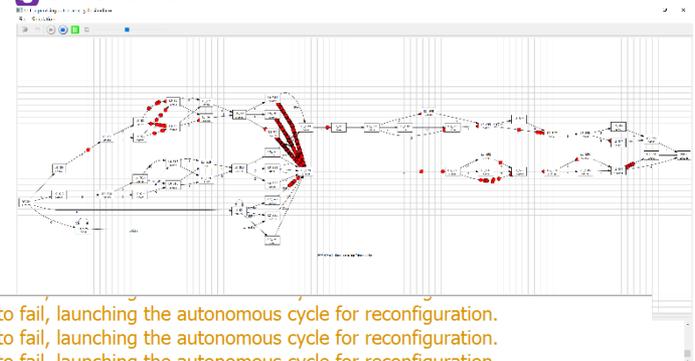




## Ciclo autónomo para autoconfiguración



## Modelos



- PR\_MSG: 2017-08-09 20:48:25 The Supervisor Autonomic Cycle predicts that piece id 1639495 is going to fail, launching the autonomous cycle for reconfiguration.
- PR\_MSG: 2017-08-09 21:30:27 The Supervisor Autonomic Cycle predicts that piece id 1193346 is going to fail, launching the autonomous cycle for reconfiguration.
- PR\_MSG: 2017-08-10 00:18:36 The Supervisor Autonomic Cycle predicts that piece id 1687736 is going to fail, launching the autonomous cycle for reconfiguration.
- PR\_MSG: 2017-08-10 00:24:36 The Supervisor Autonomic Cycle predicts that piece id 564207 is going to fail, launching the autonomous cycle for reconfiguration.
- PR\_MSG: 2017-08-10 12:25:19 The Supervisor Autonomic Cycle predicts that piece id 1371924 is going to fail, launching the autonomous cycle for reconfiguration.
- PR\_MSG: 2017-08-10 15:19:28 Stations (L0\_S18, L3\_S35, L3\_S34, L0\_S21, L3\_S33, L0\_S23) are not working properly, launching the autonomous cycle for reconfiguration.

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



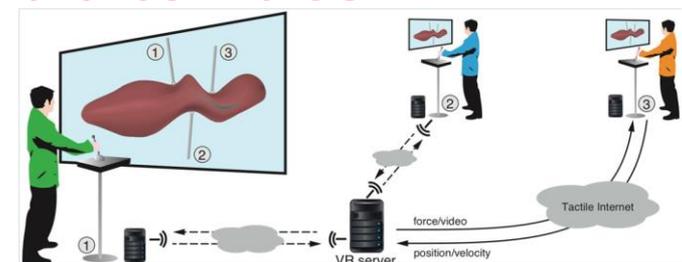
10ms



1ms

Algunos estiman que para el 2030 habrá cambios significativos

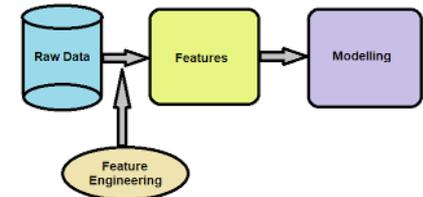
- Vehículos autónomos
- Lavadoras Inteligentes
- Sistemas de Calefacción Inteligentes



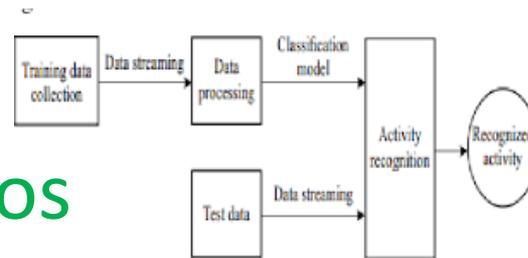
- Meta-aprendizaje



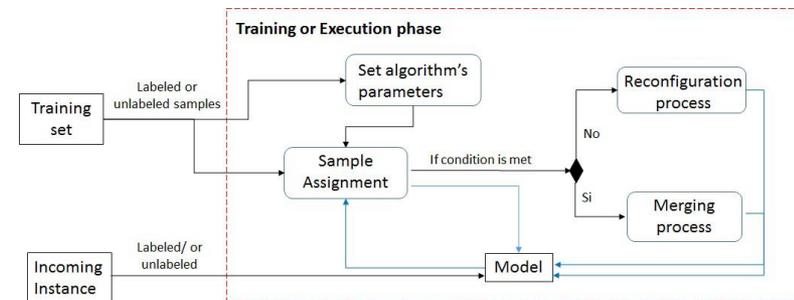
- Automatizar ingeniería de descriptores



- Automatizar procesamiento de los datos

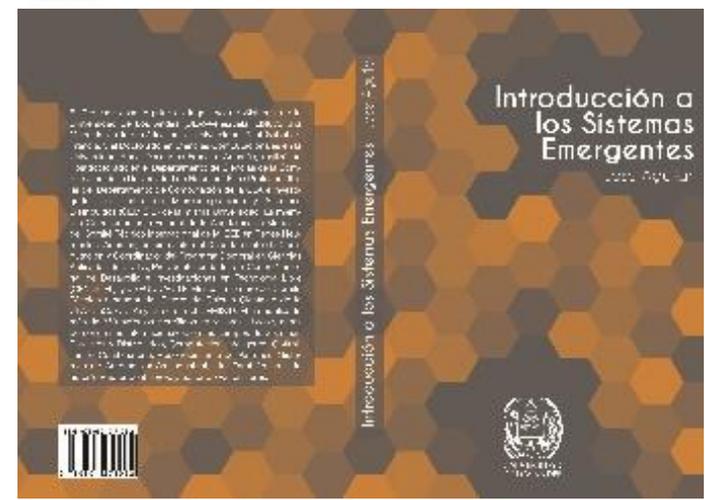


- Aprendizaje híbrido





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)

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



# 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