



# Computational Applications based on Autonomous Cycles of Data Analysis Tasks

Jose Aguilar



Octubre 2019



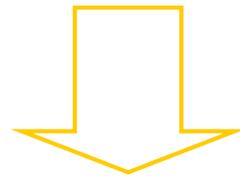
# Agenda



- Importancia de la Analítica de Datos
- MIDANO: Ciclos Autónomos de Tareas de Análisis de Datos
- Analítica de Datos 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**

## 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:

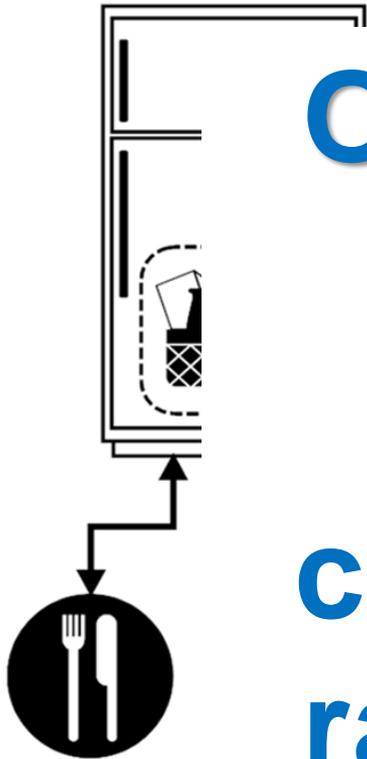
- **Implantes de monitoreo cardíaco**,
- Transpondedores de **biochip en animales** de granja, **almejas eléctricas** en aguas costeras,
- **Automóviles** con sensores incorporados,
- **Dispositivos de análisis de ADN** para el Monitoreo en el medio ambiente/alimentos/patógenos,
- **Dispositivos de operación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

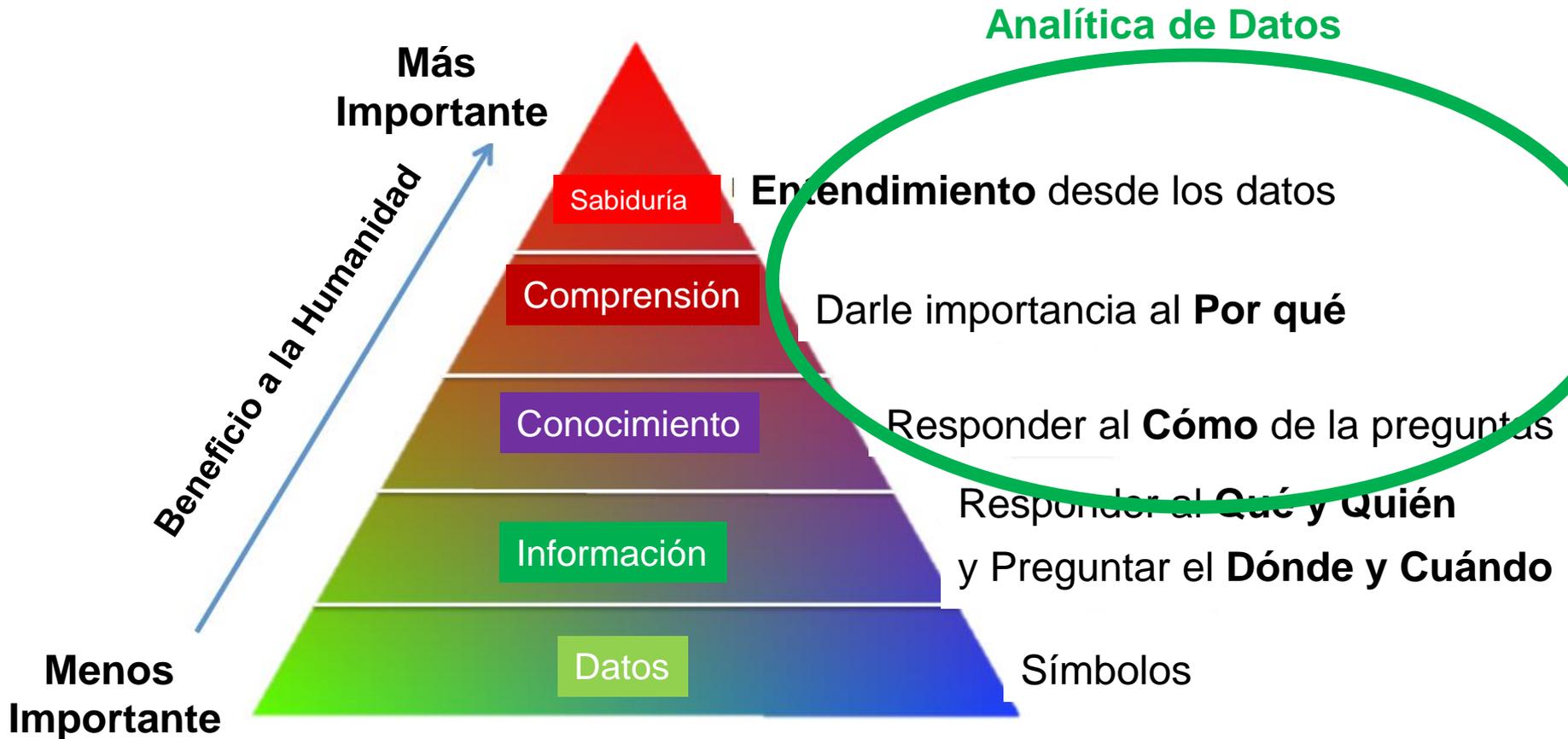


B) Buscador de recetas

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)

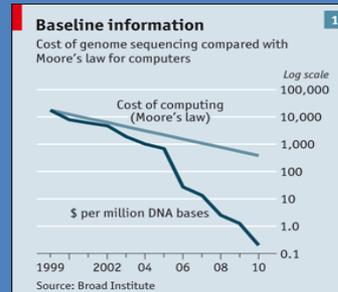


**Una gran  
diversidad de  
fuentes de datos**

## 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

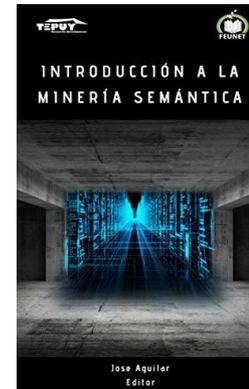
**Pero,**  
**¿Cómo automatizar  
ese proceso?**

Contrasta



## Minería de Datos

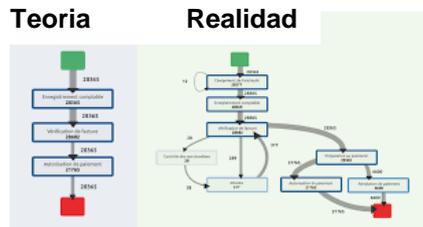
## Minería Semántica



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

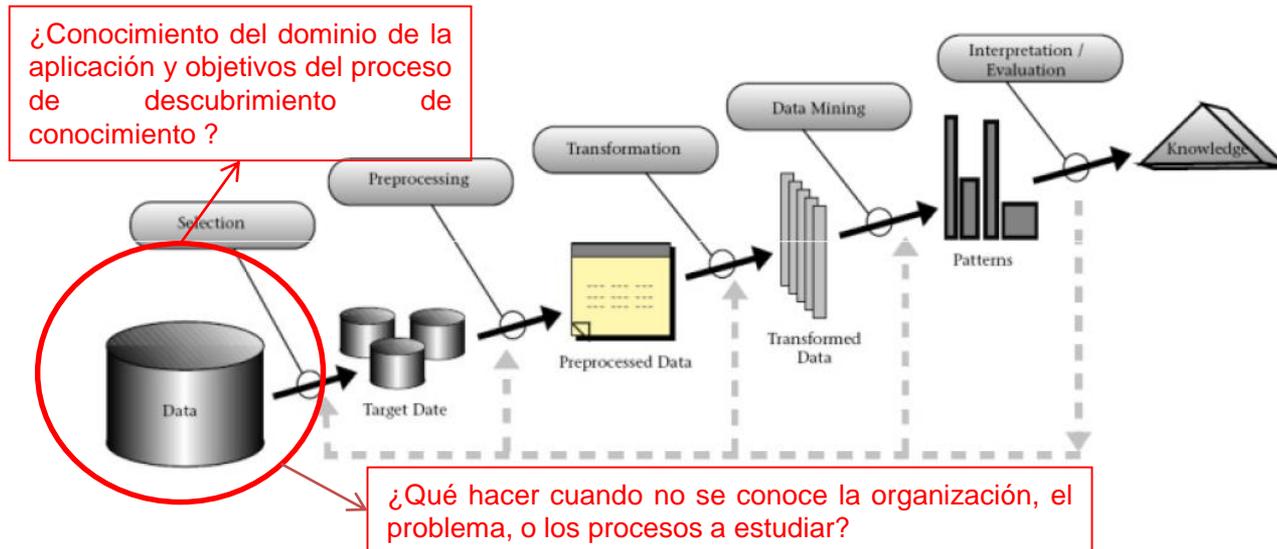


**La ciencia de los datos**  
Preparación de los datos  
para un proceso de AdD  
suele **consumir la mayor**  
**parte del esfuerzo**  
**invertido en el proceso**

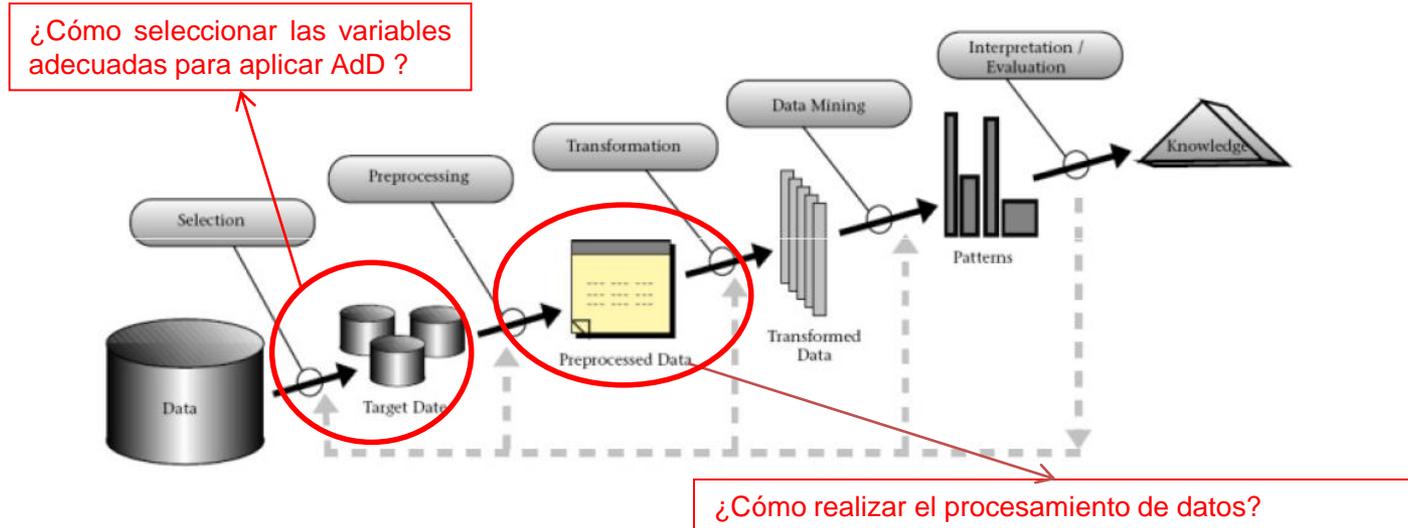


## Metodologías para realizar Analítica de Datos en una organización

### MIDANO



## MIDANO



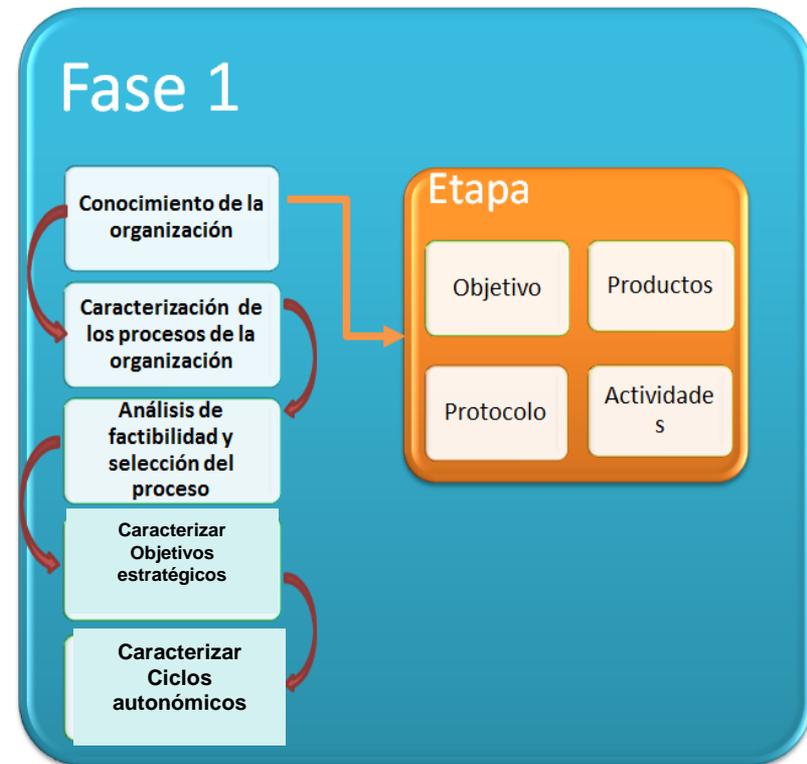
## MIDANO

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

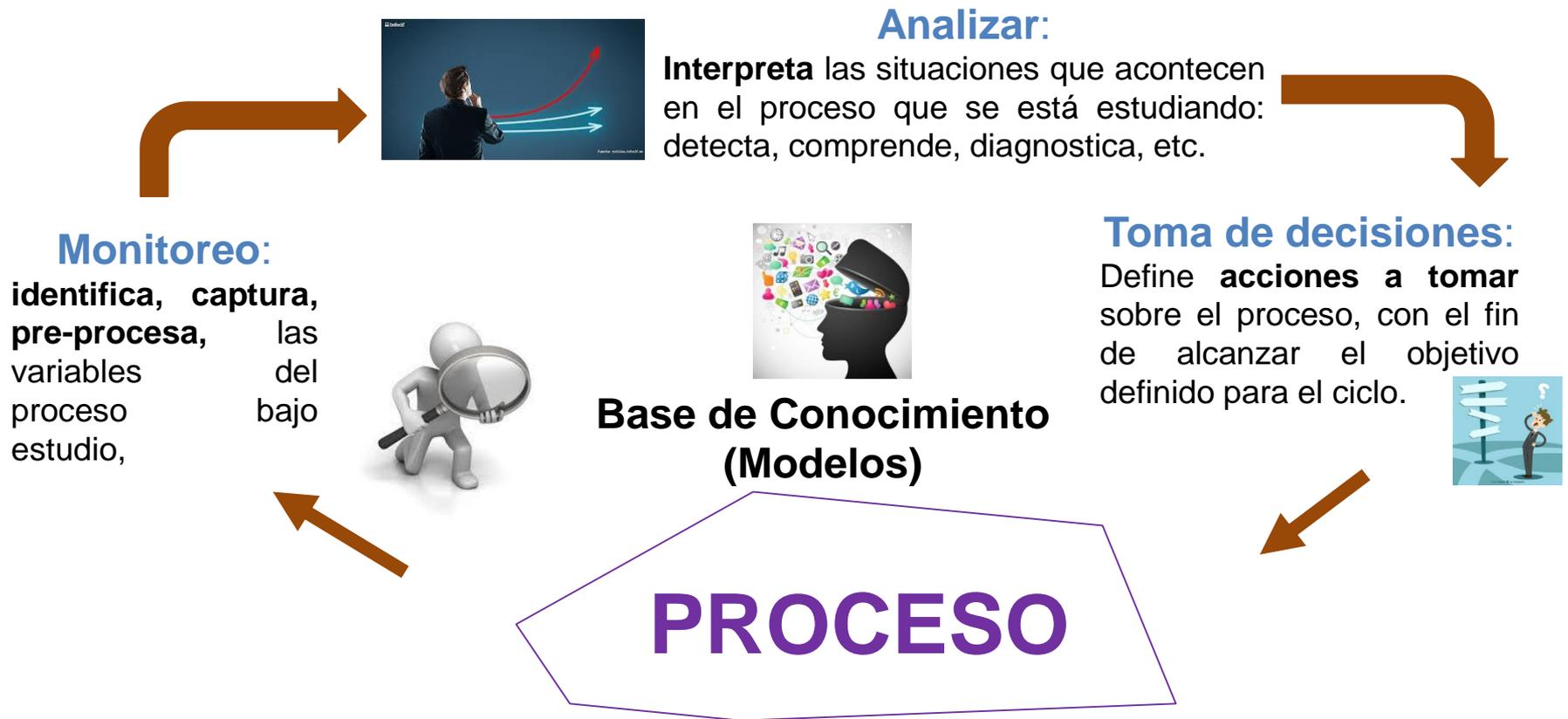
Métricas estadísticas, modelos de conocimiento, ...

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
--------------------------	-----------------------	---------------------	---------------------------------------	------------------------	----------------------------------

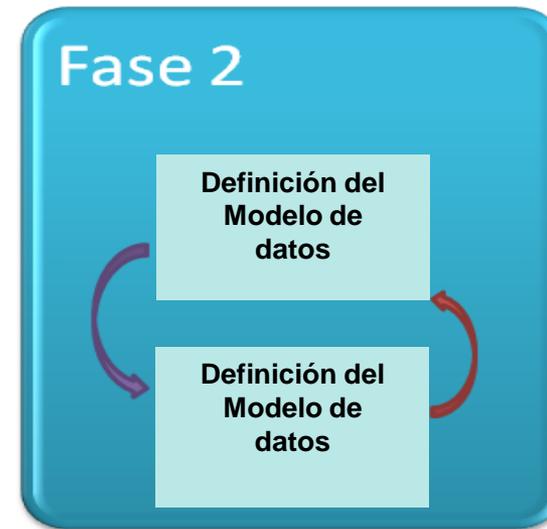
**El conjunto de escenarios futuros define una planificación estratégica tecnológica organizacional**

## 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 AdD, 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

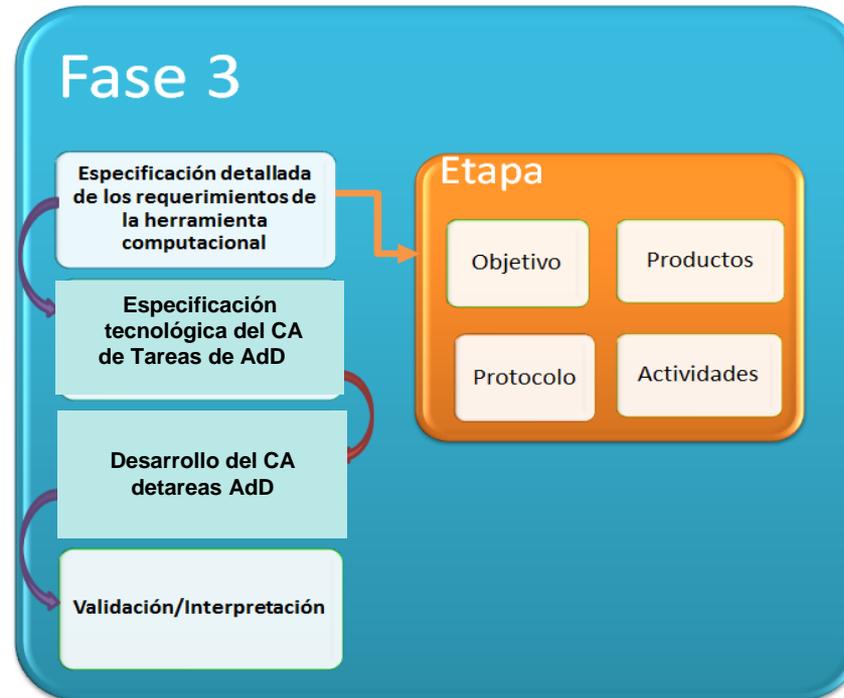
Tabla CCA

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

**Ciudades vistas a través de estos sistemas, poseen los mismos elementos cruciales de los organismos vivos !!**

No se puede predecir el futuro de las ciudades, hay demasiadas incertidumbres (políticas, económicas, etc.), muchas contingencias aleatorias (fenómenos naturales, etc.),



Pero se pueden sugerir *futuros posibles* y cómo alcanzarlos, se pueden analizar dichos futuros deseables y alcanzables, y establecer formas de construirlos.

**Una ciudad inteligente se debe mover en dos escenarios: presente y futuro**

# 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

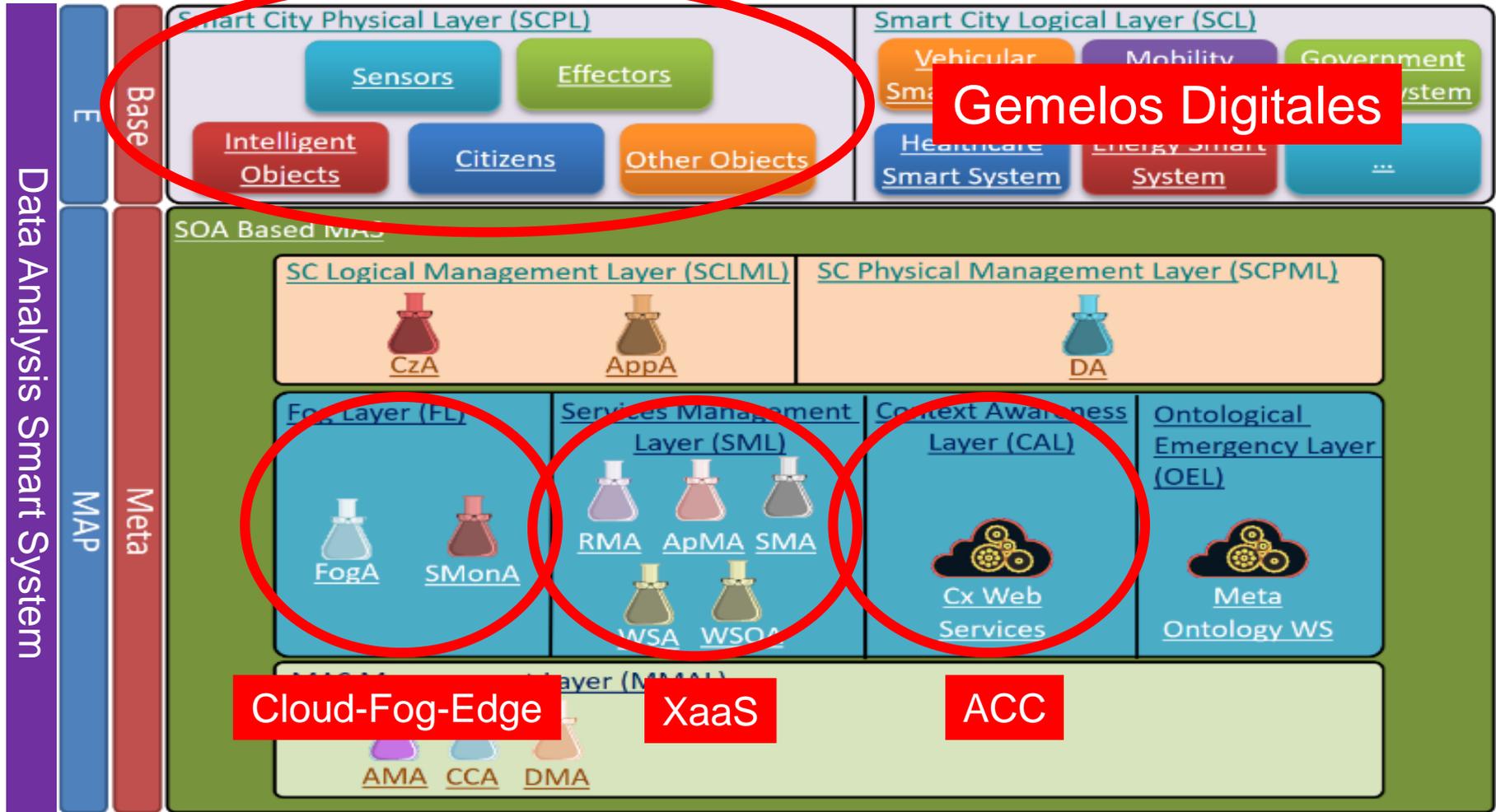


TICs

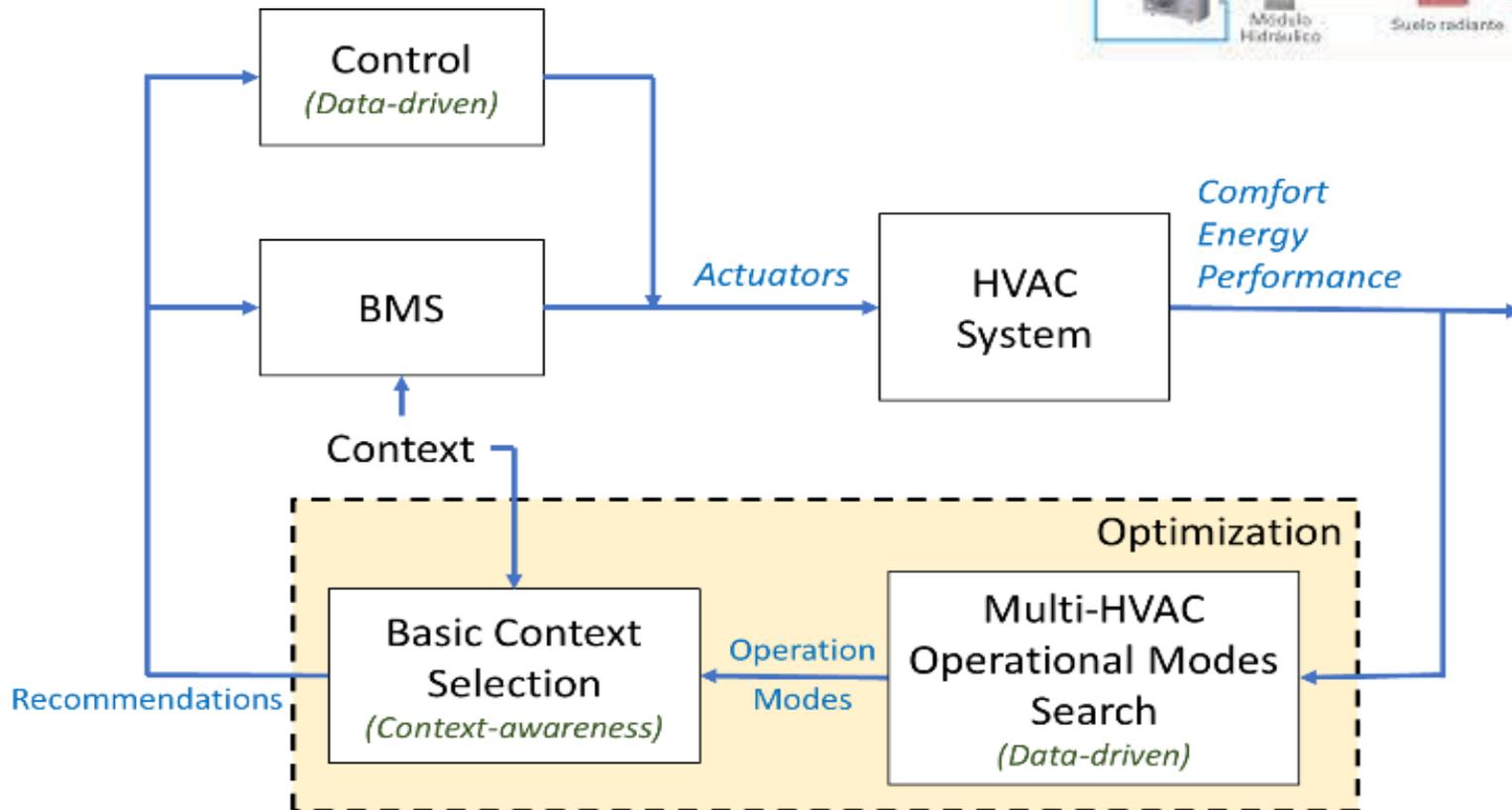


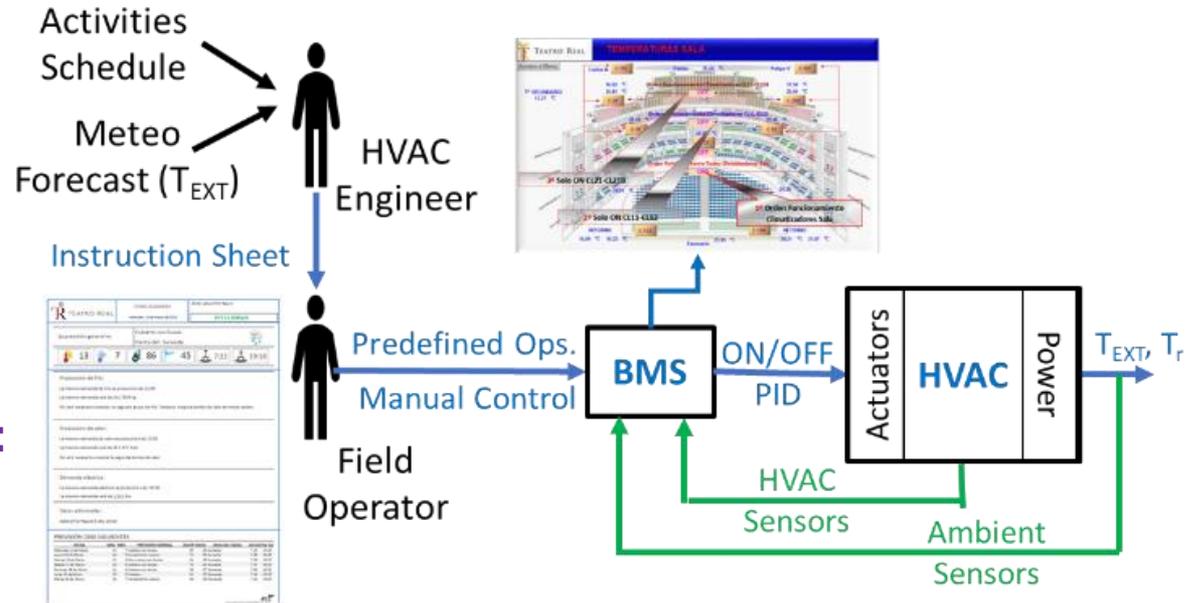
Sistema de  
Recreación

## Autonomic Reflective Middleware for Smart Cities



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





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**



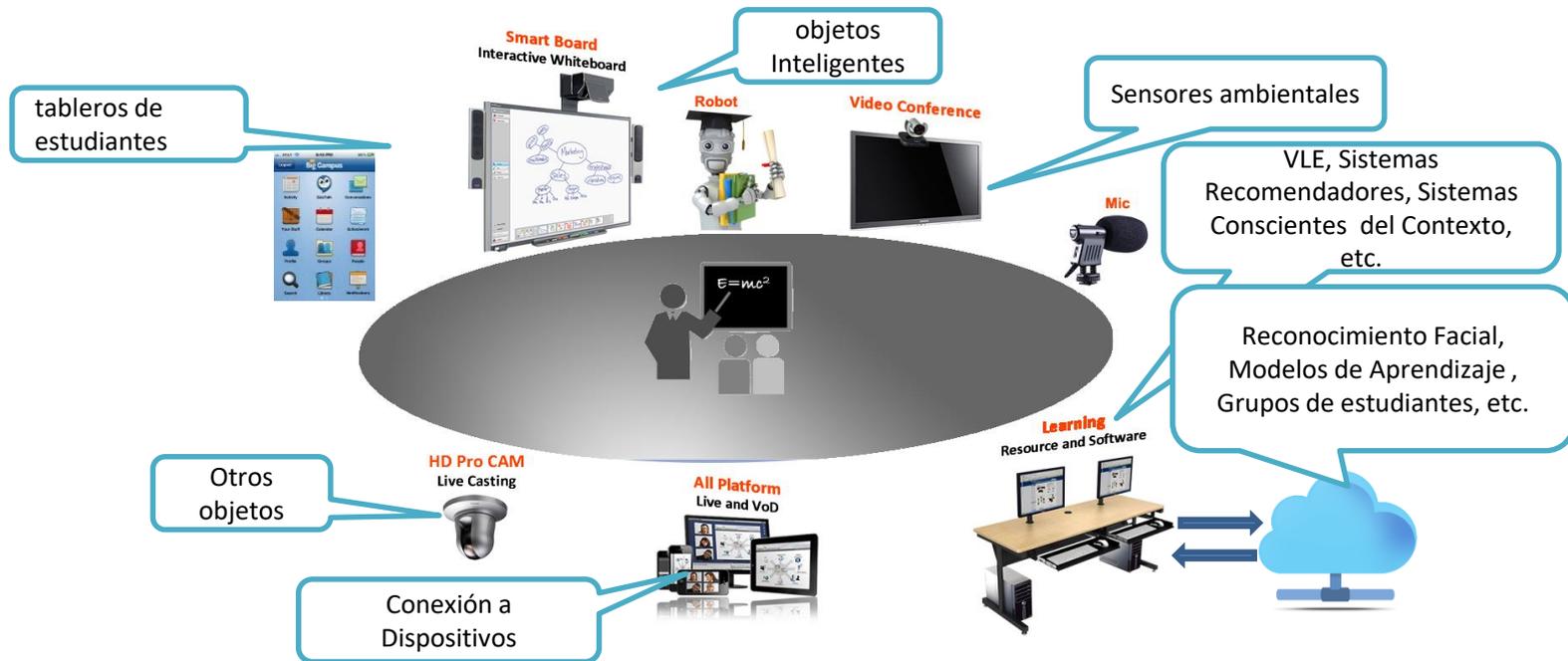
**Analítica  
Científica**

**Analítica de  
Aprendizaje**

**Analítica  
Institucional**

...

## Salón de Clases Inteligente (SaCI)



**ACOLAT: Ciclo autonómico de tareas de LA**

## ACOLATs

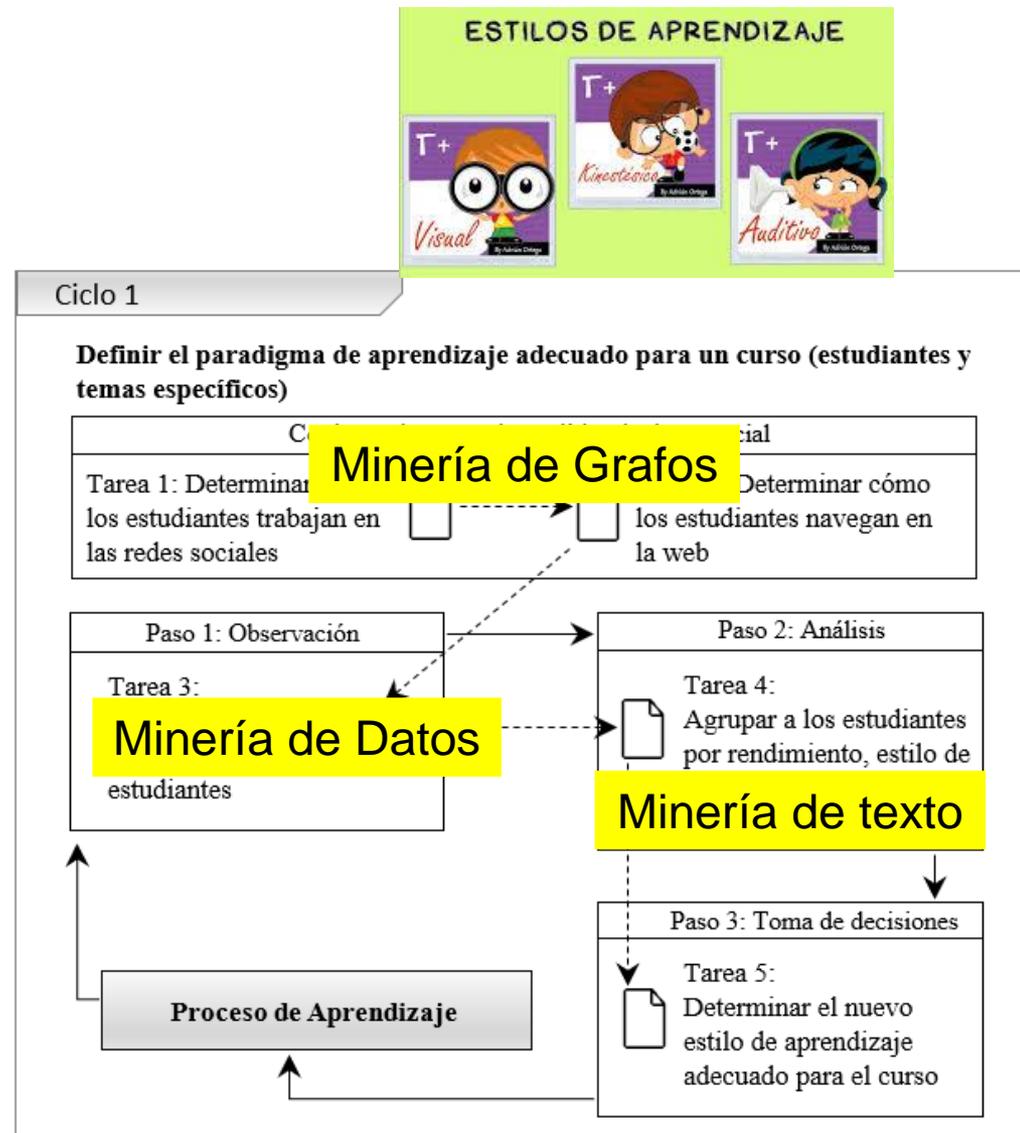
Ciclo 1: Determinar el **paradigma de aprendizaje** adecuado para un curso

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

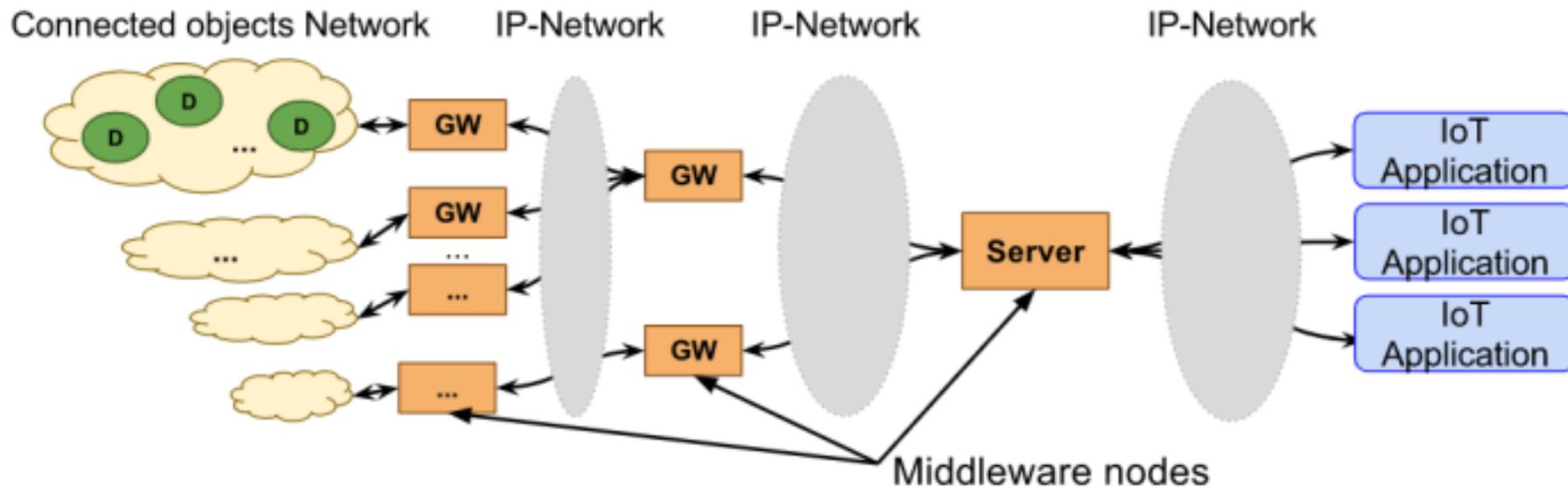
Ciclo 3: Identificar a los **estudiantes con necesidades específicas**.

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

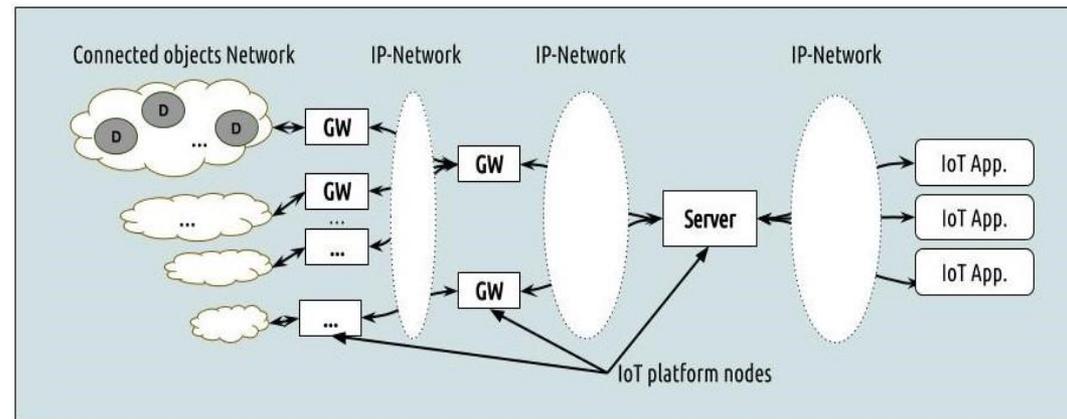
### 1. Aplicaciones de IoT y sus requisitos de QoS/QoE (tiempo de respuesta limitado, disponibilidad, etc.)

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:

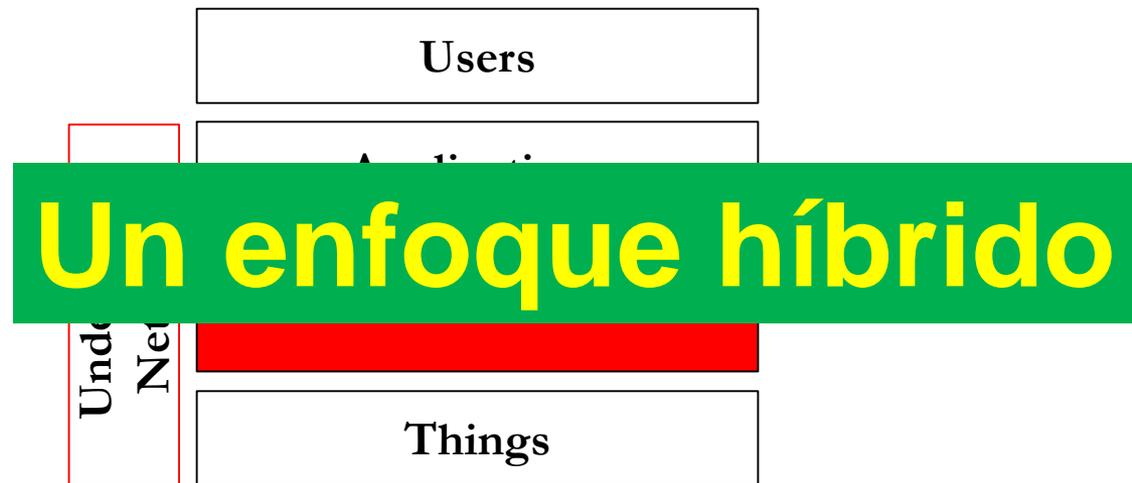
- > a nivel de redes IP
- > a nivel de los nodos de la plataforma IoT.



[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

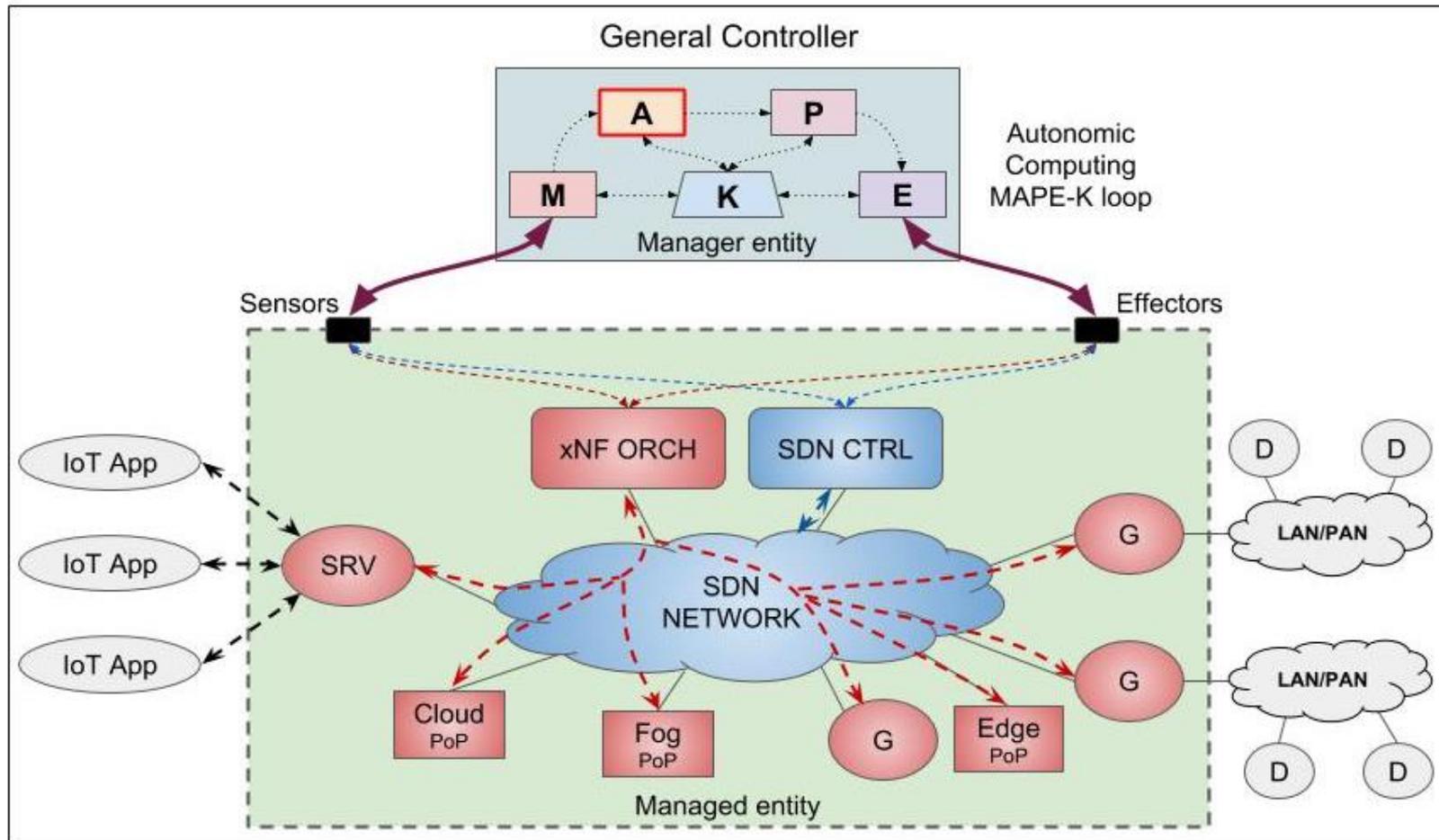
- La plataforma IoT
- La red subyacente



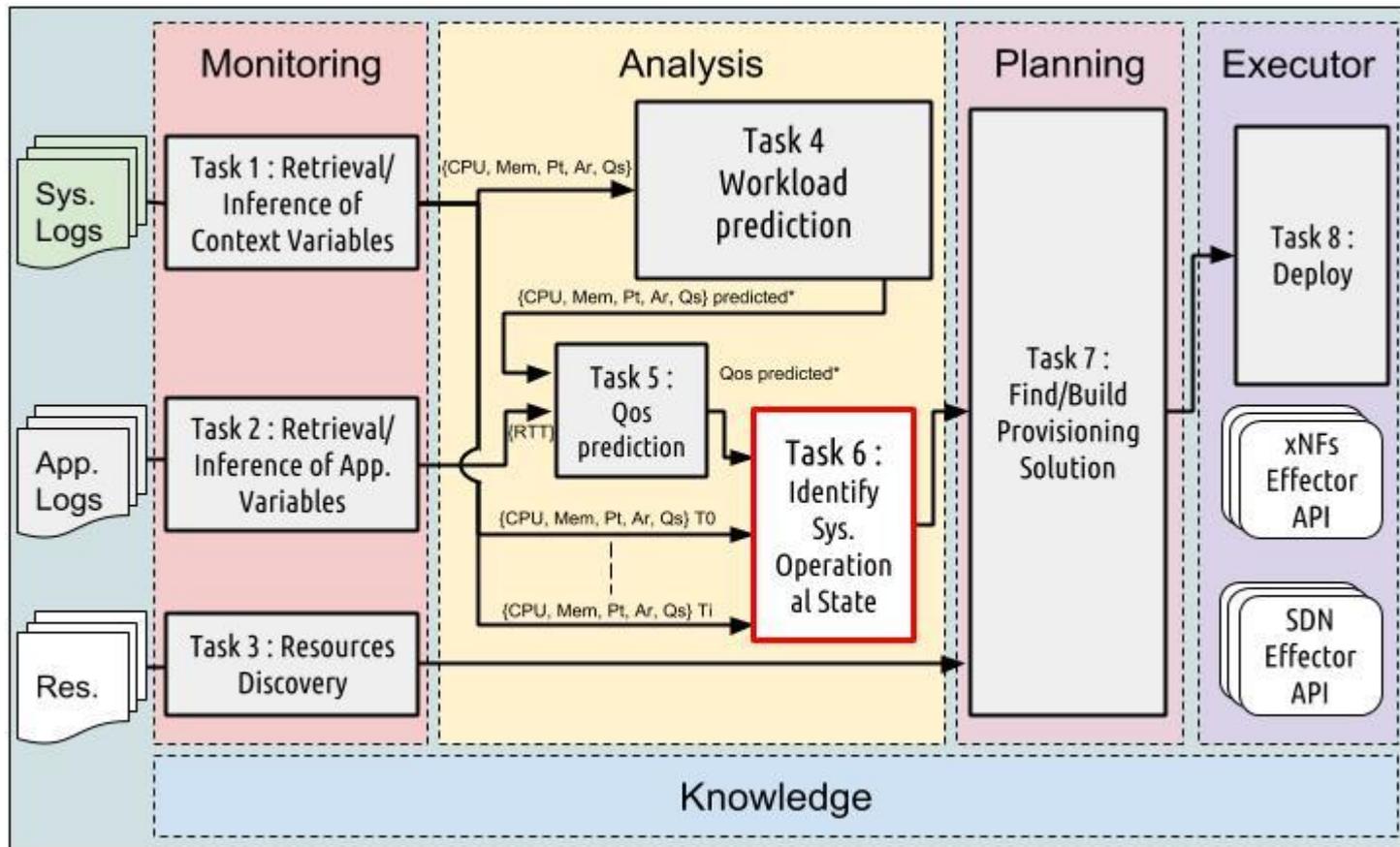
IoT High Level Architecture (HLA)

### HLA Model for a Dynamic and Autonomic System

Un enfoque híbrido en un entorno heterogéneo:



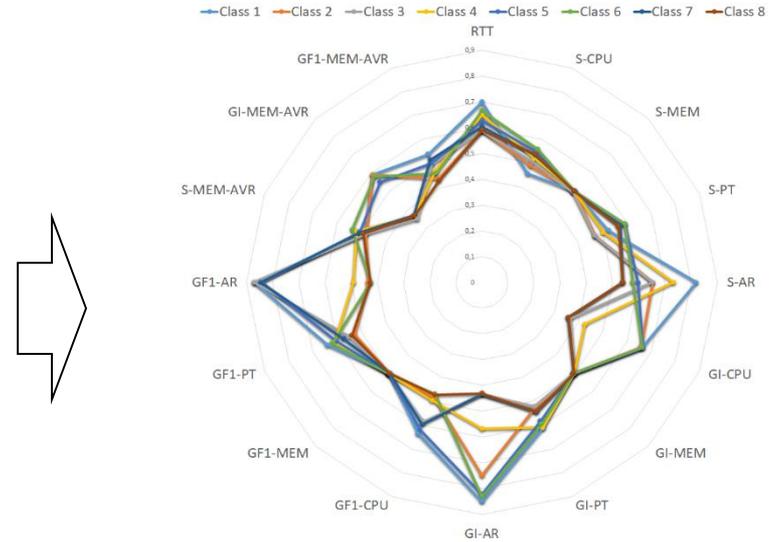
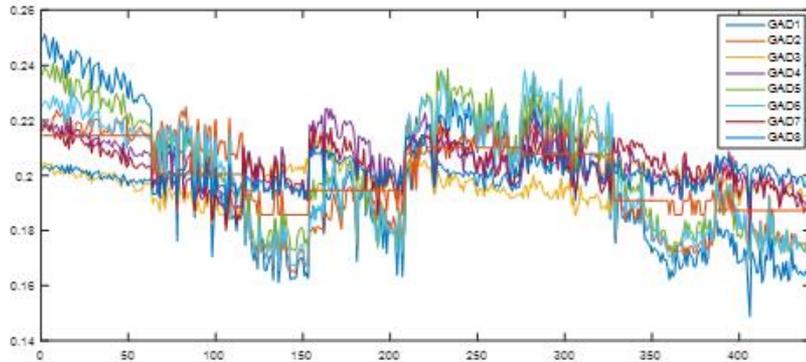
### An autonomic cycle for QoS/QoE provisioning



# Sistemas de Comunicación

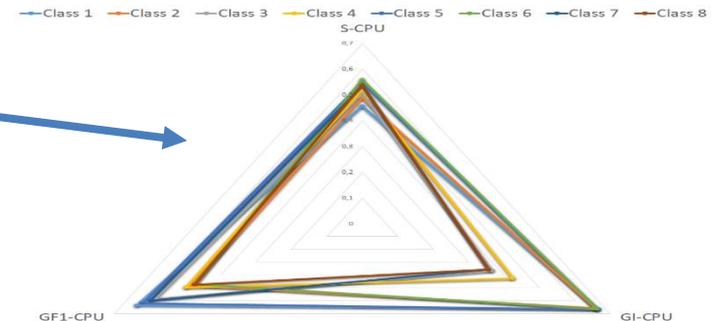
## 5G: plataforma IoT

### 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)*
- ...



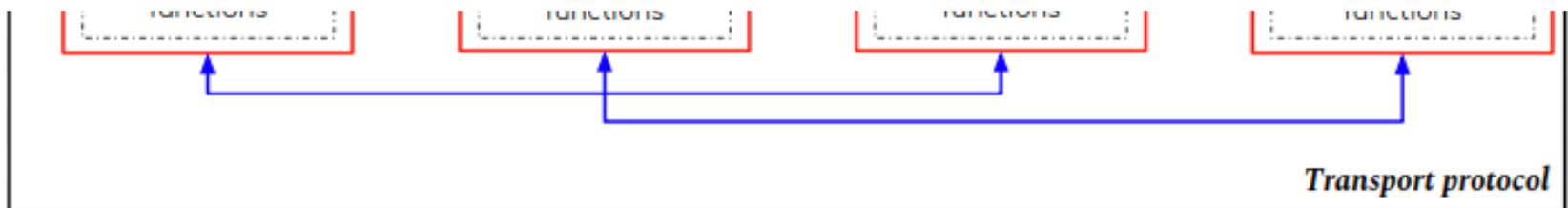
*Profile of the CPU descriptor in the IoT platform*

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

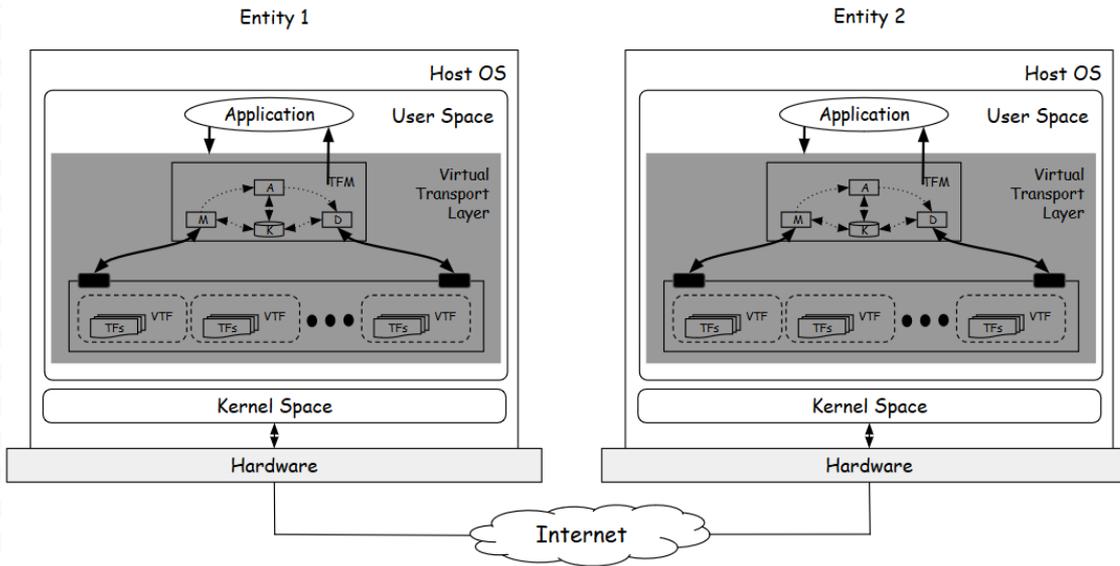


## Ciclo autonómico:

# *Transport Function Manager (TFM)*



# Sistemas de Comunicación 5G: La red subyacente



Overview of TFM and its components

## Nuestro ciclo

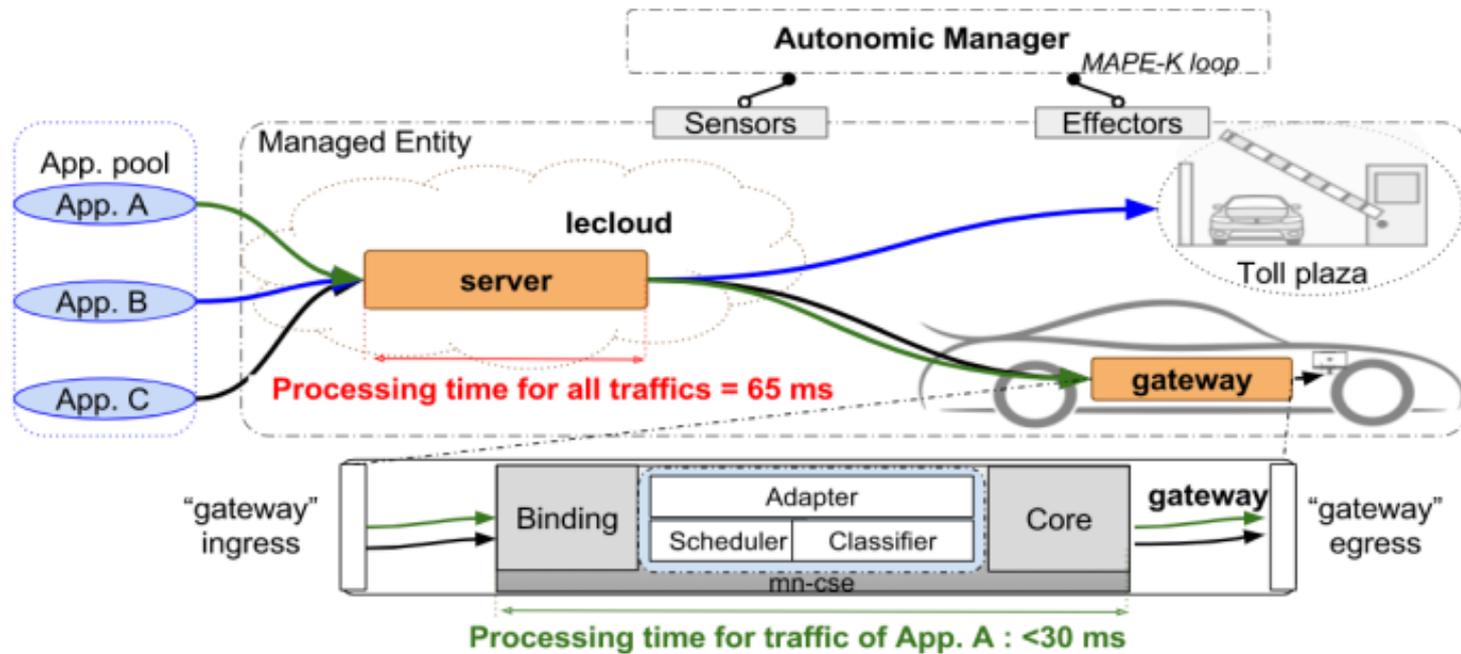
**autónomo**



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



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

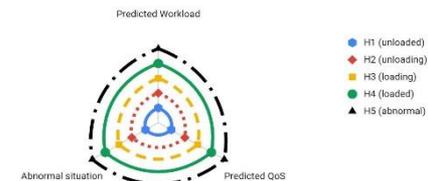
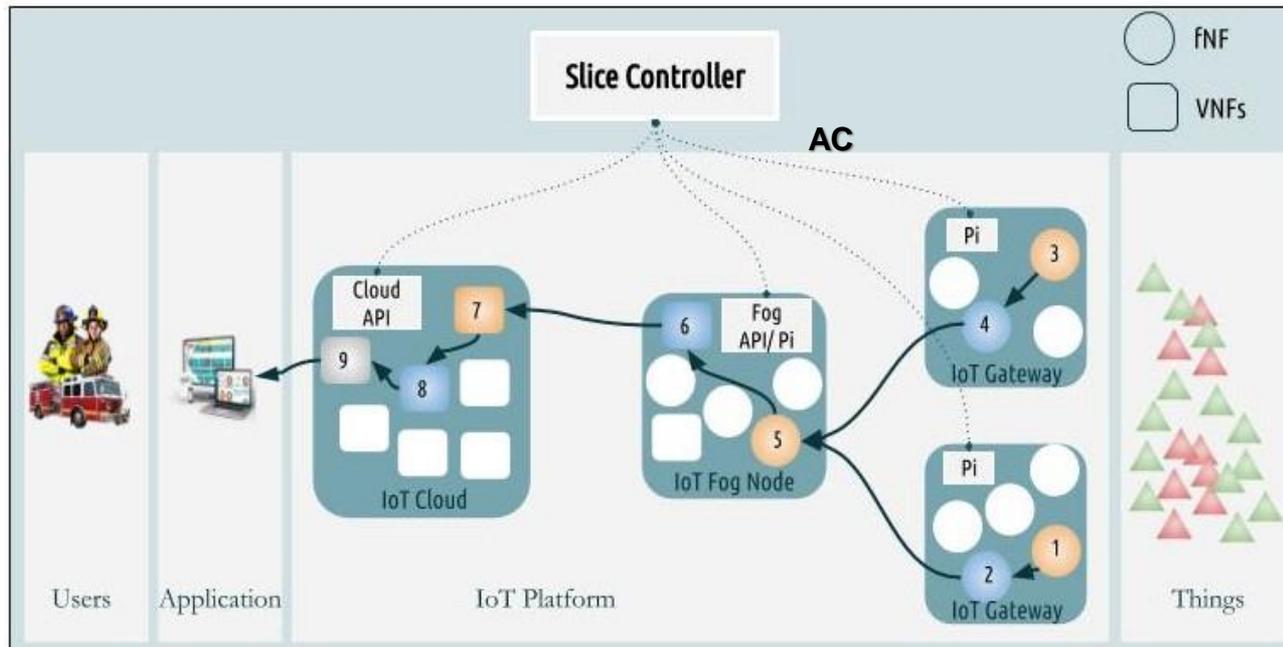


Priorizar (en la Gateway)  
el tráfico que proviene de  
una aplicación

Implementación de una política de  
scheduling en la Gateway

# Slice construction

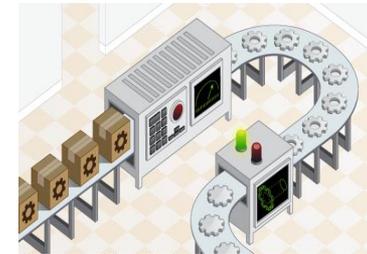
Un usuario, solicita un segmento de nivel de plataforma dado. Nuestra AC por medio de un conjunto de tareas sucesivas configura este segmento utilizando VNF, pero igualmente fNF



**Estados de la  
Plataforma IoT**

# Transformación digital en los procesos productivos

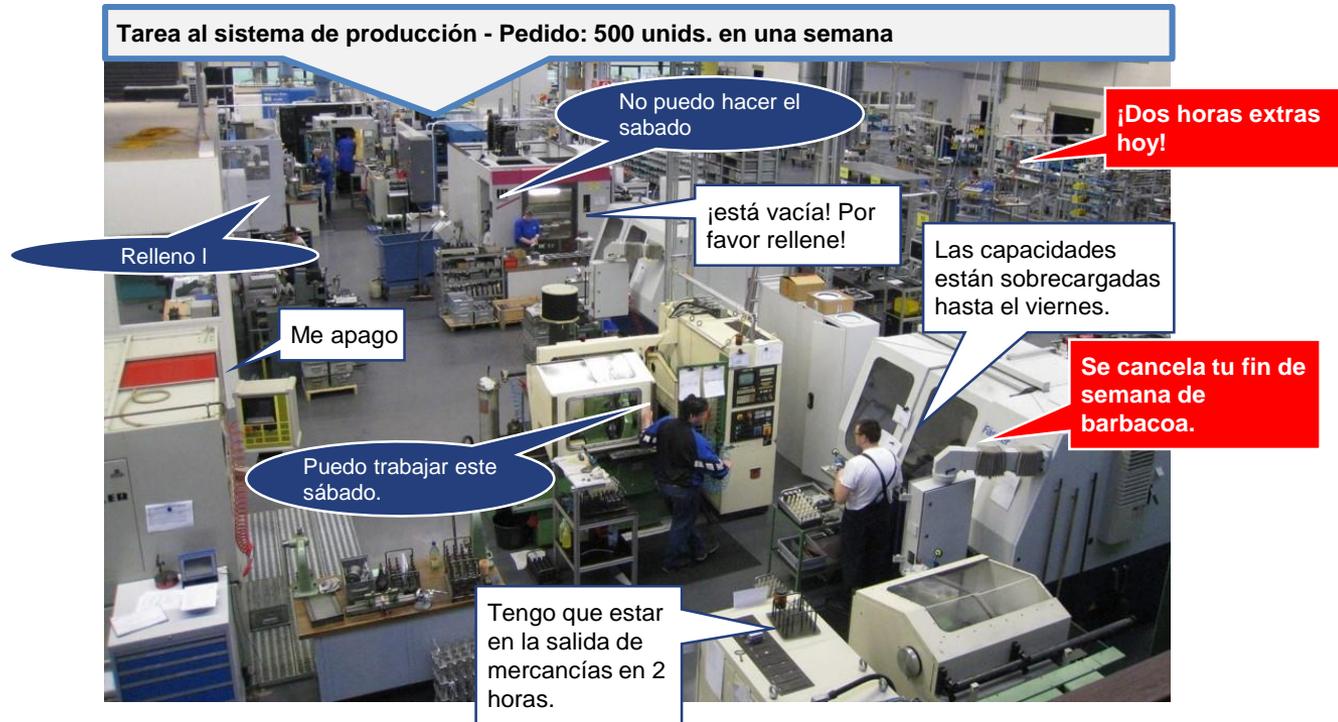
SMART Inventory management



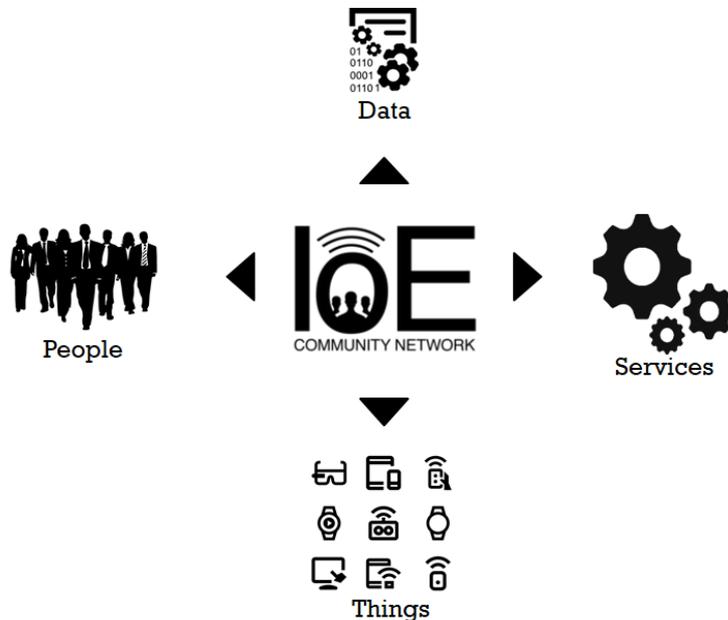
SMART Quality control

## Industria 4.0

## Un día normal en la fábrica inteligente.



## Internet del todo (IoE)

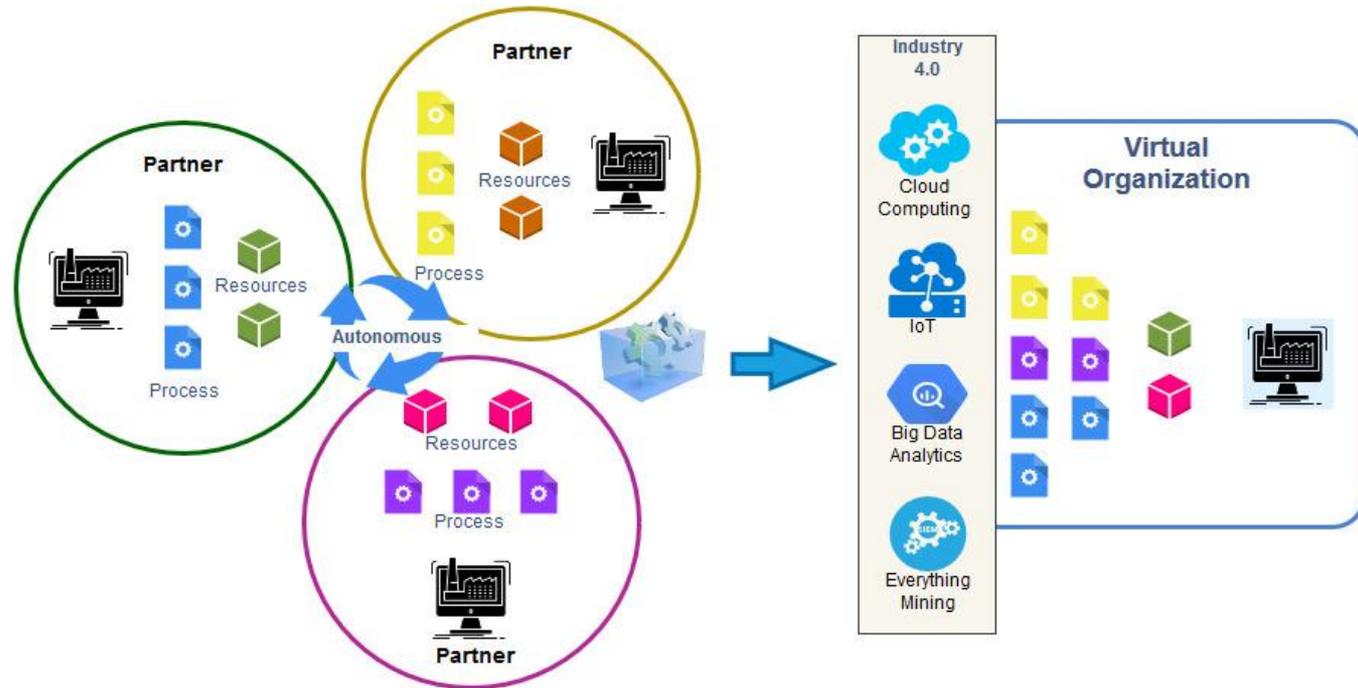


## Todo como servicio (XaaS)

## Organizaciones Virtuales

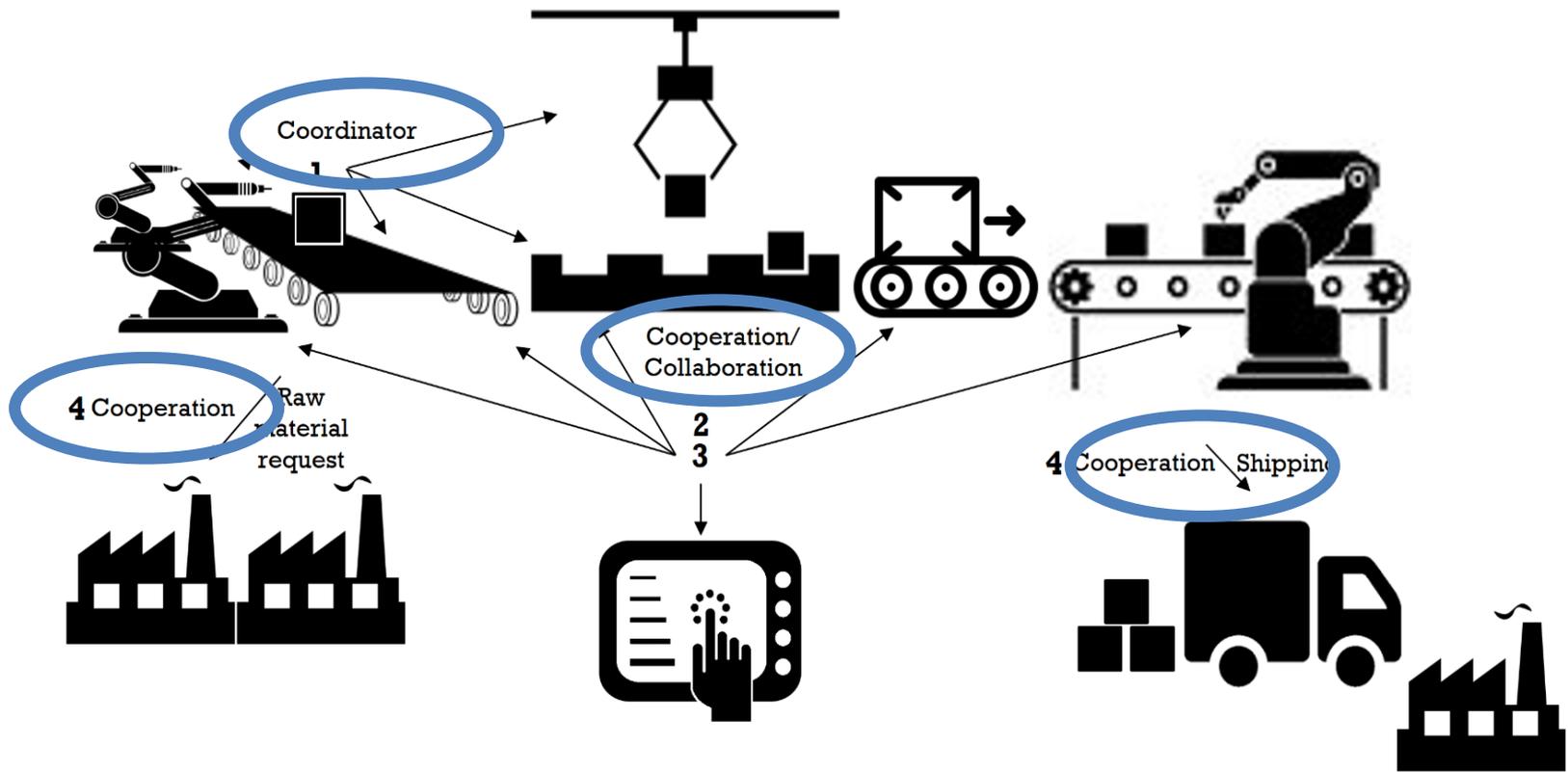
- Integración horizontal (integración interempresarial)
- Integración vertical (integración intraempresarial)

## Integración 5C

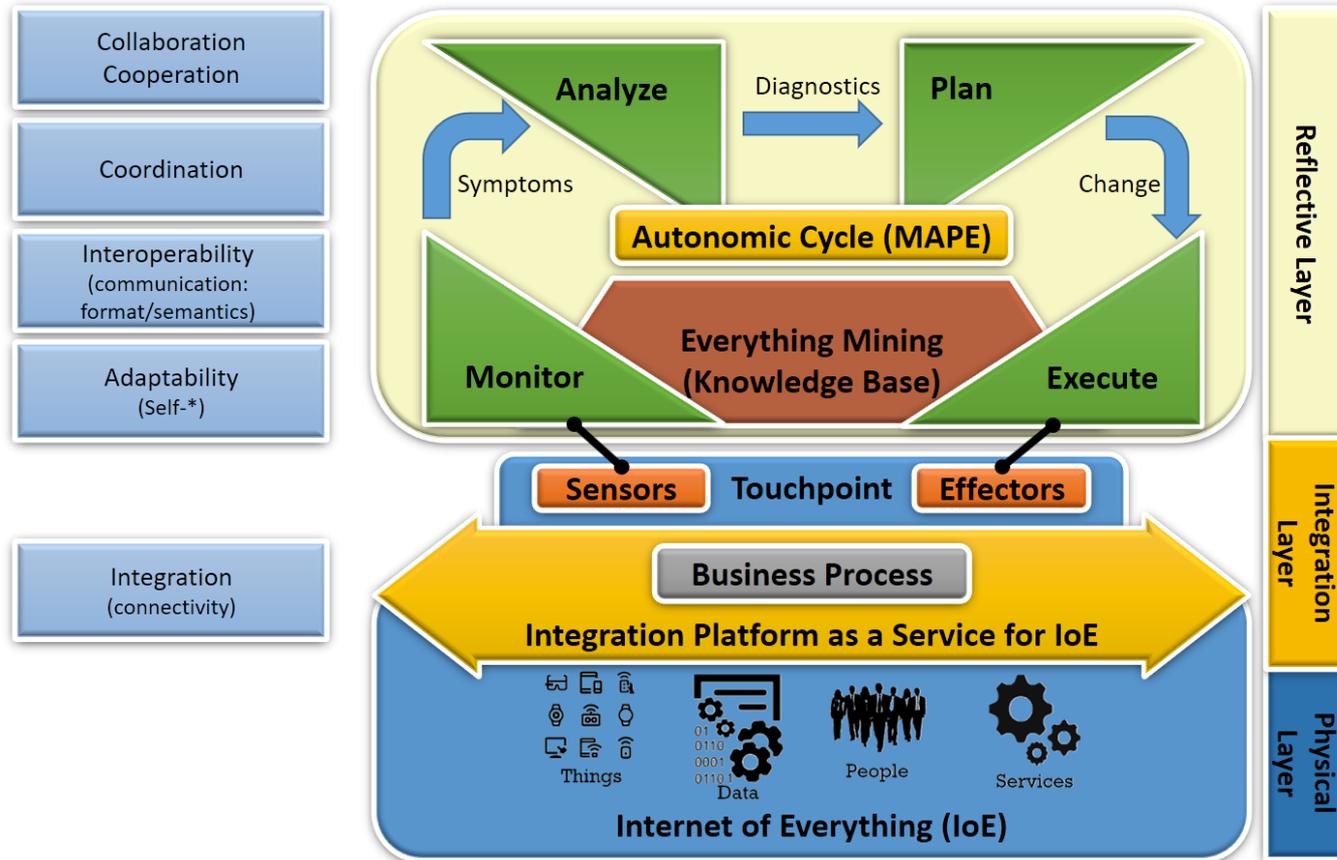


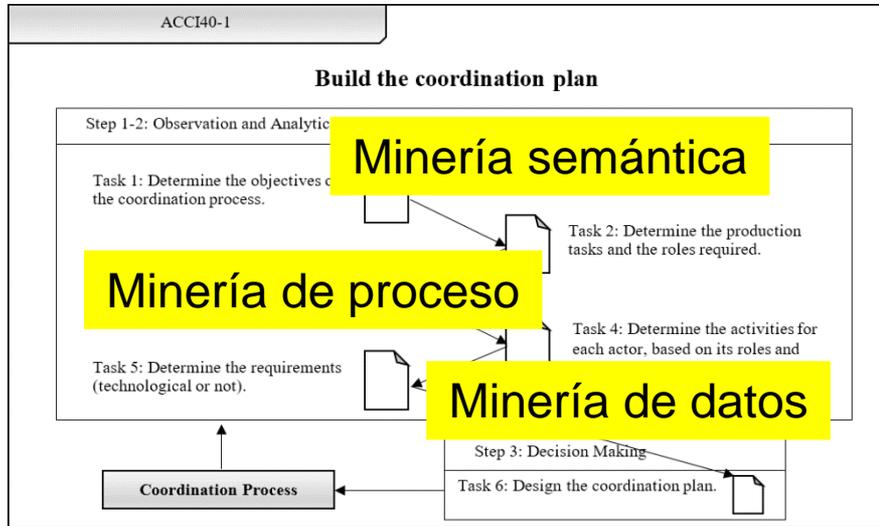
- Connectarse
- Comunicarse
- Coordinarse
- Cooperar
- Colaborar

## Proceso Productivo en la I.4.0

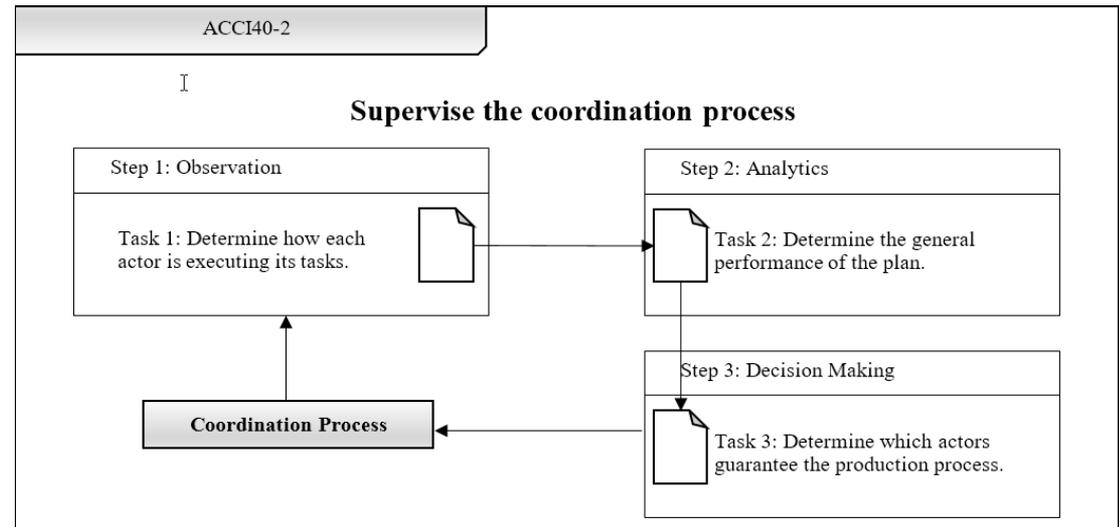


## Framework de integración





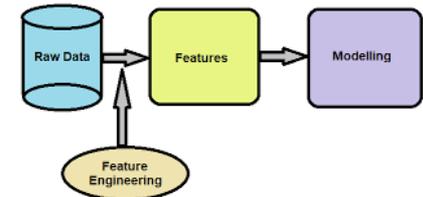
Empleadosvirtuales.com



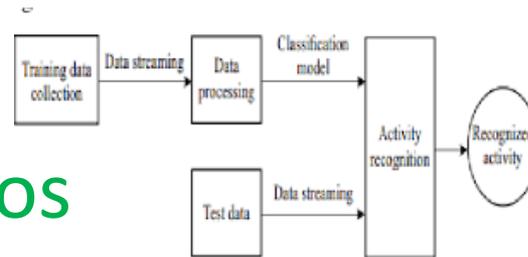
- Meta-aprendizaje



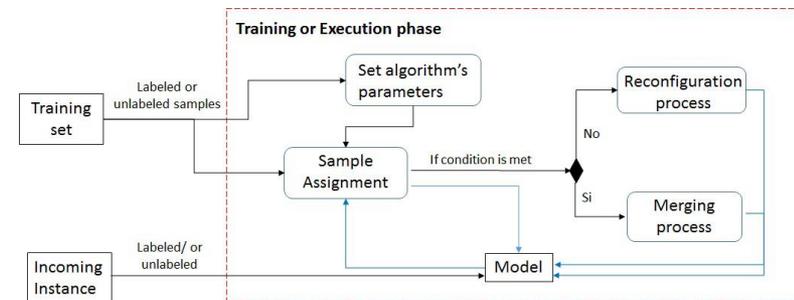
- Automatizar ingeniería de descriptores



- Automatizar procesamiento de los datos



- Aprendizaje híbrido



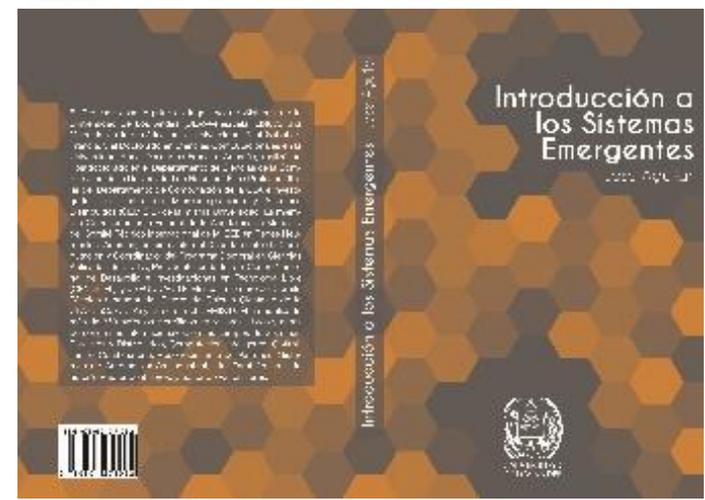
## Aspectos Claves de la Gestión del Conocimiento

- Acceder conocimiento de fuentes externas
- Arraigar el conocimiento en procesos productos y servicios
- Transferir conocimiento existente a otras partes de la organización, entre organizaciones, ...





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/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