

# Sistemas Multiagente

Inteligencia Colectiva y Sistemas de Recomendación

Master Propio en Data Science y Big Data

# Idea Principal

Sistema Complejo:

... Sistema formado por un número elevado de **componentes elementales que interactúan** de forma local entre ellos y con el entorno...

Aprovechando la capacidad computacional creciente:

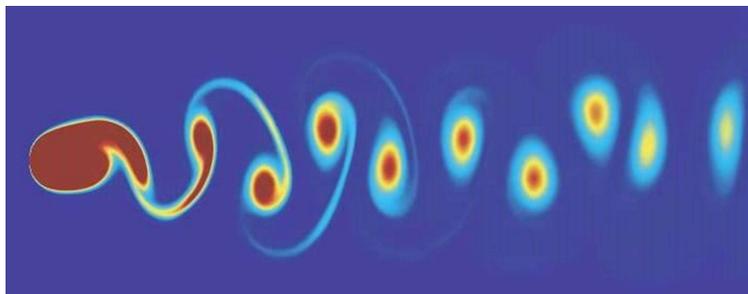
- Vamos a modelar explícitamente los componentes elementales, el entorno, y la interacción entre todos ellos.

# Primer Simil: Modelado de Fluidos

## Modelado clásico: Navier-Stokes

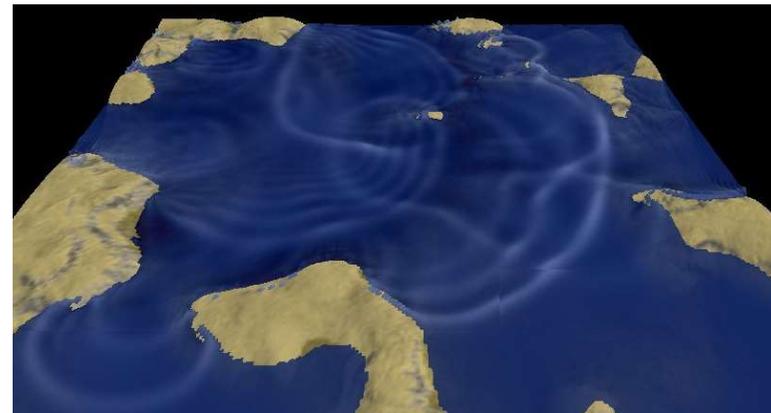
- EDP's: uso de medidas globales

$$\text{Navier-Stokes equations (general)}$$
$$\rho \left( \frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t} + \mathbf{v} \cdot \nabla \mathbf{v} \right) = -\nabla p + \nabla \cdot \mathbf{T} + \mathbf{f}$$



## Sistemas Multiagente

- Cada partícula del fluido es un agente
- Se modela su comportamiento individual y su interacción local

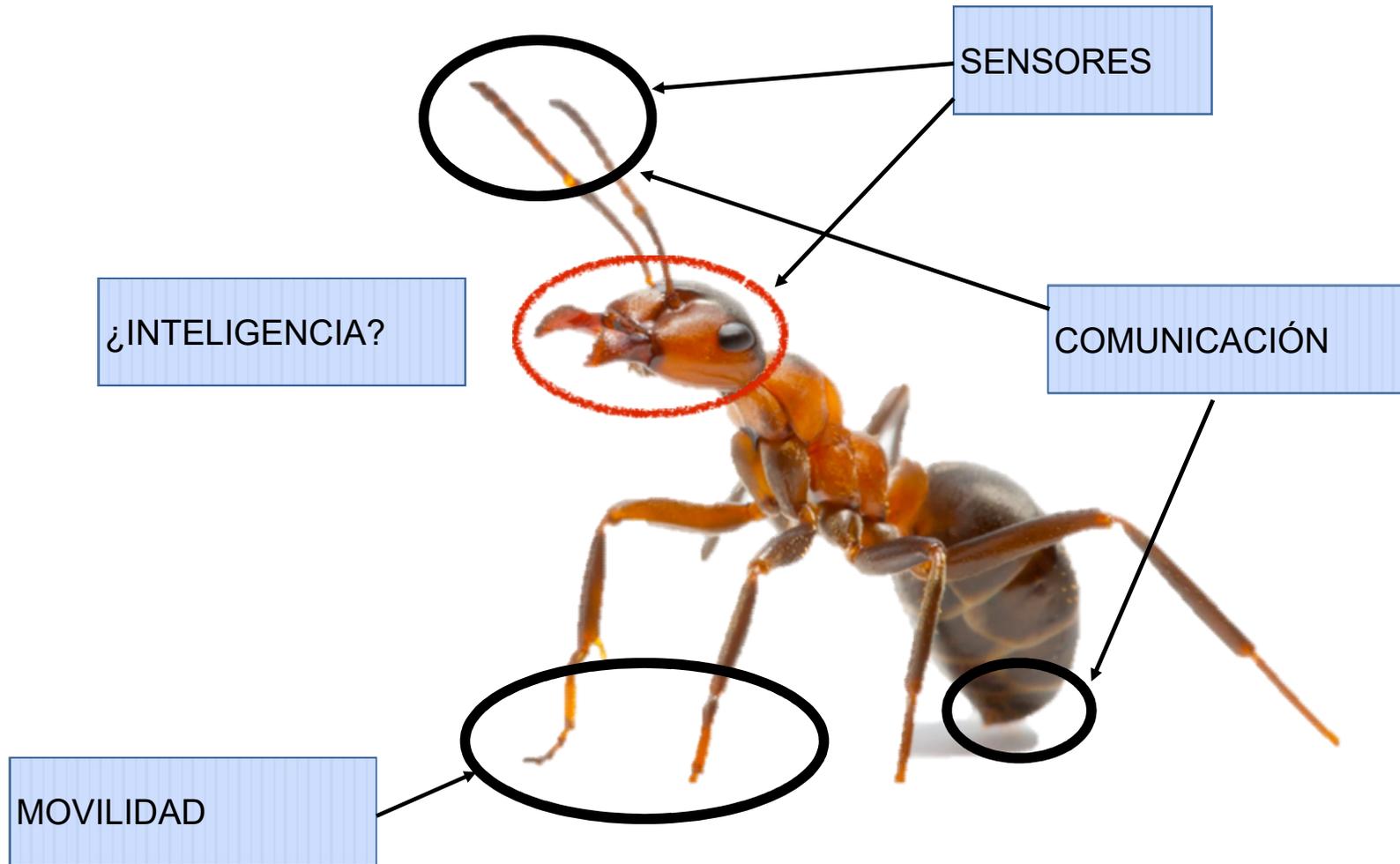


# ¿Qué es un Agente?

- *Agente: ente que actúa*
  - La RAE: *Que obra o tiene virtud de obrar*
- ¿Qué es ese ente?
- ¿Qué significa actuar?

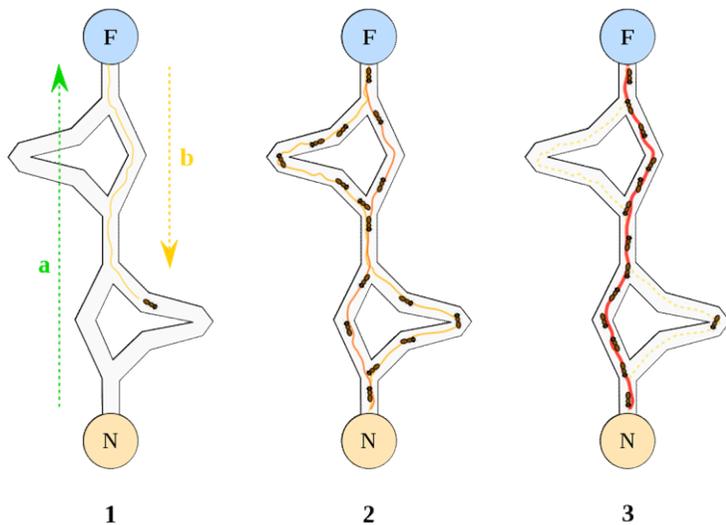


# ¿Qué necesita para actuar?



# ¿Inteligencia?

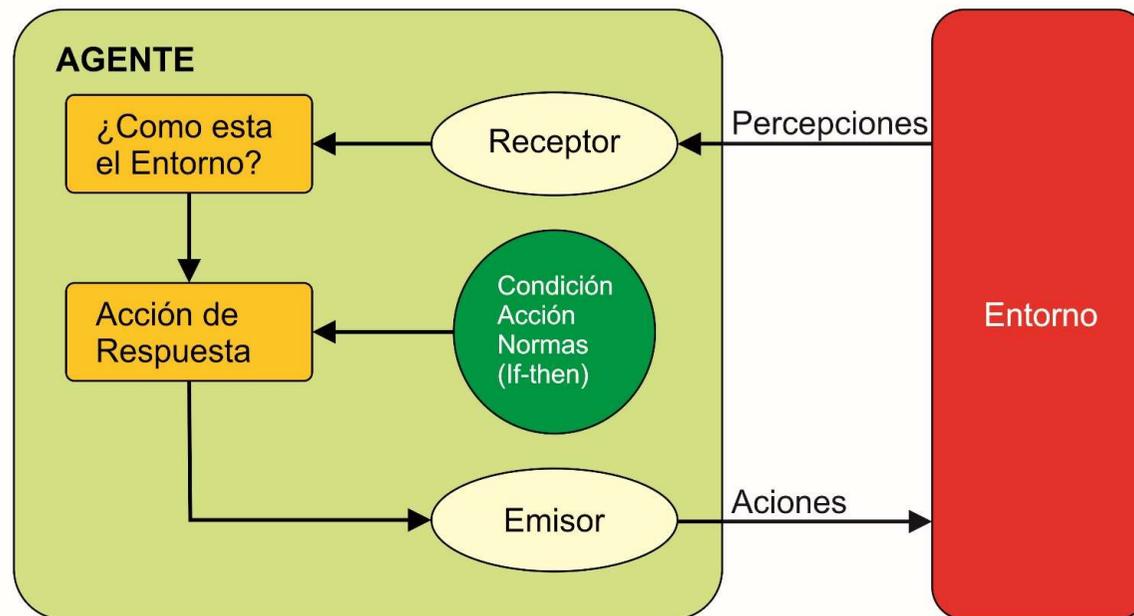
- Una hormiga, no mucha...
- Un hormiguero... diríamos que sí
- ¿Cómo se pasa de un individuo a un hormiguero?



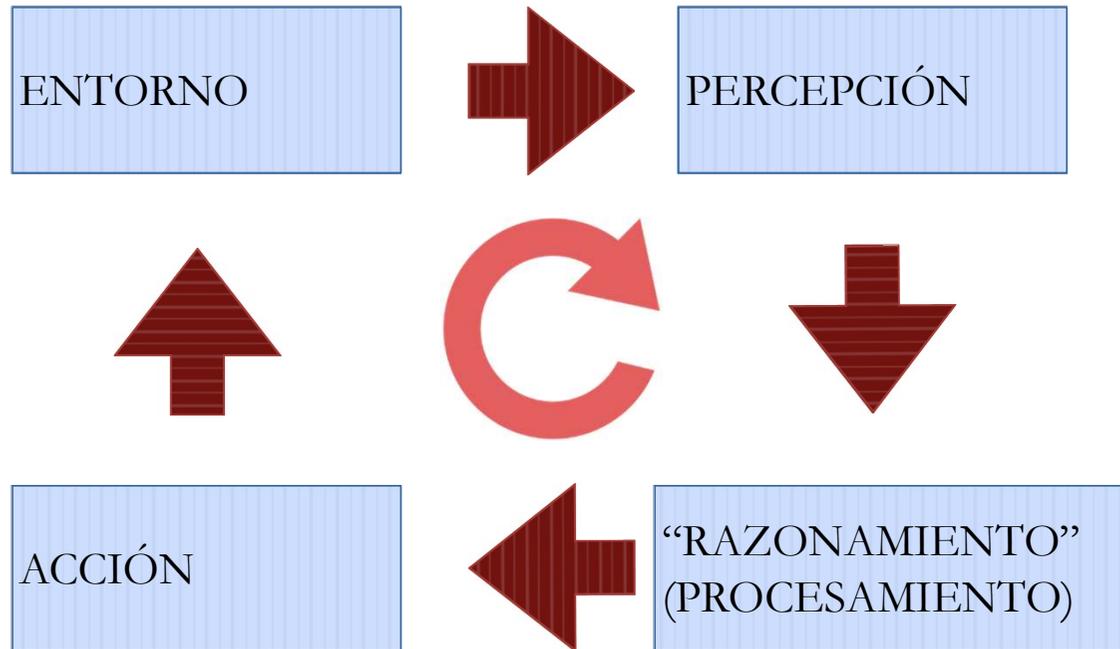
[http://6legs2many.files.wordpress.com/2011/06/fire\\_ant\\_curved\\_raft\\_float\\_bridge.jpg](http://6legs2many.files.wordpress.com/2011/06/fire_ant_curved_raft_float_bridge.jpg)

# Agentes Inteligentes

Un **agente inteligente** percibe su **entorno** por medio de **sensores** y **actúa** racionalmente sobre ese entorno por medio de **actuadores**.



Más o menos, su “vida” sería...



## Algunas definiciones...

Como ya va siendo habitual, no hay una definición comúnmente aceptada, pero hay coincidencias:

- ... sistema capaz de exhibir alguna forma de inteligencia y actuar de manera independiente con el objeto de conseguir un **beneficio**.
- ... sistema inmerso en un entorno, que es capaz de percibirlo y actuar sobre él, siguiendo una agenda propia con el fin de modificarlo.
- ... sistema capaz de realizar acciones autónomas de manera flexible en dominios dinámicos e impredecibles.
- ... proceso computacional autónomo, con iniciativa y capacidad para modificar su entorno y con posibilidad de comunicarse con otros agentes.

## Concretando un poco...

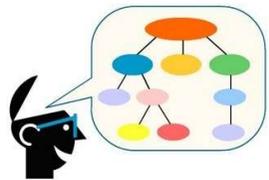
Un agente es un sistema:

- **Localizado:** inmerso en algún entorno (mundo físico, entorno de software, una comunidad de agentes, etc.) donde puede:
  - **sentir** (sensores físicos, recepción de mensajes, detección de eventos)
  - **actuar** (efectores, envío de mensajes, generación de eventos)
- **Reactivo:** responde a mensajes, eventos y datos recibidos por medio de sensores, de forma que monitoriza activamente el estado de su entorno.
- **Autónomo:** opera sin intervención directa de humanos u otros agentes, con control independiente de sus acciones y de su estado interno.



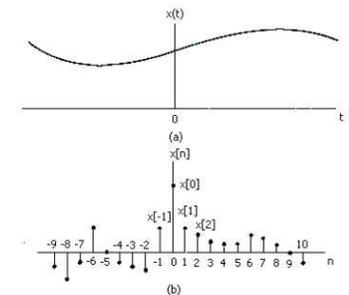
## Concretando un poco...

- **Social:** puede actuar con otros agentes y (posiblemente) humanos por medio de mensajes o acciones que cambian el entorno compartido y su conocimiento de ellos.
- **Pro-activo:** tiene uno o más objetivos que intenta alcanzar por medio de sus acciones/interacciones.
- **Dispone de un modelo mental:** tiene una arquitectura interna que puede ser entendida en términos de nociones mentales tales como **creencias, deseos, intenciones** y **obligaciones**.



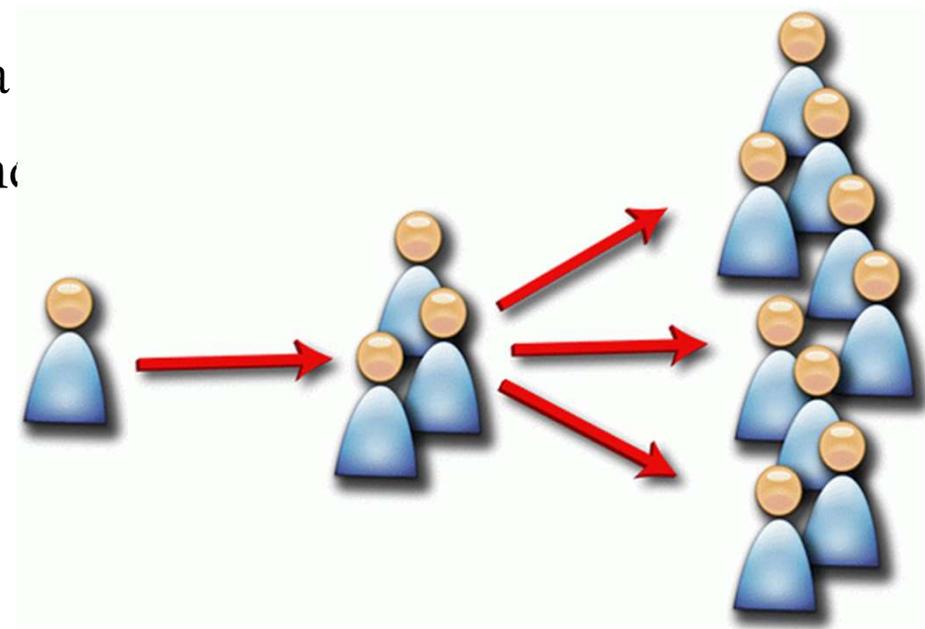
# Tipos de entornos

- **Accesible / Inaccesible:**
  - ¿Es posible explorar toda la información necesaria?
- **Determinista / No Determinista:**
  - ¿La evolución del entorno se sigue de un cómputo o hay actores que responden de forma no previsible?
- **Estático / Dinámico:**
  - ¿Cambia el entorno aunque no entre en acción el agente?
- **Discreto / Continuo:**
  - ¿El modelo del ambiente es continuo o discreto (simbólico)?



# Niveles de Asociación-Cooperación

- Una célula... no mucha funcionalidad ( $\sim$  inteligencia)
- Un sistema de células... pueden tenerla (muchas veces, sistemas de sistemas...)
- ¿Cómo se pasa de una célula a un sistema?
- ¿Cómo se pasa de un humano a comprender el comportamiento social?
- Asociación Multi-nivel
- ...del agente al Sistema Multi-Agente...



# ¿Qué es un Sistema Multiagente?

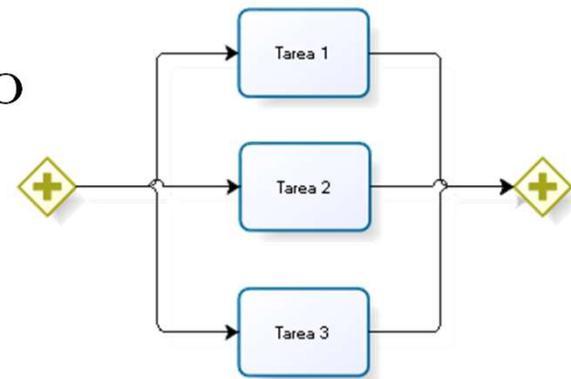
- **Sistema Multiagente (MAS)**: conjunto de agentes autónomos, generalmente heterogéneos y potencialmente independientes, que trabajan en común resolviendo un problema.
- Características de estos agentes, vinculado con la noción de agente Inteligente:
  - capaces de tomar la **iniciativa**
  - capaces de **compartir** conocimiento
  - capaces de **cooperar** y **negociar**,
  - capaces de **comprometerse** con metas comunes.
- El estudio de MAS se encuadra dentro de la **Inteligencia Artificial Distribuida (DAI)**.



# Inteligencia Artificial Distribuida

Rama de la IA que estudia la solución de problemas mediante **procesamiento descentralizado**:

- **Resolución distribuida de problemas (DPS):** Se descompone el problema en procesos cooperantes que comparten conocimiento para ese problema concreto.
- **Inteligencia Artificial Paralela (PAI):** Desarrollo de algoritmos y aplicaciones paralelas, con énfasis en prestaciones.



# Características de la agencia

En los MAS aparecen conceptos de gran interés para el análisis como:

- actividades conjuntas y **cooperación**;
- **conflictos**, cómo se resuelven;
- **negociación**;
- **compromisos** y **planificación** de actividades;
- **modelo del conocimiento**, y su **comunicación**.

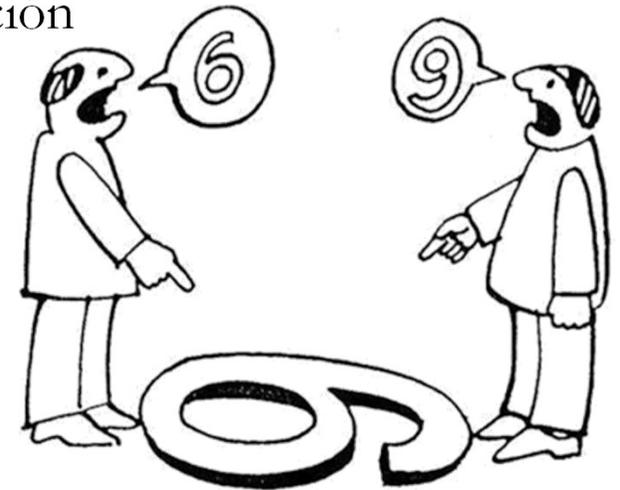
# Cooperación

- **Cooperación:** es el proceso por el que ciertos agentes participantes generan deberes mutuamente dependientes en actividades conjuntas (planes).
  - Se recibe un problema en cierto nivel de abstracción.
  - El agente resuelve localmente aquello que es posible.
  - Recurre a otros agentes del mismo nivel para el resto de las tareas.
  - Recurre a otros niveles de abstracción para el resto de las tareas.



# Conflictos

- Los **conflictos** surgen cuando al resolver un problema hay una o varias de las siguientes circunstancias
  - el conocimiento local es incorrecto o incompleto,
  - coexisten metas diferentes y divergen en algún momento,
  - hay diferentes criterios de evaluación de soluciones,
  - los recursos están limitados.
- Aspecto positivo
  - se intercambia información → mejora la robustez e integración
  - se llega a soluciones globalmente óptimas.
- Se resuelven o evitan mediante mecanismos de
  - prevención y evitación,
  - sistemas de pizarra,
  - negociación.



# Negociación

- La **negociación** se resuelve en un plan común; que es óptimo cuando se da una situación de paridad conjunta.
- Negociación estricta:
  - negociación de un plan común;
  - ejecución estricta del plan.
- Negociación generalizada:
  - entrelazamiento de negociación y ejecución.
- Esquemas de negociación y relajación de metas (Zlotkin y Rosenschein, 1990).
- Mecanismos de arbitraje (Lesser -1988, Durfee, Sycara -1989).



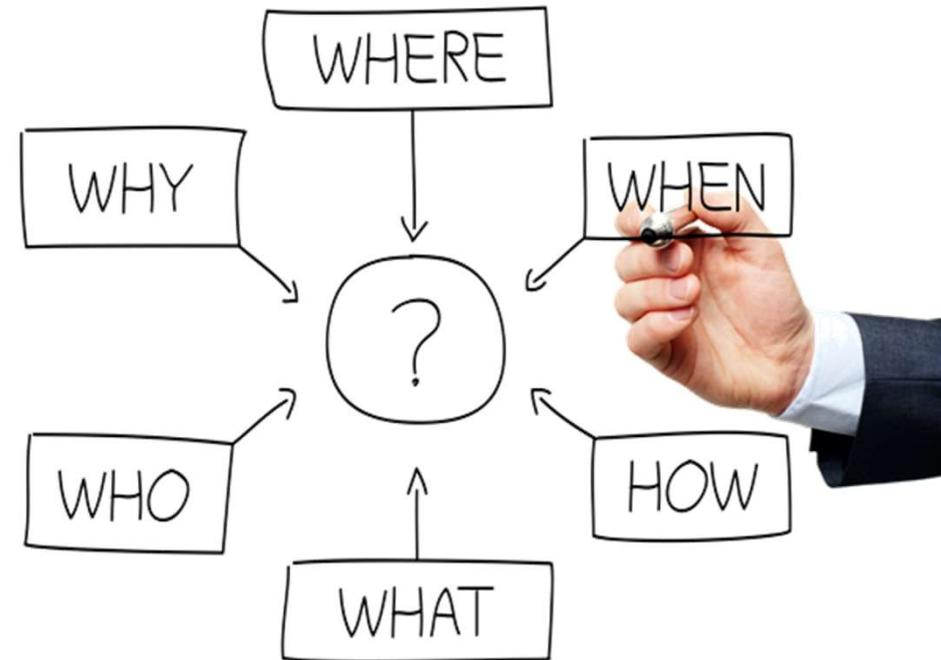
# Compromisos

- Los **compromisos** forman un conjunto de restricciones sobre las acciones y creencias de cada agente.
  - Se representan mediante conocimiento compartido y local de cada agente con respecto al resto.
  - Dan forma a la noción de agencia:
    - son el fundamento de la cooperación, negociación, y planes y metas conjuntas;
    - cohesionan la agencia.
  - Alternativas:
    - Compromiso como elección individual, temporal y local.
    - Compromiso como noción distribuida o social.



# Planificación

- Las interacciones en sistemas MAS obedecen a la coexistencia de planes elaborados, preferentemente, de forma distribuida
  - Generación de operaciones candidatas
  - Selección
  - Relevancia en la obtención del resultado
  - Ejecución
- Categorías de planificación:
  - Planificación clásica
  - Planificación reactiva
  - Sistemas combinados
  - Planificación distribuida
- El modelo PGP (Partial Global Planning) aborda el problema de la planificación distribuida (Lesser, Durfee)



# Compartiendo conocimiento

Requisitos para lograr compartir y comunicar el conocimiento:

- Modelo de representación del conocimiento común,
  - incluye lenguaje de representación de conocimiento común (lenguaje de representación de conocimiento)
- Representación de conocimiento común (ontologías).
- Lenguaje de comunicación común (entre agentes).
- Esfuerzos:
  - FIPA (Foundation for Intelligent Physical Abstracts -CE),
  - KSE (Knowledge Sharing Effort -ARPA)

