

Agentes y SMA

Ing. Enrique González Ph.D

**Departamento de Ingeniería de Sistemas
Facultad de Ingeniería
Pontificia Universidad Javeriana**



Aproximaciones Máquinas Inteligentes

	Humano	Racional
Actuar	IMITAR AL HUMANO Prueba de Turing	AGENTE RACIONAL Alcanzar Metas
Pensar	COGNITIVO Imitar Procesos de Pensamiento	RAZONAMIENTO LÓGICO Inferencia

Agenda General

- **Agentes Racionales**
 - Conceptos y Definiciones
 - Mapeo y Modelo de Acción
 - Arquitecturas para Agentes
- **Agentes Cooperativos**
 - Conceptos y Definiciones SMA
 - Organizaciones SMA
 - Cooperación en SMA



Agentes Racionales

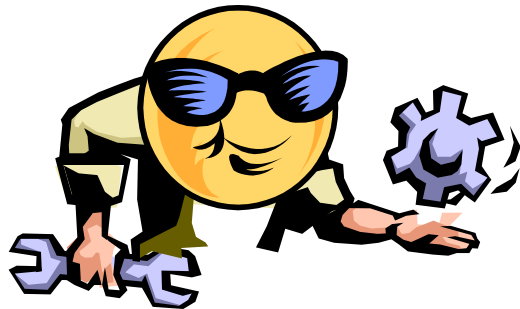


Agenda – Agentes Racionales

- **Introducción Agentes Racionales**
 - Definiciones básicas
 - Características de un agente
 - Tipos de agentes
- **Mapeo**
 - Técnicas de IA para toma de decisiones
 - Agentes y Modelo de Acción
- **Arquitecturas para Agentes Racionales**
 - Estructuras generales
 - Arquitecturas típicas

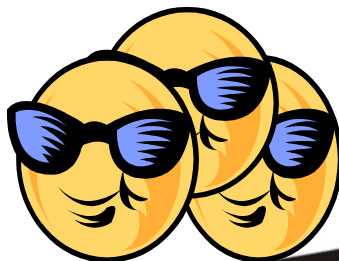
Por Qué Agentes?

Entidad Autónoma



Entidad Racional

Entidad Social



E
n
c
a
p
s
u
l
a

C
o
o
p
e
r
a

Conocimiento

Recursos

Servicios

Conducta

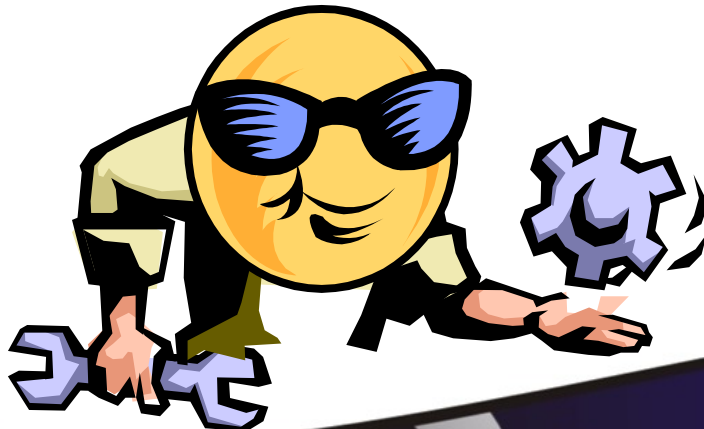
Sistema
Complejo
Racional

Qué es ser Racional?

Hacer lo Correcto
Actuar Racionalmente

Ideal : Maximizar

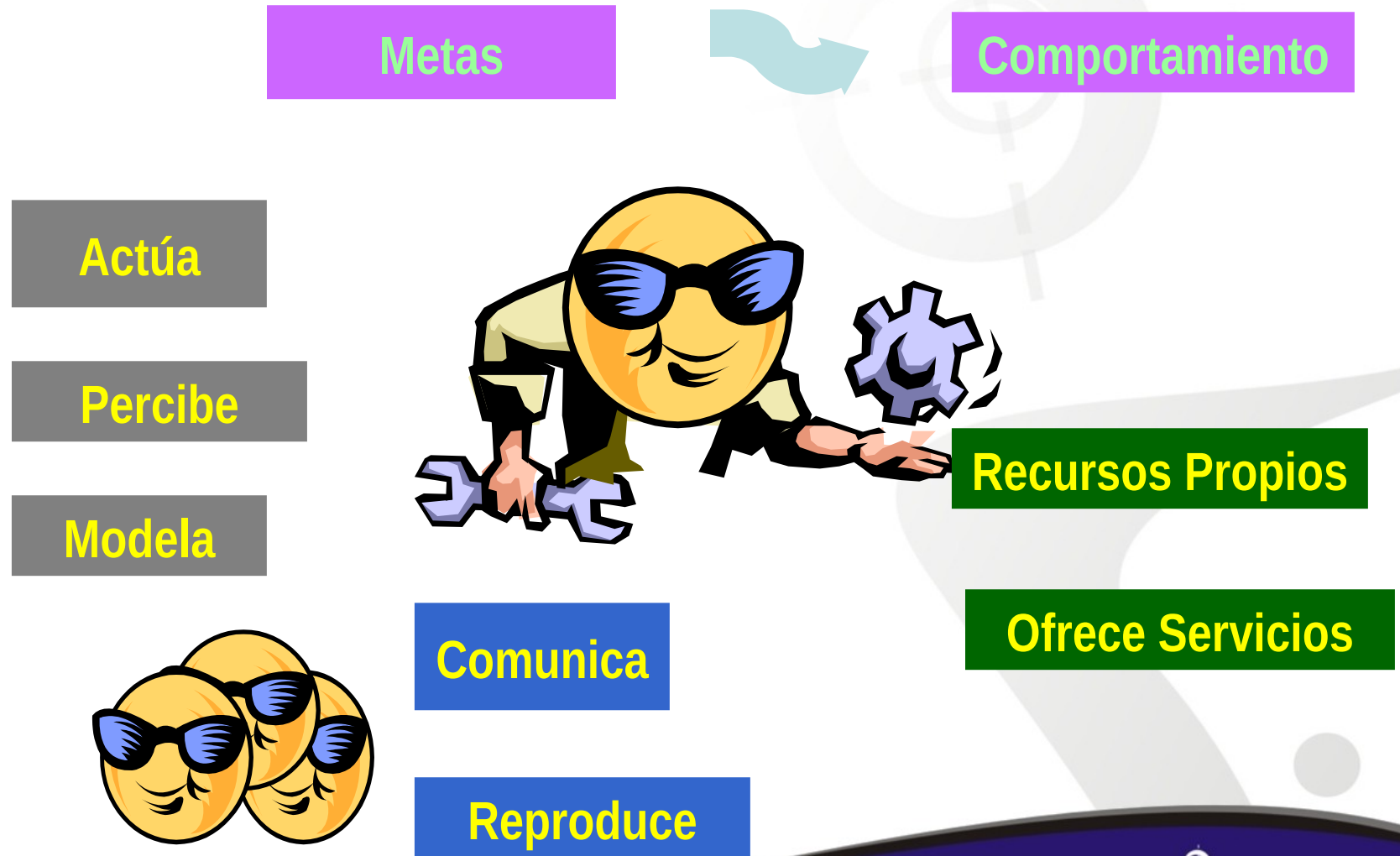
Metas



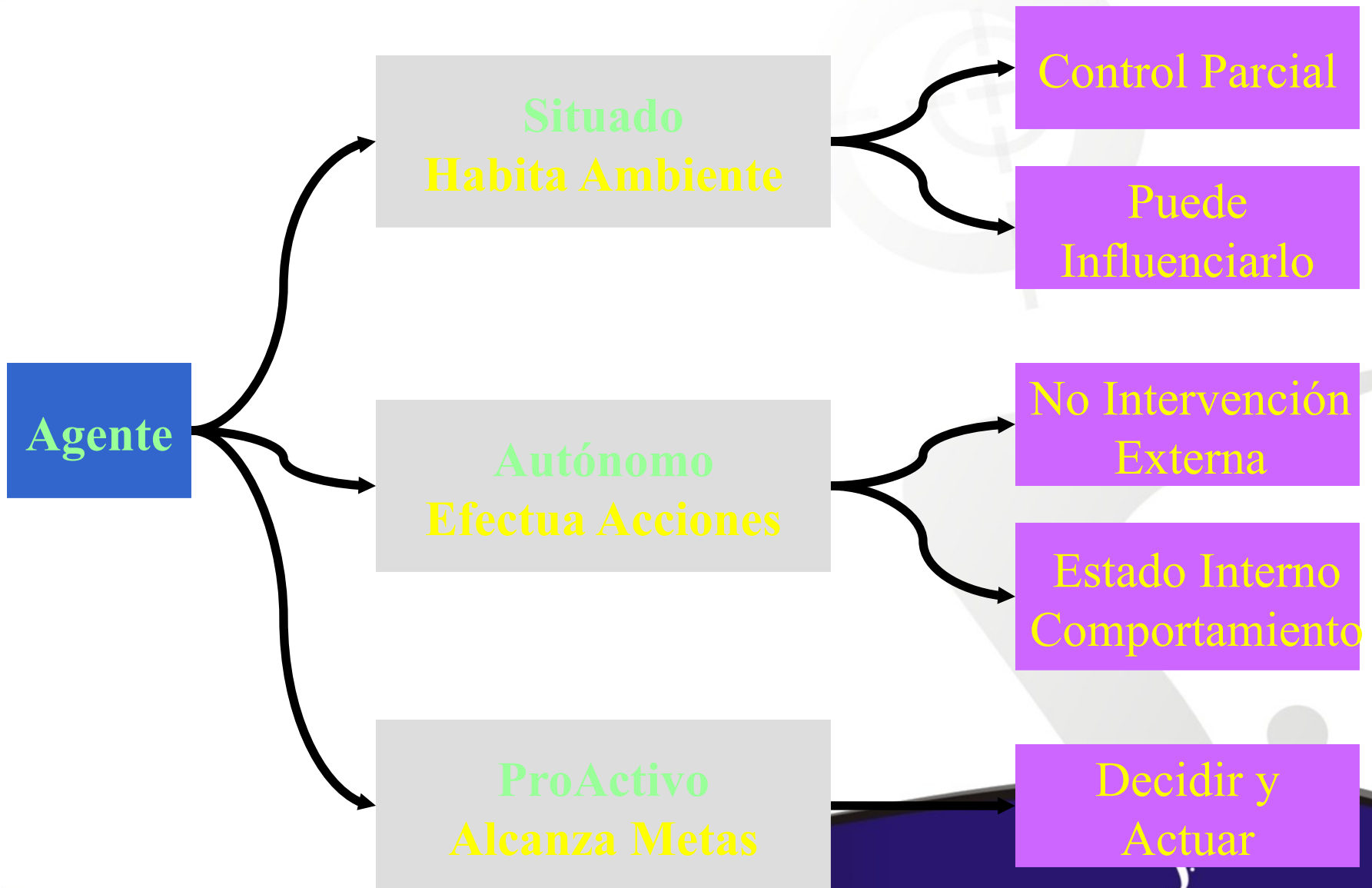
Evaluar



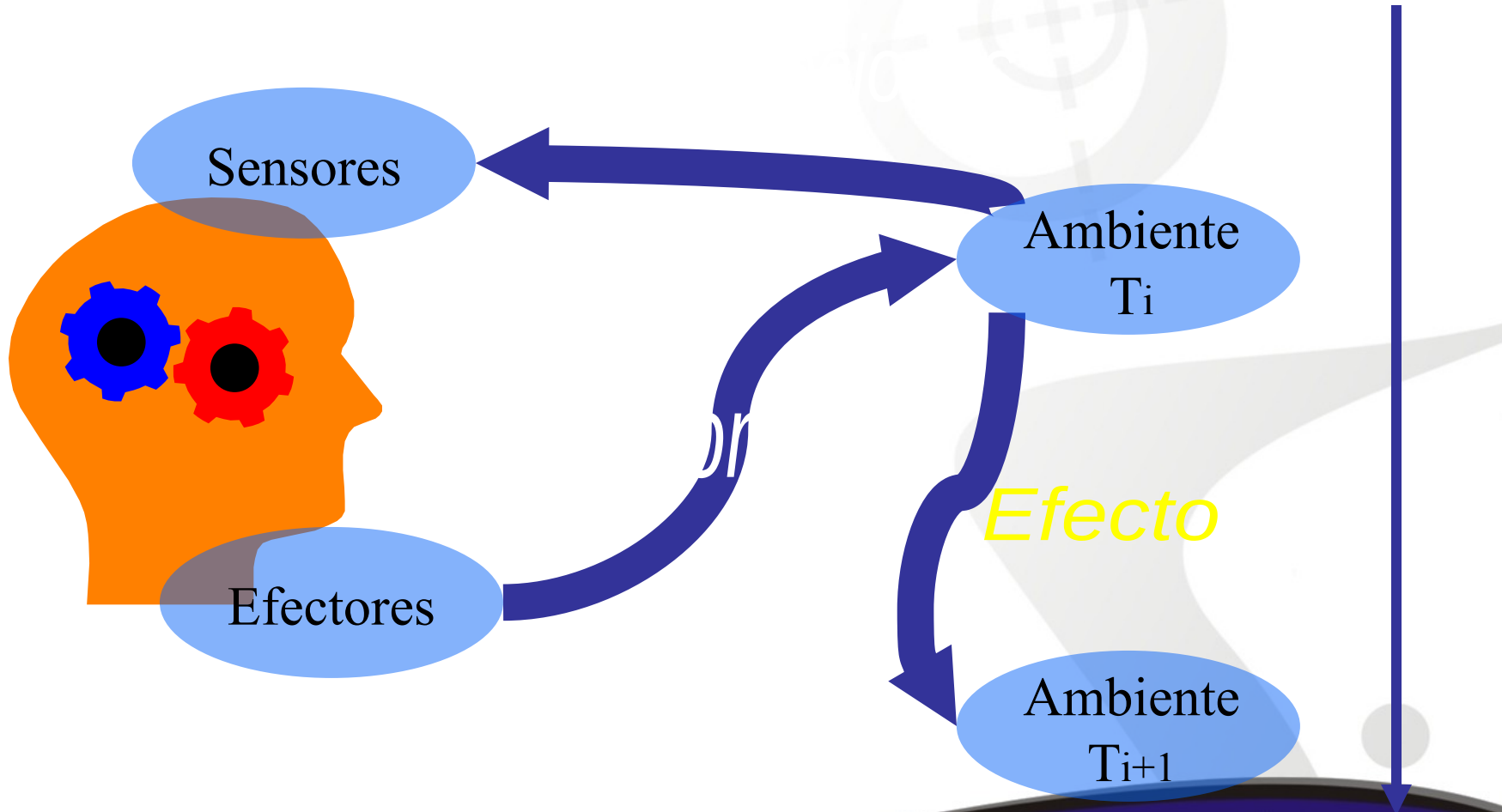
Definición de Agente



Características de un Agente



Agente y su Entorno



Tipos de Agentes

<div>Tipo de Agente</div> <div>Aspecto</div>	Agentes Cognitivos	Agentes Reactivos
Planificación	SI - Capacidad de Anticipar y Predecir Eventos Futuros	NO Hay Reacciones Directas a los Estímulos
Representación del Mundo	SI - Razonar sobre las Representaciones del Mundo	NO Hay Representación Explícita

Tipos de Agentes

Ejemplo Agente Cognitivo

Pb. → Abrir puerta cerrada con llave

Plan Abrir_Puerta

- Ir hasta sito donde está la llave
- Tomar la llave
- Ir hasta la puerta
- Abrir la puerta con la llave

Tipos de Agentes

Ejemplo Agente Reactivo

Pb. → Abrir puerta cerrada con llave

Reglas Condición-Acción

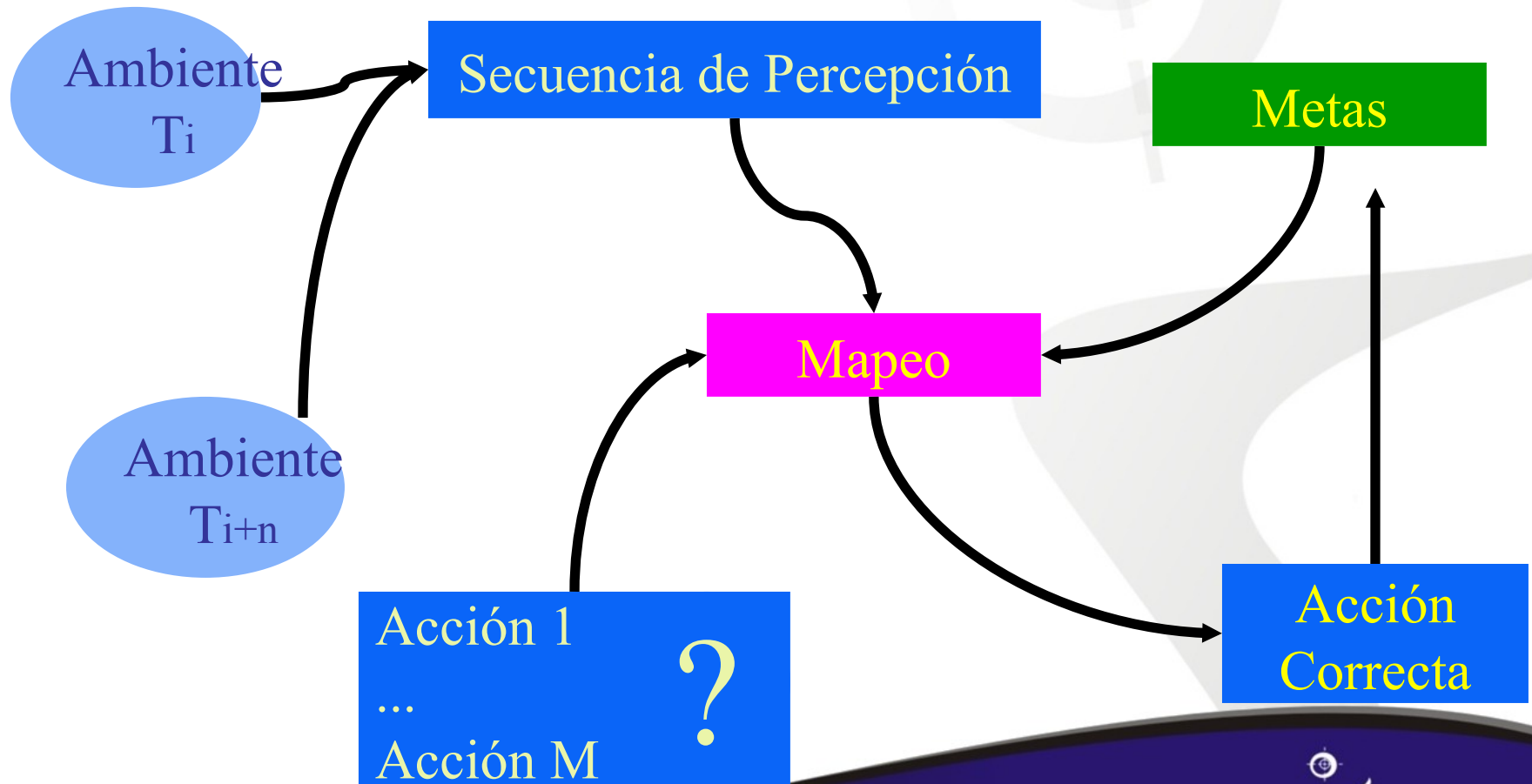
- R1. Estoy frente a la puerta y tengo la llave
→ Abrir puerta con llave
- R2. Estoy frente a la puerta y no tengo la llave
→ Ir a buscar la llave
- R3. Puerta no abre y no tengo la llave
→ Ir a buscar la llave
- R4. Llave frente a mi
→ Tomar la llave e ir a la puerta



Agenda – Agentes Racionales

- Introducción Agentes Racionales
 - Definiciones básicas
 - Características de un agente
 - Tipos de agentes
- **Mapeo**
 - Técnicas de IA para toma de decisiones
 - Agentes y Modelo de Acción
- Arquitecturas para Agentes Racionales
 - Estructuras generales
 - Arquitecturas típicas

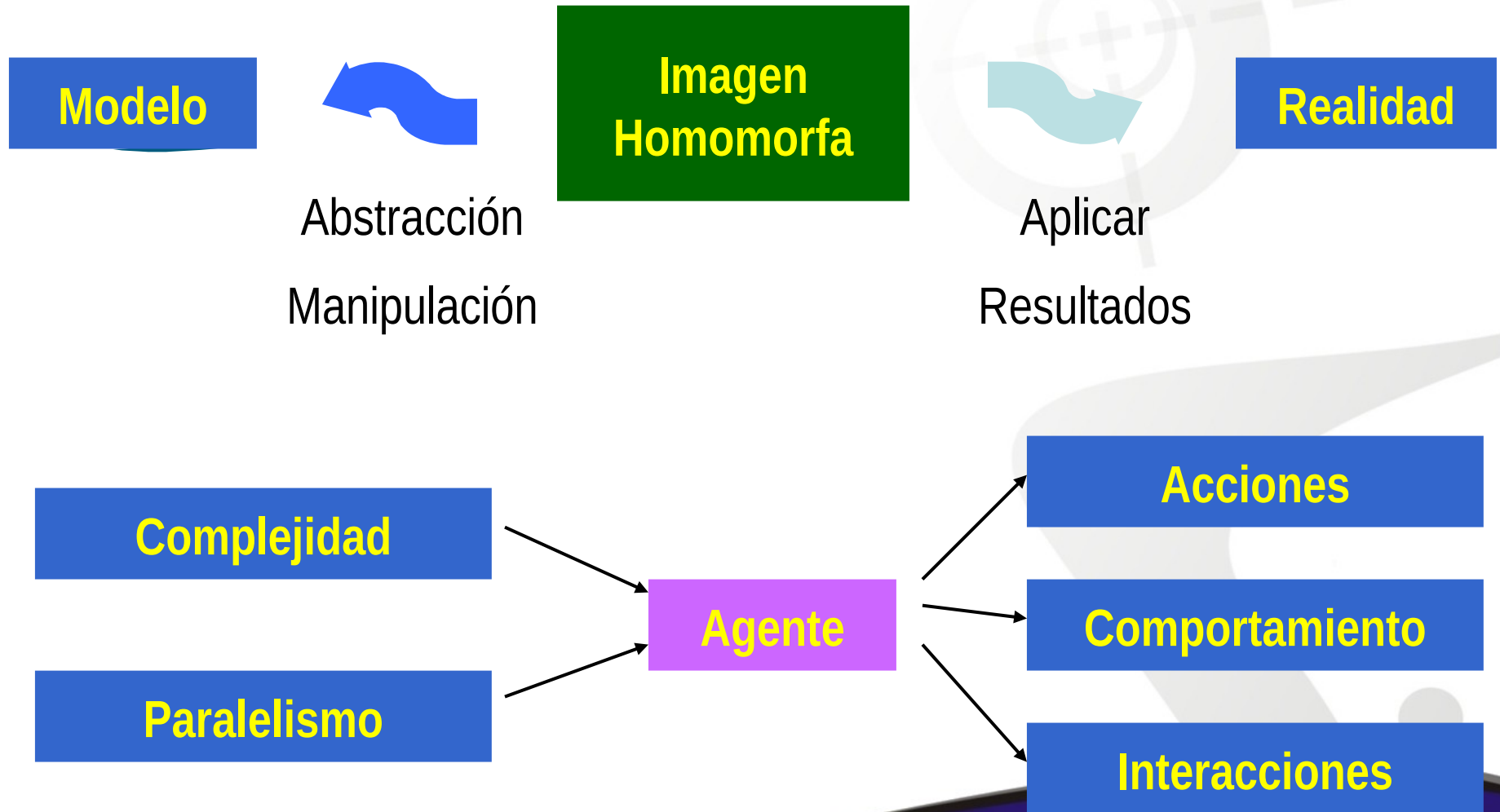
Mapeo Percepción/Acción



Mapeo – Toma de Decisiones

- **Sistema Basados en Reglas**
 - Reglas tipo “SI <condición> ENT <acción>
 - Evaluación concurrente y disparo controlado
- **Sistemas Difusos**
 - Reglas basadas en variables lingüísticas
 - Manejo explícito de la ambigüedad
- **Redes Neuronales**
 - Unidades de procesamiento multi-conectadas
 - Capacidad de aprendizaje a partir de ejemplos
- **Algoritmos Genéticos**
 - Evolución del sistema basado en su calidad para alcanzar sus metas en un ambiente particular

Modelos en Agentes



Modelo de la Acción en AR



Agentes y Modelo de Acción

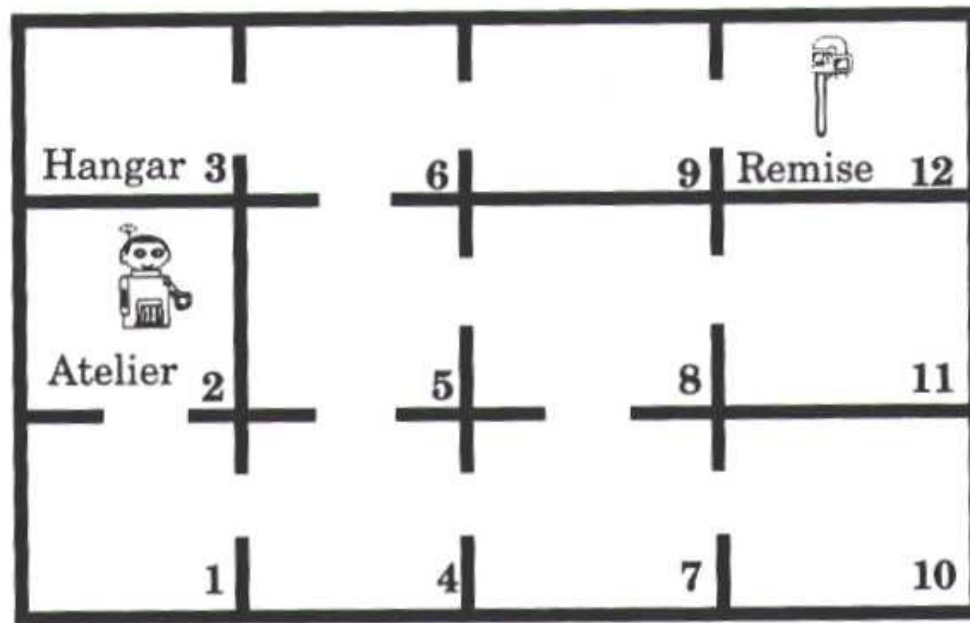
- **Transformación del Estado Global**
 - Strips - listas precondition/suprimir/agregar
- **Respuesta al Estímulo**
 - Sistema reactivo - arquitectura "*subsumption*"
- **Proceso Informático**
 - Autómatas y redes de Petri
- **Modificación Local**
 - Autómatas celulares
- **Desplazamiento Físico**
 - Campos de potencial y grillas espaciales
- **Consigna de Control**
 - Sistemas dinámicos realimentados



Transformación del Estado

- Estado
 - Caracterizar cada Situación posible
- Operador
 - Permite pasar de un estado a otro
- Operadores Tipo STRIPS
 - Lista de Precondiciones
 - Lista de Suprimir
 - Lista de Adicionar

Transformación del Estado



- $Est1 = \{posR(Clotilde, 2), posH(IIave, 12)\}$
- Operador $irSur(x)$
 - pre: $posR(X, L1), sur(L1, L2)$
 - sup: $posR(X, L1)$
 - adic: $posR(X, L2)$

Transformación del Estado

- **Limites y Restricciones**
 - No es posible expresar el paralelismo
 - No se puede representar el desarrollo de la acción. Difícil incluir la causalidad
 - Débil concepción de la descripción de la acción
 - Débil y limitada concepción de la acción
 - Postulado de Estaticidad - Leyes de Newton
 - Postulado de Secuencialidad - No Concurrencia
 - Postulado de Universalidad - Solo el Resultado



Acción como Desplazamiento

- Características
 - Agentes situados
 - Ambiente como un espacio métrico
- Campos de Potencial

- Se pueden combinar y superponer

$$U(p) = U_{attr}(p) + U_{repul}(p)$$

- Fuerzas atractivas hacia el objetivo

$$U_{attr}(p) = k * dist(p, p_{but})^2$$

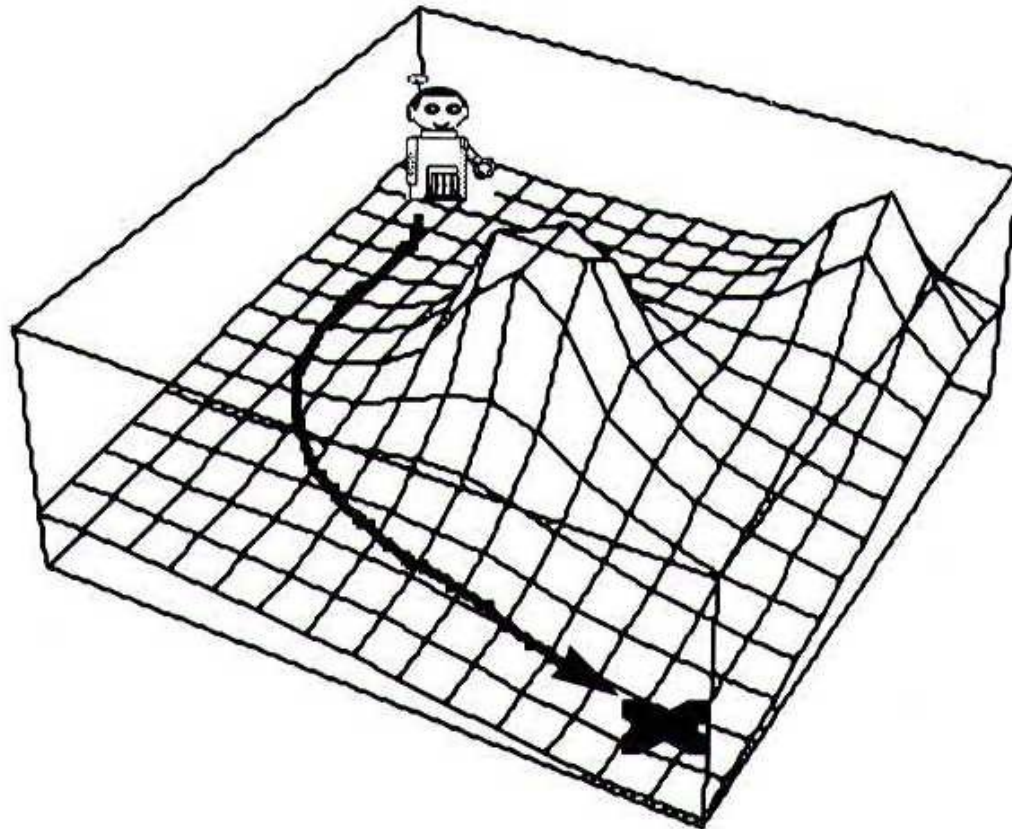
- Fuerzas repulsivas de los obstáculos

$$\begin{aligned} U_{repul}(p) &= k' \frac{1}{dist(p, p_{obs})^2} \text{ si } dist(p, p_{obs}) \leq dist_{influence} \\ &= 0 \text{ sinon} \end{aligned}$$

Acción como Desplazamiento

- Campos de Potencial
 - Seguir el Gradiente

$$\vec{F}(p) = -\vec{\nabla}U(p)$$



Acción como Desplazamiento

- **Ventajas**

- Eficiente para caso de desplazamientos físicos
- Gestión de la coordinación de agentes

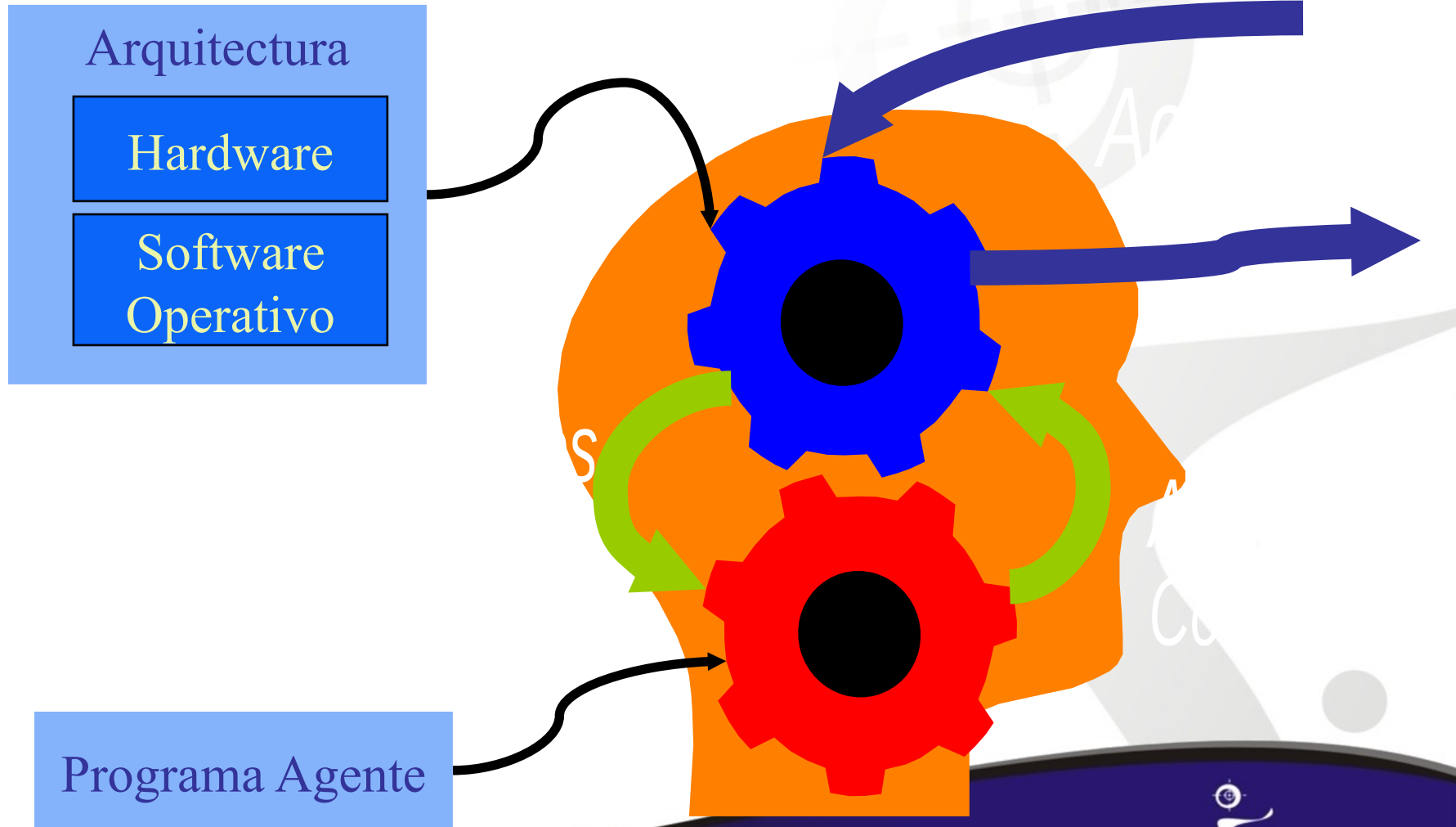
- **Desventajas**

- No integra la concepción lógica de la intención y la acción
- Imposible representar situaciones en las que no hay un espacio métrico
- Difícil realizar un seguimiento de la evolución global del sistema

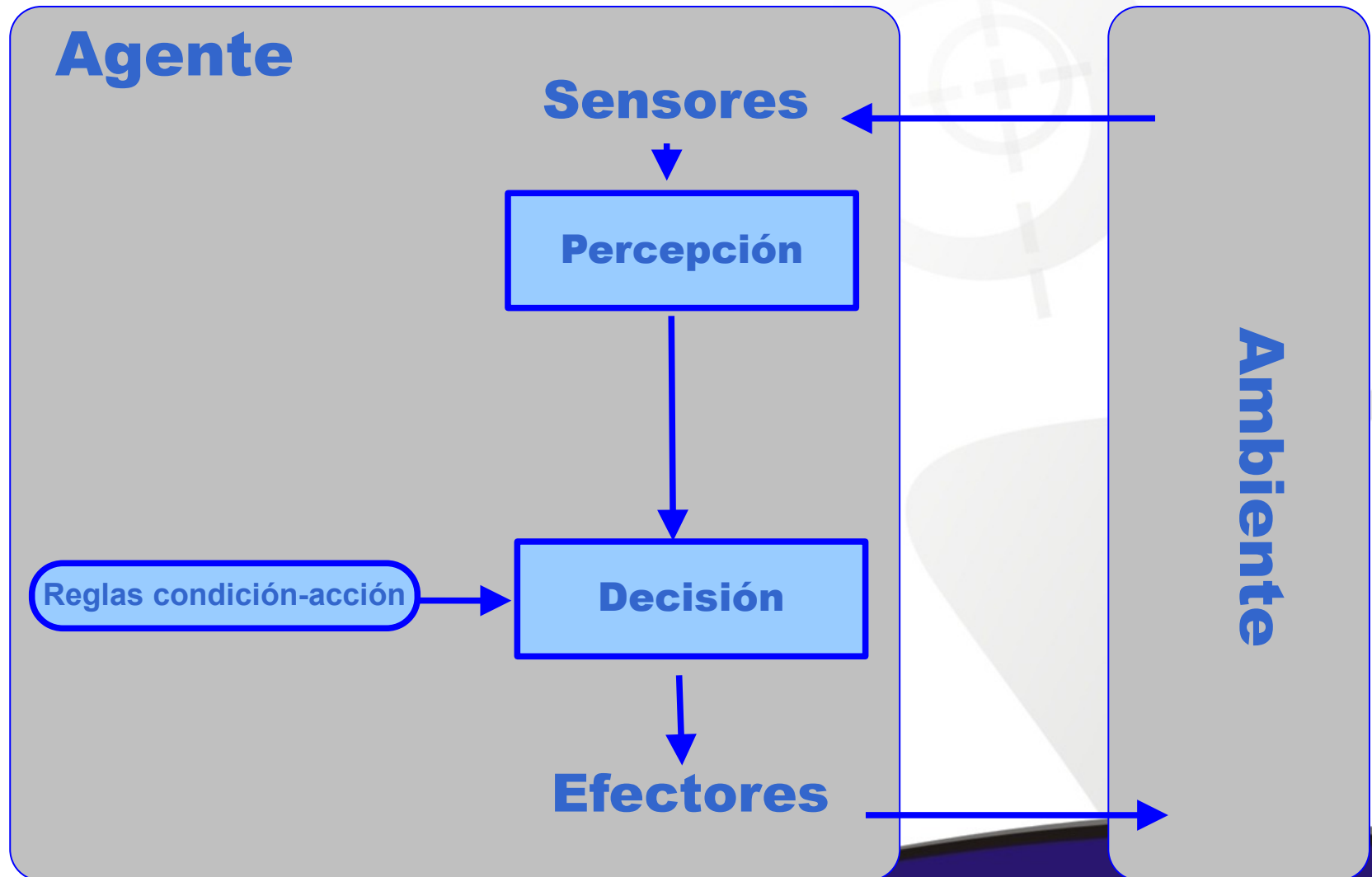
Agenda – Agentes Racionales

- Introducción Agentes Racionales
 - Definiciones básicas
 - Características de un agente
- Mapeo
 - Técnicas de IA para toma de decisiones
 - Agentes y Modelo de Acción
- Arquitecturas para Agentes Racionales
 - Estructuras generales
 - Arquitecturas típicas

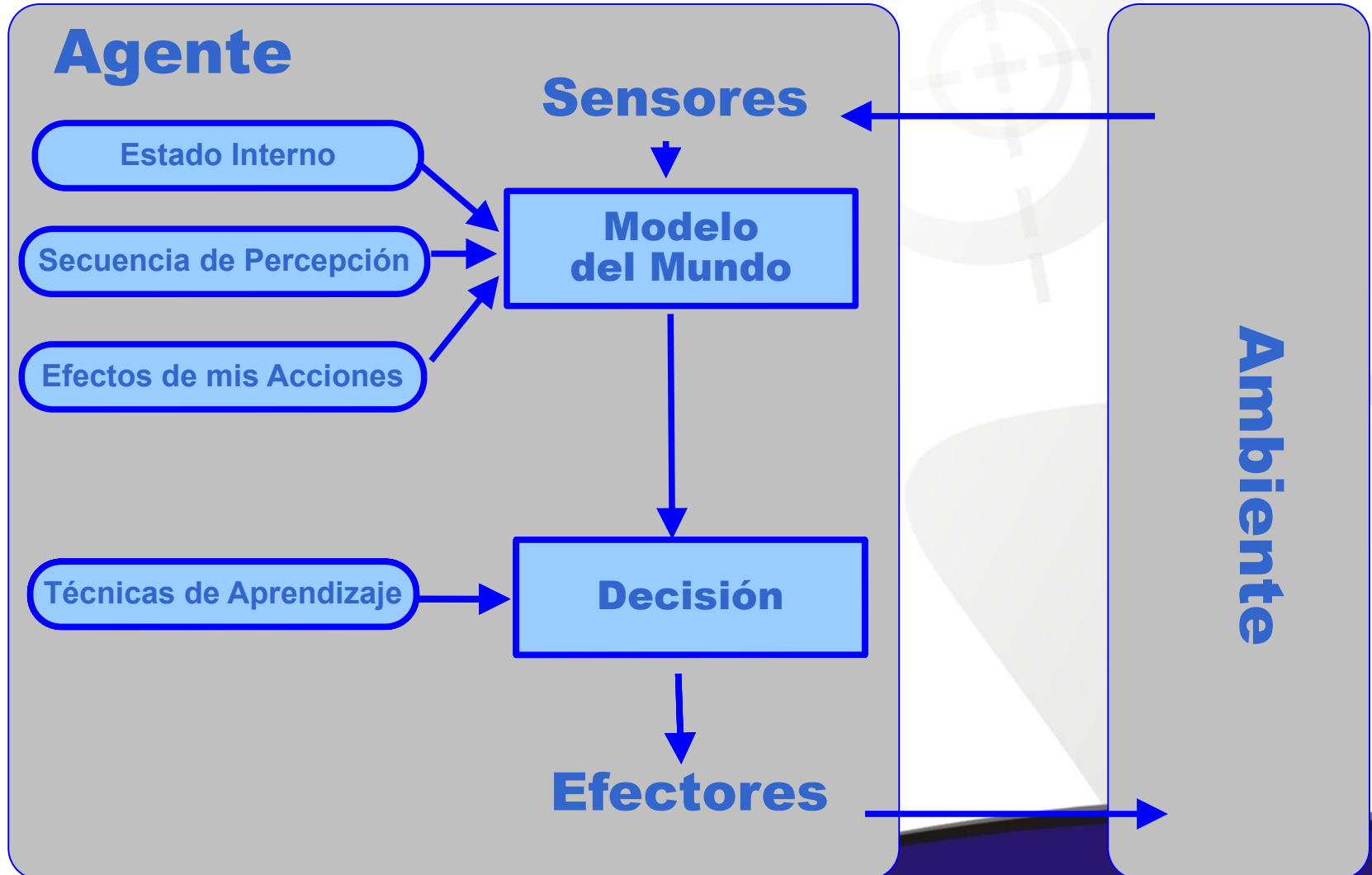
Arquitectura del Agente



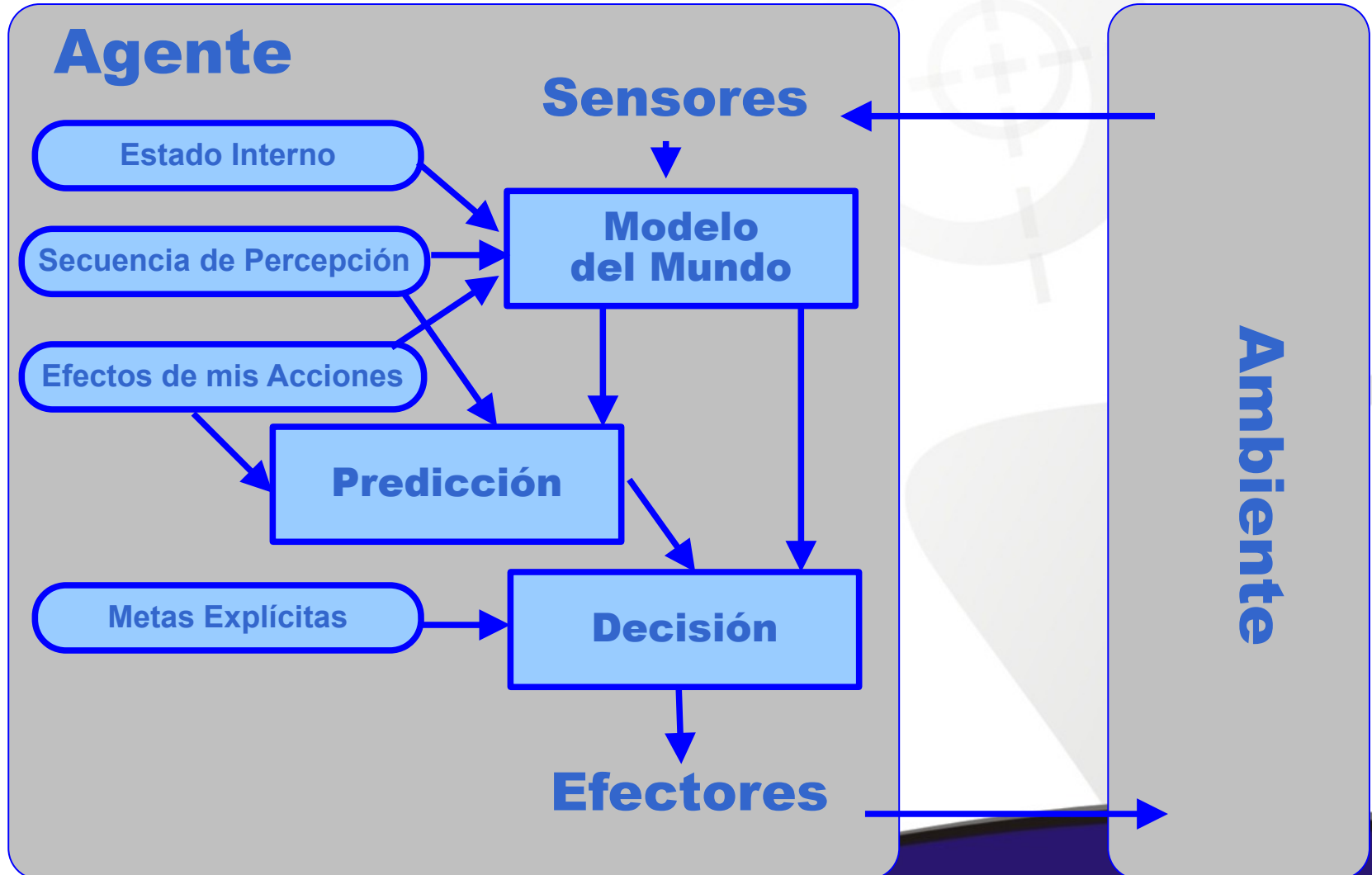
Estructura Agente Reactivo



Estructura Agente Deliberativo



Estructura Agente Predictivo



Arquitectura de Agente Aproximación Lógica

Programa Agente



Codificado en **Lógica**
Representación Simbólica

Formalismo Simbólico
Semántica Elegante

Alta **Complejidad**
de Cálculo

Asume Racionalidad
Calculativa

Pbs con **Ambientes**
Complejos-Dinámicos



Arquitectura de Agente Aproximación Comportamental

Programa Agente
No Explícito - No Memoria



Comportamiento
No “Disembodied”



Inteligencia “Emerge”
de la Interacción

Simplicidad y Economía
“Tractability”

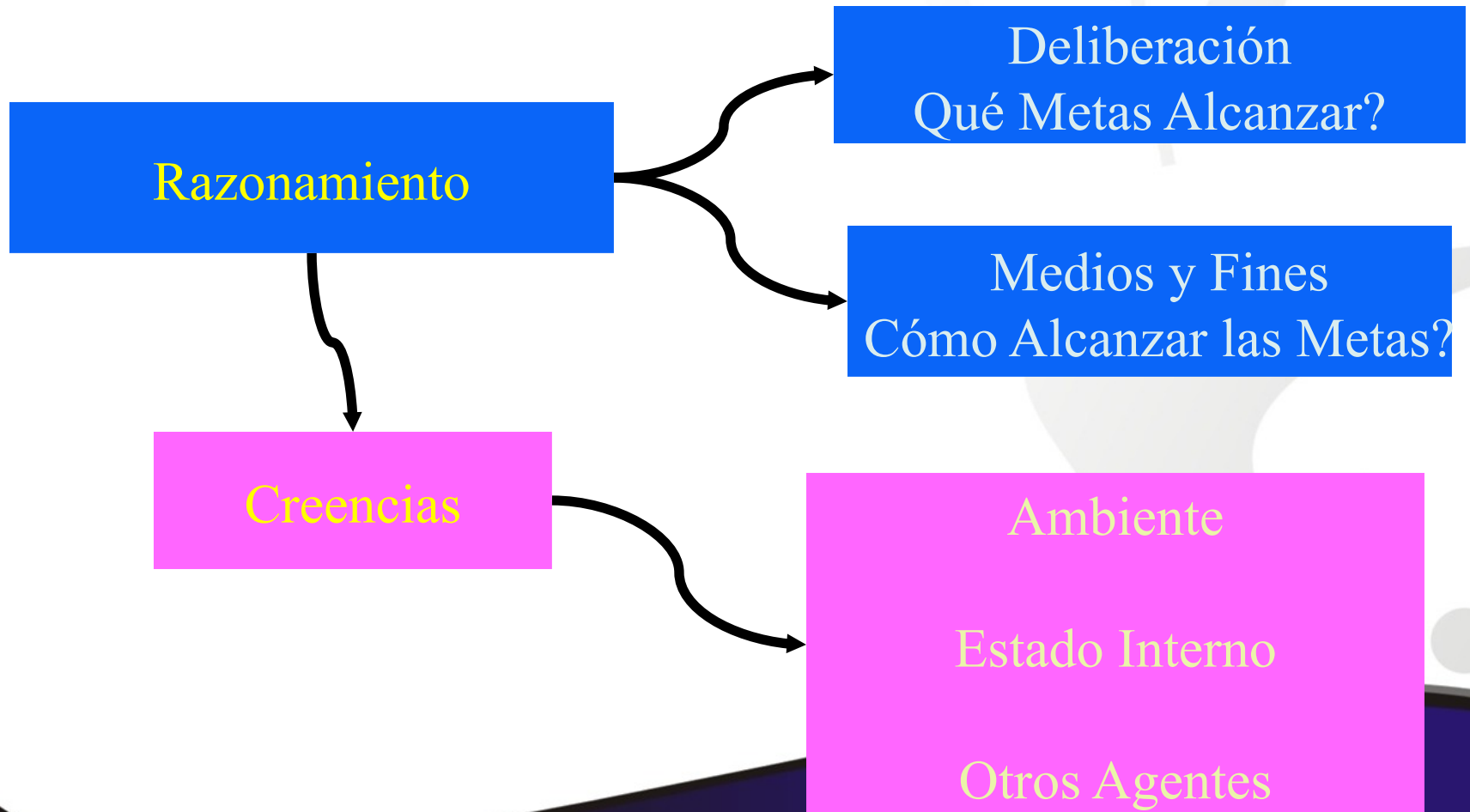
Robustez
Resistencia a Fallas

Localidad
Información Suficiente
Visión a Corto Plazo

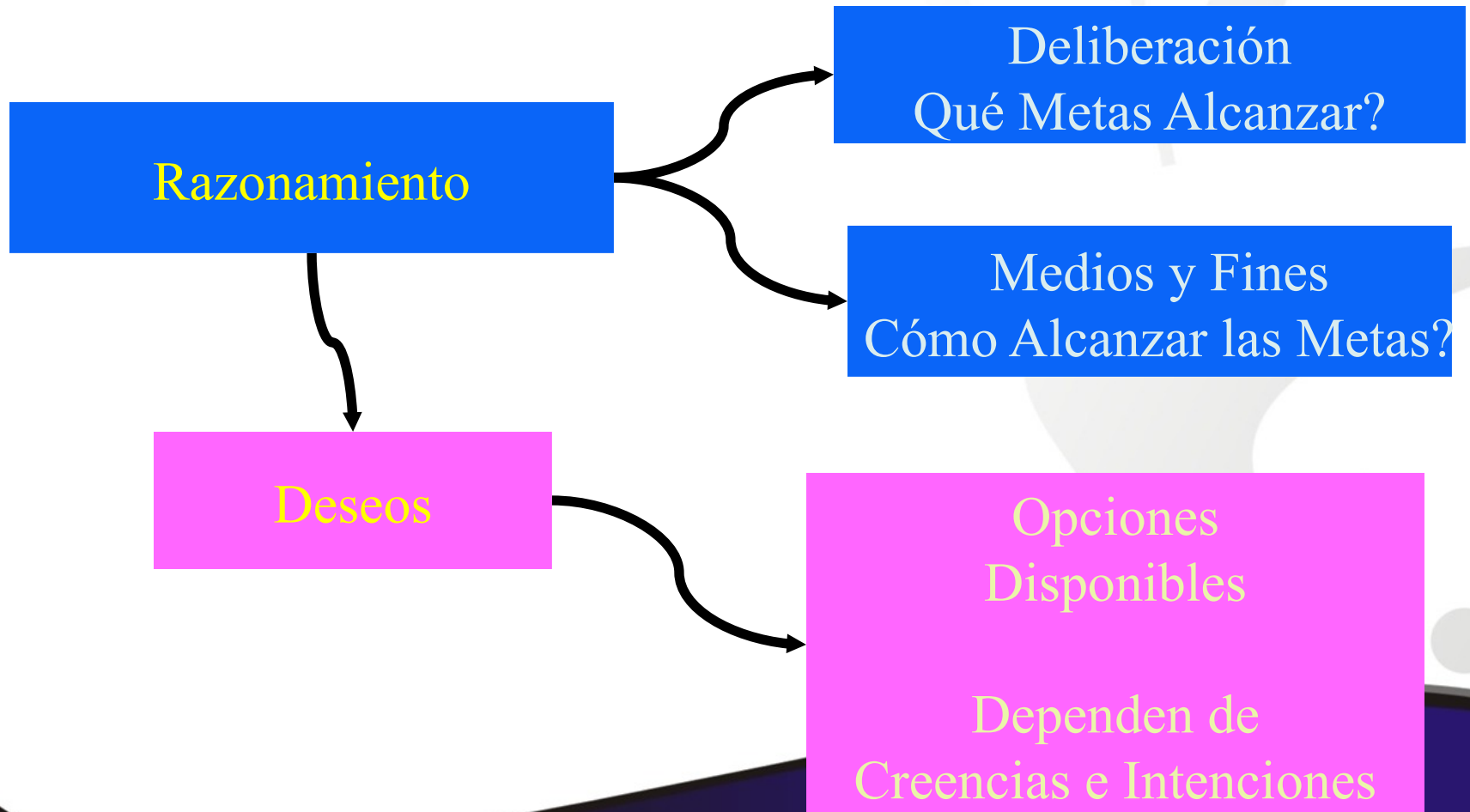
Aprendizaje Limitado

Metodología??

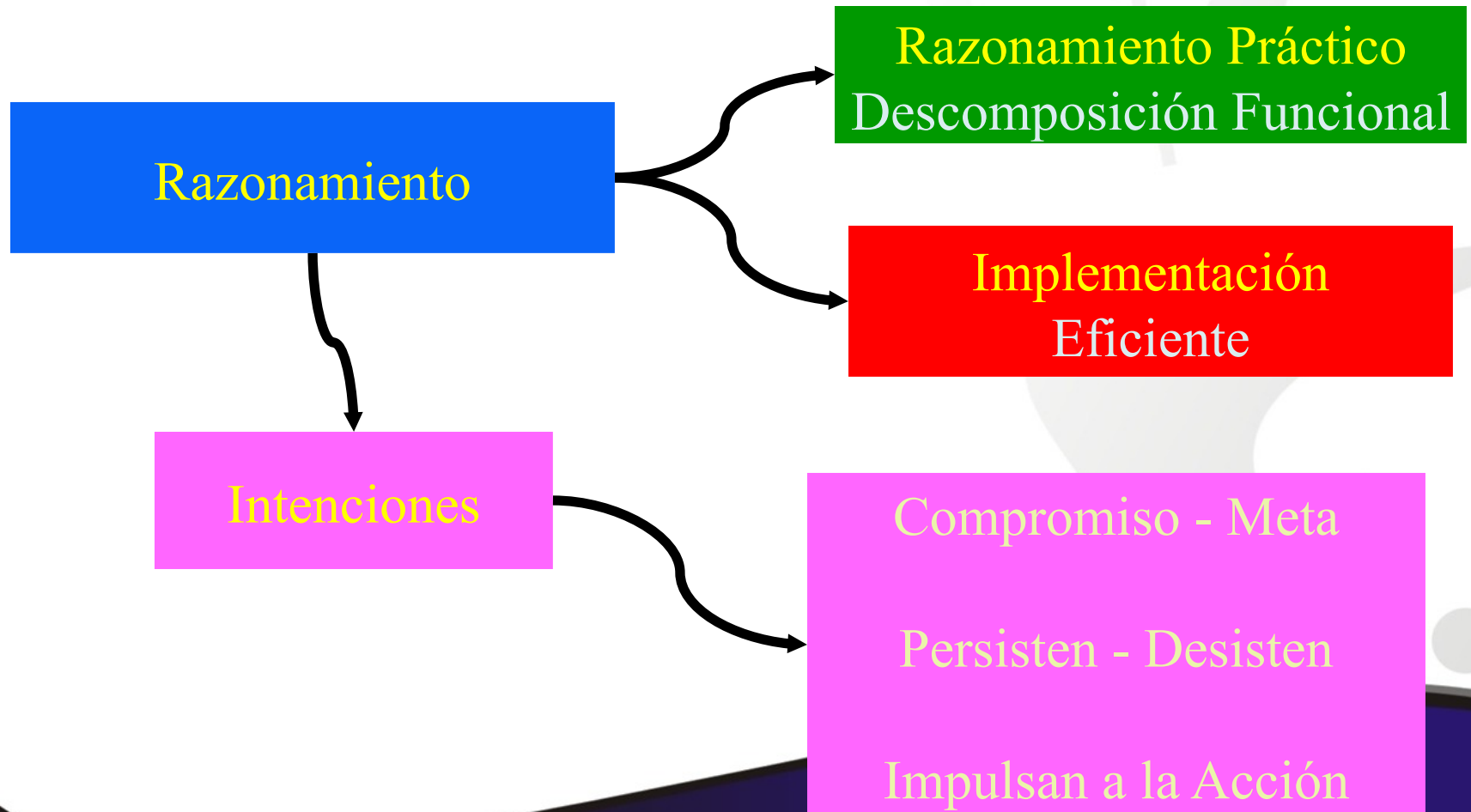
Arquitectura de Agente BDI - Believe-Desire-Intention



Arquitectura de Agente BDI - Believe-Desire-Intention



Arquitectura de Agente BDI - Believe-Desire-Intention



Arquitectura de Agente

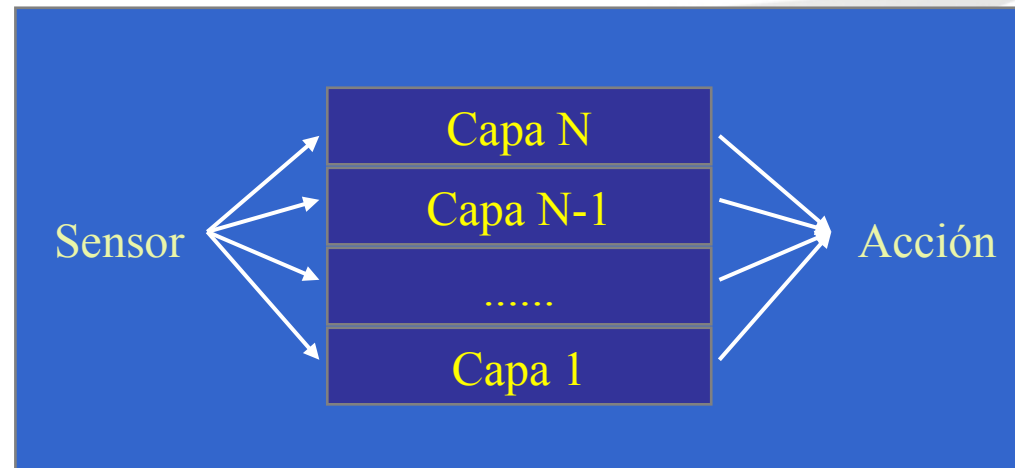
Arquitecturas por Capas

Capas de Diferente
Nivel de Abstracción

Capas Horizontales
Conexión Sensor-Acción

Simplicidad
Reducción de Interacciones

Competencia entre Capas
Mediador



Arquitectura de Agente

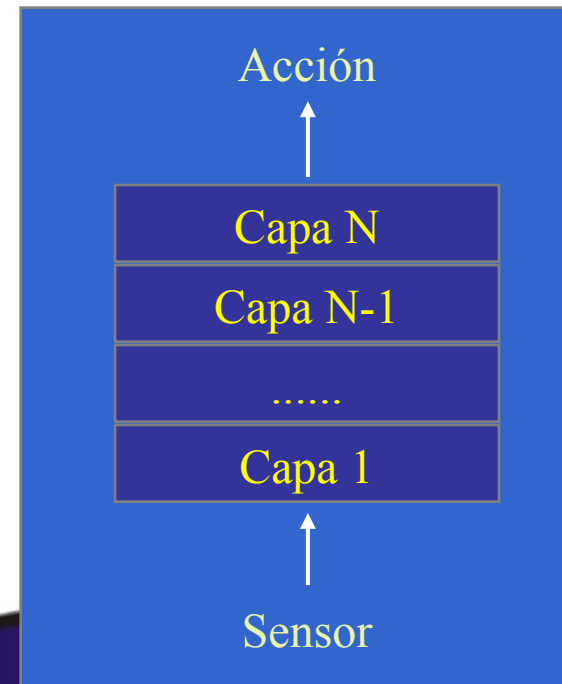
Arquitecturas por Capas

Capas de Diferente
Nivel de Abstracción

Capas Verticales
Un Nivel Sensor-Acción

Simplicidad Conceptual
Capas Independientes

Secuencialidad
No Tolerancia a Fallas



Arquitectura de Agente

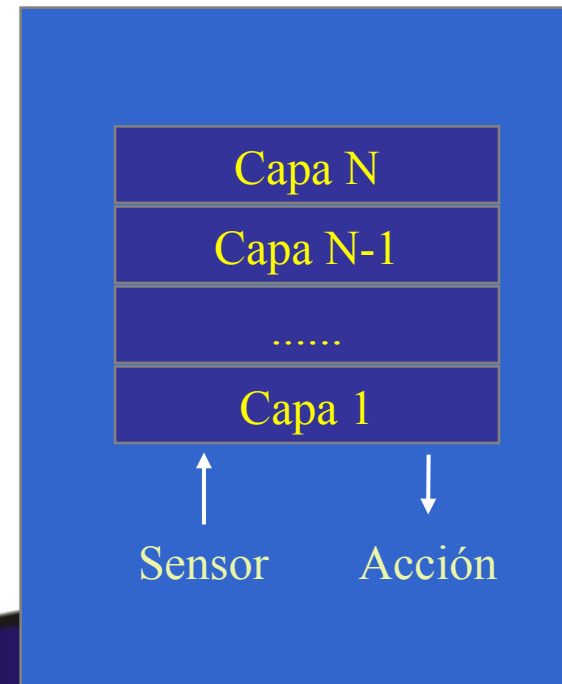
Arquitecturas por Capas

Capas de Diferente
Nivel de Abstracción

Capas Verticales
Un Nivel Sensor-Acción

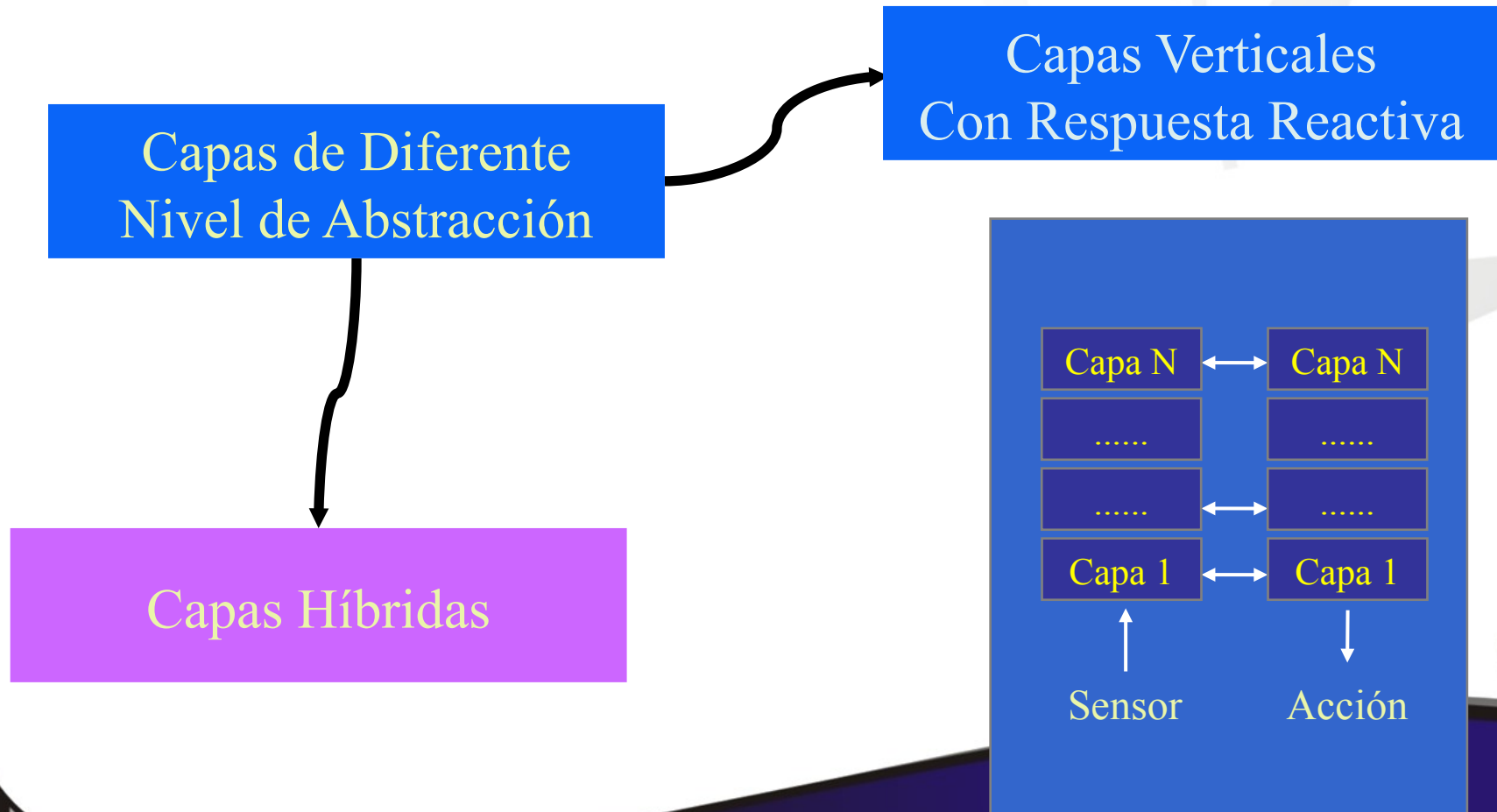
Simplicidad Conceptual
Capas Independientes

Secuencialidad
No Tolerancia a Fallas



Arquitectura de Agente

Arquitecturas por Capas





Modelo de Agencia PUJ

- **Agente → Entidad Concurrente**
 - Proactivo
 - trabaja “continuamente” para alcanzar sus metas
 - Cooperativo
 - metas del agente supeditadas a las del sistema
 - Rol
 - define las responsabilidades del agente
 - identifica sus relaciones con el ambiente y otros agentes
 - posee una semántica clara en el contexto del problema de aplicación

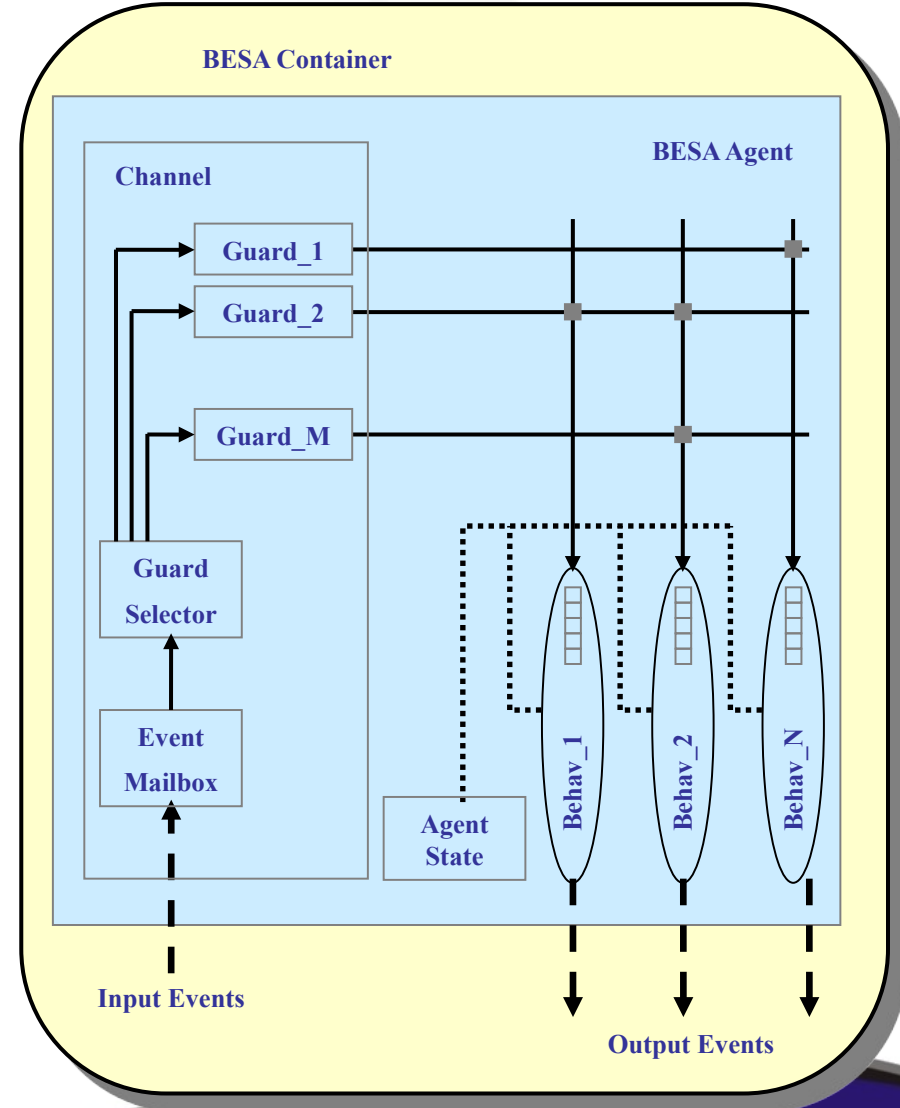
sistema → compuesto por entidades bien semantizadas

Arquitectura BESA - PUJ

• BESA

- Nivel Agente
 - paralelismo interno
 - mecanismo selector
- Nivel Organización
 - apoyo a la cooperación
 - roles sociales
- Nivel Sistema
 - facilitadores
 - directorios
 - interoperabilidad

Behavior-oriented
Event-driven
Social-based
Agent-framework



Agenda General

- Agentes Racionales
 - Conceptos y Definiciones
 - Mapeo y Modelo de Acción
 - Arquitecturas para Agentes
- Agentes Cooperativos
 - Conceptos y Definiciones SMA
 - Organizaciones SMA
 - Cooperación en SMA

Agenda – Agentes Cooperativos

- **Sistemas MultiAgentes - SMA**
 - Definiciones básicas
 - Organizaciones SMA
- **Interacciones y Cooperación**
 - Tipos de Interacciones
 - Colaboración
 - Coordinación
 - Solución de Conflictos

Agente en el Contexto SMA

Ambiente

Leyes del Universo

Objetos Ambiente

Operaciones sobre los Objetos

Conjunto de Agentes

Relaciones entre Agentes



Organizaciones MultiAgentes

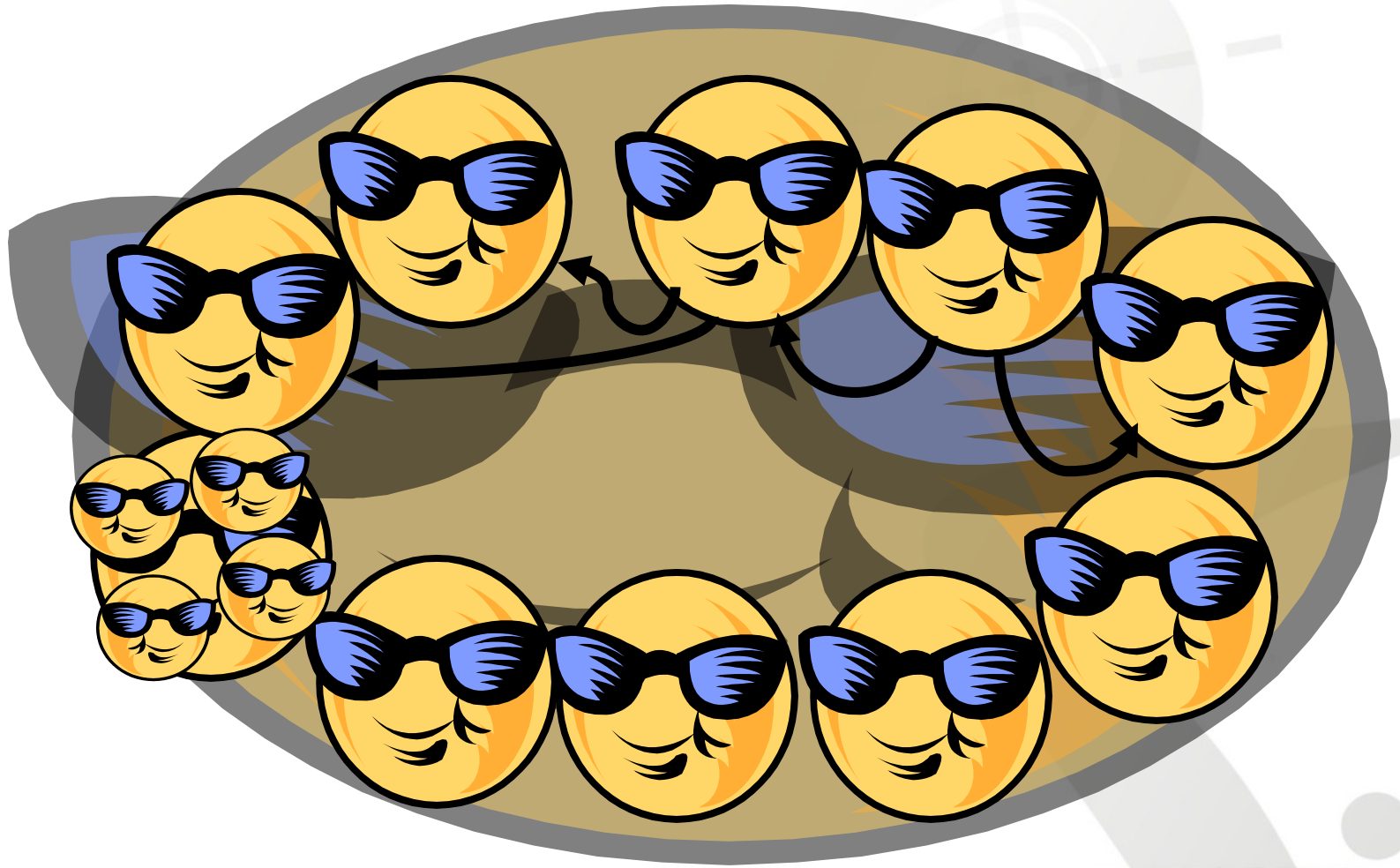


Individuos

Relacionados

Unidad

Organizaciones MultiAgentes



Diferentes Roles

Recursividad Sistémica

Organizaciones MultiAgentes

Perspectivas de Análisis

Análisis Funcional

- Qué hacer en la organización ?
- Vista como un sistema de roles

Análisis Estructural

- Cómo construir la organización ?
- Dar un orden al conjunto de interacciones.

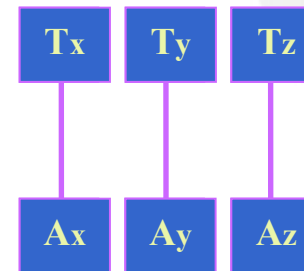
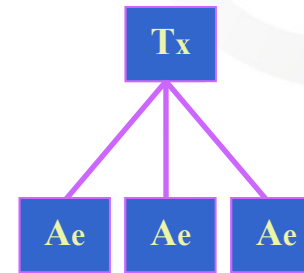
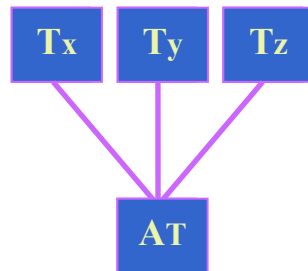
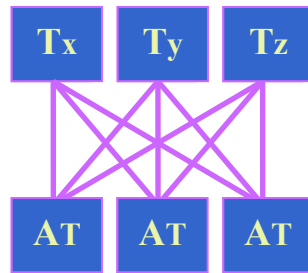
Parámetros de Concretización

- Distribución de habilidades entre los agentes

Parámetros de Concretización

Organización de Habilidades

Redundancia



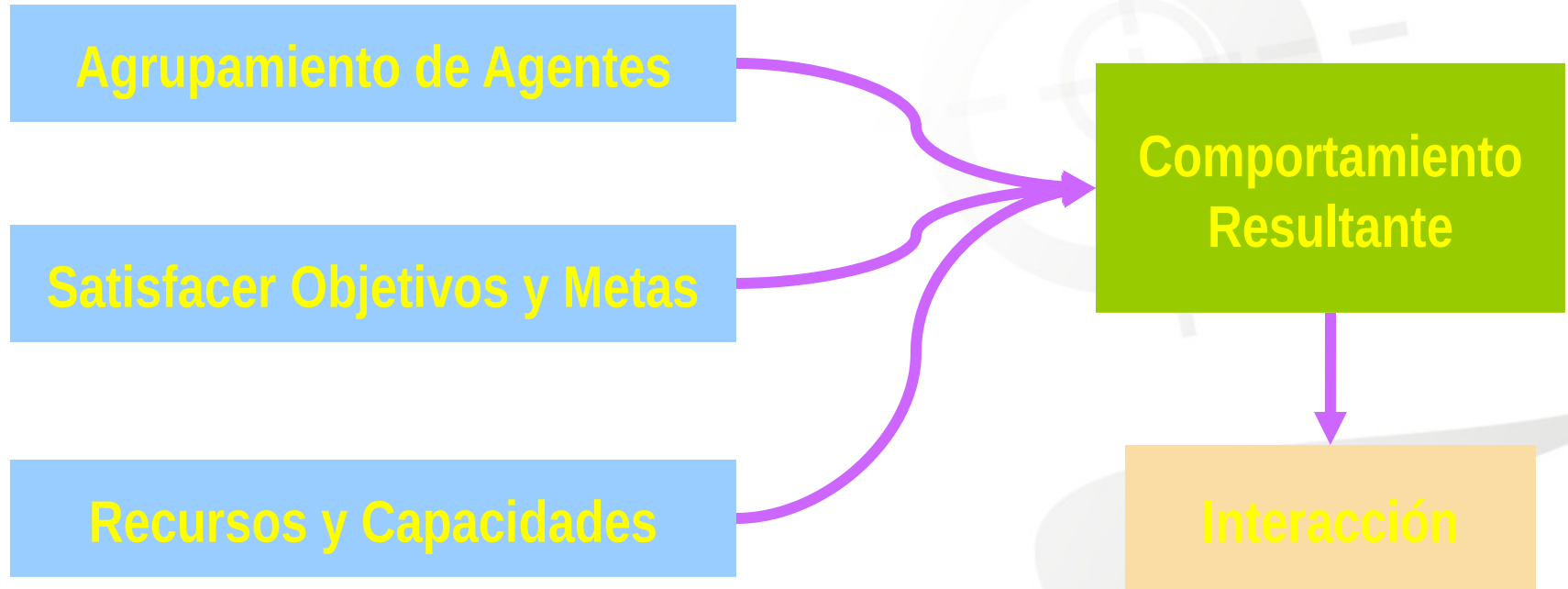
Especialización



Agenda – Agentes Cooperativos

- Sistemas MultiAgentes - SMA
 - Definiciones básicas
 - Organizaciones SMA
- Interacciones y Cooperación
 - Tipos de Interacciones
 - Colaboración
 - Coordinación
 - Solución de Conflictos

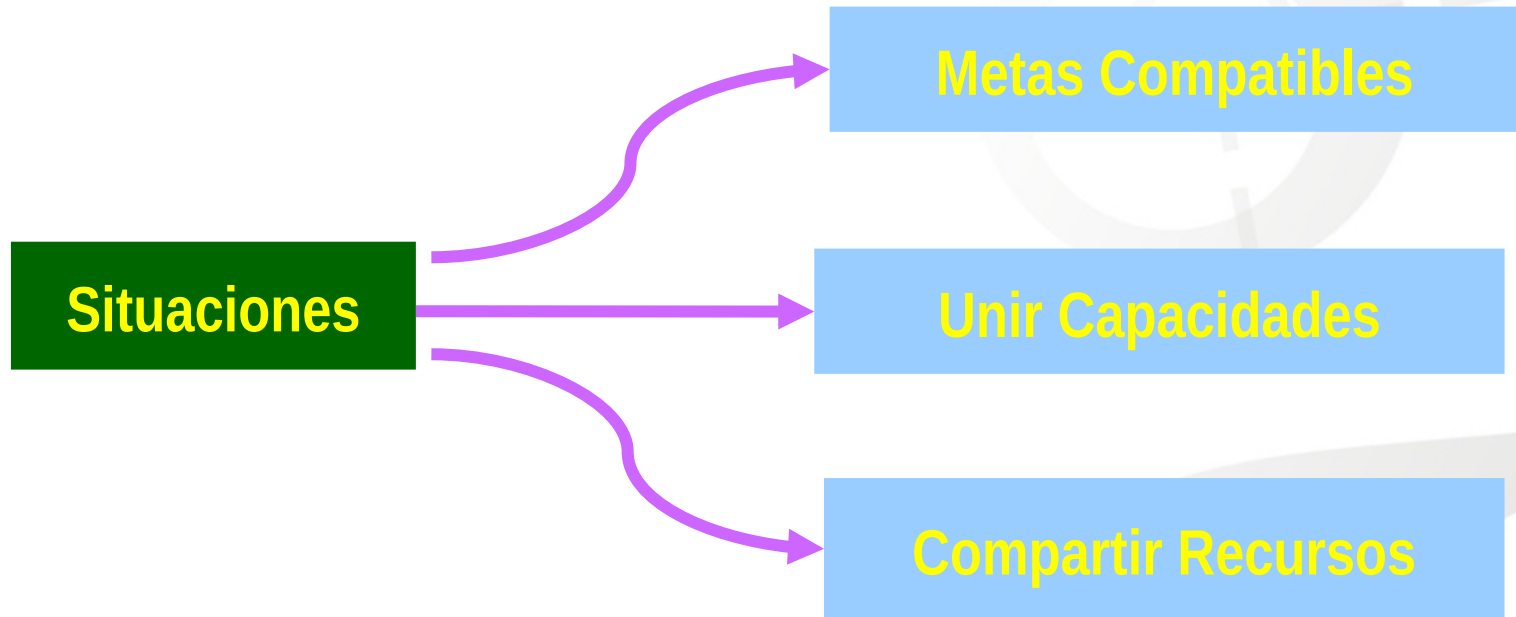
Interacción - Definición



**La Interacción es el Componente de Base
de Toda Organización**

A la vez Fuente y Producto

Interacción



Comportamiento Colectivo EMERGE de la Interacción

Tipos de Interacción

Objetivos	Recursos	Capacidad	Situaciones	Categoría
Compatibles	Suficientes	Suficientes	Independencia	Indiferencia
		Insuficientes	Cooperación Simple	Cooperación
	Insuficientes	Suficientes	Estorbo	
		Insuficientes	Cooperación Coordinada	

Tipos de Interacción

Objetivos	Recursos	Capacidad	Situaciones	Categoría
No Compatibles	Suficientes	Suficientes	Competición Individual pura	Antagónico
		Insuficientes	Competición Colectiva pura	
	Insuficientes	Suficientes	Conflictos individuales por Recursos	
		Insuficientes	Conflictos colectivos por recursos	



Ventajas de la Interacción

Objetivos

Para agentes no auto-competentes.
Posibilidad de cumplir objetivos

Desempeño

La especialización mejora las
medidas de desempeño

Recursos

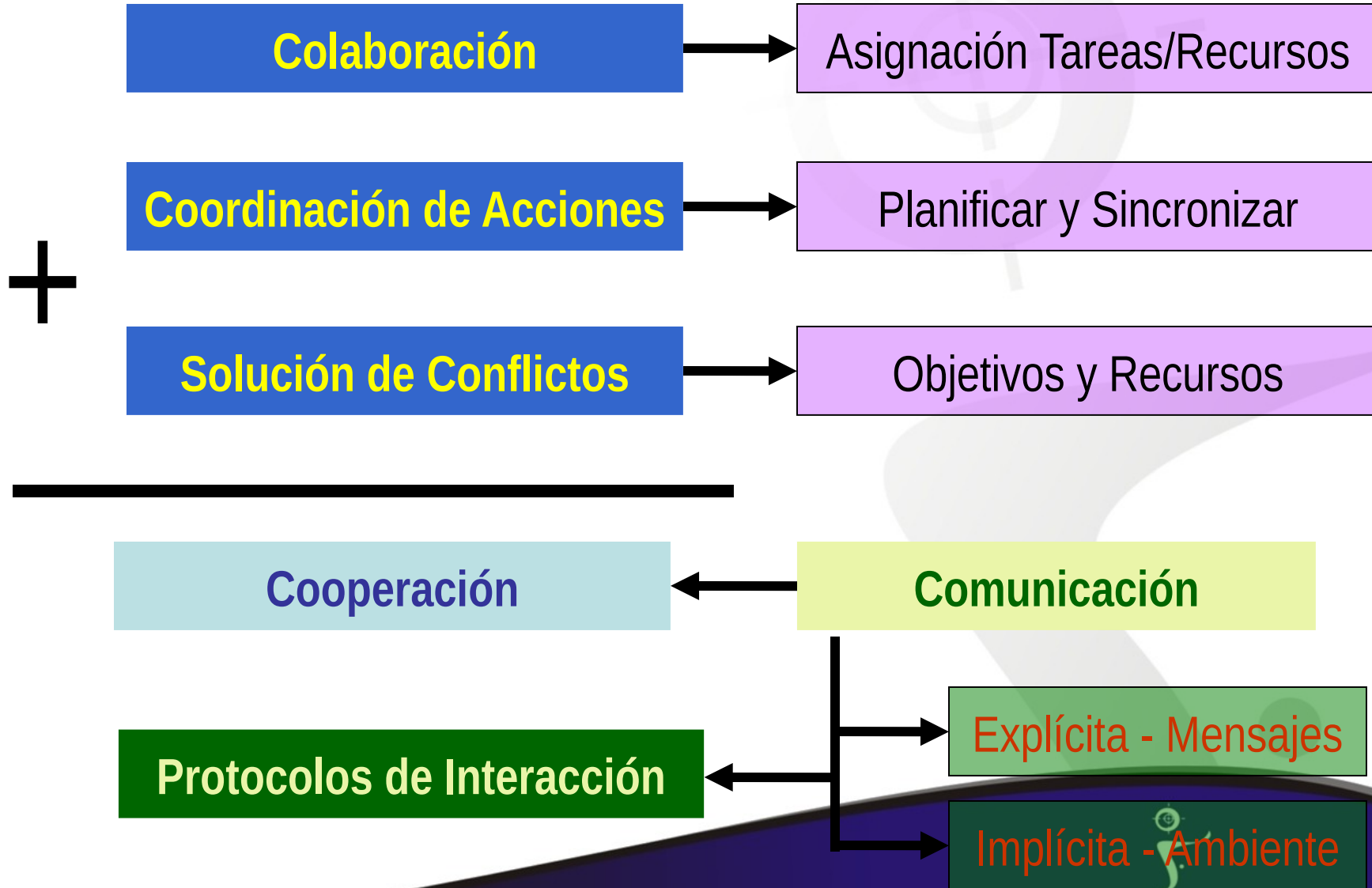
Administración de recursos

Mejora de Desempeño

Cuantitativa

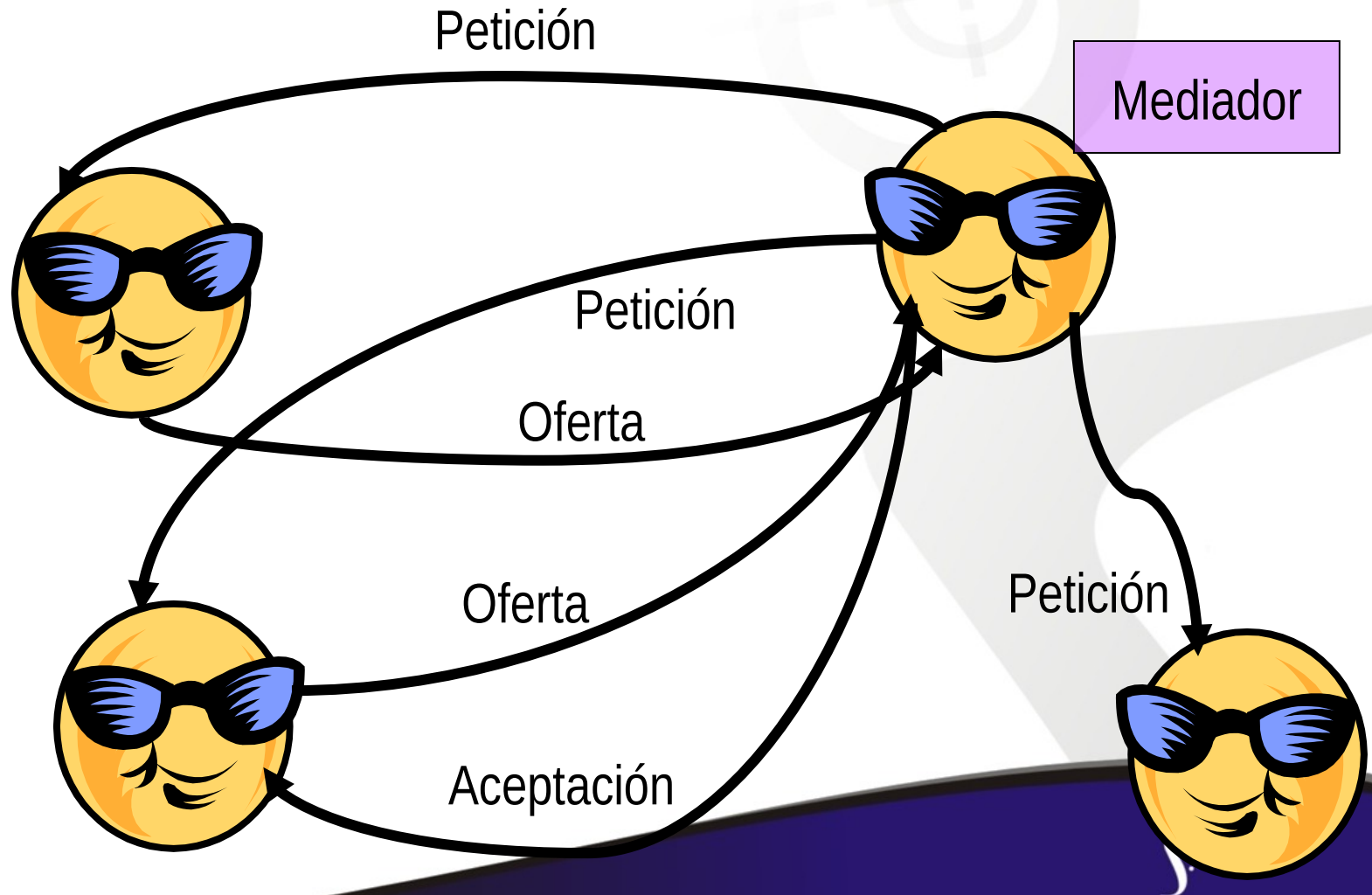
Cualitativa

Cooperación



Colaboración

Asignación Tareas - Red Contractual



Coordinación - Planificación

- **Analiza las Acciones**
 - Anticipa el efecto de las acciones
- **Genera Planes**
 - Acciones para alcanzar estado deseado
- **Analiza los Factores del Ambiente**
 - Construye modelos de la evolución del estado
- **Sigue el Plan Trazado**
 - Sincroniza y coordina las acciones de los agentes
 - Verifica y ajusta el cumplimiento del plan

Solución de Conflictos

Objetivos Incompatibles

Jerarquía de los Agentes

Prioridad del Objetivo

Negociación

Acceso a Recursos

Regulaciones

Limitar o Controlar los
Efectos

Compromisos



Cooperación e Interacciones

- **Cooperación**

- Interacciones Semantizadas

- relaciones entre agentes tienen un alto grado de abstracción
 - asignación y distribución de tareas
 - sincronización y planificación
 - resolución de conflictos

- Protocolos de Interacción

- conversaciones bien formadas que definen patrones de comunicación
 - actos del lenguaje → intencionalidad y datos

cuando las relaciones tienen una semántica clara
es más fácil construir y verificar un sistema

Gracias por su Atención

- **Ing. Enrique González Ph.D.**
 - Pontificia Universidad Javeriana
 - Departamento Ingeniería de Sistemas
 - email: egonzal@javeriana.edu.co

