

---

# Comportamiento autónomo: de los animales a Halo-3

*José María Cañas Plaza*

*<http://gsyc.es/jmplaza>*



*Jornadas de Robótica URJC*

---

# Contenidos

- Introducción
- Complejidad del comportamiento
- Escuelas históricas
- Animales
- Robots de entretenimiento
- Videojuegos
- Conclusiones

# Introducción

- Comportamiento
- Autonomía
- Generar comportamiento autónomo en robots móviles
- Sojourner, Spirit, Opportunity
- RoboCup
- Urban Challenge

## Complejidad del comportamiento

¿Por qué no tenemos robots que hagan las tareas domésticas?

- Falta flexibilidad
- Tareas complejas
- ¿Problema tecnológico o teórico?
- No es sólo un problema de programación

## Arquitectura cognitiva

La *arquitectura* de un robot es la *organización* de sus capacidades sensoriales, de procesamiento y de acción para conseguir un repertorio de comportamientos inteligentes interactuando con cierto entorno

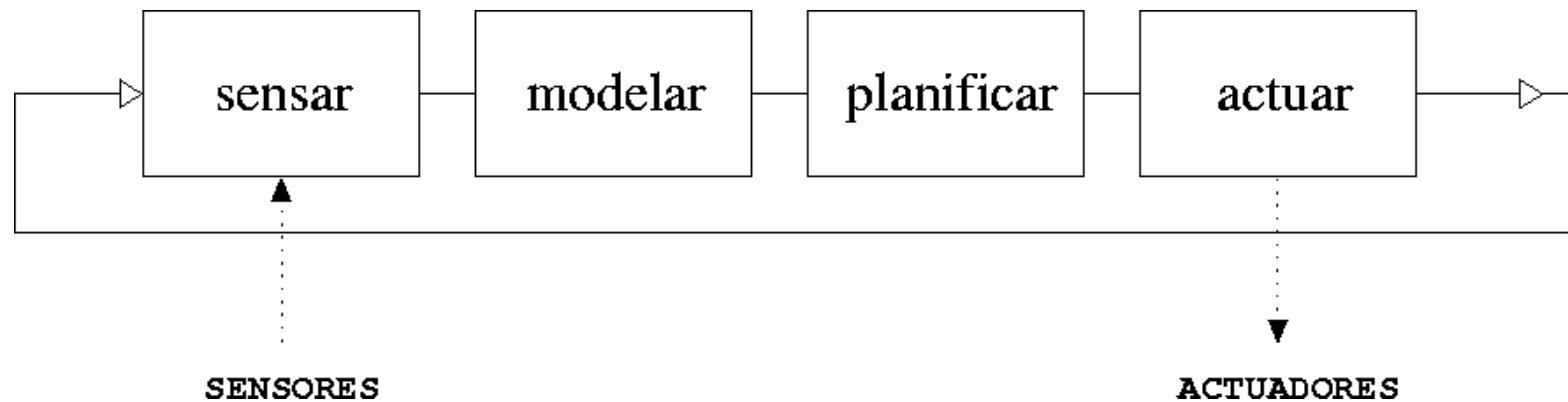
- La arquitectura determina el comportamiento observable
- Un robot móvil es un sistema complejo
- Para comportamientos sencillos, casi cualquier organización vale
- ¿Cuándo?

## Uno, varios, muchos

- Termostato, Roomba
- Repertorio de comportamientos
- Del cómo al cuándo
- Selección de acción
- Información desbordante, incierta
- Atención
- Visión computacional es complicada y potente

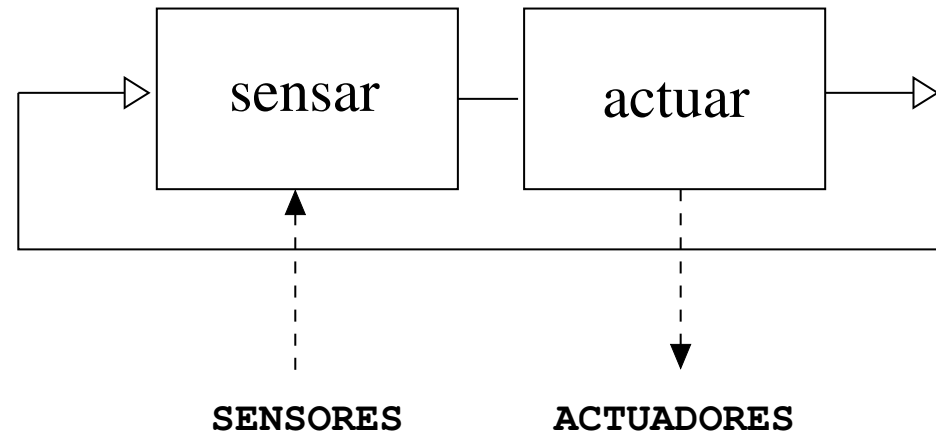
# Escuelas históricas

## Escuela deliberativa



- Curso específico de acción: planificación y ejecución
- Abstracción funcional
- Shakey [Nilsson,1969], Hilare [Giralt et al,1983], RCS [Albus,1993]
- Frágil y lento

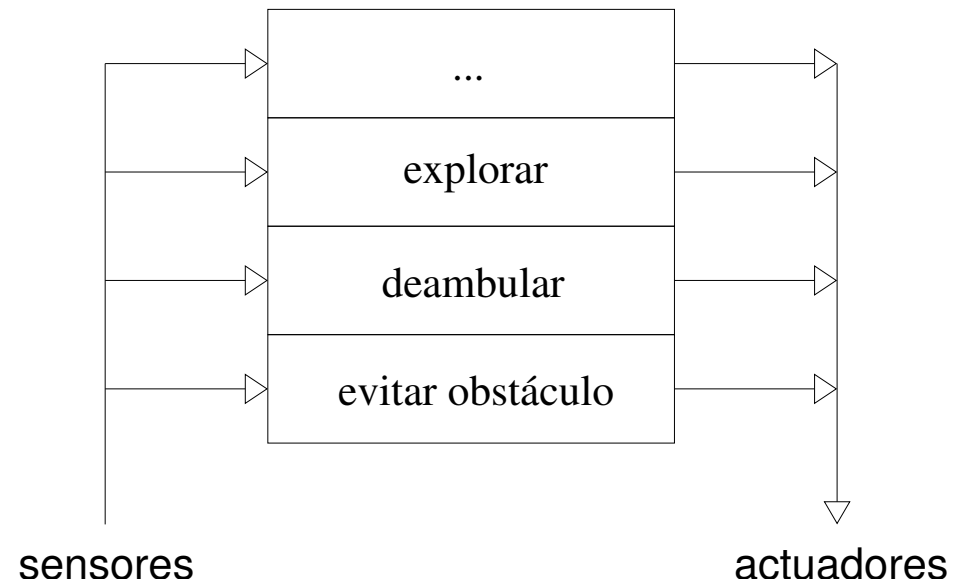
## Escuela reactiva



- Interacción continua con el entorno, acción situada
- Percepción subsimbólica
- Autómatas, Pengi [*Agre,1987*], [*Payton,1990*]
- No escala

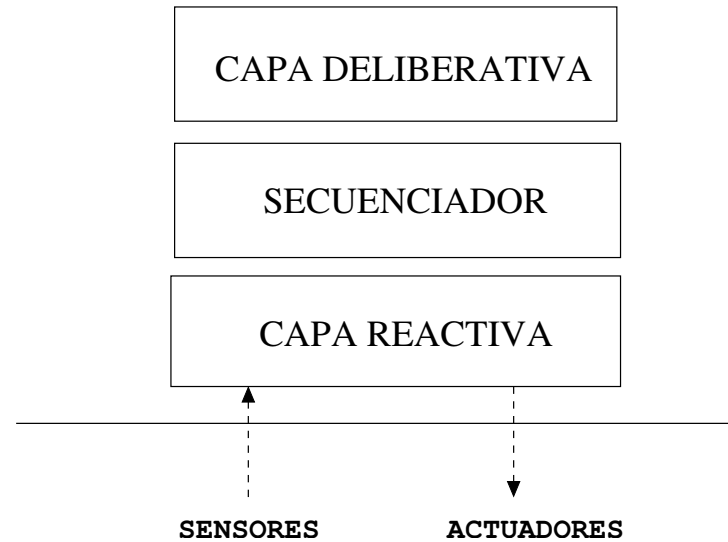


## Sistemas basados en comportamientos



- Reactividad
- Subsunción: suprimir salidas y suplantar entradas
- *[Brooks,1986], [Arkin,1989], [Maes,1989]*
- No escala bien

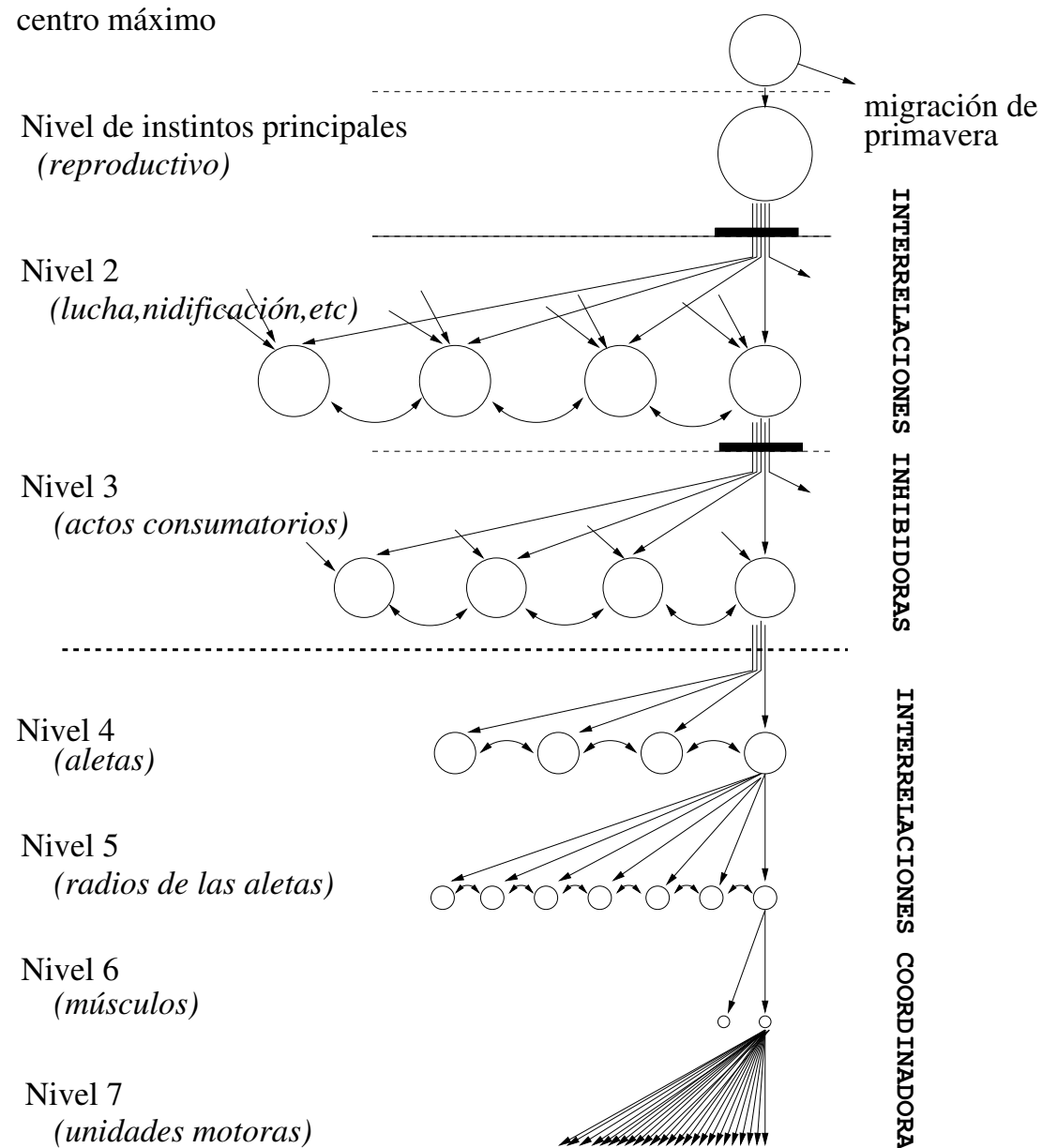
## Sistemas híbridos

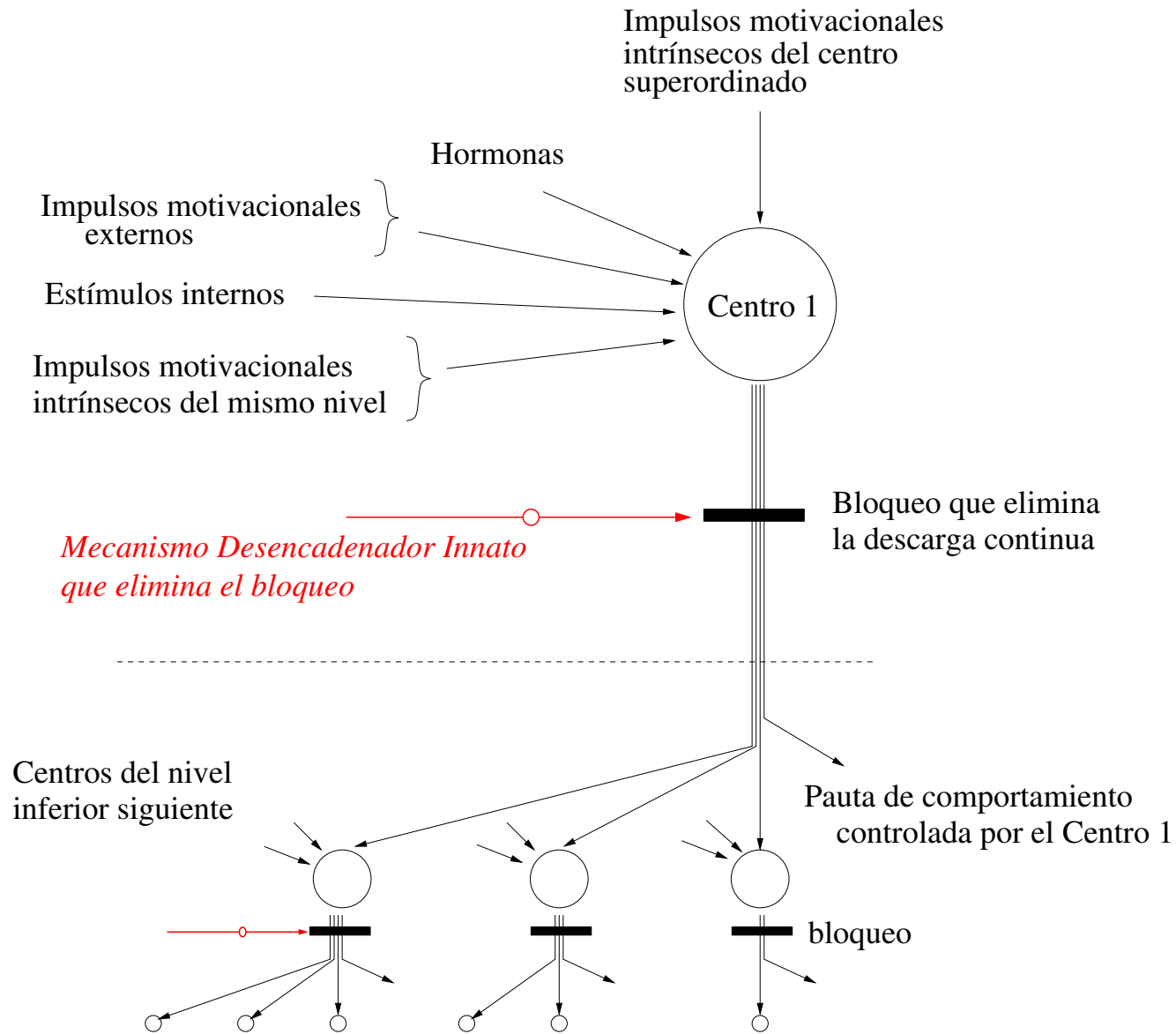


- Capa deliberativa: razonamiento simbólico
- Capa reactiva: procesos que se activan discrecionalmente
- 3T [Bonasso et al,1997], TCA [Simmons,1994], Saphira [Konolige,1998]
- Muy exitosas para navegación

# Animales

- Etología. Tinbergen, Lorenz,...
- Mecanismos causales
- Comportamientos innatos
- Motivación interna
- Disparadores IRM, desencadentantes
- Combinación aditiva subestímulos
- Inhibición lateral
- Subsistemas, etograma





- Comportamientos apetitivos vs consumatorios
- Reflejos
- Taxias
- Patrones fijos
- Secuencias flexibles

## Robots de entretenimiento

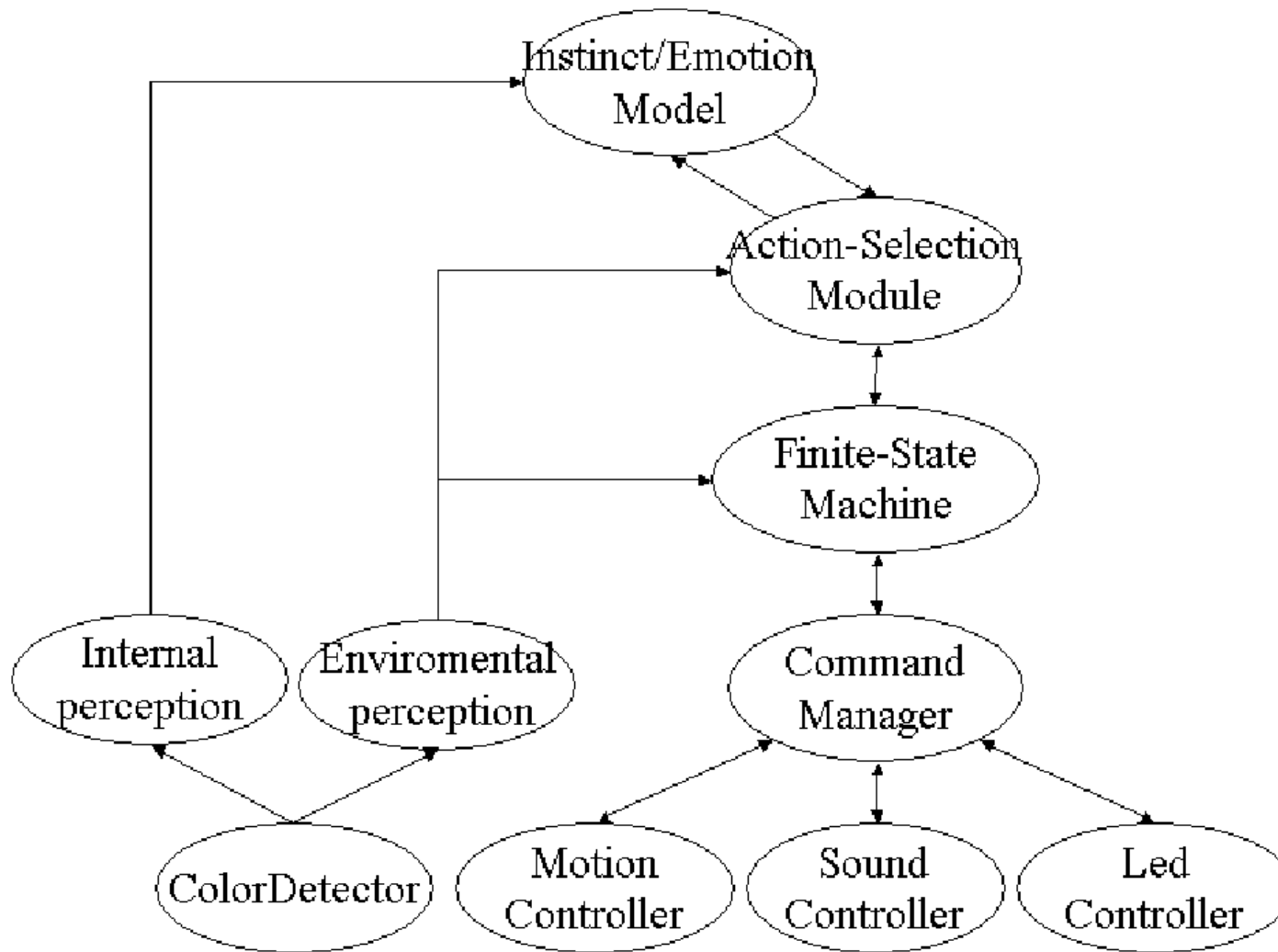
- El hogar es el escenario
- Mucha interacción con las personas.
- Aibo, QRIO, Papero (NEC), Wakamaru (Mitsubishi)
- Voluntad propia, motivación con sus propias dinámicas
- Niveles de activación
- Selección de acción, memoria.

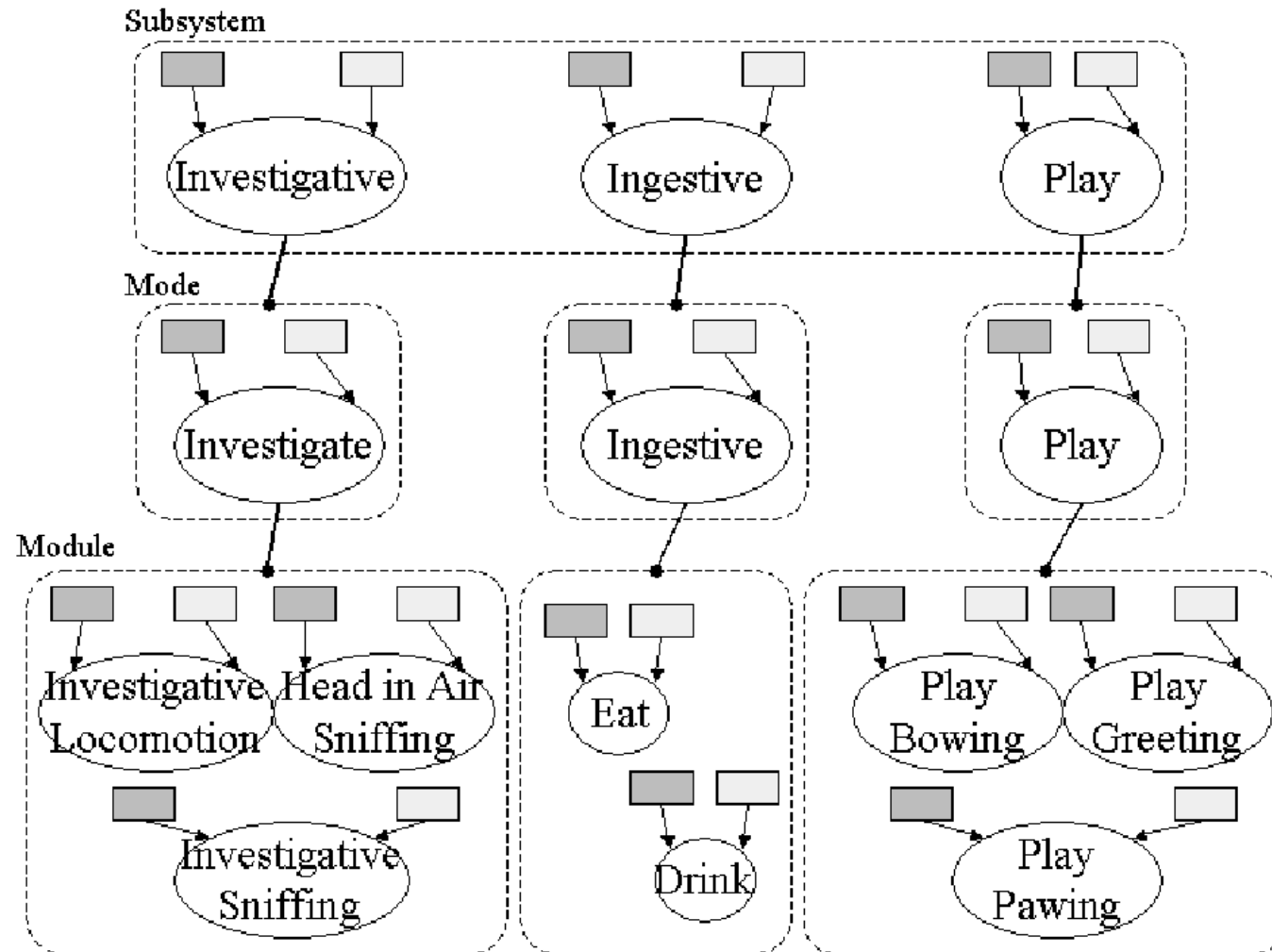
## Aibo

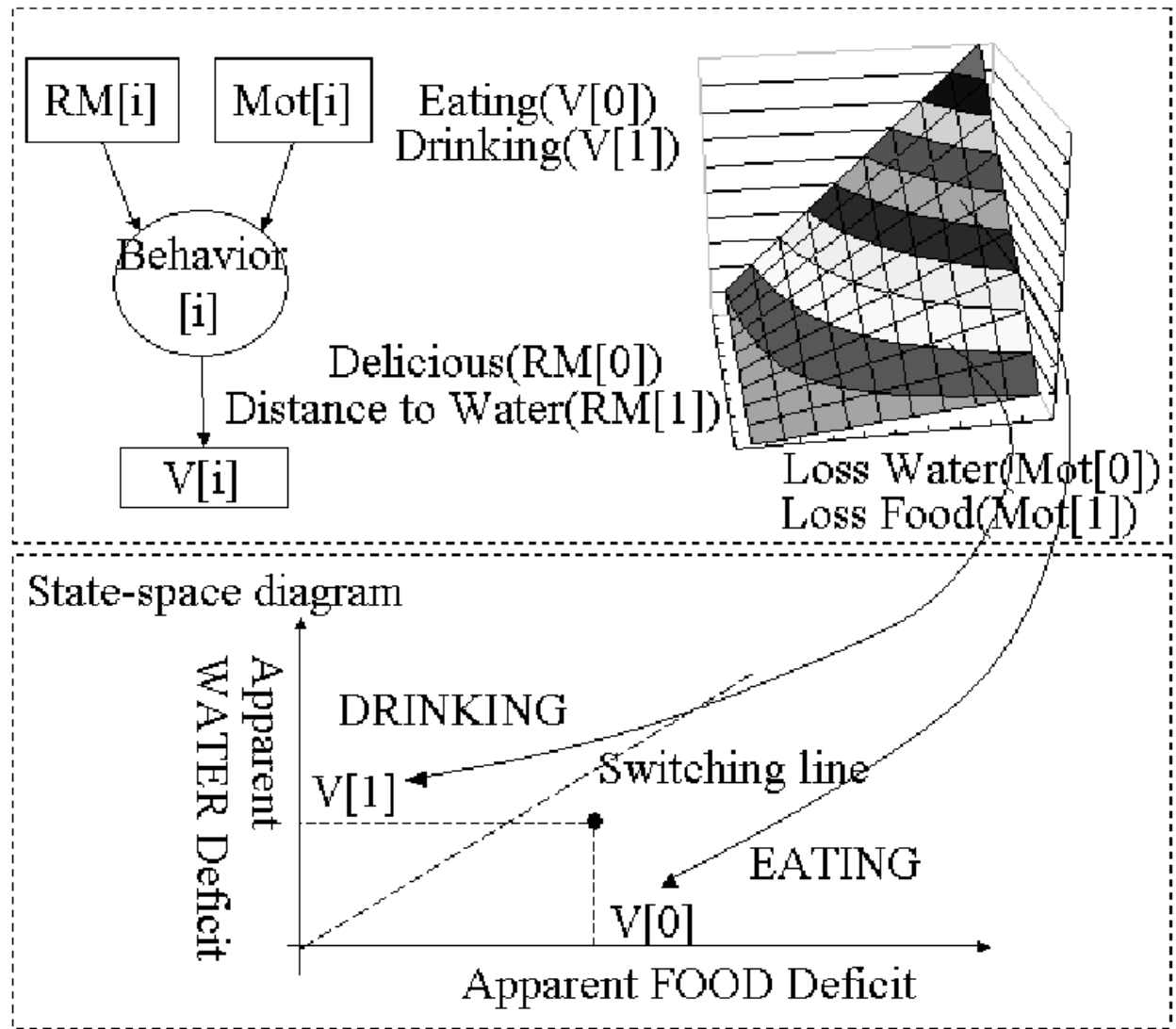


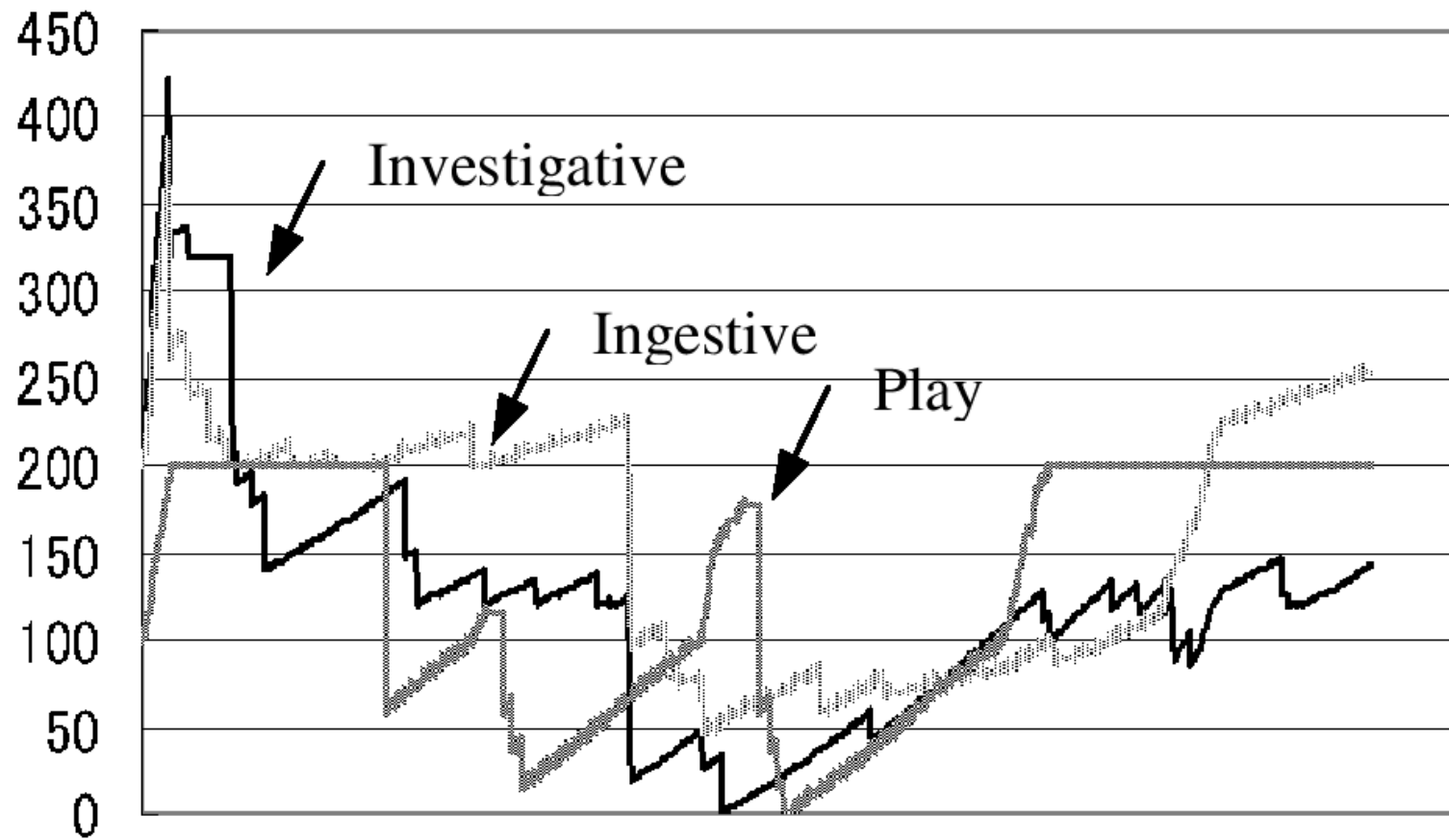
- Mascota robótica
- > 150000 unidades vendidas
- Etograma del perro
- Motivación interna
- Inhibición lateral
- 177 comportamientos







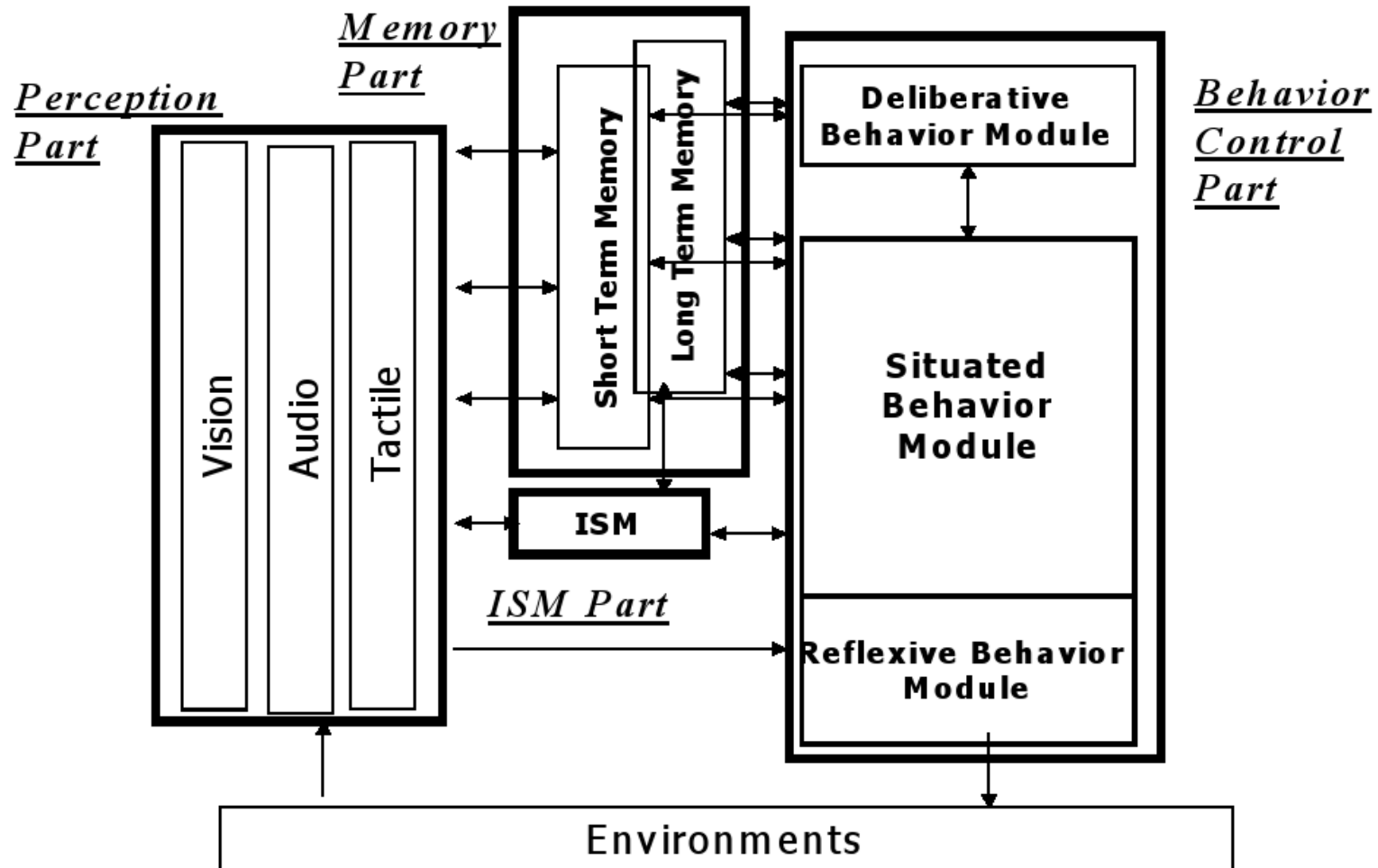




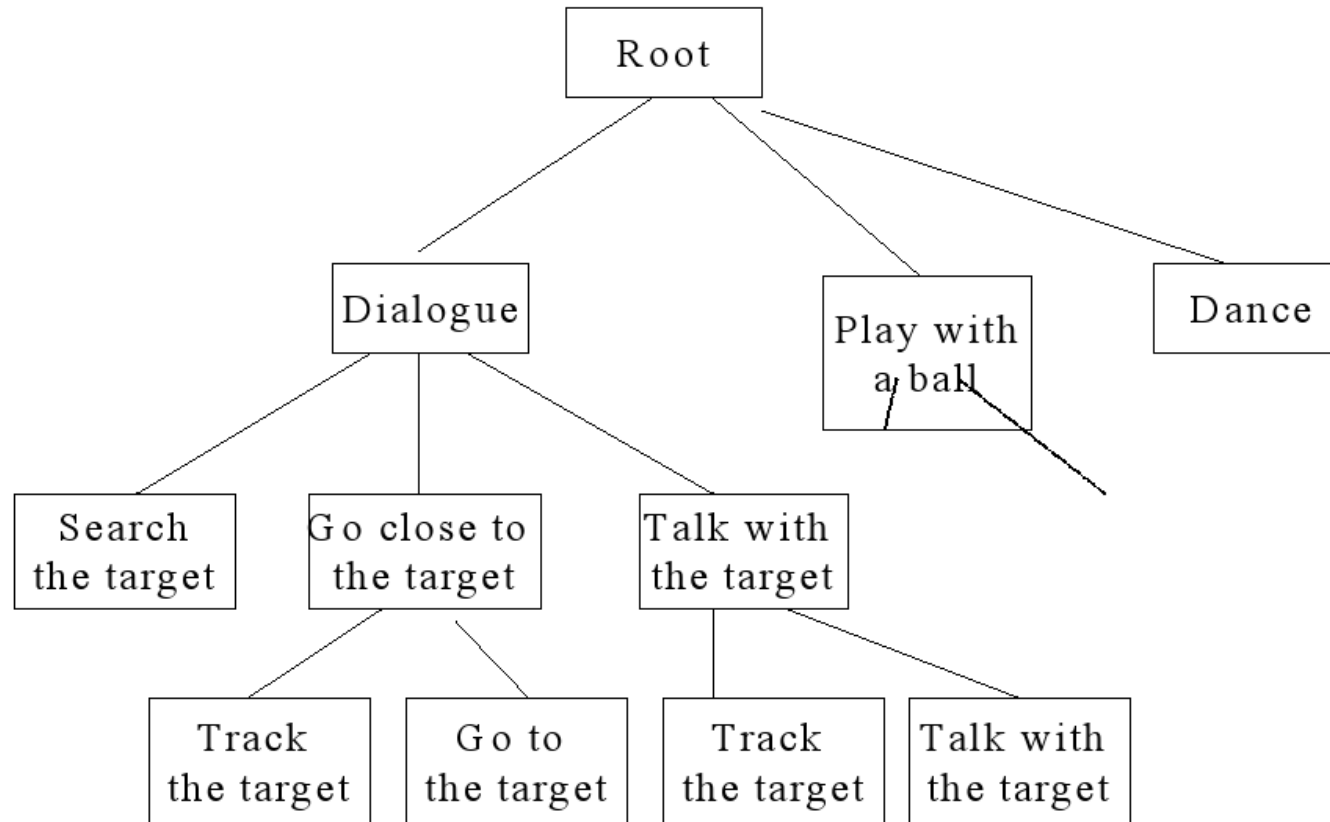
## QRIO de Sony



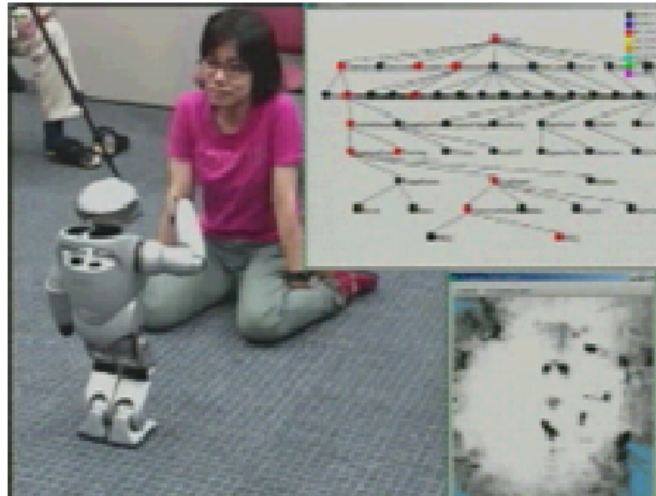
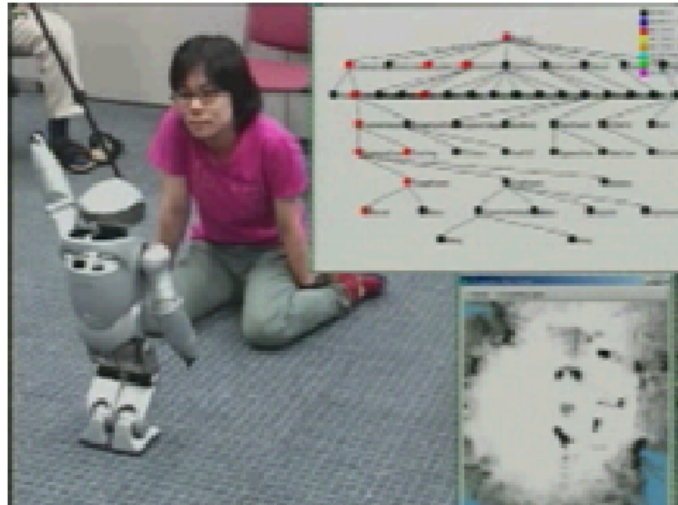
- Robot de entretenimiento
- 38 DOF
- Arquitectura software EGO
- Prototipo, abandonado en 2005



- > 100 comportamientos
- Cada comportamiento: actuación (qué) y monitorización (cuándo)
- Variables internas: nutrición, vitalidad, fatiga...
- Estímulos disparadores: personas, pelota...
- Control homeostático
- Evaluación en paralelo
  - Satisfacción
  - Predicción de niveles con tal o cual comportamiento
- Interrumpibles y continuables





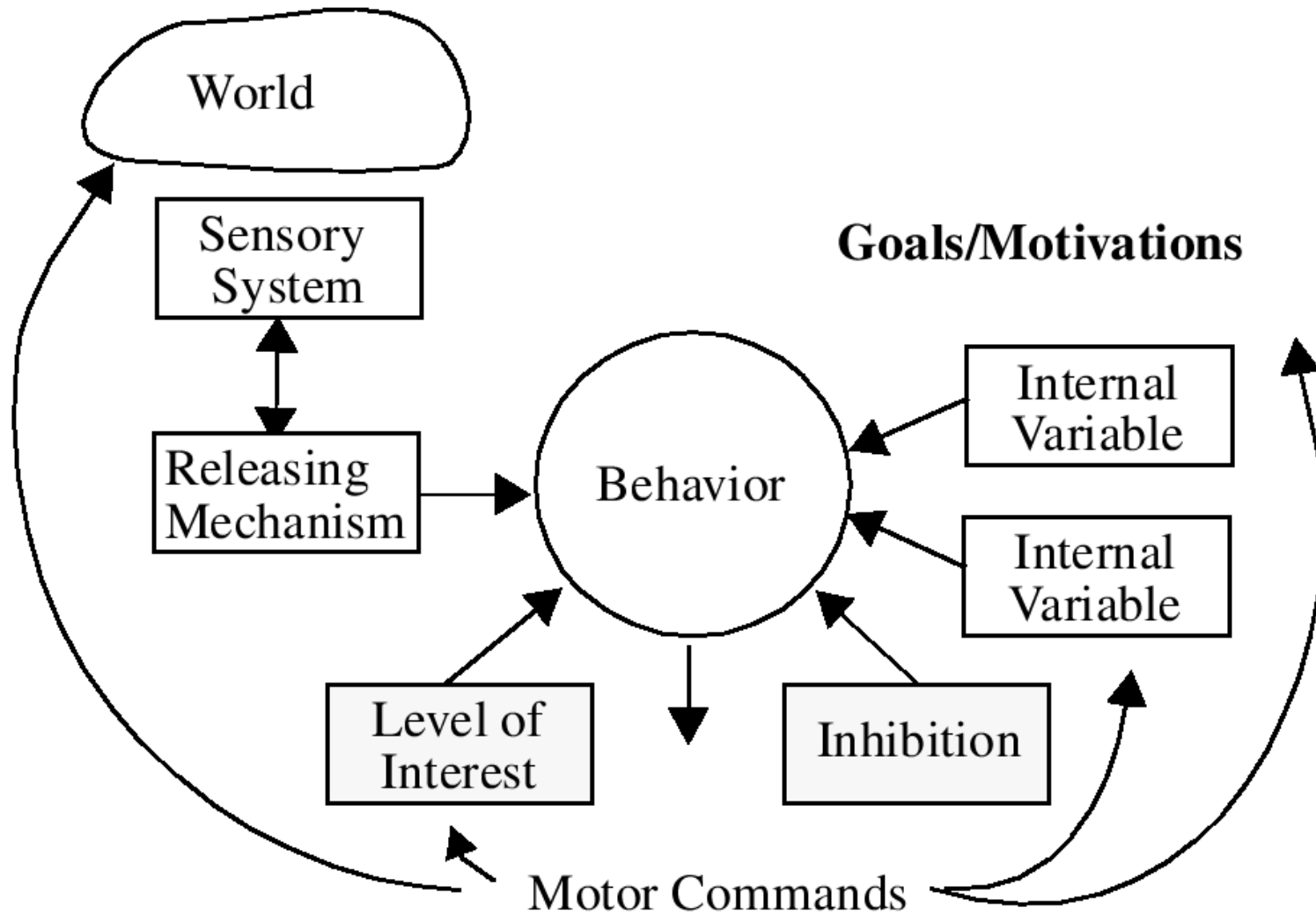


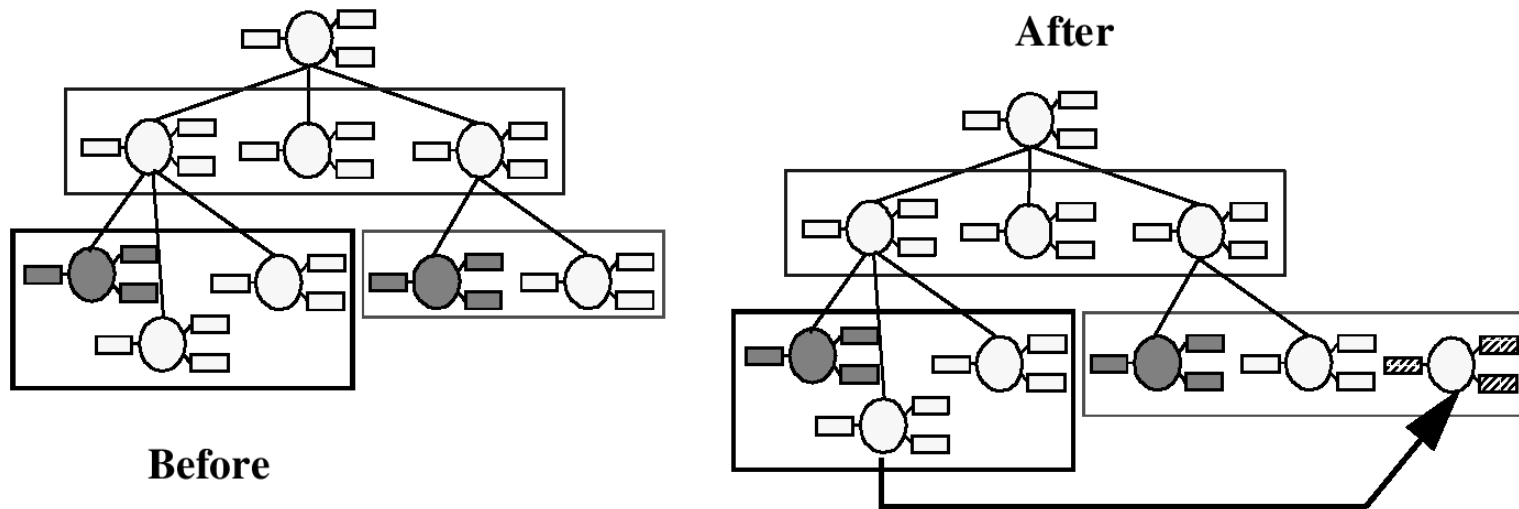
# Videojuegos

## Mascota virtual



- Entorno interactivo, realidad virtual
- Jerarquía, unos 40 comportamientos
- Activación: externa, interna, inhibición lateral y persistencia





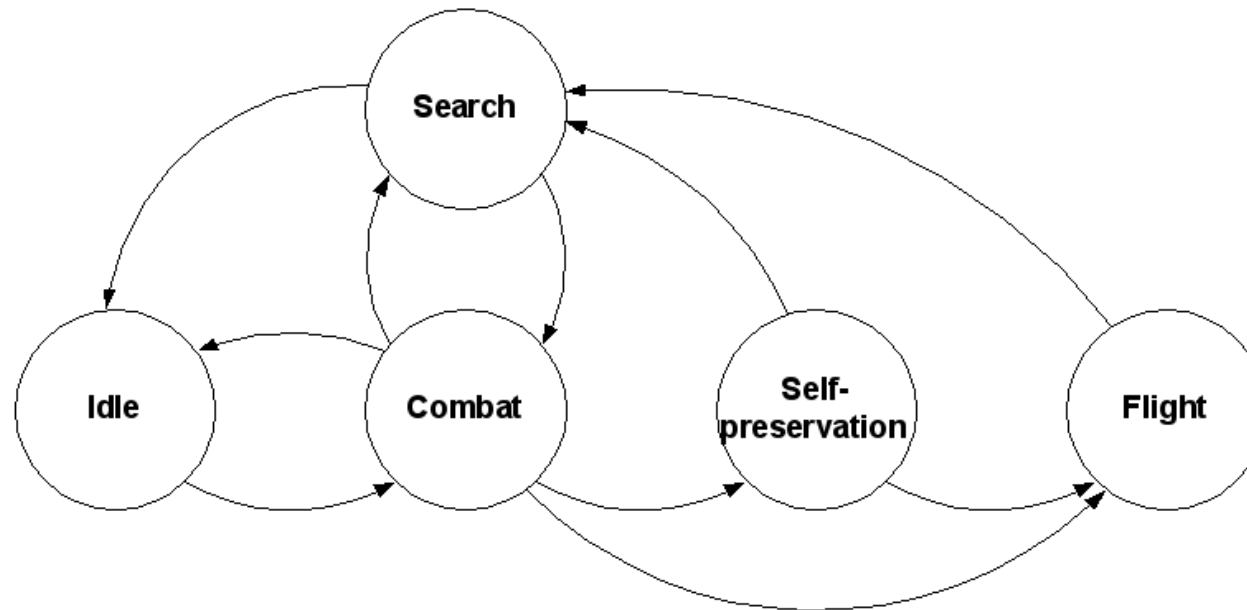
- Grupos de comportamientos, inhibiciones
- Aprender nuevos comportamientos apetitivos
- Memoria de eventos
- Correlación entre activaciones de comportamientos, eventos externos y variables internas
- Por ejemplo: agacharse cuando la mano está extendida, para conseguir comida

## Halo-2



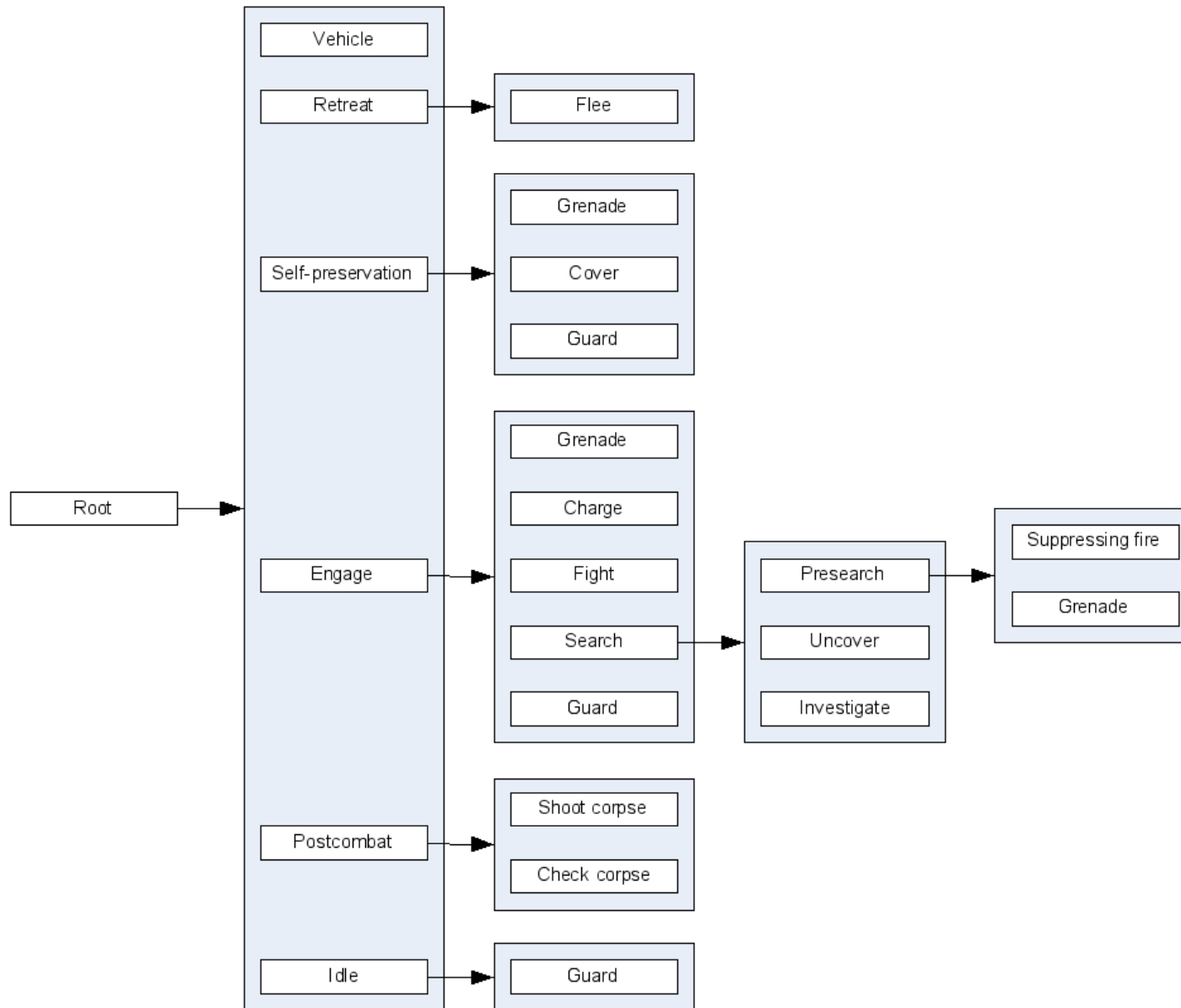
- Comportamiento de los integrantes del juego
- Mundo simulado, percepción simplificada
- Apariencia de inteligencia
- Halo-2, Halo-3

- La cantidad genera complejidad
  - > 100 comportamientos
  - distintos personajes
- 30 Hz
- Variabilidad
- Variación, distintos caracteres
- Direccionalidad

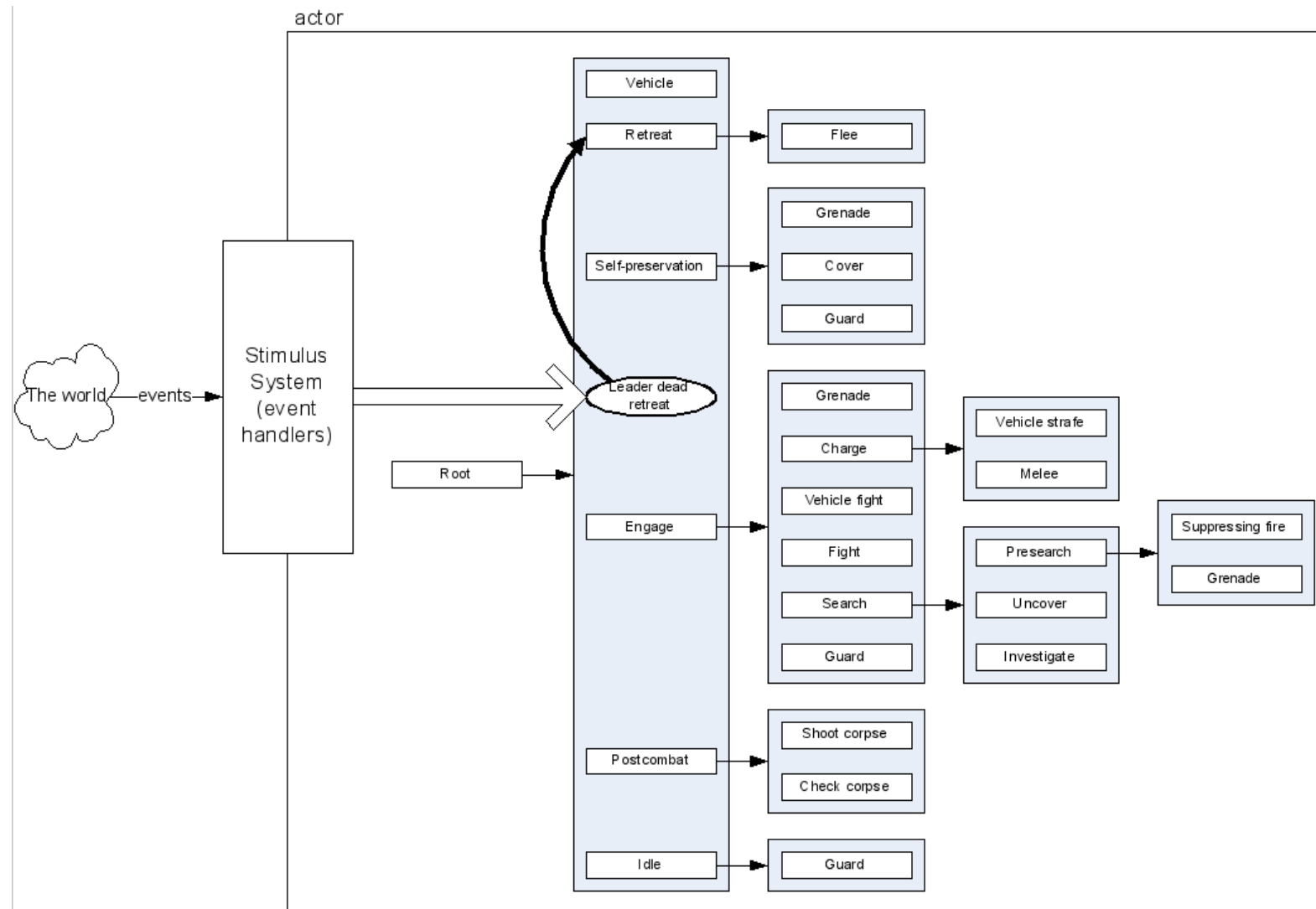


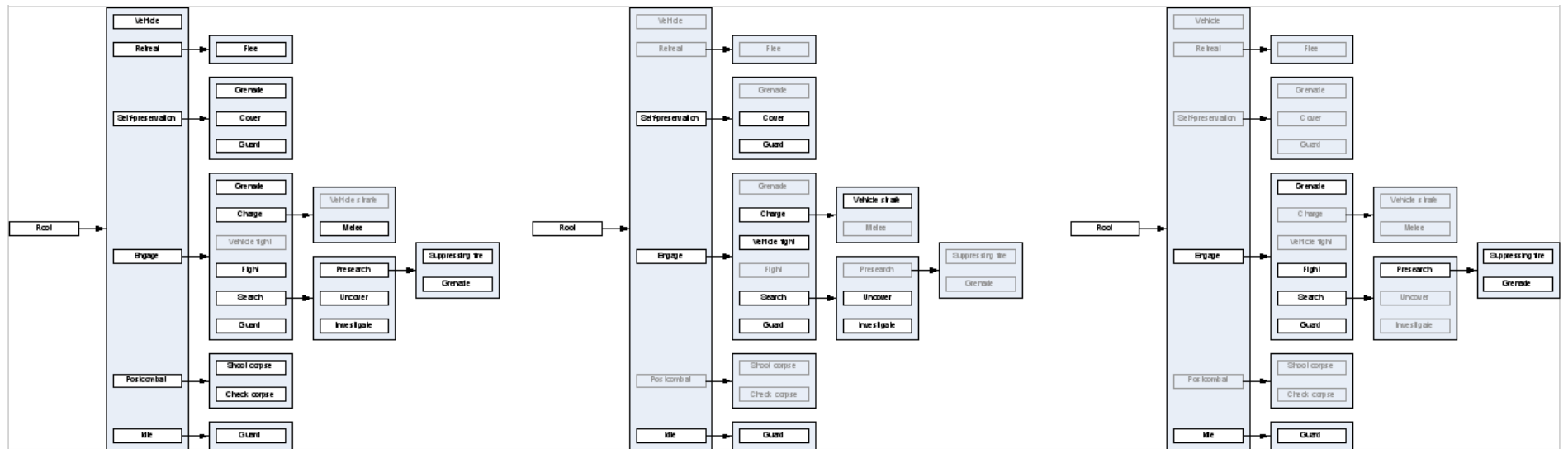
- HFSM árbol de comportamientos
- Precondiciones: comportamientos adecuados a la situación





- Prioridades, secuencial, probabilístico, etc.
- Ajuste numérico es inviable cuando hay muchos para elegir
- Impulsos: punteros de comportamiento, precondiciones diferentes
- Precondiciones cortas y chequeos completos
- Estímulos disparadores: comportamiento bajo demanda





- Árbol genérico
- Subárboles específicos, árboles capados
- Precondiciones, prioridades
  
- Percepción simplificada
- Memoria: por comportamiento, por objeto...

## Conclusiones

- Generar comportamiento autónomo es complicado
- Hay gente que gana dinero con ello
- No hay una solución universal
- Inspiración etológica
- Comportamientos constituyentes
- Paralelismo y jerarquía: selección de acción distribuida
- Percepción ad-hoc y número de estímulos limitado