

Breve introducción a la robótica en teoría del conocimiento.

Xabier Barandiaran
Autonomía Situada, UPV-EHU
xabier@barandiaran.net

versión 1.0

16 Octubre 2003

Desde el movimiento cibernético de los 40, y especialmente a partir de la *Machina Speculatrix* de Grey Walter la robótica se incorporó a la teoría del conocimiento en un giro metodológico que McCulloch denominó "epistemología experimental". A partir de entonces y gracias al desarrollo de la informática (cuyos cimientos también fueron puestos por los cibernéticos) se multiplican los intentos de crear máquinas inteligentes y se intensifica el diálogo entre robótica y filosofía del conocimiento. Presentamos aquí una breve historia de este proceso y de las lecciones más importantes que la teoría del conocimiento ha extraído de ella.

Copyright (C) 2003 Xabier Barandiaran. Se permite la copia, distribución, uso y realización de la obra, siempre y cuando se reconozca la autoría y no se use la obra con fines comerciales —a no ser que se obtenga permiso expreso del autor. El autor permite distribuir obras derivadas de esta sólo si mantienen la misma licencia que esta obra. Esta nota no es la licencia completa de la obra sino una traducción de la nota orientativa de la licencia original completa (jurídicamente válida), que puede encontrarse en: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/1.0/legalcode>

Introducción

¿Qué tienen que ver los robots con el conocimiento?

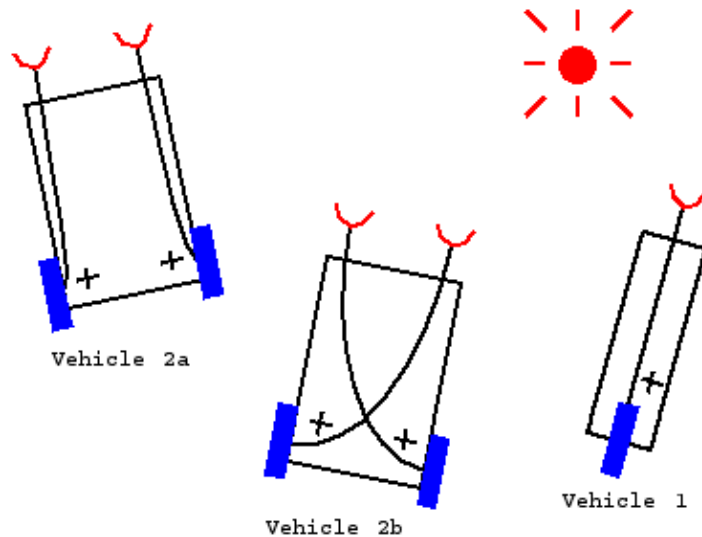
- Son máquinas con las que poner a prueba diversas teorías del conocimiento: **metodología constructiva**
- Son artefactos cognitivos en sí mismos: **ontología artificial**
- Son artefactos que sirven como **modelos científicos** de los mecanismos cognitivos animales y humanos

¿Y qué tienen que ver con la evolución ?

- La **robótica evolutiva** permite generar artefactos inteligentes simulando un proceso evolutivo, permitiendo a su vez estudiar la interacción entre conocimiento y evolución.

Pequeño ejercicio de epistemología experimental

- ¿Qué hace un vehículo Braitenberg normal (2a)?
- ¿Qué hace un vehículo braitenberg inverso (2b)?
- ¿Qué pasará con un vehículo Braitenberg–Edelman?



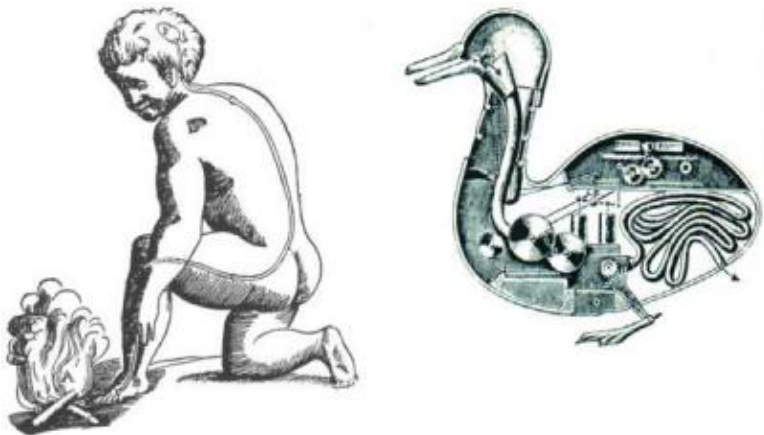
Vehículos de Braitenberg (1984) *Vehículos: experiments on synthetic psychology*

- ¿Tiene deseos/objetivos el robot?

Un poco de historia

Descartes y los primeros autómatas

- Arco reflejo
- Animales = automat: La conducta animal se explica por automatismos
- Dualismo: Res–cogitans, res–extensa



Izquierda: El arco reflejo fundamento de la inteligencia animal para Descartes. Derecha: Pato autómat del siglo XVI

40–50 Cibernética y la epistemología experimental

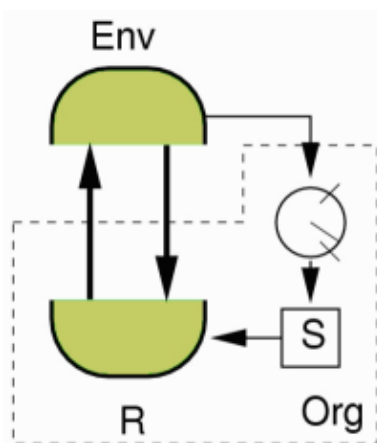
- En los años 40–50 surge el movimiento de la cibernética.
- Teoría de la información, teoría de sistemas, neurociencia, computación, etc.



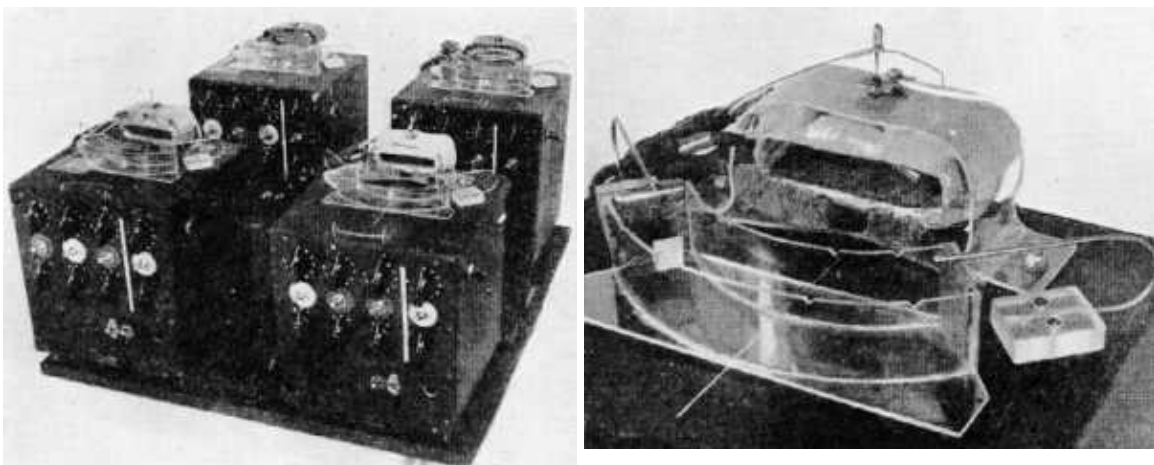
W. Ross Ashby, Warren McCulloch, Grey Walter, and Norbert Wiener

Ashby: *Design for a Brain, homeostat*

- Ross Ashby, ciberneta, ingeniero y neurocientífico norteamericano
- 1952 *Design for a Brain*
- ¿Cuál es el origen mecánico de la adaptación?
- ¿Cómo puede una neurona "saber" lo que es bueno?



Modelo de adaptación de Ashby



Imágenes del Homeostat (máquina homeostática adaptativa) de Ashby, 1950

Grey Walter: Machina Speculatrix

- Neurólogo y roboticista.
- Crear conducta compleja a partir de mecanismos sencillos y de su interacción con el entorno.



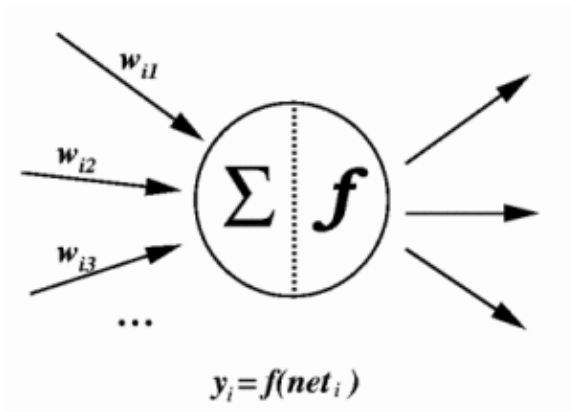
Grey Walter, neurólogo y roboticista, Universidad de Bristol.



Tortuga de Grey Walter (bautizada como Machina Speculatrix), segunda generación

60: Primeras redes neuronales

- Perceptrón de Rosenblatt (neurobiólogo)
- Distribuido y en paralelo: reconocimiento de patrones, memoria asociativa, categorización, aprendizaje, etc...
- Abandono de las redes neuronales: Minsky, M. y Papert, S (1969) *Perceptrons*



Esquema matemático de una neurona artificial

60–70: Surgimiento de la IA funcionalista

- **Fodor y Putnam:** Funcionalismo.
- El pensamiento es funcionalmente independiente de la materia
- Se desarrolla toda una serie de programas "inteligentes" de tipo lógico–formal: sistemas expertos, jugadores de ajedrez, etc.
- **IA:**
 - ◆ Abstracta
 - ◆ Simbólica–representacionalista
 - ◆ Desconectada del mundo -- no–autónoma

80: Fracaso de la robótica funcionalista

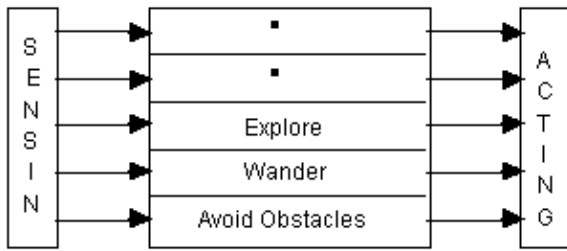
- Problema del marco de referencia
- Problema del enraizamiento del símbolo

80: Robótica Autónoma

- **Rodney Brooks, MIT**
- En 1991 escribe: "Intelligence without representation" y cambia completamente el panorama de la robótica.
- Decide empezar por la inteligencia más simple (la de los insectos): "después de todo si la evolución ha tardado 3000 millones de años en crear inteligencia de insectos y a partir de aquí sólo 500 millones de años en crear la inteligencia humana, entonces una vez podamos construir la inteligencia de un mosquito no nos costará mucho la de un ser humano".



R. Brooks, ingeniero roboticista del MIT



Arquitectura de subsunción, esquema cognitivo de la robótica situada o autónoma

- Arquitectura de subsunción:
 - ◆ De procesamiento lineal sentir–planificar–actuar a procesamiento en paralelo: diversas capas de conducta, autónomas que interactúan entre ellas y con el entorno para producir conducta coherente.
 - ◆ Descomposición por conducta y no por función.
 - ◆ Desarrollo incremental
 - ◆ En el mundo real: el mundo es la mejor representación de sí mismo.

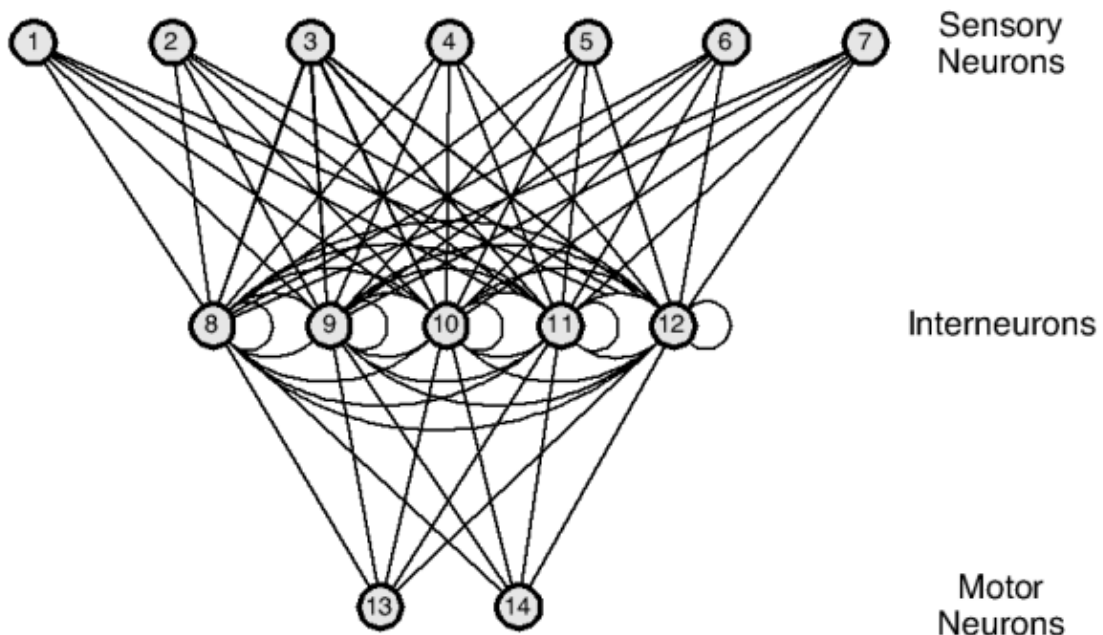


Cog, robot humanoide de Brooks, MIT 1995. y Kismet, robot emocional de Brooks, MIT 1995.

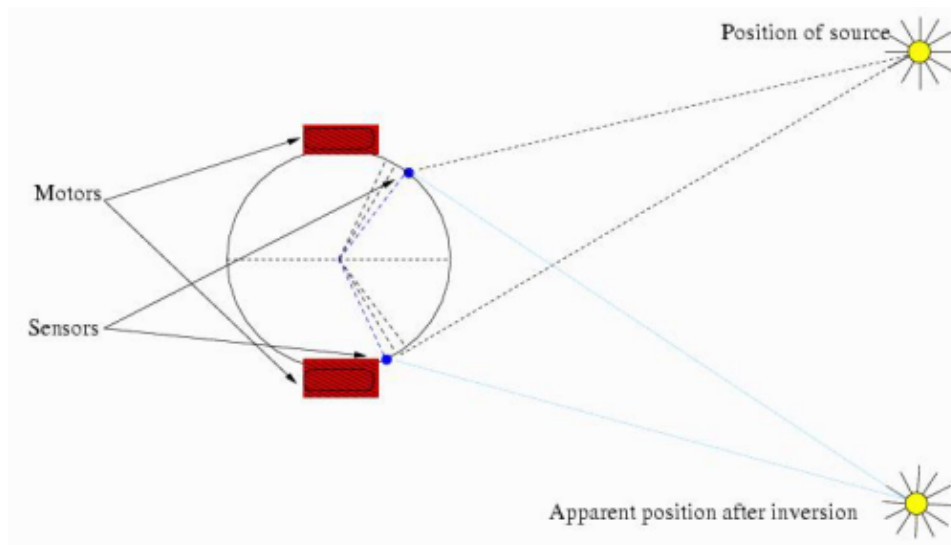
90: Robótica Evolutiva

- **Randall Beer** y la **Universidad de Sussex**
- Técnicas de vida artificial: algoritmos evolutivos (genéticos)

- Simulación en el ordenador
- Análisis cualitativo (dinámico) de la interacción agente/entorno



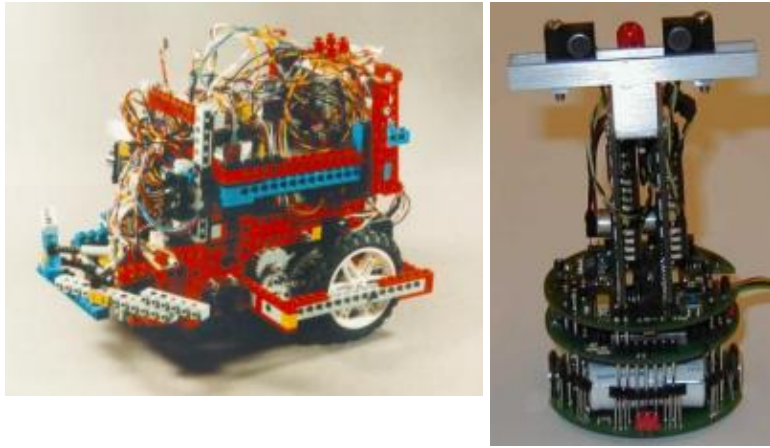
Red neuronal dinámica utilizada en la robótica evolutiva



Robot homeostático simulado de Ezequiel di Paolo, 2003

90: Biorrobótica

- Modelizado específico de animales concretos
- Bueno para etología pero no para teoría del conocimiento (demasiado específico).



Robot-saltamontes de Barbara Webb: utilizado para demostrar cómo se encuentran los saltamontes para el apareamiento

90: Neurobótica

- Se prueban mecanismos específicos neuronales en el robot
- Ejemplo: Nomad de Edelman y compañía (San Diego).

Metodología robótica: sintética de abajo-arriba

- Aprender construyendo
- Construir de abajo arriba (sin imponer funcionalidad de arriba-abajo): mecanismos de bajo nivel producen conducta global.
- Construir en el mundo o simulando un mundo
- Análisis posterior de la conducta

Aportaciones conceptuales de la robótica autónoma a la teoría del conocimiento

Situamiento vs. abstracción

- La inteligencia debe ser situada en el mundo real, no en un mundo abstracto.
- La percepción es activa
- El mundo es la mejor representación de sí mismo

Distribución vs. linealidad

- No hay procesamiento centralizado (homúnculo)
- La conducta inteligente surge de la interacción entre muchos componentes.
 - ◆ Internos
 - ◆ Interactivos (agente-entorno)

Corporalización vs. espiritualidad

- La inteligencia surge del cuerpo biológico, está intrínsecamente unida a él.
 - ◆ Históricamente, evolutivamente

- ◆ Físicamente (interfaz con el entorno, constraint)

EMERGENCIA

- Causalidad **distribuida**
 - ◆ De causalidad lineal (bolas de billar)
 - ◆ a una causalidad de red (red de gomas de plástico)
- Causalidad **interactiva**
 - ◆ De representacionalismo/funcionalismo
 - ◆ a enacción

Más allá del diseño humano y la funcionalidad preespecificada

- **Síntesis**: Evolutiva, autoorganizativa
- **Análisis**: Teoría de sistemas dinámicos, teoría de la complejidad
- **Modelos** neurocientíficos: Edelman, Webb, Arbib, etc.

Bibliografía

Ashby, R. (1952) *Design for a brain* Chapman and Hall.

Walter, W.G. (1950) *An imitation of life*. Scientific American 182(5): 42--45

Braitenberg, V. (1984) *Vehicles: Experiments in Synthetic Psychology* MIT Press, Cambridge, MA, 1984

Maes, P. (1991) *Designing Autonomous Agents* MIT Press, Cambridge MA, 1991

Brooks, R.A. (1991) *Intelligence Without Representation* Artificial Intelligence 47 (1991), 139--159

Husbands, P., Harvey, I., Cliff, D., and Miller, G. (1997). *Artificial Evolution: A New Path for Artificial Intelligence?* Brain and Cognition, 34:130–159.

Clark, A. (1997) *Being There. Putting brain, body and world together again* MIT Press.

Pfeifer, R. and Scheier, C. (1999). *Understanding Intelligence*. MIT.

Webb, B. (2001). *Can robots make good models of biological behaviour?* Behavioural and Brain Sciences, 24:1033–1050.

Di Paolo, E. (2003). *Organismically-inspired robotics: homeostatic adaptation and teleology beyond the closed sensorimotor loop*. in: K. Murase & T. Asakura (Eds) *Dynamical Systems Approach to Embodiment and Sociality*, Advanced Knowledge International.