

# VIDA MENTAL

>>

un enfoque naturalizado  
sobre la autonomía de la conducta

Cognition presupposes the function of an organization for its own conservation and this is the first fundamental analogy with life.

JEAN PIAGET

The real concern, I believe, is with the autonomy of our mental life.

HILARY PUTNAM

xabier BARANDIARAN  
**ASLab**, Universidad Politécnica de Madrid

# LIBERTAD COMO AUTONOMÍA



- Incluso en el caso de una substancia o mundo puramente mental ... ¿en qué consiste exactamente la libertad?
- Soy libre cuando la conducta se origina en mí, está bajo mi control, cuando gestiono mi vida mental
- **Autonomía:** *autos* (yo, uno mismo), *nomos* (ley, regla)
- Condiciones para la autonomía
  - No aleatorio
  - No determinado o instruido desde el exterior
  - No determinado por el funcionamiento o estructura de un componente aislado
  - No determinado por una estructura interna rígida

# ESTRUCTURA



1. El problema de la autonomía de la conducta desde el cognitivismo adaptacionista
2. El mecanicismo complejo
3. La vida como autonomía metabólica
4. Desarrollo neurocognitivo
5. El cerebro en acción: neurodinámica a gran escala
6. La vida mental como sistema autónomo en el dominio de la conducta
7. Hacia un marco minimalista

# ESTRUCTURA



1. El problema de la autonomía de la conducta desde el cognitismo adaptacionista
2. El mecanicismo complejo
3. La vida como autonomía metabólica
4. Desarrollo neurocognitivo
5. El cerebro en acción: neurodinámica a gran escala
6. La vida mental como sistema autónomo en el dominio de la conducta
7. Hacia un marco minimalista

# COGNITIVISMO EVOLUCIONISTA



## → PINKER (1997) *How the Mind Works*:

*The mind is what the brain does; specifically, the brain processes information, and thinking is a kind of computation. The mind is organized into modules or mental organs, each with a specialized design that makes it an expert in one area of interaction with the world. The module's basic logic is specified by our genetic program. Their operation was shaped by natural selection to solve problems of the hunting and gathering life led by our ancestors in most of our evolutionary history. The various problems for our ancestors were subtasks of one big problem for their genes, maximizing the number of copies that made it into the next generation. (Pinker 1997:21)*

# COGNITIVISMO EVOLUCIONISTA



- Para el cognitivismo evolucionista la mente difícilmente puede concebirse como autónoma:
  - ¿Unidad del yo? El sujeto aparece descompuesto en subcomponentes modulares
  - ¿Origen de la norma? La norma viene impuesta por un proceso histórico-evolutivo previo y ajeno al sujeto

# ESTRUCTURA



1. El problema de la autonomía de la conducta desde el cognitivismo adaptacionista
- 2. El mecanicismo complejo**
3. La vida como autonomía metabólica
4. Desarrollo neurocognitivo
5. El cerebro en acción: neurodinámica a gran escala
6. La vida mental como sistema autónomo en el dominio de la conducta
7. Hacia un marco minimalista

# MECANICISMO COMPLEJO



- El **funcionalismo abstracto** (computacionalista) se enfrenta al problema de la indeterminación funcional:
  - ¿En base a qué podemos elegir entre el conjunto de algoritmos abstractos que son funcionalmente equivalentes?
- Vuelta al **mecanicismo**: mapeo entre estructura y función.
  - “A mechanism is a structure performing a function in virtue of its component parts, component operations, and their *organization*”. (Bechtel and Abrahamsen 2005)
- **Neurociencia dinámica**: Medición y modelización de la actividad conjunta de las neuronas. Gran complejidad

# ESTRUCTURA



1. El problema de la autonomía de la conducta desde el cognitivismo adaptacionista
2. El mecanicismo complejo
- 3. La vida como autonomía metabólica**
4. La vida mental como sistema autónomo en el dominio de la conducta
5. Desarrollo neurocognitivo
6. El cerebro en acción: neurodinámica a gran escala
7. Hacia un marco minimalista

# AUTONOMÍA METABÓLICA

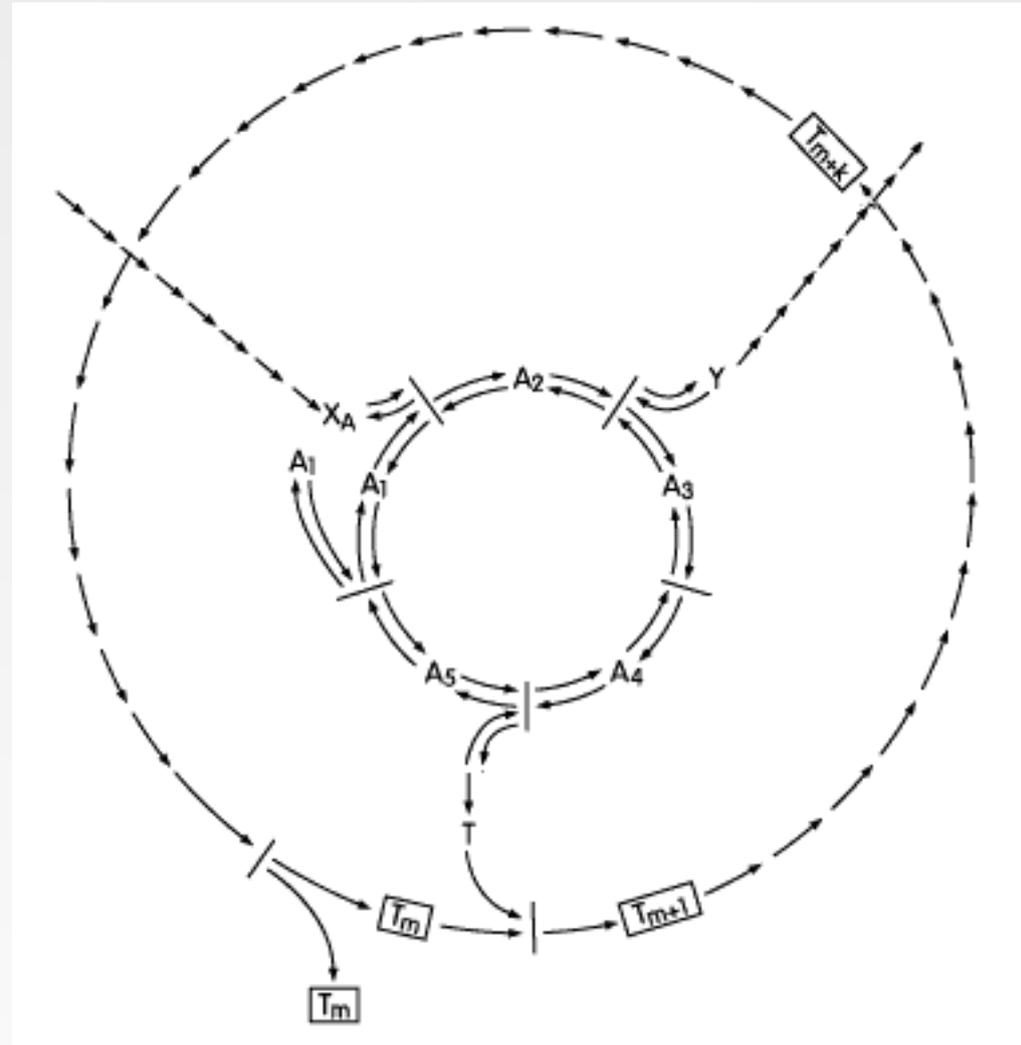


- Los seres vivos son capaces de construirse y repararse a sí mismos constantemente, en condiciones alejadas del equilibrio y definiendo sus propias fronteras de forma activa.
- Circularidad fundamental: Ser (estructura) y Hacer (función) son interdependientes.
- ¿Y en las máquinas? NO, las estructuras de construyen fuera del contexto organizativo robótico, se ensamblan y luego se ponen a funcionar.
- La vida como forma de organización circular y automantenida: Robert Rosen, Hans Jonas, Maturana y Varela, Ruiz-Mirazo & Moreno, Tibor Ganti, ...

# AUTONOMÍA METABÓLICA

>>

- VIDA MÍNIMA celular = metabolismo + membrana activa
  - *Metabolismo*: Una red de reacciones químicas que produce los componentes de la propia red (en concreto los catalizadores)
  - *Membrana activa*: separa la red del entorno y gestiona el flujo termodinámico para su propio automantenimiento.





# ¿ BIOLOGÍA = COGNICIÓN ?



- La autonomía biológica no garantiza autonomía conductual o psicológica
  - El **yo** o identidad biológica no es coextensiva con la psicológica (ejemplo: múltiples identidades psy en el mismo cuerpo)
  - La **normatividad** biológica no es coextensiva con la psicológica (fallar cognitiva o psicológicamente no implica necesariamente un error o disfunción biológico)
- Es más, la conducta de un organismo puede estar altamente especificada por factores hereditarios que no puedan modificarse (ejemplo: arco reflejo, circuitería de *C. elegans*)

# ESTRUCTURA



1. El problema de la autonomía de la conducta desde el cognitivismo adaptacionista
2. El mecanicismo complejo
3. La vida como autonomía metabólica
4. La vida mental como sistema autónomo en el dominio de la conducta
- 5. Desarrollo neurocognitivo**
6. El cerebro en acción: neurodinámica a gran escala
7. Hacia un marco minimalista

# DESAROLLO NEUROCOGNITIVO



- PINKER: *The mind is organized into modules or mental organs, [whose] module's basic logic is specified by our genetic program*
- No existen suficientes recursos genómicos para especificar la conectividad del sistema nervioso:  $10^6$  genes para  $10^{14}$  conexiones sinápticas. (Elman et al. 1996)
- Los genes que participan en el desarrollo del cerebro son generalistas. (Kovas & Plomin 2006)
- El desarrollo cognitivo está dirigido por la conducta que genera. Desde los estadios prenatales las estructuras sensomotoras existentes generan las experiencias que conducen a estadios posteriores del desarrollo (Thelen & Smith 1994, Karmiloff-Smith 2005)

# DESARROLLO NEUROCOGNITIVO



- *Seleccionismo* o Darwinismo Neuronal (Edelman 1987):
  - Estadios de gran crecimiento y posterior debilitamiento o selección dependiente de la experiencia autogenerada
- *Constructivismo* Neuronal (Quartz & Sejnowski 1997):
  - Crecimiento dendrítico dirigido por la experiencia
- En el fondo son **equivalentes**: existe una arquitectura inespecífica (sub o sobre especificada) que va “concretándose” a través de un proceso de desarrollo conductual, evaluado por mecanismos internos.
- ¿Pero cómo se “moldea” o “crece” el cerebro?

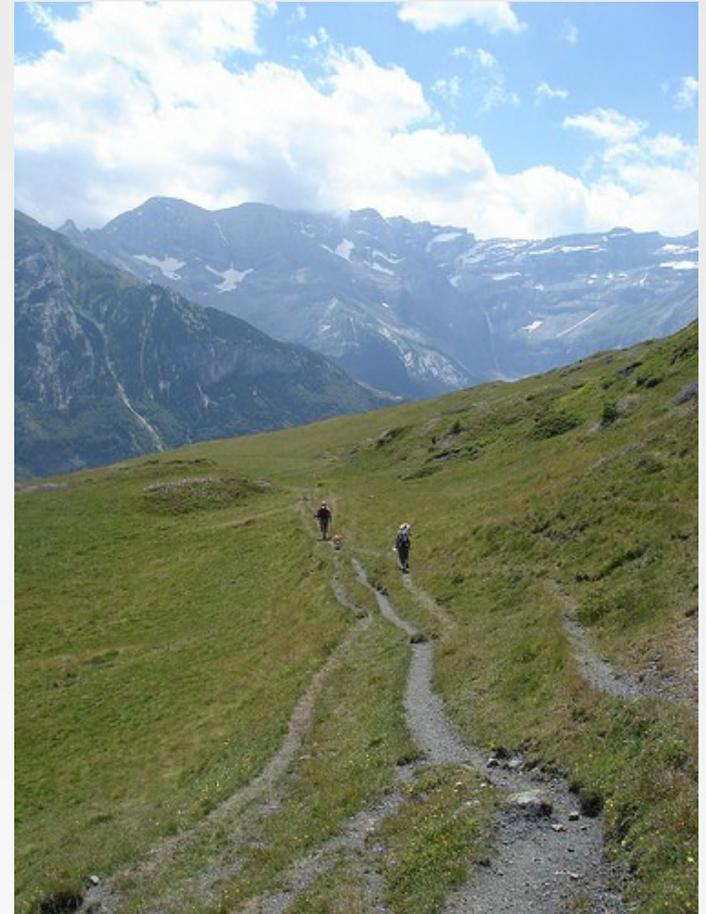
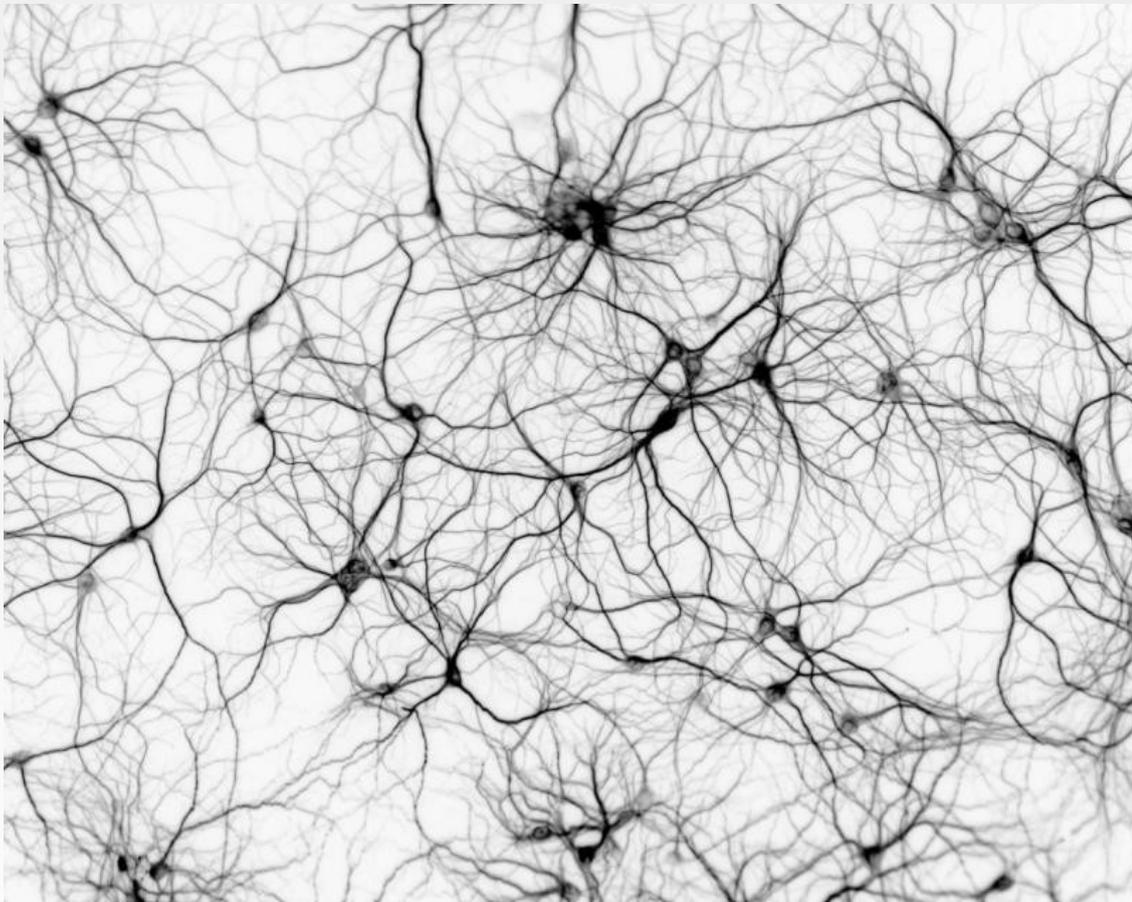
# DESARROLLO NEUROCOGNITIVO



- Sólo una pequeña parte del SN-subcortical está “cableada” al nacer
- Este “cableado mínimo”
  - Permite un repertorio conductual mínimo de partida
  - Y un sistema evaluador o modulador de la arquitectura nerviosa en base a las consecuencias de la acción
- *La arquitectura neuronal va reorganizándose y complejificándose a lo largo del desarrollo sensomotor, como resultado de su propia actividad situada y evaluada por sistemas de modulación sináptica que debilitan o refuerzan las conexiones sinápticas.*

# DESARROLLO NEUROCOGNITIVO

>>



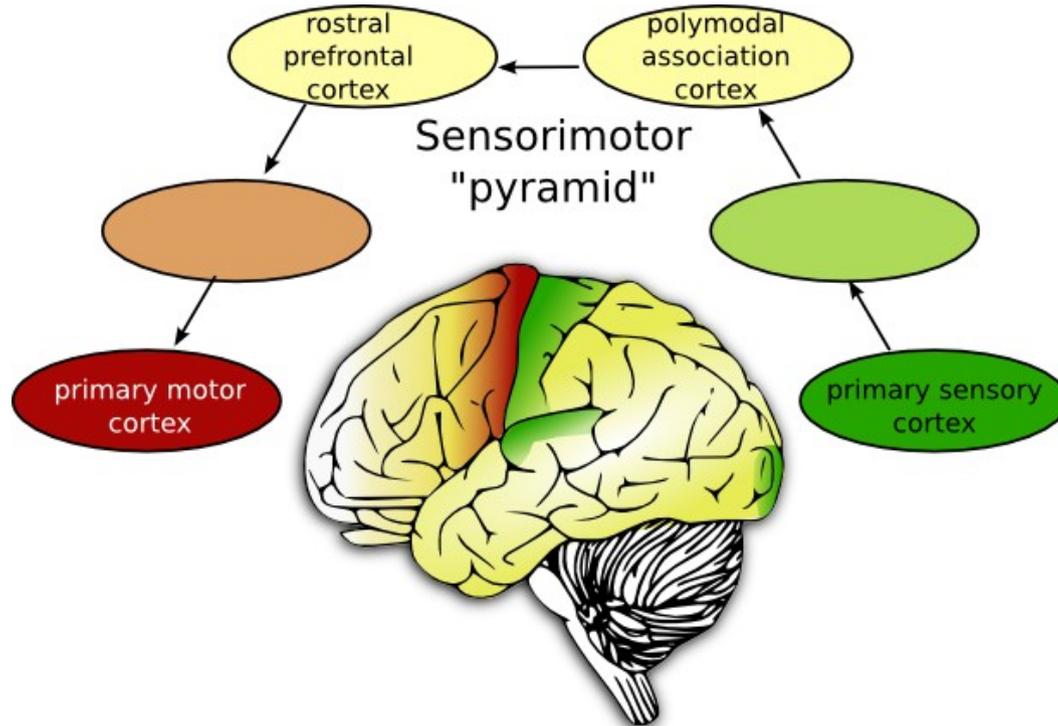
# ESTRUCTURA



1. El problema de la autonomía de la conducta desde el cognitivismo adaptacionista
2. El mecanicismo complejo
3. La vida como autonomía metabólica
4. La vida mental como sistema autónomo en el dominio de la conducta
5. Desarrollo neurocognitivo
- 6. El cerebro en acción: neurodinámica a gran escala**
7. Hacia un marco minimalista

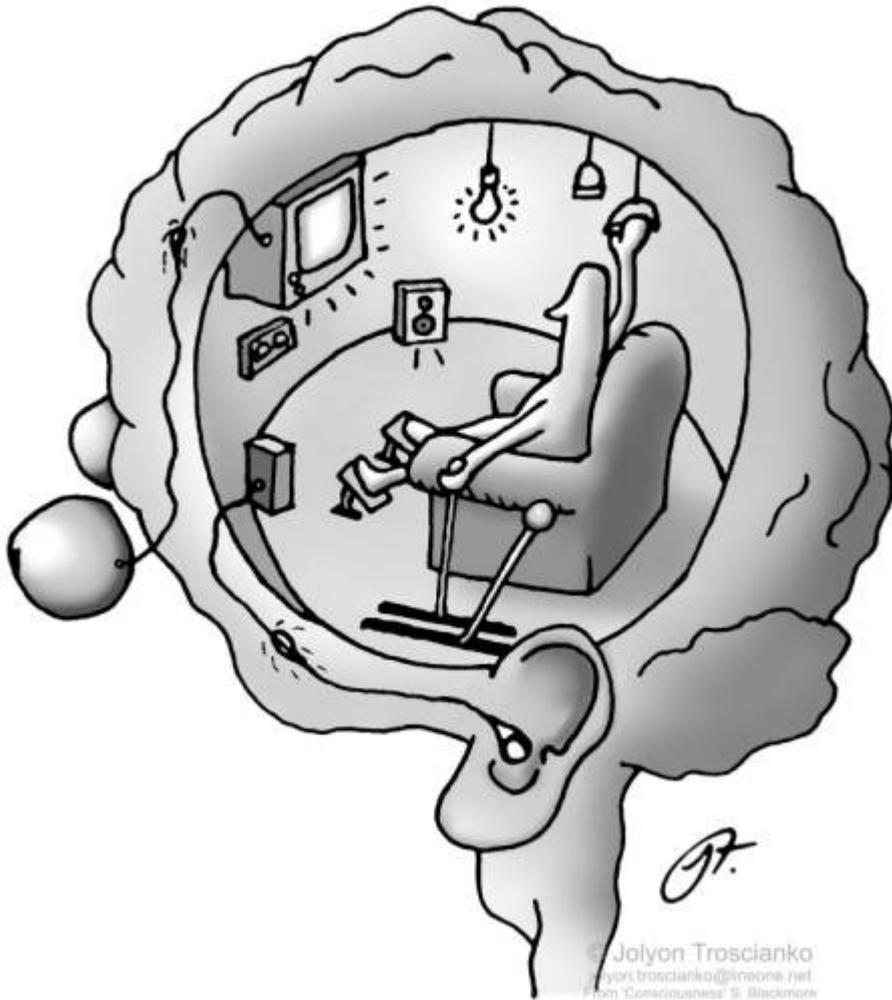
# TEORÍA ESTANDARD

>>



- Modelo integrar-disparar de la neurona
- Actividad neuronal instruida por input
- Jerarquía piramidal de procesamiento de información y control motor.

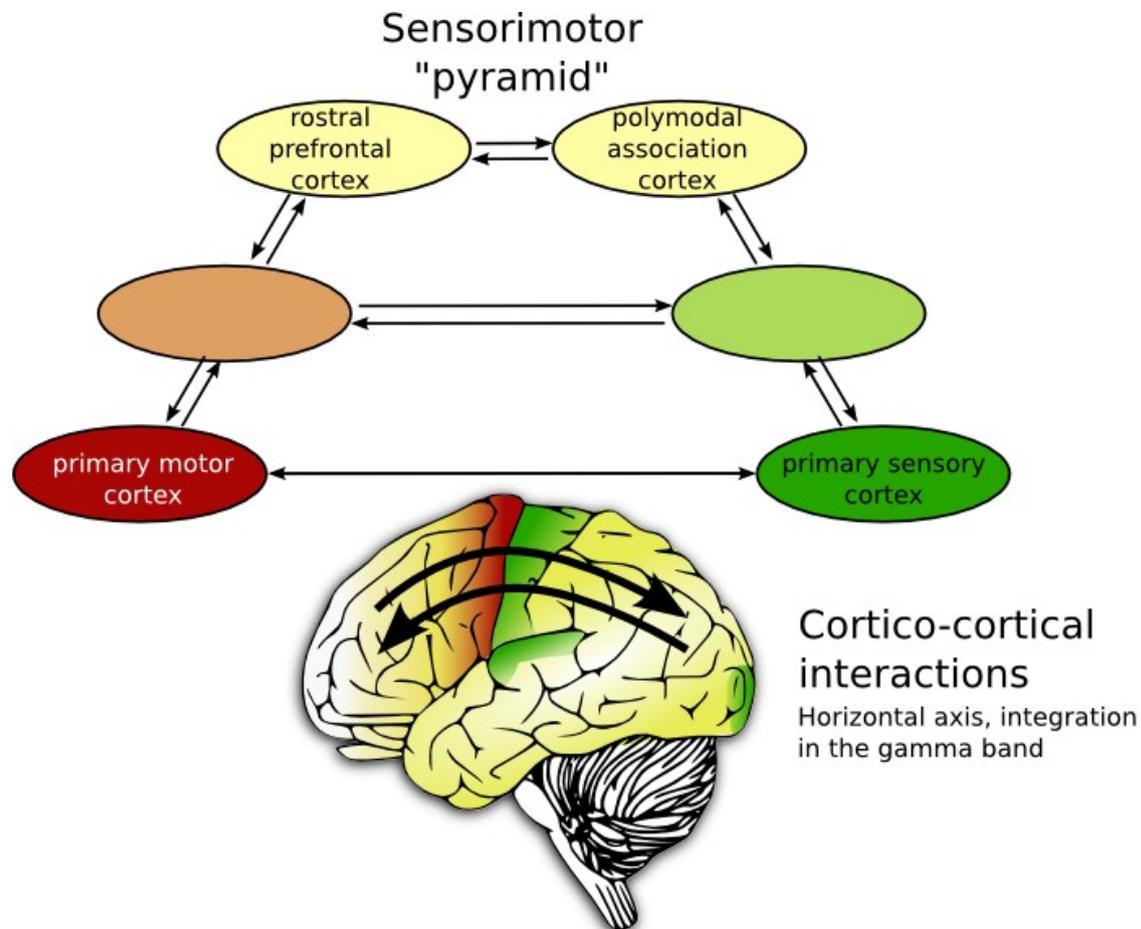
# TEORÍA ESTANDARD



- Modelo integrar-disparar de la neurona
- Actividad neuronal instruida por input
- Jerarquía piramidal de procesamiento de información y control motor.
- **Falacia del homúnculo:** ¿quién está en la cúspide de la jerarquía?

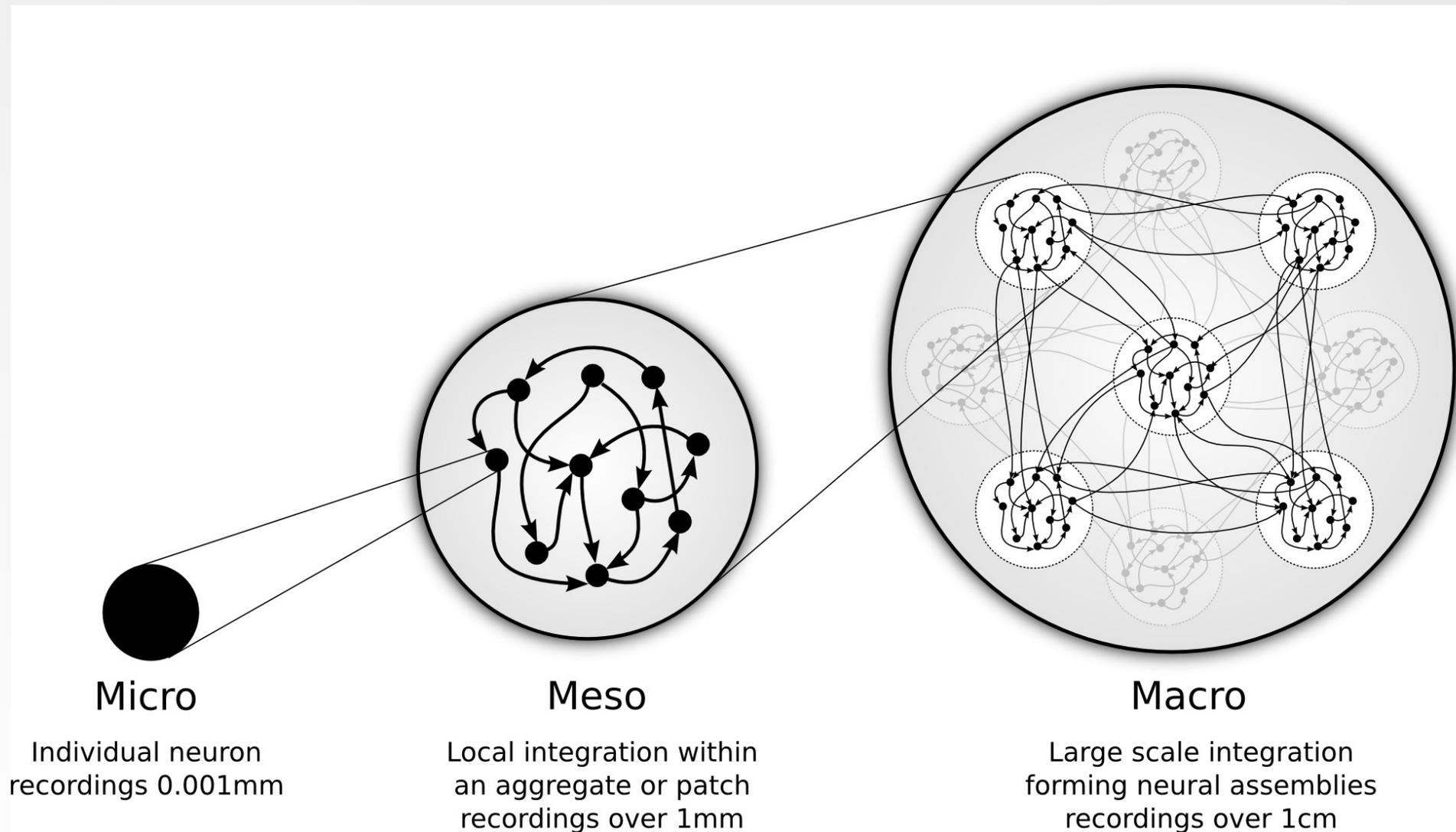
# TEORÍA ESTANDARD

>>



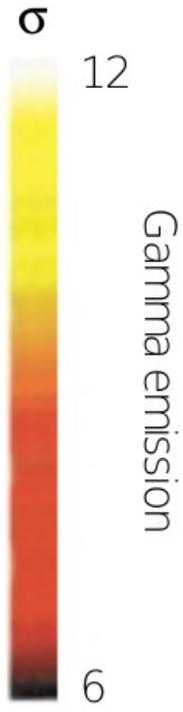
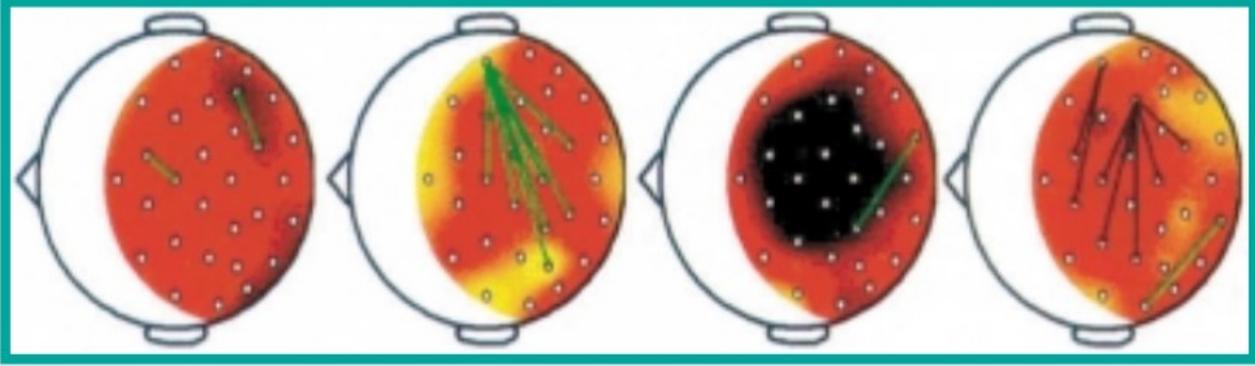
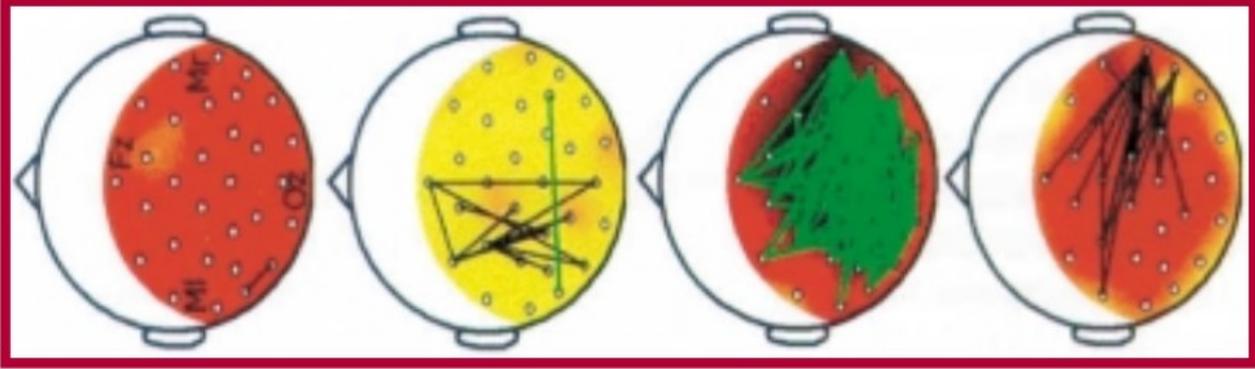
- Modelo resonador del funcionamiento neuronal
- Actividad espontánea de la neurona
- Las **conexiones recíprocas** entre niveles de la jerarquía son la norma

# NEURODINÁMICA HOLISTA











# ESTRUCTURAS NEURODINÁMICAS EMERGENTES



- Las **estructuras neurodinámicas emergentes** son los componentes organizativos de la actividad cerebral
  - *Cell assemblies* (Hebb 1949, Varela 1995), *Dynamic cell assemblies* (Fuji et al. 1996), *Dynamic core* (Edelman and Tononi 2000), *Global attractors* (Freeman 2001), *Dissipative dynamic structure* (Llinás 2001), *Chaotic attractors* (Tsuda 2001), *Effective connectivity* (Fries 2005), etc.
- Una correlación temporal entre clusters de neuronas formando un conjunto distribuido a gran escala, dependiendo de:
  - La arquitectura de conectividad
  - Actividad endógena
  - Contexto sensomotor
  - Contexto subcortical y corporal (“emocional”)

# AUTOREGULACIÓN DE LA NEURODINÁMICA GLOBAL



- **AUTOORGANIZACIÓN:** Tenemos un dominio neurodinámico fuertemente autoorganizado a gran escala
  - Esta autoorganización está situada en un contexto sensomotor, pero asimétricamente afectada por el entorno (el cerebro “selecciona”, hay una asimetría de complejidad en el acoplamiento sensomotor).
  - Esta autoorganización está regulada por estructuras subcorticales (emocionales)
- **AUTONOMÍA REGULATIVA:**
  - Al comienzo del desarrollo esta regulación de la actividad cortical está guiada por un sistema innato de valores.
  - Pero según se complejiza la actividad cortical este sistema modulador es reclutado por el propio cortex para su propia autoregulación



# MENTE Y MUNDO



- Al igual que la Vida Orgánica, la actividad cerebral no puede existir sin un mundo abierto de interacciones.
- Es *a través del mundo* que se logra la autonomía conductual.
- El aislamiento sensoriomotor lleva a la muerte mental: la desintegración de la identidad y normatividad psicológica.



# ESTRUCTURA



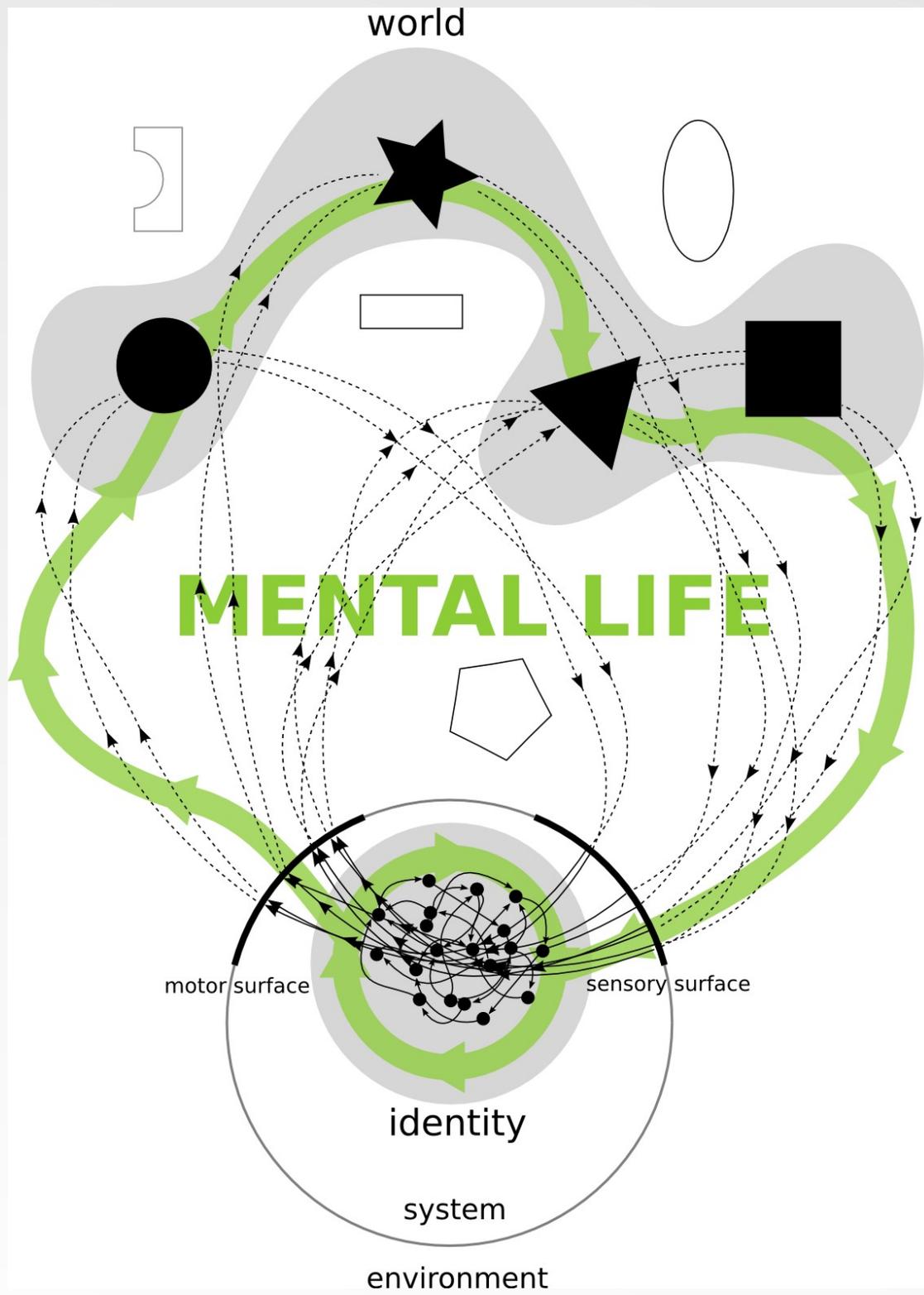
1. El problema de la autonomía de la conducta desde el cognitivismo adaptacionista
2. El mecanicismo complejo
3. La vida como autonomía metabólica
4. Desarrollo neurocognitivo
5. El cerebro en acción: neurodinámica a gran escala
- 6. La vida mental como sistema autónomo en el dominio de la conducta**
7. Hacia un marco minimalista

# VIDA MENTAL



- La **Vida Mental** puede entenderse por analogía con la Vida Biológica o Molecular
- VIDA MENTAL: el flujo a través de la organización autónoma de una red de estructuras neurodinámicas emergentes y capaces de auto-regularse interactivamente
  - a) *asimilando* o integrando selectivamente diferentes aspectos del entorno para su propio automantenimiento y
  - b) *acomodando* o modificando su organización interna frente a las perturbaciones que ponen en peligro su estabilidad

→



Copyright 2007 Xavier Barandiaran, this work is available under the terms of the GNU Free Documentation License: you are free to use, copy, modify and redistribute this work provided this notice is preserved. The full copyright license can be found at: <http://www.gnu.org/licenses/fdl.html>

# VIDA MENTAL ... ¿LIBERTAD?



- El modelo conceptual de Vida Mental expuesto aquí satisface las condiciones que hemos expuesto para la libertad como autonomía:
  1. No aleatorio
  2. No determinado o instruido desde el exterior
  3. No determinado por el funcionamiento o estructura de un componente aislado
  4. No determinado por una estructura interna rígida
- No hace falta recurrir a dualismos, ni a niveles proposicionales de análisis para aclarar algunos aspectos de la “libertad” animal.

→

*Fin*

¡gracias!

COPYLEFT 2008 xabier BARANDIARAN

Eres libre de copiar, modificar y distribuir esta charla siempre y cuando mantengas esta nota, bajo los términos de la licencia GFDL

# ESTRUCTURA

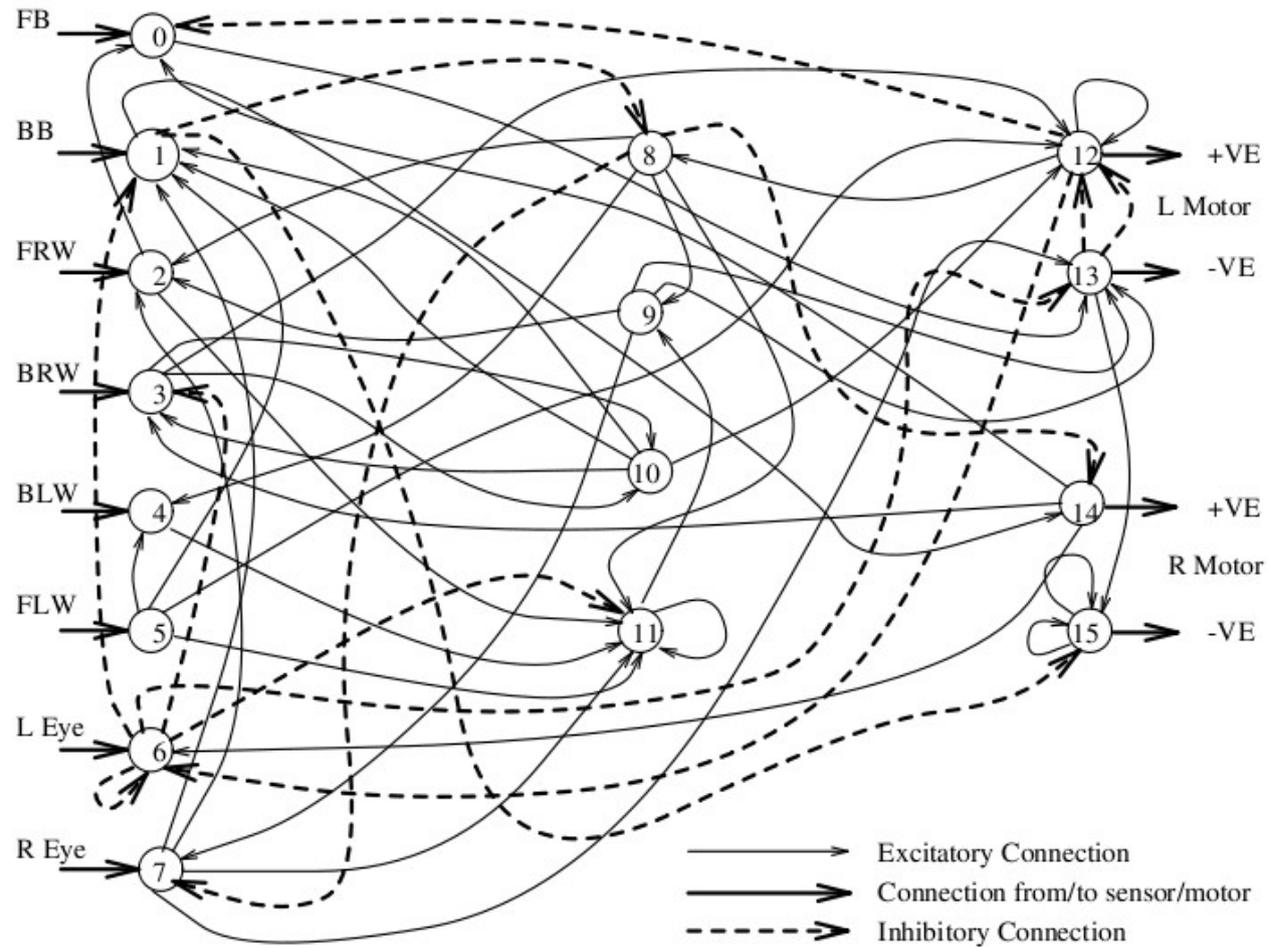


1. El problema de la autonomía de la conducta desde el cognitismo adaptacionista
2. El mecanicismo complejo
3. La vida como autonomía metabólica
4. Desarrollo neurocognitivo
5. El cerebro en acción: neurodinámica a gran escala
6. La vida mental como sistema autónomo en el dominio de la conducta
- 7. Hacia un marco minimalista**

# Robótica Evolutiva I

Métodos

# CTRNN

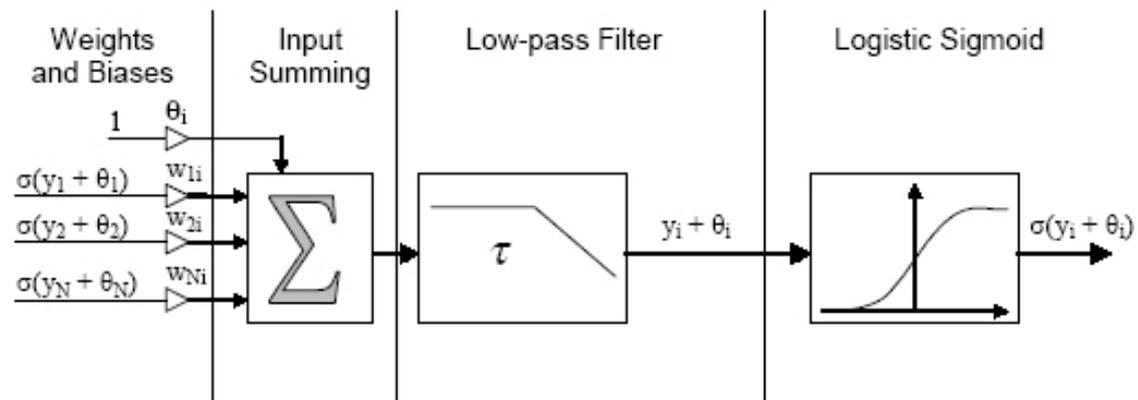


# CTRNN

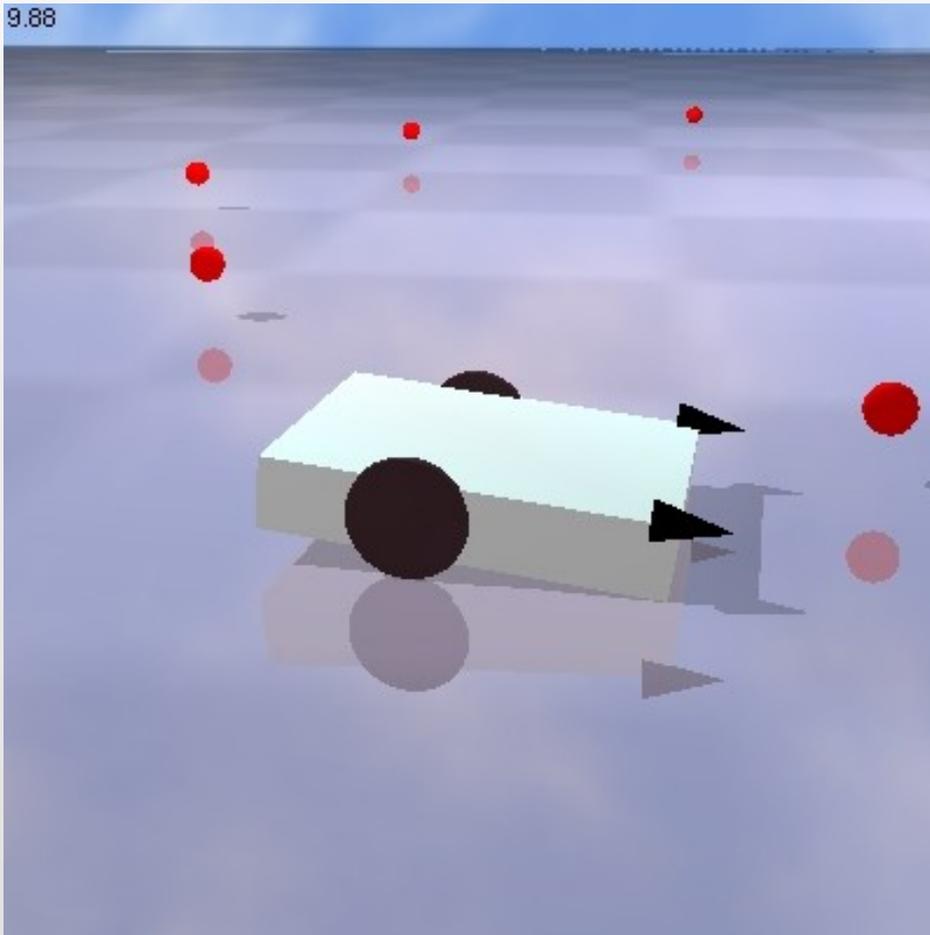
- Continuous Time Recurrent Neural Network
- Tiempo continuo
- Totalmente conectadas (muchos bucles retroalimentados)
- Pueden aproximar cualquier sistema dinámico (Funahashi & Nakamura 1996)

$$\tau_i \dot{y}_i = -y_i + \sum_{j=1}^n (w_{ij} z_j) + g_i \sum_{k=0}^5 s_{ki} I_k ;$$

$$\text{where } z_j = \frac{1}{1 + \exp(-(y_j + b_j))}$$

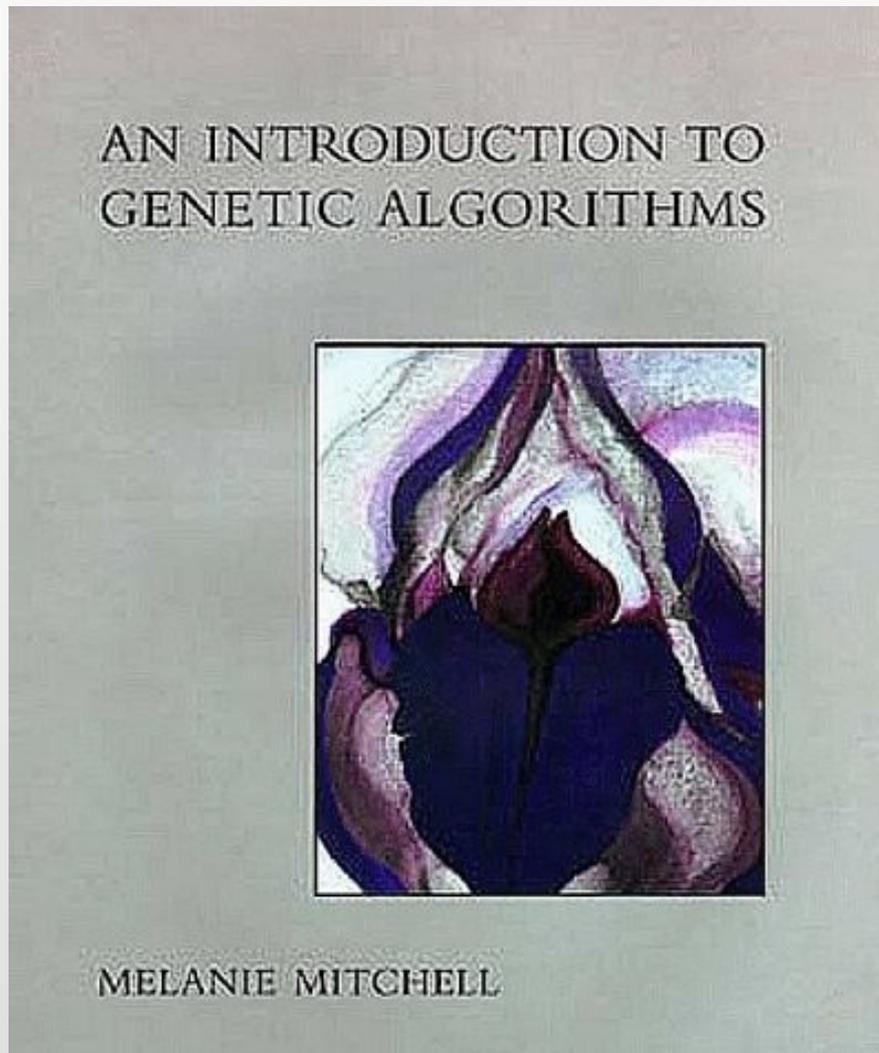


# Cuerpo y Entorno



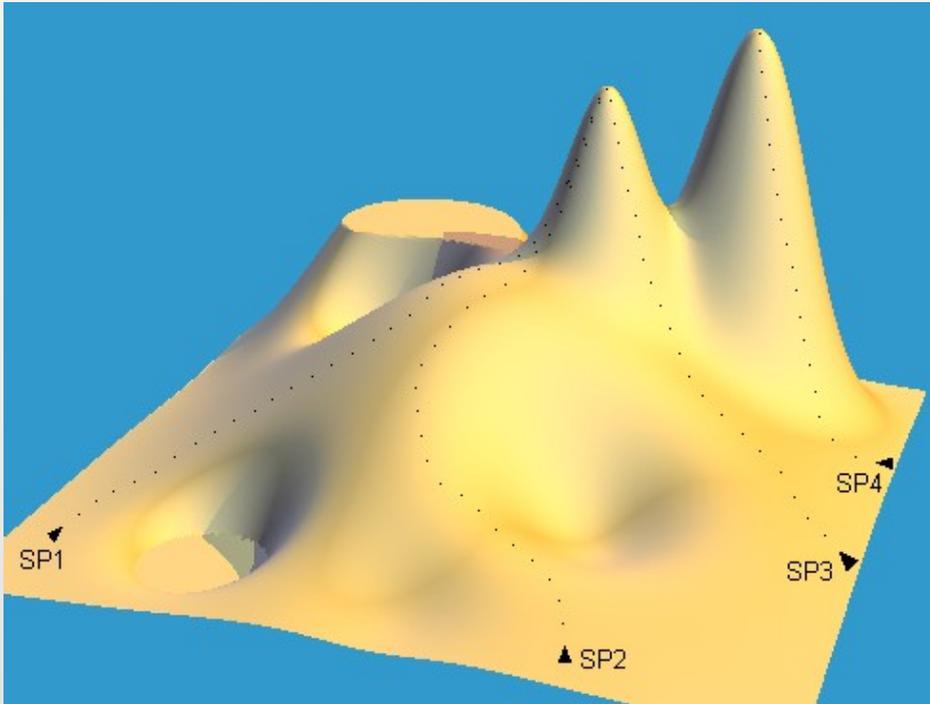
- Simulación biomecánica del cuerpo y el entorno
  - Diferentes grados de realismo
- No sensores mágicos
- También en entornos físicos reales
  - Transferencia probada con envoltorio de ruido

# Evolución Artificial



- Holland (1975) *Adaptation in natural and artificial systems*
- Algoritmos Genéticos:
  - 0. Crear población inicial de soluciones posibles
  - 1. Evaluar el *fitness* de cada individuo
  - 2. Reproducir la siguiente generación en proporción a la clasificación de fitness
  - 3. Mutar
  - 4. Volver a 1

# Evolución Artificial

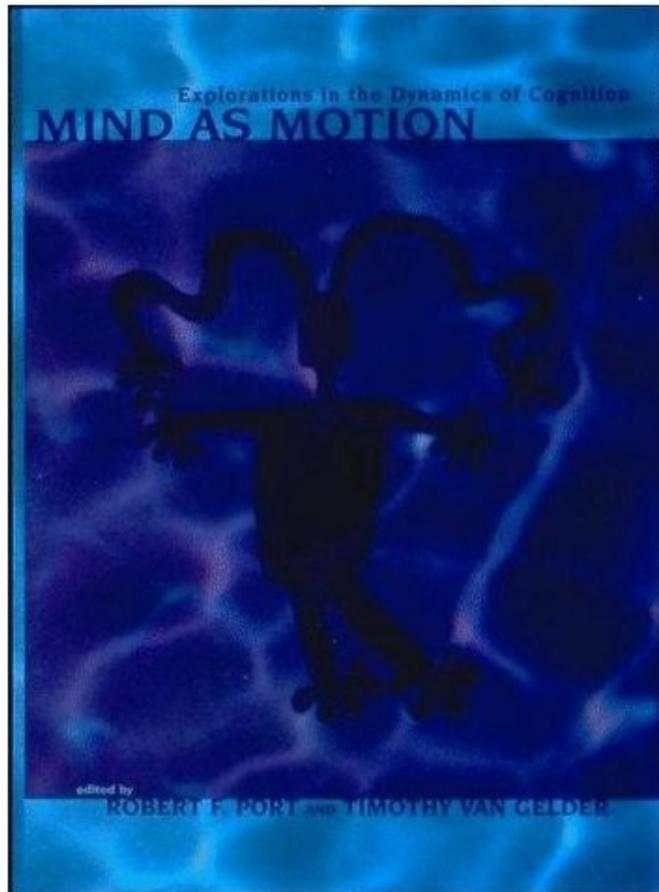


- Optimización por *Hill Climbing*
- Ejemplo: ala de un avión
  - x: anchura
  - y: longitud
  - z: fitness (resistencia y capacidad de vuelo y maniobra)

# Robótica Evolutiva II

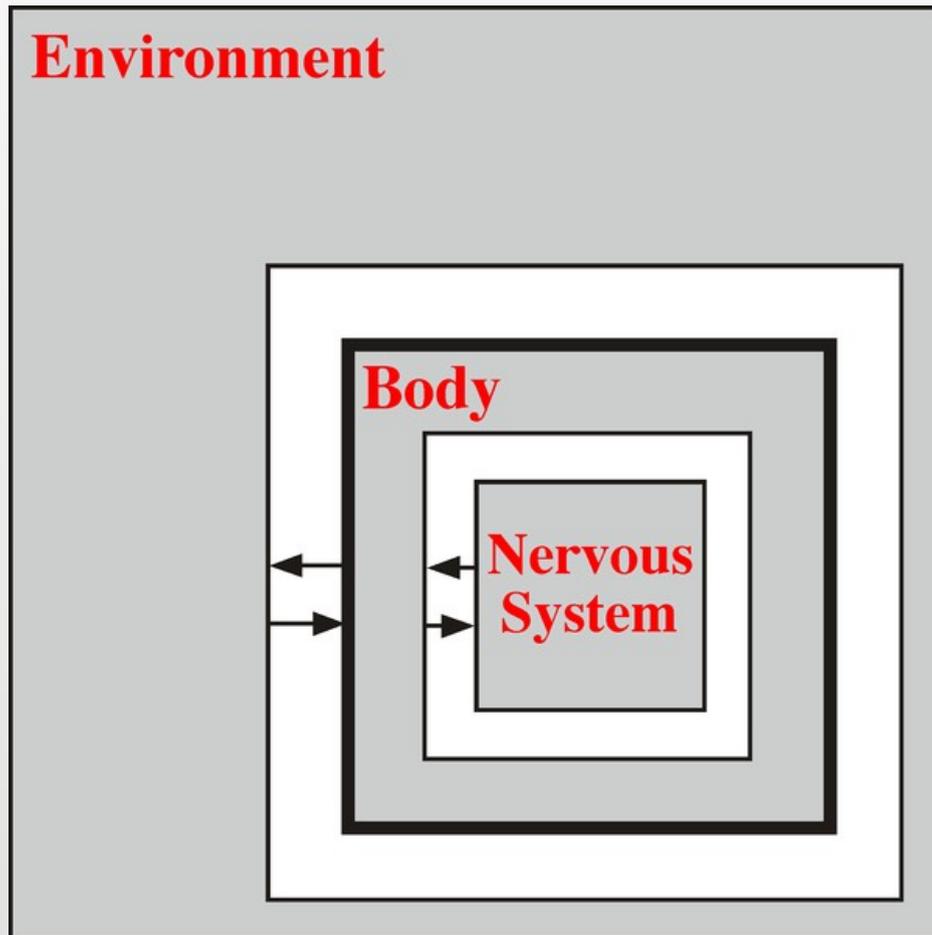
## Principios

# Hipótesis Dinámica



- Port & van Gelder (1995)  
*Mind as Motion*
- Romper con el computacionalismo de estados discretos y simbólicos
- Los sistemas dinámicos permiten modelar de forma integrada diferentes niveles de realismo biológico

# El continuo cerebro-cuerpo-entorno

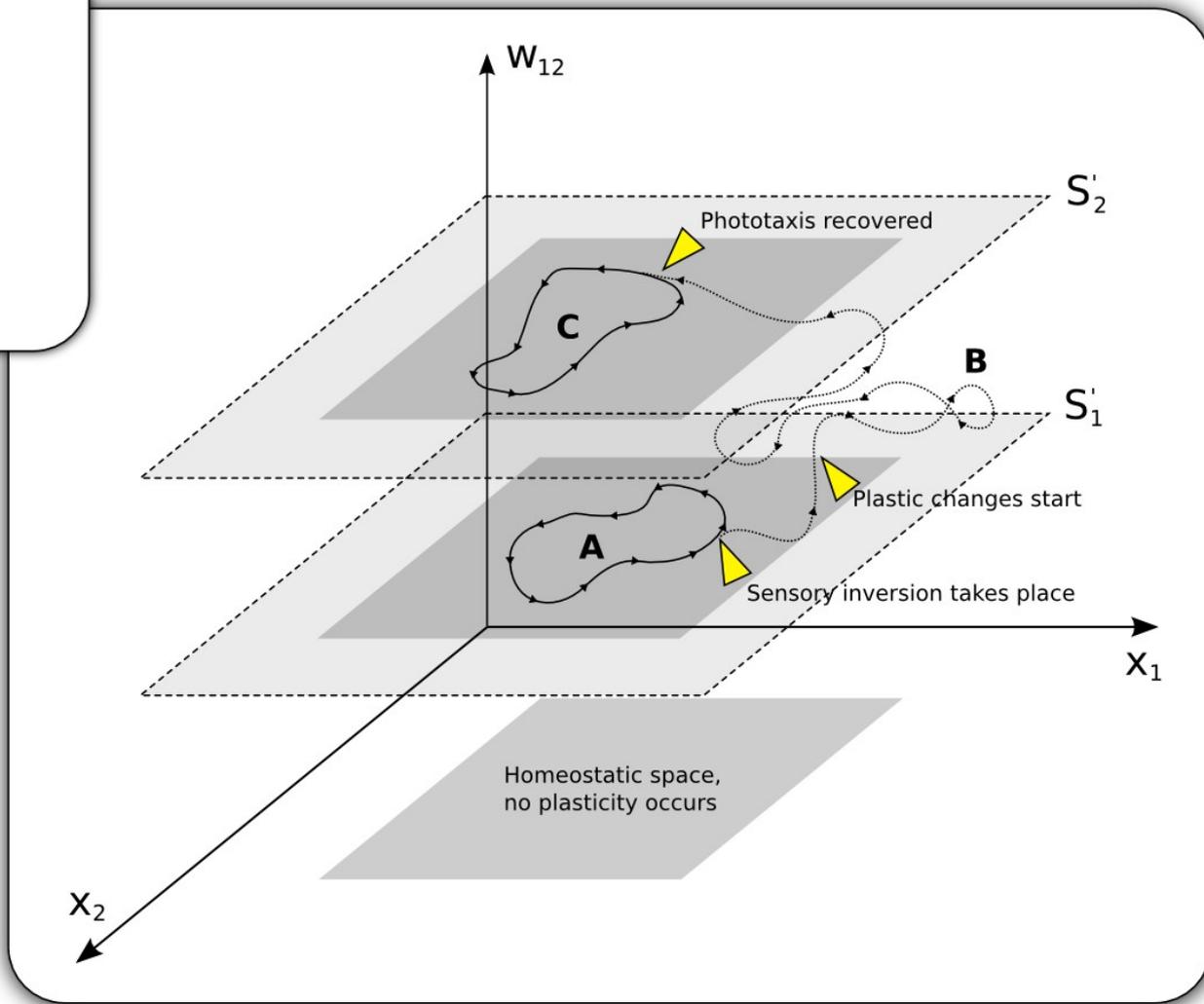
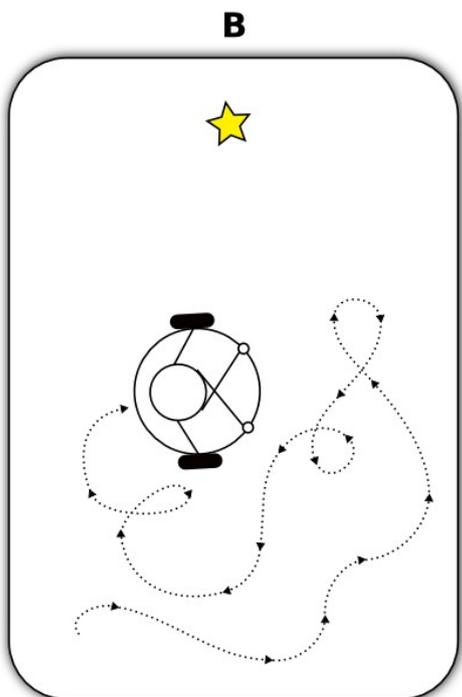
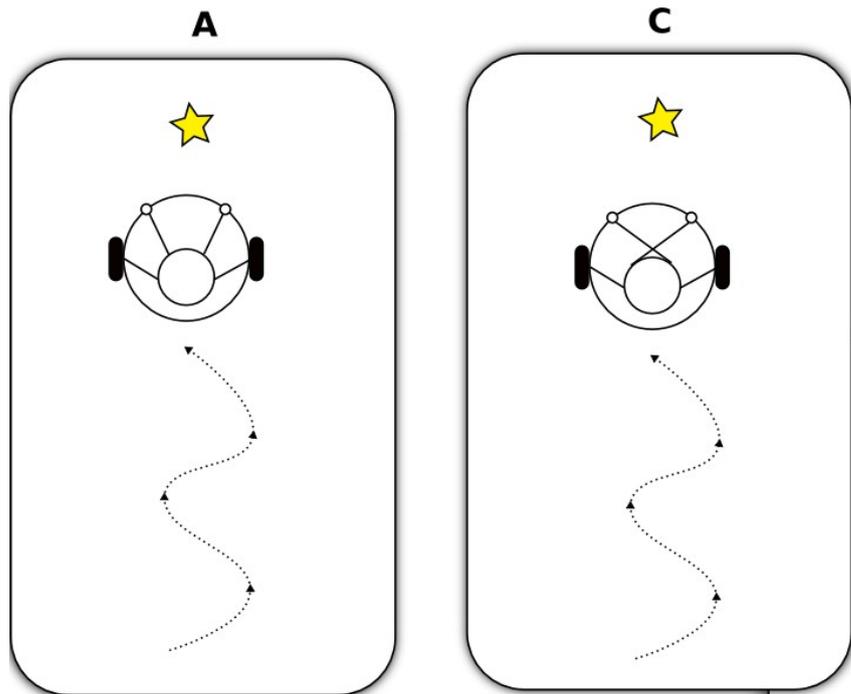


- La cognición emerge de la interacción recurrente entre el cerebro, el cuerpo y el entorno
- No hay privilegio causal (el cerebro como controlador)
- La biomecánica y el contexto conductual son parte integral de la mente

# Modelar sin prejuicios teóricos



- Harvey (1999) *Philosophy of the Mind using a Screwdriver*
- La mejor forma de testear una teoría sobre la cognición es construyendo un robot (modelo generativo)
- Toda reconstrucción implica preconcepciones teóricas
- La evolución artificial se encarga del proceso de diseño, liberando al teórico de preconcepciones
- Permite explorar aspectos teóricos de forma práctica y concreta



*Fin*

*de verdad*

¡gracias!

COPYLEFT 2008 xabier BARANDIARAN

Eres libre de copiar, modificar y distribuir esta charla siempre y cuando mantengas esta nota, bajo los términos de la licencia GFDL

# Components of Behaviour

- **What kind of component processes can give rise to an autonomous organization of behaviour?**

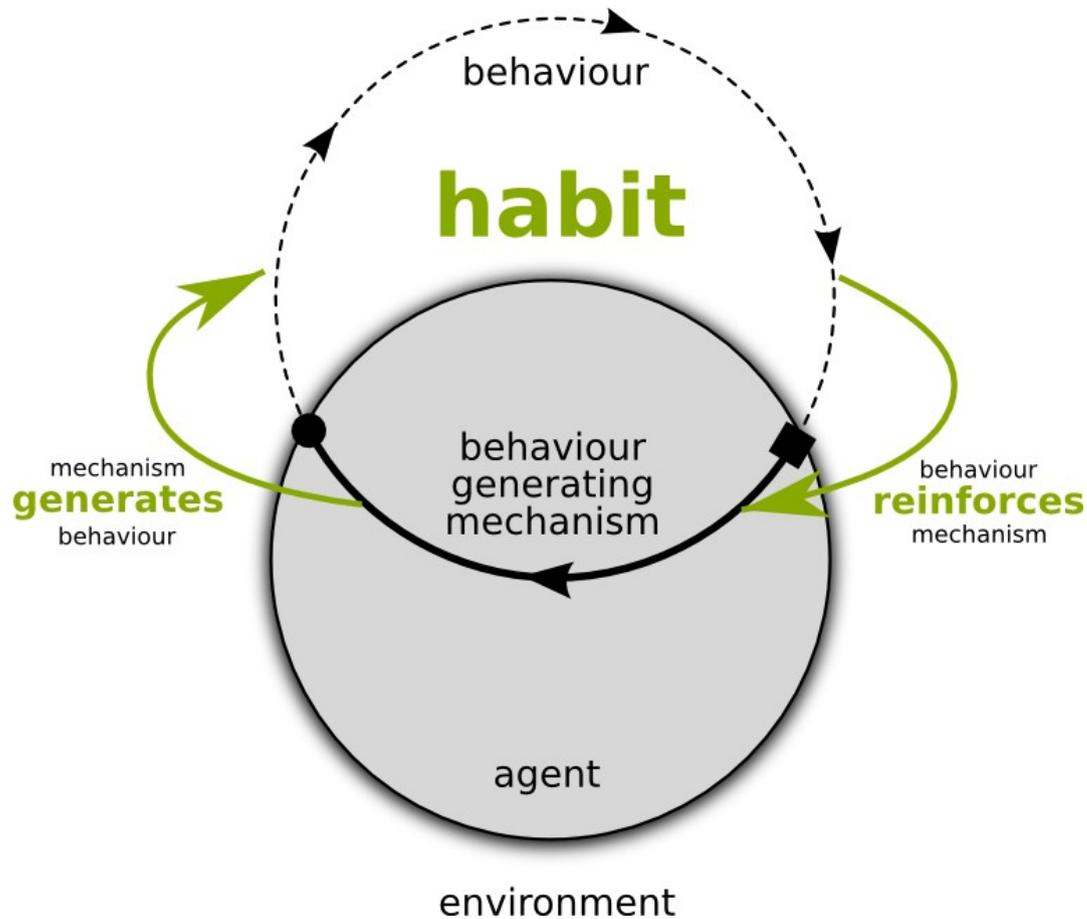
# Components of Behaviour

- **What kind of component processes can give rise to an autonomous organization of behaviour?**
- **Historical candidates:**
  - Drive, representation, instinct, neural information processing unit, reflex-arc, stimulus-response pair and ...

# Components of Behaviour

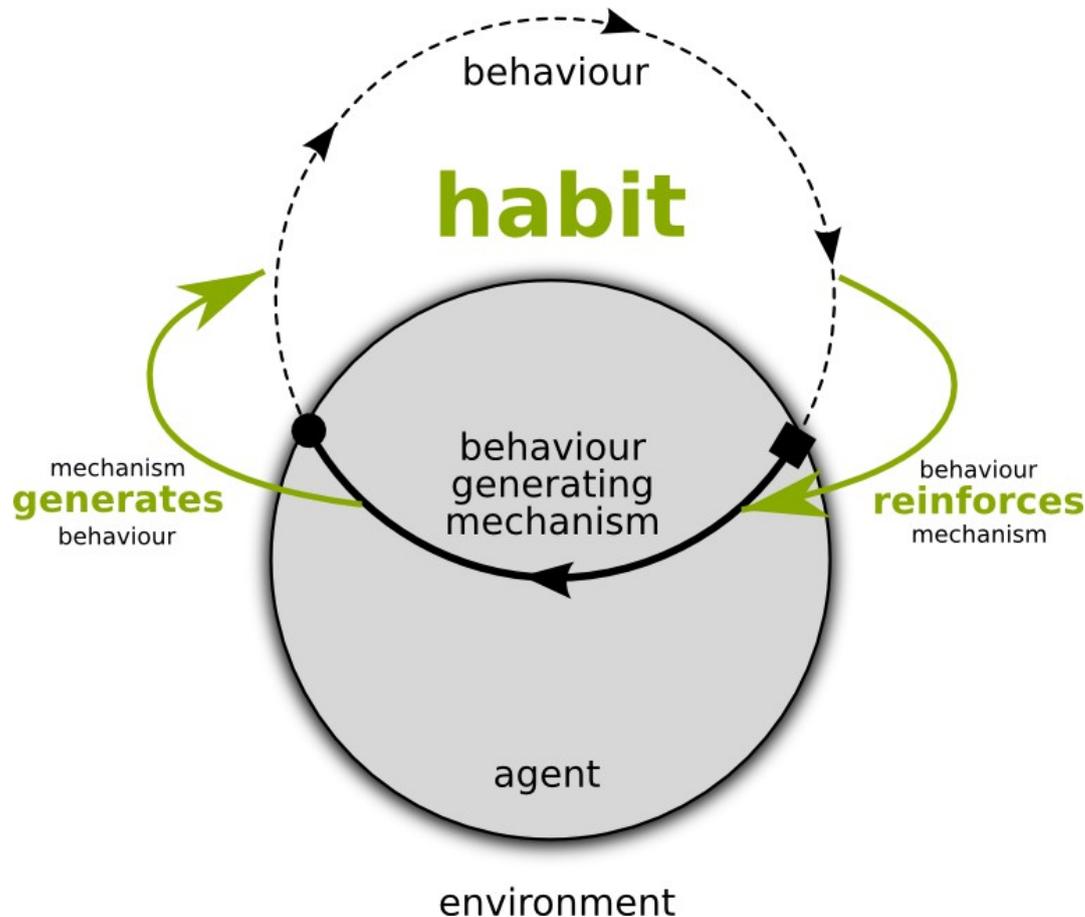
- **What kind of component processes can give rise to an autonomous organization of behaviour?**
- **Historical candidates:**
  - Drive, representation, instinct, neural information processing unit, reflex-arc, stimulus-response pair and ...
- **Habits:**
  - Aristotle, Lamarck, Bichat, James (“Animals are bundles of habits”), Kohler, Allport, Piaget, Merleau-Pony, etc.
  - More recently: roboticists (Arbib, Di Paolo) and large-scale neuroscientist

# What is a habit?



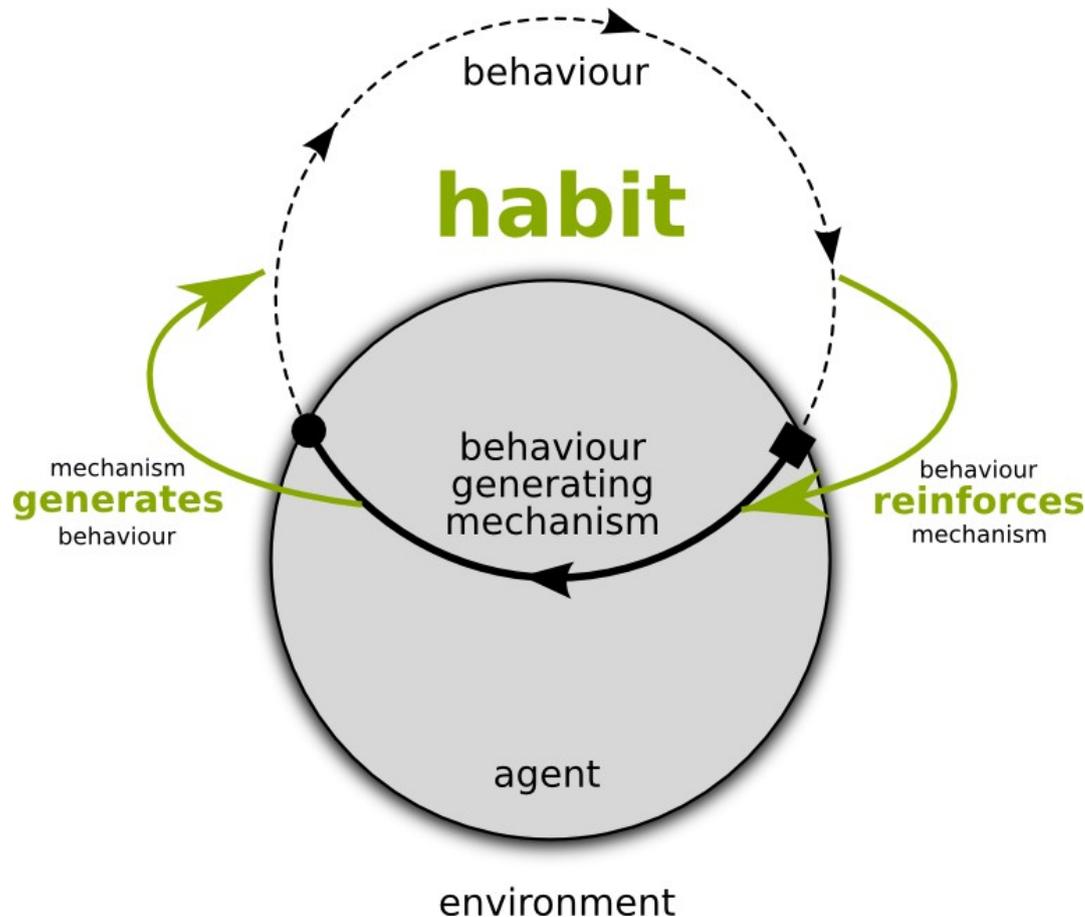
→ **HABIT** = *self-sustaining pattern of behaviour.*

# What is a habit?



- **HABIT** = *self-sustaining pattern of behaviour.*
- The **stability** of a particular behaviour is coupled with the stability of the mechanisms generating it.

# What is a habit?



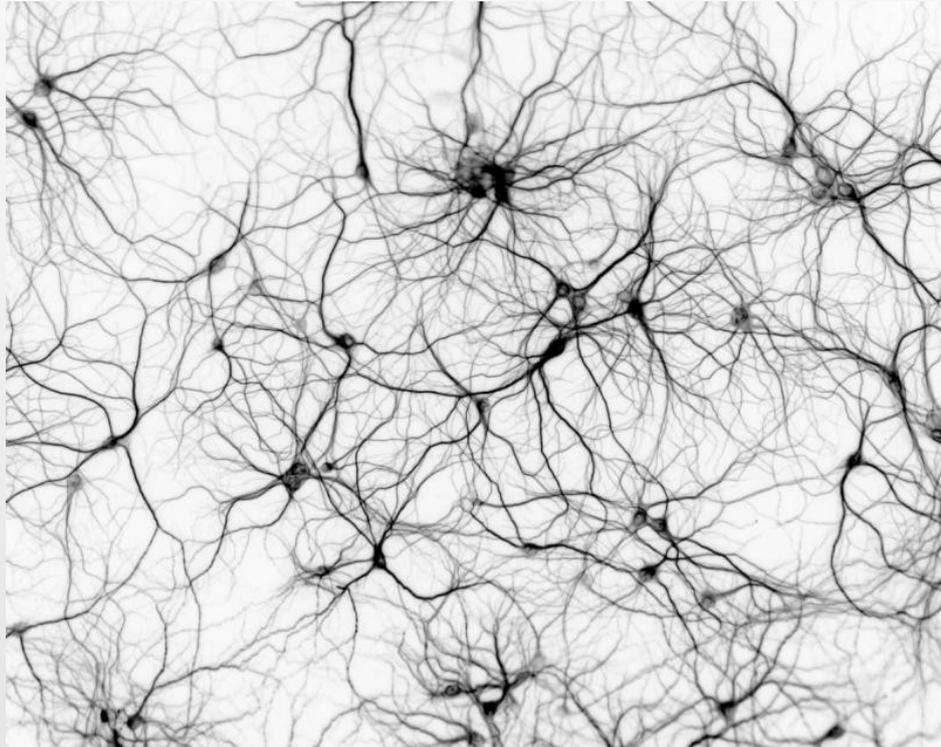
- **HABIT** = *self-sustaining pattern of behaviour*.
- The **stability** of a particular behaviour is coupled with the stability of the mechanisms generating it.
- **Unlike instincts**, habits can be created, are plastic, and depend on behaviour for their own continuation

# What is a habit?



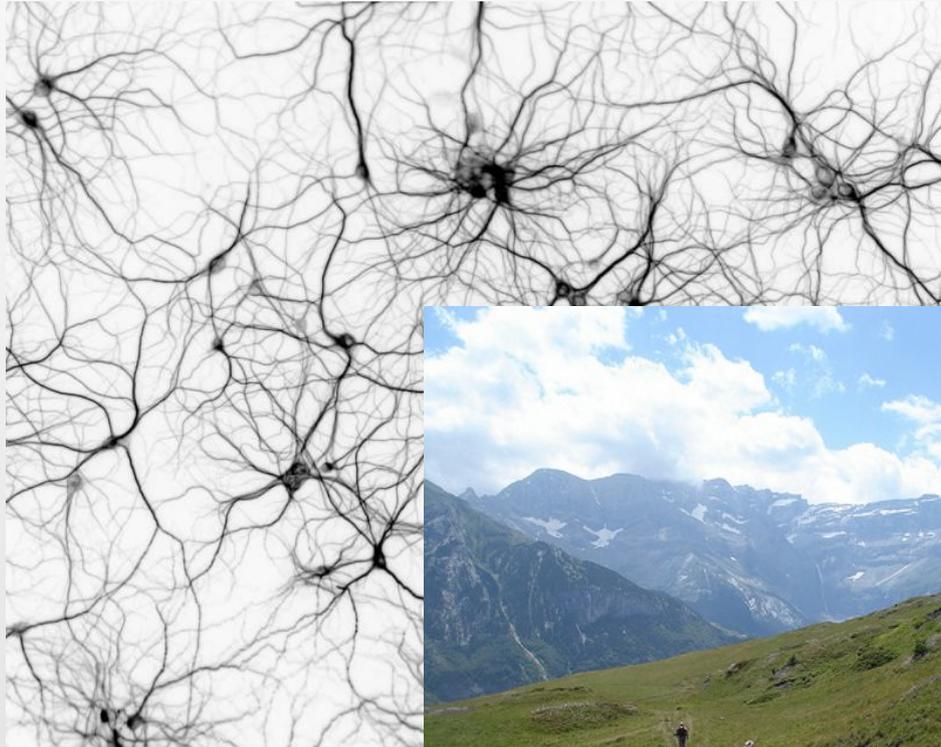
- The brain allows the generation of habits as **self-organized patterns of neural activity**

# What is a habit?



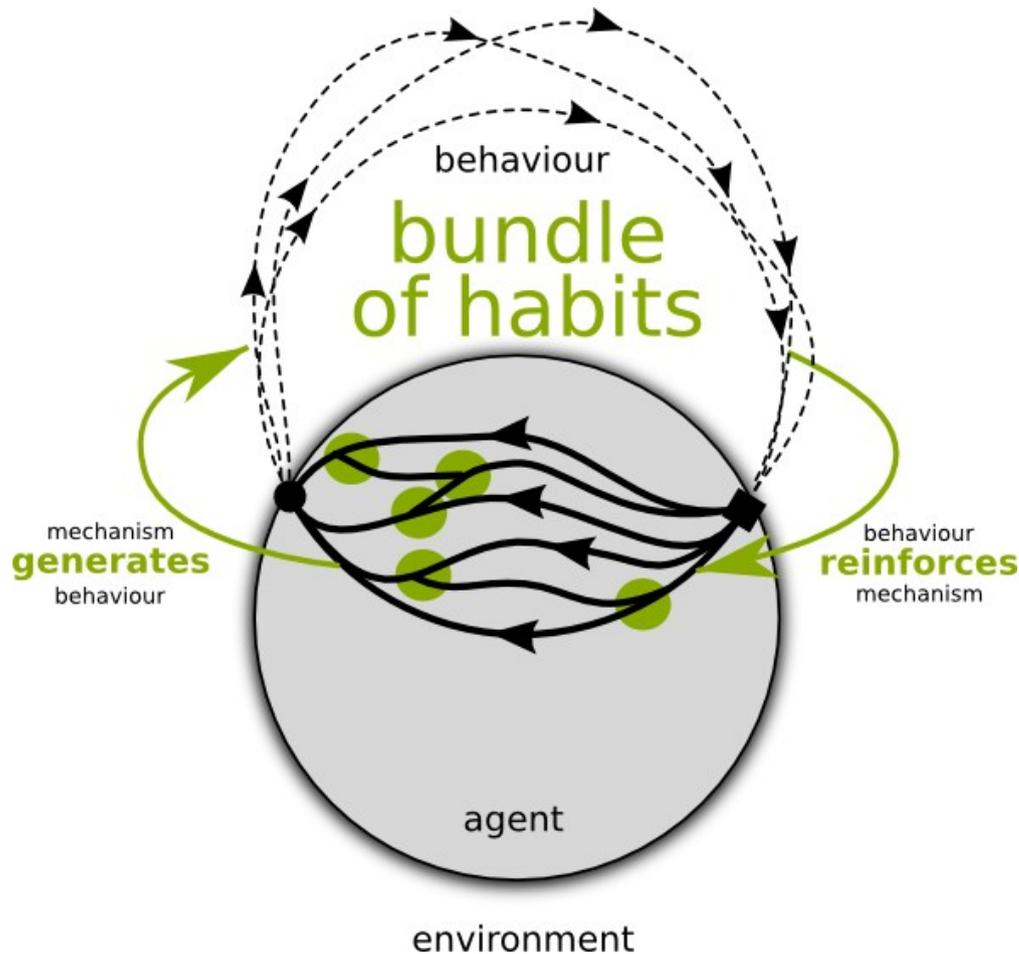
- The brain allows the generation of habits as **self-organized patterns of neural activity**
- The more a connection between two neurons is “**used**” the stronger it gets (Hebb 1994)

# What is a habit?



- The brain allows the generation of habits as **self-organized patterns of neural activity**
- The more a connection between two neurons is “**used**” the stronger it gets (Hebb 1994)
- *Making the path by walking*

# A Bundle of Habits



- Multiple habits might coexist
- Internal stability dependencies
- An organized bundle defining a set of viability conditions as a whole.
- The bundle sustains itself as a whole through interactions
- Continuous process of **equilibration**: assimilation and accommodation

# MECANICISMO COMPLEJO



## → Sistemas complejos

- Entre el orden y el caos



- Frente al reduccionismo atomista o estadístico:

- El funcionamiento de un sistema no puede reducirse/reconstruirse en base al funcionamiento de los componentes tomados aisladamente o estadísticamente