



Universidad
Rey Juan Carlos



Planificación y Sistemas Cognitivos

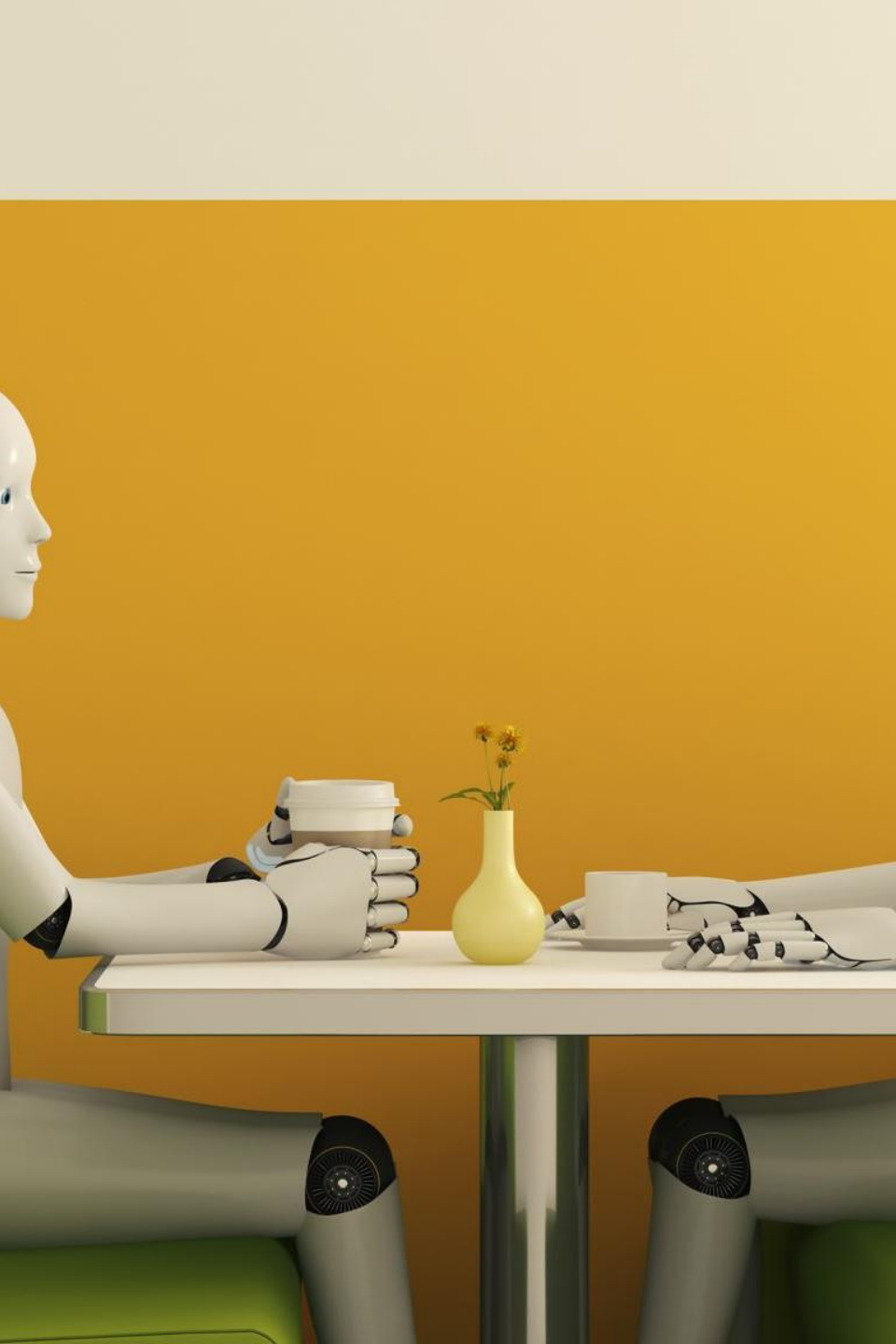
Sistemas cognitivos I

FRANCISCO JOSÉ ROMERO RAMÍREZ

FRANCISCO.ROMERO@URJC.ES

Índice de contenidos

1. Introducción
2. Robótica Cognitiva
3. Campos relacionados
4. Historia de la Robótica Cognitiva
5. Cognición
6. Ejemplos



1. Introducción

1. Introducción

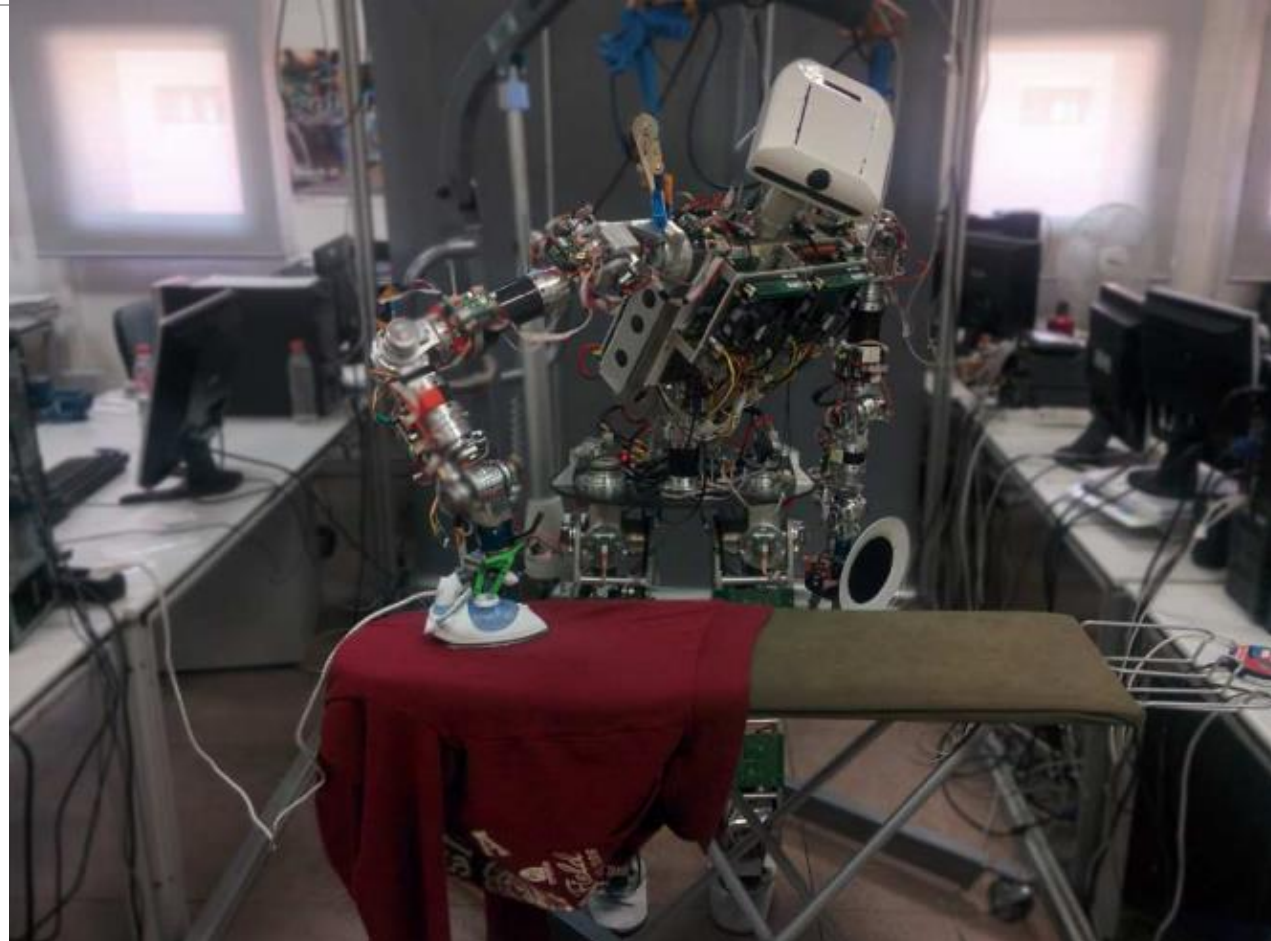


1. Introducción

Maria Petrou's Ironing challenge;
see

<http://www.commsp.ee.ic.ac.uk/~mcpetrou/iron.html>

<https://www.newscientist.com/article/2138264-this-handy-robot-will-iron-your-clothes-so-you-dont-have-to/>



1. Introducción

Entornos controlados

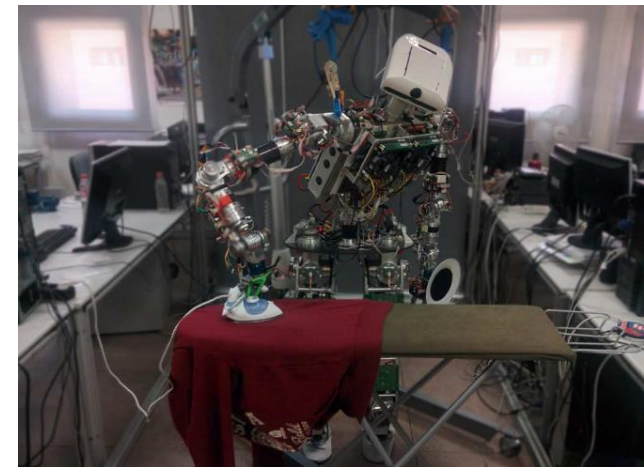
Sabemos lo que nos espera. Podemos programar el robot para hacer lo que deseamos que haga.



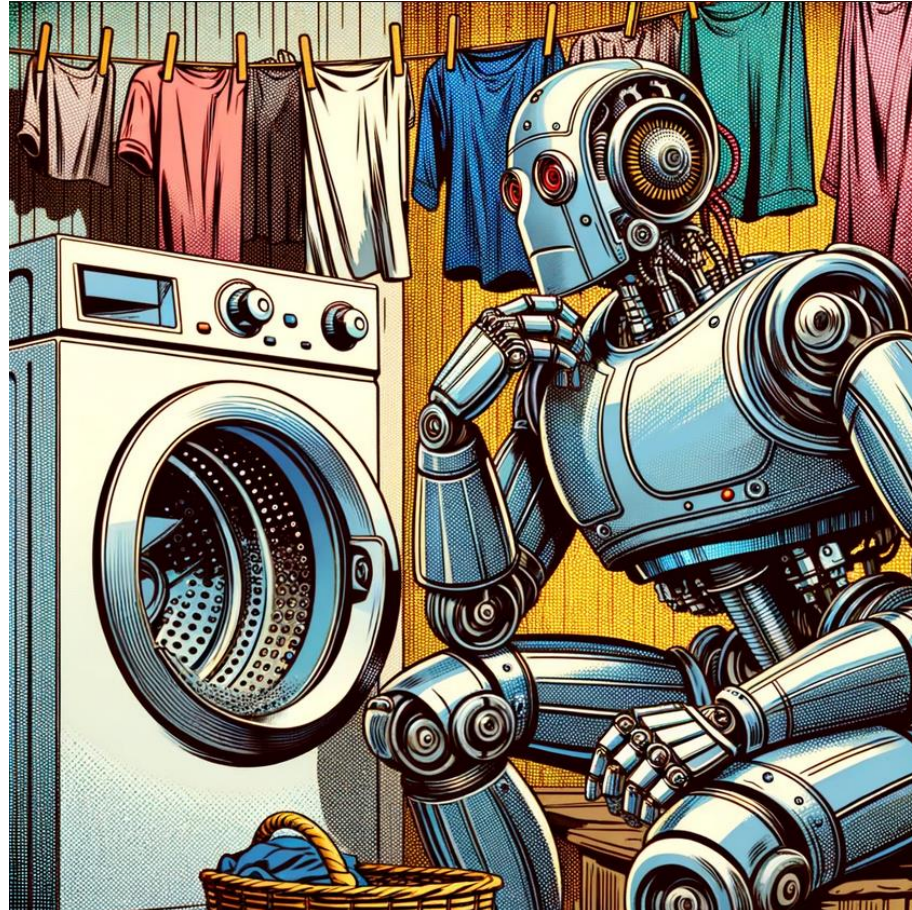
Entornos complejos

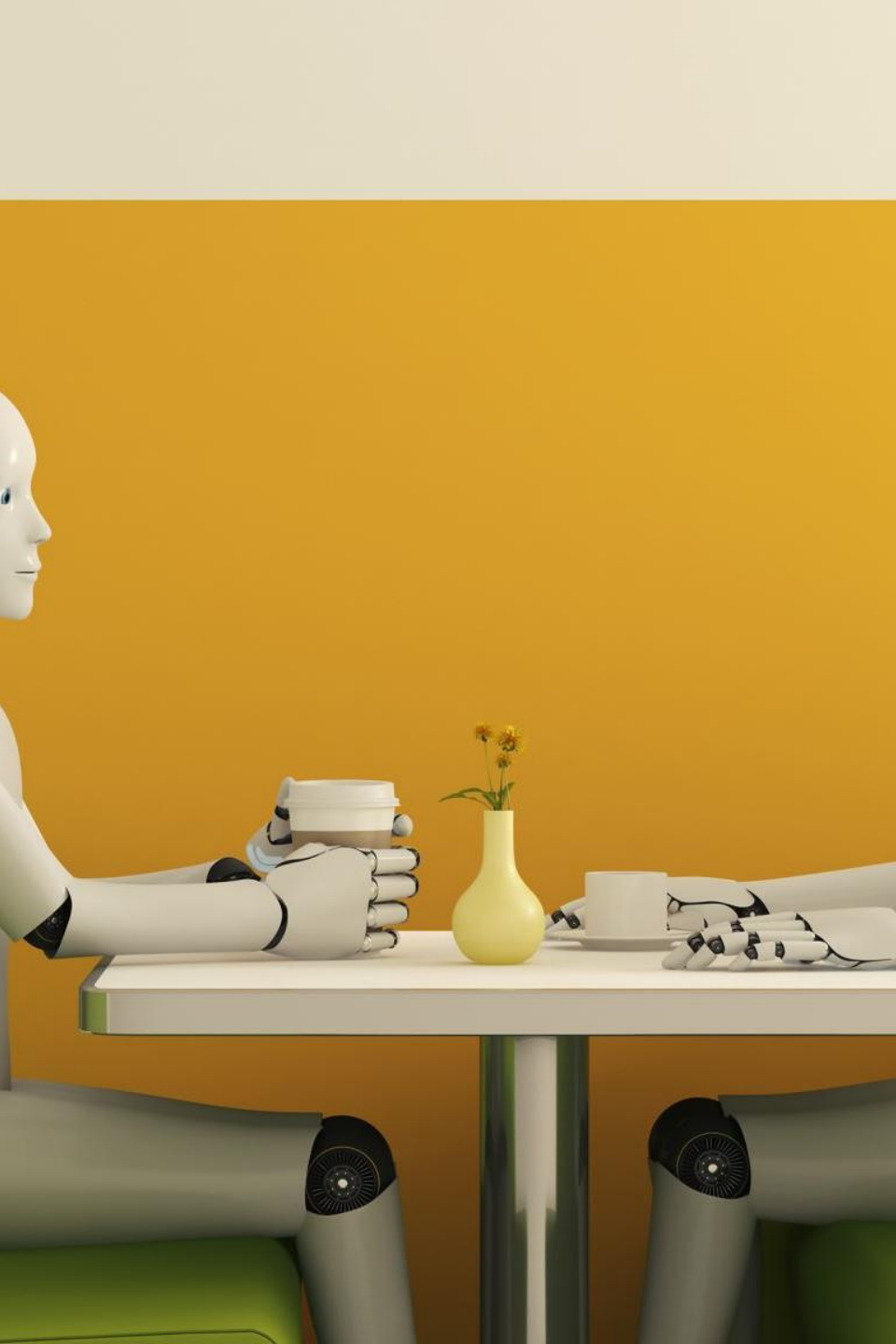
No sabemos lo que nos deparará. El robot tiene que ser flexible y adaptable.

Incertidumbre, conocimiento incompleto, cambios.



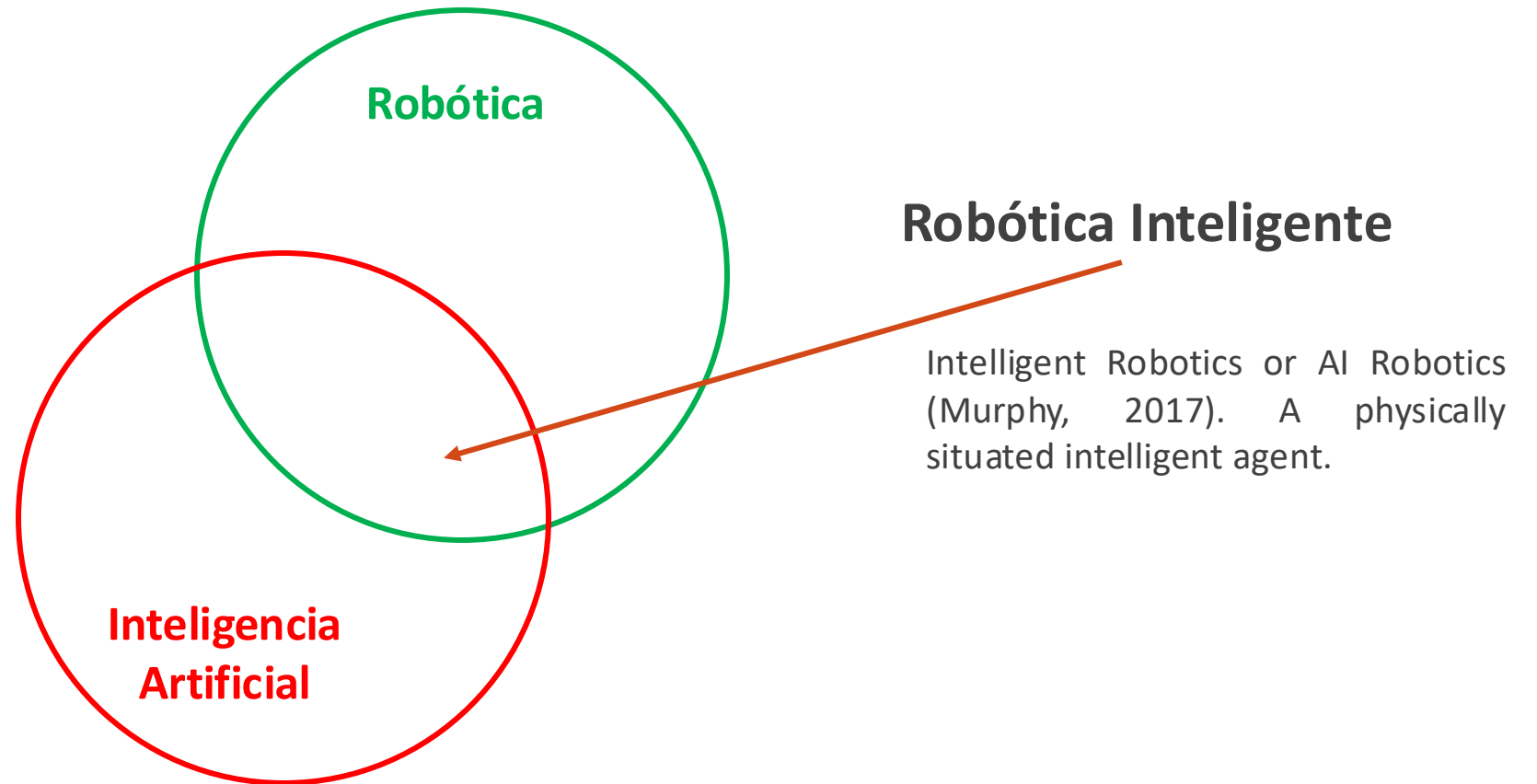
1. Introducción



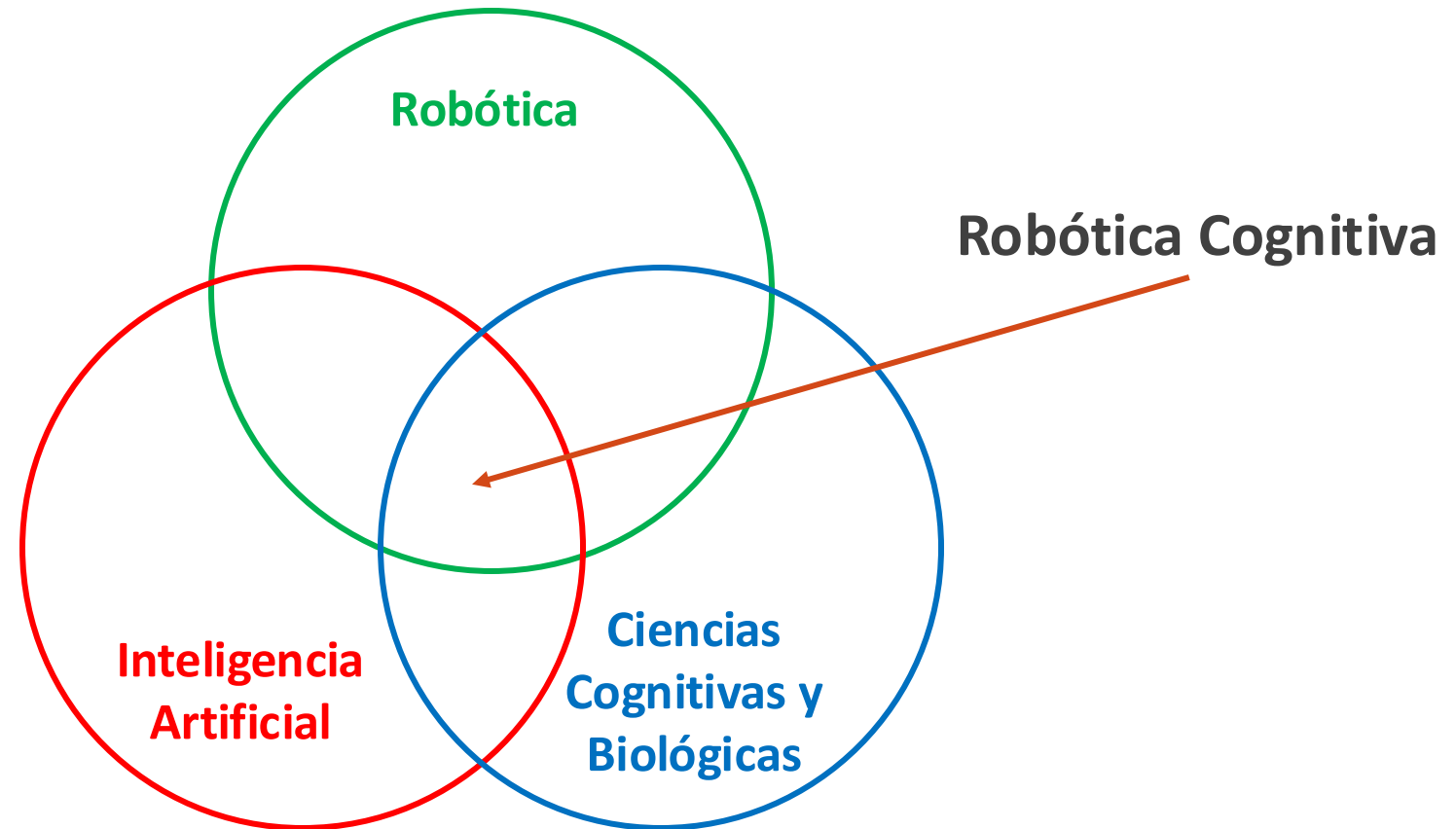


2. Robótica Cognitiva

2. Robótica Cognitiva



2. Robótica Cognitiva



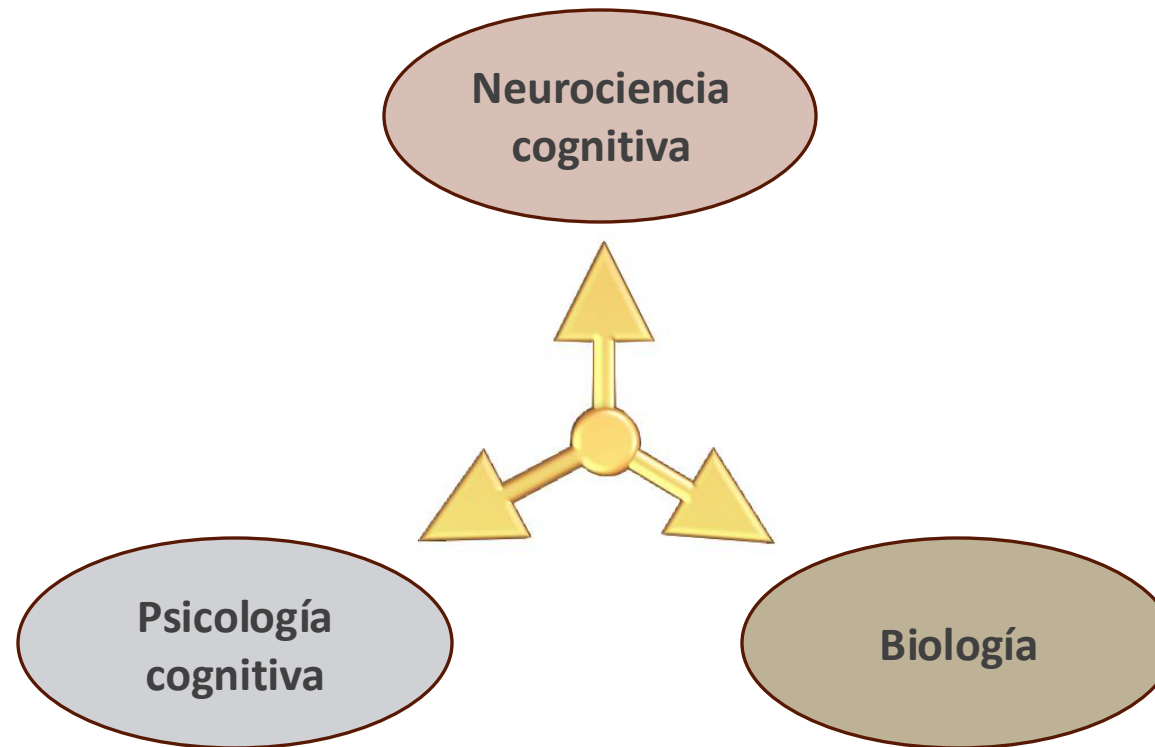
2. Robótica Cognitiva

"La **Robótica Cognitiva** es el campo que combina conocimientos y métodos de la **Robótica**, la **Inteligencia Artificial** y las **Ciencias Cognitivas y Biológicas** para diseñar un sistema cognitivo integrado que combine el comportamiento sensorimotor y las funciones de alto nivel y las capacidades sociales de un robot inteligente".

A. Cangelosi and M. Asada, Cognitive Robotics, Chapter 1, MIT Press, in press.

2. Robótica Cognitiva

Ciencias cognitivas y biológicas



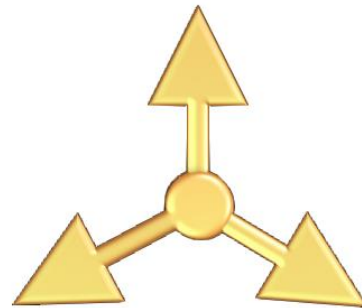
2. Robótica Cognitiva

Robótica Cognitiva enfatiza...

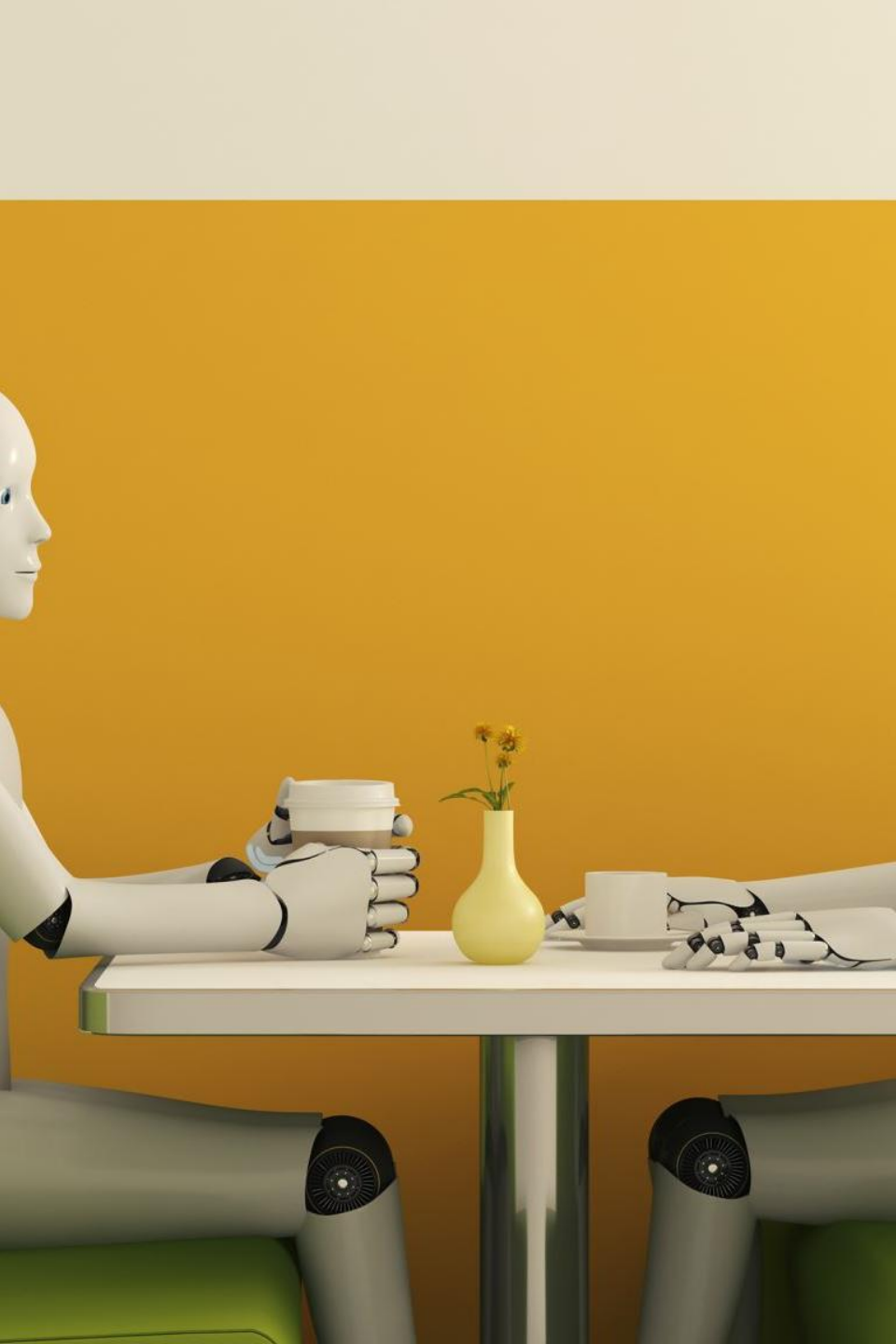
Aproximación **Interdisciplinaria**,
incluyendo neurociencia cognitiva,
psicología cognitiva y biología.

Integración a **Nivel de Sistema**
de un rango de habilidades cognitivas:

- Destrezas sensorimotoras
- Representación de Conocimiento y Razonamiento
- Interacción social



Bio-inspirado
Parecido a un humano y parecido a un animal
Comportamiento e inteligencia



3. Campos relacionados

3. Campos relacionados

1. Developmental robotics
2. Neurorobotics
3. Evolutionary robotics
4. Soft robotics

3. Campos relacionados



iCub



Infanoid

1. Developmental robotics

En lugar de intentar producir un programa para simular la mente adulta, ¿por qué no intentar producir uno que **simule la mente del niño**? Si esto fuera sometido a un curso de educación apropiado, se obtendría el cerebro adulto [...]

Nuestra esperanza es que haya tan poco mecanismo en el cerebro del niño que algo así se pueda programar fácilmente. La cantidad de trabajo en la educación que podemos asumir, como primera aproximación, es muy similar a la del niño humano. (*Turing, 1950, pp.456*)

3. Campos relacionados

2. Neurorobotics

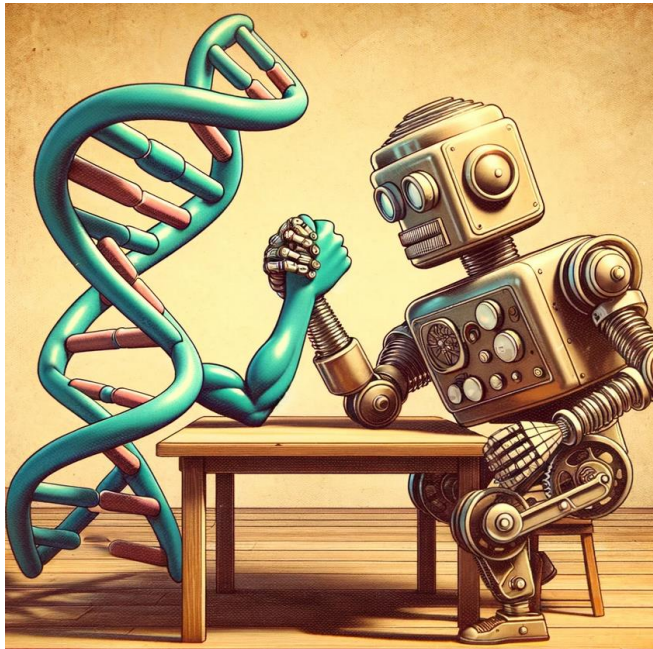
Los **neurorobots** son dispositivos robóticos que tienen sistemas de control basados en principios del sistema nervioso. Estos modelos operan sobre la premisa de que "el cerebro está incorporado y el cuerpo está incrustado en el entorno".



Darwin VII, un dispositivo basado en el cerebro que consta de una base móvil, una cámara CCD, dos micrófonos a cada lado de la cámara y sensores integrados en una pinza, que mide la conductividad de la superficie de los bloques de metal que manipula.

3. Campos relacionados

3. Evolutionary robotics

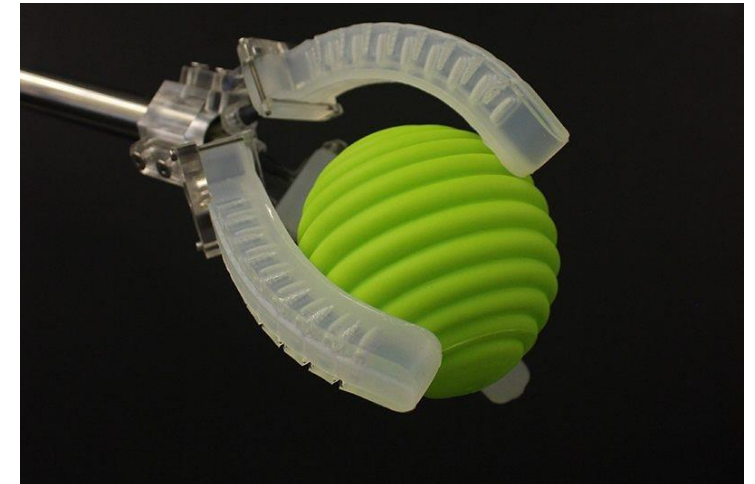


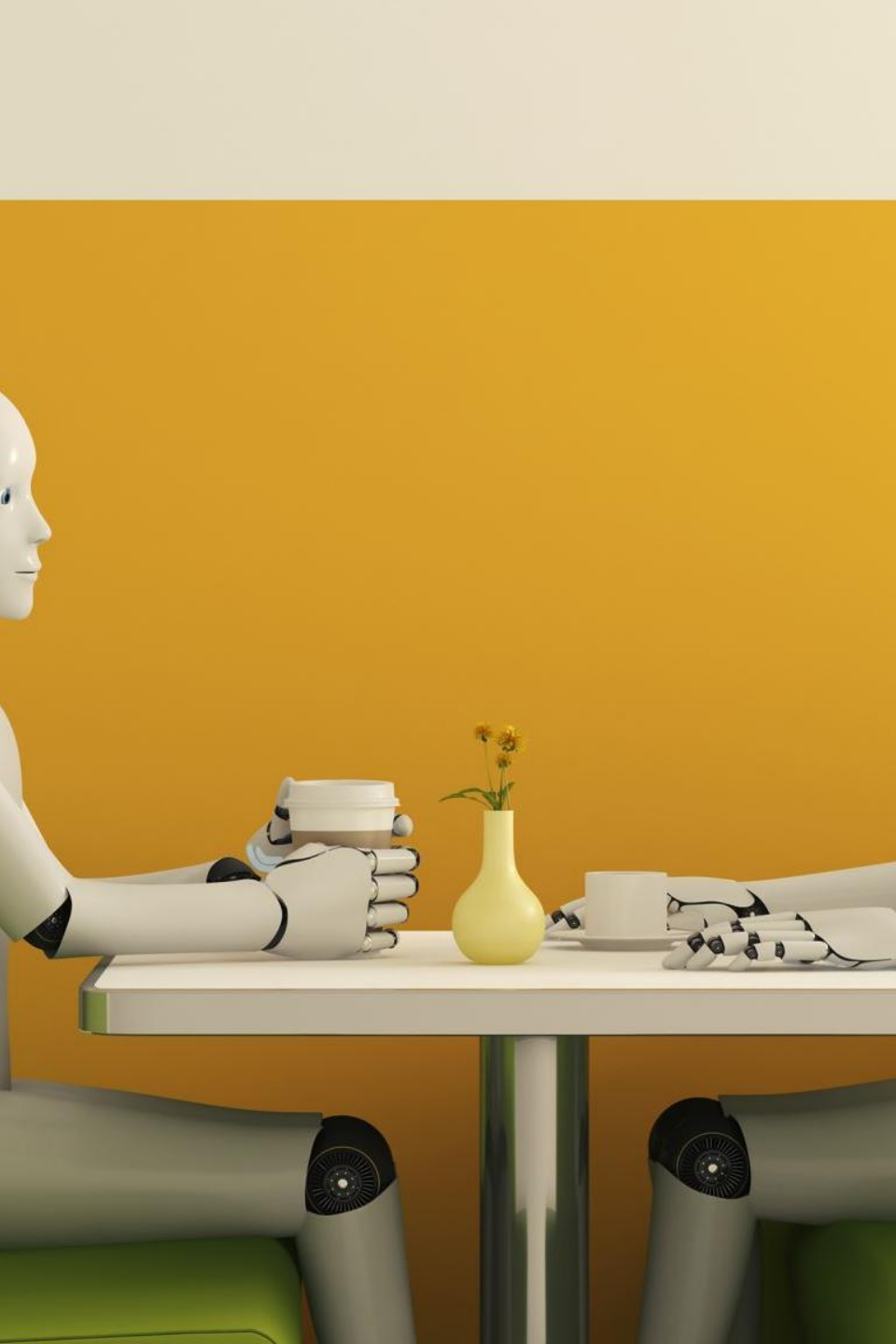
La robótica evolutiva es un campo de investigación que emplea la **computación evolutiva** para generar robots que se adaptan a su entorno a través de un proceso análogo a la evolución natural. La generación y optimización de robots se basan en **principios evolutivos** de variaciones ciegas y supervivencia del más apto, como se materializa en la síntesis neo-Darwiniana (Gould, 2002).

3. Campos relacionados

4. Soft robotics

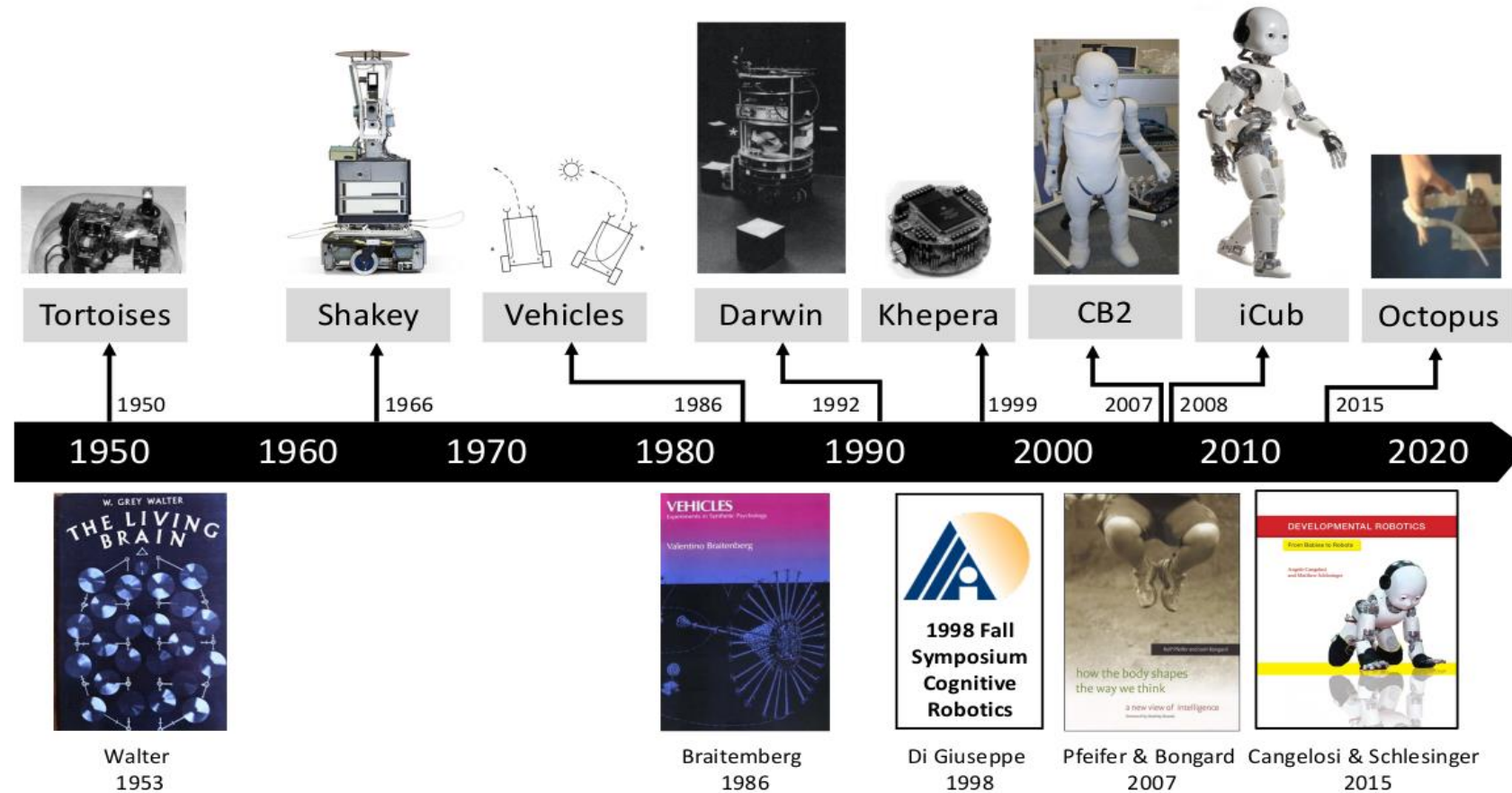
Se centra en el diseño, construcción y control de robots **flexibles y deformables**. Inspirados en la biomecánica de organismos vivos, estos tienen la capacidad de adaptarse a entornos complejos, interactuar de manera más segura con humanos y objetos delicados, y realizar una variedad de tareas que pueden ser difíciles o imposibles para los robots rígidos tradicionales.



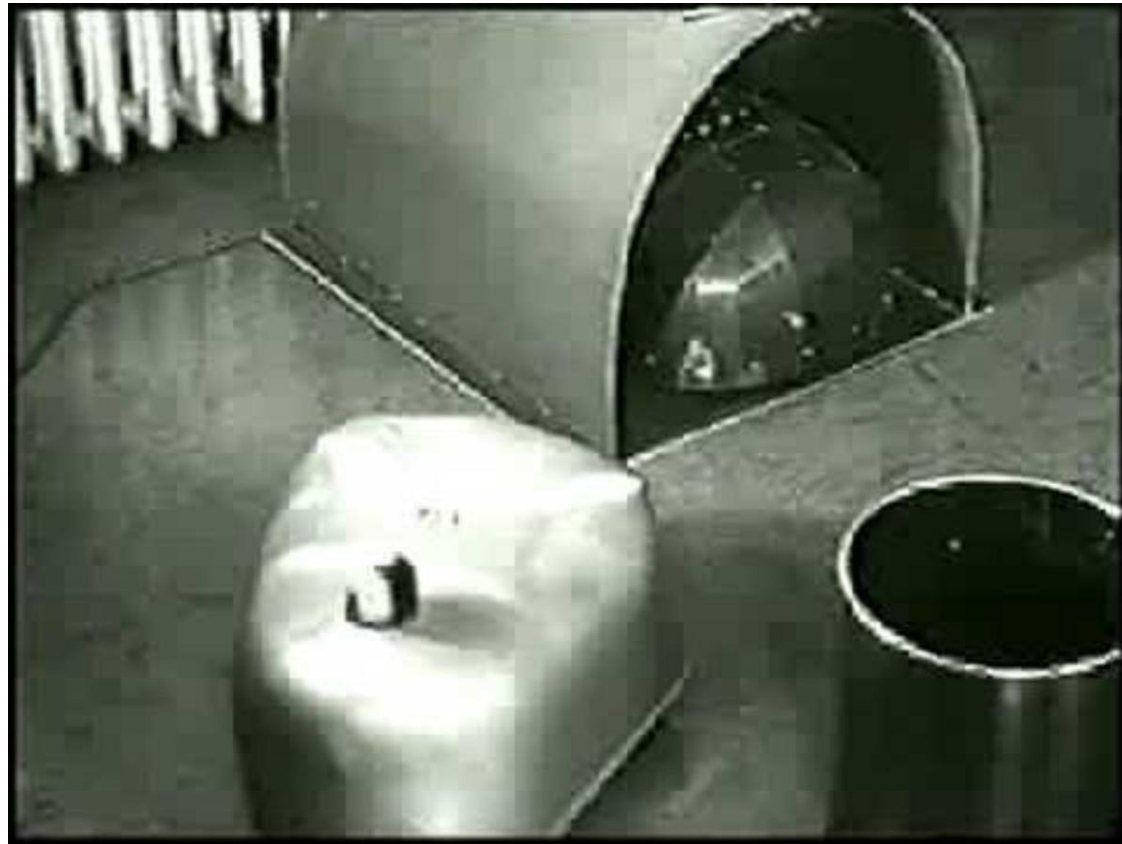


4. Historia de la Robótica Cognitiva

4. Historia de la Robótica Cognitiva

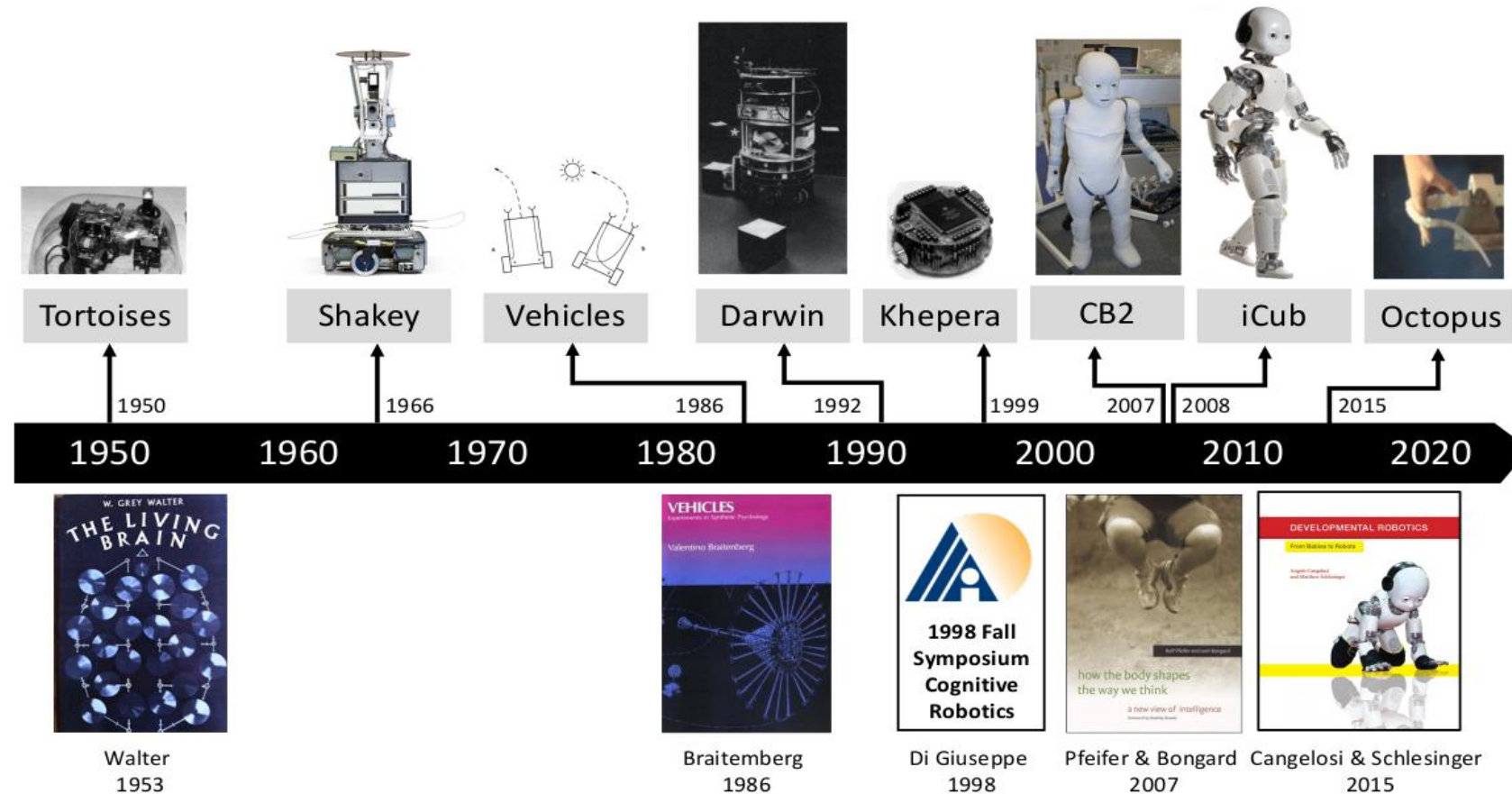


4. Historia de la Robótica Cognitiva

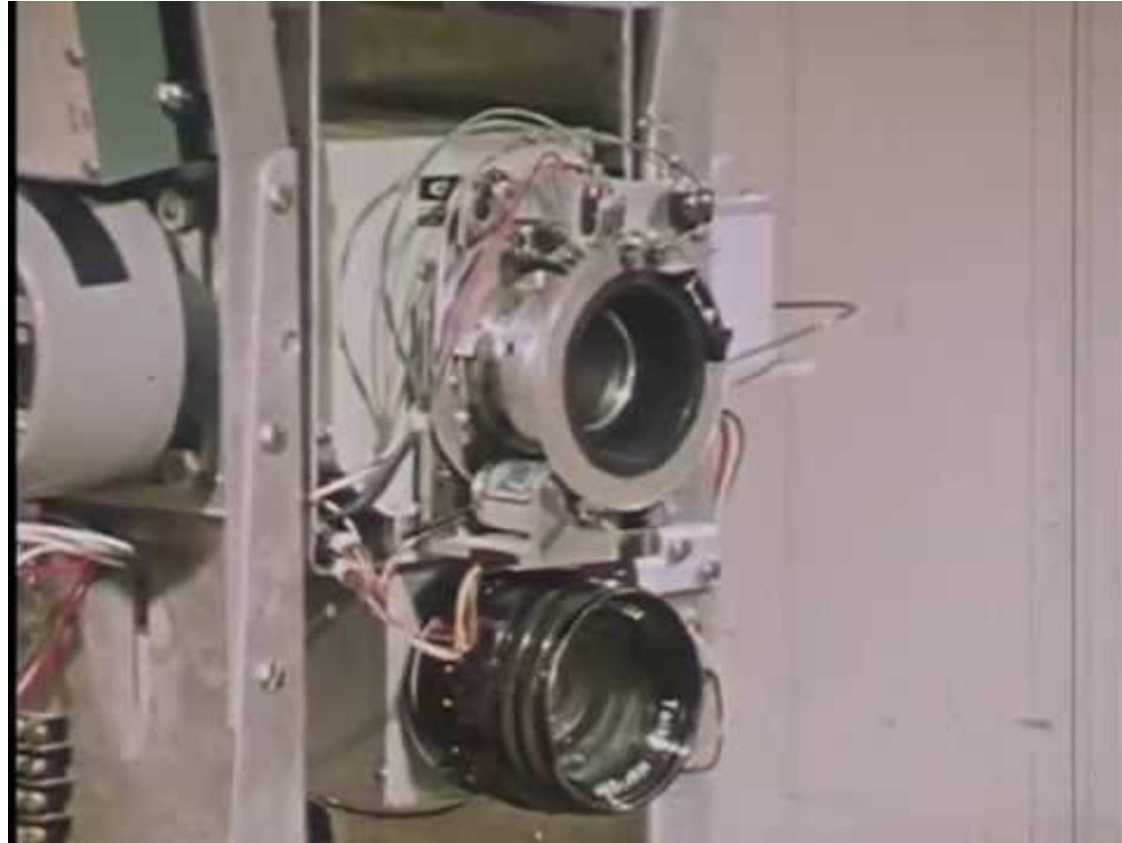


<https://www.youtube.com/watch?v=ILULRImXkKo&t>

4. Historia de la Robótica Cognitiva

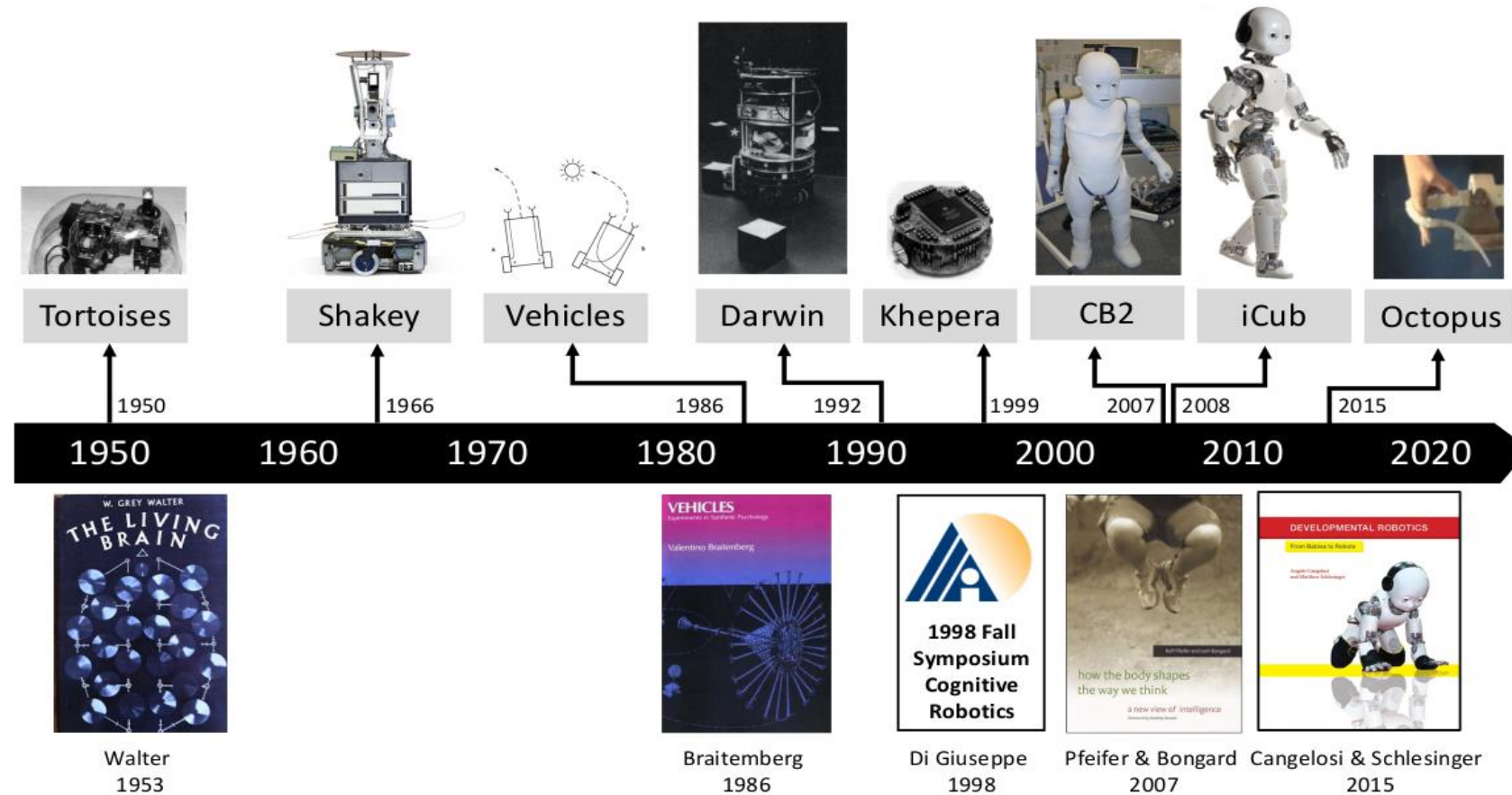


4. Historia de la Robótica Cognitiva



<https://www.youtube.com/watch?v=GmU7SimFkpU&t=563s>

4. Historia de la Robótica Cognitiva

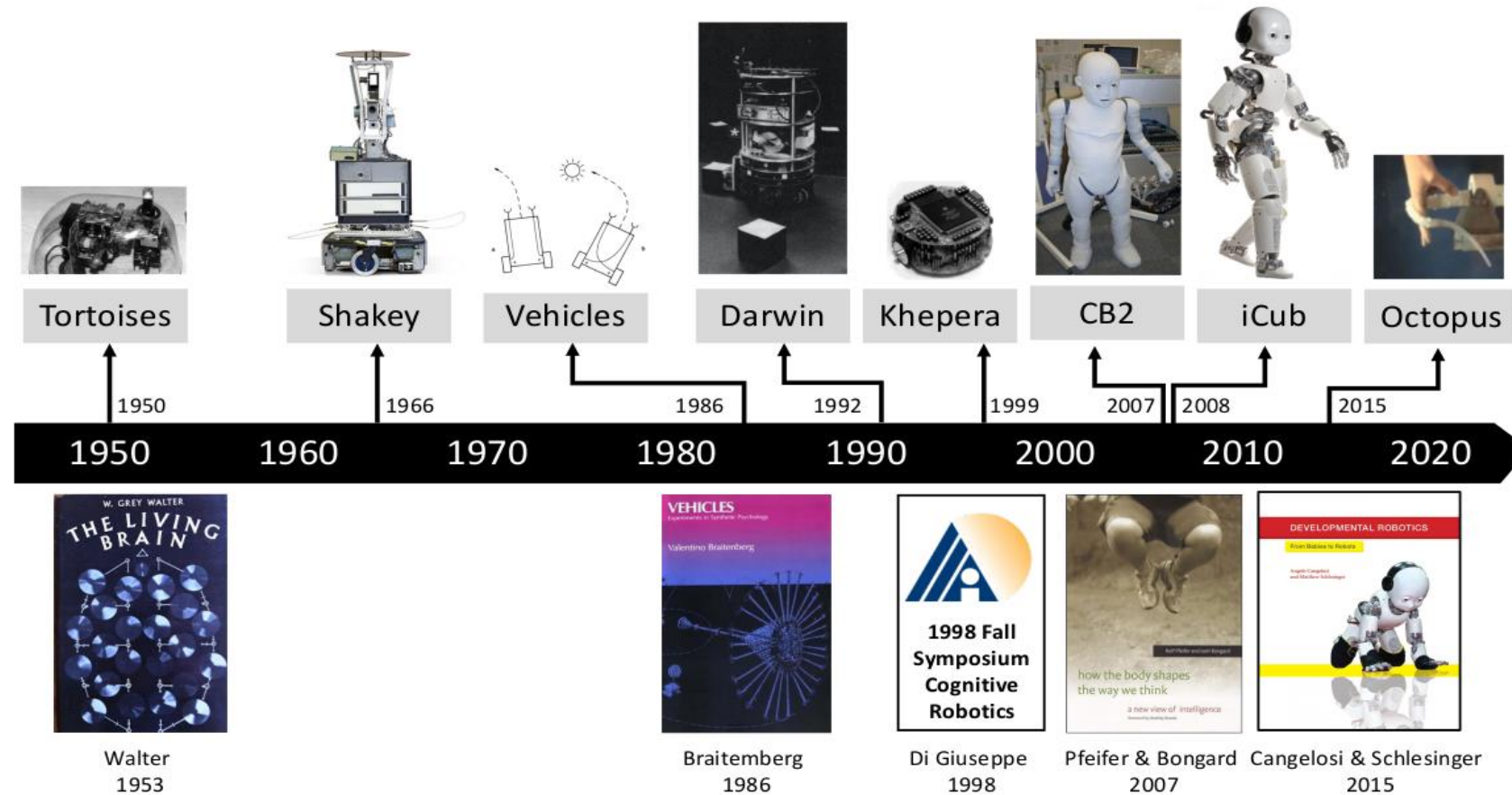


4. Historia de la Robótica Cognitiva



<https://www.youtube.com/watch?v=uJF75t1fFRA>

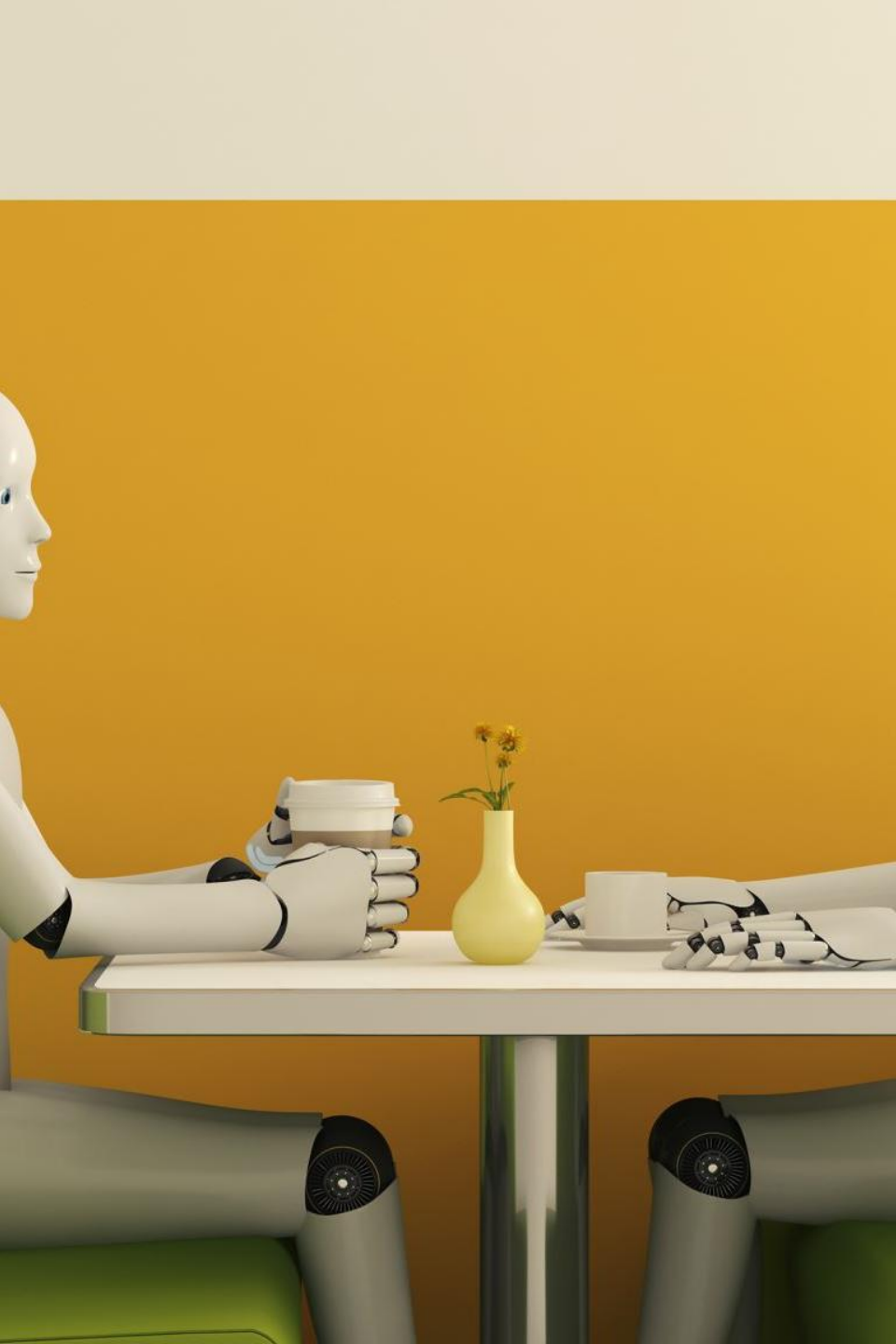
4. Historia de la Robótica Cognitiva



4. Historia de la Robótica Cognitiva



<https://www.youtube.com/watch?v=Sq1QZB5baNw>



5. Cognición

5. Cognición

¿Qué es la cognición?

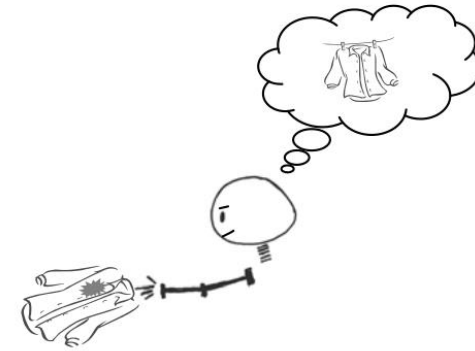
¿Por qué la cognición es útil en Robótica?

¿Cómo funcionan los robots cognitivos?

5.1. ¿Por qué la cognición es útil en Robótica?

Permite a los robots operar **autónomamente** en **entornos cotidianos**:

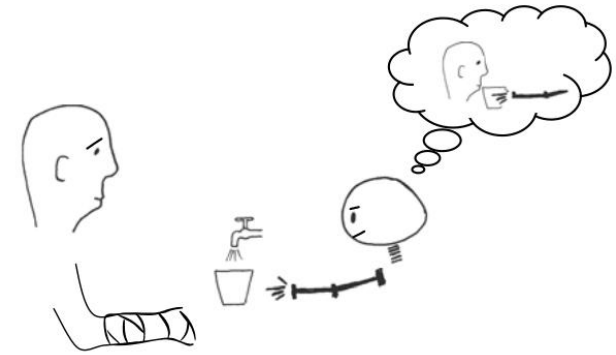
- a. **anticipándose** a los resultados cuando se seleccionan las acciones que llevará a cabo
- b. **adaptarse** a los cambios y situaciones imprevistas



5.1. ¿Por qué la cognición es útil en Robótica?

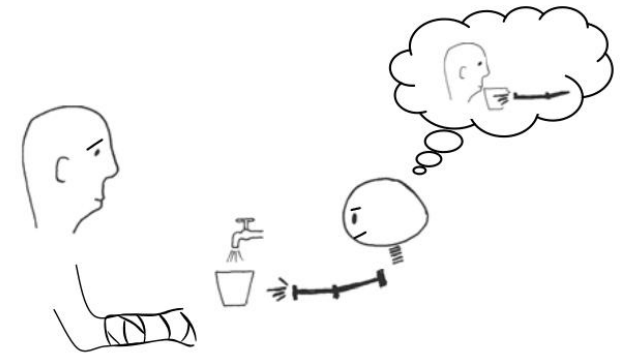
Permite la **interacción eficaz** con **humanos**

- a. Una capacidad cognitiva puede permitir que un robot **infiera los objetivos y las intenciones** de la persona con la que está interactuando y, por lo tanto, le permite comportarse de manera útil.
- b. A los humanos nos gusta **interactuar con otros agentes cognitivos**: si un robot tiene la capacidad de cognición, fomenta la interacción del robot humano.



5.1. ¿Por qué la cognición es útil en Robótica?

- Un robot cognitivo es capaz de **realizar acciones dirigidas a objetivos sensibles al contexto**.
- El robot **anticipa**
 - la necesidad de actuar
 - el resultado de la acción
- La acción en sí está guiada por la **prospección**.
- Puede también **adaptarse** a circunstancias cambiantes
 - Ajustar las políticas de acción existentes
 - Crear nuevas políticas de acción cuando sea necesario
- Lo hace usando dinámicamente varias **habilidades cognitivas básicas**:
percepción, atención, selección de acciones, memoria, aprendizaje, razonamiento, metacognición, prospección



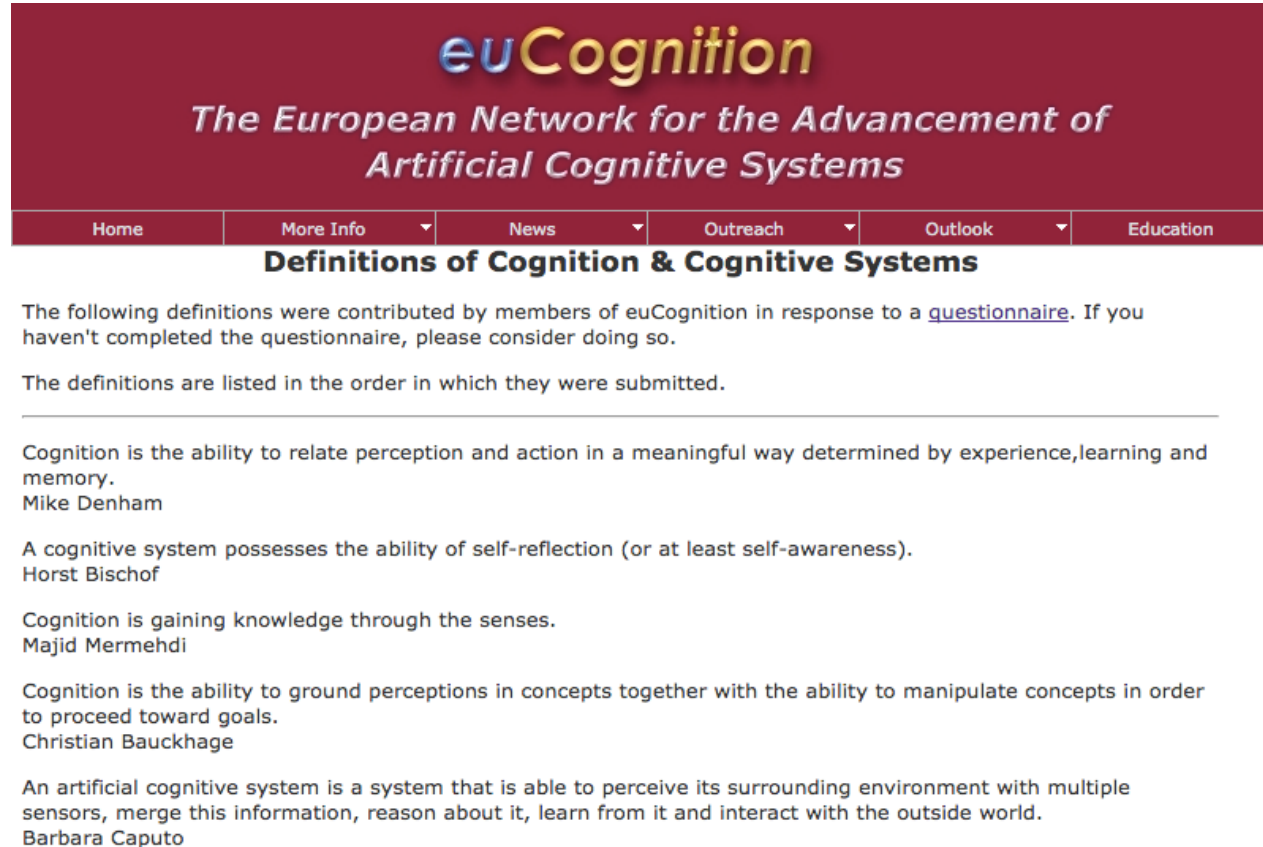
5. Cognición

¿Qué es la cognición?

¿Por qué la cognición es útil en Robótica?

¿Cómo funcionan los robots cognitivos?

5.2. ¿Qué es la cognición?



The screenshot shows the euCognition website. The header features the euCognition logo and the text "The European Network for the Advancement of Artificial Cognitive Systems". Below the header is a navigation bar with links: Home, More Info, News, Outreach, Outlook, and Education. The main content area is titled "Definitions of Cognition & Cognitive Systems". It contains a paragraph stating that the following definitions were contributed by members of euCognition in response to a questionnaire. It then lists five definitions, each followed by the contributor's name: Mike Denham, Horst Bischof, Majid Mermehdi, Christian Bauckhage, and Barbara Caputo.

euCognition
The European Network for the Advancement of Artificial Cognitive Systems

Home More Info News Outreach Outlook Education

Definitions of Cognition & Cognitive Systems

The following definitions were contributed by members of euCognition in response to a [questionnaire](#). If you haven't completed the questionnaire, please consider doing so.

The definitions are listed in the order in which they were submitted.

Cognition is the ability to relate perception and action in a meaningful way determined by experience, learning and memory.
Mike Denham

A cognitive system possesses the ability of self-reflection (or at least self-awareness).
Horst Bischof

Cognition is gaining knowledge through the senses.
Majid Mermehdi

Cognition is the ability to ground perceptions in concepts together with the ability to manipulate concepts in order to proceed toward goals.
Christian Bauckhage

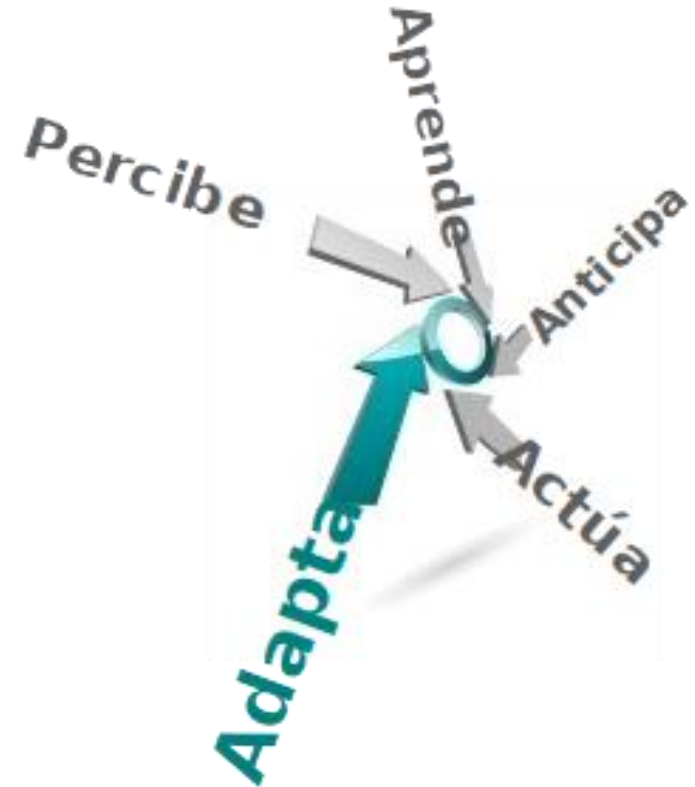
An artificial cognitive system is a system that is able to perceive its surrounding environment with multiple sensors, merge this information, reason about it, learn from it and interact with the outside world.
Barbara Caputo

<http://www.vernon.eu/euCognition/definitions.htm>

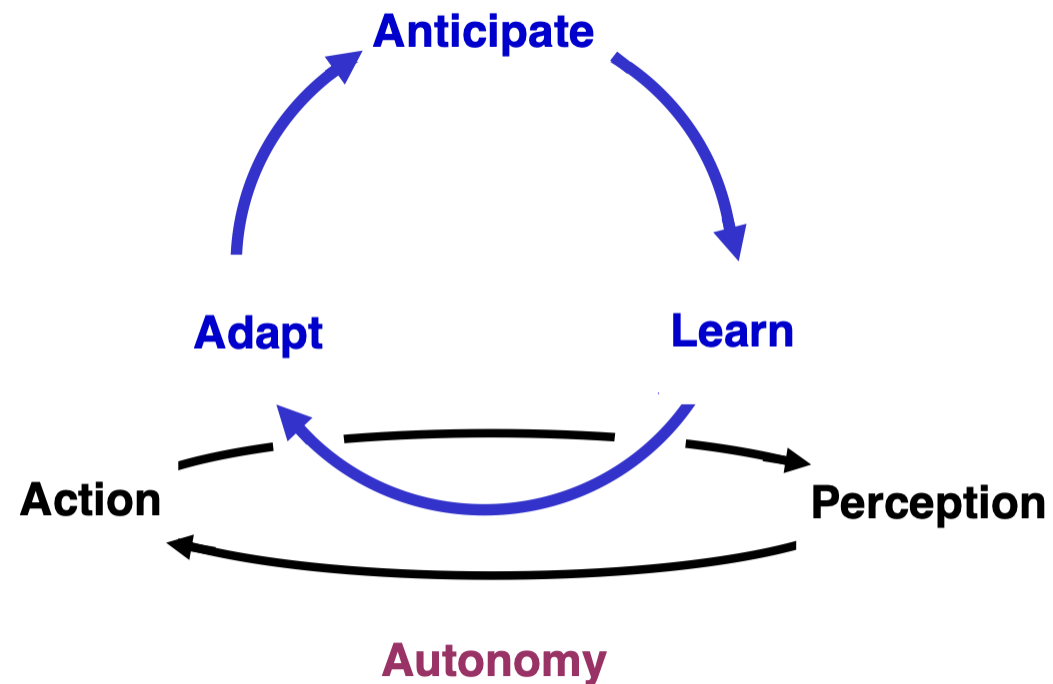
5.2. ¿Qué es la cognición?

"La cognición es el proceso por el cual un sistema autónomo **percibe** su entorno, **aprende** de la experiencia, **anticipa** el resultado de los eventos, **actúa** para perseguir metas, y se **adapta** a las circunstancias cambiantes."

D. Vernon, Artificial Cognitive Systems – A Primer, MIT Press, 2014



5.2. ¿Qué es la cognición?



5.2. ¿Qué es la cognición?

Habilidades básicas de un sistema cognitivo

Percepción

Atención

Selección de acción

Memoria

Aprendizaje

Razonamiento

Meta-razonamiento

Kotseruba, I. and J. Tsotsos. 40 years of cognitive architectures: core cognitive abilities and practical applications. Artificial Intelligence Review 53(1), 17 – 94, 2020.

5.2. ¿Qué es la cognición?

... y **prospección**

– la capacidad de anticipar el futuro –

es, posiblemente, el sello distintivo de la cognición

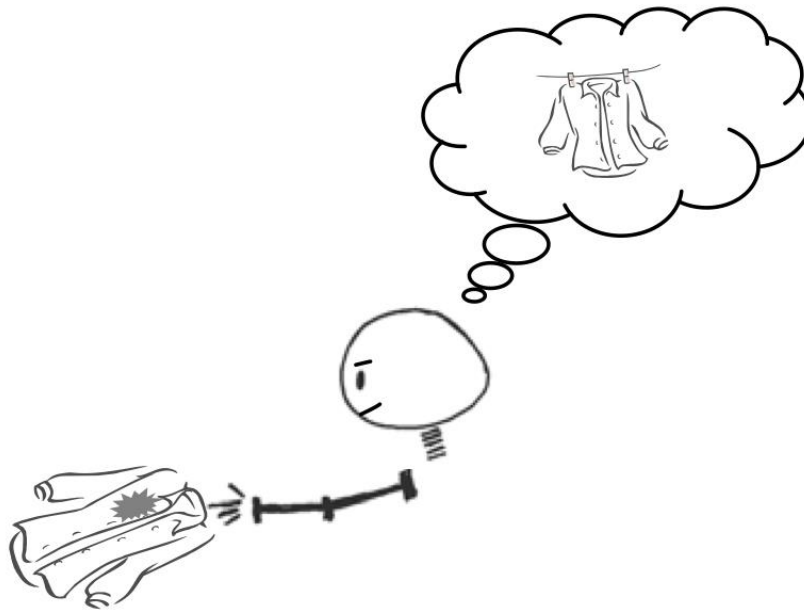
5.2. ¿Qué es la cognición?

Los sistemas cognitivos **predicen** continuamente

La necesidad de **actuar** (uno mismo y los demás)

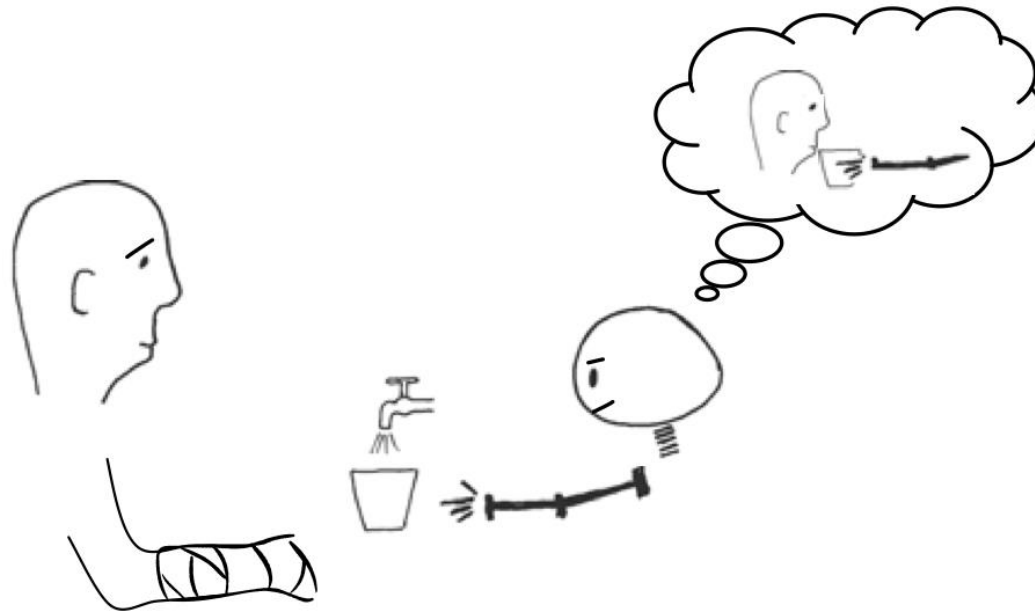
El **resultado** de esas acciones

5.2. ¿Qué es la cognición?



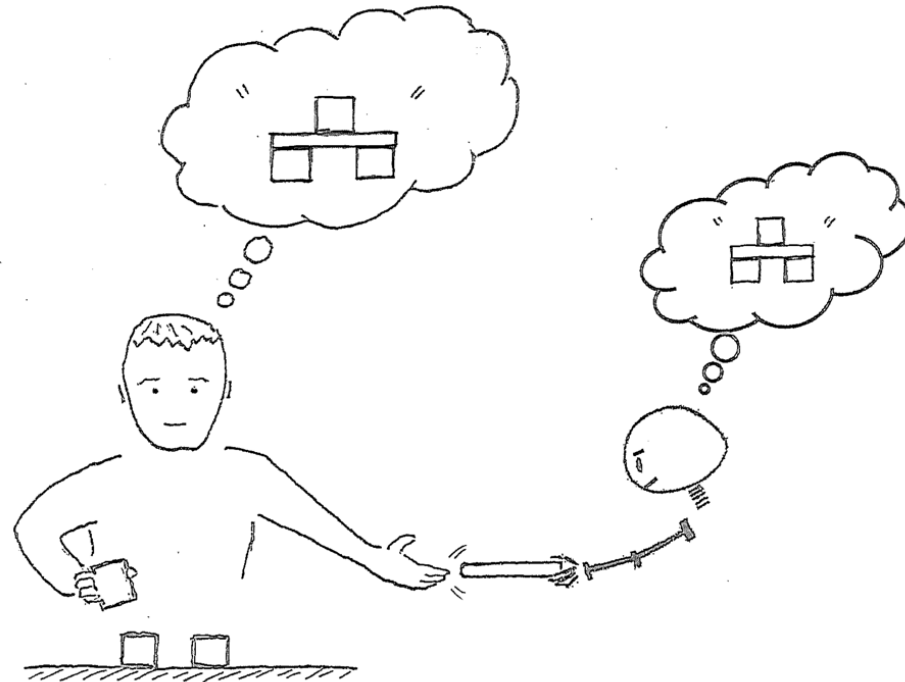
Actividades cotidianas: aparentemente rutinarias pero a menudo complejas y exigentes

5.2. ¿Qué es la cognición?



Anticiparse a las necesidades de los demás.

5.2. ¿Qué es la cognición?



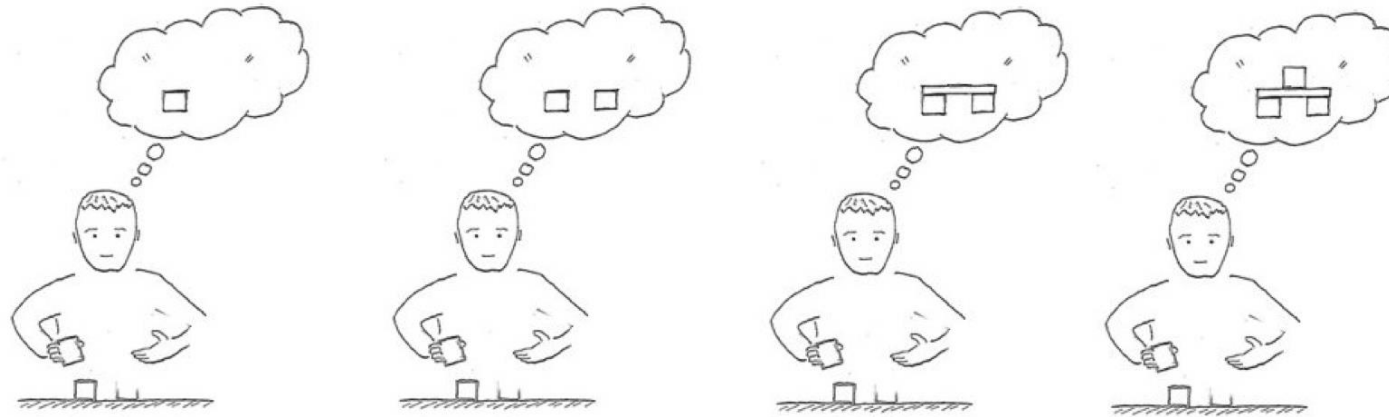
Interactuar, ayudar y colaborar con otros

5.2. ¿Qué es la cognición?

“Las acciones están dirigidas a lograr objetivos
y
se guían por información prospectiva”

Claes von Hofsten

5.2. ¿Qué es la cognición?



El futuro

5.2. ¿Qué es la cognición?

Una definición más detallada de Robótica Cognitiva

"La palabra cognición deriva del verbo latino cognosco, una composición de con (significado relacionado con) y gnosco (conocer). La robótica cognitiva, entonces, es la rama de la robótica donde el **conocimiento** juega un papel central en el apoyo a la **selección de acción, ejecución, y entendimiento**.

Se enfoca en diseñar y construir robots que tengan la capacidad de **aprender de la experiencia** y **de otros, memorizar** conocimientos y habilidades relevantes, recuperarlos según lo requiera el **contexto** y utilizar de **manera flexible** este conocimiento para seleccionar acciones apropiadas en la búsqueda de sus **objetivos**. al tiempo que **anticipa** el resultado de esas acciones al hacerlo.

Los robots cognitivos pueden usar su conocimiento para **razonar sobre sus acciones** y las acciones de aquellos con quienes **interactúan** y, por lo tanto, **modificar su comportamiento** para mejorar su efectividad general a largo plazo.

En resumen, **los robots cognitivos son capaces de realizar acciones flexibles y sensibles al contexto, sabiendo lo que están haciendo y por qué lo están haciendo**".

5. Cognición

¿Qué es la cognición?

¿Por qué la cognición es útil en Robótica?

¿Cómo funcionan los robots cognitivos?

5.3. ¿Cómo funcionan los robots cognitivos?

Los robots cognitivos logran sus objetivos al

- **Percibir** su entorno
- Prestar **atención** a los eventos que importan
- **Anticiparse** a la necesidad de alguna acción
- **Planificar** qué hacer
- **Anticiparse** al resultado a medida que ejecuta la acción.
- **Aprender** de la interacción resultante
- **Adaptarse** al cambio

5.3. ¿Cómo funcionan los robots cognitivos?

Los robots cognitivos logran sus objetivos al

- **Percibir** su entorno
- Prestar atención a los eventos que importan
- Anticiparse a la necesidad
- Planificar qué hacer
- Anticiparse al resultado
- Aprender de la interacción
- Adaptarse al cambio

La percepción hace uso de muchas modalidades sensoriales, p. Ej. **visión, audición y háptica** (táctil y kinestésica).

<https://www.youtube.com/watch?v=HH6QD0MgqDQ>

5.3. ¿Cómo funcionan los robots cognitivos?

Los robots cognitivos logran sus objetivos al

- Percibir su entorno
- Prestar **atención** a los eventos que importan
- Anticiparse a la necesidad de tomar acciones
- Planificar qué hacer
- Anticiparse al resultado de las acciones
- Aprender de la interacción con el entorno
- Adaptarse al cambio

Selectivo

seleccionar una característica u objeto dado

Restrictivo

restringir qué buscar o dónde buscarlo

Supresivo

suprimir características, objetos o ubicaciones que se consideran no relevantes

5.3. ¿Cómo funcionan los robots cognitivos?

Los robots cognitivos logran sus objetivos al

- Percibir su entorno
- Prestar atención a los eventos que importan
- **Anticiparse** a la necesidad de alguna acción
- Planificar qué hacer
- Anticiparse al resultado
- Aprender de la interacción
- Adaptarse al cambio

Anticipación; también conocida como **prospección**

La acción anticipada a menudo se asocia con el logro de una **meta**

Cuatro modos de operación:

simulación, **predicción**, **intención** y **planificación**.

5.3. ¿Cómo funcionan los robots cognitivos?

Los robots cognitivos logran sus objetivos al

- Percibir su entorno
- Prestar atención a los eventos que importan
- Anticiparse a la necesidad de alguna acción
- **Planificar** qué hacer
- Anticiparse al resultado a mediano plazo
- Aprender de la interacción reciente
- Adaptarse al cambio

La planificación a veces se efectuará mediante el **razonamiento** sobre el **estado actual del mundo** o **anticipa futuros estados**.

Explora recuerdos de experiencias pasadas (**memoria episódica**) y conocimiento del mundo (**memoria semántica**)

5.3. ¿Cómo funcionan los robots cognitivos?

Los robots cognitivos logran sus objetivos al

- Percibir su entorno
- Prestar atención a los eventos que importan
- Anticiparse a la necesidad de alguna acción
- Planificar qué hacer
- **Anticiparse** al resultado a medida que ejecuta la acción.
- Aprender de la interacción resultante
- Adaptarse al cambio

Anticipar el resultado de una posible acción puede referirse a las **acciones del propio robot** o las **acciones de otros agentes** (personas y otros robots).

5.3. ¿Cómo funcionan los robots cognitivos?

Los robots cognitivos logran sus objetivos al

- Percibir su entorno
- Prestar atención a los eventos que importan
- Anticiparse a la necesidad de alguna acción
- Planificar qué hacer
- Anticiparse al resultado a medida que ejecuta
- **Aprender** de la interacción resultante
- Adaptarse al cambio

Aprender de las acciones significa que las acciones futuras pueden ser más **efectivas** o más **eficientes**.

A menudo basado en el **razonamiento**

A veces se lo conoce como **meta-cognición** o **meta-razonamiento** (el foco está en mejorar el proceso cognitivo o de razonamiento)

5.3. ¿Cómo funcionan los robots cognitivos?

Los robots cognitivos logran sus objetivos al

- Percibir su entorno
- Prestar atención a los eventos que importan
- Anticiparse a la necesidad de alguna acción
- Planificar qué hacer
- Anticiparse al resultado a medida que ejecuta
- Aprender de la interacción resultante
- **Adaptarse** al cambio

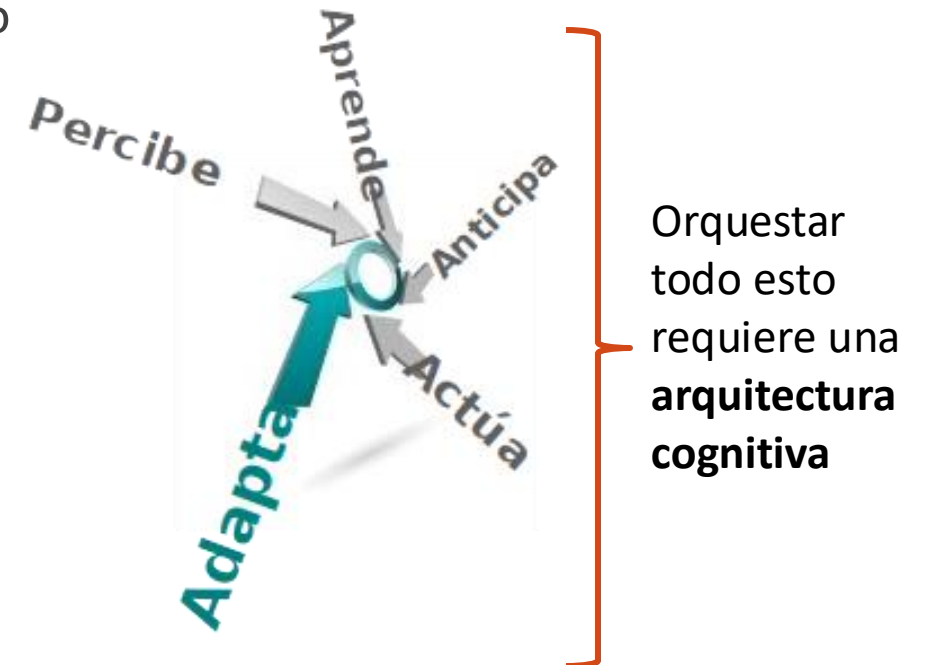
La adaptación también se logra mediante el aprendizaje.

En este caso, el resultado del aprendizaje es una **nueva política de acción** en lugar de una **política de acción mejorada**.

5.3. ¿Cómo funcionan los robots cognitivos?

"La cognición es el proceso por el cual un sistema autónomo **percibe** su entorno, **aprende** de la experiencia, **anticipa** el resultado de los eventos, **actúa** para perseguir metas, y se **adapta** a las circunstancias cambiantes."

D. Vernon, Artificial Cognitive Systems – A Primer, MIT Press, 2014



5.3. ¿Cómo funcionan los robots cognitivos?

Una característica clave de la robótica cognitiva es el enfoque en la **prospección** para aumentar la experiencia sensorial-motora inmediata, tanto al **navegar** y **manipular** objetos en el entorno del robot como al interactuar con personas.

Los robots cognitivos pueden realizar tareas de manera eficaz al anticipar los **efectos de sus propias acciones**, así como las **acciones de las personas que los rodean**.

Al poder ver el mundo desde la perspectiva de otra persona, un robot cognitivo puede **anticipar las acciones y necesidades previstas de una persona** y, en consecuencia, puede interactuar de forma segura mientras realiza tareas en situaciones cotidianas.

Esto se aplica tanto durante la **interacción directa** (por ejemplo, un robot que ayuda a un cliente en un supermercado) como durante la **interacción indirecta** (por ejemplo, un robot que apila los estantes mientras los clientes están comprando).

5.3. ¿Cómo funcionan los robots cognitivos?

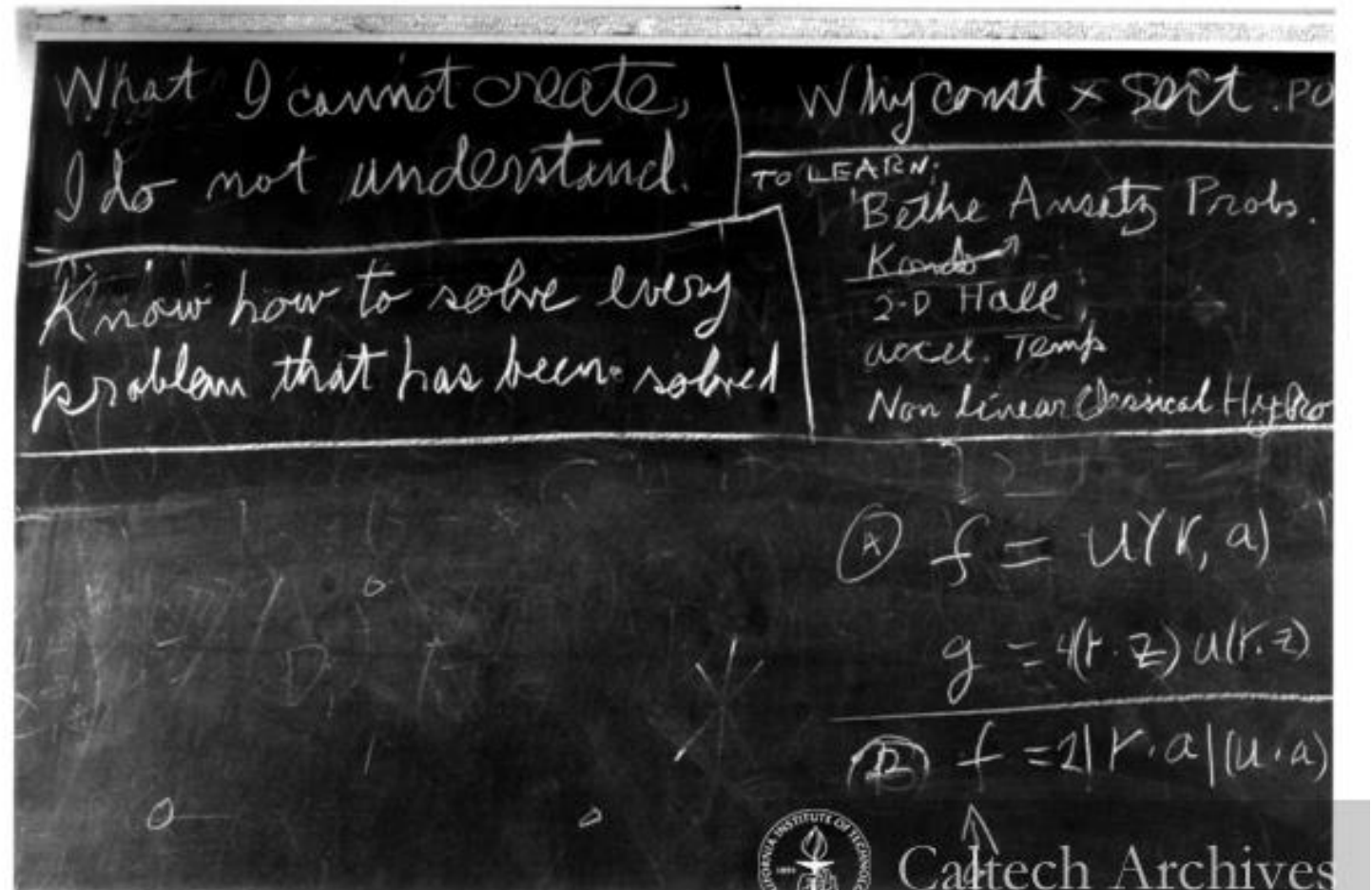
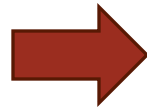
Un pensamiento final ...

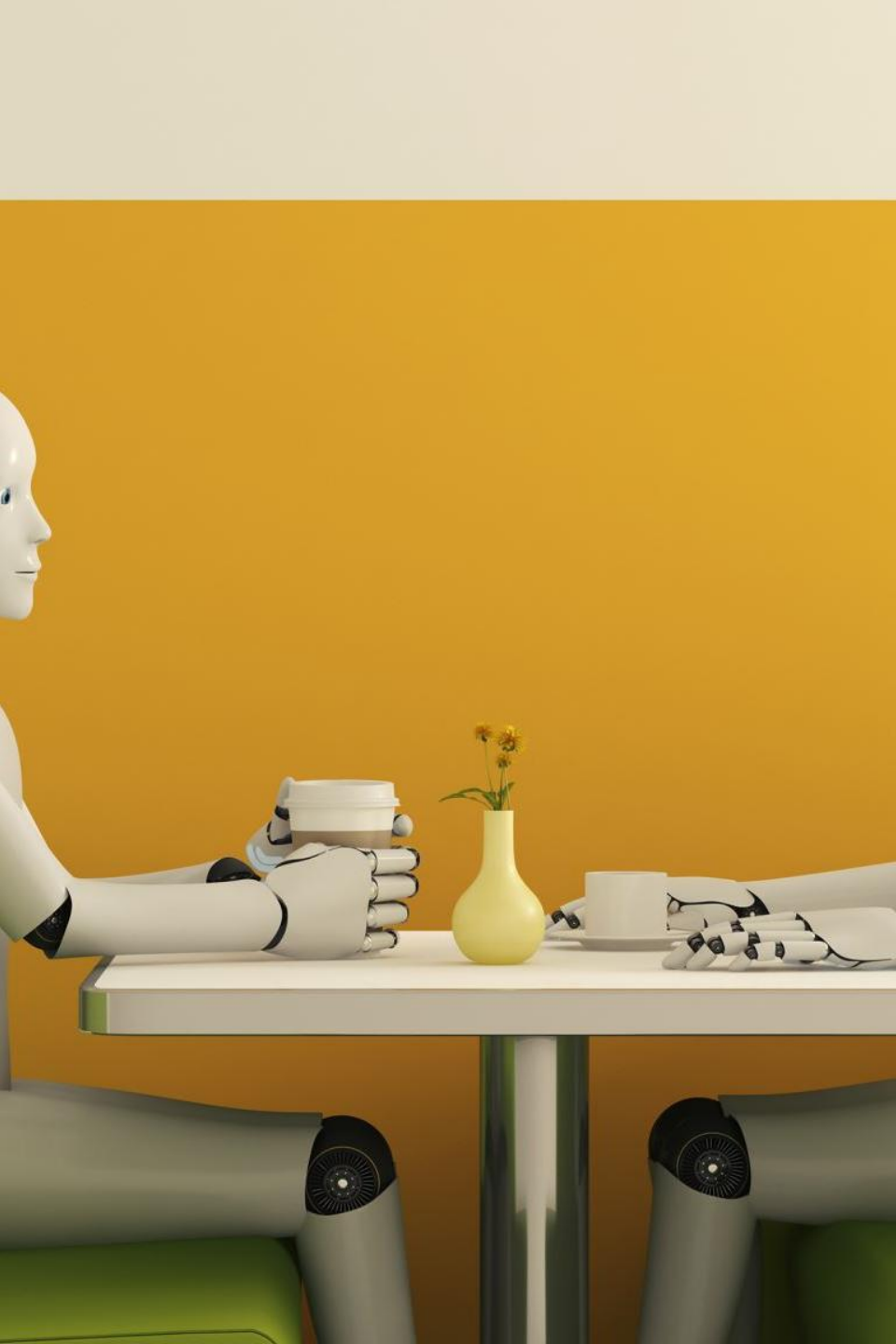
Hay dos razones por las cuales algunas personas deciden estudiar robótica cognitiva.

1. Quieren construir robots inteligentes
2. Quieren entender la cognición

5.3. ¿Cómo funcionan los robots cognitivos?

Richard Feynman





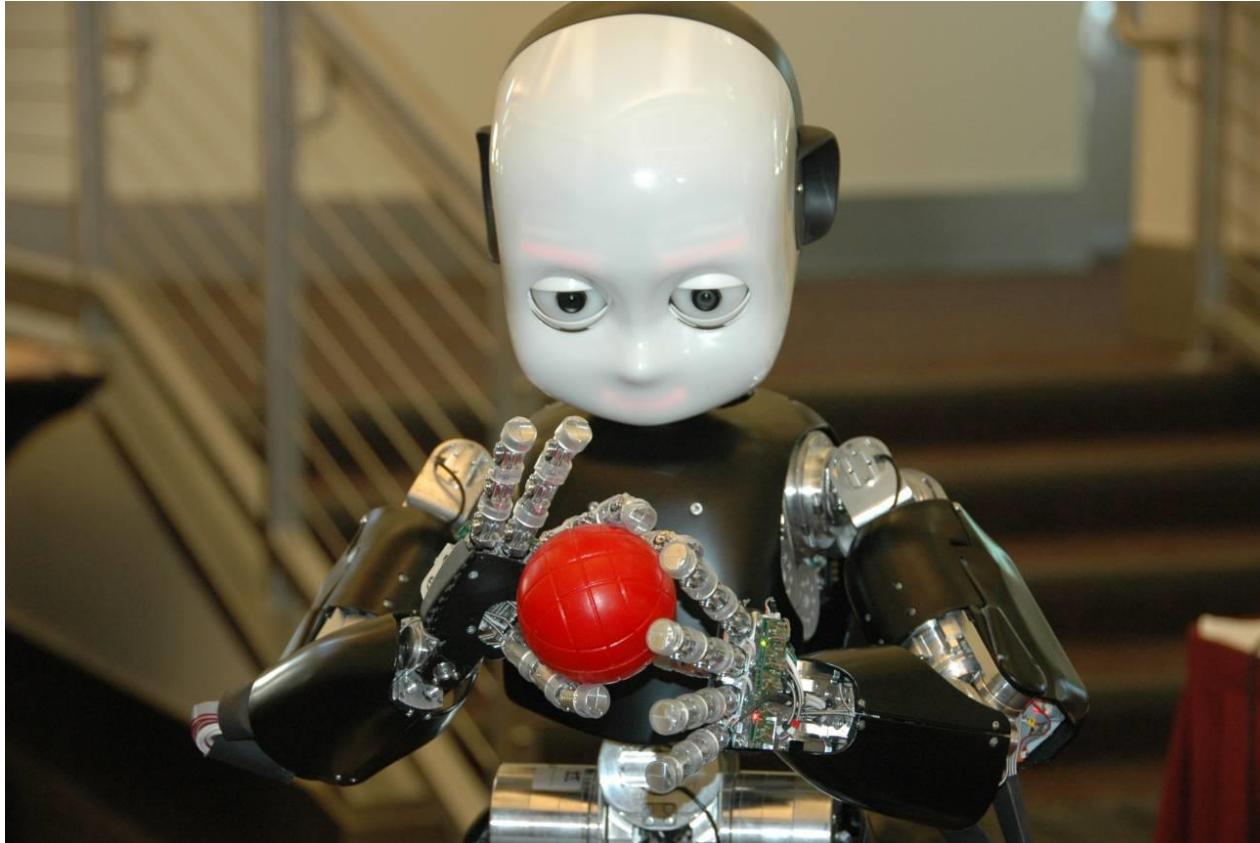
6. Ejemplos

6. Ejemplos



<http://www.open-ease.org/>

6. Ejemplos



<https://www.agenciasinc.es/Noticias/La-UPF-recibe-un-iCub-un-robot-humanoide-de-ultima-generacion>

6. Ejemplos

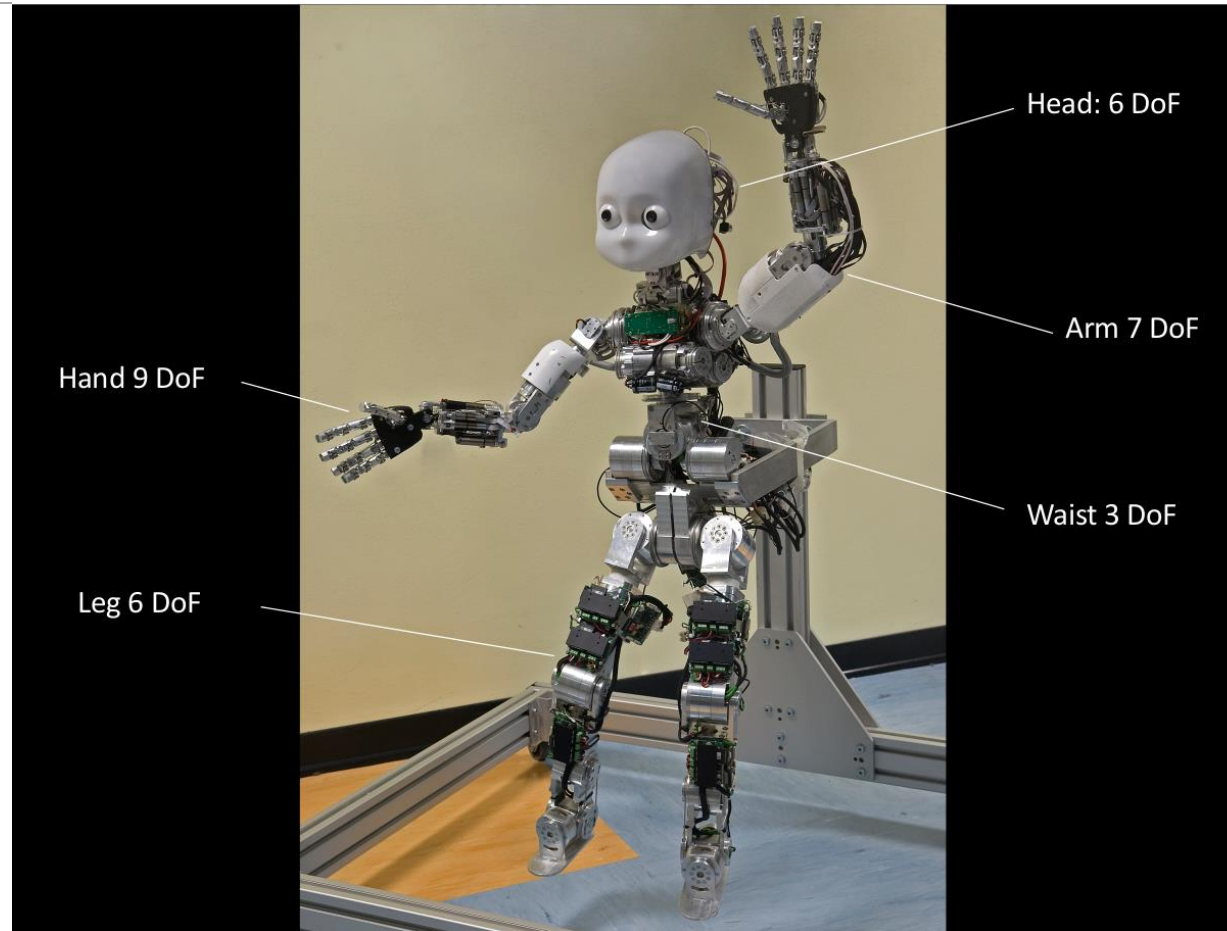


iCub.org

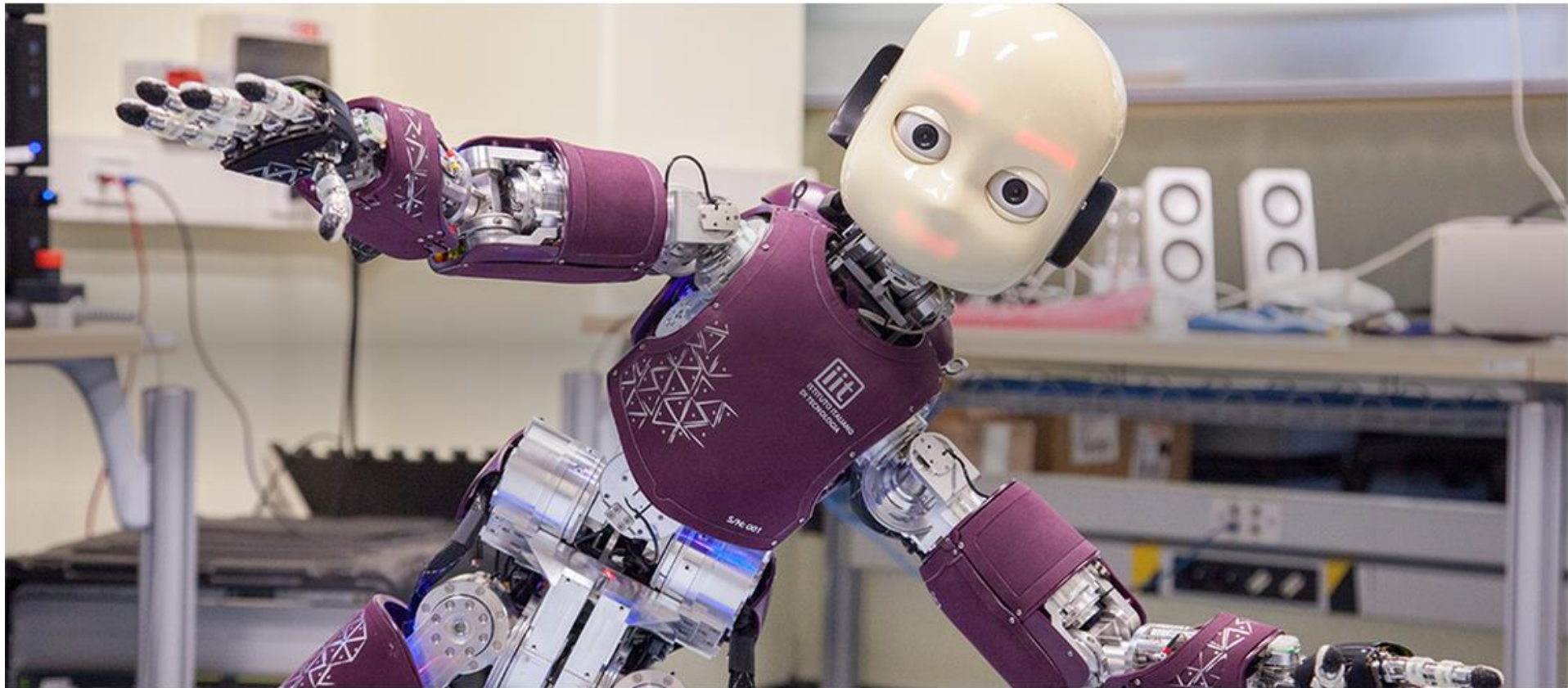
an open source cognitive humanoid robotic platform

Funded by The European Commission, Project IST-004370, RobotCub,
under Strategic Objective 2.3.2.4: Cognitive Systems

6. Ejemplos



6. Ejemplos



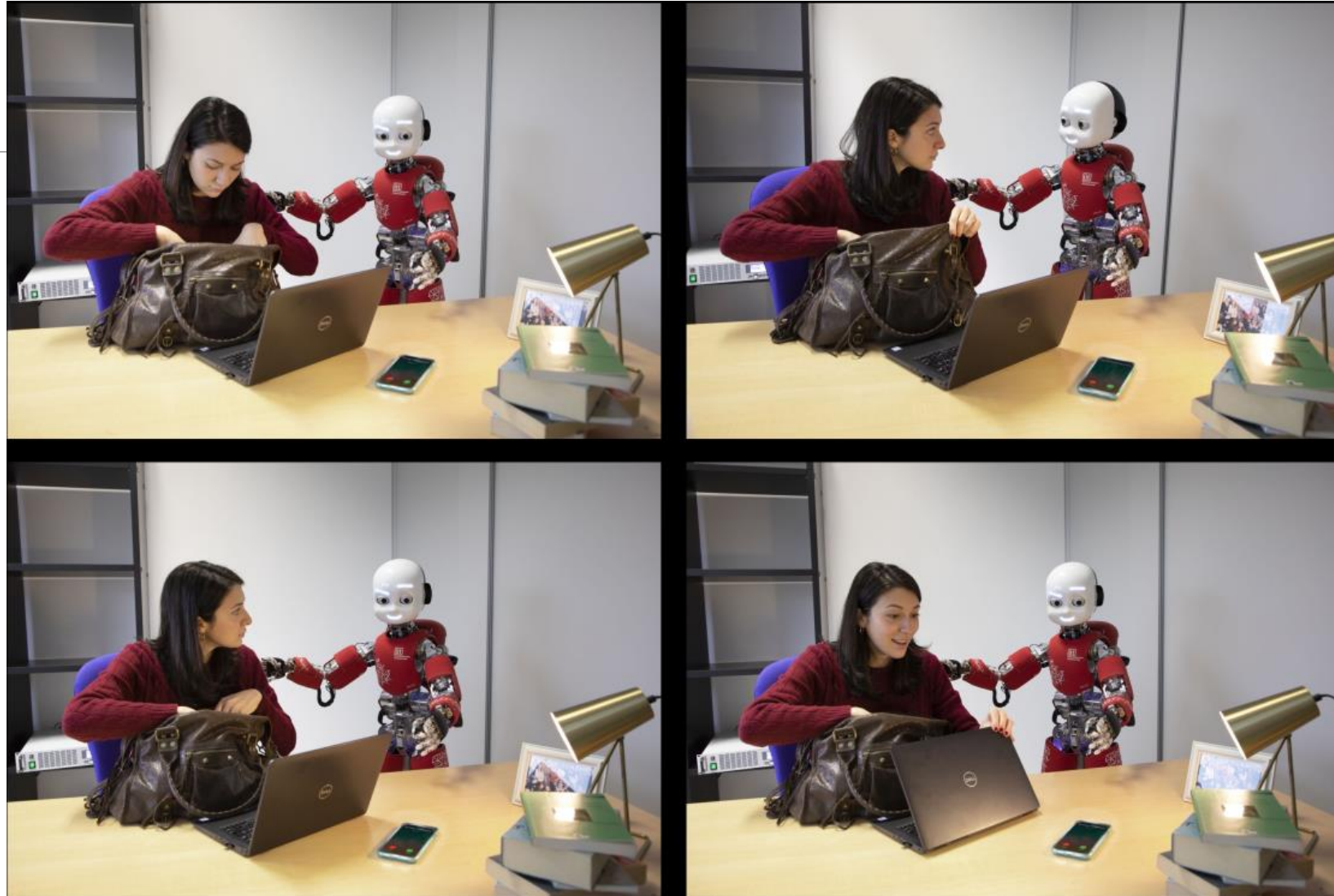
<https://icub.iit.it/products/icub-robot>

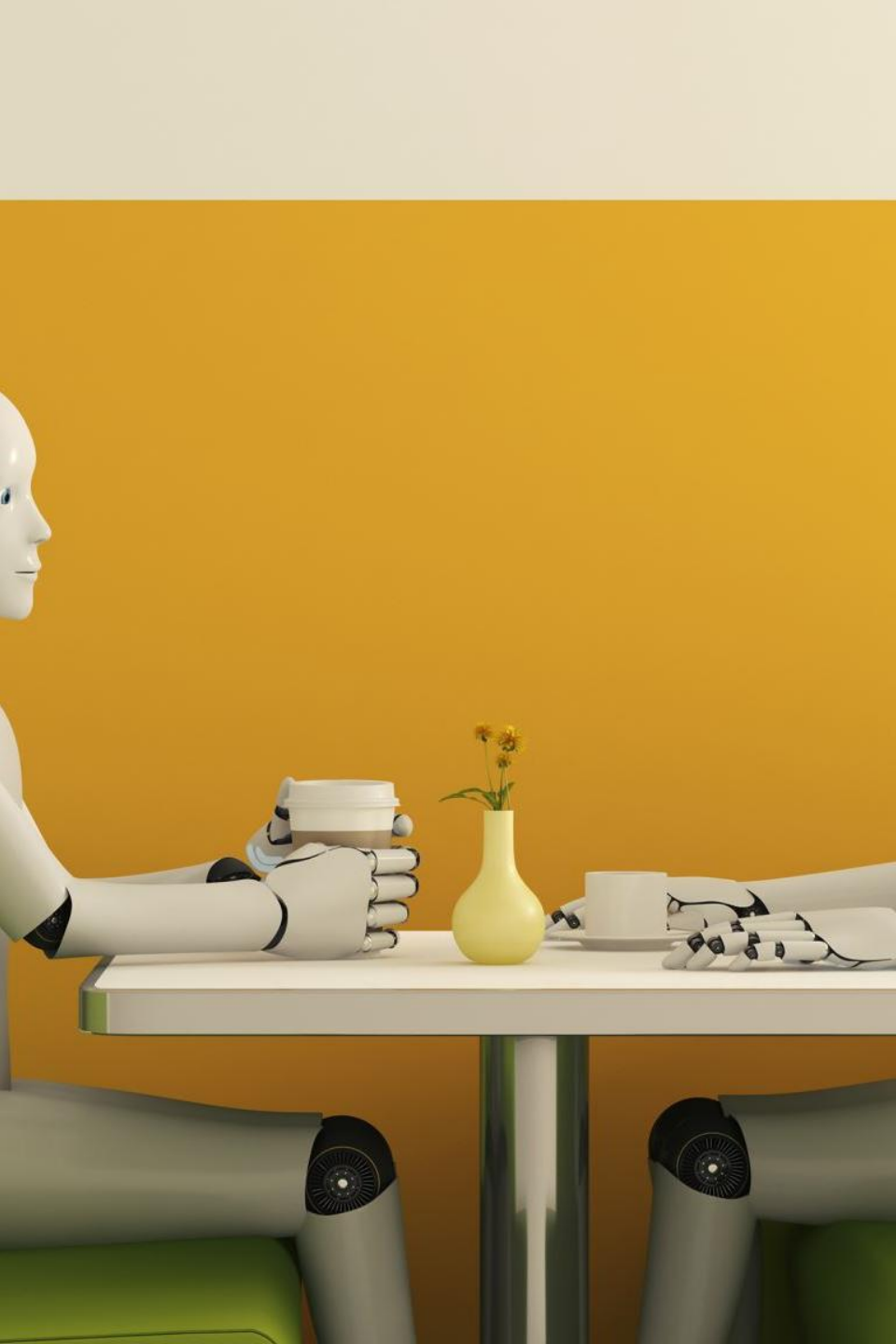
6. Ejemplos

"Esta secuencia de imágenes muestra una situación en la que el robot humanoide iCub (www.icub.org) interactúa con una persona, leyendo su intención de coger el teléfono del bolso y alertándola de que está en el escritorio, oculto por el portátil.

Tenga en cuenta que esta secuencia se ha escenificado para ilustrar las capacidades deseadas de un robot cognitivo y aún no se ha puesto en práctica".

Sandini, G., A. Sciutti, and D. Vernon. Cognitive Robotics. In M. Ang, O. Khatib, and B. Siciliano (Eds.), Encyclopedia of Robotics. Springer, 2021.
Images courtesy of Istituto Italiano di Tecnologia





Referencias bibliográficas

Referencias bibliográficas

- D. Vernon. Artificial Cognitive Systems – A Primer, MIT Press, 2014; Chapter 1.
- Vernon, D., "Cognitive Architectures" in Cognitive Robotics, A. Cangelosi and M. Asada (Eds.), MIT Press, in press.
- <https://icub.iit.it/>
- <https://learning-hub.ease-crc.org/>
- <http://www.open-ease.org/>
- Artificial Intelligence: A Modern Approach, Stuart Russel, Peter Norving
- A Concise Introduction to Robot Programming with ROS2. Francisco Martín Rico. CRC Press. 2022.