



**Unitat de Gràfics i  
Visió per Ordinador i  
Intel·ligència Artificial**

Departament de Ciències Matemàtiques i Informàtica



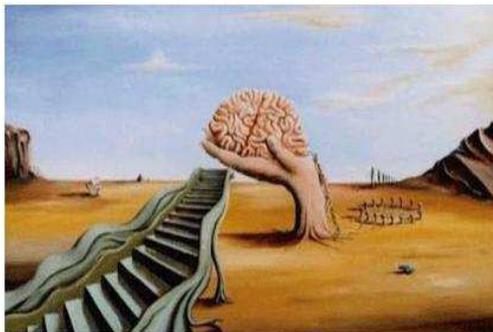
Universitat  
de les Illes Balears

# NeuroTec

## Aplicación de los BCI en la rehabilitación funcional de usuarios con PC

**Red Temática de Investigación en Neurotecnologías para la Asistencia y la Rehabilitación DPI2015-69098-REDT**

**4/2/2016**



Dr. Francisco J. Perales  
paco.perales@uib.es

## Indice

---

- Historial del grupo UGIVIA
- Introducción y Objetivos Fundamentales
- Metodologia Aplicada y Soluciones propuestas
- Casos y Resultados
- Conclusiones y trabajo futuro



Unidad de Gráficos y  
Visión por Computador  
e Inteligencia Artificial



# **UGIVIA (1995-2015)**

## **Unitat de Gràfics y Visió per Ordinador y Intel·ligència Artificial, Departament de Matemàtiques y Informàtica, UIB**

### **Membres:**

**Dr. Francisco J. Perales( Director Unidad - TU) (Director)**

**Dr. José María Buades (Prof. Colaborador)**

**Dr. Gabriel Fiol (Prof. CEU)**

**Dr. Antoni Jaume y Capó (Prof. Ayudante)**

**Dr. Ramón Mas (Prof. TU)**

**Dra. Margaret Miró (Prof. CEU)**

**Dra. Esperanza Amengual(Prof. Colaborador)**

**Sr. Gabriel Moya Alcover (Prof. Ayudante)**

**Sr. Guillem Colom (Prof. TEU)**

**Dr. Manuel González-Hidalgo (Prof. TU)**

**Dra. Cristina Manresa (Prof. Ayudante)**

**Dr. Miquel Mascaró Oliver (Prof. TEU)**

**Dr. Javier Varona (Prof. Contratado Dr)**



## Grupo UGIVIA

---

- Es una unidad de investigación del DMI
- Es un grupo multidisciplinario
- Creado en 1995 (20 años)
- Ha participado en proyectos nacionales y europeos y ha generado resultados de investigación y patentes
- Miembro del IUNICS (Institut Universitari d'Investigació en Ciències de la Salut) en el área de las Neurociencias.
- Colaboración con instituciones de carácter social (ASPACE/ABDEM, etc.)



## Grupo UGIVIA

---

➤ Las principales áreas de investigación son:

Análisis y síntesis del movimiento humano.

Análisis y síntesis de expresiones faciales.

Agentes inteligentes (Avatares).

Modelización y animación de objetos deformables.

Realidad virtual y aumentada.

**Interacción natural para interfaces persona-ordenador.**

PDI en Medicina

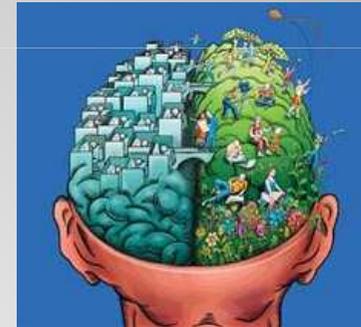
Accesibilidad web y usabilidad.

**Sistemas BCI basados en análisis del EEG.**

## Introducción y Objetivos

---

- Neuroplasticidad del Cerebro Humano
- SINA (Sistema de Interacción Natural Avanzado).
- PUI (Perceptual User Interfaces)
- Interacción Cerebro-Ordenador (BCI)



## Introducción y Objetivos

---

- Neuroplasticidad es la capacidad de las neuronas de:

1. En el embrión o feto de diferenciarse, de organizar conexiones y circuitos neuronales
2. En el adulto, facilitar la supervivencia y reorganizar circuitos dañados

“Se vincula a la acción de factores tróficos que actúan sobre el citoesqueleto y la membrana neuronal”

## Introducción y Objetivos

---

El **Sistema SINA** de interacción facial permite al usuario controlar el ordenador con la nariz o los ojos  
<http://sina.uib.es/>

La utilización de este sistema en juegos sencillos mejora el control cefálico de los usuarios y la atención a los juegos y tareas propuestas



# Introducción y Objetivos



## Introducción y Objetivos

---

- ¿Qué es la interacción persona ordenador? La disciplina que intenta hacer la tecnología del ordenador más accesible para los usuarios.
- La utopía sería interactuar de manera natural (voz, gestos, etc..)
- Cada persona tiene unas facultades físicas y psíquicas individuales. El ordenador debe adaptarse a la persona y no al contrario. (Diseño Universal)
- Las interfaces actuales implican movimiento muscular controlado

## Introducción y Objetivos

---

- Aplicar las BCI para potenciar la **neuroplasticidad** y mejorar el **rendimiento final** del usuario



- Establecer medidas **objetivas** de la mejora funcional
- Definir patrones de **entrenamiento** (neurofeedback)
- Estudiar los **sistemas BCI** y las técnicas adecuadas para la aplicación al usuario concreto

## Metodologia Aplicada

---

- ¿Como medimos la actividad eléctrica cerebral?
- Hay diferentes técnicas médicas per captar esta actividad:

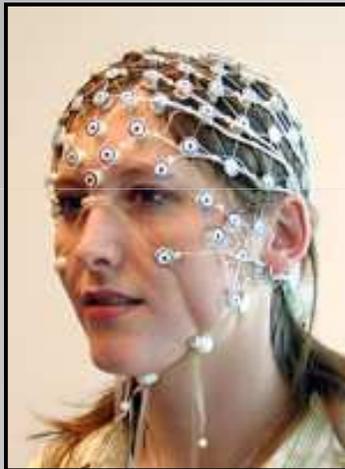
MRI, CT, ECoG, SPECT, PET, MEG, fMRI,  
Actualmente estas són inviables para HCI

EEG: Segura, fácil y aplicable por no expertos

## Metodología Aplicada

---

- EEG Definición: Mediciónn **neurofisiológica de la actividad eléctrica** del cerebro mediante el registro de electrodos en la cabeza



Magnitud: 5 a 300  $\mu\text{V}$   
Ancho de banda: 0,5 a 100 Hz  
(normalmente utiliza hasta 70 Hz en clínica)

# Metodologia Aplicada

**Problema:** Los usuarios con PC tienen movimientos involuntarios, por tanto el sistema ha de tener pocos contactos, ser inalámbrico, de rápido montaje y preciso.

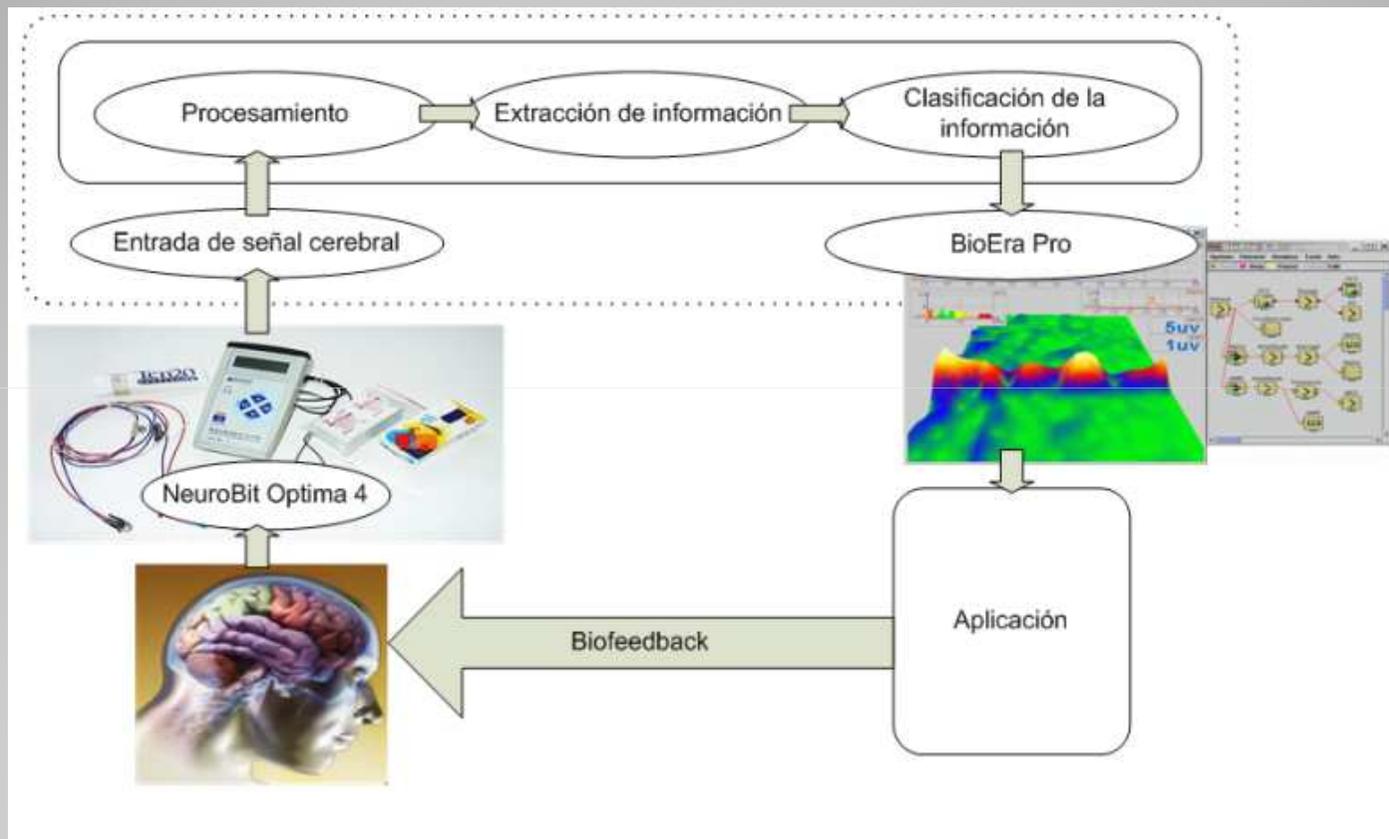


# Metodologia Aplicada

Característica	Epoc Emotiv <a href="http://www.emotiv.com/">http://www.emotiv.com/</a>	Enobio Starlab <a href="http://starlab.es/products/enobio">http://starlab.es/products/enobio</a>	Neurobit Optima Neurobit Systems <a href="http://www.neurobitsystems.com/es/">http://www.neurobitsystems.com/es/</a>
Canales	14+2 referencia	4 (ahora 8 canales)	4
Comunicación PC	Inalámbrica	Inalámbrica	Inalámbrica
Ancho de Banda	0.2 a 45Hz	0 a 250Hz	0 a 250Hz
Frecuencia de Muestreo/ Resolución	128 SPS /16 bits	500 SPS / 24bits	2000 SPS / 16 bits
Versatilidad	Buena	Limitada	Muy buena
Usabilidad	Aceptable	Limitada	Buena
Robustez	Mala	Buena	Buena
API y software	Bueno	Bueno	Muy Bueno
Coste	300\$	3600€	1100,0€

Sistemas comerciales estudiados

# Sistema Inicial (Neurobit Optima 4)



## Sistema Inicial (Neurobit Optima 4)

---



Usuario control en ejecución

## Sistema Inicial (Neurobit Optima 4)

---

Objetivo: Medida de la atención del paciente haciendo tarea específica

Se calcula la concentración del usuario en base a la componente frecuencial Alfa (8Hz-12Hz)

$$X = [X_1 X_2 X_3 \dots X_{511} X_{512}]$$

$$Y = [Y_1 Y_2 Y_3 \dots Y_{255} Y_{256}]$$

$$Y = FFT(X)$$

$$P_\alpha = \frac{1}{5} \sum_{n=8}^{12} Y_n$$

$$FF = PR_\alpha = \frac{1}{P_\alpha}$$

# Sistema Inicial (Neurobit Optima 4)

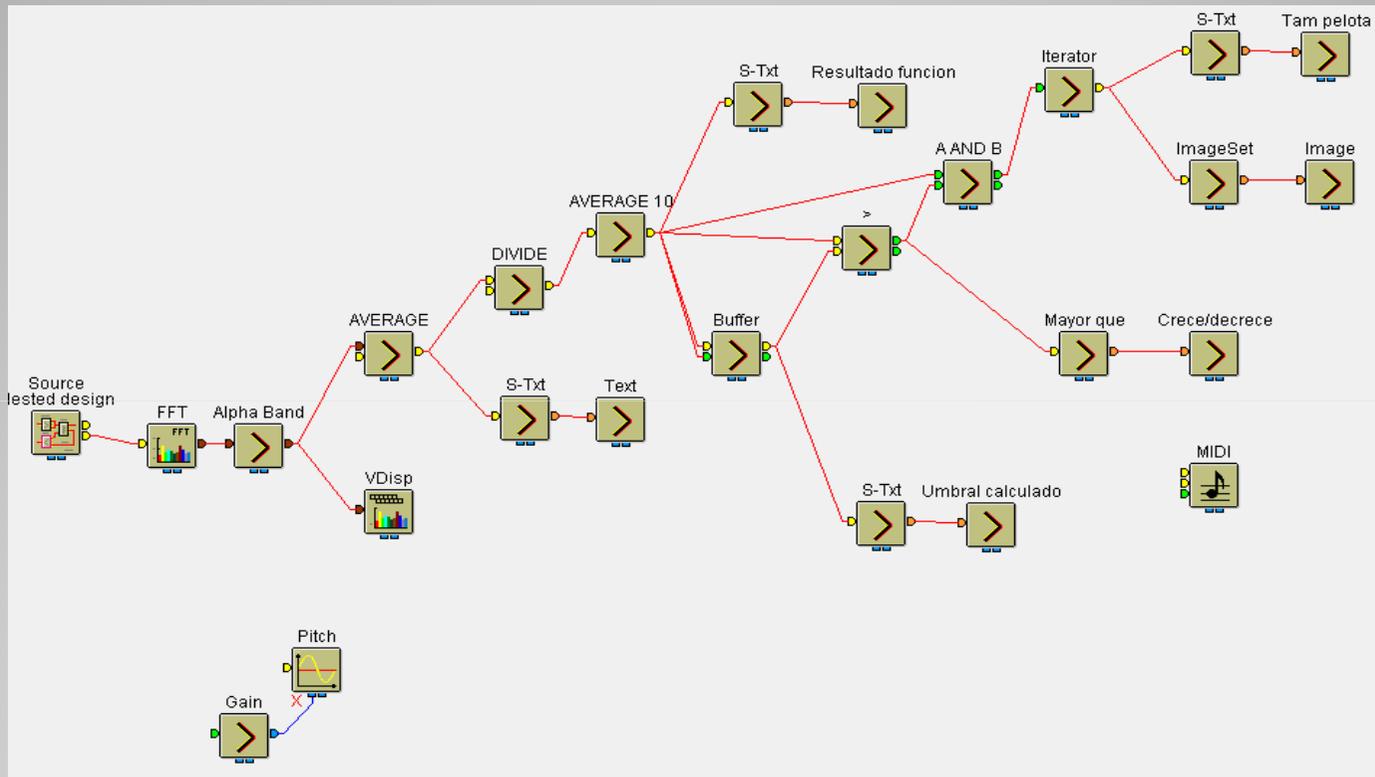


Diagrama l3gico del proceso con BioEraPro Software

## Casos y Resultados

---

El test final realizado considera los siguientes pasos:

- 1) Medición del límite de concentración de referencia (BFF)
- 2) Medición sin estímulo, feedback numérico  
(0= no concentrado, 1= concentrado)
- 3) Medición con sonido musical agradable
- 4) Medición con sonido musical desagradable (>80db)
- 5) Medición sin sonido.
- 6) Medición de imágenes de pelota en movimiento en un camino
- 7) Medición con un vídeo relajante (olas de la mar)
- 8) Medición con un vídeo estresante (calle con movimiento, etc.)
- 9) Medición sin vídeo.

## Casos y Resultados

---

El proceso se hace tres veces por cada usuario control. Cada estímulo es intercalado por un período de 10" sin estímulo ni visual ni auditivo.

En la fase inicial el usuario se familiariza con el sistema. Se le indica que ha de fijar la atención en una tarea mental que implique concentración (cálculo matemático, recorrido mental de objetos, etc.)

No existe un entrenamiento previo significativo para el experimento. La duración de los eventos es de 10 segundos. Se considera una fase de ejecución la visualización total del vídeo. Una sesión consistirá en la repetición de tres veces la ejecución del vídeo.

Los usuarios seleccionados son miembros de la comunidad universitaria con edades entre 25-49 años y sin constancia de un EEG previo patológico. En este grupo de edad adulta se observen determinados patrones de EEG normales que varían poco en el tiempo en condiciones normales.

## Casos y Resultados

---

**Resultados:** La música suave, la imagen de la playa aumenta la concentración. El ruido estridente (>80db) la decremента, la imagen de la ciudad en movimiento la aumenta. El seguimiento de la pelota implica concentración. (**Solo controles**)

Conclusiones del primer experimento:

1. Continuación con del estudio de mas casos combinados
2. Aplicar a usuarios reales con PC
3. Pedir atención al video presentado sin realizar actividad alternativa
4. Proponer una actividad concreta (resolver un laberinto en 3D) y sumar los estímulos externos, per valorar el rendimiento del objetivo principal  
(**paradigma híbrid: endogen + exogen**).

## Sistema Actual (Enobio 8 canales)

---

- ✓ Usar un sistema EEG con mas canales
- ✓ Variación en las ondas alfa y theta según el área lesionada y diferentes ratios
- ✓ Diferentes perfiles de EEG dentro de las muestras de PC estudiadas
- ✓ Desarrollar videojuegos serios adecuados para, mediante el neurofeedback, incrementar los objetivos planteados por el equipo terapéutico



## Sistema Actual (Enobio 8 canales)

---

### MUESTRA Y MÉTODOS

- 11 niños con diagnóstico de PC y 8 controles. No diferencias en edad (8-14 años) y sexo. No diferencias en el CI en los controles. Si diferencias en el CI en los PC (3 tipos: Retraso Leve, Moderado y Severo)
- Se registró con el dispositivo Enobio de 8 canales: F3, F4, Fz, C3, C4, Cz, Fp1 y Fp2
- Tarea: visualización de un video de 5 min. con estímulos visuales y auditivos separados por intervalos de 10" sin estímulo alguno

### Definición de ondas

- ✓ Beta Baja: 13-20 Hz; Beta alta: 20-35 Hz
- ✓ Theta: 0-4Hz
- ✓ Alpha: 8-13 Hz
- ✓ Theta2+Alpha1:6 -10 Hz

## Sistema Actual (Enobio 8 canales)

Una visualización de un video de 5:38 min.  
con estímulos visuales, auditivos y  
combinados separados por intervalos de 10"  
sin estímulo alguno

Estructura del video:

25" Introducción prueba

20" estímulo visual (calma)

10" ausencia estímulo

20" estímulo visual (activo)

10" ausencia estímulo

20" estímulo visual (calma)

10" ausencia estímulo

20" estímulo visual+auditivo (suave)

10" ausencia estímulo

20" estímulo visual+auditivo (fuerte)



## Sistema Actual (Enobio 8 canales)

---

- Estos datos se ha clasificado por edad, patología, CI y Observaciones de registro (ver archivo adicional datos)
- Se desea validar que los registros están correctamente capturados sin interferencias
- Luego obtener los valores de las ondas cerebrales principales por tramo de video de 20" (estimulo) y 10" (ausencia)

## Sistema Actual (Enobio 8 canales)

- valores de las ondas cerebrales principales por tramo de 20" (estimulo) y 10" (ausencia)



- Se generara un fichero excel con los datos numéricos por tramos y banda del EEG

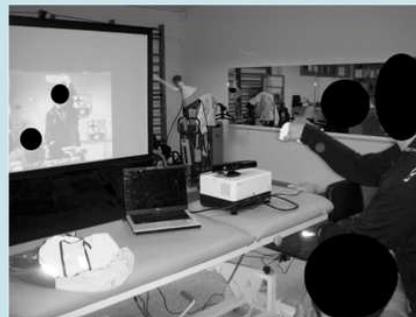
## Sistema Actual (Enobio 8 canales)

---

### Objetivos actuales:

- Con esos datos de valores de la señal para cada ritmo EEG, mirar de encontrar características propias entre usuarios con PC. PC+, Síndrome y Control.
- Finalmente ver la respuesta de los usuarios a los estímulos presentados
- Buscar un criterio de clasificación de la señal EEG que diferencie las 4 clases
- Buscar un proceso de neurofeedback que mejore las señales de los afectados aproximándolos a las señales de los usuarios control.

# Otros trabajos relacionados



## Balance rehabilitation

- System: serious-game VBI
- Therapy: COM shift
- Clinical: 24w, pre/post, 9CP
- Results: from high fall risk to moderate

### Work in progress:

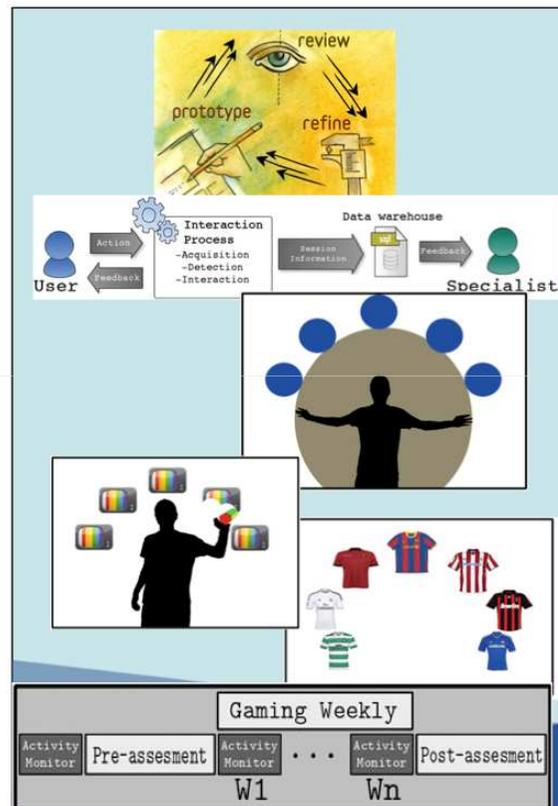
- Follow-up
- Elderly users



	pre-assessment (mean ± SD)	post-assessment (mean ± SD)	<i>P</i> -value
BBS	29.5 ± 3.9	34.1 ± 2.2	0.002
FRT			
FRT for the Right arm	8.6 ± 1.4	10.1 ± 2.0	0.007
FRT for the Left arm	8.3 ± 2.0	10.1 ± 3.7	0.052
TTS	16.0 ± 4.0	21.0 ± 2.8	0.010
TBS	9.6 ± 2.8	12.5 ± 1.9	0.007
TGS	6.3 ± 1.5	8.5 ± 2.1	0.061

A.Jaume-i-Capó, B. Moyà, X.Varona, P. Martínez

# Otros trabajos relacionados



## Design guidelines

Developing serious games as motivational rehab tool:

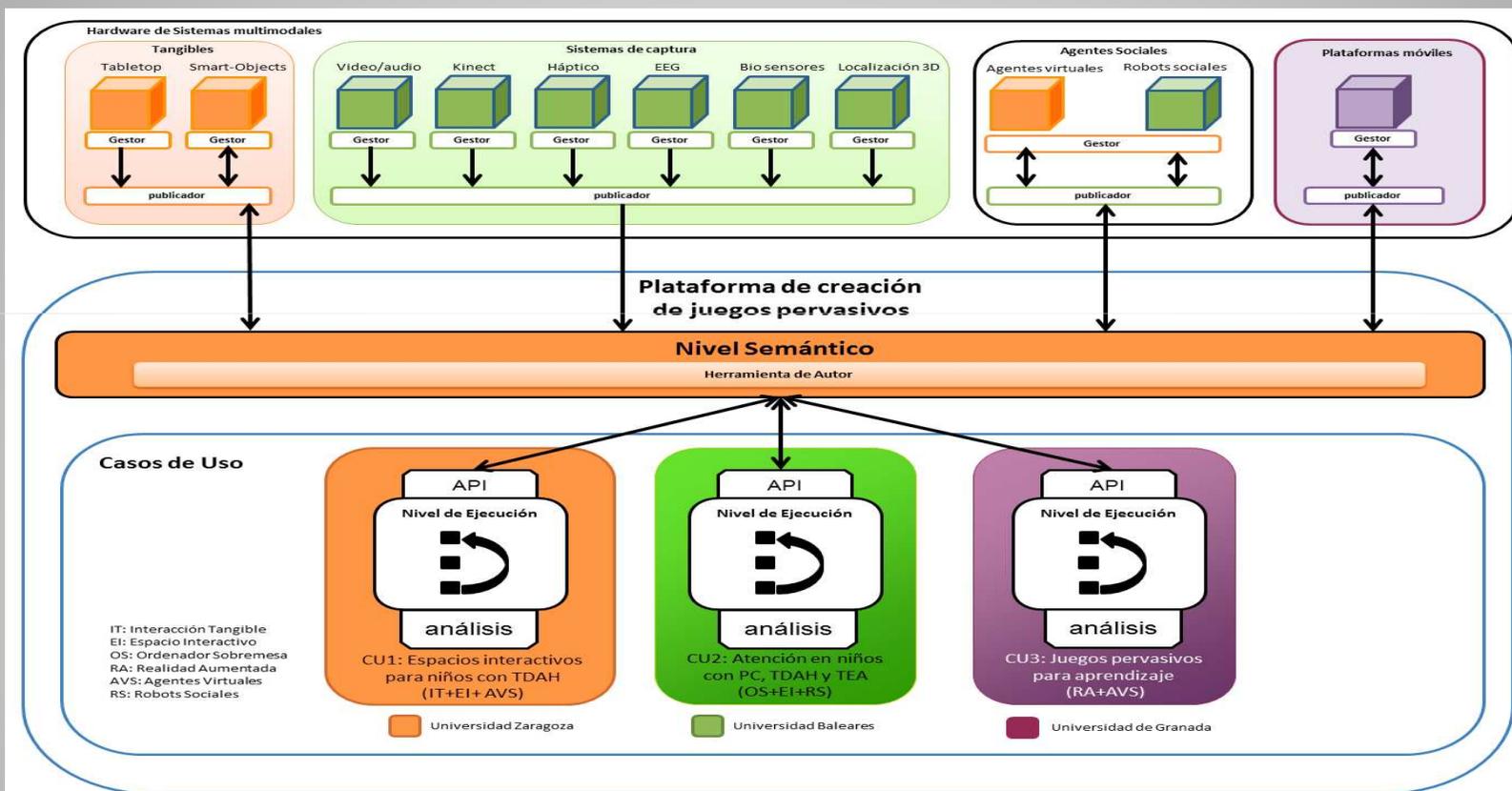
- Prototyping
- Therapy → Interaction
- User interests
- Feedback
- Adaptability
- Monitoring
- Clinical Evaluation

A.Jaume-i-Capó, B. Moyà, X.Varona

[www.uib.cat](http://www.uib.cat)

# Otros trabajos relacionados

## ➤ >Propuesta de proyecto nacional JUGUEMOS



## Otros trabajos relacionados

---

- >Propuesta de proyecto nacional JUGUEMOS





**Unitat de Gràfics i  
Visió per Ordinador i  
Intel·ligència Artificial**

Departament de Ciències Matemàtiques i Informàtica



**Universitat  
de les Illes Balears**

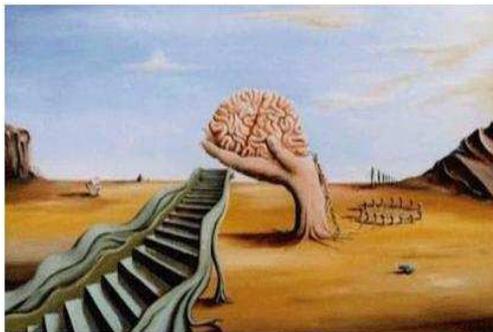
# NeuroTec

## Aplicación de los BCI en la rehabilitación funcional de usuarios con PC

**Red Temática de Investigación en Neurotecnologías para la Asistencia y la Rehabilitación DPI2015-69098-REDT**

**4/2/2016**

**Gracias por la Atención!**



Dr. Francisco J. Perales  
[paco.perales@uib.es](mailto:paco.perales@uib.es)