

T. Solis-Escalante y G. Pfurtscheller

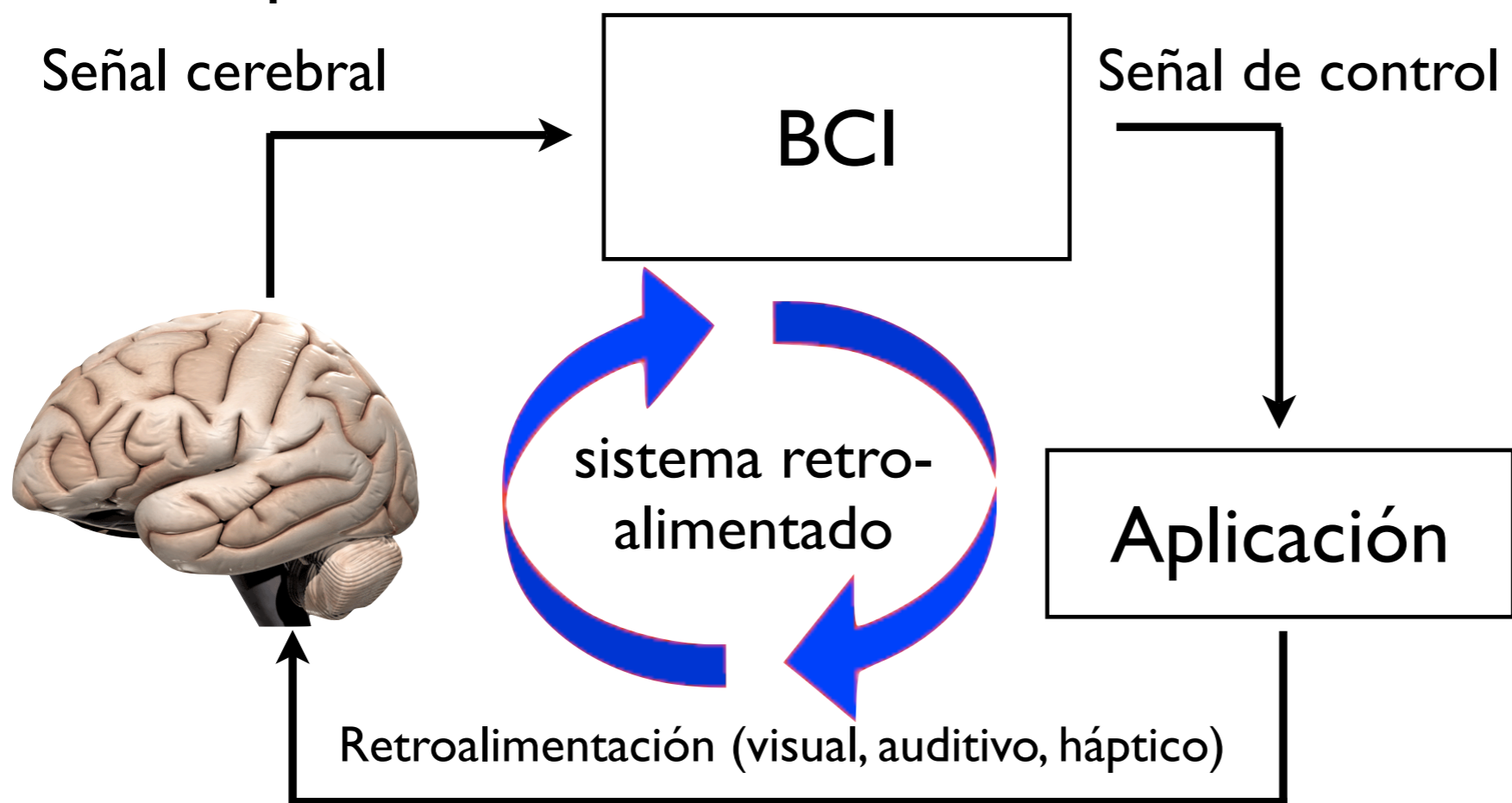
Laboratory of Brain-Computer Interfaces
Institute for Knowledge Discovery
Graz University of Technology

En esta presentación

- Interfaces Cerebro-Computaroda
- Ritmos sensorimotores
- Brain switch asincrónico
- Estudios en línea

Interface Cerebro-Computadora (BCI)

- Es un sistema que otorga una nueva vía de comunicación no muscular entre el cerebro de una persona y una computadora



BCI no invasivas



basadas en EEG
potenciales eléctricos



basadas en MEG
campos magnéticos

basadas en fMRI
niveles de oxigenación

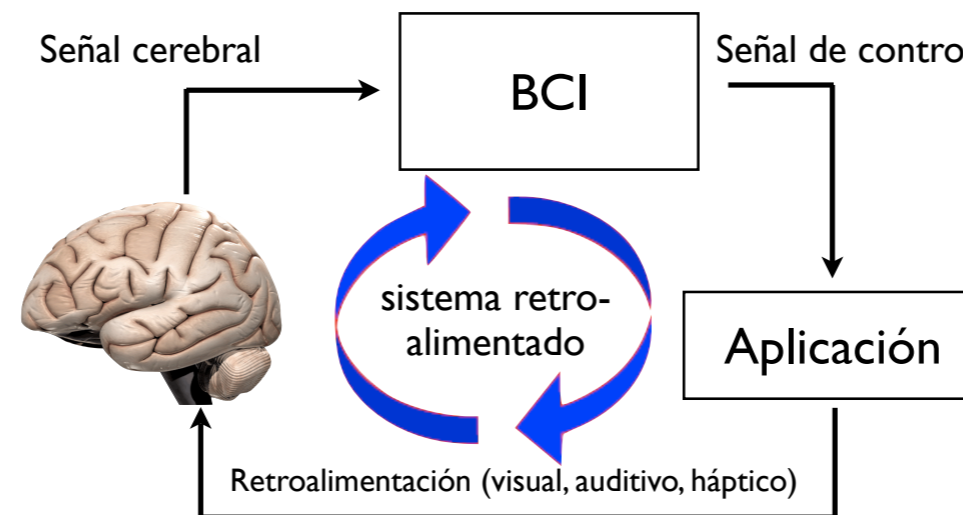


ópticas
cambios metabólicos
(des)oxihemoglobina

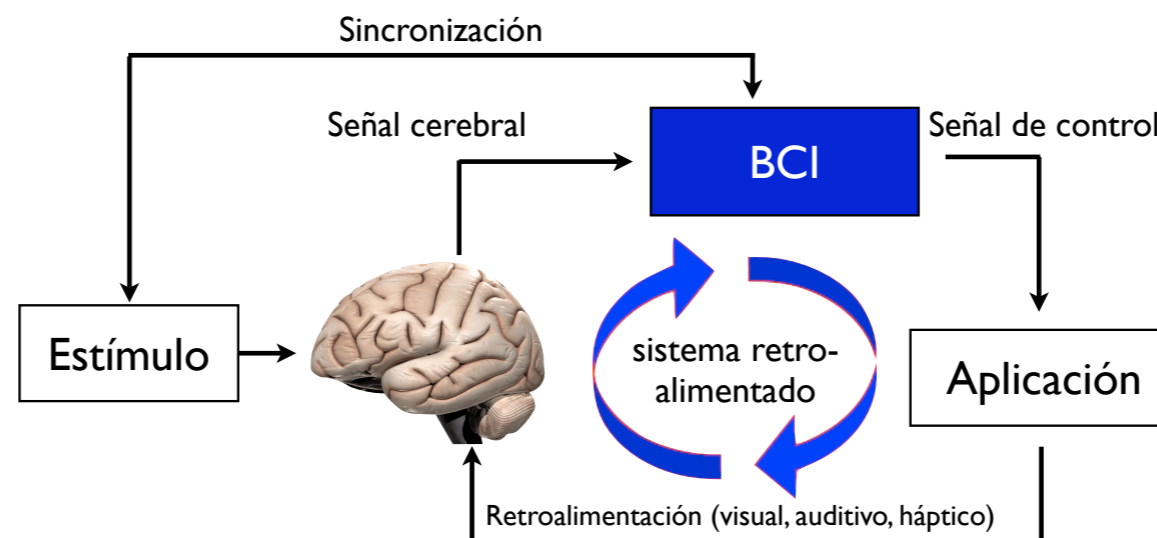


BCI basadas en EEG

- **Activas:** No requieren de estimulación exógena y ninguna actividad muscular.



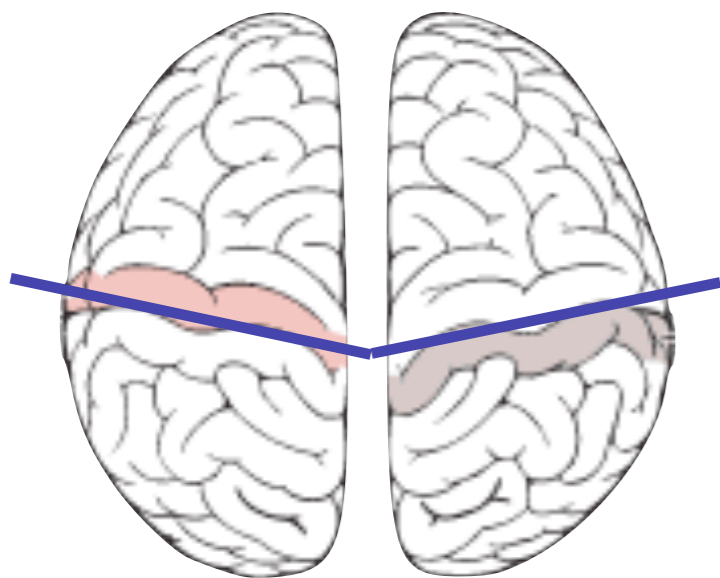
- **Pasivas:** Requieren de estimulación externa para evocar una respuesta y alguna actividad muscular.





Ritmos sensorimotoreos

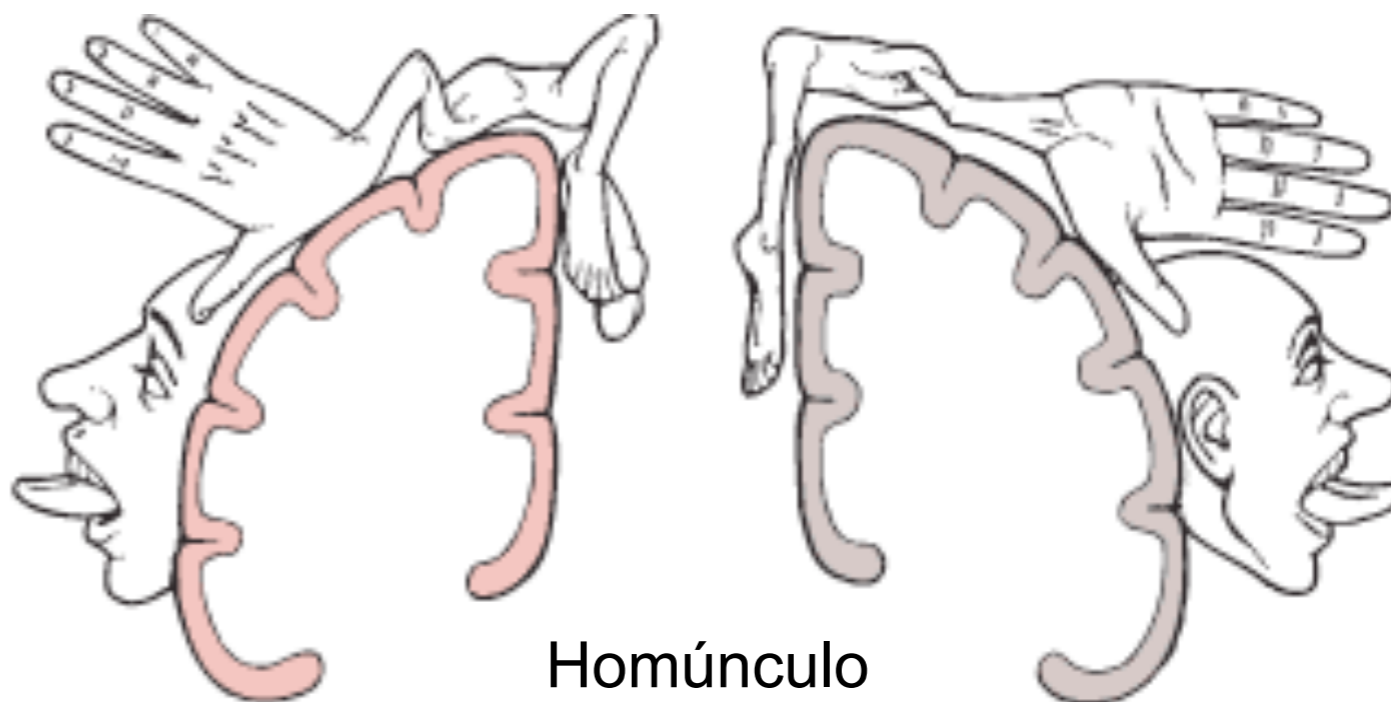
- Las oscilaciones de la corteza sensorimotora cambian de forma dinámica con la ejecución del movimiento de algún miembro

Lóbulos frontales



Lóbulos occipitales

Área motora 
Área sensorial 

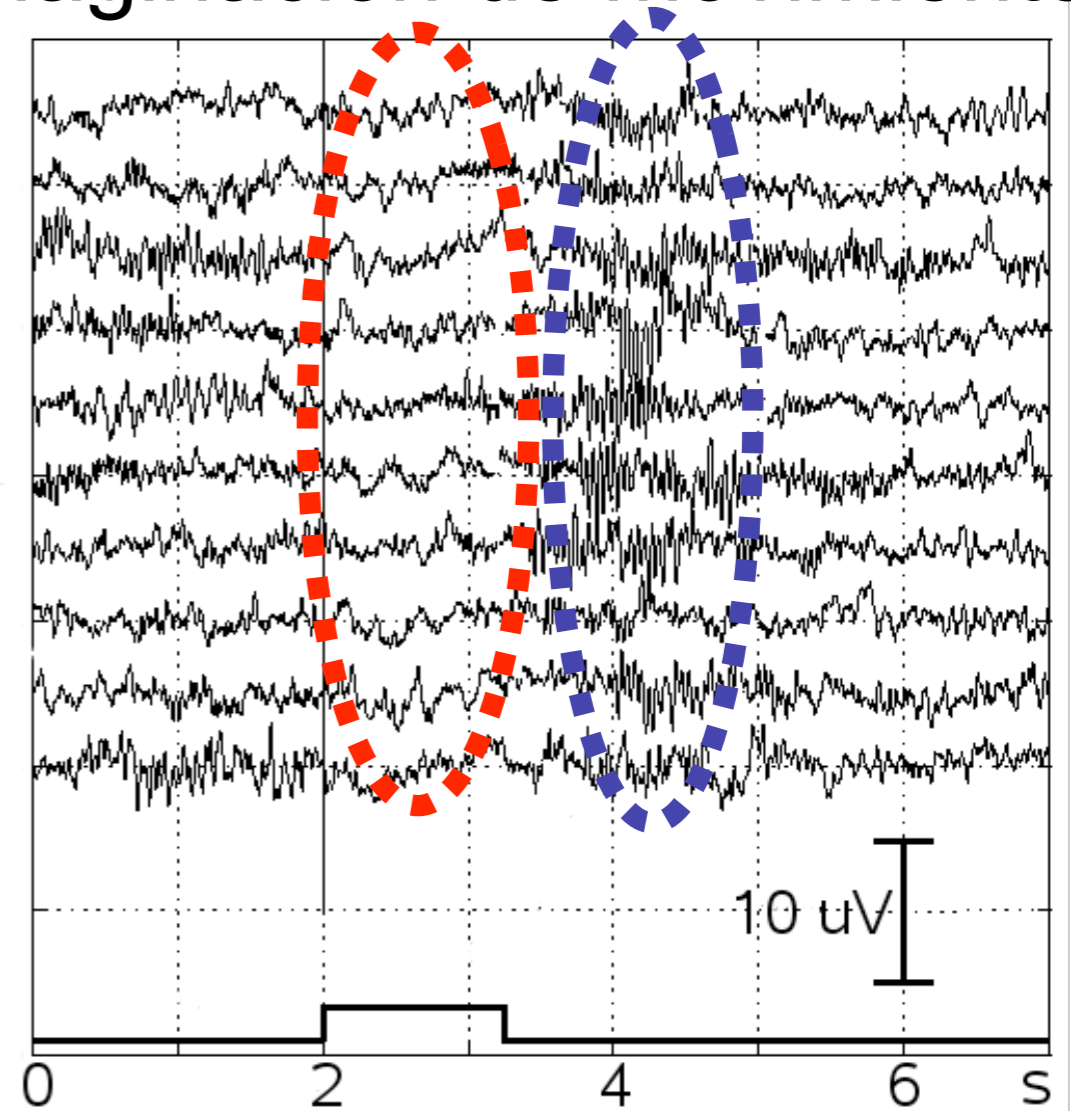
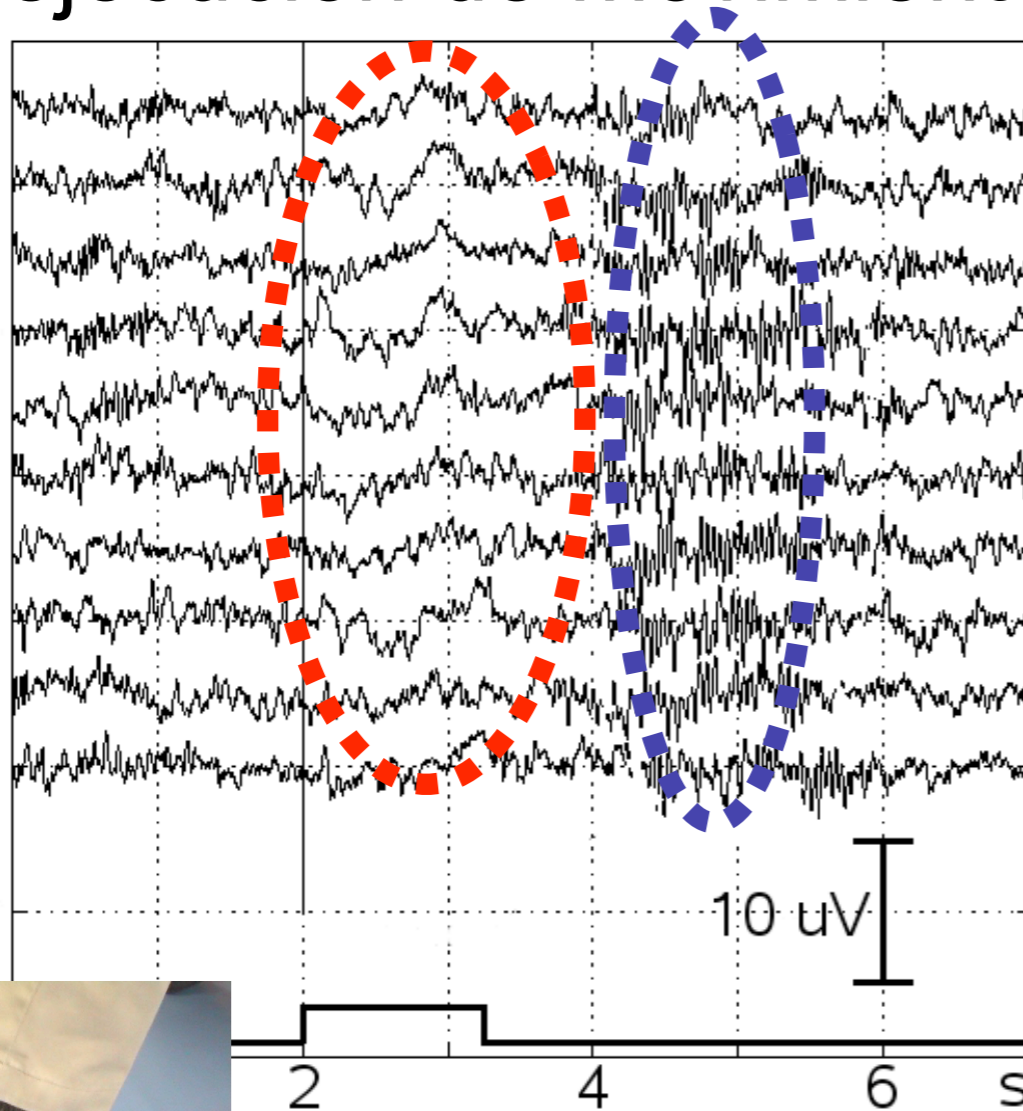


Homúnculo sensorial y motor

(De)sincronía relacionada a eventos

ejecución de movimiento

imaginación de movimiento

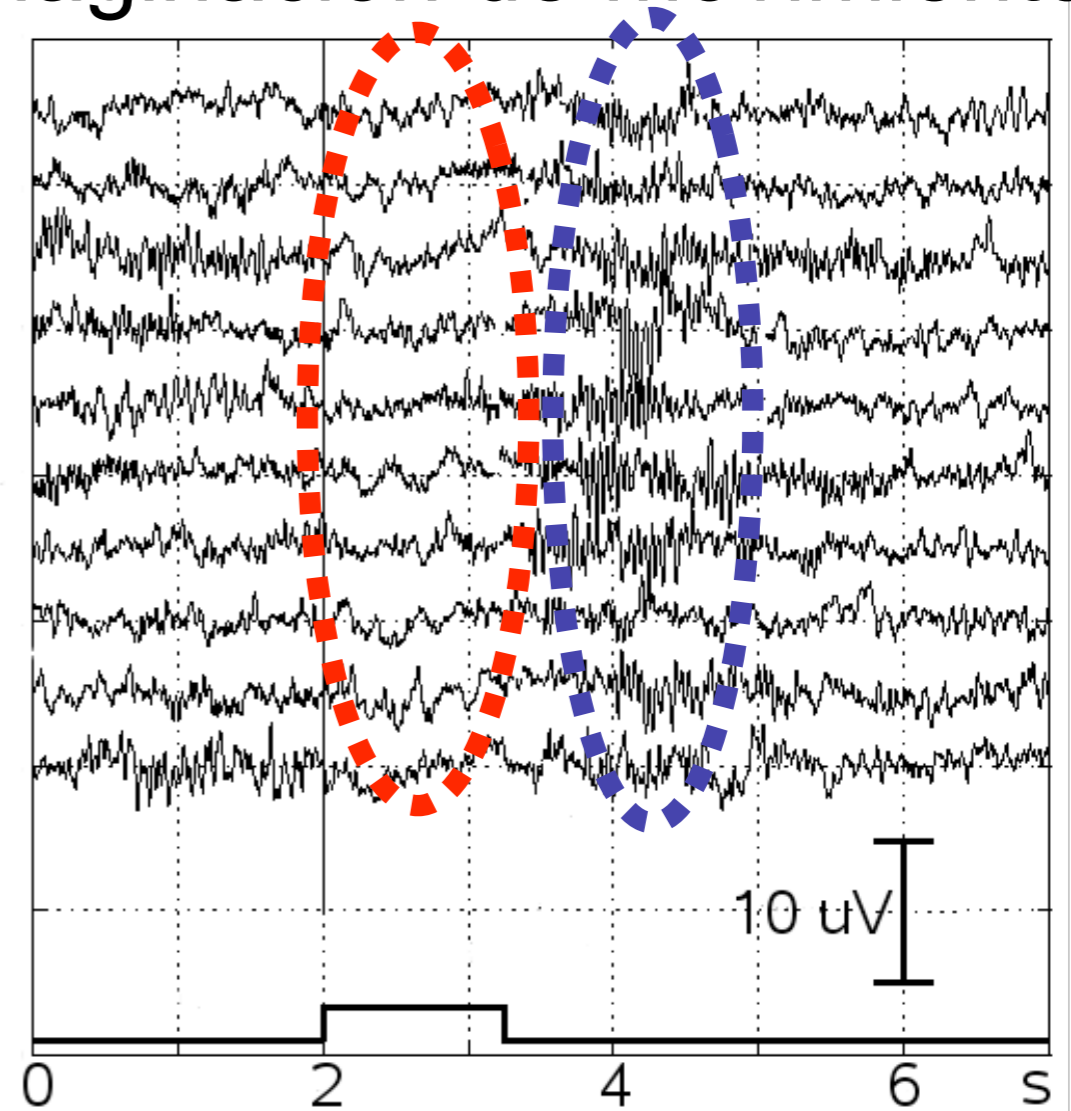
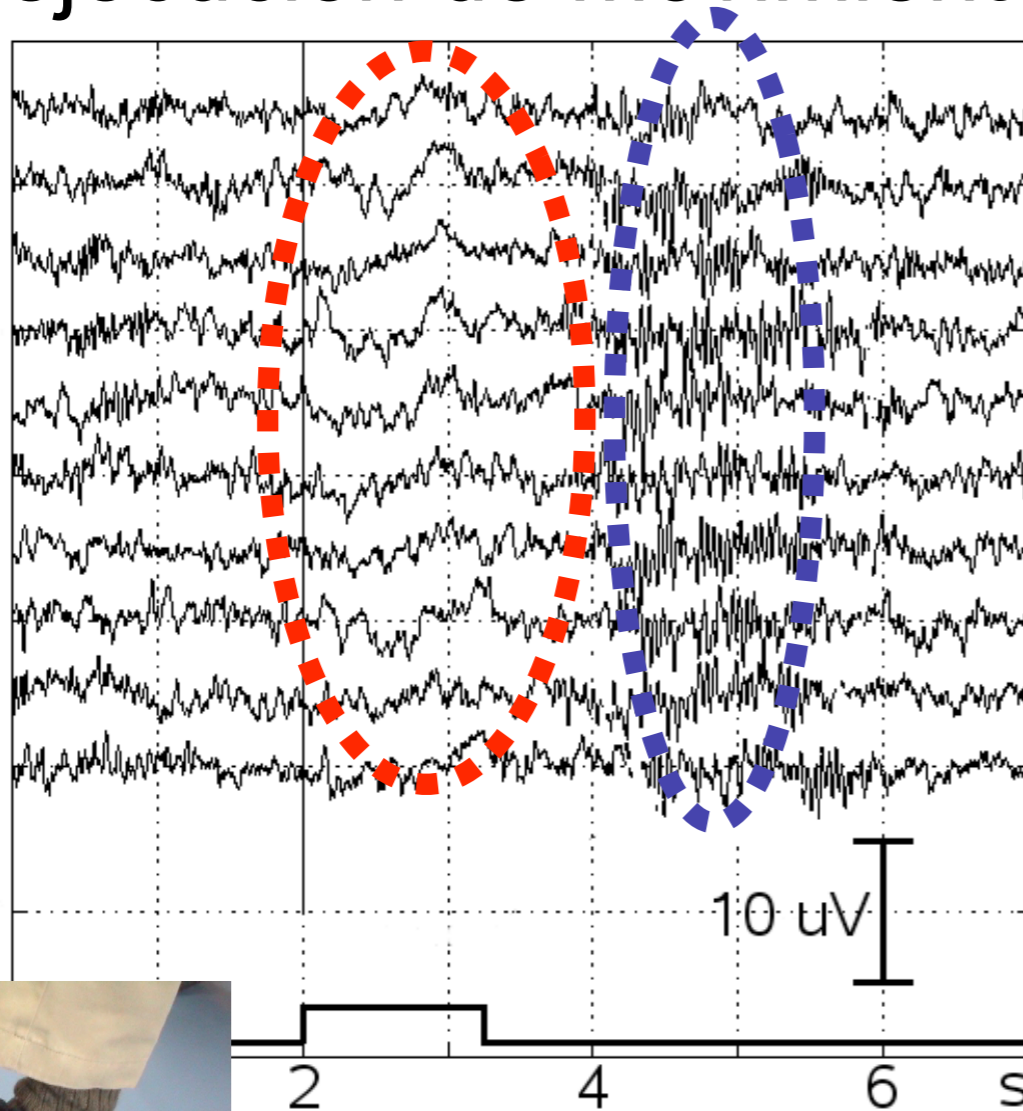


ERD **ERS**

(De)sincronía relacionada a eventos

ejecución de movimiento

imaginación de movimiento

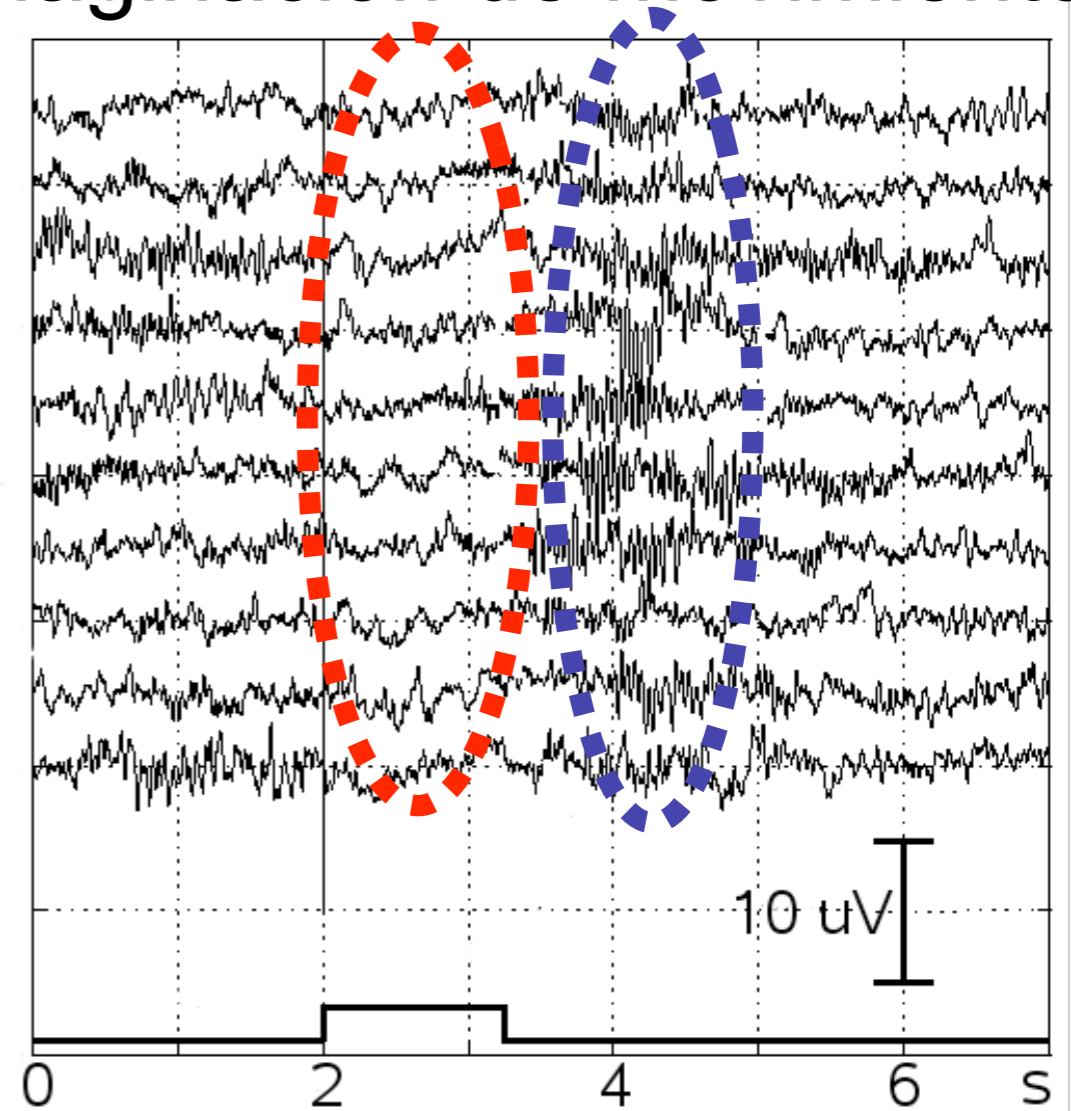
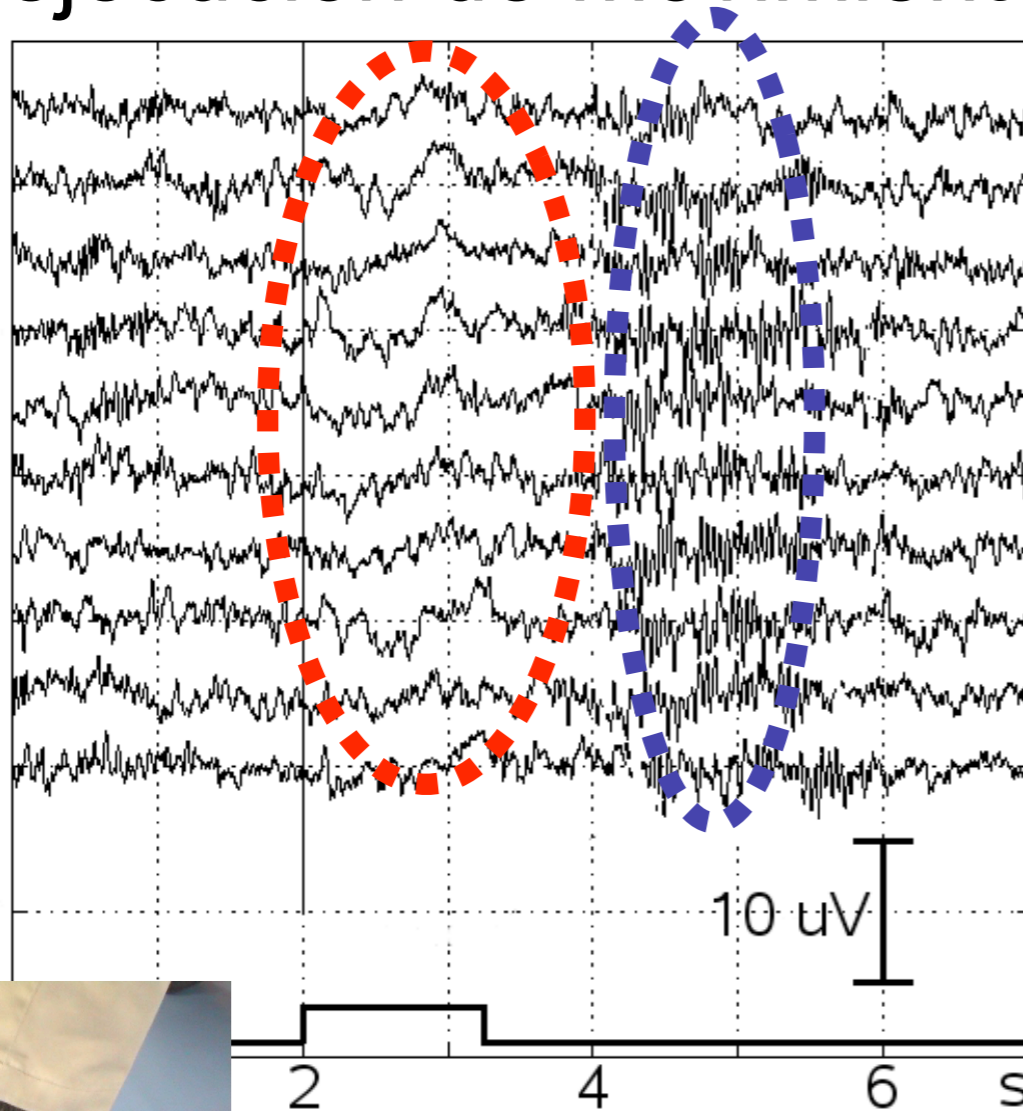


ERD **ERS**

(De)sincronía relacionada a eventos

ejecución de movimiento

imaginación de movimiento

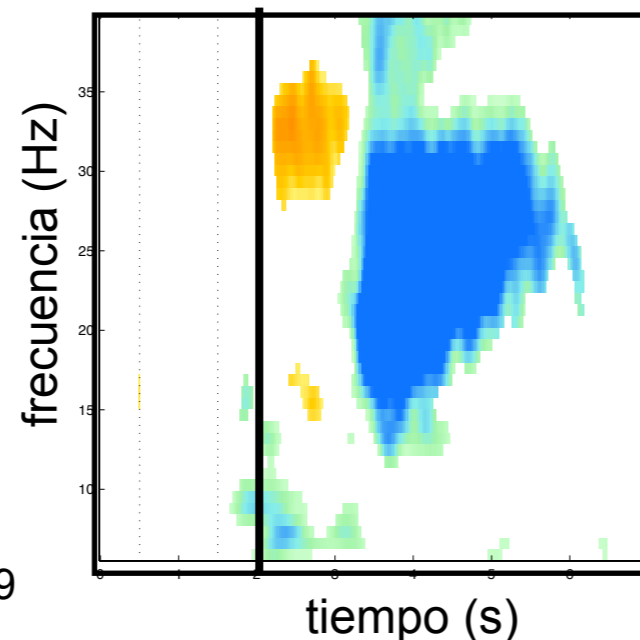


ERD **ERS**

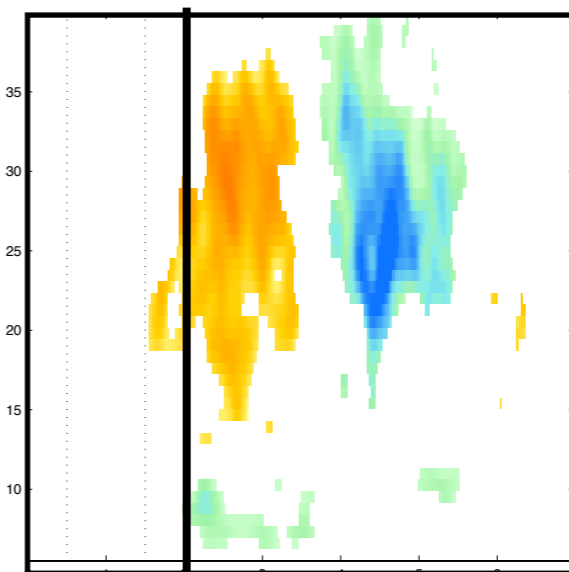
Patrones estables

- Los fenómenos ERD/ERS están presentes durante
 - movimiento voluntario,
 - movimiento pasivo,
 - imaginación de movimiento y
 - movimiento inducido por estimulación eléctrica funcional

Ejecución
de
movimiento



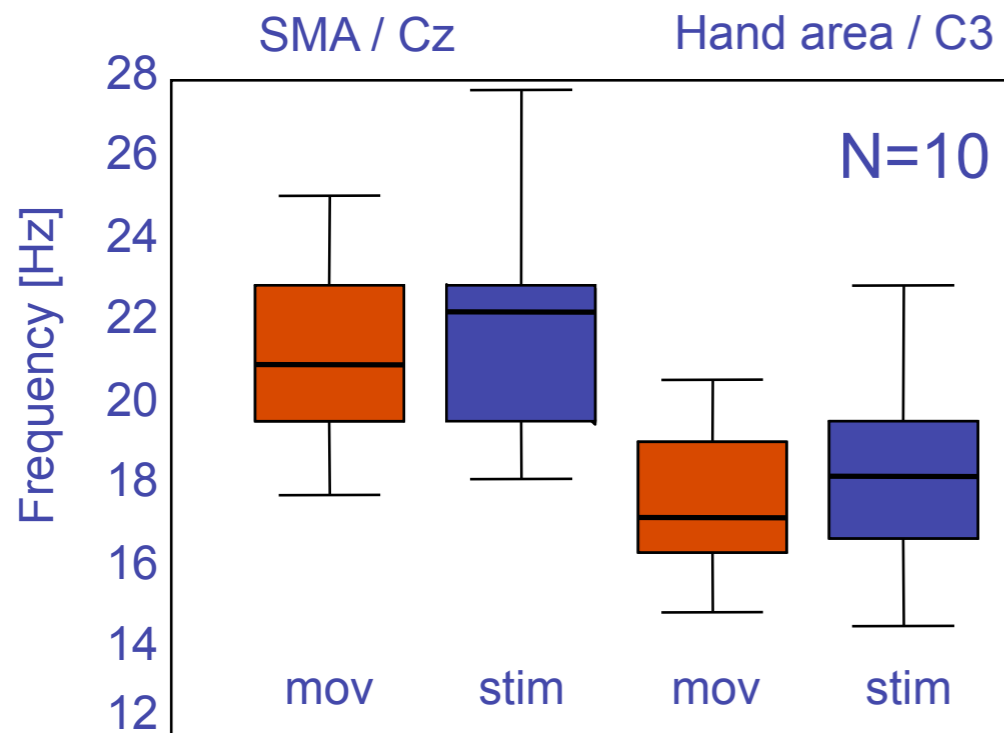
Imaginación
de
movimiento



Pfurtscheller and Aranibar 1979
Pfurtscheller and Neuper 1997
Pfurtscheller and Lopes da Silva 1999
Gerardin et. al. 2000
Müller-Putz 2003 and 2007

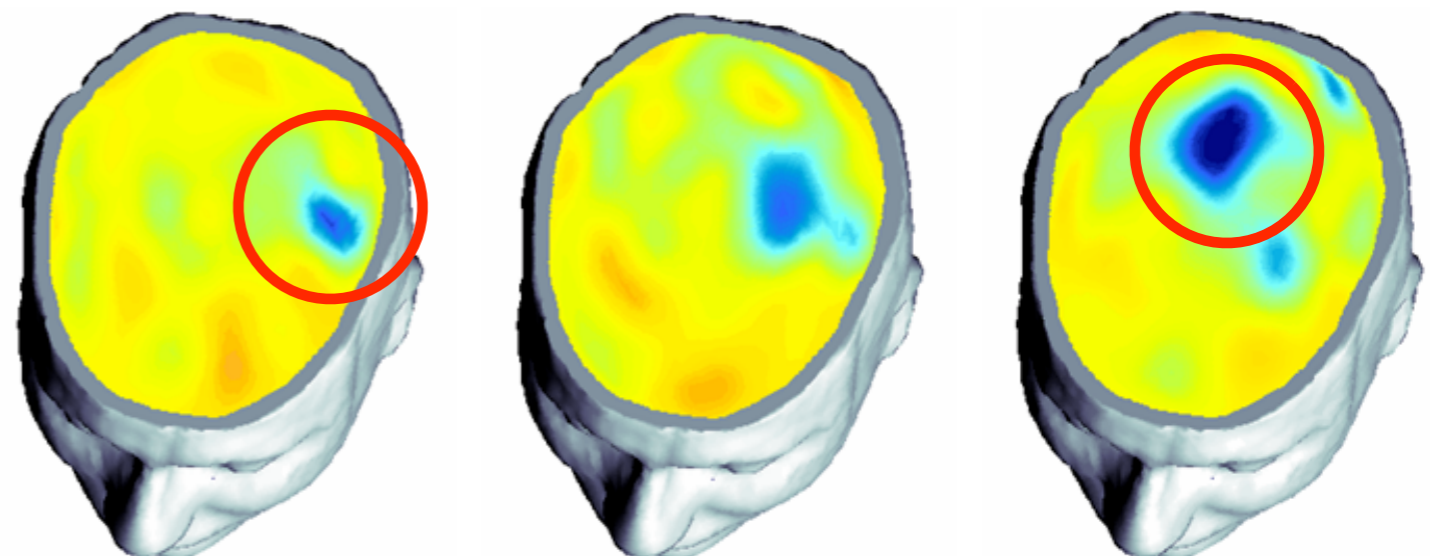
Características del Beta ERS o beta-rebound

- Organización somatotópica estricta
- Componentes frecuenciales somatotopicamente específicos
- “Cross-talk” entre las áreas de representación y el área motora suplementaria



Neuper and Pfurtscheller 2001
Cassim et. al. 2001

Imaginación de movimiento de mano derecha



Salmelin et. al. 1995

Nuevas aplicaciones de BCIs

- En la actualidad las BCI son atractivas como control alternativo para el público en general

Rehabilitación



Multimedia



Scherer et. al. 2007

Videojuegos



Müller-Putz et. al. 2006
Nijholt 2008

Brain switch asincrónico

- Una BCI que detecta un único patrón en el EEG

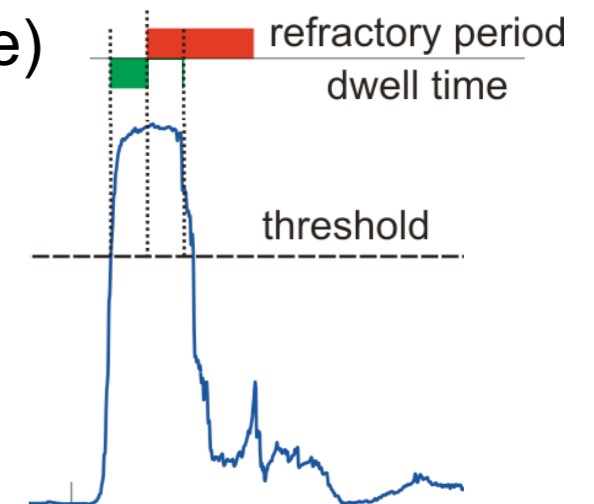
Mason and Birch 2005
Fatourechí et. al. 2008
Morash et. al. 2008

- Problemas para un “uso fuera del lab”

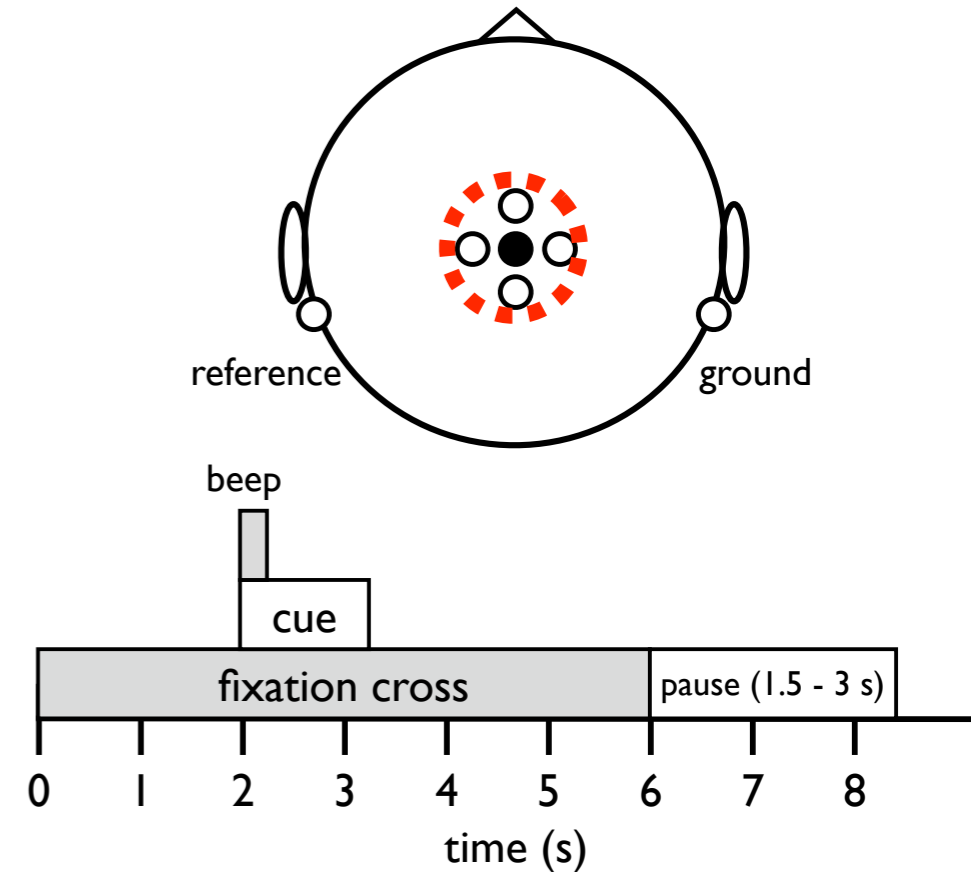
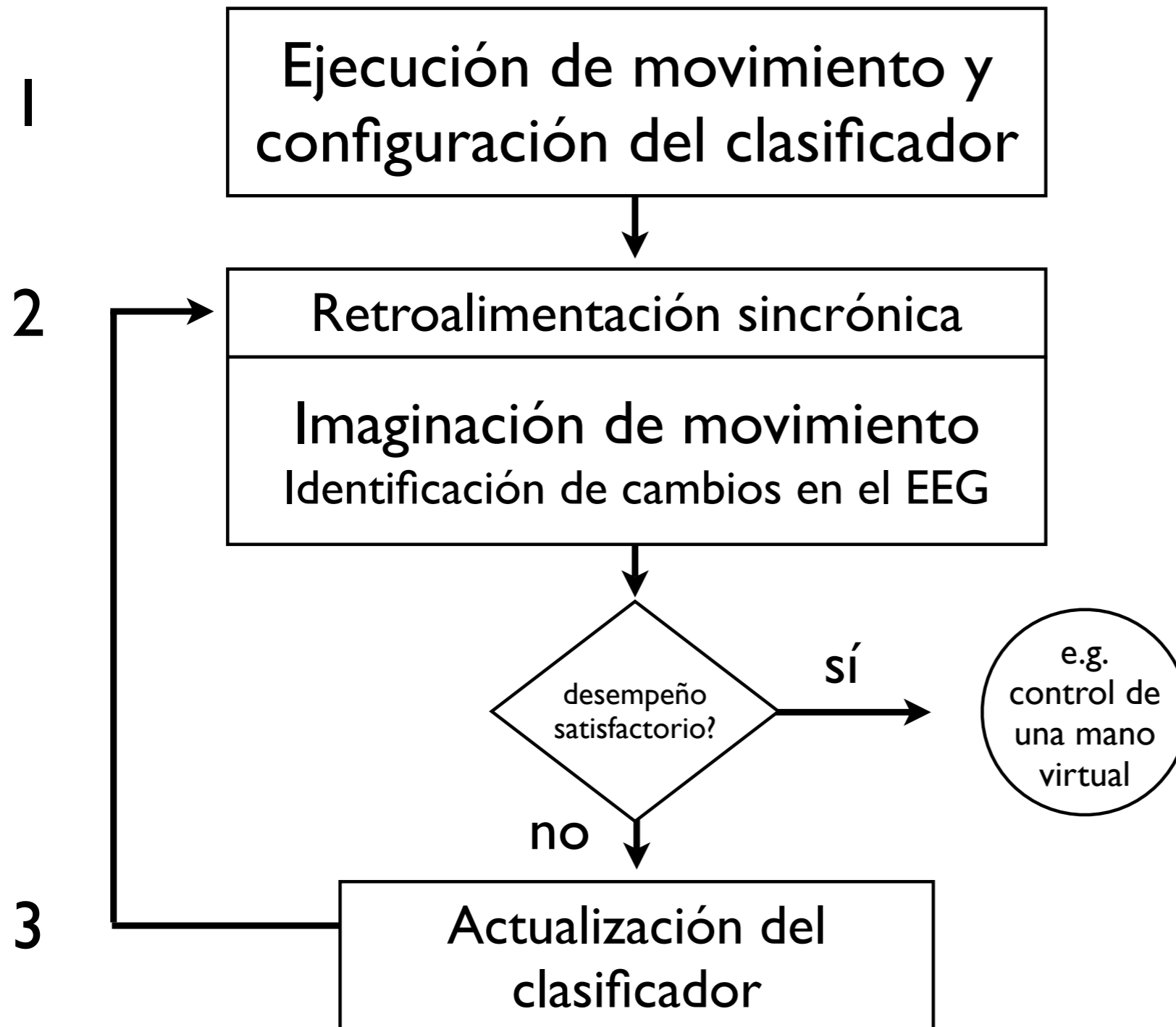
- Montaje sencillo
- Estrategia simple para generar un clasificador (confiable)
- Retroalimentación rápida
- Apropiaada para usuarios sanos

- soluciones

- conjunto reducido de electrodos : **derivación Laplaciana**
- uso de un patrón cerebral estable: **beta ERS**
- optimización rápida (clasificador y características): **SVM / LDA + DSLVQ**
- entrenamiento con ejecución real de movimiento: **flexión balística de pies**



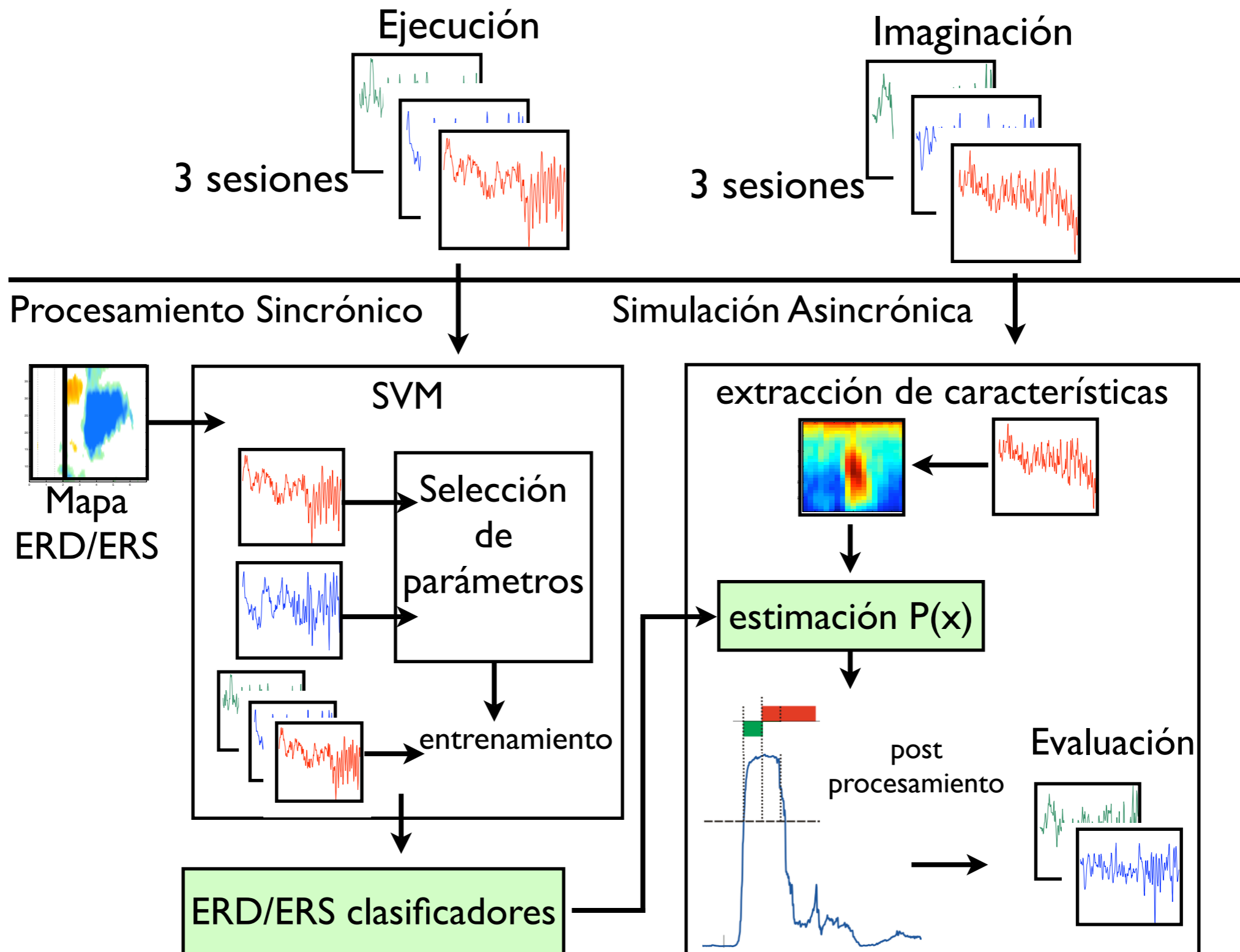
Esquema



Solis-Escalante et. al. 2008
 Leeb et. al. 2009
 Pfurtscheller et. al. 2009



Metodología

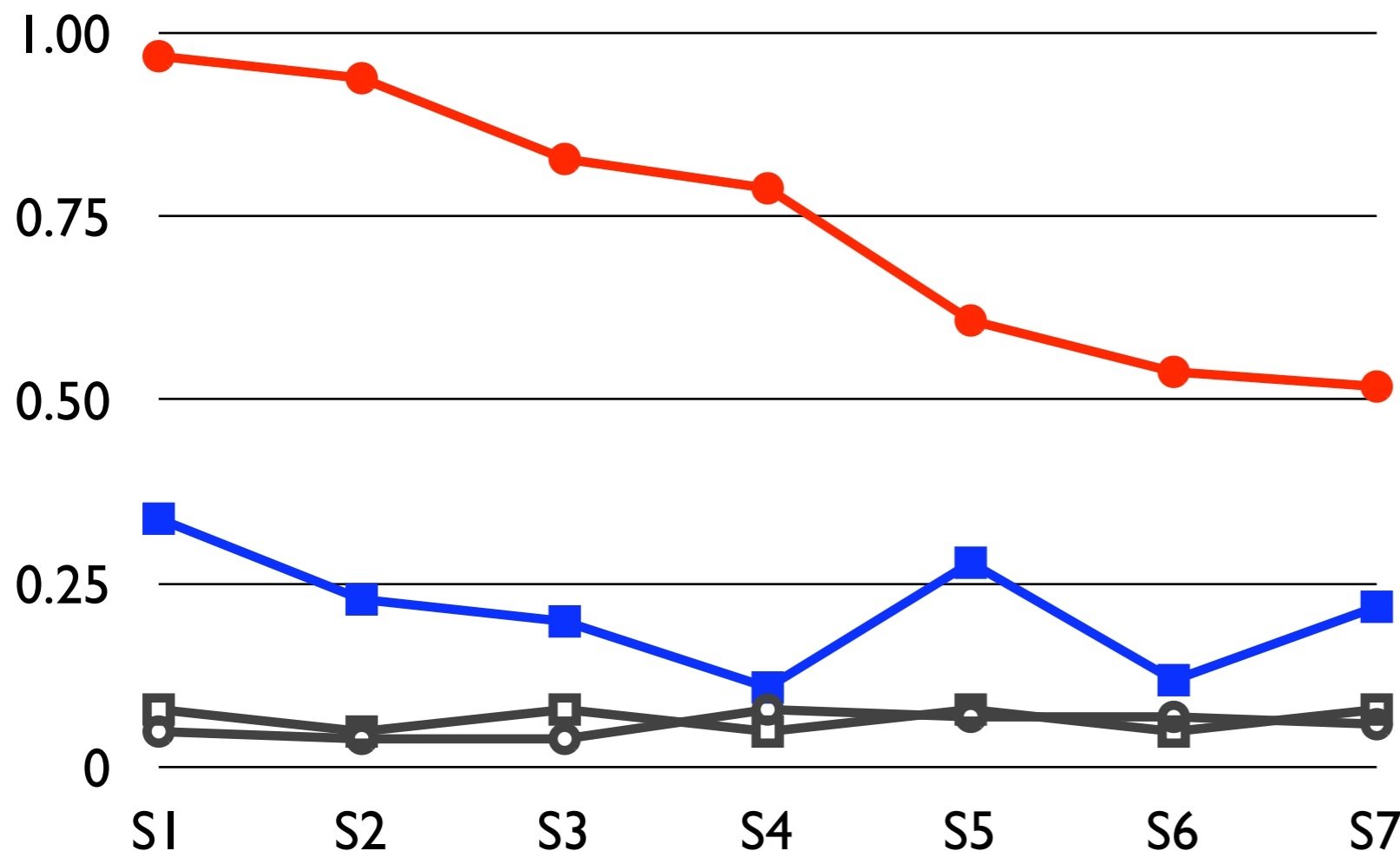


Preguntas

- Es posible...
 - detectar la ejecución de movimiento con una sólo derivación Laplaciana? Solis-Escalante et. al. 2008
 - utilizar la beta ERS para un brain switch?
Pfurtscheller and Solis-Escalante 2009
 - detectar imaginación de movimiento (MI) con un clasificador entrenado con ejecución de movimiento (ME)?
Solis-Escalante et. al. submitted

Detección de ME

- 7 sujetos, clasificador: SVM + 29 características
- ERD/ERS independientemente



ERS
TPR = 0.74

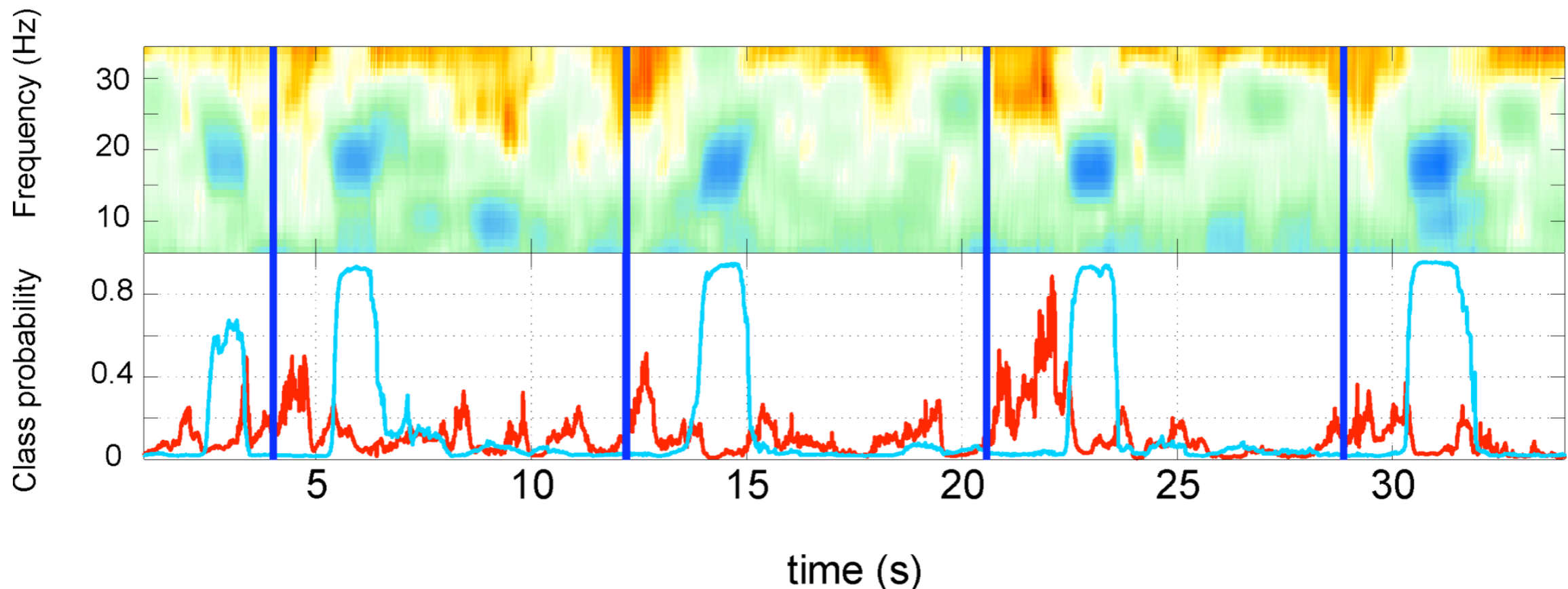
ERD
TPR = 0.21

FPR ≤ 0.1



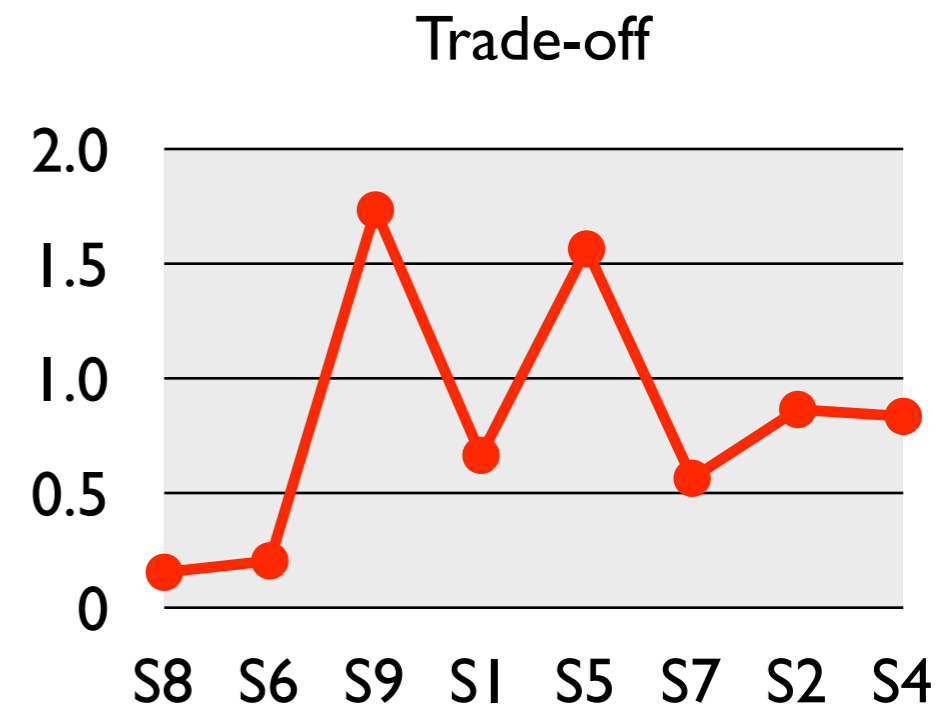
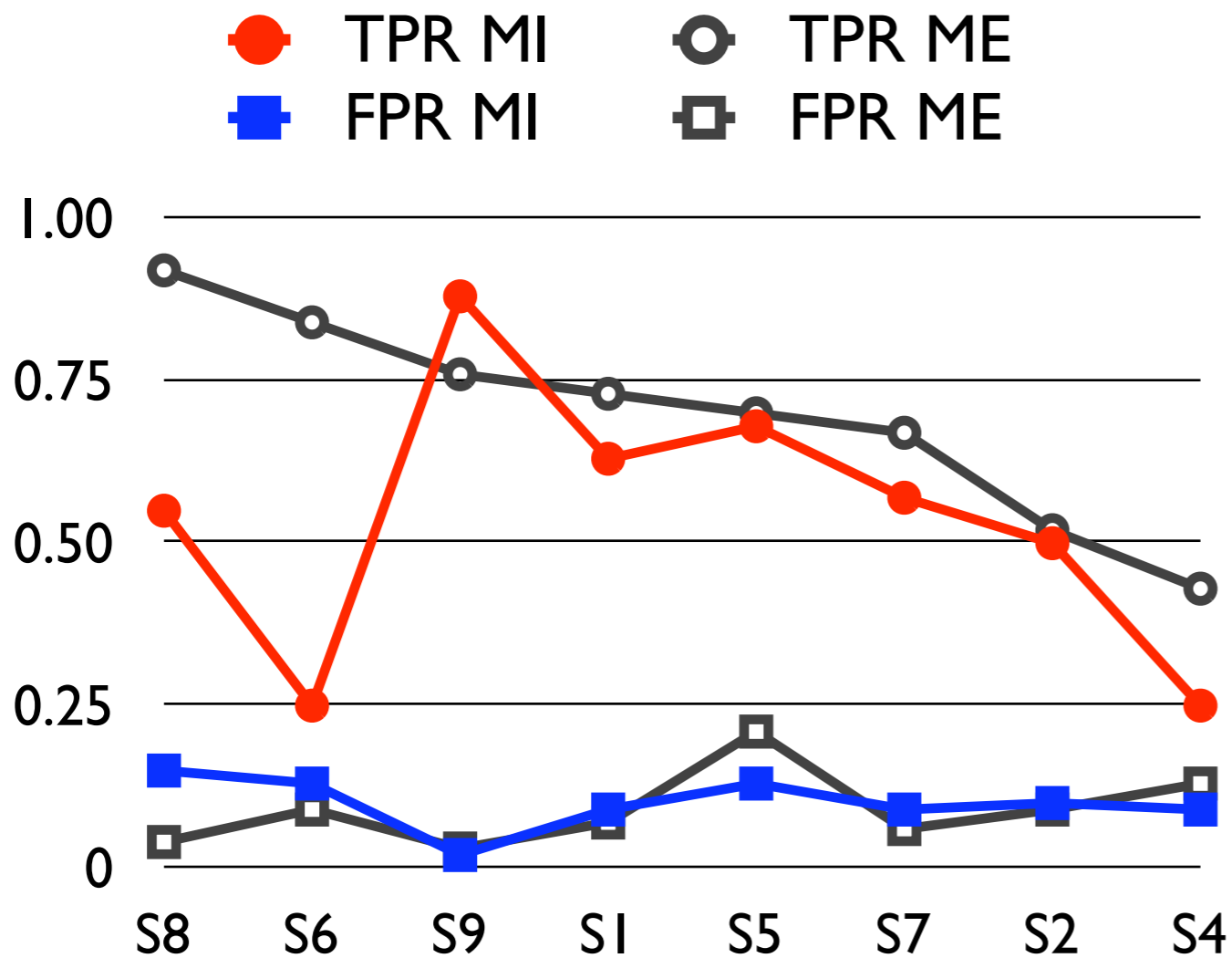
Uso de beta ERS para un brain switch

- 5 sujetos, clasificador: SVM + 29 características
- Clasificación de MI con ERD y ERS
- ERD con un TPR máximo de 0.39 (promedio 0.28)
- ERS con un TPR máximo de 0.79 (promedio 0.59)
- FPR fue mantenido abajo de 0.10



ME-MI

- 9 sujetos, clasificador: SVM + 29 características



Imaginación
TPR = 0.54

Ejecución
TPR = 0.70

Trade-off 0.83

Respuestas

- Es posible...
 - detectar la ejecución de movimiento con una sólo derivación Laplaciana.
 - y ERD+ERS podría mejorar el desempeño
 - utilizar la beta ERS para un brain switch.
 - ERS es una mejor característica que ERD
 - detectar imaginación de movimiento (MI) con un clasificador entrenado con ejecución de movimiento (ME)?
 - con un trade-off de 83%
 - pudiendo mejorar con una actualización del clasificador y entrenamiento del usuario

Experimentos en línea

COST Neuromath

Müller-Putz et. al. 2008
Leeb et. al. 2009

- Brain switch de rápida configuración
- Control de una mano virtual con un brain switch

- Diseño en 3 etapas

–ME guiada



–MI guiada



–MI libre

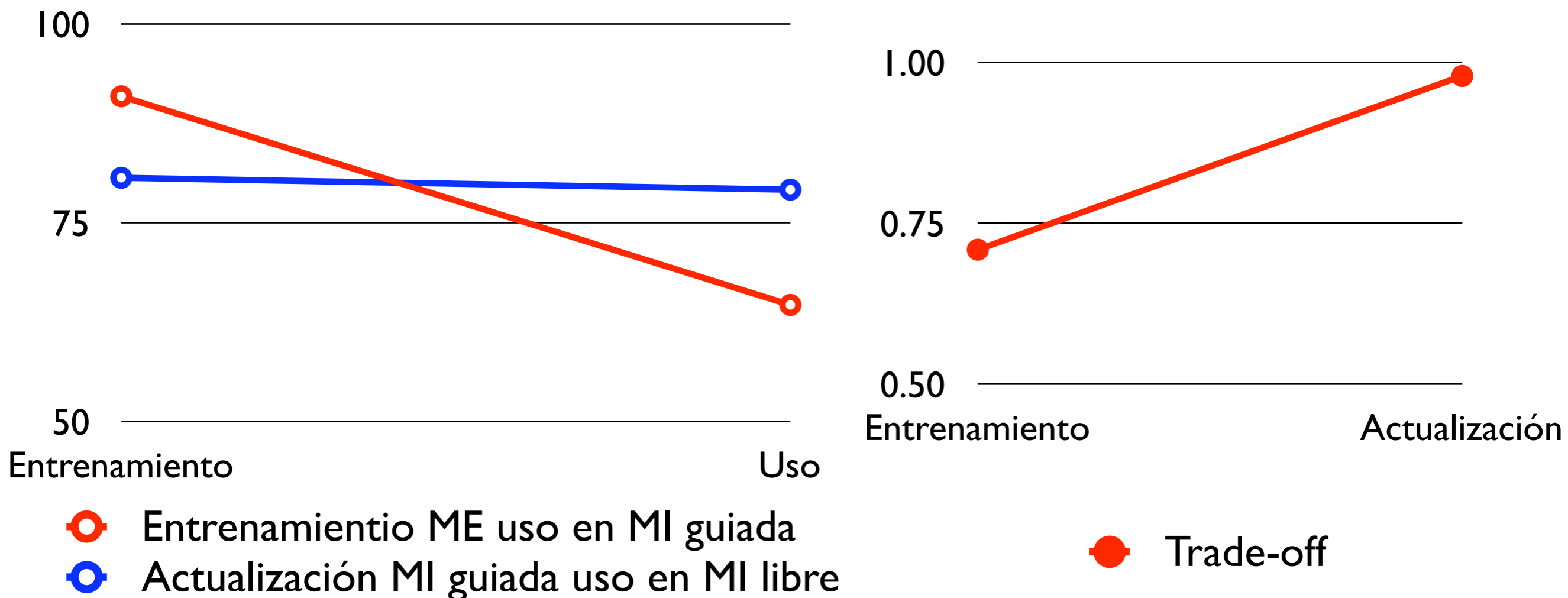


Online 1 Online 2

entrenamiento y calibración	familiarización
re-calibración	entrenamiento y calibración
evaluación	evaluación

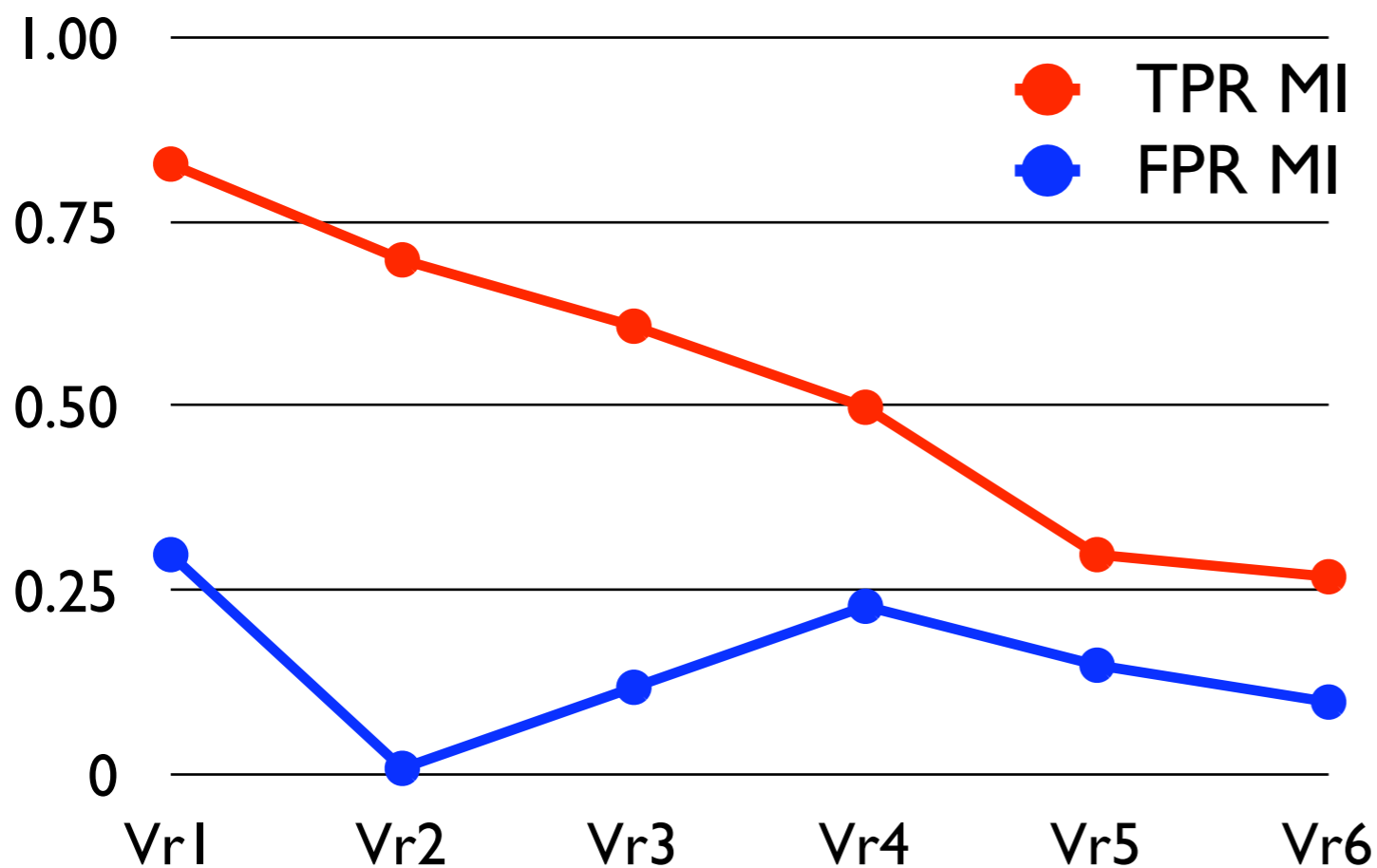
Resultados

- Brain switch de rápida configuración
 - 4 sujetos, certeza promedio
 - clasificador: LDA + 1 característica



Resultados

- Control de una mano virtual con un brain switch
 - 6 sujetos
 - clasificador: LDA con 2 características (ERD + ERS)



Desempeño promedio

TPR = 0.53

FPR = 0.15

Resumen

- Nuevas aplicaciones de BCI para usuarios sanos
- Los patrones ERD y ERS son similares entre diferentes tipos de movimiento
- Este trabajo presenta un brain switch con una FPR baja y de rápida configuración

Trabajo futuro

- Configuración automática
- Maximización del trade-off
- Combinación con otras BCI (BCI híbrida)

Financiamiento

Este trabajo ha sido parcialmente patrocinado por:

PRESENCIA (IST-2006-2773 I)

FWF-Austria (P20848-N15)

Austrian Allgemeine Unfallversicherung

Lorenz Böhler Gesellschaft

Steirermärkische Landesregierung
(GZ:A3-16B74-05/I)

Gracias



Gernot Müller-Putz, Clemens Brunner, Robert Leeb y Vera Kaiser

Laboratory of Brain-Computer Interfaces

Institute for Knowledge Discovery

Graz University of Technology

Austria

<http://bci.tugraz.at/>