Dr. Manuel Ortega Cantero

Escuela Superior de Informática
Edificio Fermín Caballero, Desp A-1
Paseo de la Universidad, 4
13071 – Ciudad Real (España)

e-mail: Manuel.Ortega@uclm.es
Telf.: 926295481

TUTORIAL: Reconocimiento de patrones de interacción mediante eye tracking.

Manuel Ortega Cantero

San Juan de Pasto, 31 de octubre de 2017

Tercer Congreso Andino en Computación, Informática y Educación

- Reconocimiento de patrones de interacción mediante eye tracking
- Reconocimientos:
  - Ana Isabel Molina
- Contenidos:
  - https://blog.uclm.es/manuelortega/2017/10/25/tutorial-en-san-juan-de-pasto-colombia/

Sumario

- Presentación del grupo CHICO
- Líneas de investigación en CHICO
- Introducción al Seguimiento ocular (Eye Tracking)
- Experimentos en CHICO
- Eye tracker y EEG
- Conclusiones del Tutorial

CHICO Group

1. Dr. Manuel Ortega
2. Dr. Miguel A. Redondo
3. Dr. Crescencio Bravo
4. Dra. Ana Isabel Molina
5. Dra. Carmen Lacave
6. Dr. Miguel Lacruz
7. Dr. Óscar Navarro
8. Dr. Emiliano Almansa
9. Dr. Demetrio Fuentes
10. Dr. José J. Castro (AIR)
11. Dr. Carlos González. (AIR)
12. Dr. Javier A. Albusac. (AIR)
13. Dr. David Vallejo. (AIR)
14. Dr. Maximiliano Paredes (URJC)
15. Dr. Rafael Duque (Cantabria)
16. Dr. Francisco Jurado (Autónoma de Madrid)
17. Dr. Jesús Gallardo (Zaragoza)
18. Dr. William J. Giraldo (Quindío)
19. Dr. Christian Navarro (Baja California)
20. Ángeles Silvestre
21. Yoel Arroyo
22. Santiago Sánchez
23. M. Ángeles García
24. Raúl Abad

Grupo CHICO

- CHICO (*Computer Human Interaction and COllaboration*)
- Líneas de Investigación
  - **Informática Educativa y Sistemas para la Colaboración**
    - Aprendizaje Colaborativo (CSCL)
    - Diseño y desarrollo de sistemas CSCL
    - Técnicas de modelado instruccional
    - Análisis de la colaboración y consejo inteligente (ITS)
    - Diseño y evaluación de sistemas *m-learning*
    - Aplicación de nuevos paradigmas de interacción a la educación
  - **Interacción Persona-Ordenador (IPO)**
    - Ingeniería Groupware
      - Diseño de metodologías para desarrollo centrado en el usuario de sistemas interactivos y/o colaborativos
    - Diseño de la interacción mediante estilos y paradigmas novedosos
      - Computación móvil y ubicua
      - Realidad Virtual y Aumentada
      - Interacción natural
    - Evaluación de sistemas interactivos
      - **Laboratorio de Usabilidad** del grupo CHICO

http://blog.uclm.es/grupochico/

Introducción / Motivación

- **Evaluación de sistemas y materiales educativos**
  - **Medidas indirectas (subjetivas)**
    - Cuestionarios de percepción subjetiva
    - Entrevistas
    - *Thinking aloud*
  - **Medidas directas (objetivas)**
    - Métricas
    - *Logging* automático

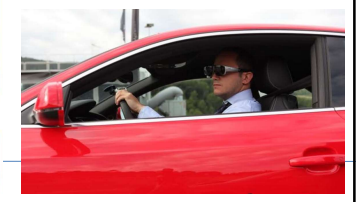
Motivación - Objetivo

- **Inconveniente de las medidas subjetivas:**
  - **Sesgos**
  - **Deseabilidad social**

- **Combinación de técnicas**
  - **Subjetivas + Objetivas**
  - Esfuerzo de exploración visual → Técnicas de seguimiento ocular (***eye tracking***)

Introducción al Eye Tracking

- Equipamiento



Introducción al Eye Tracking

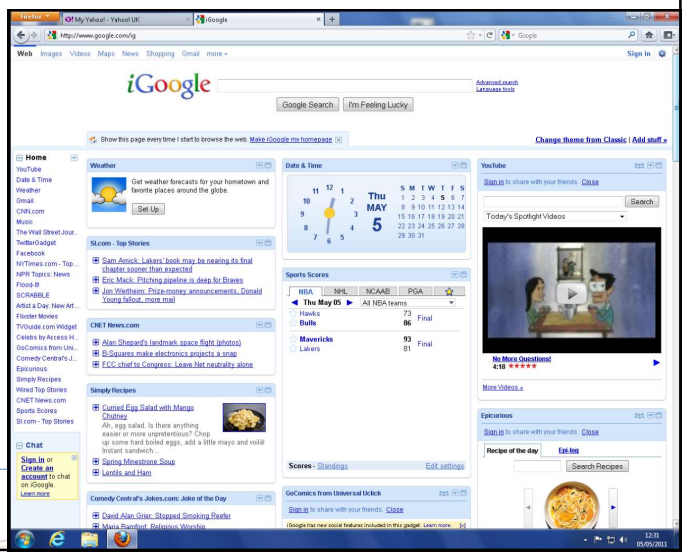
- **Hipótesis**: *"Existe un vínculo entre el comportamiento de exploración visual y la actividad cognitiva"*
- Añadir **evidencias** de naturaleza **física** a la evaluación de aspectos como l*a comprensión* de información visual, *el esfuerzo visual (carga cognitiva)* y el *interés*
- Técnica aplicada en varios ámbitos (publicidad, evaluación de usabilidad de GUIs, evaluación de materiales docentes, …)

Proporciona respuestas a:

- *¿Dónde miran las personas cuando analizan o tratan de comprender información de naturaleza gráfica?*
- *¿En qué partes fijan más su atención? (número de veces o cantidad de tiempo)*
- *¿Cómo exploran y examinan la información mostrada en pantalla? ¿Orden de exploración?*

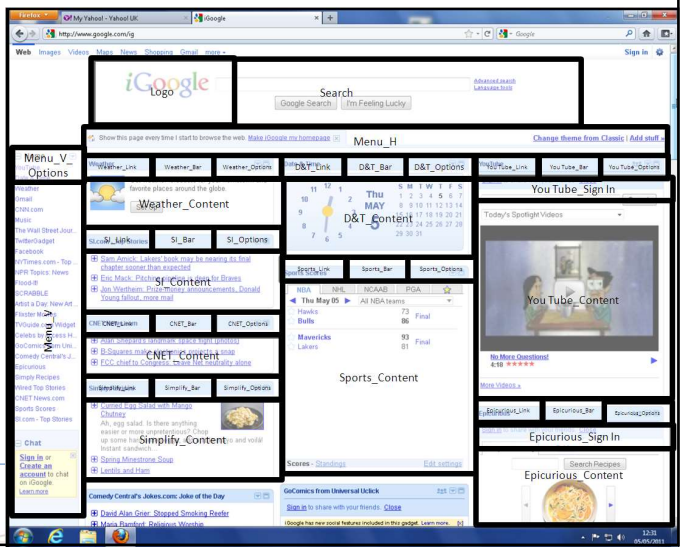
Introducción al Eye Tracking

- Terminología



Introducción al Eye Tracking

- **Terminología**
  - **AOI** (Áreas de Interés)

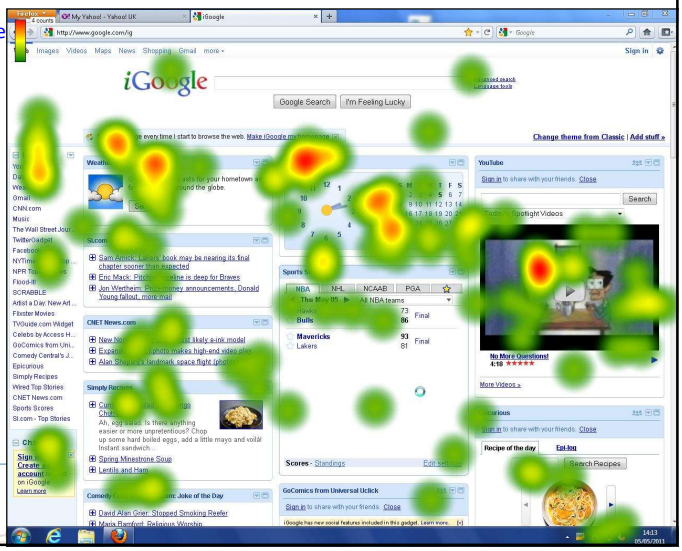


Introducción al Eye Tracking

- **Terminología**
  - **Fijaciones**
    - Número, duración,.
  - ***Scan path*** (ruta de escaneo)

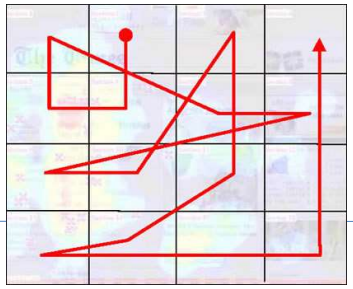
Introducción al Eye Tracking

- **Terminología**
  - ***Heat maps*** (mapa de calor)



Uso de las técnicas de Eye Tracking

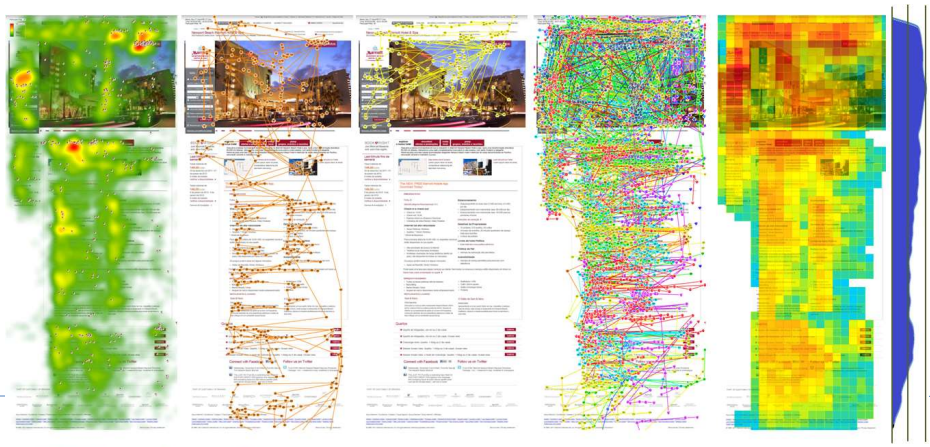
- **Evaluación de la usabilidad web**
  - Ceguera al *banner*
  - *Patrón F*
  - *Patrón Z de Guttenberg*



Uso de las técnicas de Eye Tracking

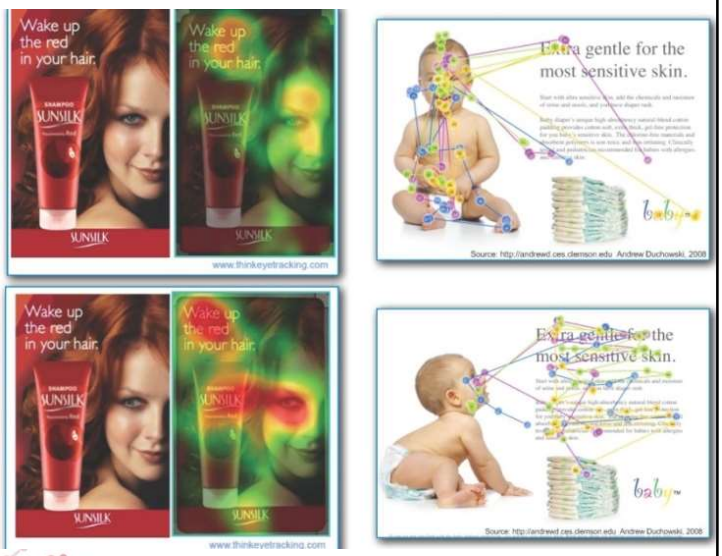
- **Evaluación de la Usabilidad en Web**

Ceguera al banner



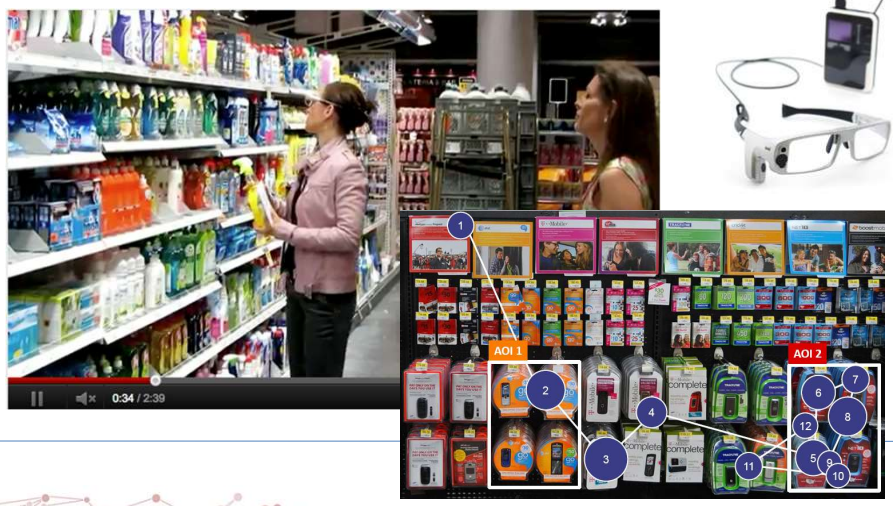
Uso de las técnicas de Eye Tracking

- **Publicidad**



Uso de las técnicas de Eye Tracking

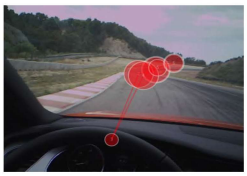
- **Marketing y Packaging**



Gafas de seguimiento ocular

Uso de las técnicas de Eye Tracking

- **Conducción segura**
  - *Detección de fatiga*
  - *Distractores*
  - *…*



Unknown route (2nd lap)

Known route (6th lap)

Unknown route

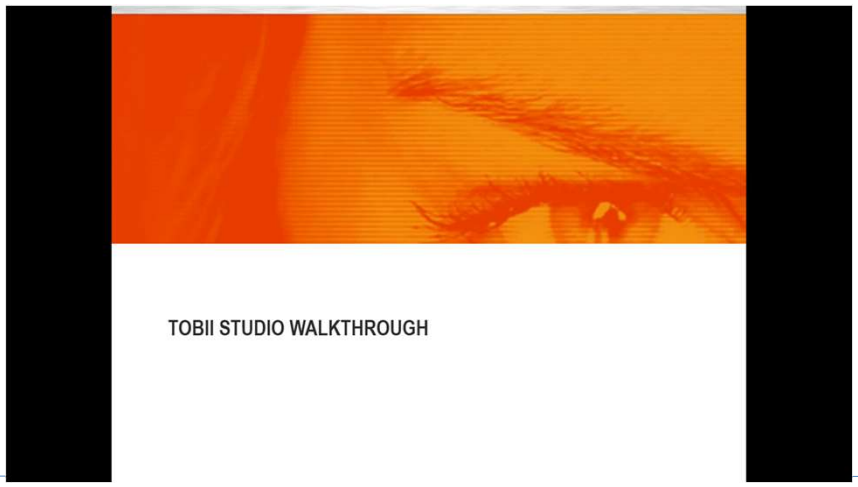
Known route

EXPERIMENTOS EN CHICO

Equipamiento en CHICO (ESI – UCLM)

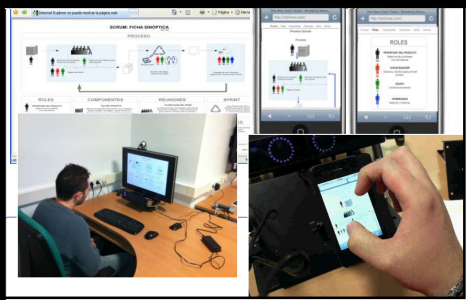
- Laboratorio Usabilidad (CHICO-UCLM)

Tobii Studio



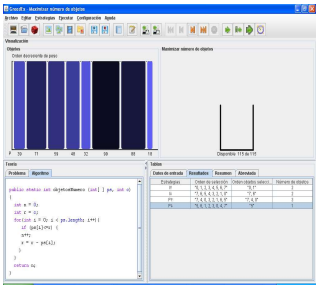
Experimentación en CHICO

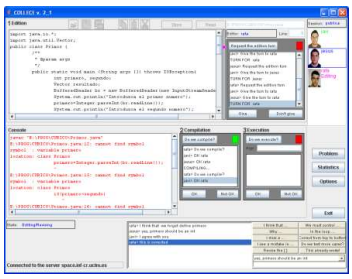
[redacted]



Algunos estudios realizados en el grupo CHICO

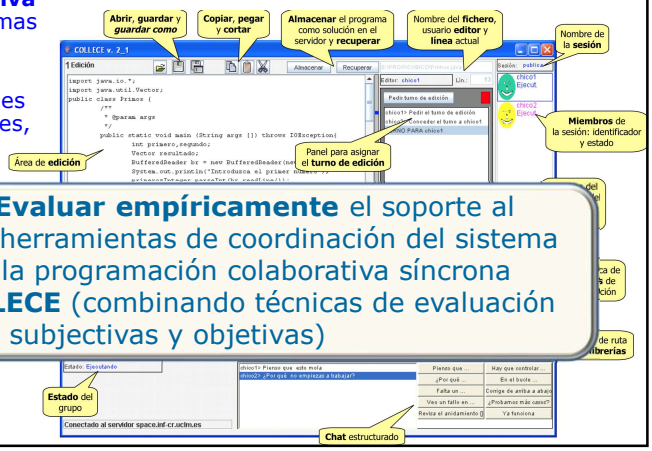
- Evaluación de **técnicas de visualización de algoritmos en sistemas de aprendizaje (GreedEx)**
- Evaluación de **COLLECE (un sistema colaborativo para la enseñanza de la programación)**
- **…**



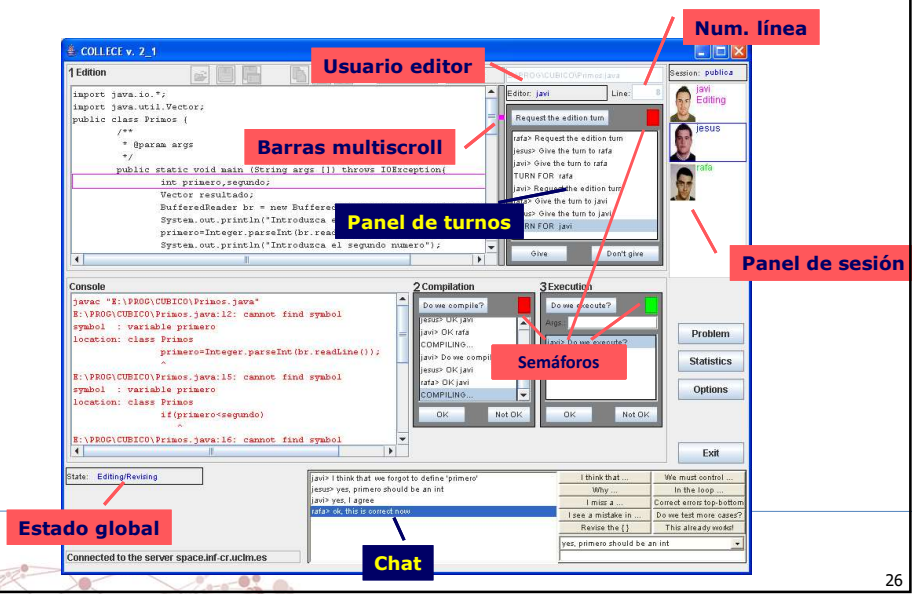


COLLECE

- COLLECE (COLLaborative Edition, Compilation and Execution of programs)
  - Edición, compilación y ejecución **colaborativa síncrona** de programas en Java y C
  - **Awareness**
  - **Evaluado** en múltiples ocasiones (estudiantes, investigadores, profesionales del



OBJETIVO: **Evaluar empíricamente** el soporte al awareness y las herramientas de coordinación del sistema de soporte a la programación colaborativa síncrona distribuida **COLLECE** (combinando técnicas de evaluación subjectivas y objetivas)



26

- **Participantes**
  - **10 sujetos**
  - Alumnos de la **UCLM** – Asignatura "*Sistemas para la Colaboración*" (5º Curso de Ingeniería Informática)
    - Conocen terminología de *groupware* (awareness)
    - Buenos conocimientos en programación en Java (ICE)
  - **Participación voluntaria**
- **Tarea**
  - Modificar un programa en ICE (*Internet Communication Engine*)
  - Tiempo: 15 min. máx
  - Grupos de 2 alumnos (creados de forma aleatoria)
- **Diseño experimental**
  - Recomendaciones metodológicas de Nielsen y Pernice
  - ***Pre-test*** > ***Intervención*** > ***Post-test***

Framework TAM	PreTest	
AOI-*awareness*	**Utilidad (PU)**	**Intención de uso (ITU)**
AOI-Panel de sesión	**4,80 (0,45)**	**4,80 (0,45)**
AOI-Editor	4,00 (1,22)	4,00 (1,22)
AOI-MultiScroll	3,60 (1,67)	3,60 (1,67)
AOI-Semáforos	**4,80 (0,45)**	**4,60 (0,55)**
AOI-Estado global	4,00 (1,00)	4,00 (1,00)
AOI-Línea	**4,40 (0,89)**	**4,20 (0,84)**

Medida subjetiva (**cuestionario**)

Framework TAM	PreTest		PostTest
AOI-*awareness*	**Utilidad (PU)**	**Intención de uso (ITU)**	**Utilidad (PU)**
AOI-Panel de sesión	**4,80 (0,45)**	**4,80 (0,45)**	**4,60 (0,89)**
AOI-Editor	4,00 (1,22)	4,00 (1,22)	4,00 (1,00)
AOI-MultiScroll	3,60 (1,67)	3,60 (1,67)	3,80 (1,79)
AOI-Semáforos	**4,80 (0,45)**	**4,60 (0,55)**	**4,60 (0,55)**
AOI-Estado global	4,00 (1,00)	4,00 (1,00)	3,00 (1,00)
AOI-Línea	**4,40 (0,89)**	**4,20 (0,84)**	3,60 (1,95)

Medida subjetiva (**cuestionario**)

Framework TAM	PreTest		PostTest
AOI-*awareness*	**Utilidad (PU)**	**Intención de uso (ITU)**	**Utilidad (PU)**
AOI-Panel de sesión	**4,80 (0,45)**	**4,80 (0,45)**	**4,60 (0,89)**
AOI-Editor	4,00 (1,22)	4,00 (1,22)	4,00 (1,00)
AOI-MultiScroll	3,60 (1,67)	3,60 (1,67)	3,80 (1,79)
AOI-Semáforos	**4,80 (0,45)**	**4,60 (0,55)**	**4,60 (0,55)**
AOI-Estado global	4,00 (1,00)	4,00 (1,00)	3,00 (1,00)
AOI-Línea	**4,40 (0,89)**	**4,20 (0,84)**	3,60 (1,95)

Medida subjetiva (**cuestionario**)

AOI-*awareness*	**#Fijaciones en la AOI**	**Tiempo de inspección de la AOI**	**% Tiempo Insp. de la AOI**
AOI-Panel de sesión	**26,00 (17,82)**	**6,35 (4,15)**	**0,52 (0,31)**
AOI-Editor	16,20 (10,43)	4,56 (3,30)	0,41 (0,30)
AOI-MultiScroll	13,20 (13,66)	4,23 (4,78)	0,35 (0,38)
AOI-Semáforos	11,40 (8,17)	2,01 (1,39)	0,16 (0,10)
AOI-Estado global	5,60 (2,41)	1,14 (0,65)	0,10 (0,06)
AOI-Línea	**2,00 (2,35)**	**0,32 (0,33)**	**0,03 (0,03)**

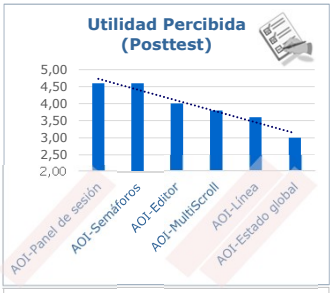
Medida objetiva (**eye tracker**)

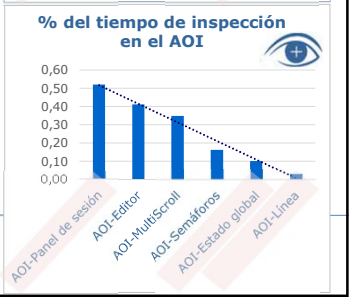
Framework TAM	PreTest		PostTest
AOI-*awareness*	**Utilidad (PU)**	**Intención de uso (ITU)**	**Utilidad (PU)**
AOI-Panel de sesión	**4,80 (0,45)**	**4,80 (0,45)**	**4,60 (0,89)**
AOI-Editor	4,00 (1,22)	4,00 (1,22)	4,00 (1,00)
AOI-MultiScroll	3,60 (1,67)	3,60 (1,67)	3,80 (1,79)
AOI-Semáforos	**4,80 (0,45)**	**4,60 (0,55)**	**4,60 (0,55)**
AOI-Estado global	4,00 (1,00)	4,00 (1,00)	3,00 (1,00)
AOI-Línea	**4,40 (0,89)**	**4,20 (0,84)**	3,60 (1,95)

Medida subjetiva (**cuestionario**)

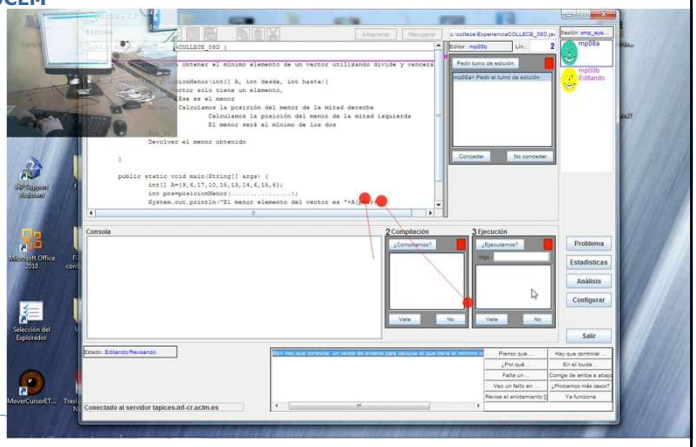
AOI-*awareness*	**#Fijaciones en la AOI**	**Tiempo de inspección de la AOI**	**% Tiempo Insp. de la AOI**
AOI-Panel de sesión	**26,00 (17,82)**	**6,35 (4,15)**	**0,52 (0,31)**
AOI-Editor	16,20 (10,43)	4,56 (3,30)	0,41 (0,30)
AOI-MultiScroll	13,20 (13,66)	4,23 (4,78)	0,35 (0,38)
AOI-Semáforos	11,40 (8,17)	2,01 (1,39)	0,16 (0,10)
AOI-Estado global	5,60 (2,41)	1,14 (0,65)	0,10 (0,06)
AOI-Línea	**2,00 (2,35)**	**0,32 (0,33)**	**0,03 (0,03)**

Medida objetiva (**eye tracker**)





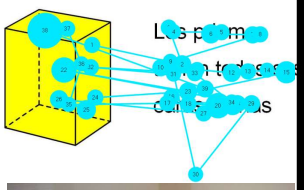
- **Participantes**
  - **94 alumnos (47 parejas)**
  - Alumnos de la **UCLM**



EXPERIMENTOS CON NIÑOS

Experimentación con niños

- **Distintas edades**
  - *Educación Primaria*
  - *Necesidades especiales*
  - *…*



[redacted]

Evaluation of multimedia educational materials using eye tracking

Óscar Navarro
Ana Isabel Molina
Miguel Lacruz
Manuel Ortega

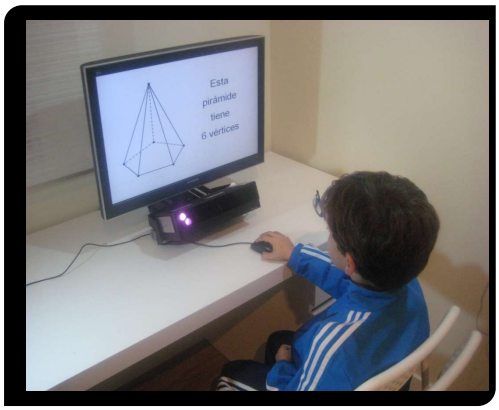
Resumen del trabajo

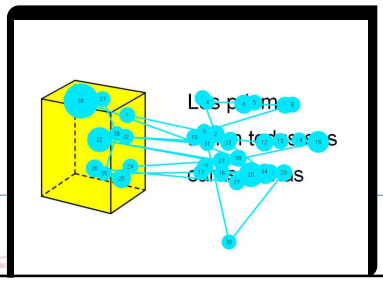
- *Introducción*
- *Propósito del estudio*
- *Metodología*
- *Análisis de los datos*
- *Conclusiones*

Introducción

- En Educación es común usar materiales multimedia y diversos recursos como herramientas en el proceso de enseñanza/aprendizaje
- El uso de pizarras interactivas, tablets e Internet requiere el desarrollo de materiales multimedia.

Introducción



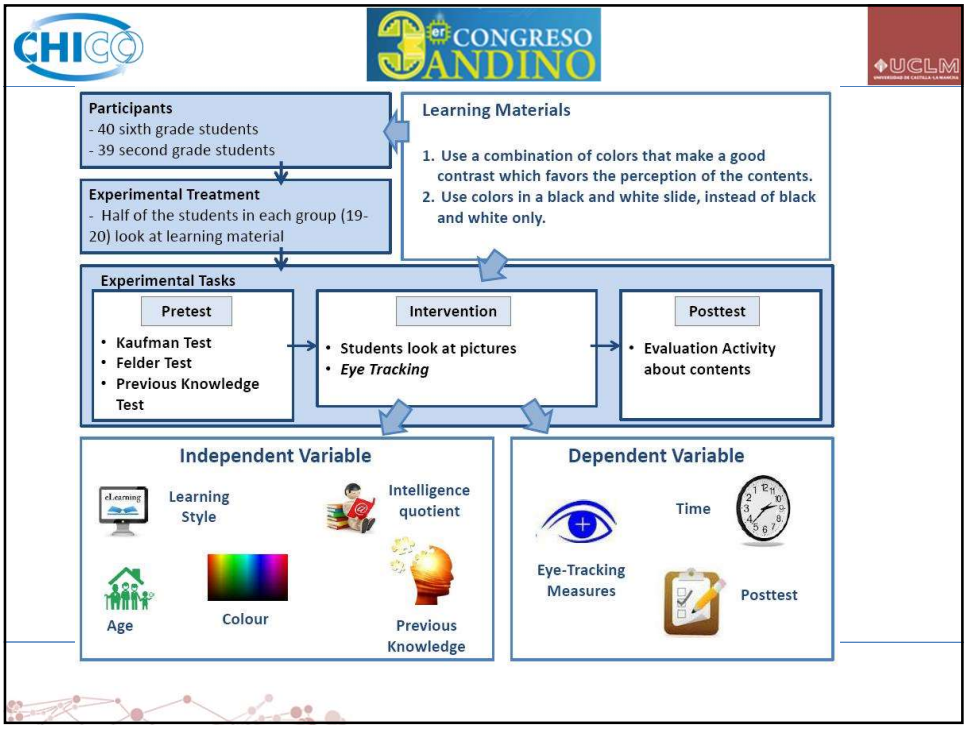


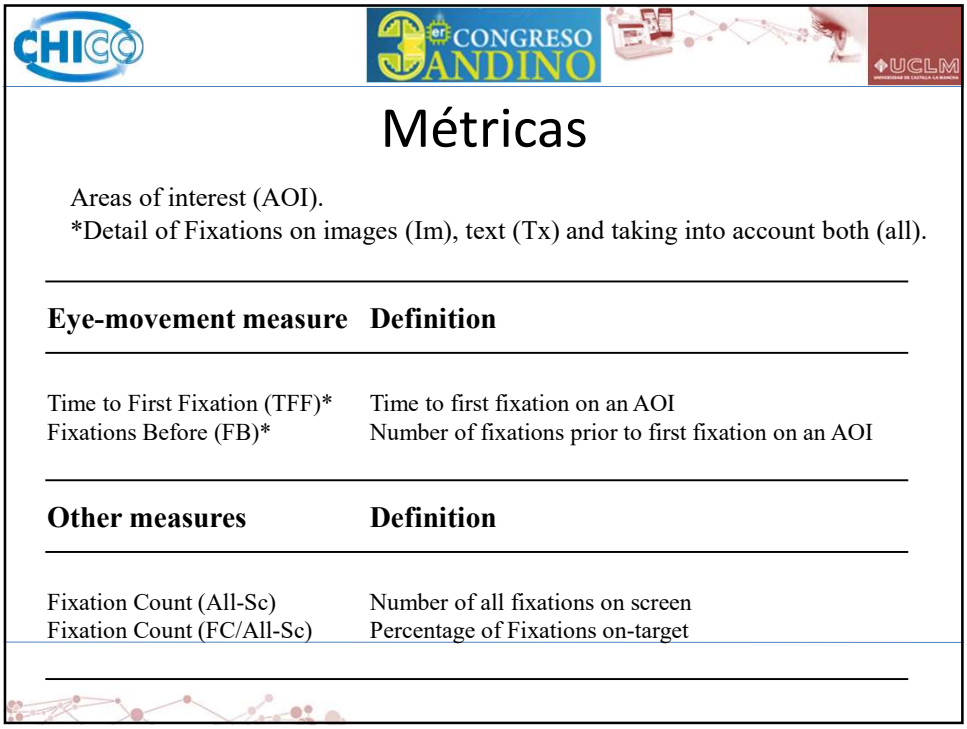
Introducción. Signaling Principle

- Signaling Principle es el hecho de que los aprendices aprenden más cuando se les presentan ayudas que resalten la organización de los contenidos esenciales.
  - Principles of Multimedia Learning. Richard Mayer (Mayer, 2005) (Mayer, 2009).
- Esta investigación intentaba ver cómo afecta el uso del color en los materiales multimedia
  - Es importante el uso de colores que sean fácilmente diferenciables.
  - Usar un alto contraste para distinguirlos

Propósito del estudio

- El objetivo fue investigar los efectos del color en una presentación multimedia en Educación Primaria en Ciudad Real (España).
- Segundo y Sexto grado de Educación Primaria
  - Representa dos momentos clave en la evolución de los alumnos
- Hipótesis de investigación:
  - **H**: **Habrá una mayor eficiencia en la retención de los contenidos si el color en una presentación multimedia se usa convenientemente.**
    - **H_1**- Existe una eficiencia mayor en la retención de contenidos si incluimos colores con alto contraste.
    - **H_2**- Existe una mayor eficiencia en la retención de contenidos si un área se destaca con color sobre blanco y negro en lugar usar solo blanco y negro.





Métricas

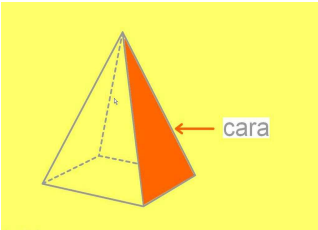
Areas of interest (AOI).
*Detail of Fixations on images (Im), text (Tx) and taking into account both (all).

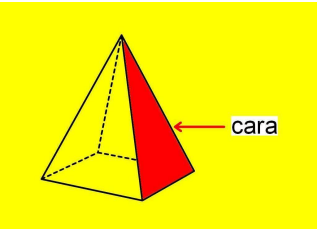
Eye-movement measure	Definition
Time to First Fixation (TFF)*	Time to first fixation on an AOI
Fixations Before (FB)*	Number of fixations prior to first fixation on an AOI

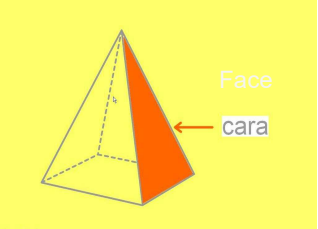
Other measures	Definition
Fixation Count (All-Sc)	Number of all fixations on screen
Fixation Count (FC/All-Sc)	Percentage of Fixations on-target

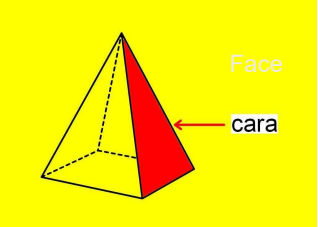
Experimento 1

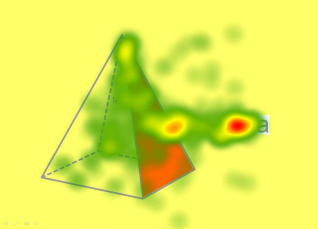
Hipótesis 1: Existe una eficiencia mayor en la retención de contenidos si incluimos colores con alto contraste.

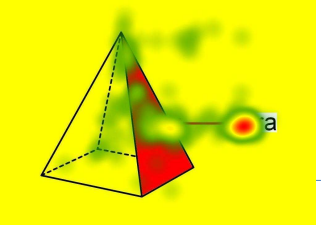






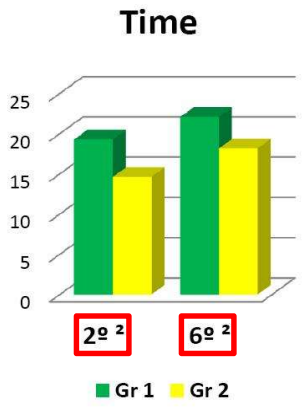


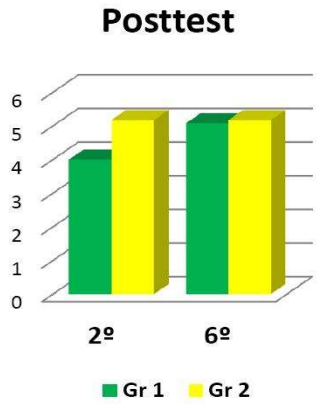




Gr. 1 = Grupo de Control

Gr. 2 = Grupo Experimental





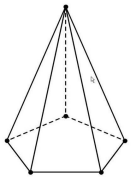
Métricas del Experimento 1

EXPERIMENTO 1								
	Time First Fix.			Fix. Before			Other	
	Im	Tx	All	Im	Tx	All	All-Sc	FC/ All-Sc
G1 2º	0.74	0.70[3]	0.41[3]	6.26	6.68	3.11	57.68	0.68
G2 2º	0.55[3]	0.51[3]	0.22[3]	6.70	6.60	3.10	49.50	0.70
G1 6º	0.17[3]	4.90[2]	0.15[3]	0.75[2]	33.45[3]	0.55[2]	81.75[3]	0.97
G2 6º	0.02[3]	3.86[2]	0.01[3]	0.15[2]	27.15[3]	0.00[2]	69.80[3]	0.97

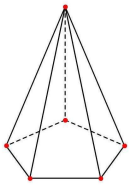
1 p<0.01
2 p<0.05
3 p<0.10

Experimento 2

- **Hipótesis 2:** Existe una mayor eficiencia en la retención de contenidos si un área se destaca con color sobre blanco y negro en lugar usar solo blanco y negro.

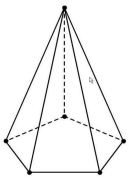


Esta pirámide tiene 6 vértices

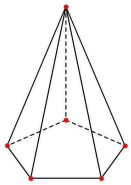


Esta pirámide tiene 6 vértices

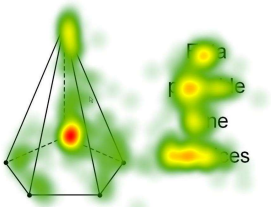
Gr. 1 = Grupo de Control **Gr. 2 = Grupo Experimental**

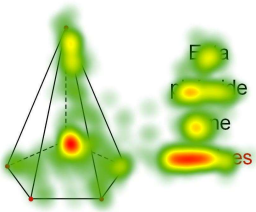


Esta pirámide tiene 6 vértices



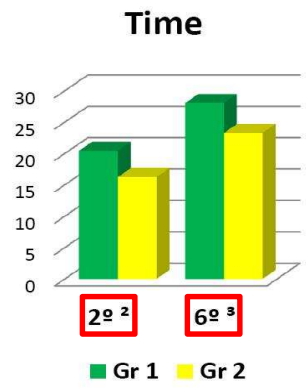
Esta pirámide tiene 6 vértices

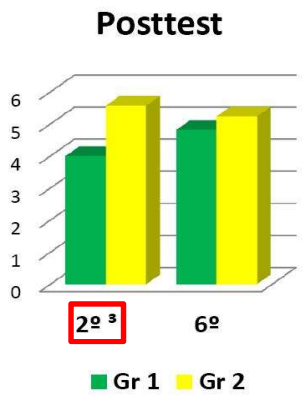




Gr. 1 = Grupo de Control

Gr. 2 = Grupo Experimental





Métricas de Experimento 2

EXPERIMENTO 2								
	Time First Fix.			Fix. Before			Other	
	Im	Tx	All	Im	Tx	All	All-Sc	FC/ All-Sc
G1 2º	2.80[1]	1.78[2]	1.15[1]	17.25[3]	12.65[3]	8.40[1]	64.95	0.46[3]
G2 2º	1.48[1]	1.10[2]	0.33[1]	12.10[3]	8.95[3]	2.90[1]	60.90	0.49[3]
G1 6º	1.24[2]	0.54	0.13	13.89[2]	6.53	1.16	107.74	0.72
G2 6º	0.46[2]	0.61	0.12	5.16[2]	7.53	1.37	93.21	0.73

1 $p<0.01$
2 $p<0.05$
3 $p<0.10$

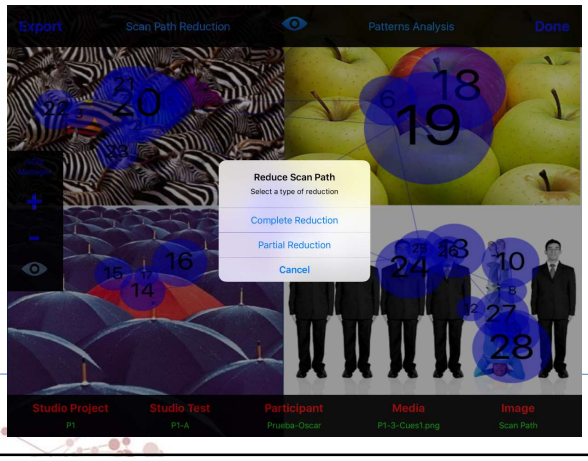
Conclusiones (I)

- El color es un elemento usado comúnmente en libros de texto en Educación Primaria
- **Hipótesis**: Una buena codificación del color puede incrementar la eficiencia en el proceso de información y reducir el proceso de búsqueda.
- **Resultado 1**: La combinación de colores en la que las áreas de interés (texto e imágenes) contrastan bien hace posible obtener resultados similares respecto de los contenidos aprendidos, aunque con mejores notas en el grupo experimental.
- **Resultado 2**: La exploración visual requiere menos tiempo tanto en 2º como en 6º en el grupo experimental.

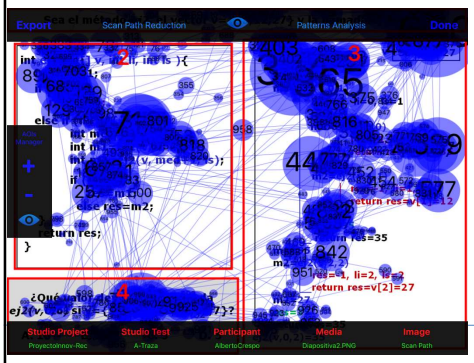
Conclusiones (II)

- **Resultado 3**: Se acepta como válida la hipótesis $\mathbf{H_1}$, que afirma que la retención de contenido es de mayor eficiencia cuando usamos una combinación de colores cálidos y primarios en lugar de colores pastel que no favorecen la localización de las áreas de interés.
- **Resultado 4**: Se acepta la Hipótesis $\mathbf{H_2}$, que asevera que existe una mayor eficiencia en la observación cuando las áreas relevantes se resaltan con color.
- **Resultado 5**: Aunque se acepta la hipótesis $\mathbf{H_2}$ para los dos niveles educativos, es más evidente y significativo en el segundo grado.

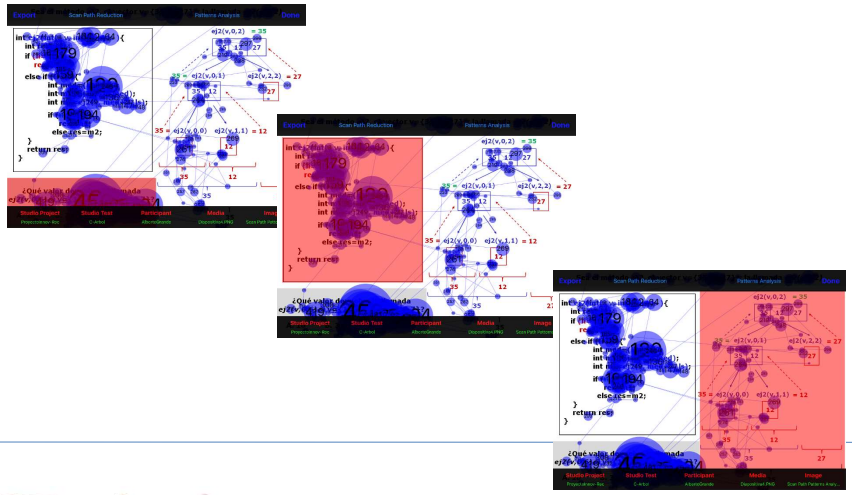
- **Aplicación iTrackEye**
  - Reducción de los grafos
  - Otras técnicas de visualización / **transición de atención entre AOIs**



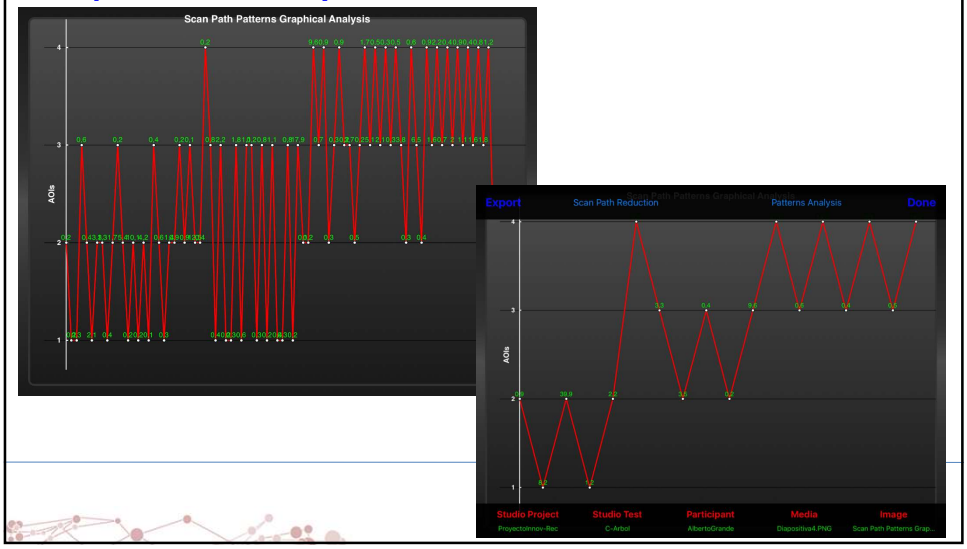
- **Patrones de análisis**
  - Texto
  - Simulación
  - Gráfico



Aplicación iTrackEye

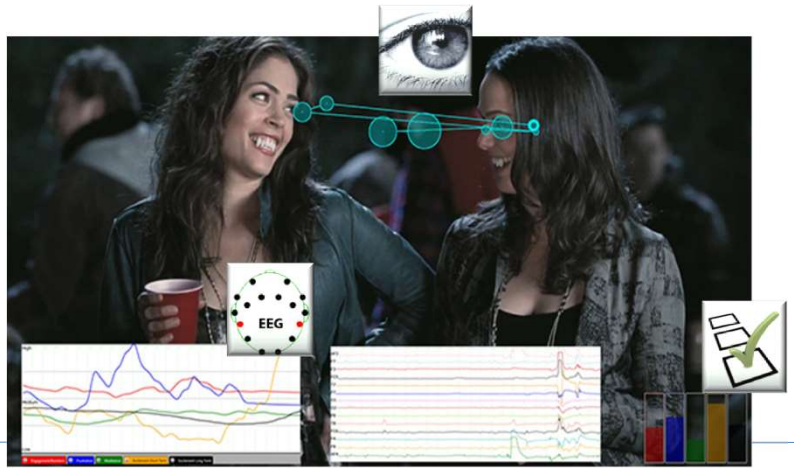


Aplicación iTrackEye

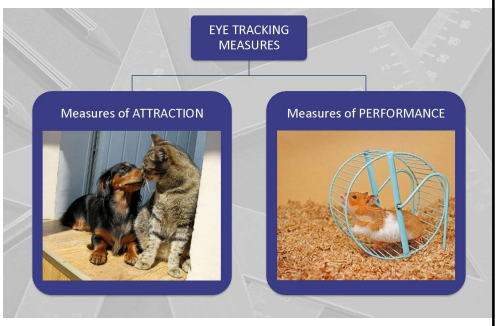


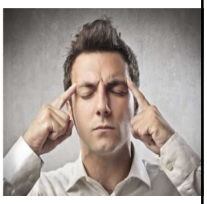
EYE TRACKER Y EEG

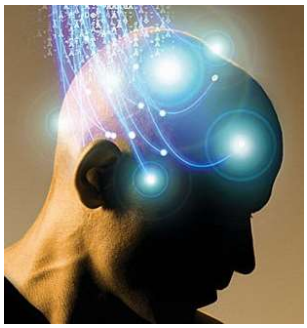
- **Combinación de *Eyetracking* y EEG**



- **¿Qué nos permite medir el Eye Tracking?**
  - **Interés**
    - *Activación emocional*
  - Rendimiento
    - ***Esfuerzo mental***
    - *Localización de objetos*
    - *Reconocimiento de objetos*
- **¿Qué nos permite medir el EEG?**
  - Percepción
  - Aprendizaje
  - Memoria
  - **Atención**
  - **Motivación**
  - **Emociones y sentimientos**

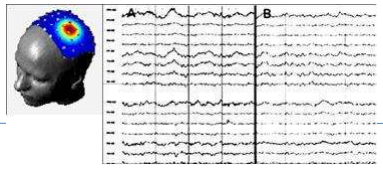






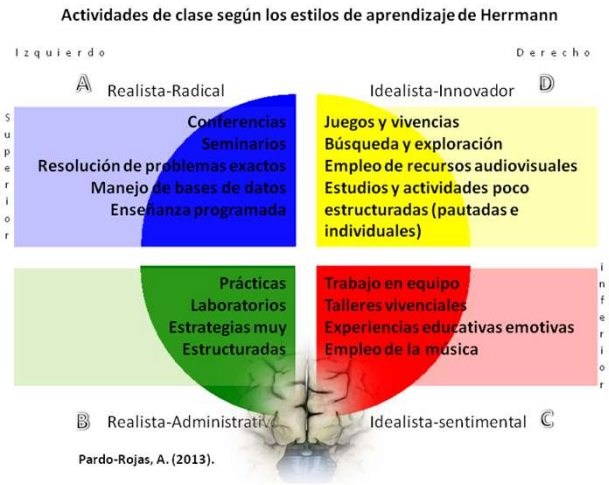
- **Interacción "No Muscular"**
- **Comunicación Natural**
- **Acceso a la información cognitiva y emocional del usuario**
- **Se basa, comúnmente, en la ElectroEncefalografía (EEG):**
  - técnica para medir la actividad eléctrica cerebral que estudia la tipología de ondas en zonas del cerebro.

Gran reto tecnológico: descifrar información relevante



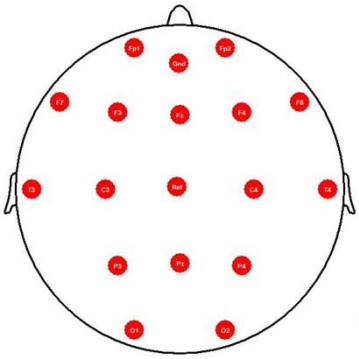
- **Incluir EEG en el análisis**

Modelo de los cuadrantes cerebrales de Herrmann

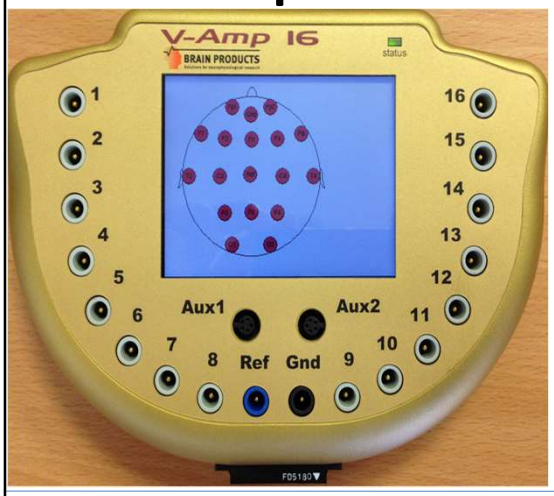


Casco de electrodos

18 electrodos/canales
Señal de tierra (GND)

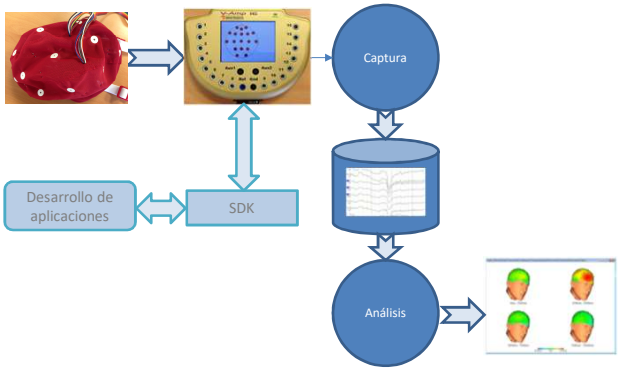


Amplificador V-Amp



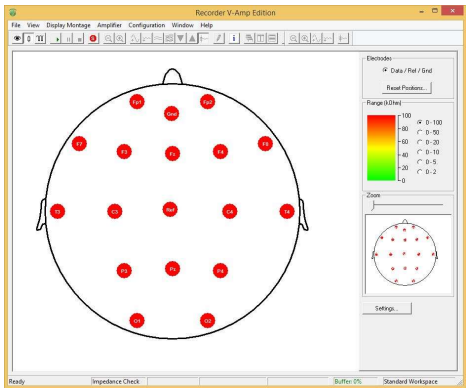
- Para investigación
- 16 canales + 2 aux.
- Entradas y Salidas adicionales
- SDK abierto
- Acceso remoto
  - Matlab
  - Python

Diagrama de bloques

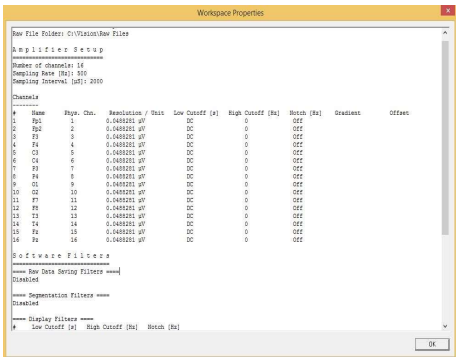


Brain Vision Recorder

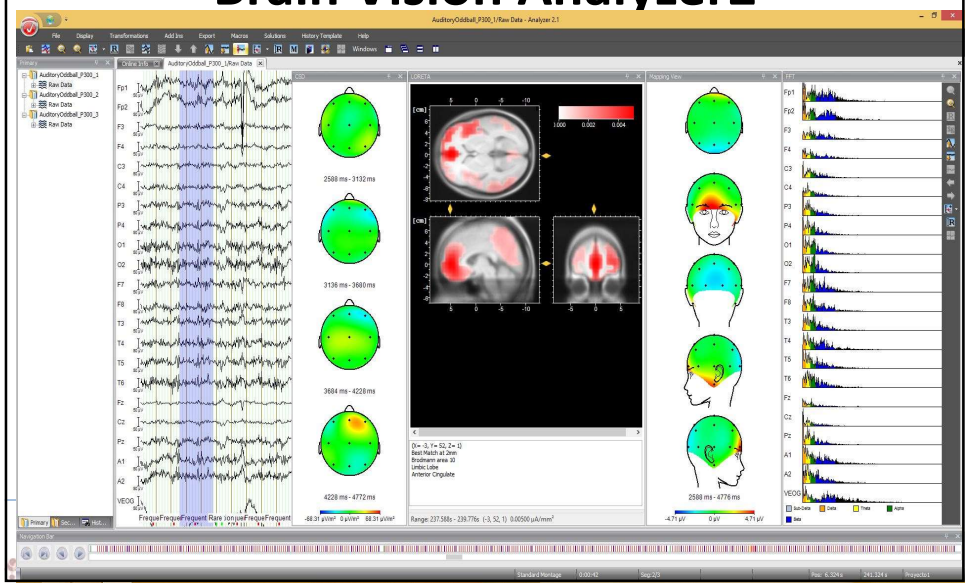
Disposición de electrodos



Información de las señales



Brain Vision Analyzer2



EEG en videojuegos

EEG para personas con necesidades especiales

Algunos inconvenientes

INVESTIGACIÓN TRADICIONAL (cuestionarios, ...)

- Accesible en **costos y tiempo**
- Aplicable a **muestras mayores**
- **Tradición, métodos estandarizados**

EMPLEO DE MEDIDAS FISIOLÓGICAS (Eye Tracking, EEG)

- **Costos** elevados
- Tamaño de la **muestra**
- Falta de **estandarización**
- Consideraciones **éticas**
- Recelo del **uso** de la **información**

CONCLUSIONES DEL TUTORIAL

- **Necesidad de evaluar (información visual)**
  - Sistemas de aprendizaje
  - Materiales educativos
- Realizar **estudios empíricos:**
  - Varias fuentes de información
  - *Percepción subjetiva* de los usuarios
  - *Medidas objetivas / fisiológicas*
- **Combinación de técnicas. Medir…**
  - Percepción / Atención visual
  - Estímulos agradables / desagradables
  - Carga cognitiva
- **Aplicaciones**
  - **Evaluación** de materiales y SW
  - **Diseño** de **materiales** y **software educativo** efectivo
  - Investigación de **experiencia del usuario** (alumno) al interaccionar con una GUI

¿Preguntas?
Y respuestas

Manuel Ortega
Manuel.Ortega@uclm.es

Grupo CHICO
Escuela Superior de Informática

Dr. Manuel Ortega Cantero
Manuel.Ortega@uclm.es
Tfno.: (+34) 926 29 54 81