

Defensa de tesis de licenciatura

“Estudio de percepción de invariantes geométricos
mediante el uso de mecanismo de sustitución
sensorial y la tecnología vOICe”

Autor: Ionatan Perez

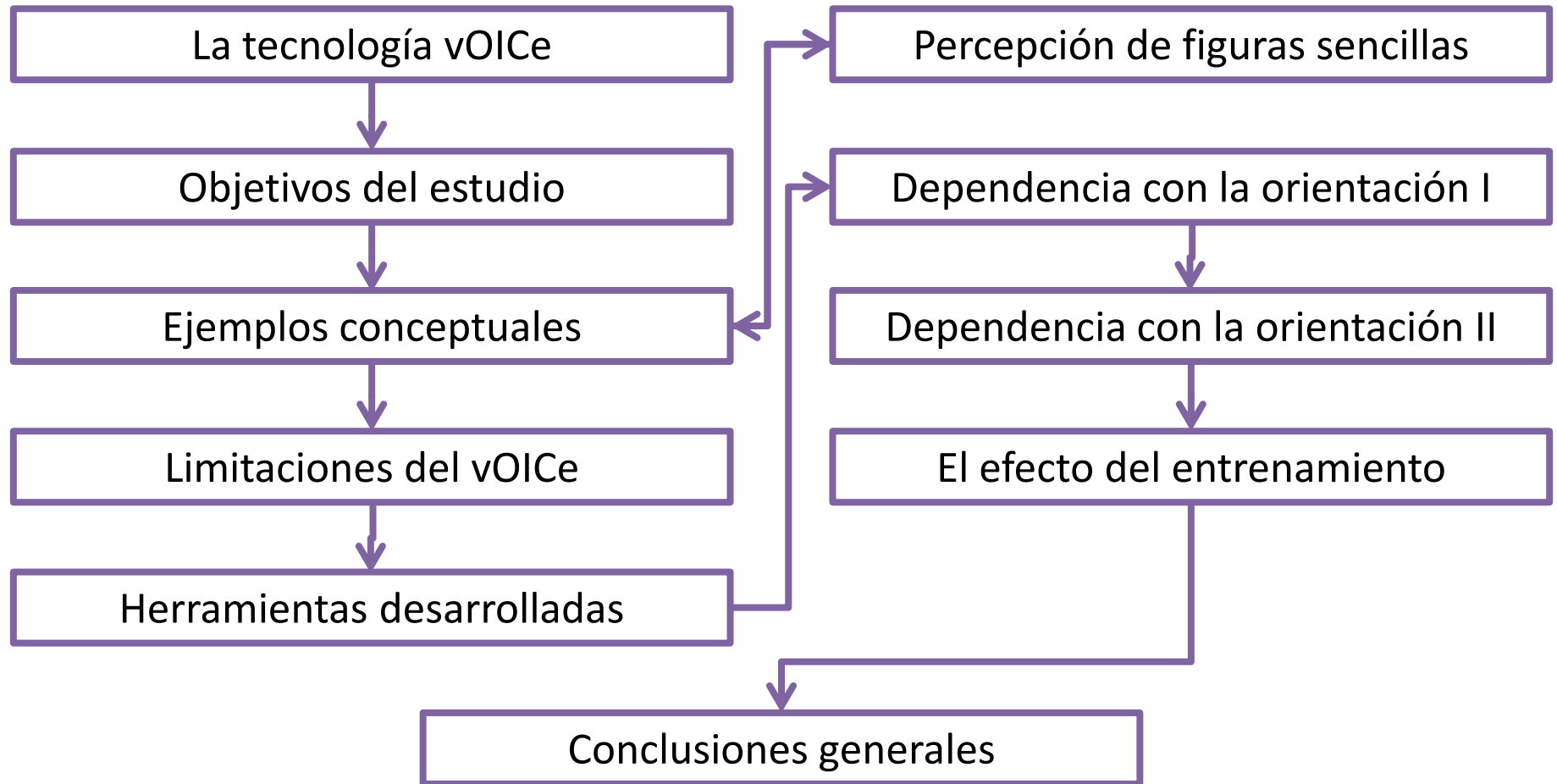
Director: Dr. Mariano Sigman

Lugar de trabajo: Universidad Torcuato Di Tella

De qué vamos a hablar...

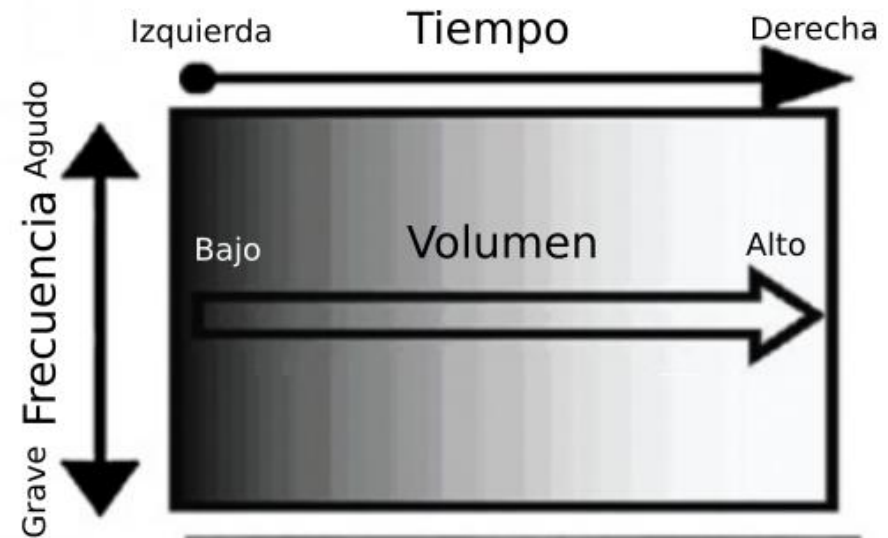
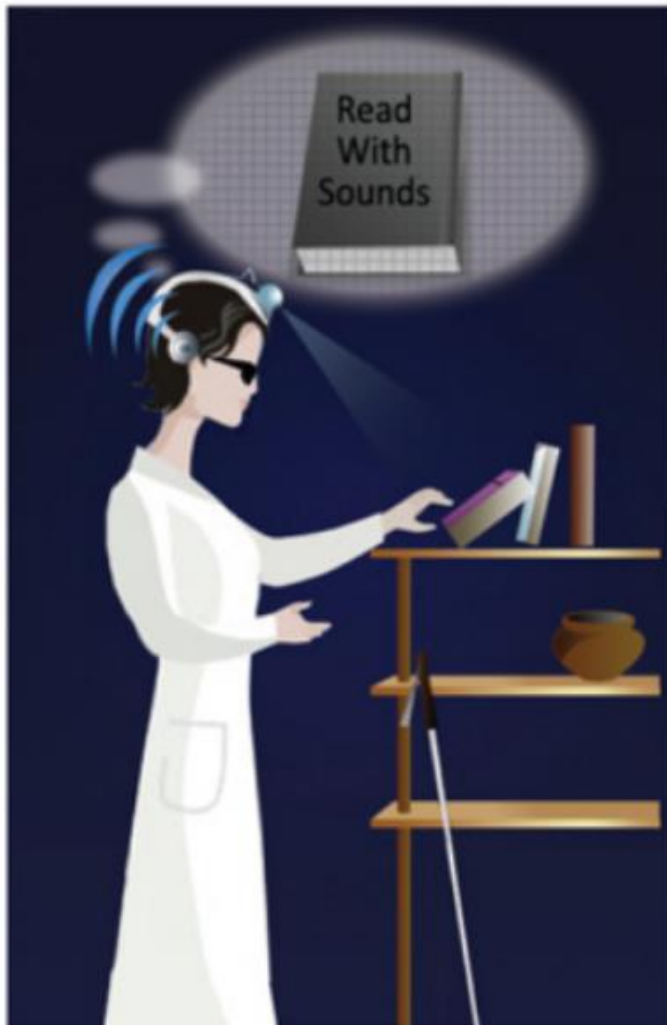
Herramientas y desarrollos

Mediciones realizadas



El vOICe es un mecanismo de sustitución sensorial

Lo que hace es transformar la información visual en información sonora.
Con esta herramienta personas ciegas pueden percibir información de su entorno.



El vOICe en acción

El vOICe esta disponible en las tiendas de aplicaciones para celulares.



¿Hasta qué punto funciona?

“Visual Acuity of the Congenitally Blind Using Visual-to-Auditory Sensory Substitution”

Ella Striem-Amit, Miriam Guedelman, Amir Amedi (2012)

Imagen Original



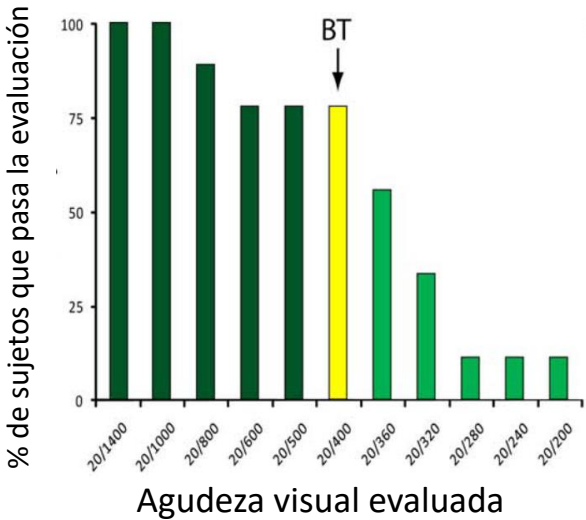
Experimento realizado



Resolución percibida



Resultados obtenidos



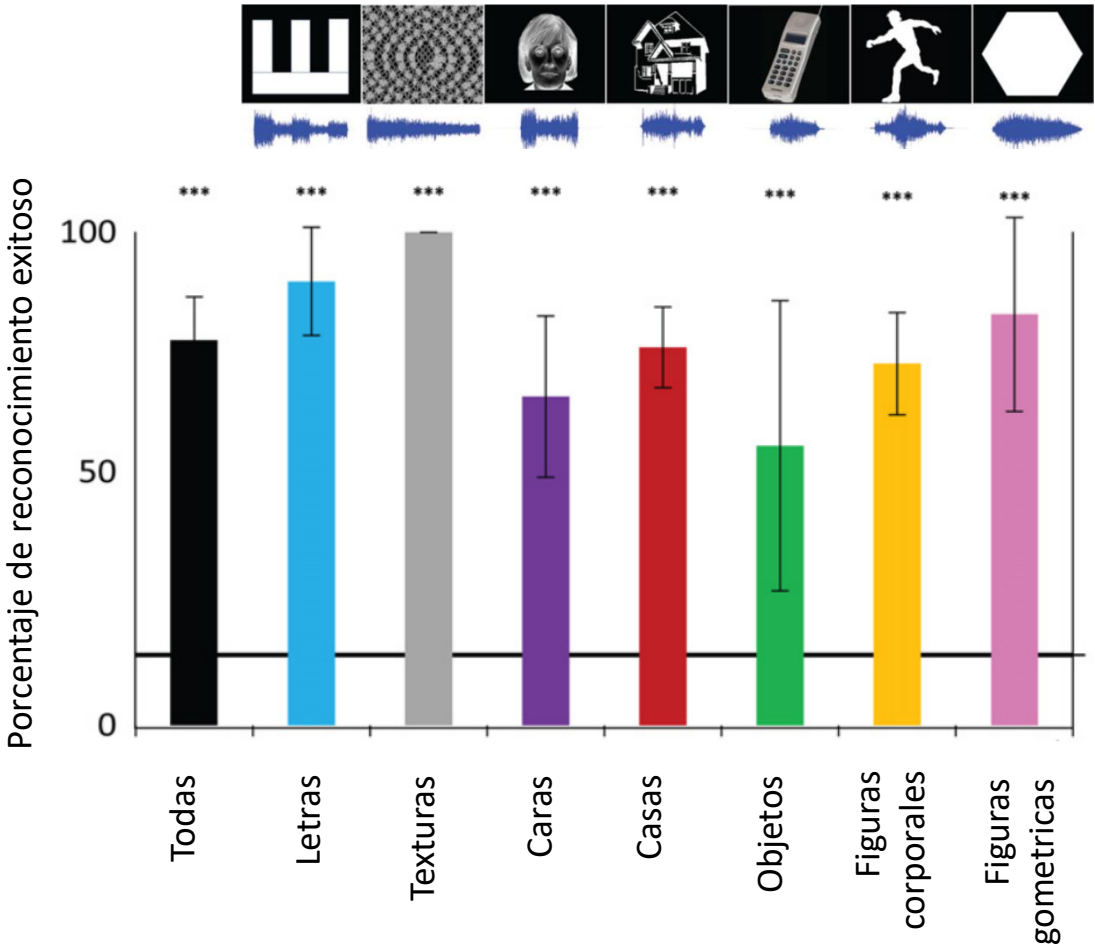
¿Hasta qué punto funciona? II

“Reading with sounds: sensory substitution selectively activates the visual word form area in the blind”

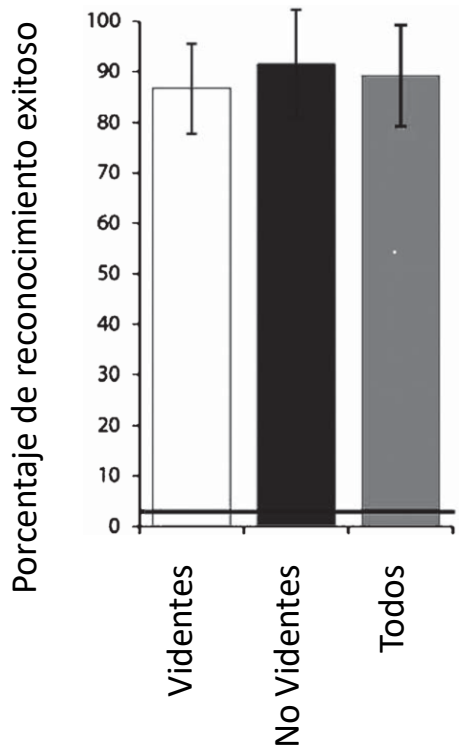
E Striem-Amit, L Cohen, S Dehaene, A Amedi (2012)

“EyeMusic: Introducing a “visual” colorful experience for the blind using auditory sensory substitution”

Sami Abboud, Shlomi Hanassy, Shelly Levy-Tzedek, Shachar Maidenbaum and Amir Amedi



Experimento similar realizado con el Eye Music



¿Qué nos propusimos?

Estudiar la capacidad de distinguir en estímulos sus características geométricas, usando una tecnología tipo vOICe



¿Qué nos propusimos?

Estudiar la capacidad de distinguir en estímulos sus características geométricas, usando una tecnología tipo vOICe

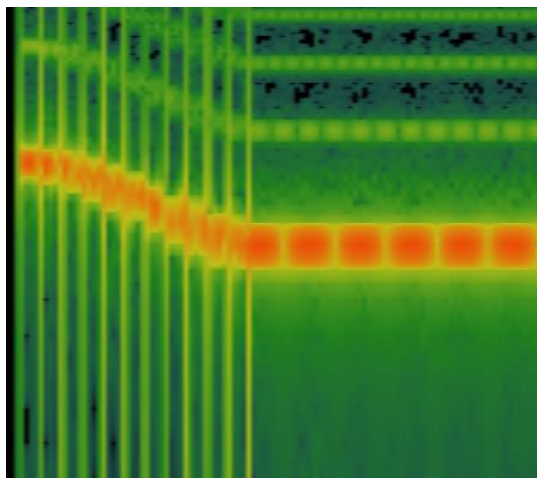


Preguntas que teníamos:

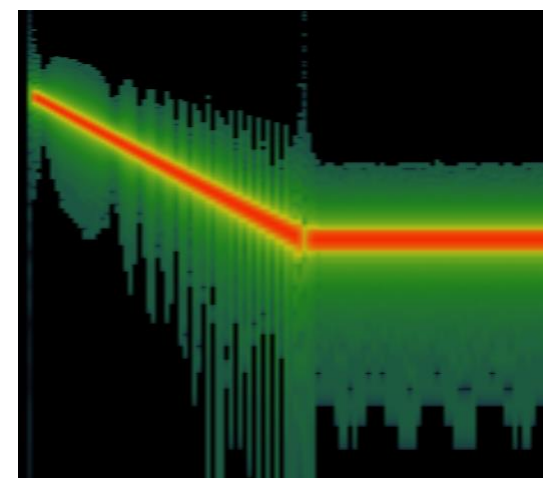
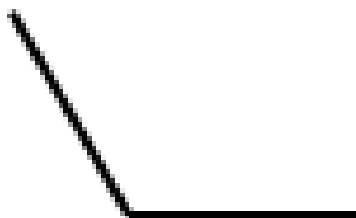
- ¿De qué depende la capacidad de distinguir los estímulos?
- ¿Que es más fácil, que es más difícil?
- ¿Se puede entrenar esta capacidad?
- La mejora, ¿es específica en lo entrenado?
- ¿Hay efectos de transferencia? ¿Entre simetrías? ¿Entre categorías?

Las limitaciones del vOICe

En realidad las cosas no sonaban tan lindas con el vOICe...



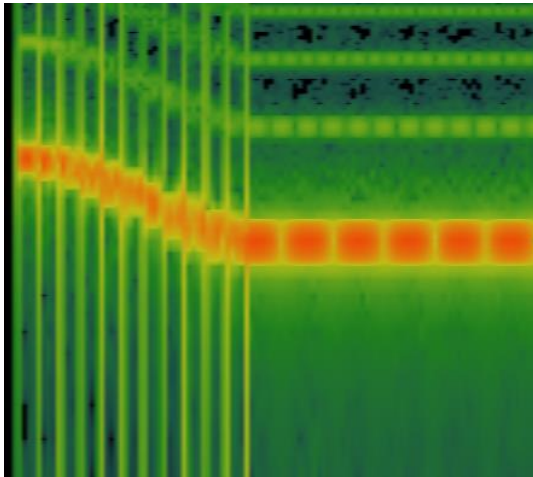
vOICe



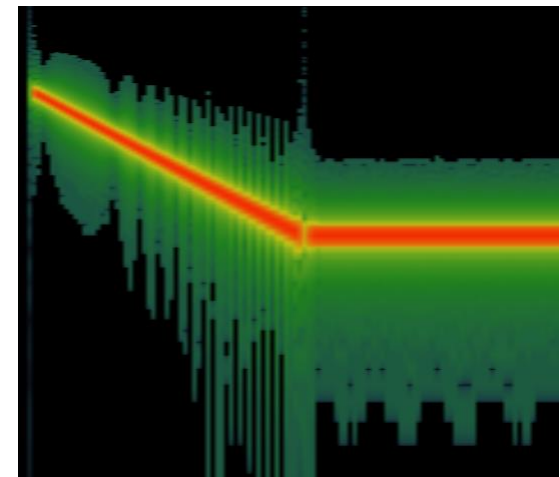
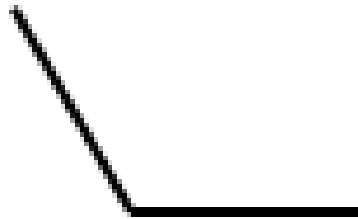
Desarrollo propio

Las limitaciones del vOICe

En realidad las cosas no sonaban tan lindas con el vOICe...



vOICe



Desarrollo propio

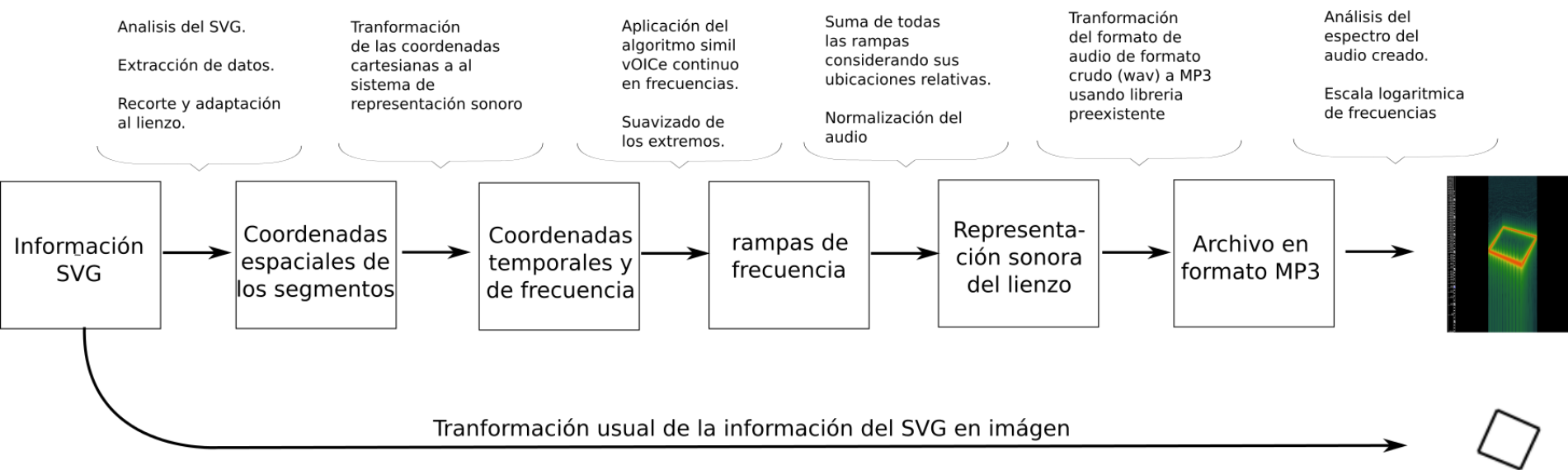
El vOICe tiene dos problemas para representar figuras formadas por segmentos:

- Cuando hay pixeles cercanos en altura se generan batidos.
- Cuando los pixeles empiezan y terminan se generan armónicos.

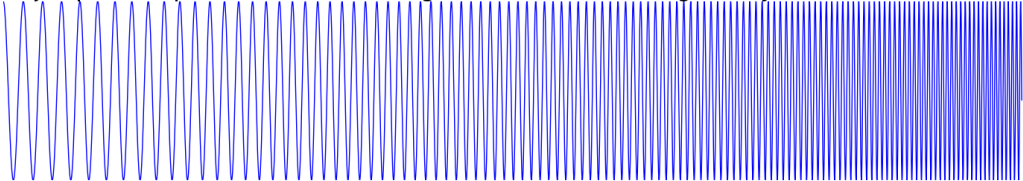
Estos problemas son inherentes al procesamiento del vOICe que pixela la información. Y aumentan con la resolución.

Adaptación de la lógica del vOICe

Solucionamos el problema manipulando la información de los segmentos en forma conceptual.



Ejemplo de representación de un segmento en su formato gráfico y su formato auditivo



Señal sonora creada

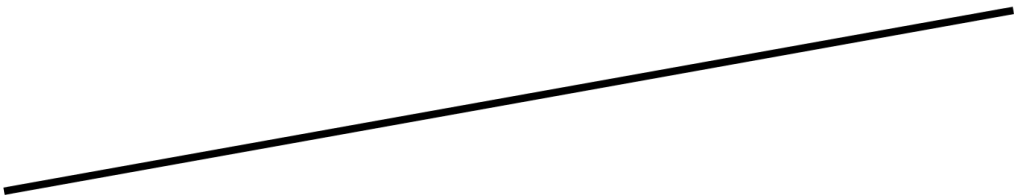


Imagen creada

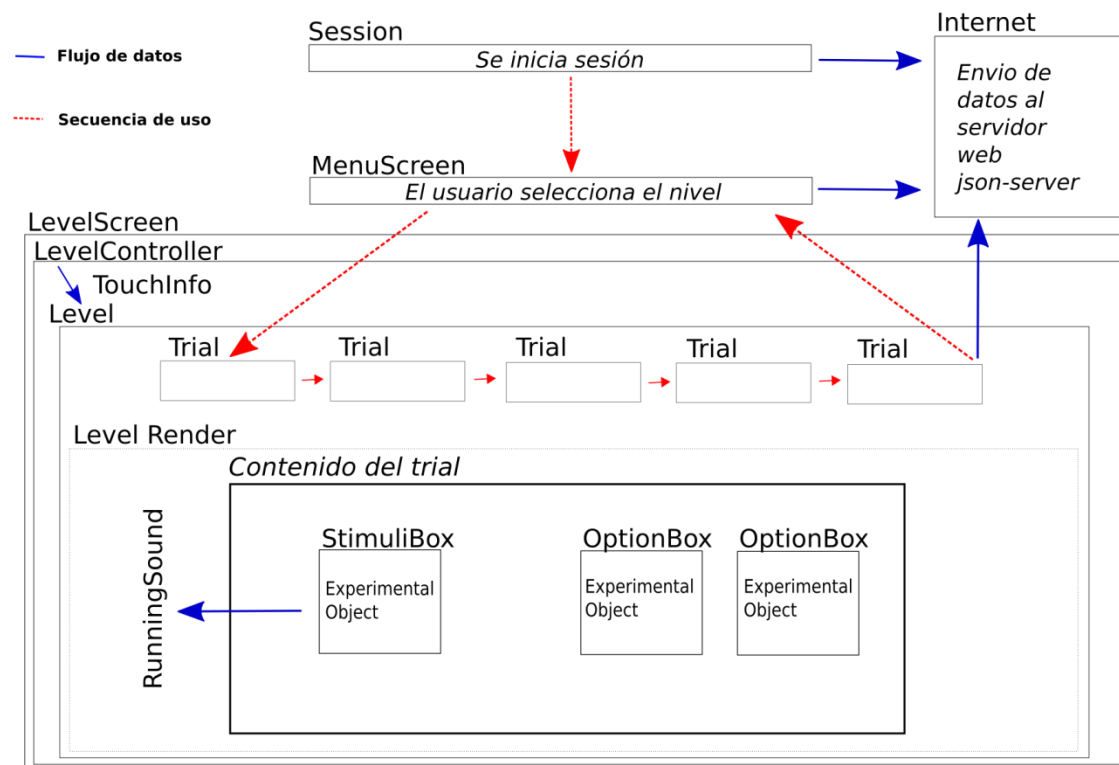
Una vez generados los estímulos, necesitábamos una interfaz para medir el desempeño de los sujetos.

Ejemplo en vivo I

Una vez generados los estímulos, necesitábamos una interfaz para medir el desempeño de los sujetos.

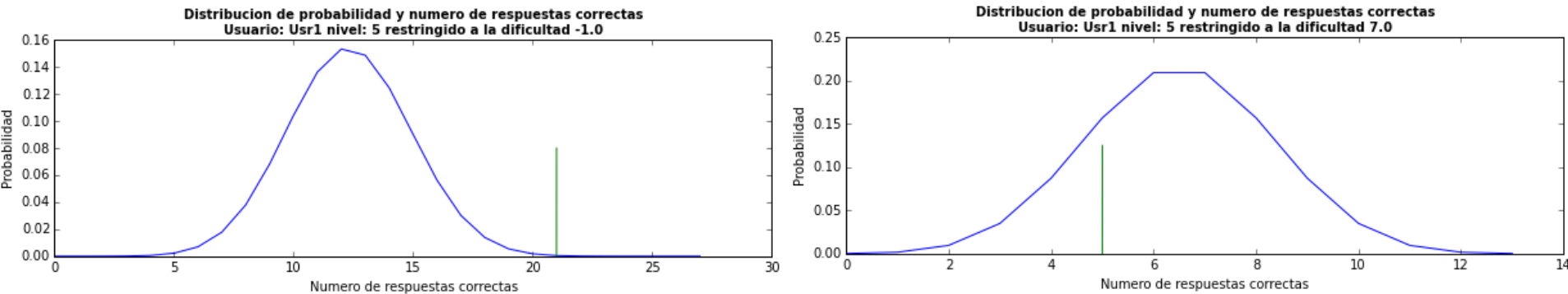
Para hacer los experimentos tuvimos que desarrollar un software específico. Desarrollar este software fue (medido en tiempo) la mayor parte del trabajo realizado.

Diagrama conceptual de la plataforma utilizada, las clases involucradas y la secuencia de uso



Primeros resultados

Ejemplo de resultados obtenidos en esta etapa inicial:



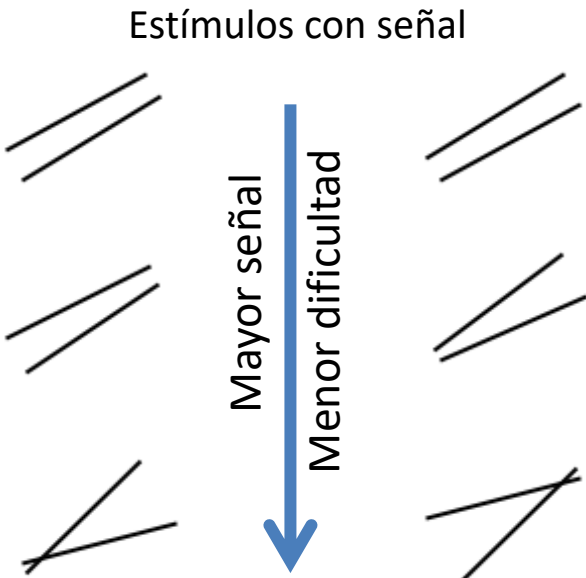
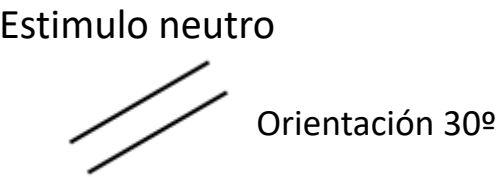
Observamos que:

- 1) Las mismas figuras cambian drásticamente su dificultad al ser rotadas.
- 2) Los segmentos que coinciden con los ejes cartesianos o están muy próximos, son muy distinguibles.
- 3) Hay un salto cualitativo y conceptual en el sonido al rotar de un lado a otro de los ejes.
- 4) Para entrenar a los sujetos antes hace falta poder regular la dificultad de los estímulos.

Conclusión: Necesitábamos caracterizar la dificultad de percibir aspectos geométricos sin conocer a priori las capacidades de los sujetos. ---> Medición de umbral de detección.

Algoritmos tipo staircase

Ejemplo de estímulos utilizados (ejemplos para paralelismo)

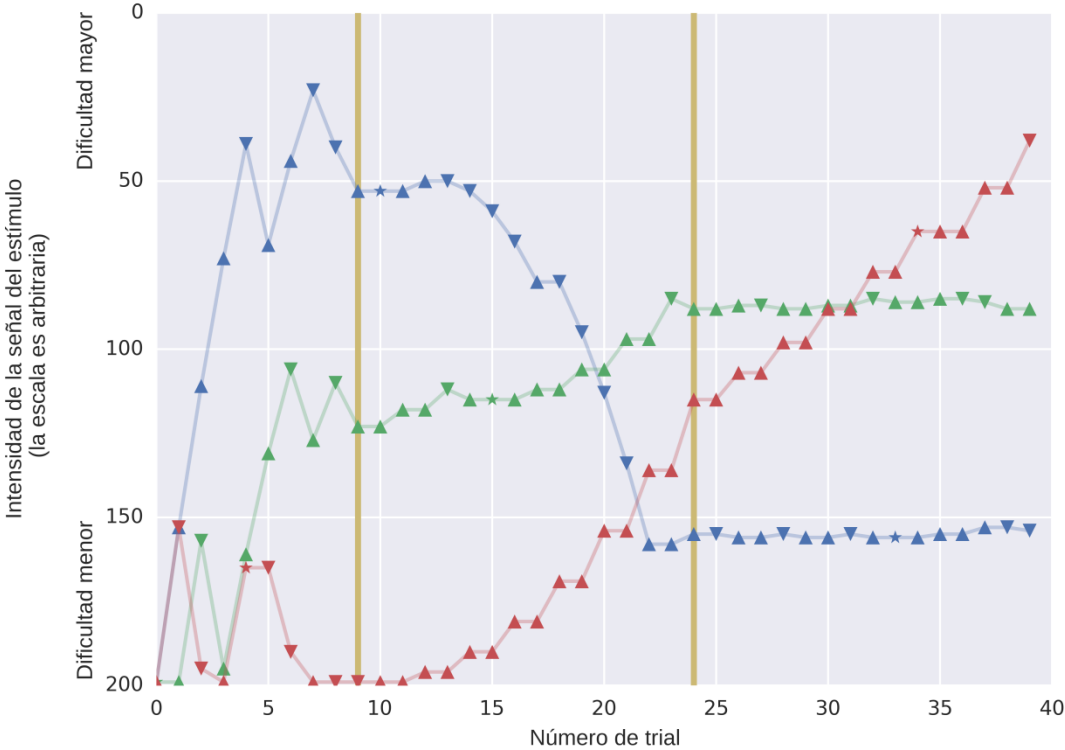


Ejemplos de preguntas



Ejemplos de resultados obtenidos

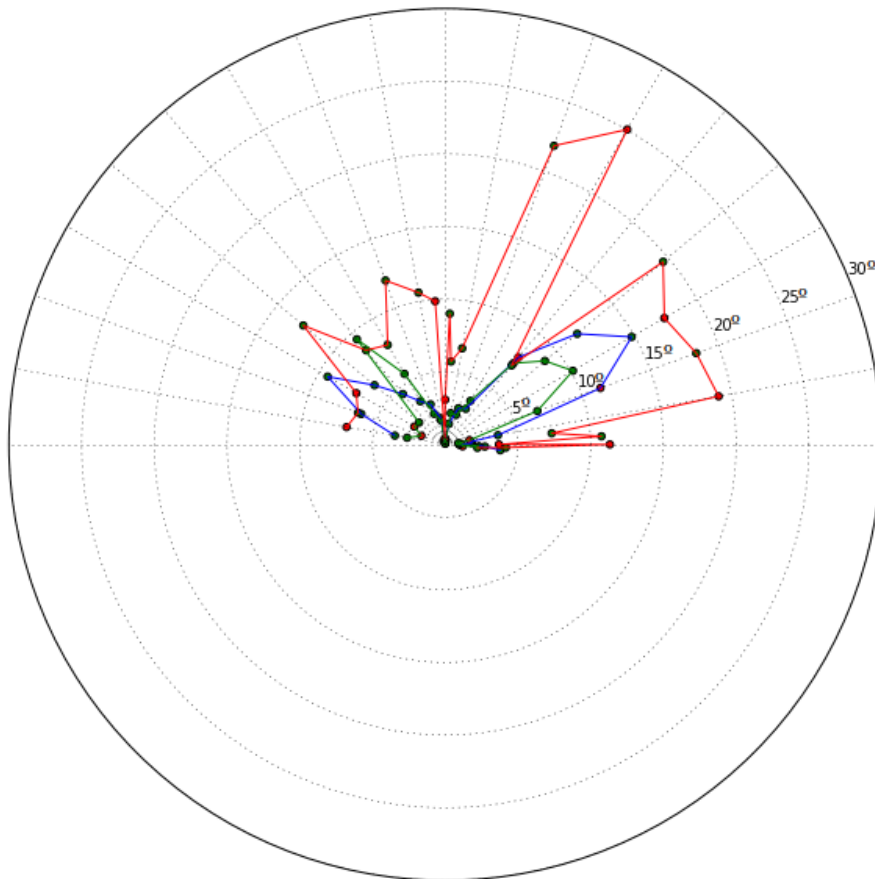
Ejemplos de diferentes comportamientos en mediciones reales con la tercer versión del staircase



Experimento

Dependencia del umbral (paralelismo) con la orientación

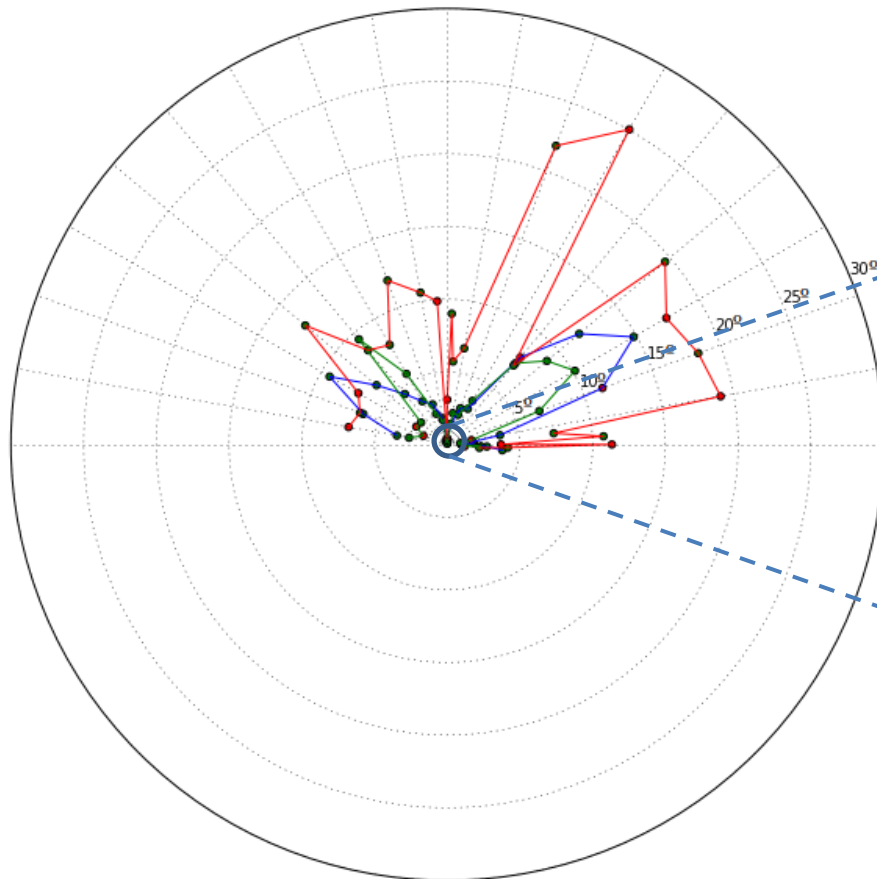
Resultados para tres mediciones
(el experimento duraba 4 horas)



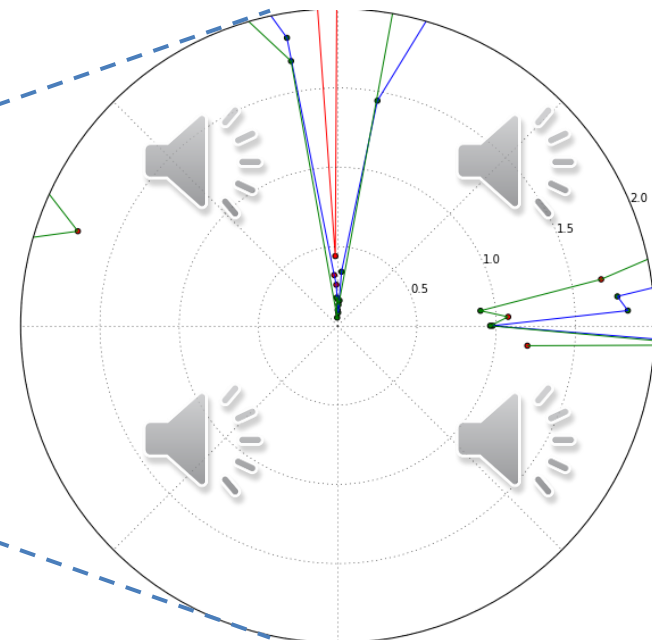
Experimento

Dependencia del umbral (paralelismo) con la orientación

Resultados para tres mediciones
(el experimento duraba 4 horas)



Ampliación del área central de la imagen

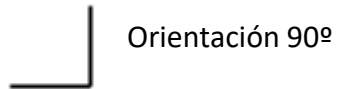


Segundo experimento...

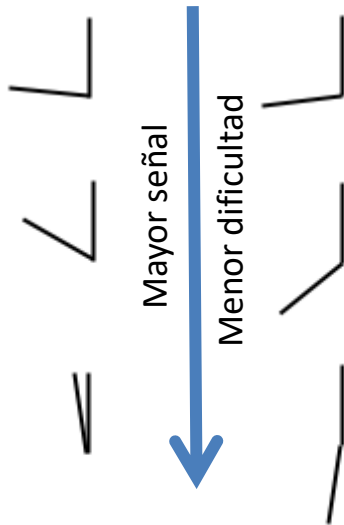
- Se agregó la medición de la categoría ángulos.
- Se seleccionó unas pocas orientaciones.
- Se hizo el experimento con 12 sujetos en condición de laboratorio.

Tipos de estímulos utilizados
(ejemplos para ángulos)

Estímulo neutro



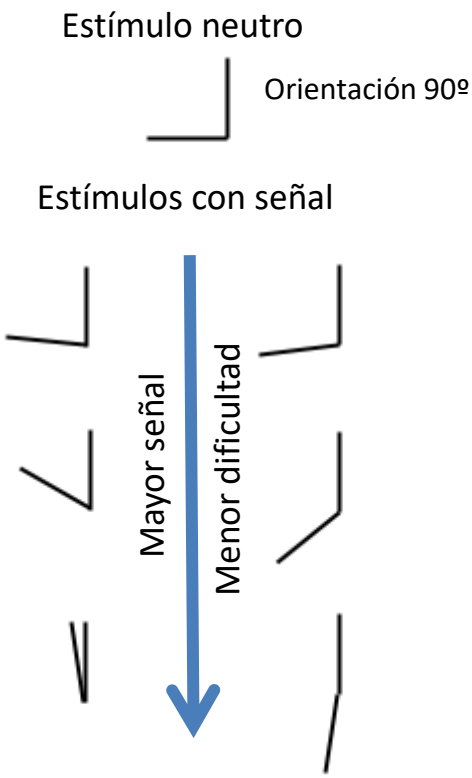
Estímulos con señal



Ejemplo en vivo II

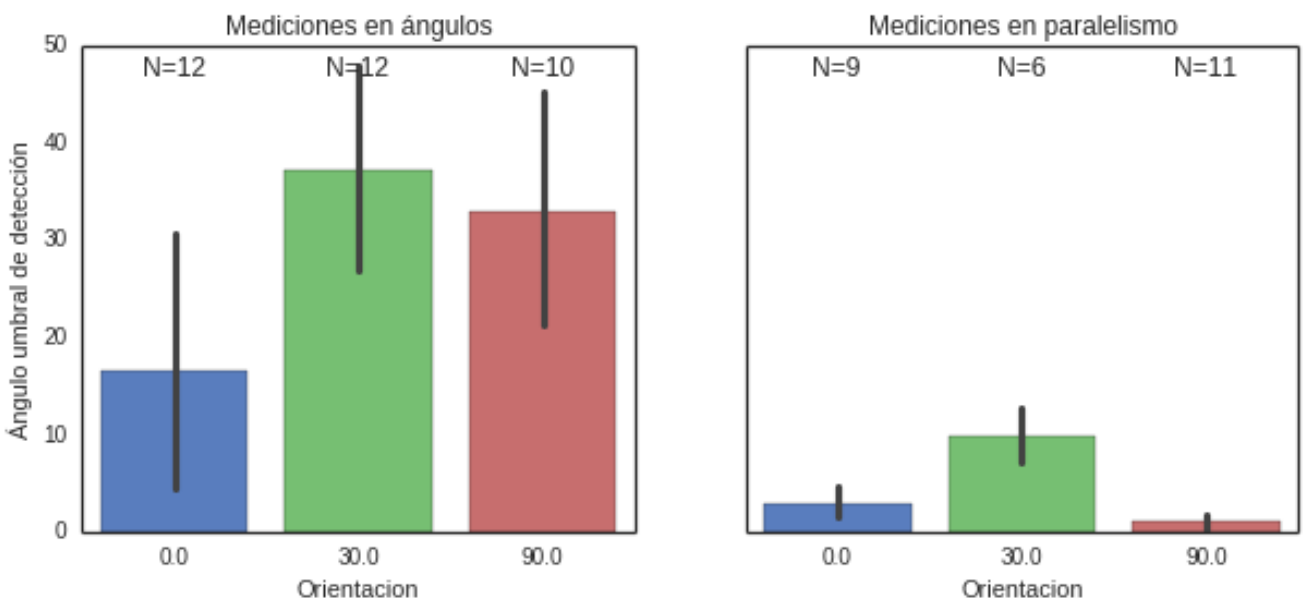
Segundo experimento...

Tipos de estímulos utilizados
(ejemplos para ángulos)



- Se agregó la medición de la categoría ángulos.
- Se seleccionó unas pocas orientaciones.
- Se hizo el experimento con 12 sujetos en condición de laboratorio.

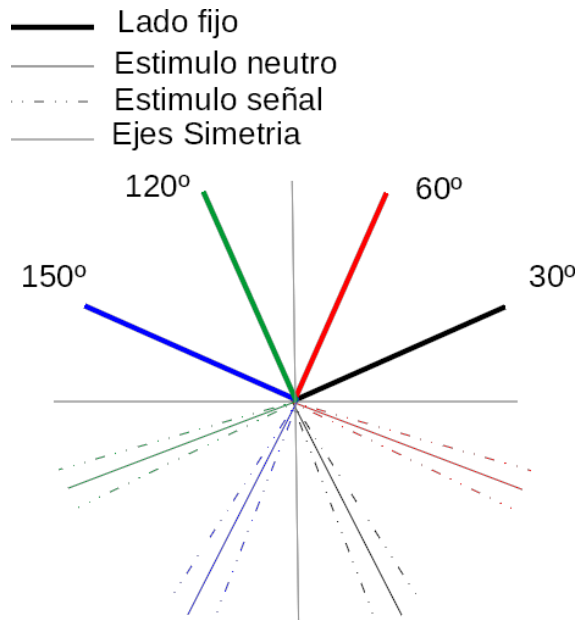
Resultados obtenidos



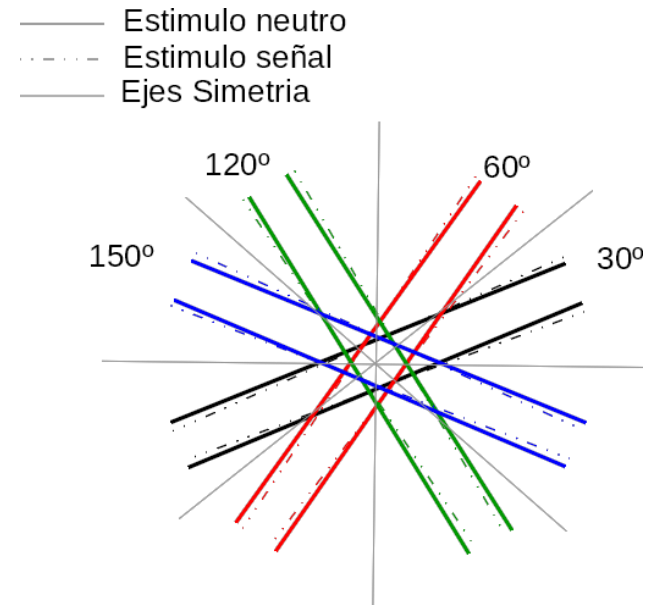
Volviendo a la idea original...

Queríamos observar el efecto del entrenamiento

Elegimos 4 orientaciones con un alto nivel de simetría para buscar posibles efectos de transferencia



Ángulos

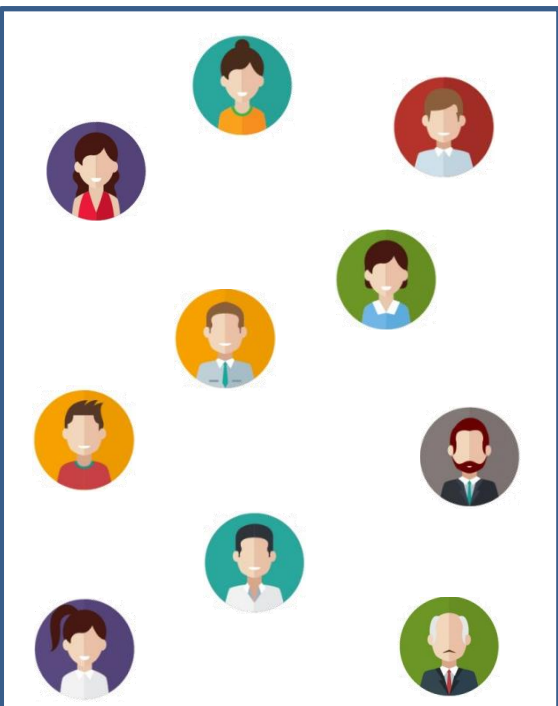


Paralelismo

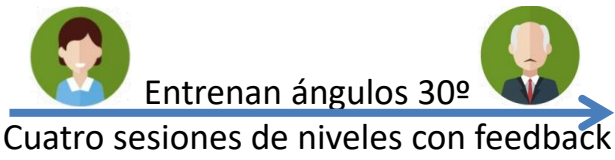
Volviendo a la idea original...

Queríamos observar el efecto del entrenamiento

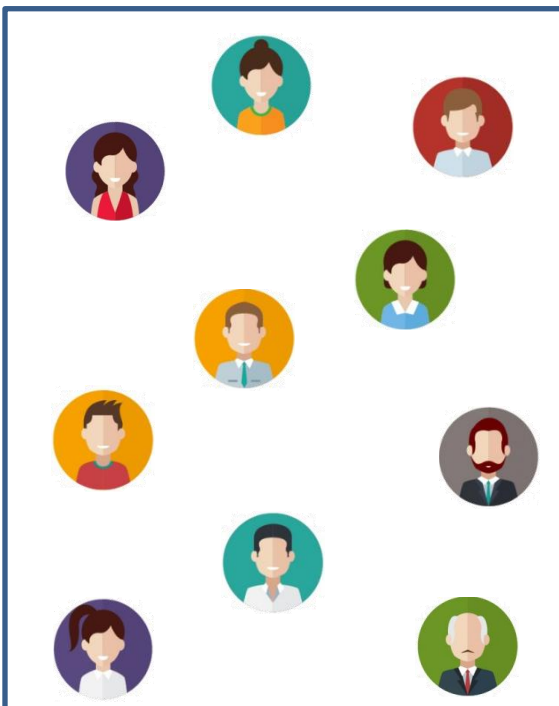
Evaluación inicial



Todas las orientaciones sin feedback



Evaluación final



Todas las orientaciones sin feedback

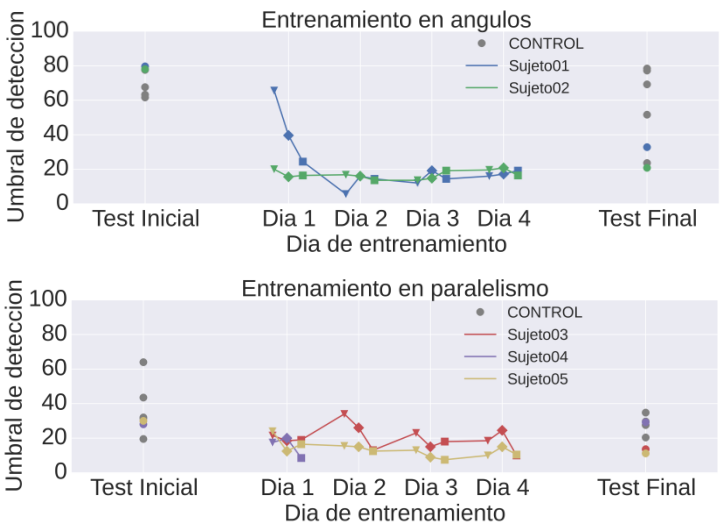
Volviendo a la idea original...

Queríamos observar el efecto del entrenamiento

Evaluación inicial

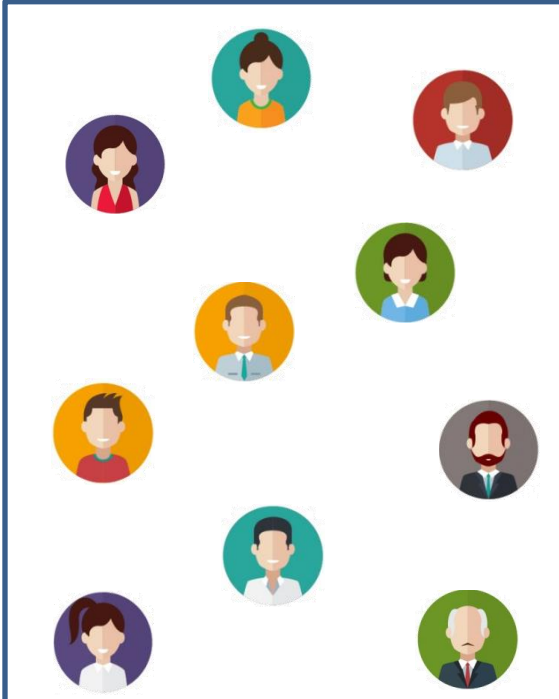


Todas las orientaciones sin feedback



No entrenan nada (Grupo Control)

Evaluación final

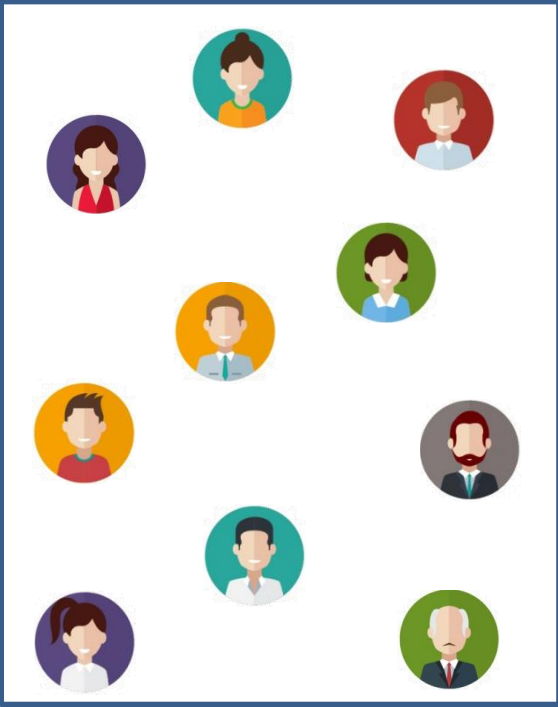


Todas las orientaciones sin feedback

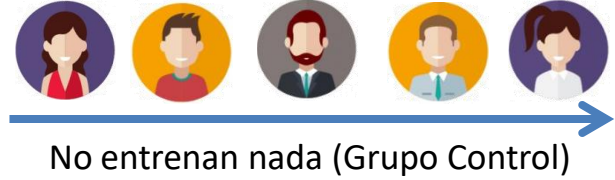
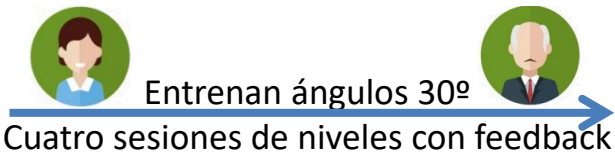
Volviendo a la idea original...

Queremos observar el efecto del entrenamiento

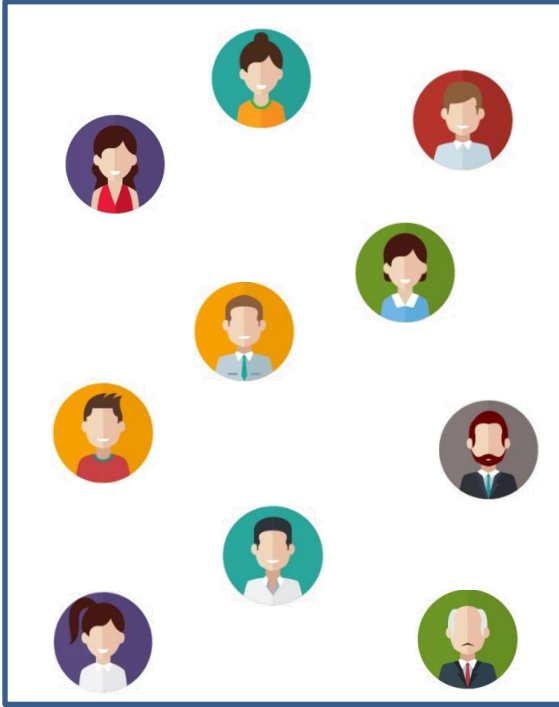
Evaluación inicial



Todas las orientaciones sin feedback



Evaluación final




Todas las orientaciones sin feedback

Volviendo a la idea original...


Queríamos observar el efecto del entrenamiento

TEST INICIAL

Paralelismo				Ángulos			
30°	60°	120°	150°	30°	60°	120°	150°
57	17	34	40	80	78	80	80
55	20	70	38	78	76	60	22
30	18	34	26	71	77	48	21
28	10	28	34	80	69	62	42
30	8.5	16	34	77	57	38	56
64	27	30	66	63	78	79	80
20	10	93	80	78	80	74	62
32	13	14	40	68	47	80	66
32	26	22	63	62	62	20	75
44	11	15	94	80	80	80	68



Entrenan ángulos 30°



Cuatro sesiones de niveles con feedback



Entrenan paralelismo 30°

Cuatro sesiones de niveles con feedback



No entrenan nada (Grupo Control)

TEST FINAL

Paralelismo				Ángulos			
30°	60°	120°	150°	30°	60°	120°	150°
28	9.2	12	8.8	33	17	78	72
25	9.6	15	36	21	27	13	35
14	10	16	31	71	38	52	36
29	5.2	8.4	50	78	55	46	36
11	12	6.4	14	50	32	36	25
20	19	33	17	78	44	80	80
28	10	13	27	24	54	31	18
30	12	13	31	69	14	79	68
28	18	50	68	77	70	80	77
35	28	4	10	52	80	80	75

Resultados del experimento de entrenamiento

Estudio realizado	Valor obtenido	P > t
Pendiente global paralelismo	-0.7133	0.023
Pendiente global ángulos	-1.1916	0.077
Pendiente global ángulos excluyendo sujeto 1	0.0671	0.768
Pendiente global ángulos excluyendo día 1	0.7833	0.009
Pendiente diaria paralelismo	-3.4167	0.016
Pendiente diario ángulos	-1.9500	0.453
Pendiente diario ángulos excluyendo día 1 sujeto 1	0.7143	0.402
Corrimiento de las mediciones sin feedback (ángulos)	1.5714	0.288
Corrimiento de las mediciones sin feedback (paralelismo)	1.0278	0.662
Salto inicial paralelismo	9.3047	0.022
Salto inicial ángulos	65.3283	0.000
Salto final paralelismo	5.5221	0.202
Salto final ángulos	8.7894	0.011

Resultados del experimento de entrenamiento

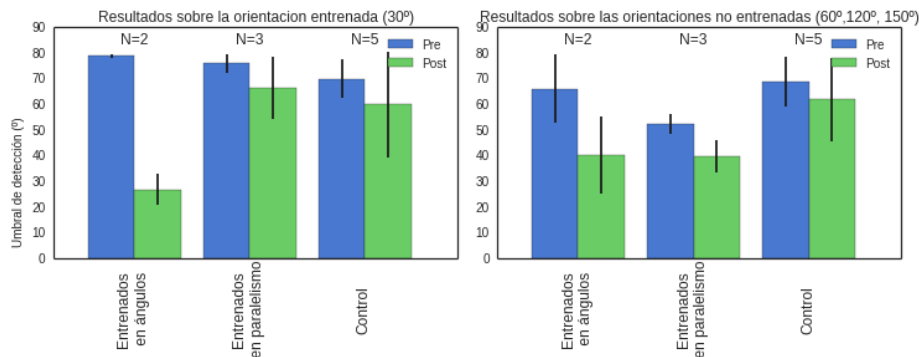
	Estudio realizado	Valor obtenido	P > t
	Pendiente global paralelismo	-0.7133	0.023
	Pendiente global ángulos	-1.1916	0.077
	Pendiente global ángulos excluyendo sujeto 1	0.0671	0.768
	Pendiente global ángulos excluyendo día 1	0.7833	0.009
a)	Pendiente diaria paralelismo	-3.4167	0.016
	Pendiente diario ángulos	-1.9500	0.453
	Pendiente diario ángulos excluyendo día 1 sujeto 1	0.7143	0.402
b)	Corrimiento de las mediciones sin feedback (ángulos)	1.5714	0.288
	Corrimiento de las mediciones sin feedback (paralelismo)	1.0278	0.662
c)	Salto inicial paralelismo	9.3047	0.022
	Salto inicial ángulos	65.3283	0.000
	Salto final paralelismo	5.5221	0.202
	Salto final ángulos	8.7894	0.011

Resultados relevantes:

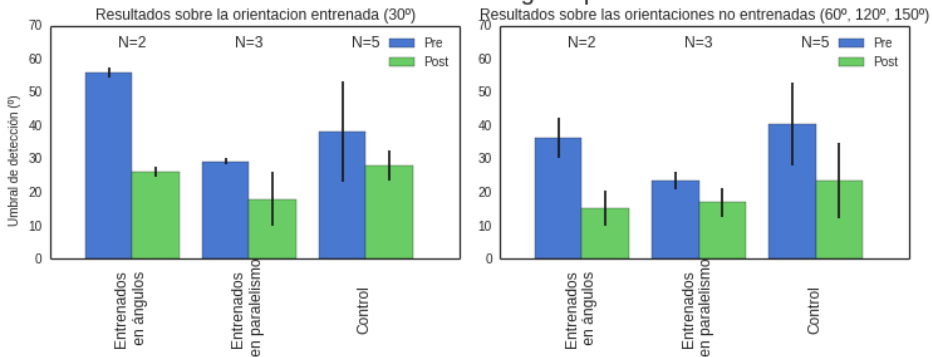
- a) Hay una mejora dentro de las sesiones de entrenamiento de paralelismo que no se mantiene entre sesión y sesión (en cada día mejoran aprox. 7º, pero vuelven a empeorar aprox. 5.4º cuando se inicia la sesión siguiente).
- b) Quitar el feedback no empeora el desempeño. Es importante que haya dado NO significativo.
- c) Hay un salto cualitativo en la primer sesión que hace que los sujetos mejoren mucho más que con la posterior reiteración del entrenamiento. Este efecto está mucho más marcado en ángulos.

Resultados del experimento de entrenamiento

Mediciones en la categoría ángulos

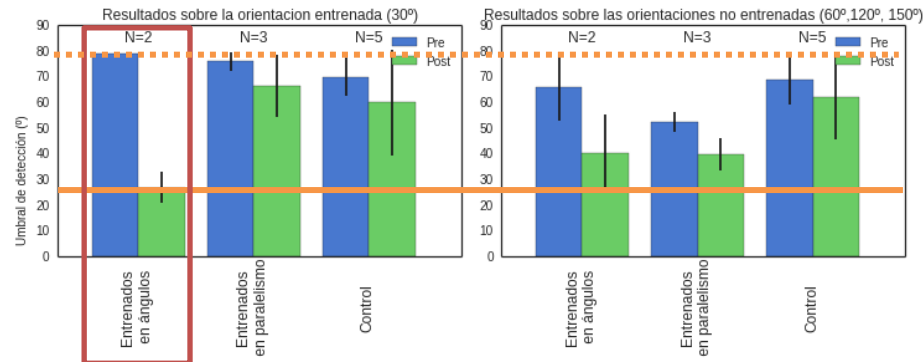


Mediciones en la categoría paralelismo



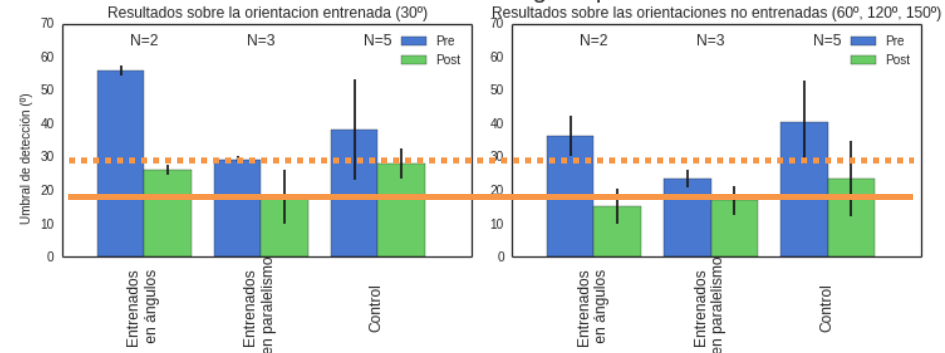
Resultados del experimento de entrenamiento

Mediciones en la categoría ángulos



Entrenados

Mediciones en la categoría paralelismo



Entrenados

Conclusiones:

- Hay muy pocos sujetos como para hacer estadística comparando las medidas.
- El único efecto que se observa muy marcado es la mejora de los sujetos que entrenaron ángulos en la orientación entrenada.
- Al menos con las pocas medidas realizadas no se lograron observar efectos de transferencia.

Conclusiones generales

- Al simplificar el estímulo que se presenta (siempre usando la lógica de representación de la información del vOICe), los sujetos pueden reconocer patrones con muchísimo menos entrenamiento que en el caso de los estímulos complejos. Probablemente se deba a que no tienen que distinguir figura de fondo. Junto a habilidades de compresión geométrica abstractas e independientes de la representación utilizada.

Conclusiones generales

- Al simplificar el estímulo que se presenta (siempre usando la lógica de representación de la información del vOICe), los sujetos pueden reconocer patrones con muchísimo menos entrenamiento que en el caso de los estímulos complejos. Probablemente se deba a que no tienen que distinguir figura de fondo. Junto a habilidades de compresión geométrica abstractas e independientes de la representación utilizada.
- El sistema de representación utilizado es constructivamente no invariante frente a rotaciones, y esta característica se refleja en la sensibilidad a la orientación de los segmentos que disminuye lejos de los ejes.

Conclusiones generales

- Al simplificar el estímulo que se presenta (siempre usando la lógica de representación de la información del vOICe), los sujetos pueden reconocer patrones con muchísimo menos entrenamiento que en el caso de los estímulos complejos. Probablemente se deba a que no tienen que distinguir figura de fondo. Junto a habilidades de compresión geométrica abstractas e independientes de la representación utilizada.
- El sistema de representación utilizado es constructivamente no invariante frente a rotaciones, y esta característica se refleja en la sensibilidad a la orientación de los segmentos que disminuye lejos de los ejes.
- El entrenamiento realizado en algunos sujetos en pos de mejorar su capacidad de percibir aspectos geométricos no parece ser el adecuado o al menos no producir una mejora significativa en tiempos cortos de entrenamiento.

Conclusiones generales

- Al simplificar el estímulo que se presenta (siempre usando la lógica de representación de la información del vOICe), los sujetos pueden reconocer patrones con muchísimo menos entrenamiento que en el caso de los estímulos complejos. Probablemente se deba a que no tienen que distinguir figura de fondo. Junto a habilidades de compresión geométrica abstractas e independientes de la representación utilizada.
- El sistema de representación utilizado es constructivamente no invariante frente a rotaciones, y esta característica se refleja en la sensibilidad a la orientación de los segmentos que disminuye lejos de los ejes.
- El entrenamiento realizado en algunos sujetos en pos de mejorar su capacidad de percibir aspectos geométricos no parece ser el adecuado o al menos no producir una mejora significativa en tiempos cortos de entrenamiento.
- Por el contrario parece haber una mejora cualitativa, que se da en tiempos muy cortos, ante la presencia de feedback. Este efecto es más marcado en el caso de paralelismo que en el de ángulos. Probablemente se deba a que es una tarea inicialmente más difícil de comprender.

Perspectivas a futuro

- En vista de los últimos resultados, tendría sentido reconsiderar la estrategia para estudiar y caracterizar que aspectos del entrenamiento hacen que los sujetos mejoren rápidamente sus habilidades.

Perspectivas a futuro

- En vista de los últimos resultados, tendría sentido reconsiderar la estrategia para estudiar y caracterizar que aspectos del entrenamiento hacen que los sujetos mejoren rápidamente sus habilidades.
- Suponemos que hay un proceso de comprensión cualitativo que está relacionado con la correcta interpretación del sistema de representación de la información, que produce un cambio de mayor intensidad que el posterior entrenamiento. Sería bueno profundizar en esta hipótesis o estudiar como se da el proceso.

Perspectivas a futuro

- En vista de los últimos resultados, tendría sentido reconsiderar la estrategia para estudiar y caracterizar que aspectos del entrenamiento hacen que los sujetos mejoren rápidamente sus habilidades.
- Suponemos que hay un proceso de comprensión cualitativo que está relacionado con la correcta interpretación del sistema de representación de la información, que produce un cambio de mayor intensidad que el posterior entrenamiento. Sería bueno profundizar en esta hipótesis o estudiar como se da el proceso.
- También sería interesante cuantificar la percepción de otros aspectos geométricos (además de las rotaciones) que en este trabajo no fueron casi estudiados. Por ejemplo como varía la percepción en función de la localización de estímulos o si tamaño.

Perspectivas a futuro

- En vista de los últimos resultados, tendría sentido reconsiderar la estrategia para estudiar y caracterizar que aspectos del entrenamiento hacen que los sujetos mejoren rápidamente sus habilidades.
- Suponemos que hay un proceso de comprensión cualitativo que está relacionado con la correcta interpretación del sistema de representación de la información, que produce un cambio de mayor intensidad que el posterior entrenamiento. Sería bueno profundizar en esta hipótesis o estudiar como se da el proceso.
- También sería interesante cuantificar la percepción de otros aspectos geométricos (además de las rotaciones) que en este trabajo no fueron casi estudiados. Por ejemplo como varía la percepción en función de la localización de estímulos o si tamaño.
- Las herramientas desarrolladas durante este trabajo (de las que casi no hablamos en esta presentación) permiten realizar experimentos a distancia, a través de celulares o páginas de internet. Con estas herramientas se podría pensar experimentos sencillos y cortos, pero que se realicen de manera masiva, para explorar aspectos hasta ahora no trabajados.





MUCHAS GRACIAS!