



**ESPE**  
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA

# **“DESARROLLO DE UN SISTEMA NO INVASIVO BASADO EN SEGUIMIENTO DE LA POSICIÓN DE OJOS PARA LA APLICACIÓN DE TEST PSICOLÓGICOS”**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE INGENIERO ELECTRÓNICO**

**VERÓNICA ELIZABETH LUNA SALGUERO**

**TUTOR: ING DAVID RIVAS MSc.**

Latacunga, Julio del 2017



# PROBLEMÁTICA

Psicología existen varias áreas en las cuales se utilizan distintas técnicas para la evaluación y el diagnóstico, las mismas se basan en la aplicación de test.



**Test escritos**



**Test orales**



**Entrevista**



## Objetivo General

Desarrollar un sistema no invasivo basado en seguimiento de la posición de ojos para la aplicación de test psicológicos.

## Objetivos Específicos

Investigar los sensores de seguimiento ocular aplicado a sistemas de rehabilitación.

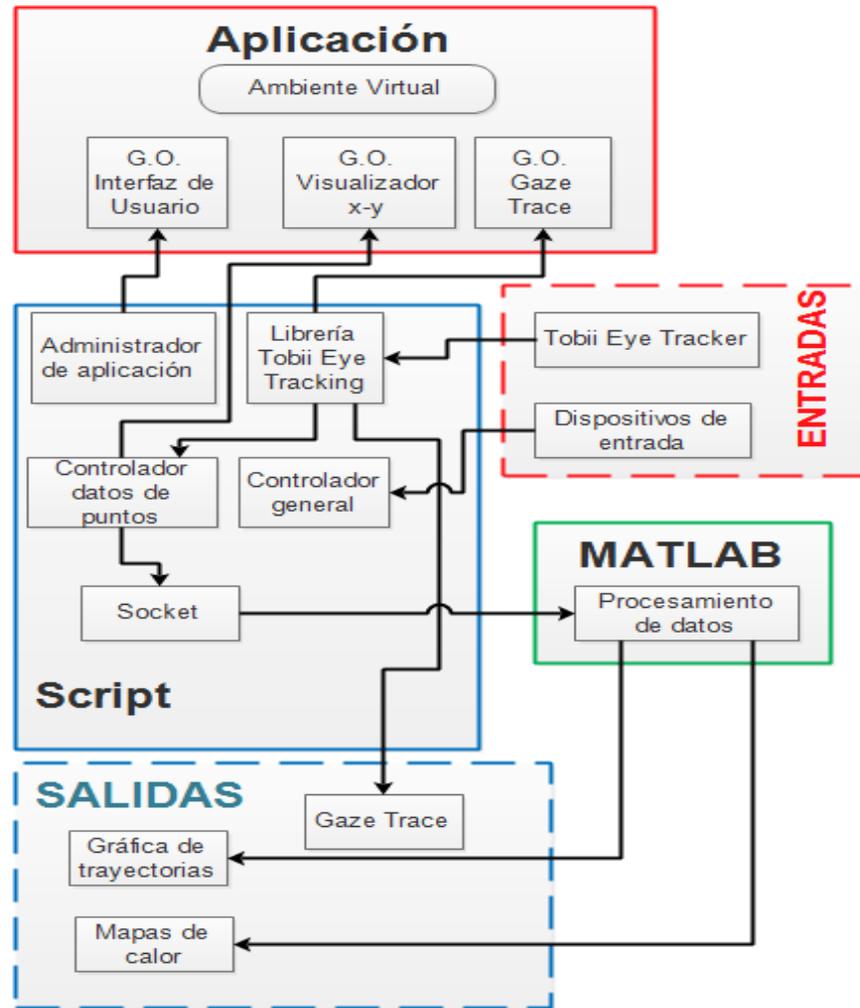
Investigar los distintos test psicológicos en los que la posición de los ojos a fin de buscar el mayor nivel de concentración del posicionamiento de ojos.

Desarrollar el sistema de adquisición de las señales generadas por el sensor ocular y realizar el tratamiento de los valores obtenidos.

Desarrollar un algoritmo que permita realizar el procesamiento de los datos del sensor ocular en tiempo real así como datos almacenados en una base e implementar una interfaz humano-máquina para la visualización.

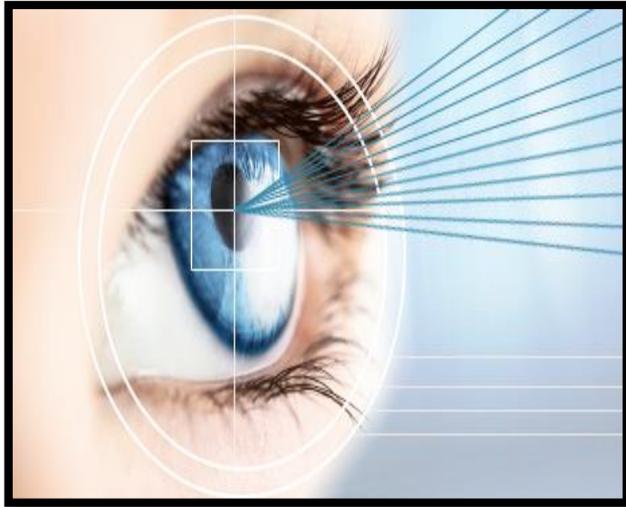
Realizar la validación de resultados a partir de las pruebas de funcionamiento.

# Arquitectura de la herramienta



# Eye Tracking

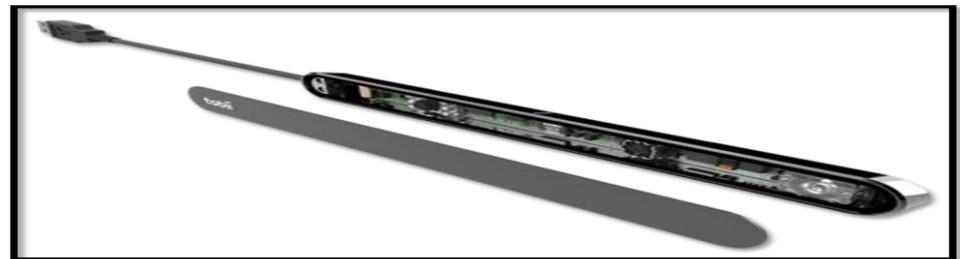
Tecnología que busca el estudio del movimiento y el comportamiento de los ojos ante diversos estímulos.



Técnica Biométrica



Dispositivo

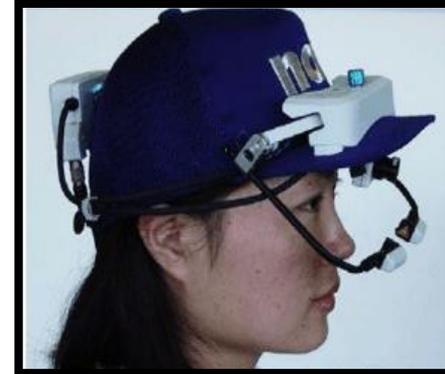


Estructura



# Equipos de Eye Tracking

EQUIPOS DE EYE TRACKING	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Equipo montado en la cabeza		El usuario posee el equipo en la cabeza todo el tiempo. Ocasionando ser molesto y porque no decirlo intrusivo.
Gafas de Eye Tracking	El equipo obtiene información y transmite mediante wifi o bluetooth al equipo que almacena la información. Posee cámaras y las luces infrarrojas.	El usuario debe colocarse el equipo para utilizarlo.
Movimiento ocular en la distancia	Utilizan cámaras de alta velocidad que rastrean los movimientos de los globos oculares, dilatación de pupila y parpadeo del sujeto. La información que se obtiene luego se procesa para ubicar las zonas de “puntos calientes”. Se puede determinar los recorridos visuales.	Es un equipo no invasivo.



# Test de evaluación en Psicología

Serie de pruebas con el propósito para determinar la sanidad mental de una persona o realizar un sondeo de los aspectos de la personalidad que presenta la persona.

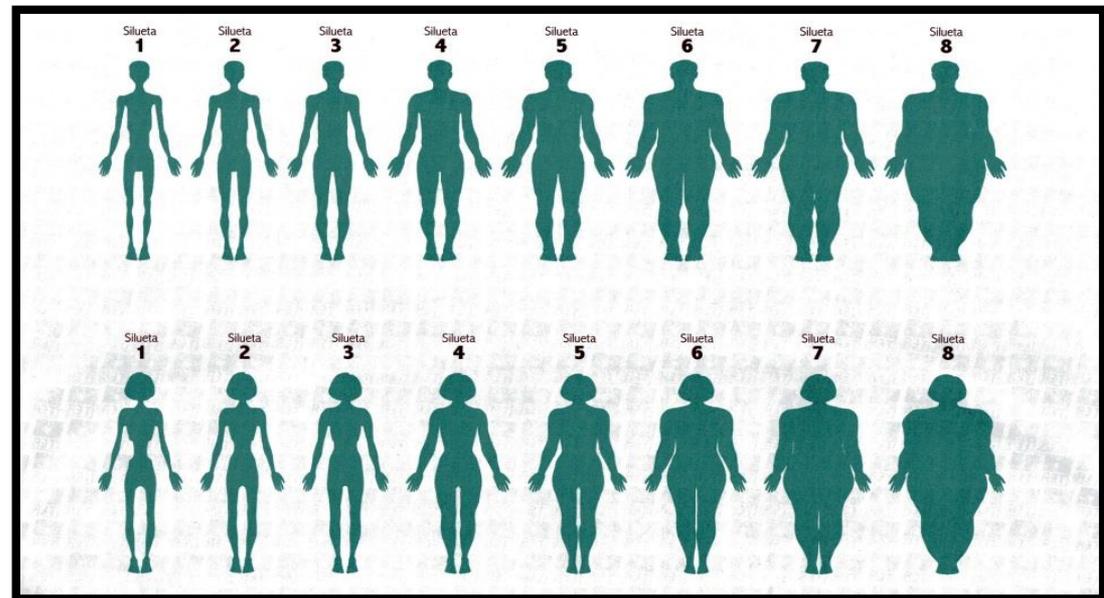
Estos test ofrecen una serie de herramientas de utilidad que reflejen:

Actitudes

Rasgos de personalidad

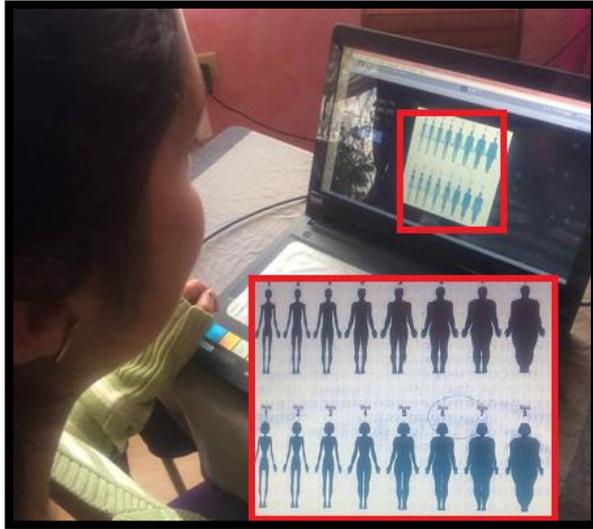
Conflictos internos

Test de siluetas para  
detección de anorexia

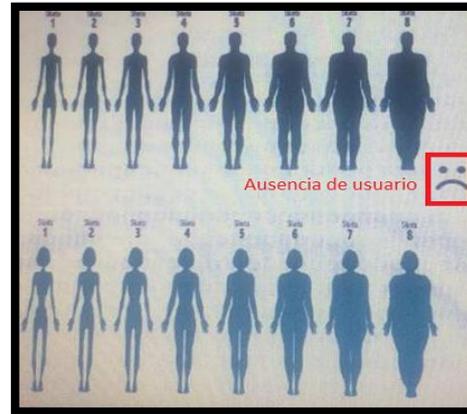


# Funciones Estáticas

## Uso de datos "Gaze Point"

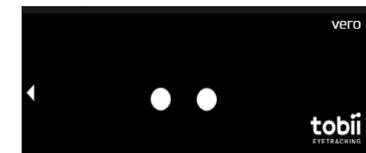
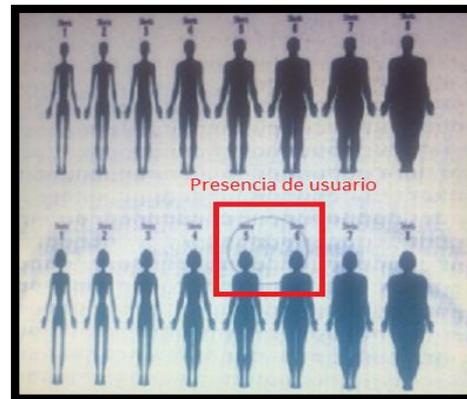


## Icono de presencia de usuario



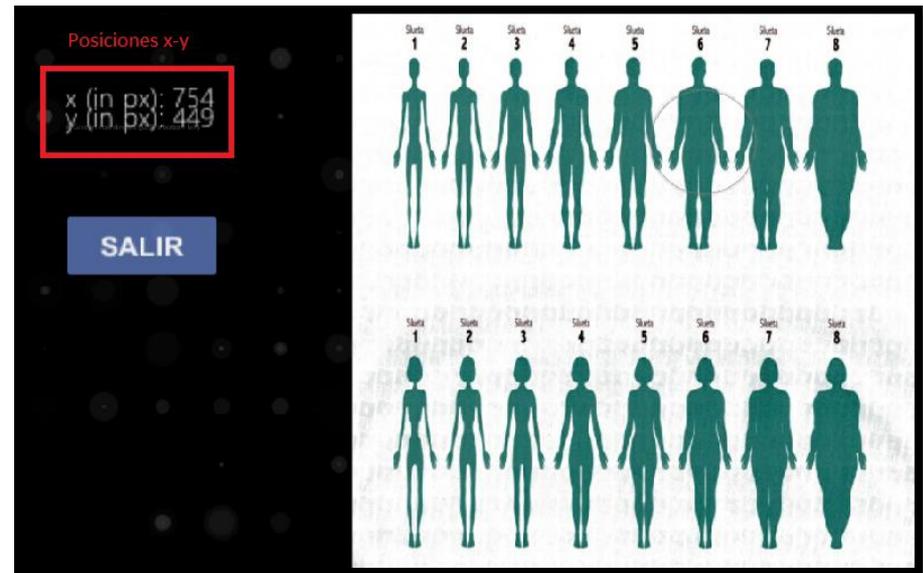
Rastreador ocular inactivo

## Icono de seguimiento de la mirada

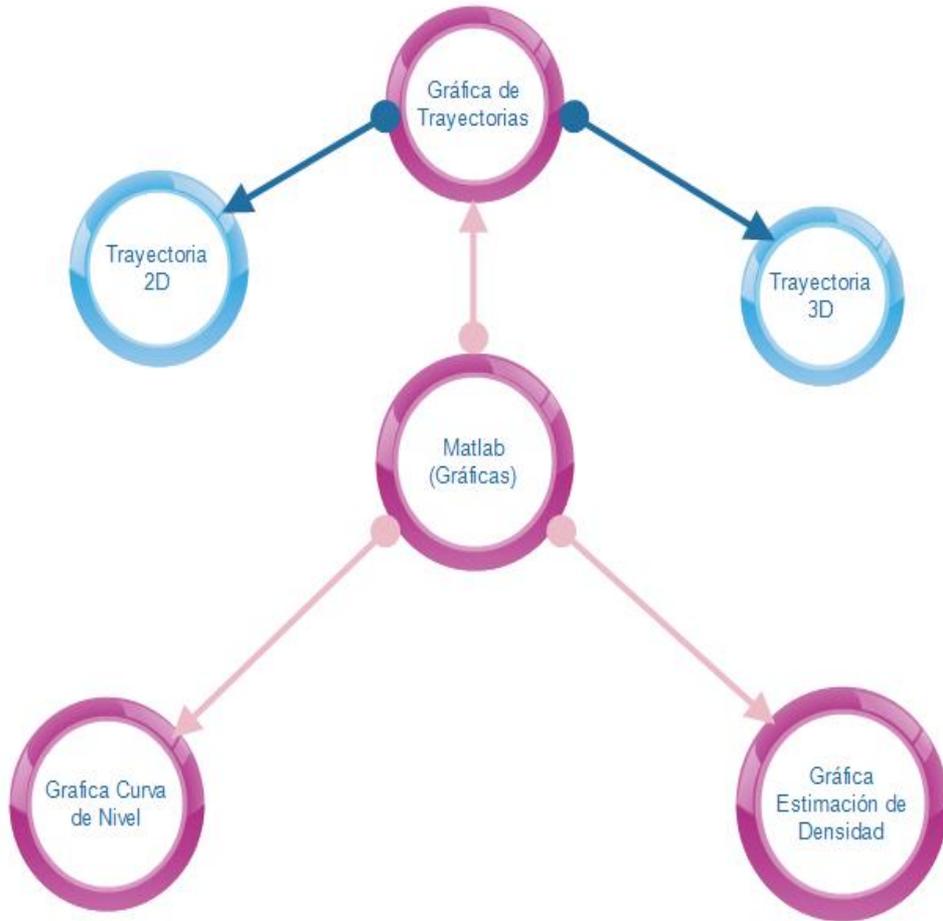


**ESPE**  
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA

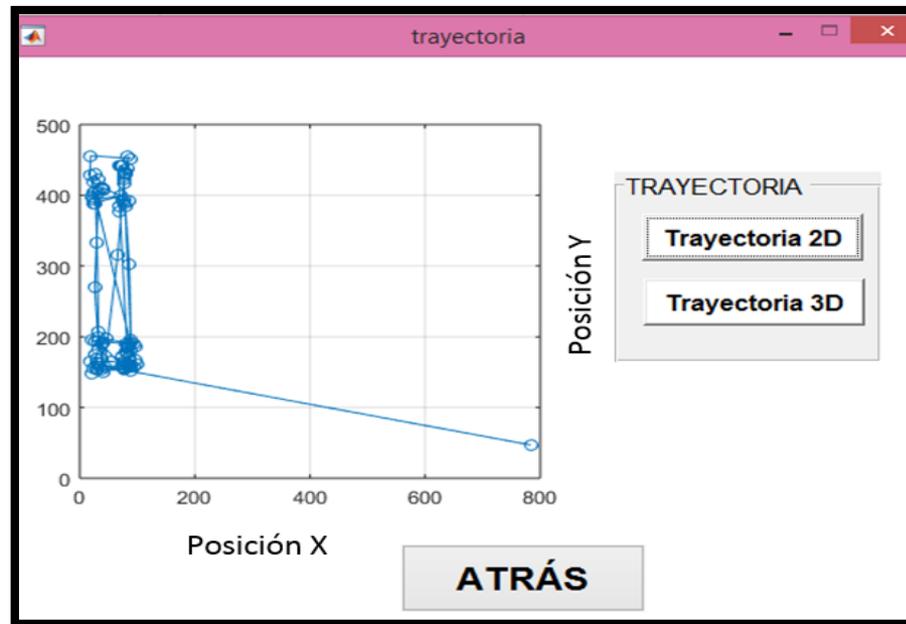
## COORDENADAS (X,Y)



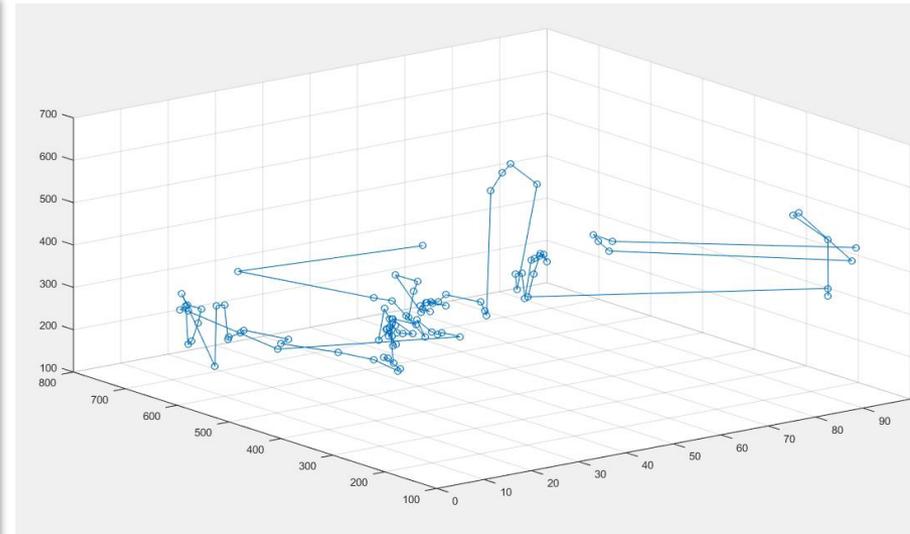
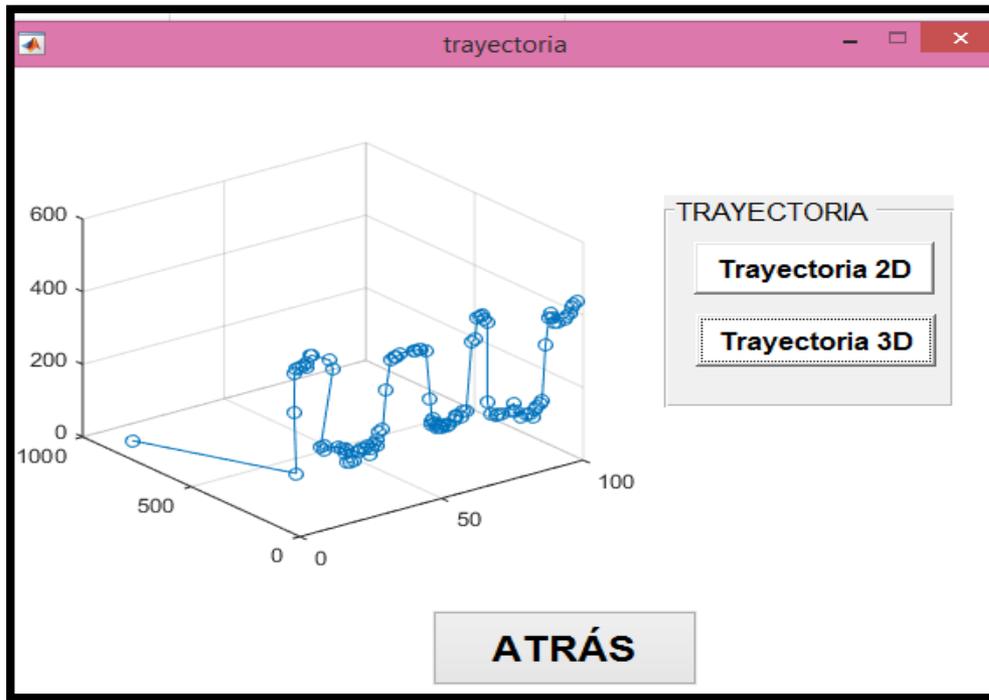
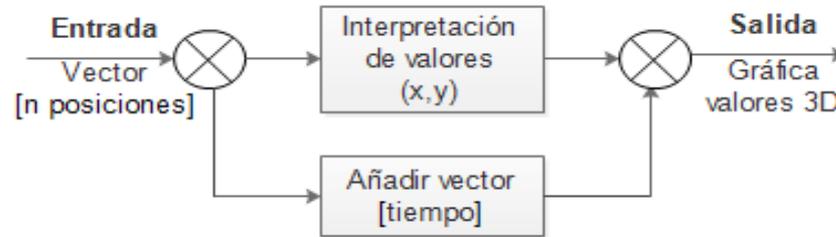
# Interfaz Matlab



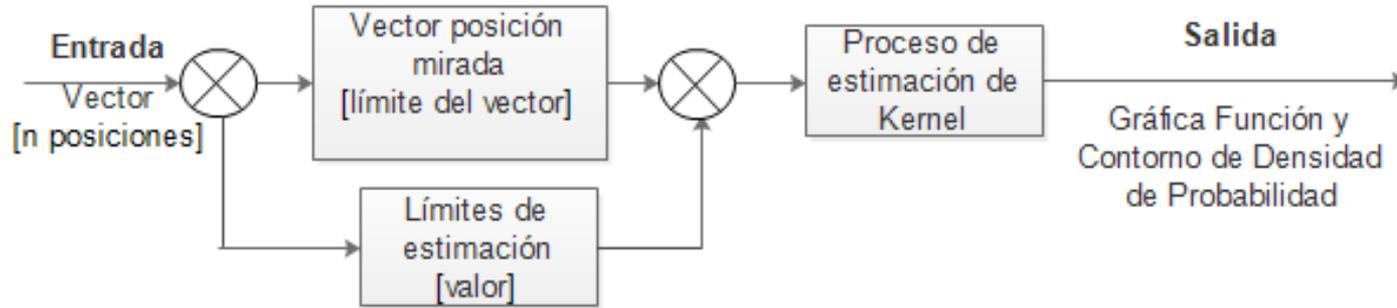
# Trayectoria 2D



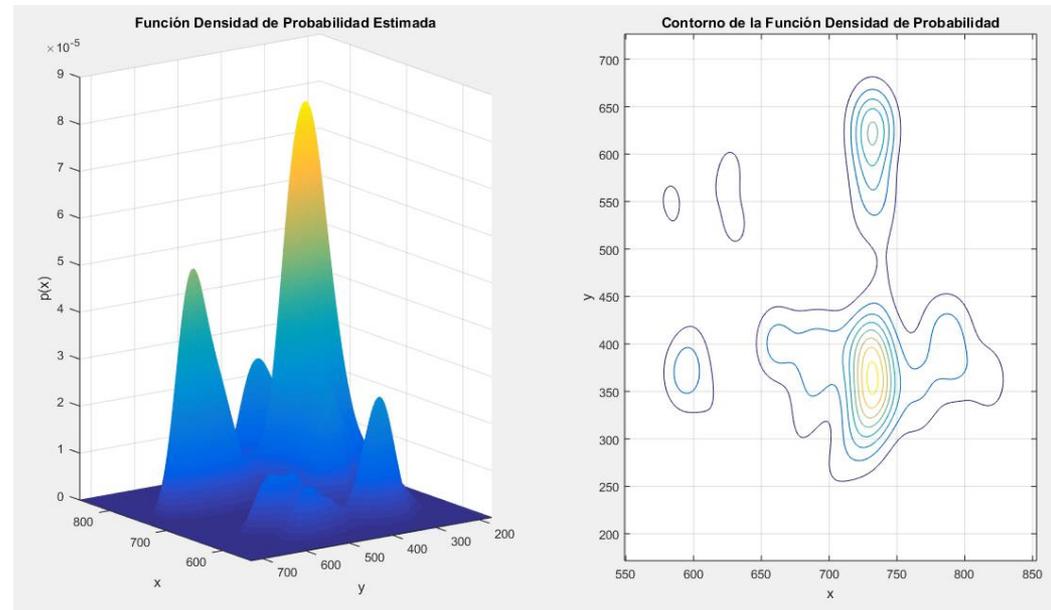
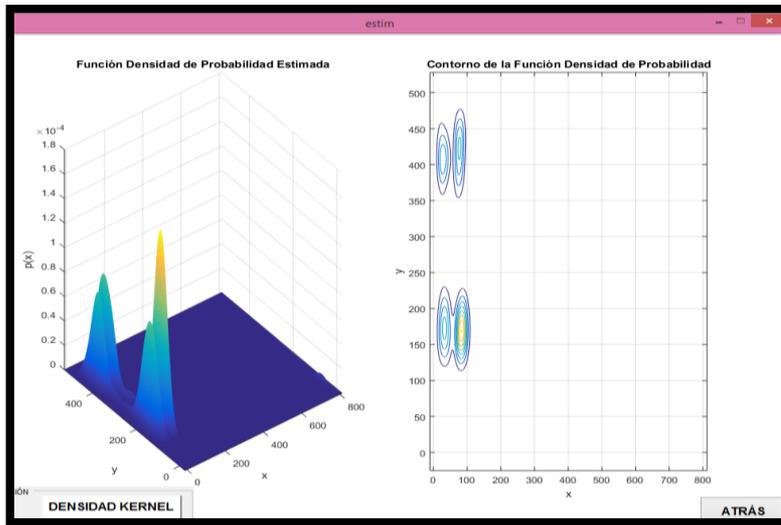
# Trayectoria 3D



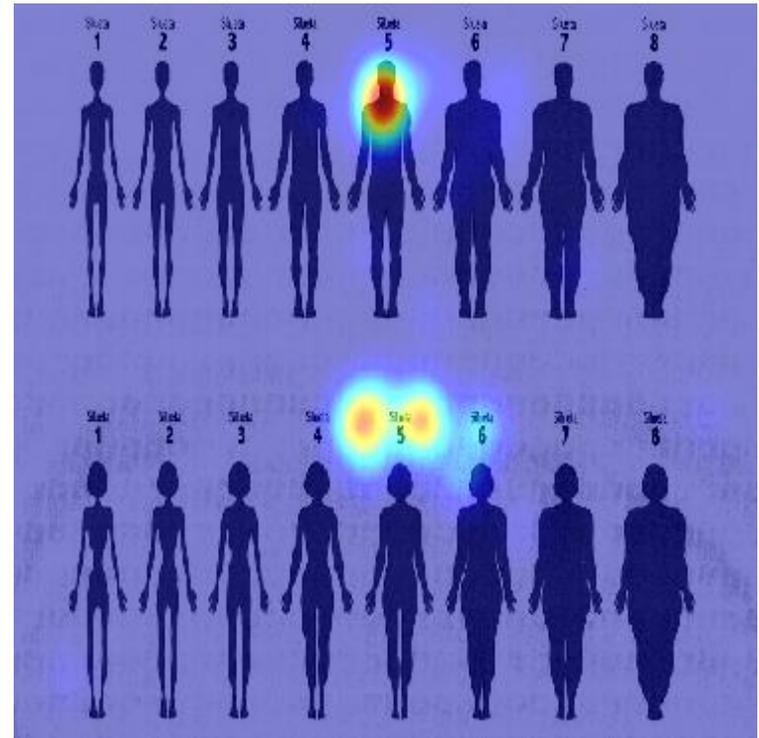
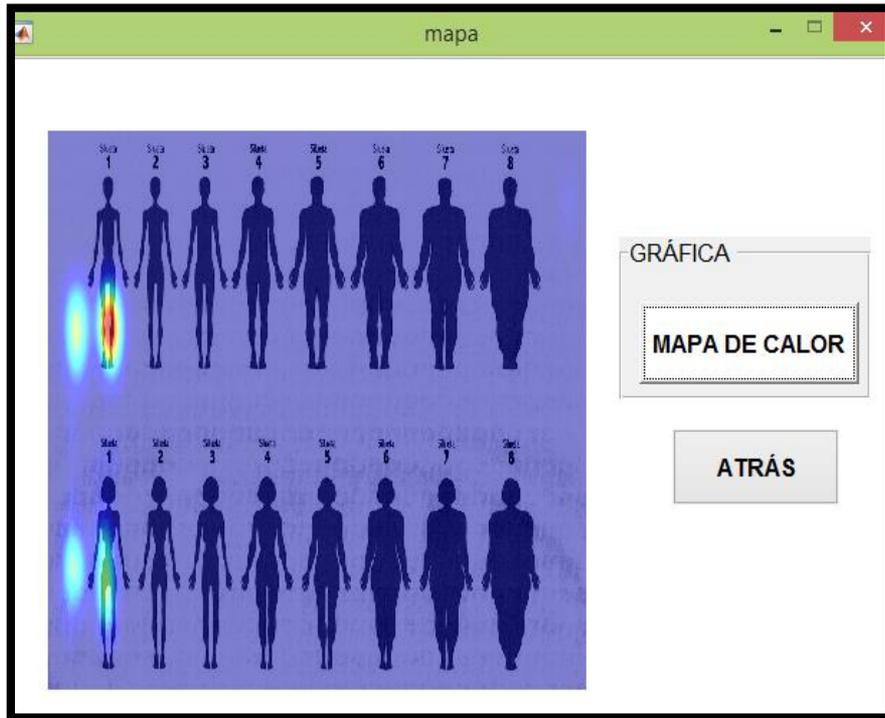
# Estimación de Densidad de Kernel



Módulo Ráster o modelo celda



# Mapa de calor



# RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Aplicación del test de siluetas.

PREGUNTAS	
1	¿Qué silueta representa tu peso actual?
2	¿Qué silueta representa tu peso ideal?
3	¿Qué silueta elegirías como pareja?
4	¿Qué silueta crees que elegiría una persona del sexo opuesto contrario como pareja?
5	¿Qué silueta le gustaría a tu madre que tuvieras?
6	¿Qué silueta le gustaría a tu padre que tuvieras?



# ANÁLISIS DE LA INVESTIGACIÓN

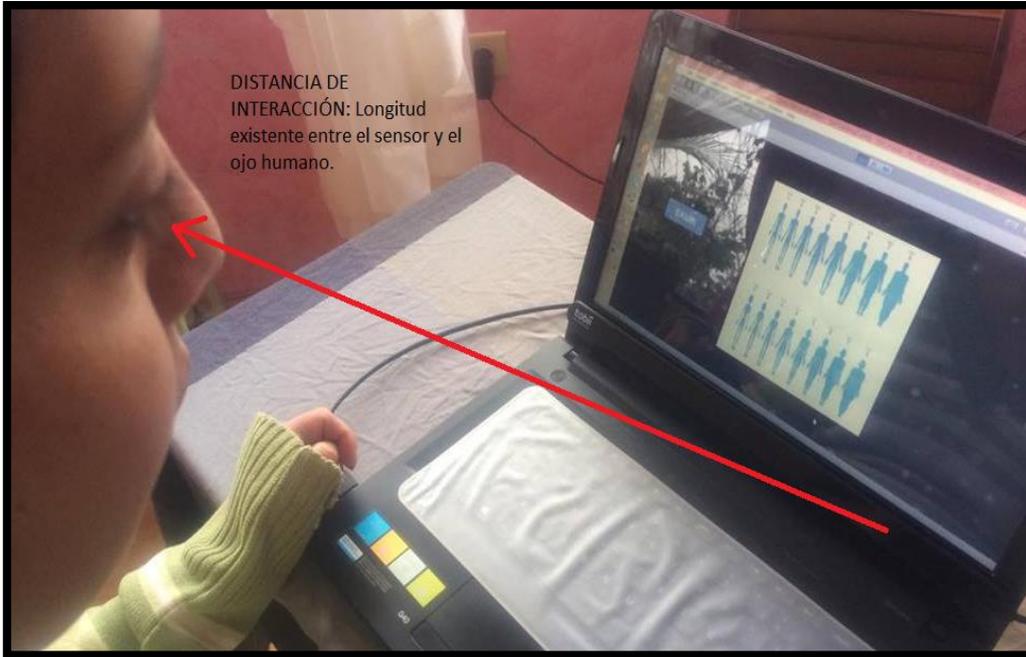
Las pruebas se realizan bajo los siguientes aspectos:

- Pruebas del sistema
- Pruebas escritas vs pruebas del sistema
- Distancia de interacción
- Pruebas mediante el uso de lentes
- Usabilidad del sistema



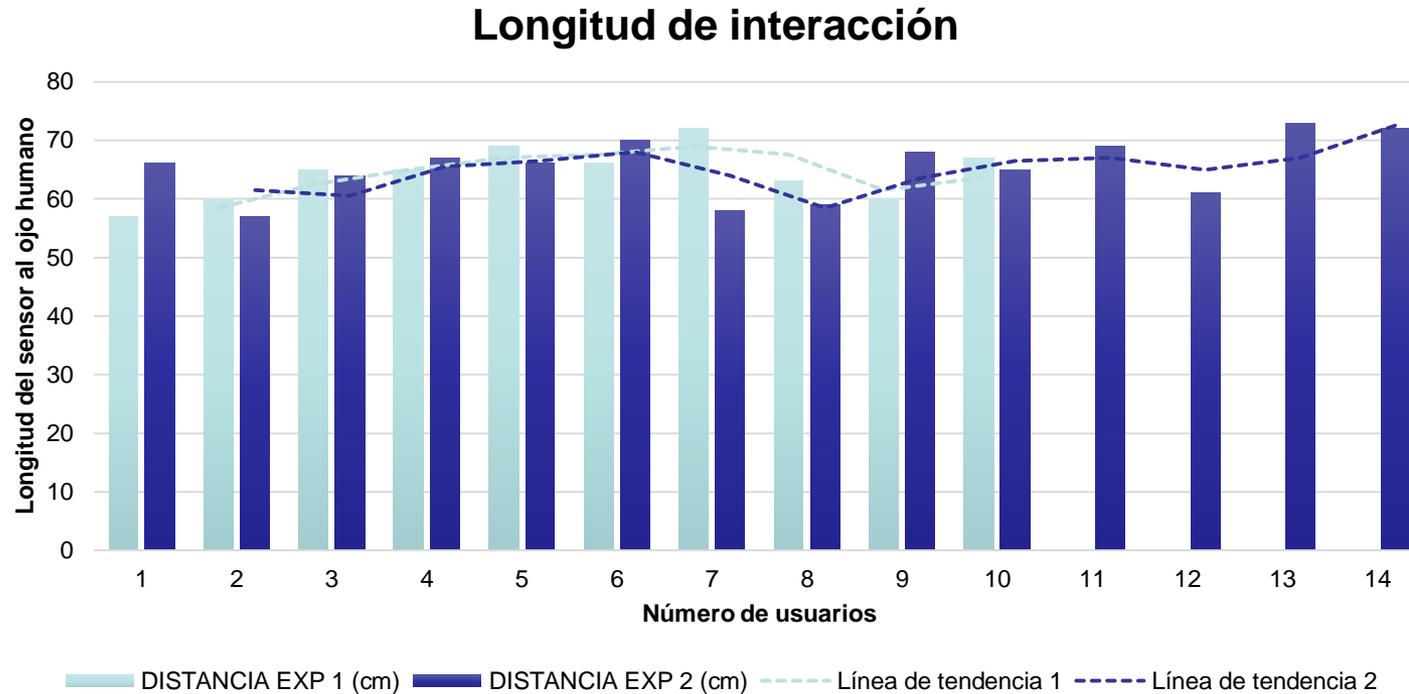
# ***Distancia de Interacción***

DISTANCIA DE INTERACCIÓN: Longitud existente entre el sensor y el ojo humano.



Nº	Distancia experimento 1 (cm)	Nº	Distancia experimento 2 (cm)
1	66	1	57
2	57	2	60
3	64	3	65
4	67	4	65
5	66	5	69
6	70	6	66
7	58	7	72
8	59	8	63
9	68	9	60
10	65	10	67
12	69		
13	61		
14	73		
15	72		

# Distancia de Interacción



Rango de aceptabilidad de 60 a 70 cm  
para el correcto desempeño del sensor



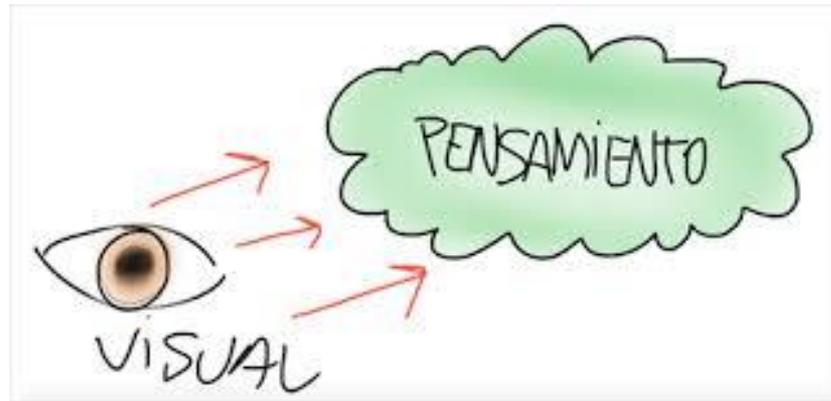
# Pruebas mediante el uso de lentes

EXPERIMENTO 1		EXPERIMENTO 2	
Nº USUARIOS	GÉNERO	Nº USUARIOS	GÉNERO
2	Femenino	3	Masculino



# Pruebas del sistema

- **Grupo 1:** Conformado por 15 personas  
3 hombres  
12 mujeres  
rango de 16 a 17 años de edad



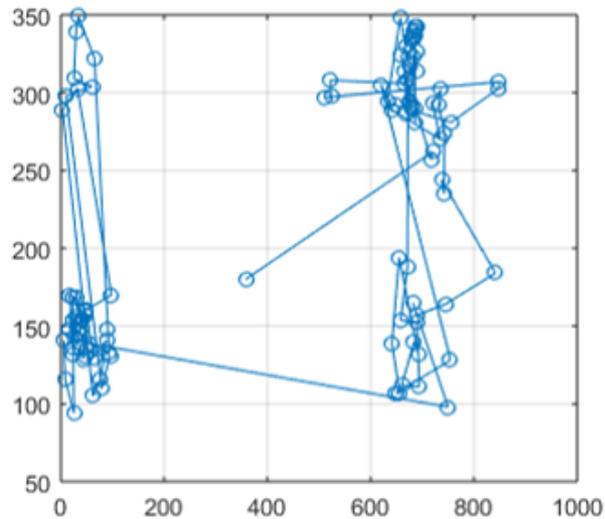
Con el objetivo de poder comprobar la utilización del sistema.

100% de aceptabilidad en el uso del sistema y por ende la interpretación de datos en el desarrollo del test.

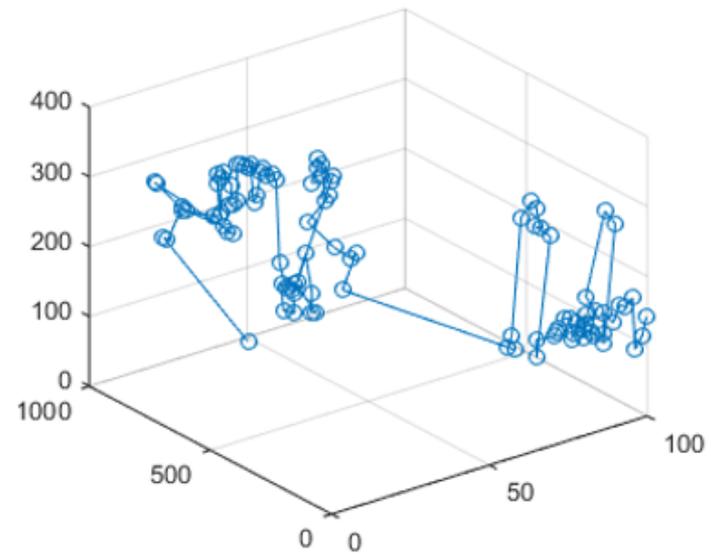
# Pruebas del sistema

## PRUEBA 14

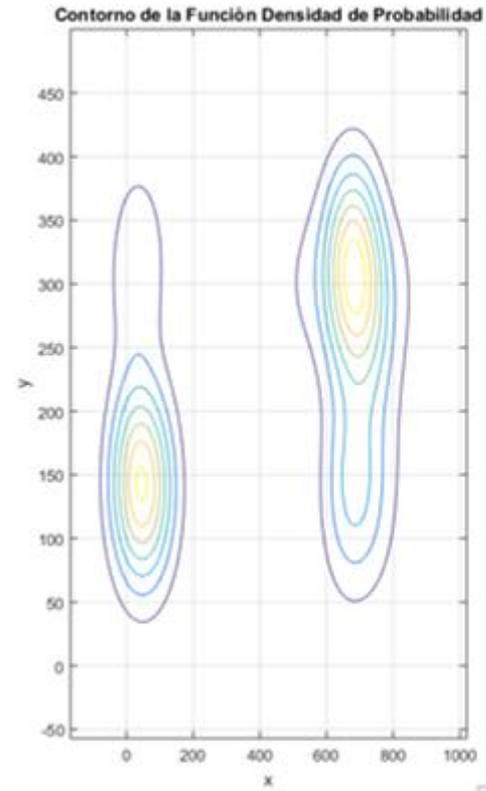
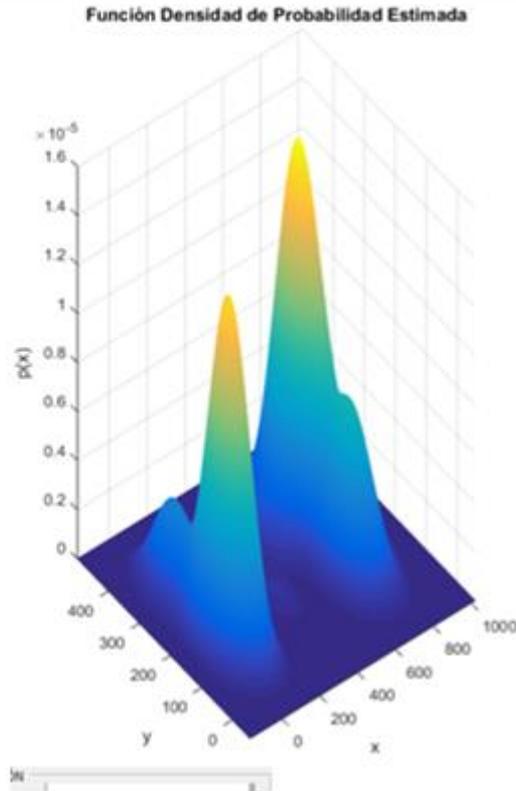
Trayectoria 2D



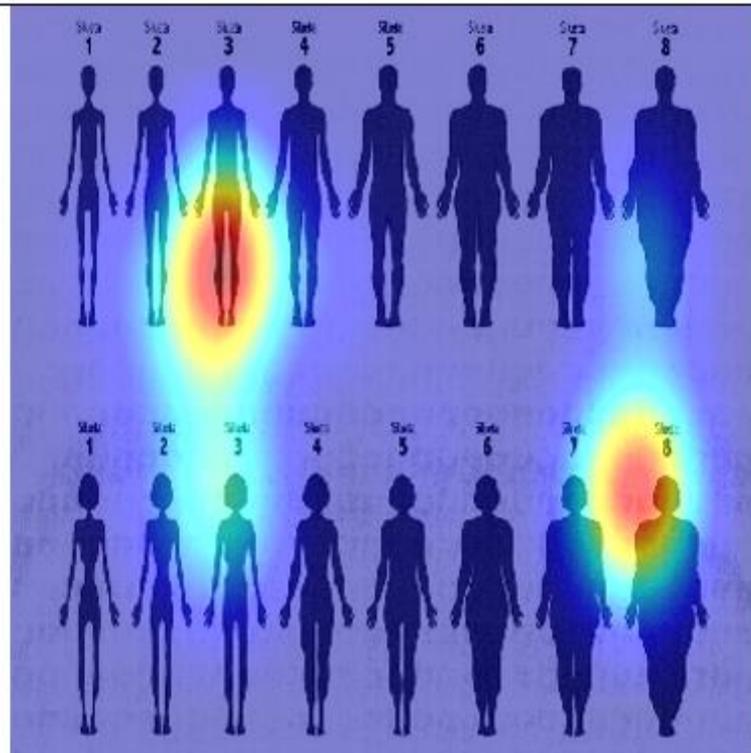
Trayectoria 3D



## Estimación de densidad



## Mapa de calor



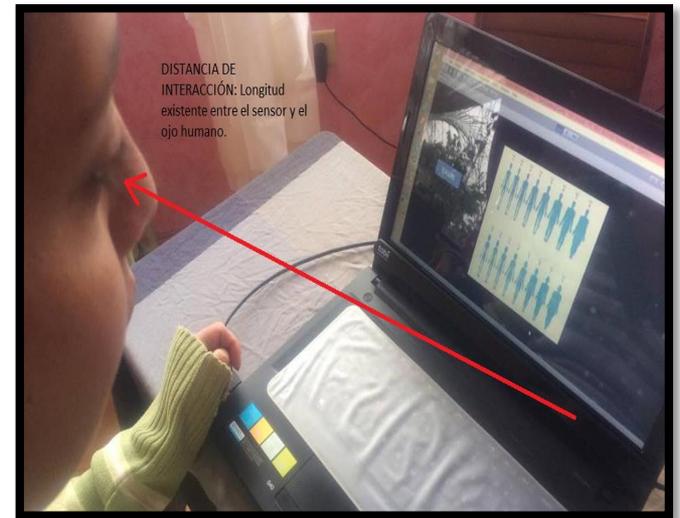
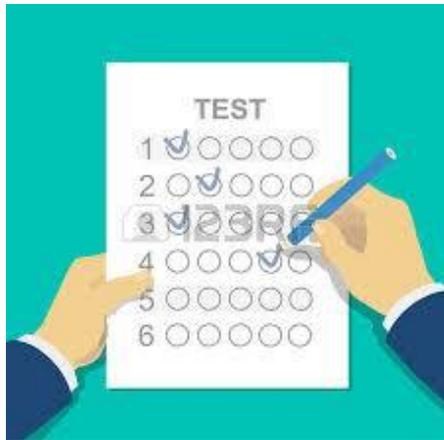
# Pruebas escritas vs Pruebas del sistema

**Grupo 2:** Conformado por 10 estudiantes

8 hombres

2 mujeres

edad de 18 a 20 años



# Pruebas escritas vs Pruebas del sistema

## USUARIO 4

EXPERIMENTO II	SILUETA 1	SILUETA 2	SILUETA 3	SILUETA 4	SILUETA 5	SILUETA 6	SILUETA 7	SILUETA 8
PREGUNTA 1						X		
CÁLCULO 1							X	
PREGUNTA 2						X		
CÁLCULO 2						X		
PREGUNTA 3						X		
CÁLCULO 3				X				
PREGUNTA 4					X			
CÁLCULO 4				X				
PREGUNTA 5						X		
CÁLCULO 5					X			
PREGUNTA 6						X		
CÁLCULO 6				X				



# Pruebas escritas vs Pruebas del sistema

Análisis para la obtención del valor de desplazamiento

USUARIO 4								
EXPERIMENTO II	SILUETA 1	SILUETA 2	SILUETA 3	SILUETA 4	SILUETA 5	SILUETA 6	SILUETA 7	SILUETA 8
PREGUNTA 1						X		
CÁLCULO 1							X	
PREGUNTA 2						X		
CÁLCULO 2						X		
PREGUNTA 3						X		
CÁLCULO 3				X				
PREGUNTA 4					X			
CÁLCULO 4				X				
PREGUNTA 5						X		
CÁLCULO 5					X			
PREGUNTA 6						X		
CÁLCULO 6				X				



# Pruebas escritas vs Pruebas del sistema

## Valores de desplazamiento entre respuestas

PREGUNTA 1	0,5
PREGUNTA 2	0
PREGUNTA 3	-1
PREGUNTA 4	-0,5
PREGUNTA 5	-0,5
PREGUNTA 6	-1

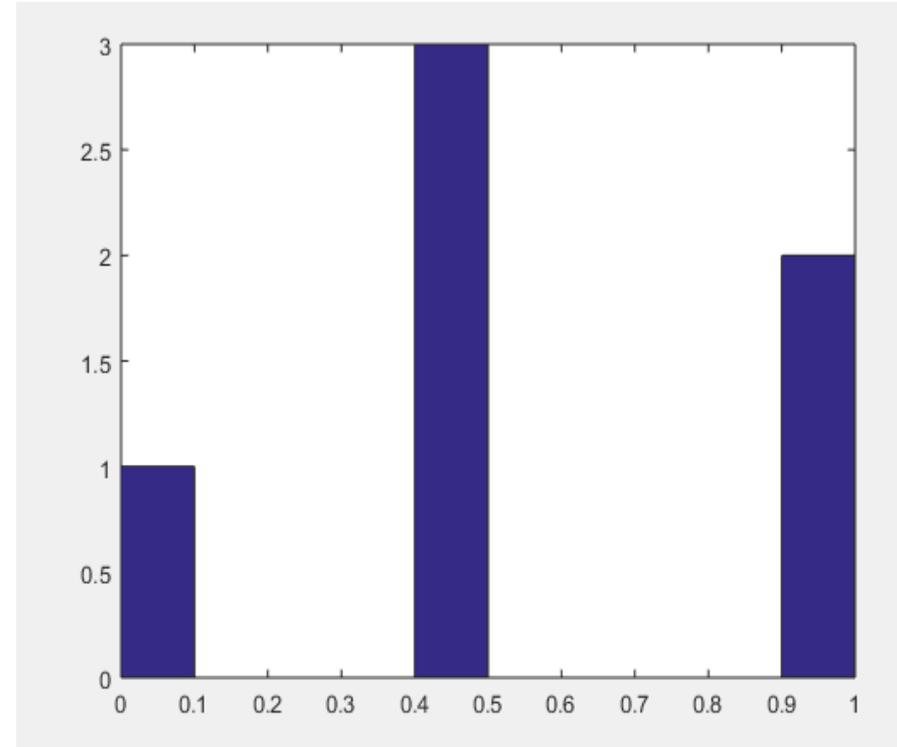
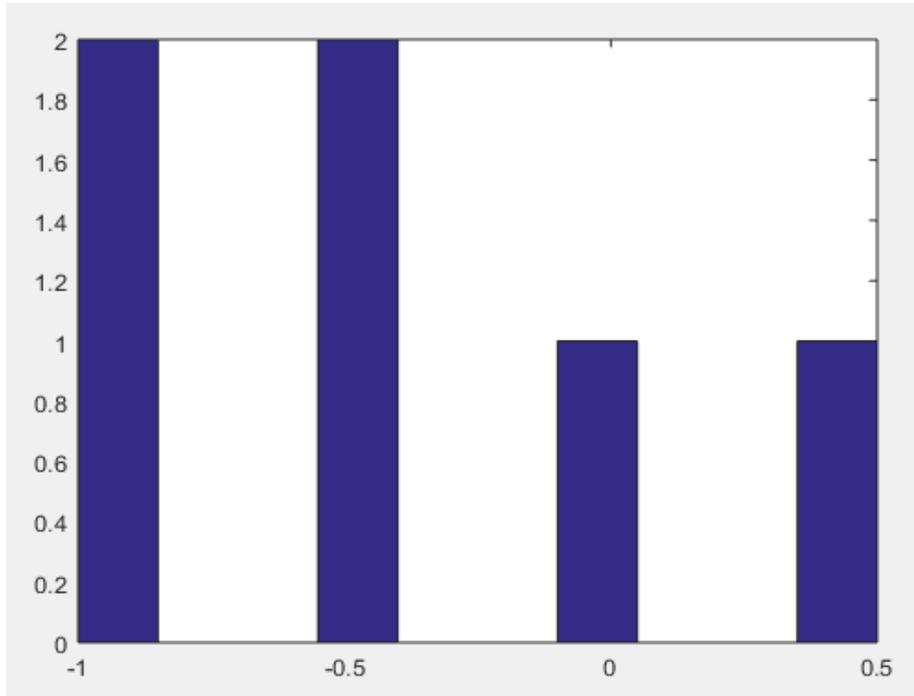
PREGUNTA 1	0,5
PREGUNTA 2	0
PREGUNTA 3	1
PREGUNTA 4	0,5
PREGUNTA 5	0,5
PREGUNTA 6	1

VALORES (x=valor de desplazamiento)	SIGNIFICADO
$x = 0$	Igual
$X=0,5 \wedge x=1$	Similar
$X=1,5 \wedge x=2$	Diferente
$X=2,5 \wedge x=3,5$	Muy diferente



# Pruebas escritas vs Pruebas del sistema

Histogramas de valores en los desplazamientos



# Pruebas escritas vs Pruebas del sistema

## Análisis de los usuarios del grupo 2

USUARIO	CONDICIÓN
1	Sobrestima
2	Subestima
3	Subestima
4	Subestima
5	Subestima
6	Subestima
7	Sobrestima
8	Subestima
9	Subestima
10	Subestima

USUARIO	VALOR	SIGNIFICADO
1	1	Similar
2	1	Similar
3	1,5	Diferente
4	0,5	Similar
5	1	Similar
6	1	Similar
7	0,5	Similar
8	1,5	Diferente
9	1,5	Diferente
10	1,5	Diferente



# Pruebas escritas vs Pruebas del sistema

## Análisis de los usuarios del grupo 2 por pregunta

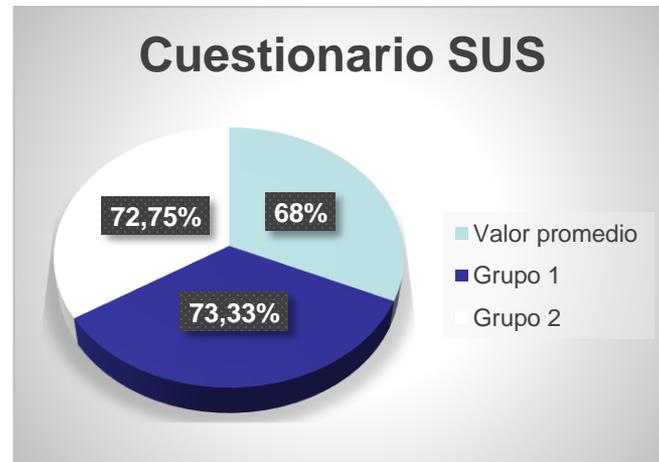
PREGUNTA	CONDICIÓN	VALOR	SIGNIFICADO
1	Subestiman	1	Similar
2	Subestiman	1	Similar
3	Subestiman	0,5	Similar
4	Subestiman	1	Similar
5	Subestiman	1	Similar
6	Subestiman	1	Similar



# Usabilidad del Sistema

El sistema se evaluó la usabilidad del mismo aplicando el cuestionario SUS, el programa tenga una usabilidad aceptada el promedio global debe superar el 68% según el estándar del cuestionario SUS.

Resultados obtenidos en los experimentos realizados:



Sistema implementado es cómodo, fácil de manipular y útil al momento de realizar un test psicológico.



# Conclusiones

- El sistema no invasivo basado en el seguimiento de la posición de ojos es una herramienta que permite aplicar test psicológicos de manera rápida, no intrusiva y eficiente.
- El software Unity 3D es un lenguaje de programación de gran uso en el desarrollo de la implementación y funcionalidad del Tobii Eye Tracker, que posee un alta capacidad en el tratamiento de datos así como manejo de vectores que permiten mejorar el análisis estadístico.
- El análisis estadístico para el sistema está enfocado en el uso de gráficas que sean de fácil interpretación por el especialista al realizar el test psicológico.



# Artículo realizado



D. Rivas-Lalaleo, **Verónica Luna S.**, Víctor H. Andalu, Washington X. Quevedo and Alex Santana G.,

**“System of Evaluation for Reading Based on Eye Tracking”**, SETE 2017, Springer Lecture Notes in Computer Science (LNCS).



**ESPE**  
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA



**ESPE**  
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA

# **“DESARROLLO DE UN SISTEMA NO INVASIVO BASADO EN SEGUIMIENTO DE LA POSICIÓN DE OJOS PARA LA APLICACIÓN DE TEST PSICOLÓGICOS”**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE INGENIERO ELECTRÓNICO**

**VERÓNICA ELIZABETH LUNA SALGUERO**

**TUTOR: ING DAVID RIVAS MSc.**

Latacunga, Julio del 2017

