



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

**INGENIERÍA EN SOFTWARE**

**TEMA:**

**“GY MEDIC: ANALYSIS AND REHABILITATION SYSTEM FOR PATIENTS WITH FACIAL PARALYSIS”**

**AUTORES:**

**GUANOLUISA PANCHI GISSELA MARICRUZ  
PILATASIG AREQUIPA JIMMY ALEXANDER**

**DIRECTOR:**

**ING. VÍCTOR HUGO ANDALUZ PHD.**

**LATACUNGA, 2019**



# Resumen



Sistema experto médico capaz de diagnosticar trastornos de pacientes con parálisis facial



Módulo de Rehabilitación

Metodología SEMHTA

Módulo de Análisis



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# Planteamiento del problema



(J. M. Park, 2017) encontró que el trastorno tiene incidencia leve en niños menores a 10 años, ancianos; y alta en mujeres embarazadas, diabéticos y personas con antecedentes previos de la enfermedad, el 67% de pacientes exhibe un exceso de rasgaduras en los ojos, el 52% presenta un dolor postauricular, el 34% tiene trastornos del gusto y el 14% puede desarrollar fonofobia.



# Planteamiento del problema



El diagnóstico de la parálisis facial se realiza por especialistas como: otorrinolaringólogos, neurólogos, fisioterapeutas u otros

Los tiempos y el progreso de rehabilitación que el paciente presenta no pueden ser estimados con precisión.

Los resultados emitidos es proporcional a la experiencia del médico, lo que hace imposible garantizar el análisis y rehabilitación a un paciente.



Con este antecedente surge la pregunta: ¿Cómo optimizar el análisis y rehabilitación de pacientes con parálisis facial?



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# Objetivos

## General:

- Desarrollar un sistema experto que permita el análisis y rehabilitación de pacientes con parálisis facial.

## Específicos:

- Investigar los métodos y técnicas para calcular la asimetría del rostro en las zonas de cejas, ojos y boca.
- Desarrollar un módulo de análisis que contemple el reconocimiento facial y el cálculo de asimetría a fin de cuantificar un grado de la parálisis facial.
- Desarrollar un módulo de realidad virtual semi-inmersivo, para la rehabilitación física, haciendo uso de los gestos faciales del paciente.
- Valorar los resultados experimentales del sistema considerando una supervisión médica para la factibilidad de "GY MEDIC"



# Hipótesis e Indicadores



Si se desarrolla un sistema experto entonces se optimiza el tratamiento de pacientes con parálisis facial.



Métricas graduales de lesión facial



Métricas faciales: Estado inicial, cuadro clínico, estado final



Estimaciones de tiempo de recuperación



# Marco Teórico: Evolución de técnicas de medición y diagnóstico

## James y Russel

**En el primero**, que comprende alrededor del 80% de los casos, no hay RD; la recuperación comienza entre una a tres semanas y se completa en cuatro a ocho.

[Período de 1951-1955]

**En el segundo**, grupo se comprueba ID y los músculos permanecen dos o más meses completamente paralizados. El nervio estaría muy lesionado y la recuperación sólo podría hacerse por regeneración.

## Dra. Soraya Ortega

Los materiales utilizados fueron un equipo de rayo láser MID LÁSERtech Nova II de 4000 Mhz con puntal, con las siguientes características:

[Período de 1955-2000]

- Alimentación principal 110 VCA, frecuencia de alimentación 60 Hz
- Longitud de onda 904 NM
- Potencia pico máximo de 37.5 W
- Potencia pico mínimo de 10 W
- Potencia media 30 mW, frecuencia de pulso 4000

En el grupo experimental se aplicó rayo láser de arseniuro de Galio en siete puntos del trayecto del nervio facial durante 20 segundos en cada punto.

## Susana Benitez

En primer lugar, se define si la parálisis es Reversible o Irreversible.

[Período de 2000-Actualidad]

- Parálisis facial unilateral completa.
- Síndrome de Möebius.
- Parálisis facial unilateral incompleta.
- Procedimientos complementarios variados según necesidad.



# Marco Teórico: House-Brackmann Cuantificación de la parálisis facial

## Grado I

Función normal en todos los territorios.

## Grado II

Disfunción leve. Ligera o leve debilidad de la musculatura.

## Grado III

Disfunción moderada. Diferencia clara entre ambos lado.

## Grado IV

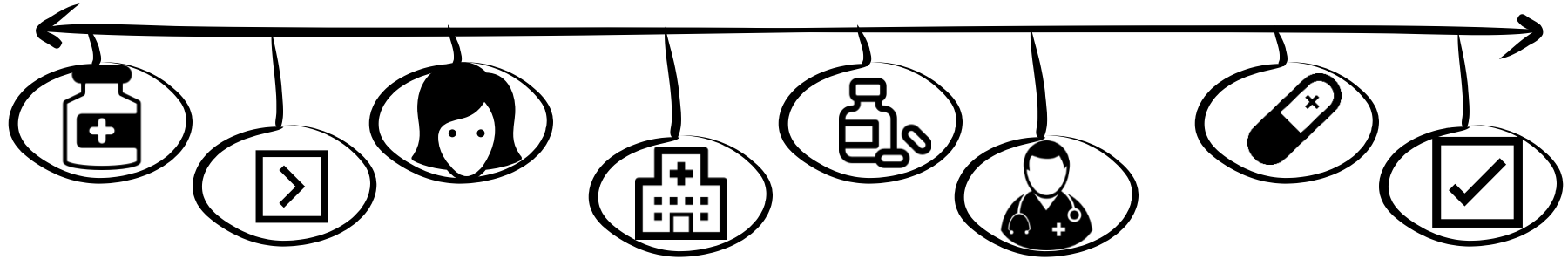
Disfunción moderadamente severa. Sincinesias. Espasmo facial.

## Grado V

Disfunción severa. Tan sólo ligera actividad motora perceptible. En reposo asimetría.

## Grado VI

Parálisis total. No hay movimiento facial. Pérdida total del tono.





# Marco Teórico: Entorno y rehabilitación virtual - Videojuego

Rehabilitación  
Virtual



Donkey  
Kong



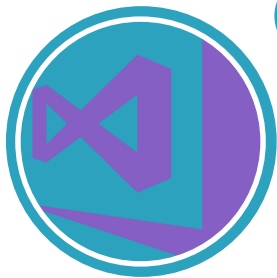
Unity



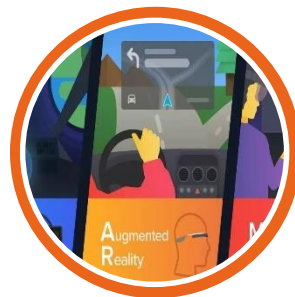
Super Mario  
Bros



Visual  
Studio



AR & VR



Kinect  
XBOX 360



Scripts



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

## SEMTHA



Análisis



Diseño y  
Construcción



Implementación



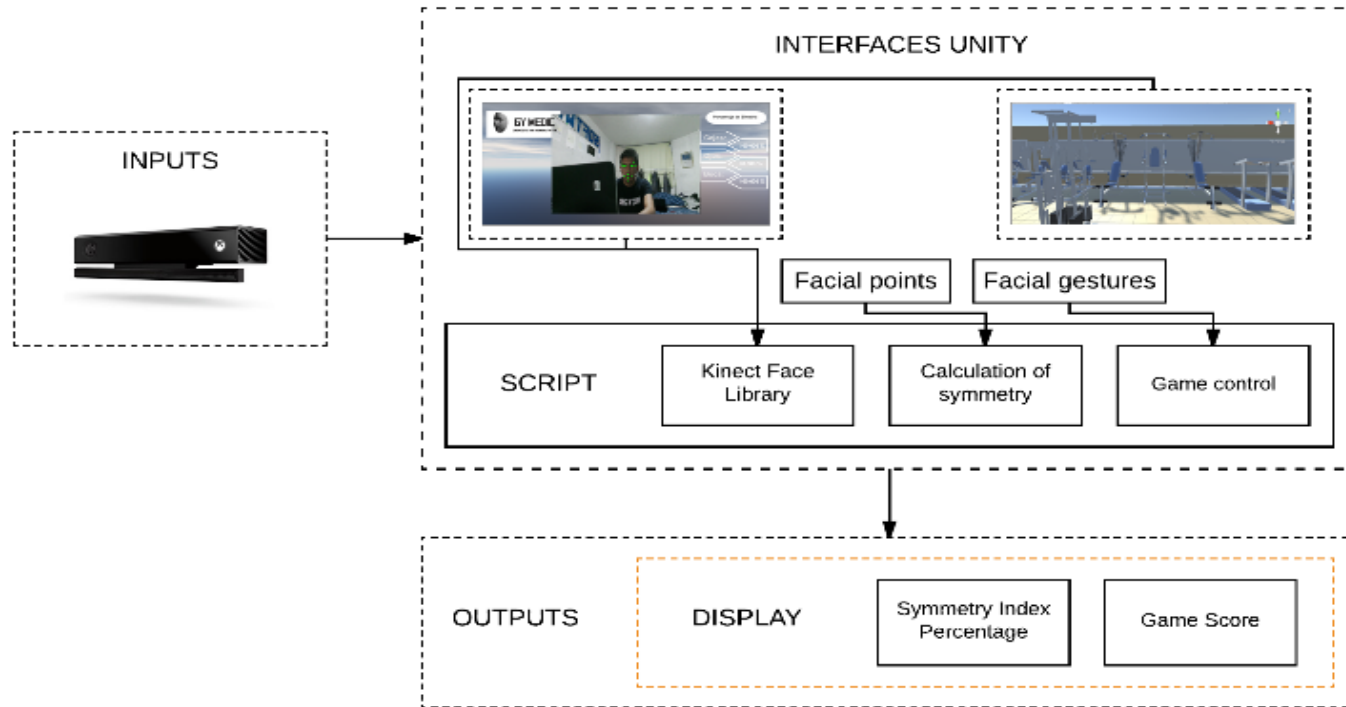
Validación  
y Entrega



# ***ESTRUCTURA DEL SISTEMA***



# Esquema de Operación



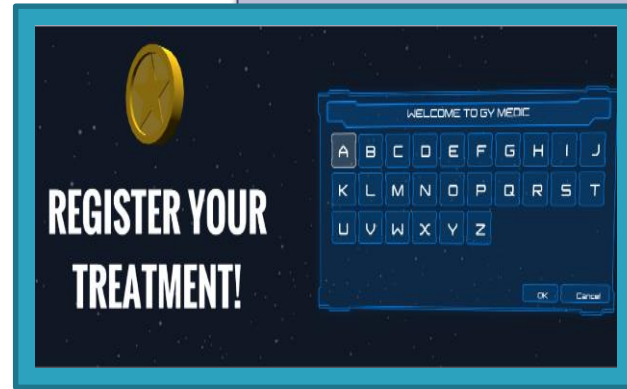
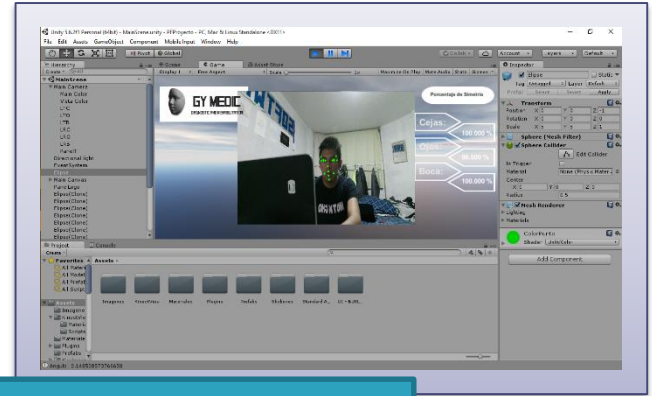
# *Las Entradas*

Adquisición de los características faciales.



# Las Interfaces Unity

Ambientes virtuales del sistema médico.

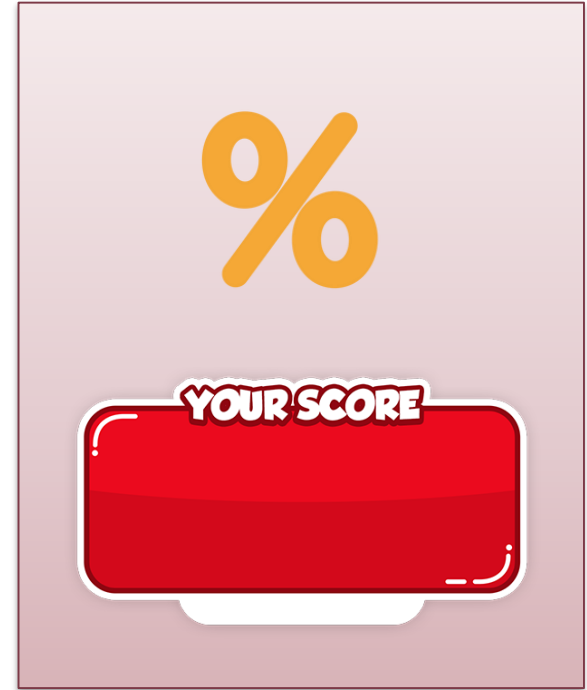


**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# Las Salidas

Resultados en tiempo real:

- Porcentaje de índice de simetría.
- Puntaje obtenido en el juego.



# *Detección de Características Faciales*



Reconocimiento facial 3D

## Ventajas

Tolerancia al uso de accesorios.

Soporta expresiones faciales voluntarias.

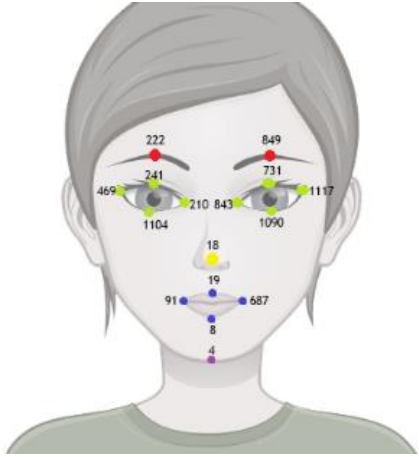
Ausencia de luz.

Desempeño frente al ruido.





# Proceso de Tracking



Coordenada	Detalle
222	Centro de la Ceja
849	Centro de la Ceja
241	Ojo Parte Superior
469	Esquina exterior del ojo
210	Esquina interior del ojo
1104	Ojo Parte Inferior
731	Ojo Parte Superior
843	Esquina exterior del ojo
1117	Esquina interior del ojo
1090	Ojo Parte Inferior
18	Punta de la Nariz
19	Boca Parte Superior
91	Boca Esquina exterior
687	Boca Esquina exterior
8	Boca Parte Inferior
4	Centro del Mentón

Obtener los  
puntos  
faciales

Filtrar los  
puntos  
faciales

Obtener las  
coordenadas  
X, Y, Z

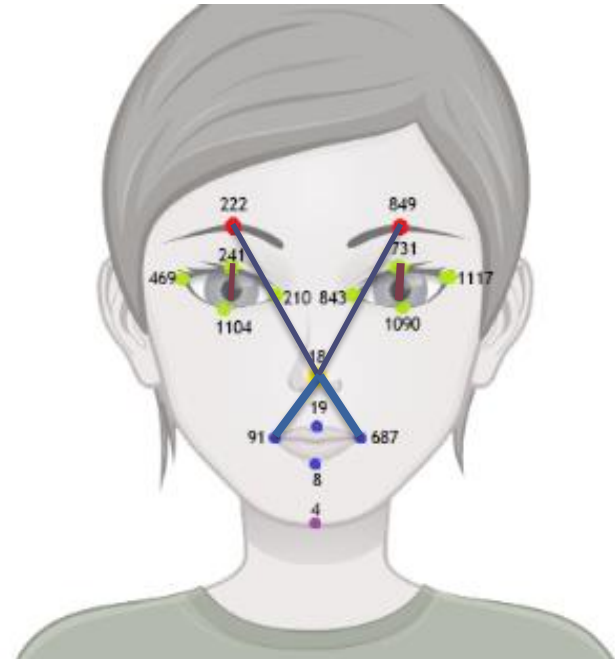
Graficar en  
Unity



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# Estimación del Índice de Simetría

Nombre	Distancia	Diferencia
Ceja Derecha - Nariz	$d_1 = d_{222_{18}}$	$\frac{d_1}{d_2}$
Ceja Izquierda - Nariz	$d_2 = d_{849_{18}}$	
Ojo Derecho Vertical	$d_1 = d_{241_{1104}}$	
Ojo Izquierdo Vertical	$d_2 = d_{731_{1090}}$	
Labio Izquierdo - Nariz	$d_1 = d_{91_{18}}$	
Labio Derecho - Nariz	$d_2 = d_{687_{18}}$	



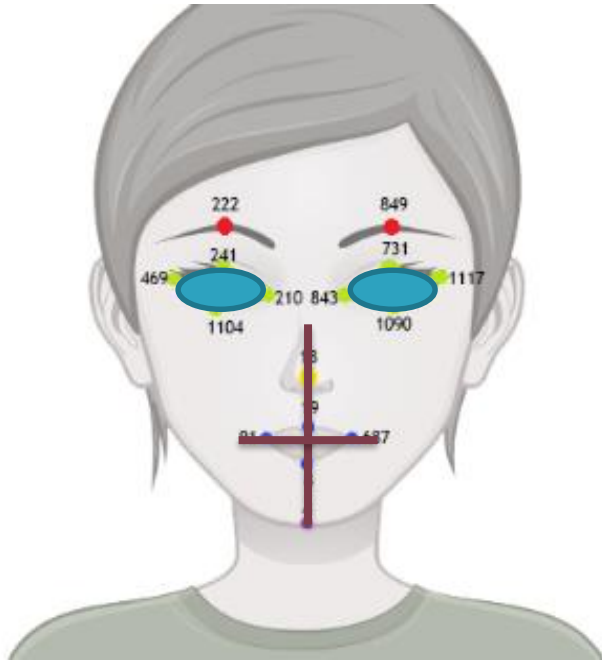
# Método de Corrección Gamma

$$V_{output} = K V_{input}^{\gamma}$$

Símbolo	Valor
$V_{output}$	Valor de salida corregido
$K$	Constante por zona (cejas, ojos, boca)
$V_{input}$	Valor a ser corregido
$\gamma$	Constante gamma



# Reajuste de los Índices de Simetría



$$A_{elipse} = A B \pi$$

Zona de los  
ojos

$$\theta = \frac{u \cdot v}{|u| |v|}$$

Zona de la  
boca



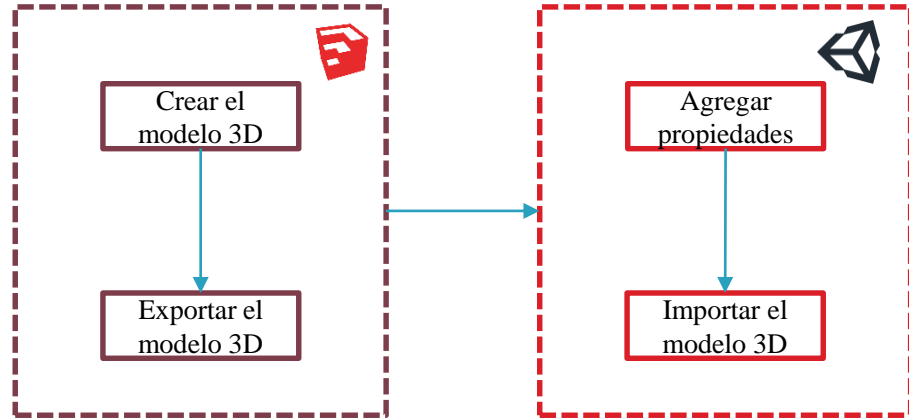
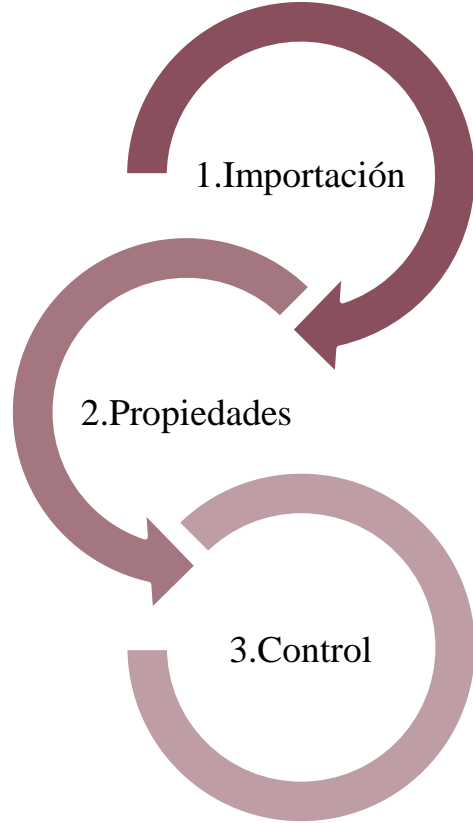
# ***ENTORNO VIRTUAL***



# *Interacción Paciente - Ordenador*



# Desarrollo del Entorno Virtual

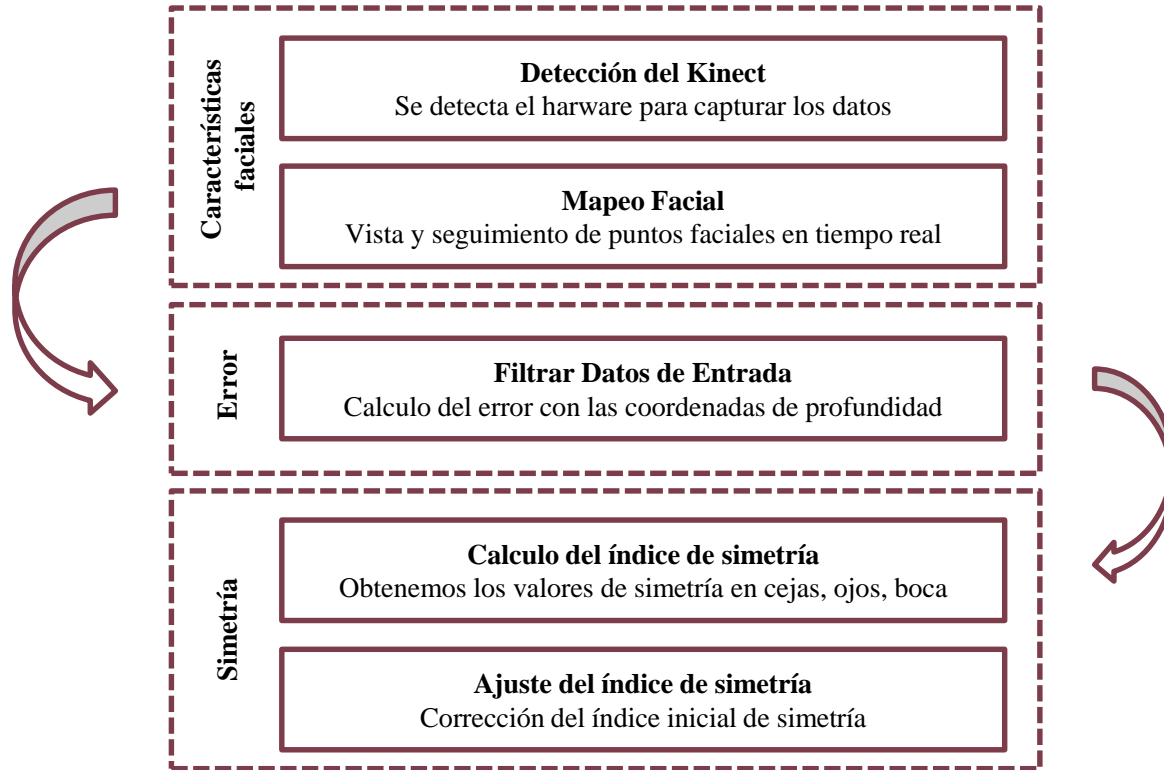


# ***PRUEBAS EXPERIMENTALES - MÓDULOS***





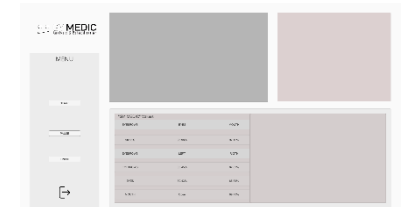
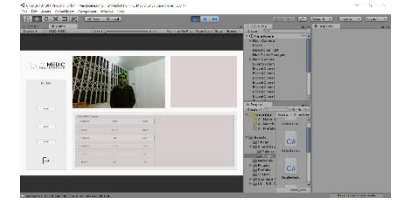
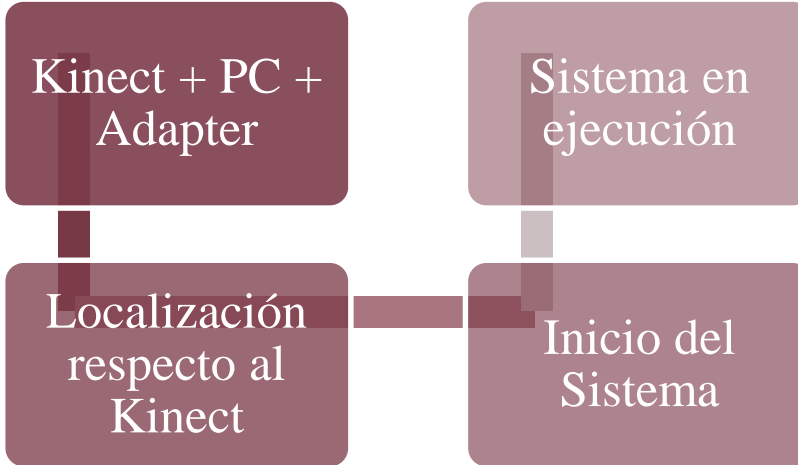
# Módulo de Análisis



# Módulo I: Análisis



# Proceso de Análisis

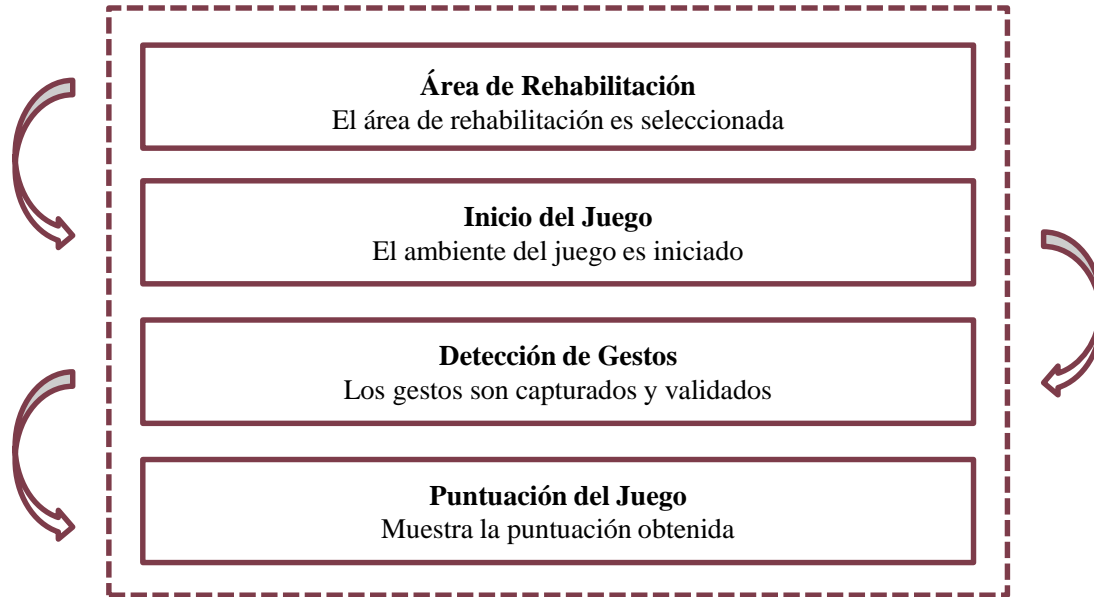


# Muestras

Muestras	Porcentaje			Escala de House Brackmann
	Cejas	Ojos	Boca	
Muestra 1	99,76	98,5	98,12	Grado I
Muestra 2	99,72	57,31	97,2	Grado I
Muestra 3	99,32	62,34	98,32	Grado I
Muestra 4	99,21	94,4	97,98	Grado I
Muestra 5	99,82	57,56	98,45	Grado I
Muestra 6	99,86	97,47	99,2	Grado I
Muestra 7	99,46	47,82	98,23	Grado II
Muestra 8	98,91	63,47	97,87	Grado I
Muestra 9	98,86	72,5	97,98	Grado I
Muestra 10	99,39	57,68	98,21	Grado I
Muestra 11	99,1	97,21	98,34	Grado I
Muestra 12	98,7	45,56	99,11	Grado II
Promedio	99,34	70,99	98,25	Grado I
Desviación Estándar	0,40	20,35	0,53	

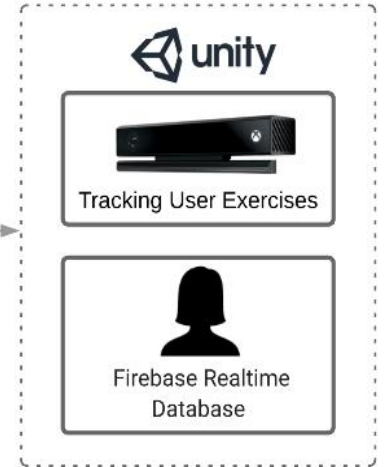
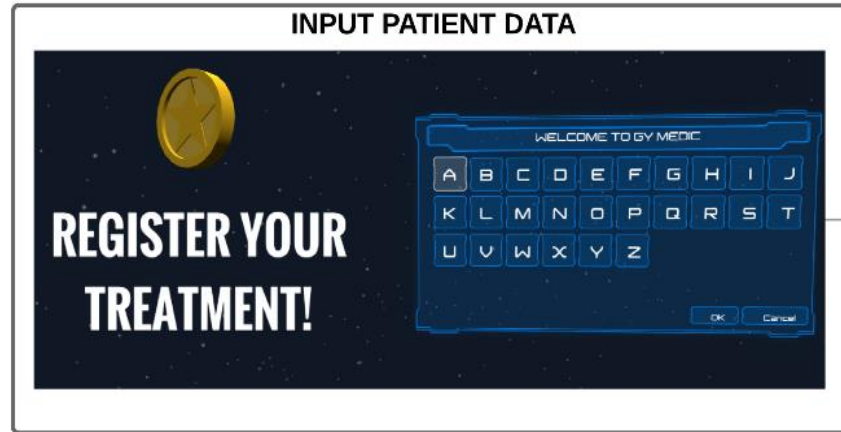


# Módulo de Rehabilitación



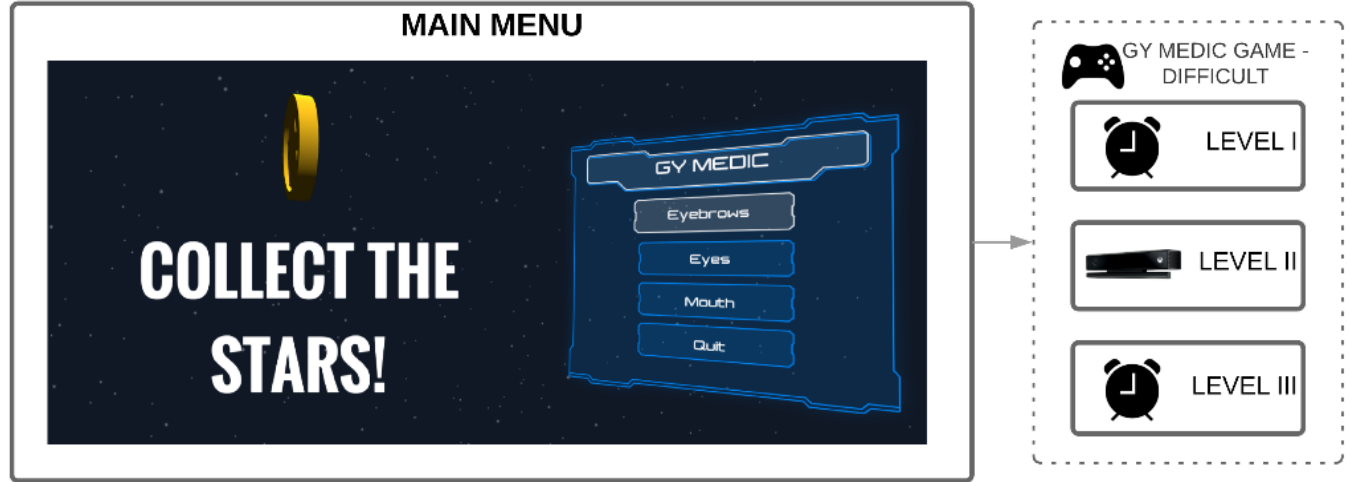
# Módulo II: Rehabilitación

Interfaz  
Inicial



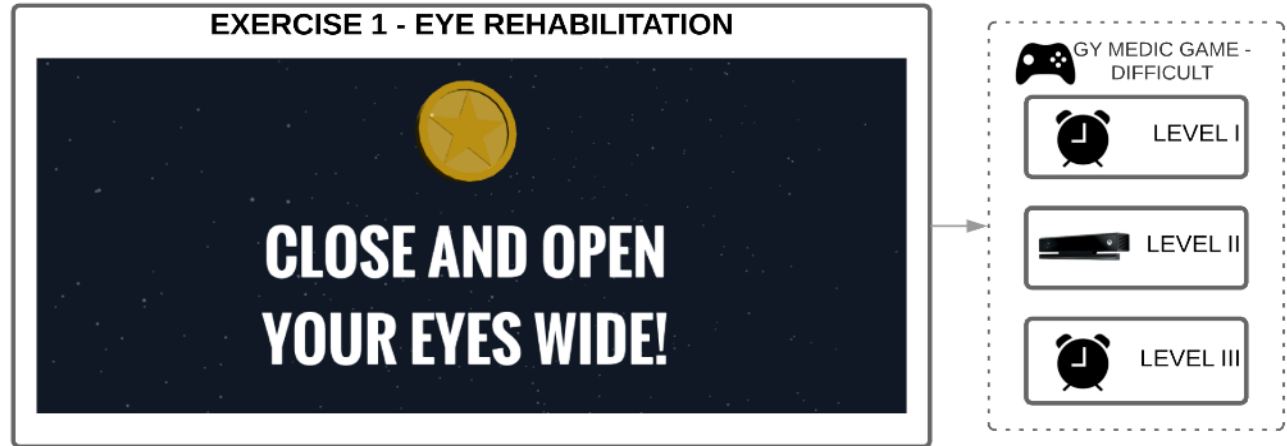
# Módulo II: Rehabilitación

Interfaz  
Menú  
Principal



# Módulo II: Rehabilitación

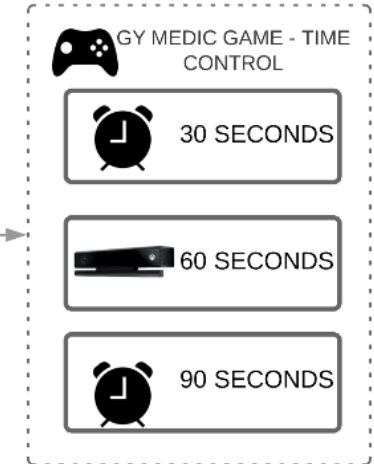
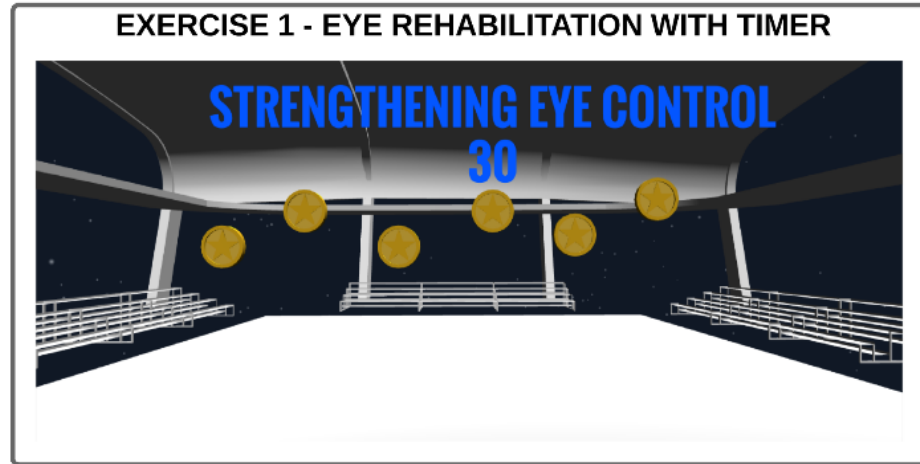
Interfaz  
De  
Indicaciones





# Módulo II: Rehabilitación

Interfaz  
Nivel I-  
Area de los  
Ojos



# Módulo II: Rehabilitación-Test de Usabilidad

Bajo criterios de:



## Preguntas

Fp1. Es una solución tecnológica que reduce costos, tiempo y espacio.

Fp2. “GY MEDIC” facilita la interacción semi inmersiva con hardware y software.

Fp3. El manejo de entornos virtuales ya no son un mito, su uso es relativamente fácil.

Fp4. La ejecución de la interfaz es sencilla e intuitiva.

Fp5. El diseño visual, tipografías, colores, animaciones son imperceptibles.

Fp6. El sistema se puede implementar en el área de trabajo de todos los especialistas a fines a la patología.

Fp7. Los dispositivos hardware no causan ninguna molestia, al contrario, genera en mí las ganas de superar más niveles en el juego.

Fm1. Fisioterapeuta asegura que los pacientes están entusiasmados mientras realizan su rehabilitación, se puede ver que la experiencia del paciente es positiva.

Fm2. Como especialista en el área de Traumatología, “GY MEDIC” facilita un análisis clínico preciso en comparación a técnicas tradicionales que usualmente son diagnosticadas.

Fm3. Como Homeópata la implementación de niveles de superación vistos en cada juego hace que el progreso de rehabilitación del paciente sea mayormente rápido.

# Conclusiones

- En esta investigación se presenta un sistema médico para el análisis y rehabilitación de la parálisis facial desarrollado en Unity 3D, que puede ser usado de forma autónoma por el usuario o como un software que asiste a un médico especialista.
- El módulo de análisis procesa coordenadas de profundidad del rostro en tiempo real que optimiza los resultados ante problemas como el movimiento involuntario del paciente y la falta de luz; la cuantificación final arroja un porcentaje en la zona de las cejas, ojos y boca, siendo los valores más altos los que determinan la presencia de la patología.



# Conclusiones

- El módulo de rehabilitación presenta un diseño minimalista acorde a los conceptos de usabilidad del software, con un ambiente entretenido, intuitivo y fácil de usar, que conserva la atención del paciente por el tratamiento, los ejercicios virtuales de rehabilitación sugeridos por el sistema se basan en las técnicas actuales usadas por fisioterapeutas, pensados para cada zona afectada, el resultado final del juego supone un incremento de acuerdo a la recuperación del movimiento del nervio facial del paciente.



# *Demostración*

