



Informe Final
Proyecto Informática Biomédica - HCI

MANEJO AVANZADO DE LA VÍA AÉREA EN PACIENTES DE RIESGO INMEDIATO



2021

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	3
OBJETIVO	4
MARCO TEÓRICO	4
3.1 ¿Qué es el Manejo Avanzado de la vía aérea?	4
3.1.1 Técnicas	4
3.1.2 Evaluación de la vía aérea	5
3.2. Definiciones importantes	6
3.3 Procedimiento técnicas para el manejo avanzado de la vía aérea	6
3.3.1 Intubación Endotraqueal	6
IDENTIFICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO	7
DEFINICIÓN DE ACTIVIDADES	13
DIAGRAMA DE ACTIVIDADES	16
DEFINICIÓN DE REQUERIMIENTOS	16
7.1 Requerimientos funcionales	16
7.2 Requerimientos no funcionales	17
7.3 Requerimientos del usuario	17
7.4 Requerimientos de Gamificación	18
7.5 Listado de Usuarios	18
7.6 Puntuación	18
PROTOTIPADO	19
8.1 Prototipo de Bajo Nivel	19
8.2 Prototipo de Alta fidelidad	
8.3 Prueba de Usabilidad Preliminar	
8.4 Plan de Pruebas	207
BIBLIOGRAFÍA	24

1. INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la medicina ha experimentado grandes cambios en las últimas décadas, entre estos, la aparición de nuevas tecnologías como parte del proceso educativo. El aprendizaje y enseñanza en este campo son fundamentales para disminuir el error médico, ya que, la preocupación por la seguridad del paciente ha llevado a interrogarse sobre la eficacia y eficiencia en la formación de profesionales. (Nunez, 2017)

La educación por simulación es una respuesta a la necesidad de proteger la seguridad del paciente y garantizar una formación continua (Corvetto, 2013) El aprendizaje en medicina ocurre casi siempre en la vida real, aunque este no siempre es posible por costos, seguridad, didáctica, accesibilidad. Es por esto que los ambientes basados en realidad virtual permite transferir este conocimiento a la vida real.

Por otra parte, la disciplina de la “gamificación” en educación ha adquirido mayor relevancia y respetabilidad en los últimos años, con cada vez más literatura sobre el tema, incluyendo varias revisiones sistemáticas en ciencias de la salud (Kerfoot BP, Kissane N; 2014). Es por esto que los juegos se han utilizado para aprender y practicar habilidades quirúrgicas (que con el uso cada vez más diseminado de simuladores digitales tiene un amplio campo de acción).

En el siguiente trabajo se estructura el proceso para el desarrollo de un videojuego como estrategia didáctica en la enseñanza de procedimientos quirúrgicos a estudiantes de medicina de la universidad industrial de Santander, en esta lección en específico se abarca el manejo avanzado de la vía aérea en pacientes de riesgo inmediato, esto con el objetivo de que los estudiantes pongan a prueba sus conocimientos y desarrollen sus habilidades enfrentándose a situaciones reales en un entorno simulado.

2. OBJETIVO

Desarrollar una aplicación de gamificación que fortalezca el aprendizaje de los estudiantes de Medicina en el manejo avanzado de la vía aérea en pacientes de riesgo inmediato implementando herramientas de realidad virtual.

3. MARCO TEÓRICO

El manejo de la vía aérea, entendido como la realización de maniobras y la utilización de dispositivos que permiten una ventilación adecuada y segura a pacientes que lo necesitan, es uno de los desafíos más importantes al que puede verse enfrentado un médico en su práctica clínica. El resultado final dependerá de las características del paciente en particular, la disponibilidad de equipos, y la destreza y habilidades del operador, pudiendo determinar morbilidad y mortalidad.(Coloma; Álvarez, 2011)

3.1 ¿Qué es el Manejo Avanzado de la vía aérea?

Es un procedimiento de emergencia y está indicado en todas aquellas situaciones que requieran control de la vía aérea en que no se pueda ventilar a un paciente con mascarilla y no se pueda obtener la oxigenación adecuada del paciente por otro medio de rescate. Este procedimiento requiere la aplicación de técnicas que son de manejo anestesiológico y de elementos que no se encuentran generalmente fuera del ámbito intrahospitalario, además presentan un alto grado de complejidad en cuanto a su aplicación.

3.1.1 Técnicas

Existen distintas alternativas para proteger y mantener permeable la vía aérea. La elección del método a utilizar, dependerá de factores del paciente, la disponibilidad de elementos para ello y la situación clínica particular.

Las técnicas más simples para el manejo de la vía aérea incluyen:

- Ventilación con mascarilla facial (con o sin cánula orofaríngea).
- Mascarilla laríngea clásica o tubo laríngeo.
- Intubación endotraqueal vía oral.

Dentro de las técnicas más avanzadas podemos mencionar la utilización de:

- Mascarilla laríngea de intubación (Fastrach).
- Videolaringoscopia.

- Fibroscopio Bonfils.
- Fibrobroncoscopio.
- Cricotirotomía o traqueostomía.
- Ventilación jet translaríngea.
- Intubación retrógrada.

Teniendo en cuenta los procedimientos descritos anteriormente y al consultar con el Médico docente de la UIS se establecieron que las técnicas enseñadas durante el proceso de formación de los estudiantes de pregrado de la misma universidad conforme a los equipos disponibles y la experiencia necesaria corresponden a ventilación con tubo laríngeo e intubación endotraqueal vía oral.

3.1.2 Evaluación de la vía aérea

La evaluación de la vía aérea incluye realizar una historia, una exploración física, revisar documentación clínica y realizar tests adicionales. Basándose en la información desprendida de la evaluación de la vía aérea debe desarrollarse una estrategia para manejar cada aspecto de la vía aérea del paciente. Dentro de los factores asociados a problemas en el manejo de la vía aérea, podemos destacar:

- *Dificultades previas, Obesidad, Limitación apertura bucal (menor de 3,5 cms), Lengua grande, Micrognatia, Protrusión incisivos superiores, Mallampati III o IV, cuello corto y grueso, Distancia tiromentoniana (menor de 6,5 cm con la cabeza hiperextendida), Distancia esternomentoniana (menor de 12,5 cms con la cabeza hiperextendida)*

Para minimizar la variabilidad interobservador es necesario realizar los test en las mismas condiciones. Uno de los tests más utilizados, **el Mallampati**, se basa en la cantidad de estructuras que se logran visualizar en la cavidad oral, con el paciente frente al observador, con la boca abierta y la lengua protruida al máximo. Este se cataloga desde el I hasta el IV, según se logre ver pilares y úvula completa, clase I; hasta clase IV, en que no se logra visualizar la base de la úvula.

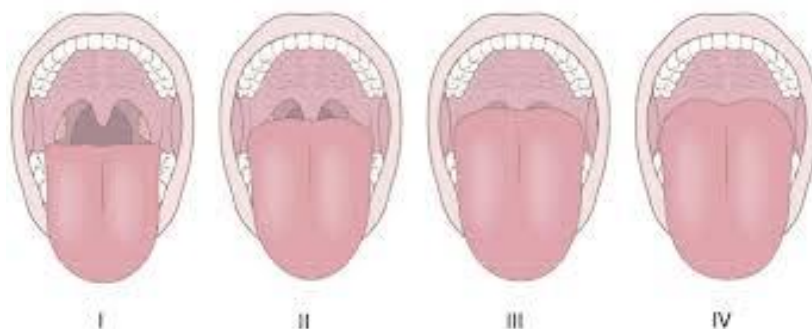


Figura 1. Clasificación de Mallampati

3.2. Definiciones importantes

- **Ventilación difícil:** Incapacidad de mantener saturación de oxígeno mayor a 90% o de revertir signos ventilación inadecuada, con mascarilla a presión positiva y oxígeno al 100%.
- **Laringoscopia difícil:** Imposibilidad de visualizar cuerdas vocales con laringoscopia convencional.
- **Intubación endotraqueal difícil:** Inserción tubo endotraqueal requiere más de 3 intentos o más de 10 minutos (5).
- **Vía aérea difícil:** Situación clínica en la cual un anestesiólogo entrenado convencionalmente, experimenta dificultad en la ventilación con mascarilla facial, en la intubación endotraqueal o ambas. Interactúan factores del paciente, ambiente clínico y habilidades del operador

3.3 Procedimiento técnicas para el manejo avanzado de la vía aérea

Como se mencionaba anteriormente, existen varios dispositivos para el manejo avanzado de la vía aérea en los cuales no es necesario realizar la laringoscopia, dentro de los cuales se encuentran:

- Mascarilla Laríngea
- Tubo Laríngeo
- Tubo Esofágico-traqueal

Sin embargo, debido a la disponibilidad de insumos en el escenario médico y su efectividad para asegurar la permeabilidad y aislamiento de la vía aérea, es más ampliamente practicada la **colocación de tubo endotraqueal** misma que se describe a continuación.

3.3.1 Intubación Endotraqueal

El tubo endotraqueal (ET) es un tubo de un solo uso, con balón, que facilita el suministro de una alta concentración de oxígeno y un volumen corriente seleccionado para mantener una ventilación adecuada; su colocación requiere la visualización de las cuerdas vocales del paciente.

Las ventajas de la inserción del tubo ET son las siguientes:

- Mantiene la vía aérea permeable.

- Puede proteger la vía aérea de la aspiración del contenido del estómago u otras sustancias en la boca, la garganta o la vía aérea superior.
- Permite una aspiración eficaz de la tráquea.
- Facilita la administración de PEEP.
- Ofrece una vía alternativa para la administración de medicamentos de reanimación cuando no es posible acceso intravenoso (IV) o intraóseo (IO).

Indicaciones:

- Paro cardíaco cuando la ventilación con bolsa mascarilla no es posible o resulta ineficaz.
- Paciente que responde con deterioro respiratorio que es incapaz de oxigenar adecuadamente a pesar de recibir medidas de ventilación no invasivas.
- El paciente no puede proteger la vía aérea (por ejemplo: coma, arreflexia o paro cardíaco).
- Paciente que responde y que precisa intubación necesita que se le administre la medicación adecuada para inhibir estos reflejos.

Antes de la realización del procedimiento es necesario tener claros algunos conceptos. La *Laringoscopia* busca una visión directa de la laringe y para poder lograr esto se requiere alinear la vía aérea superior, se describen tres ejes que deben alinearse: el eje oral, el faríngeo y el laríngeo.

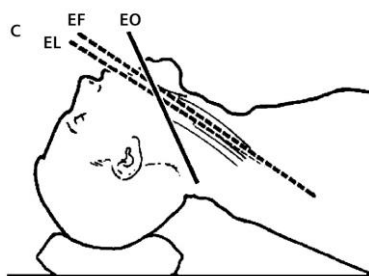


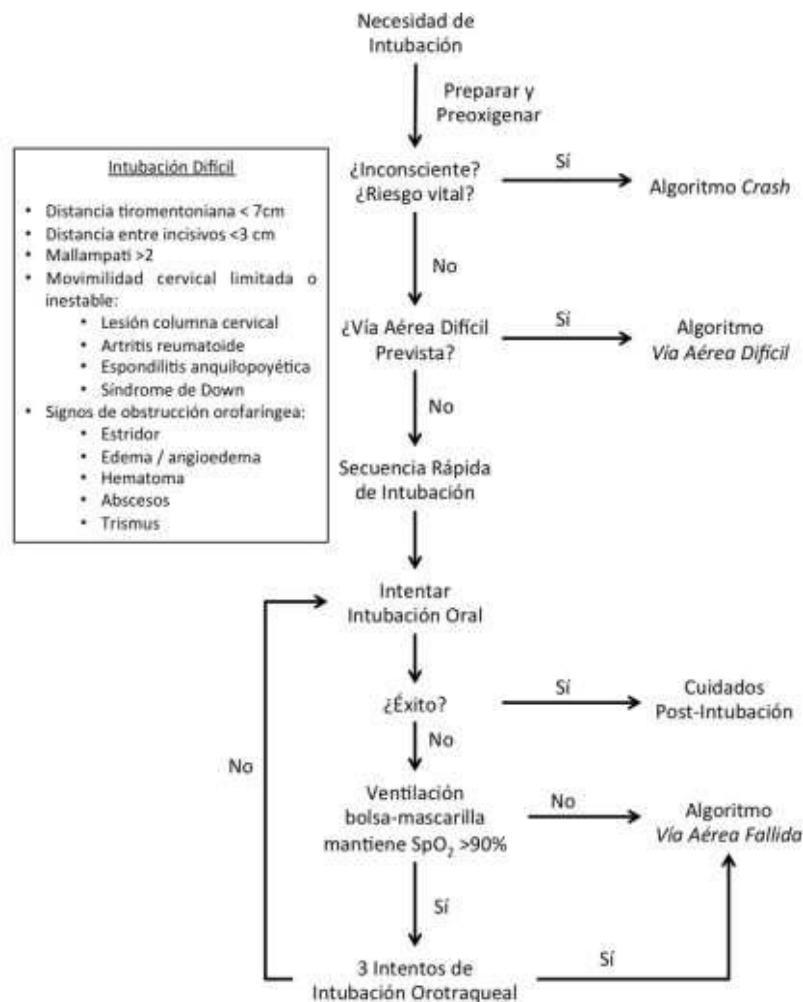
Figura 1. Alineación ejes

4. IDENTIFICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO

Varios autores han creado algoritmos que intentan estandarizar el manejo de la vía aérea en situaciones de emergencia. A continuación exponemos la propuesta de Walls et al, modificada por Reynolds y Heffner. Estos autores clasifican los intentos de intubación en las siguientes categorías y los refieren a sus respectivos algoritmos:

1. **Universal:** a usar de inicio en todos los pacientes.
2. **Crash:** si el paciente se encuentra inconsciente o en peligro de muerte.
3. **Difícil:** en caso de enfrentarnos a una vía aérea difícil.
4. **Fallida:** tras tres o más intentos de intubación sin éxito.

Universal



Pasos a seguir para la colocación de tubo ET (Secuencia de Intubación rápida):

1. Planificación y preparación:

a. *Comprobar que tiene todo el equipo necesario:* Fuente de oxígeno, sistema de aspiración, dispositivo bolsa mascarilla (ambú), laringoscopio, hojas de laringoscopio (Miller o recta y Macintosh o curva) tubos endotraqueales (diámetro interno de 8 mm para varones adultos y un tubo con un diámetro interno de 7 mm para mujeres adultas), equipo de intubación difícil (mascarilla laríngea, equipo de cricotirotomía, etc.), equipo de reanimación, fármacos y la monitorización del paciente.

b. Exploración anatómica rápida del paciente para predecir si la vía aérea es difícil (**Método LEMON**):

i. **Look externally:** examen corto dirigido al cuello, la boca y la vía aérea interna. Se debe identificar las características anatómicas que sugieran dificultad para la intubación: obesidad mórbida, mandíbula micrognatia o

macrognática, macroglosia, piezas dentarias de gran tamaño, presencia de barba y traumatismos faciales o cervicales.

ii. Evaluate: evaluación de la regla 3-3-2; apertura oral con introducción de 3 dedos entre los dientes inferiores y superiores, 3 dedos entre el mentón y el inicio del cuello y 2 dedos entre el cartílago tiroideo y el suelo de la mandíbula.

iii. Mallampati: Visualización de la hipofaringe. Es una técnica que se explora con el paciente sentado y vertical, se le solicita que abra la boca y saque la lengua y mediante una fuente de luz se visualiza la hipofaringe. Tras la observación se clasifica en 4 grados, prediciendo la dificultad para la intubación en el grado III y IV.

iv. Obstrucción de la vía aérea: presencia de infecciones en la vía aérea superior (abscesos periamigdalinos, epiglotitis, etc.), masas o tumores laríngeos, compresiones extrínsecas, traumatismos directos en cuello, etc. que dificulten la visualización de la vía aérea inferior.

v. Movilidad del cuello: limitación de la flexo-extensión del cuello que complica la alineación cuello-cabeza y dificulta la intubación: artrosis cervical, traumatismo cervical, etc.

2. **Pre-Oxigenación:** Se realiza simultáneamente con la fase de planificación-preparación, con la aplicación de oxígeno mediante mascarilla reservorio ($FiO_2 = 100\%$) durante 5 minutos. Tiene como finalidad sustituir el N de la capacidad residual funcional por oxígeno (lavado –washing out–), esto permite mantener un paciente durante 3-8 minutos en apnea sin hipoxemia.
3. **Pre-Tratamiento:** Consiste en la administración de fármacos antes de proceder a la inducción-relajación con el fin de mitigar los efectos adversos secundarios a la intubación orotraqueal (hipotensión, bradicardia o taquicardia, aumento de presión intracraneal y resistencia de la vía aérea). Los fármacos utilizados son: atropina, lidocaína y opiáceos de acción corta (el más utilizado el fentanilo). No se utilizan siempre por regla general. Debe administrarse 3 minutos antes de comenzar con la inducción. En caso de emergencia que no permita retrasar la intubación, puede darse en menos tiempo u obviar

Fármaco	Mecanismo de acción	Dosis SIR	Efecto	Efecto secundario	Contraindicaciones
Lidocaína	Antiarrítmico de clase Ib	1,5 mg/kg iv	Resistencia de las vías respiratorias y la presión IC (indicado en pacientes con broncoespasmo y con hipertensión IC).	Destacar arritmias	Alergia. Bloqueo 2º Mobitz-3 ^{er} G sin marcapasos funcionante.
Fentanilo	Derivado opiáceo. Agonista de los receptores mu	3 µg/kg iv. en bolo lento (30-60 seg). pacientes inestables µg/kg Peso	Control del dolor, atenuando la respuesta neurovegetativa de la laringoscopia. Asociado a los relajantes musculares, disminuye la presión IC.	bradicardia, leve hipotensión, depresión respiratoria, rigidez torácica por admin en bolo rápido y a altas dosis.	Alergia. Shock
Atropina	Agente anticolinérgico	0,02 mg/kg iv. en bolo rápido (mínima dosis total: 0,1mg y máximo: 0,5 mg)	Contrarresta la bradicardia inducida por laringoscopia en niños y el efecto de la succinilcolina en el aumento de las secreciones en vías respiratorias.	Aritmias	Alergia. Glaucoma

4. **Sedación con parálisis neuromuscular:** En la SIR se procede a la sedación y relajación neuromuscular simultánea para producir una inconsciencia y relajación muscular que facilite la intubación orotraqueal y minimice el riesgo de aspiraciones.

a. Actualmente los sedantes más utilizados son: el etomidato, la ketamina, el midazolam y el propofol, la elección del sedante óptimo dependerá de cada situación clínica específica a la que nos enfrentemos.

Fármaco	Dosis	Indicaciones	Efectos secundarios	Precauciones	Contraindicaciones
Etomidato	0,3 mg/kg	Inestabilidad hemodinámica.	Mioclónias transitorias. Supresión cortical.	Epilepsia, Sepsis.	Ninguna.
Ketamina	1-2 mg/kg	Shock e hipotensión severa. Asma grave.	Taquicardia, HTA e HTIC	Esquizofrenia, cardiopatía isquémica, HTIC	HTA, HTIC hipertensiva, Shock cardiogenico, hemorragia cerebral.
Midazolam	0,2 mg/kg	Status epiléptico (ESTABLES)	Hipotension, Disminucion de GC, Taquifilaxia	Ancianos, insuficiencia renal o hepática	Hipotension, Shock
Propofol	1,5-2,5 mg/kg	Epilepsia, HTIC, Asma, Emergencia HTA (ESTABLES)	Hipotensión. Bradicardia, Bajo gasto. Anafilaxia.	Manipulación en asepsia	Hipotensión. Bradicardia severa. Shock.
Tiopental	3-5 mg/kg	HTIC, Status epiléptico, (ESTABLES)	Hipotensión Bradicardia, Broncoespasmo, Laringoespasmo. Anafilaxia	Hipotensión, Insuf. Hepática y renal.	Porfiria, Shock, Asma bronquial, Cardiopatía isquémica severa

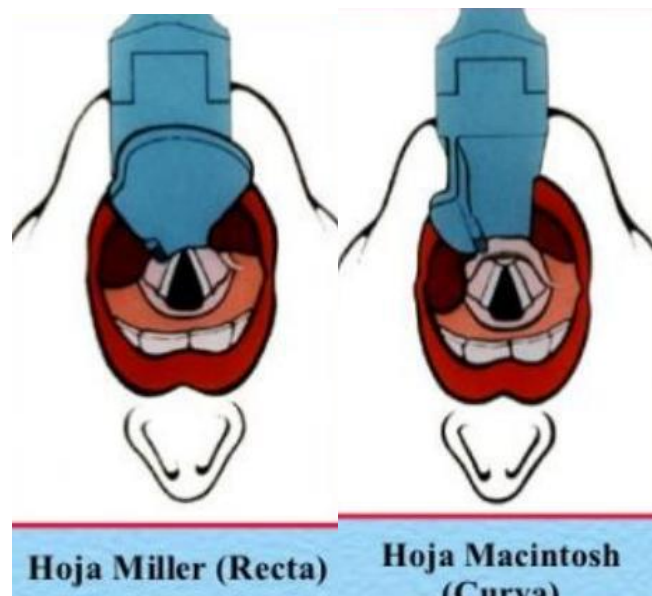
5. Protección y posicionamiento:

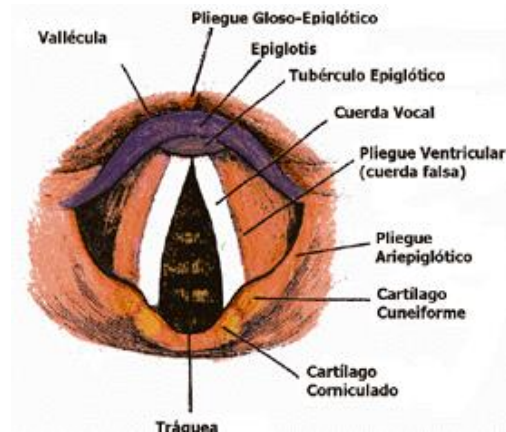
a. Posición ideal: sniffing the morning air (olfateando el aire de la mañana) o “sipping English tea” (bebiendo un té inglés). Esta posición se logra con la cabeza hiperextendida con respecto al cuello y el cuello flexionado con respecto al tronco (excepto en el paciente con sospecha de lesión medular cervical). Se facilita elevando ligeramente la cabecera de la cama o colocando una pequeña almohada en el occipucio. Esta posición consigue la alineación ideal de los tres ejes (oral, faringe y laringe) para una visualización óptima de la glotis y facilita la intubación oro-traqueal.



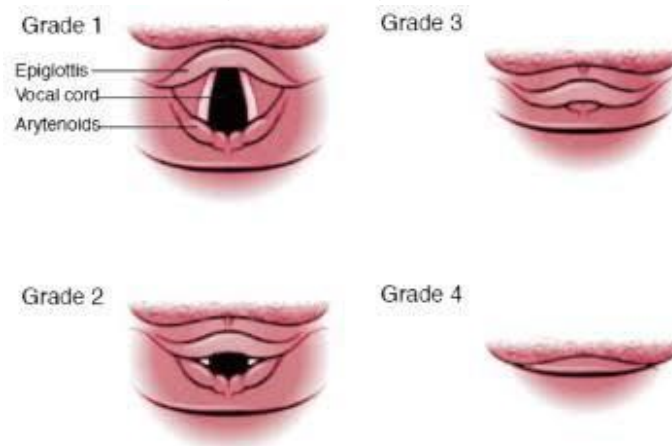
6. Procedimiento de intubación:

a. Tome el laringoscopio con la mano izquierda.
 b. Introducir el laringoscopio por la comisura labial derecha, desplazando la lengua hacia la derecha, se introduce un poco más y si es de rama recta toma y levanta la epiglotis con la punta, si es de rama curva la punta se coloca en la vallécula.

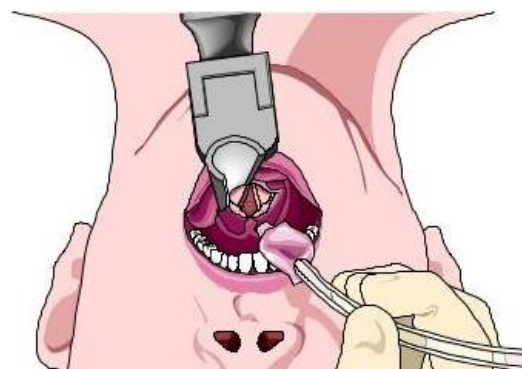
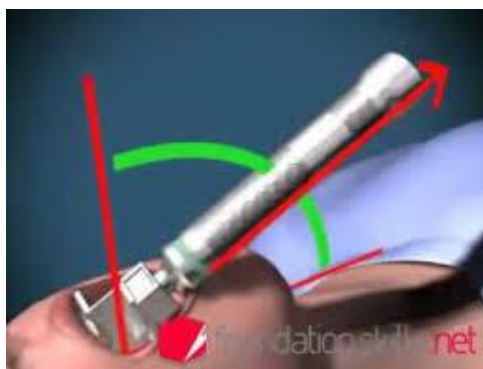




c. Una vez posicionado, elevar el laringoscopio en una dirección de 45° en relación a la horizontal, sin presionar sobre los dientes o tejidos orales. Visualmente identificar la epiglotis y luego cuerdas vocales.



d. Con la mano derecha insertar el tubo endotraqueal en la tráquea, continuar hasta atravesar las cuerdas vocales, el manguito debe pasar de 1 a 2,5cm dentro de la tráquea, lo cual colocará el extremo proximal del tubo, al nivel de los dientes entre 19 y 23cm, en la mayoría de los adultos. Retirar la hoja de laringoscopio.





e. El globo es insuflado con 10 a 20cc de aire, suficientes para lograr un sello adecuado.

f. Confirme la posición del tubo, ventilando por medio del dispositivo bolsa-válvula-tubo, mediante:

- i. Visualización directa de la introducción del tubo a través de las cuerdas vocales.
- ii. Inspección, palpación y auscultación pulmonar (ambas zonas medias infraclaviculares, zona axilar bilateral; línea media axilar a nivel del 5º espacio intercostal y el epigastrio).
- iii. Medición de la profundidad introducida del tubo a través de sus marcas a nivel de los incisivos.
- iv. Capnografía.
- v. Radiografía de tórax.
- vi. Fibrobroncoscopia
- g. Asegure el tubo

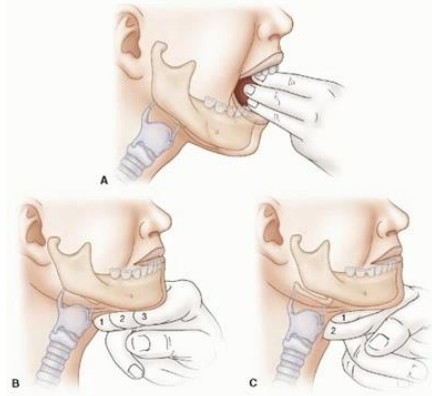
5. DEFINICIÓN DE ACTIVIDADES

1. Se remite al paciente una vez realizado manejo básico de vía aérea, ya que, no se logra estabilizar con los procedimientos no invasivos
2. Seleccionar el procedimiento adecuado para asegurar la permeabilidad y aislamiento de la vía aérea.

3. Preparación material necesario para la intubación endotraqueal: Dispositivo Bolsa mascarilla (ambú), laringoscopio, hojas de Laringoscopio (Miller o recta y Macintosh o curva), Tubo endotraqueal (8mm varón adulto), Fármacos.
4. Realizar una exploración anatómica rápida del paciente para predecir si la vía aérea es difícil. (Método LEMON)

Look Externally: Hacer un examen corto dirigido a cuello, boca y vía aérea interna. Identificar características anatómicas que sugieran dificultad para la intubación (Observar paciente y revisar historia clínica)

Evaluate the 3-3-2: Realizar una apertura oral con introducción de 3 dedos entre los dientes inferiores y superiores, 3 dedos entre el mentón y el inicio del cuello y 2 dedos entre el cartílago tiroideo y el suelo de la mandíbula.



Mallampati: El paciente está despierto? Es una técnica que se explora con el paciente sentado y vertical, se le solicita que abra la boca y saque la lengua y mediante una fuente de luz se visualiza la hipofaringe

Obstrucción o the airway: Revisar si existe registro sobre presencia de infecciones en la vía aérea superior, masas o tumores laríngeos, traumatismos directos en cuello, etc.

Neck Mobility: Limitación de la flexo-extensión de cuello que complica la alineación cuello-cabeza y dificulta la intubación. En este caso el paciente se encuentra inmovilizado con collarín cervical.

5. Se procede a la aplicación de oxígeno mediante mascarilla reservorio ($FiO_2=100\%$) durante 5 minutos. Esto permite mantener al paciente durante 3-8 minutos en apnea sin hipoxemia
6. Administrar fármacos 3 minutos antes de comenzar con la inducción-relajación para disminuir efectos adversos secundarios a la intubación endotraqueal. En

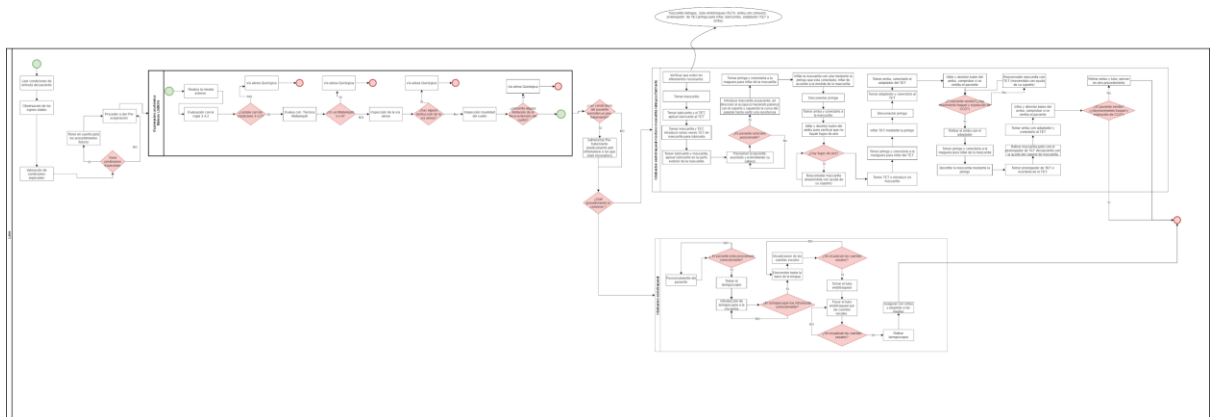
caso de emergencia que no permita retrasar la intubación, puede darse en menos tiempo u obviar.

Lidocaína: 1mg/Kg si sospecha o presencia de HIC

Fentanilo: 0,5 mcg/kg para analgesia

7. Proceder a la Sedación y relajación neuromuscular: (3 a 5 min junto con premedicación) Paso de conciencia a inconsciencia (Sedante Propofol: 1-3mg/kg, Ketamina: 1.5 mg/kg o Etomidato 0.2-0.2 mg/kg)
8. Posicionar la cabeza del paciente alineando los ejes oral, faringe y laringe para una visualización óptima de la glotis (excepto en paciente con sospecha de lesión medular cervical)
9. Seleccionar el laringoscopio (Rama curva o recta), sujetar con la mano izquierda e introducir por la comisura labial derecha, desplazando la lengua hacia la derecha. (Si es de rama recta, levante la epiglotis con la punta; si es de rama curva, la punta se coloca en la vallécula)
10. Una vez posicionado el laringoscopio elevar en una dirección de 45° en relación a la horizontal. Visualmente identificar la epiglotis y luego las cuerdas vocales.
11. Seleccionar tubo endotraqueal e insertarlo con la mano derecha en la tráquea, el mango no debe pasar de 1 a 2,5cm dentro de la tráquea. Una vez introducido retirar la hoja del laringoscopio.
12. Insuflar el globo del tubo endotraqueal con 10 a 20cc de aire para lograr un sello adecuado.
13. Confirmar la posición del tubo y asegurar el tubo.

6. DIAGRAMA DE ACTIVIDADES



[Ver Diagrama](#)

7. DEFINICIÓN DE REQUERIMIENTOS

7.1 Requerimientos funcionales

Requerimientos funcionales del sistema	
R1	Mostrar una barra de vida que disminuirá cada vez que el estudiante cometa un error, o cuando pase el límite de tiempo de atención al paciente. Disminuirá cierta cantidad dependiendo de la gravedad del error.
R2	Mostrar una barra de tiempo que variará los segundos dependiendo del tiempo necesario para la atención al paciente. El puntaje iniciará en 100, si el usuario realiza el procedimiento antes del tiempo recomendado, el puntaje sigue en 100, de lo contrario, se irá bajando el puntaje de forma equitativa al pasar los segundos.
R3	Mostrar una realimentación que le diga al estudiante en qué se equivocó, al finalizar la tarea y al finalizar la lección completa.
R4	Presentar una barra de puntajes que aumentará cierta cantidad dependiendo de la dificultad del procedimiento realizado y del tiempo utilizado. El puntaje

	será de 0 a 100. En caso de realizar mal el procedimiento o no realizarlo en el tiempo estipulado no se darían puntos.
R5	Reiniciar al usuario en caso de que no cumpla con alguna de las tareas en una secuencia de tareas en el tiempo estipulado.
R6	Clasificar el juego por lecciones.
R7	Mostrar mediante una introducción las condiciones con las que ingresa el paciente

7.2 Requerimientos no funcionales

Requerimientos no funcionales del sistema	
R1	Mostrar de manera entendible las pantallas de retroalimentación para dejar clara la información necesaria del paciente.
R2	Mediante una introducción dejar clara la información de llegada del paciente sea juego o un demo en video.
R3	Hacer más fluida la experiencia del usuario mientras está en cada lección.
R4	Definir Interfaz gráfica acorde al ambiente hospitalario
R5	Usar modelos 3D dentro del juego que hagan todo más sencillo cuando se use el mismo en los dispositivos
R6	Codificación bien estructurada y documentada para futuro mejoramiento y actualización del juego.
R7	Tener Responsive Design.

7.3 Requerimientos del usuario

Requerimientos del Usuario	
R1	El usuario debe definir los datos importantes del paciente que podamos resolver en esta lección.
R2	El usuario debe escoger el método de intubación correcto.

R3	El usuario debe saber cuál de las herramientas se usa dependiendo del procedimiento a realizar.
R4	El usuario debe saber los procedimientos y postura correctas de cada uno de los implementos hospitalarios .
R6	El usuario debe saber cuando es posible administrar medicamentos para realizar los procedimientos.

7.4 Requerimientos de Gamificación

Requerimientos de gamificación	
R1	Implementación de Ranking de puntajes para motivar el mejoramiento del desempeño total.
R2	Implementación de una insignia por cada subactividad completada.
R3	Tiempo límite para completar la actividad.
R4	Introducción de los datos del paciente mediante un vídeo en gameplay .
R5	Creación de algún carácter o mascota , que se comuniquen con el estudiante para hacer más amena la interacción del estudiante con el juego.

7.5 Listado de Usuarios

Usuarios	
Primero	Profesor de medicina.
Segundo	Estudiantes próximos a terminar la carrera de Medicina.

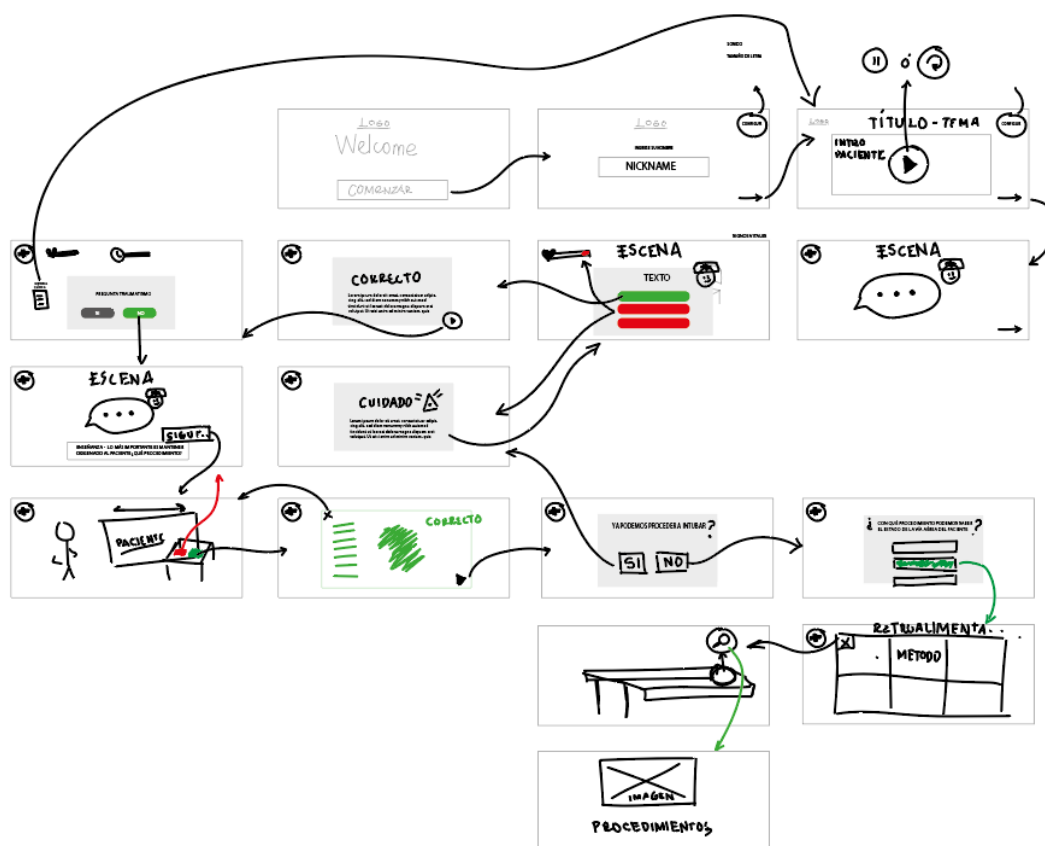
7.6 Puntuación

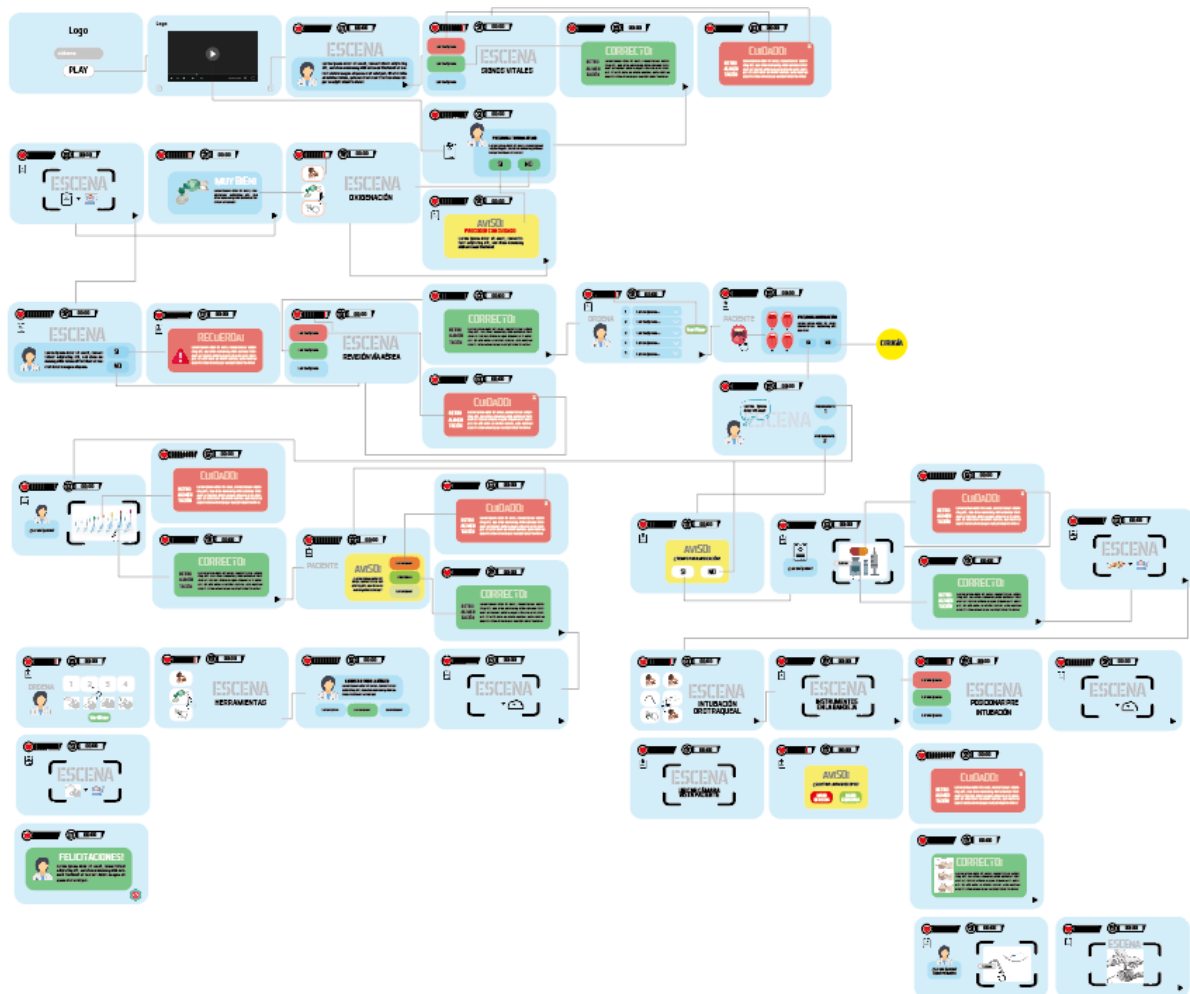
Acción	Puntuación
Se define condiciones con que llega el paciente.	5

valoración de las condiciones con que llega	10
valoración de las condiciones de la vía aérea	10
Inspección y apertura de la vía aérea	10
Suministro de Oxígeno	15
Exploración anatómica (Método Lemon)	30
Suministro de medicamentos.	10
protección y posicionamiento.	10

8. PROTOTIPADO

8.1 Prototipo de Bajo Nivel





8.2 Prototipo de Alta fidelidad

En esta etapa

1. Diseño Propio
2. Diseño Adaptado

8.3 PRUEBA DE USABILIDAD PRELIMINAR

8.3.1. Materiales

Videojuego



Para la prueba se utilizó el videojuego desarrollado por la empresa Virtual Medical Unit, como parte del proyecto de clase para las asignaturas de HCI Y Biomédica, en donde se aplica el procedimiento de manejo avanzado de la vía aérea con el objetivo de fortalecer el aprendizaje en estudiantes de Medicina.

System Usability Scale (SUS)

System Usability Scale (SUS) es una evaluación rápida de usabilidad creada por Brooke (1996) que provee de una visualización de alto nivel de las dimensiones de usabilidad. La SUS es un cuestionario de 10 preguntas diseñado para obtener una medición rápida de como las personas perciben la usabilidad de un sistema computacional en el cual trabajan. Los evaluadores deben calificar en una escala de 1 a 5 cada una de las afirmaciones de la evaluación (ver Tabla 1.1), donde 5 significa que están muy de acuerdo y 1 que están muy en desacuerdo.

N ° Afirmación

- 1 Creo que me gustaría utilizar este sistema frecuentemente
- 2 Encuentro este sistema innecesariamente complejo
- 3 Pienso que el sistema es fácil de usar
- 4 Creo que necesitaría soporte técnico para hacer uso del sistema
- 5 Encuentro las diversas funciones del sistema bastante bien integradas
- 6 He encontrado demasiada inconsistencia en este sistema
- 7 Creo que la mayoría de la gente aprendería a hacer uso del sistema rápidamente
- 8 He encontrado el sistema bastante incómodo para usar
- 9 Me siento muy seguro haciendo uso del sistema
- 10 Necesitaría aprender un montón de cosas antes de poder manejar el sistema

Para evaluar el desempeño del juego, se presenta una escala de Usabilidad (SUS) modificada en donde el sistema corresponde al juego descrito anteriormente. Con el objetivo de facilitar la aplicación de la prueba y la recolección de los resultados, se redactaron todos los enunciados en una encuesta en línea a través de “Google Forms” o formularios de Google y se facilitaron los links a los estudiantes, tanto la encuesta como la videollamada programada por medio de la plataforma zoom.

TEST DE USABILIDAD PARA VIDEOJUEGO EDUCATIVO

Quiero estudiante a continuación se le presenta un videojuego relacionado con el Manejo avanzado de la vía aérea y una Escala de 1 a 5 para comprender el nivel de usabilidad del sistema. Recuerde que no se evalúa su rendimiento sino el del juego, en este sentido no es obligatorio tener conocimientos en medicina. Así que disfrute la prueba.

NOTA: Necesita disponer de un computador para jugar, de lo contrario no podrá acceder al juego desde otro dispositivo. Si surgen preguntas durante el juego no dude en consultar al monitor encargado.

INSTRUCCIONES

Antes de responder el cuestionario tenga en cuenta las siguientes instrucciones:

1. Ingrese al siguiente link: <https://cervical-medical-testgame.iazi.org/>, este lo llevará directamente a la pantalla del juego. (Puede tardar un poco en cargar)
2. Una vez allí, ingrese su nombre de usuario e inicie con el juego. Puede moverse a través del quirófano con las teclas W, A, S, D y con el cursor apunta la vista. Si se acaba el tiempo del procedimiento puede repetir el juego o pasar a responder la encuesta.
3. Una vez haya interactuado con el juego, conteste las 10 preguntas que se le presenten a continuación.

De ante mano, agradecemos su colaboración.

1. Participantes

Se contactaron 6 participantes: 4 hombres y 2 mujeres entre los 18-25 años. Todo el grupo formó parte de los experimentos de manera voluntaria.

<i>N° Participante</i>	<i>Carrera</i>	<i>Semestre</i>
1	Diseño Industrial	7
2	Medicina	8
3	Ingeniería de Sistemas	8
4	Medicina	6
5	Medicina	5
6	Odontología	8

Nielsen y Landauer (1993) proponen que el número de participantes en evaluaciones de usabilidad debe ser de 5 evaluadores. De acuerdo con su análisis y teniendo en cuenta las condiciones actuales a causa del COVID-19 el número de voluntarios (6) para esta prueba se consideró adecuado.

1. Procedimiento

La prueba se desarrolló de la siguiente manera: Primero, se le envió el link de la videollamada al participante, una vez este ingresa a la plataforma Zoom se hizo una breve explicación del objetivo de la prueba y se le pidió compartir pantalla para observar su interacción con el juego. A través del chat de zoom se le dio acceso al participante a la encuesta en Google Forms, de igual manera, en esta se describe paso a paso lo que debe realizar. Una vez el participante procedía a abrir el link del juego dispuesto en el servidor Simmer.io, se realizaban anotaciones de lo observado en pantalla y de la retroalimentación expresa del usuario

1. Resultados

Luego de aplicar el cuestionario con los usuarios, es necesario realizar los siguientes cálculos para obtener el resultado final: Para preguntas impares (1,3,5,7,9) reste 1 de la puntuación que respondió el usuario, es decir, $X - 1$ y para preguntas pares (2, 4, 6, 8, 10) reste 5 ($5 - x$) de la puntuación que respondió el usuario.

Participante 1.

Estudiante de Diseño Industrial

<i>Pregunta</i>	<i>Operación</i>	<i>Resultado</i>
1	2 (-1)	1
2	5 (-4)	1
3	5 (-1)	4
4	5 (-3)	2
5	2 (-1)	1
6	5 (-2)	3
7	3 (-1)	2
8	5 (-5)	0
9	3 (-1)	2
10	5 (-4)	1

<i>Sumatoria</i>	17
------------------	----

Una vez sumados los valores de las 10 preguntas, este resultado se multiplica por 2,5 para obtener la puntuación promedio según el SUS.

8.4 PLAN DE PRUEBAS

Plan de pruebas

1. Materiales

Videojuego

Para la prueba se utilizó el videojuego desarrollado por la empresa Virtual Medical Unit, como parte del proyecto de clase para las asignaturas de HCI Y Biomédica, en donde se aplica el procedimiento de manejo avanzado de la vía aérea con el objetivo de fortalecer el aprendizaje en estudiantes de Medicina.

2. Plan de pruebas.

El plan de pruebas es un producto formal que define los objetivos de la prueba de un sistema, establece y coordina una estrategia de trabajo, y provee del marco adecuado

para elaborar una planificación paso a paso de las actividades de prueba. El plan se inicia en el proceso **Análisis del Sistema de Información (ASI)**, definiendo el marco general, y estableciendo los requisitos de prueba de aceptación, relacionados directamente con la especificación de requisitos.

Tabla 2.1. Afirmaciones

<i>N °</i>	<i>Afirmación</i>
1	El menú inicial del juego carga en pantalla
2	Al dar "click" en inicio se carga la siguiente escena del juego
3	La casilla de Input recibe el nombre del usuario
4	Se genera el nombre en pantalla después del tutorial
5	El botón de continuar se encuentra disponible en pantalla
6	Al dar "click" en el botón de continuar se muestra el primer quiz de juego
7	Las respuestas del quiz reflejan correcto e incorrecto

- 8 Todas las posibilidades de respuesta están desplegadas
- 9 La barra de vida y el puntaje muestran valores numéricos.
- 10 Se suman o restan puntos al jugar
- 11 La barra de vida cambia de color cuando se va reduciendo
- 12 Al finalizar cada partida se ve claramente el puntaje obtenido por cada intento.
- 13 Las interacciones del mouse con el juego funcionan de la manera esperada o indicada por el mismo.
- 14 Los videos cargan correctamente

Para evaluar el desempeño del juego, se presenta sistemas de pruebas específicas en donde el sistema corresponde al juego descrito anteriormente. Con el objetivo de facilitar la aplicación de la prueba y la recolección de los resultados, se redactaron todos los enunciados en una encuesta en línea a través de “Google Forms” o formularios de Google y se facilitaron los links a los estudiantes, tanto la encuesta como la videollamada programada por medio de la plataforma zoom.

3. Participantes

Se contactaron 2 participantes: 2 hombres entre los 18-25 años. Todo el grupo formó parte de los experimentos de manera voluntaria.

<i>N° Participante</i>	<i>Carrera</i>	<i>Semestre</i>
1	Medicina	11

2

Medicina

12

Para esta sesión el numero de encuestados seria de dos estudiantes de últimos niveles en la carrera de medicina .

3. Procedimiento

El experimento se desarrolló de la siguiente manera: Primero, se le dio acceso al participante a la encuesta en Google Forms, en esta se describe paso a paso lo que debe realizar. Una vez el participante procedía a abrir el link del juego dispuesto en el servidor Simmer.io, donde el usuario tomaba en consideración los sucesos de su experiencia para luego dar su respuesta afirmativa o negativa en el test.

4. Resultados

Luego de aplicar el cuestionario con los usuarios de Medicina . con preguntas que reflejaran el estado del juego y el paso del estudiante por el mismo.

Marca temporal	3/5/2021 16:16:31	3/7/2021 13:01:05
El menú inicial del juego carga en pantalla	SI	SI
Al dar "click" en inicio se carga la siguiente escena del juego	SI	SI
La casilla de Input recibe el nombre del usuario	SI	SI
Se genera el nombre en pantalla después del tutorial	SI	NO
El botón de continuar se encuentra disponible en pantalla	Sí	Sí
Al dar "click" en el botón de continuar se muestra el primer quiz de juego	SI	SI
Las respuestas del quiz reflejan correcto e incorrecto	SI	SI
Todas las posibilidades de respuesta están desplegadas	SI	SI
La barra de vida y el puntaje muestran valores numéricos.	SI	SI
Se suman o restan puntos al jugar	SI	SI
La barra de vida cambia de color cuando se va reduciendo	SI	SI
Al finalizar cada partida se ve claramente el puntaje obtenido por cada intento.	SI	SI
Las interacciones del mouse con el juego funcionan de la manera esperada o indicada por el mismo.	SI	SI
Los videos cargan correctamente	Sí	Sí

9. BIBLIOGRAFÍA

- O. Ramón1, C. (2016, 1 octubre). *Manejo avanzado de la vía aérea*. elsevier. <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-medica-clinica-las-condes-202-articulo-manejo-avanzado-via-aerea-S0716864011704266>
- *Libro del proveedor de SVCA/ACLS Material complementario*. (2012, 12 diciembre). Americanheart.org. http://ahainstructornetwork.americanheart.org/idc/groups/ahaecc-public/@wcm/@ecc/documents/downloadable/ucm_440920.pdf
- <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-medica-clinica-las-condes-202-articulo-manejo-avanzado-via-aerea-S0716864011704266>
- http://ahainstructornetwork.americanheart.org/idc/groups/ahaecc-public/@wcm/@ecc/documents/downloadable/ucm_440920.pdf
- <https://www.medigraphic.com/pdfs/rma/cma-2017/cmas171cg.pdf>