

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN

Facultad Politécnica



“JUEGOS SERIOS COMO APOYO A LA FORMACIÓN DE PROFESIONALES: UNA APLICACIÓN AL ÁREA DE ENFERMERÍA”

TRABAJO FINAL DE GRADO PRESENTADO POR

MIRTA BEATRIZ GONZÁLEZ LEGUIZAMÓN Y ARTURO PEDRO VOLPE TORRES

COMO REQUISITO
PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO
EN INFORMÁTICA

ORIENTADOR:
ING. MARTÍN ABENTE LAHAYE, M.SC.

San Lorenzo - Paraguay.

Junio de 2015

Agradecimientos

Al **Ing. Martín Abente Lahaye**, por su orientación y tiempo dedicado durante el desarrollo de este trabajo de grado.

A la **Dirección de la carrera de Licenciatura en Enfermería del Instituto Doctor Andrés Barbero**, por su valioso aporte, tanto de directores como profesores, sin el cual no habría sido posible el desarrollo y la aplicación de este trabajo de grado.

A la **Facultad Politécnica de la Universidad Nacional de Asunción**, por la formación académica recibida durante los años de carrera, la cual nos alienta a ser excelentes profesionales.

A los **Profesores de la carrera de Ingeniería en Informática**, quienes colaboraron de varias maneras para el desarrollo de este trabajo y nos brindaron apoyo durante el camino para alcanzar la meta.

A nuestros **Amigos y Compañeros**, quienes durante los años de carrera universitaria nos brindaron su apoyo durante los momentos buenos y los momentos difíciles.

A nuestras **Familias**, quienes nos inspiran a seguir adelante y nos acompañan en cada paso dado a lo largo de nuestra vida. Un agradecimiento especial al esfuerzo y entrega dados durante todos estos años.

A **Dios**, sin cuya bendición nada de esto hubiese sido posible.

Índice General

Índice de Figuras	xii
Índice de Tablas	xiv
Índice de Algoritmos	xv
Lista de Siglas	xvii
1. Introducción	1
1.1. Objetivo General	2
1.2. Objetivos Específicos	3
1.3. Estructura del libro	3
2. TIC en la Educación	5
2.1. Breve reseña histórica	6
2.2. Teorías del aprendizaje: Modelo Push	8
2.2.1. Instrucionismo	8
2.2.2. Conductismo	10
2.2.3. Ventajas y desventajas del modelo Push	12
2.3. Teorías del aprendizaje: Modelo Pull	14
2.3.1. Constructivismo	14

2.3.2. Construcionismo	16
2.3.3. Ventajas y desventajas del modelo Pull	18
2.4. Ventajas y desafíos	19
3. Juegos serios	22
3.1. Características de los juegos serios	23
3.1.1. Ventajas de los juegos serios	24
3.1.2. Desafíos de los juegos serios	25
3.2. Áreas de aplicación	27
3.3. Corrientes relacionadas	28
3.3.1. Simulaciones	29
3.3.2. Motores de acciones condicionadas por eventos	30
3.4. Desarrollo de juegos serios	31
3.4.1. Flujo de diseño de un juego serio	31
3.5. Ejemplos de juegos serios	35
3.5.1. Triage Trainer	35
3.5.2. SimVenture	37
3.6. Actualidad	39
4. Definición del Problema	41
4.1. Descripción general	41
4.2. Contexto de aplicación	43
4.2.1. Estado actual	44
4.2.2. Problemas actuales	49
4.3. Propuesta de solución	51

5. Alcance y requerimientos	55
5.1. Definición de criterios	56
5.2. Selección de procedimientos	57
5.2.1. Venopunción	57
5.2.2. Valoración de la escala de Glasgow	61
5.3. Alcance de la simulación	65
5.3.1. Factores limitantes	66
5.3.2. Consideraciones de diseño	68
5.3.3. Decisiones de diseño	70
5.4. Requisitos de la solución	71
5.4.1. Requisitos generales	71
5.4.2. Requisitos de interacción	72
5.4.3. Requisitos de evaluación al usuario	73
6. Tecnologías y herramientas	74
6.1. Motor de videojuego	75
6.1.1. Unreal Development Kit	76
6.1.2. Blender Game Engine	76
6.1.3. CryEngine	77
6.1.4. ShiVa3D	77
6.1.5. Unity3D	78
6.2. Selección del motor de videojuego	79
6.2.1. Criterios de selección	79
6.2.2. Comparación	80
6.3. Entorno de desarrollo de la solución	80
6.3.1. Herramientas de gestión de código	82

6.3.2. Desarrollo del <i>front-end</i>	82
6.3.3. Desarrollo del <i>back-end</i>	84
6.4. Resumen	87
7. Solución	88
7.1. Aspecto generales	89
7.1.1. Flujo de la solución	89
7.1.2. Transformaciones del punto de vista del usuario	91
7.2. Front-end	92
7.2.1. Pantalla de inicio	92
7.2.2. Venopunción	93
7.2.3. Valoración de la escala de Glasgow	106
7.2.4. Pantalla de resultados	112
7.3. Inconvenientes de diseño del front-end	113
7.3.1. Interfaz gráfica de usuario	113
7.3.2. Validaciones de contenido	114
7.4. Back-end	115
7.4.1. Registro de usuarios	115
7.4.2. Registro de eventos	115
7.4.3. Detalles de implementación	116
7.4.4. Utilización de información	116
8. Evaluación y resultados	118
8.1. Objetivos	119
8.2. Métricas generales utilizadas en la evaluación	120
8.2.1. Escala de Likert	120
8.2.2. Correlación de variables aleatorias	122

8.3. Prueba preliminar de usabilidad	123
8.3.1. Muestra	124
8.3.2. Variables	125
8.3.3. Métricas	127
8.3.4. Resultados obtenidos	128
8.4. Encuesta de ubicación	132
8.4.1. Muestra	132
8.4.2. Variables	132
8.4.3. Métricas	133
8.4.4. Resultados obtenidos	134
8.5. Registro de actividades	136
8.5.1. Muestra	137
8.5.2. Variables	137
8.5.3. Métricas	138
8.5.4. Resultados obtenidos	139
8.6. Encuesta para evaluar la solución	142
8.6.1. Muestra	143
8.6.2. Variables	143
8.6.3. Métricas	148
8.6.4. Resultados obtenidos	150
8.6.5. Preguntas abiertas	161
8.7. Encuesta para evaluar el conocimiento	161
8.7.1. Muestra	162
8.7.2. Variables	162
8.7.3. Métricas	163
8.7.4. Resultados obtenidos	163

8.8. Correlación entre variables	164
9. Conclusiones	167
9.1. TIC en la educación	168
9.2. Juegos Serios	168
9.3. Áreas de aplicación	168
9.4. Selección de herramientas	169
9.5. Puesta en práctica de conocimientos teóricos	170
9.5.1. Ventajas	170
9.5.2. Desventajas	171
9.6. Evaluación de solución propuesta	172
9.6.1. Diseño del juego serio	172
9.6.2. Implementación del juego serio	174
9.6.3. Evaluación del juego serio	175
10. Trabajos Futuros	177
10.1. Nuevos escenarios de práctica	177
10.2. Visión de progreso	178
10.3. Integración con sistemas de monitoreo	178
10.4. Multijugador	179
10.5. Escenarios dinámicos	179
10.6. Exploración de plataformas de realidad virtual	180
10.7. Dificultad de acuerdo al alumno	180
A. Documentos de evaluación	181
A.1. Encuesta preliminar de usabilidad de interfaz	181
A.1.1. Resultados	183

A.2. Encuesta de ubicación	185
A.3. Encuesta para evaluar el conocimiento	187
A.3.1. Datos del alumno	187
A.3.2. Extracción de sangre	187
A.3.3. Evaluación utilizando la escala de Glasgow	188
A.4. Encuesta sobre apreciación	191
A.4.1. Datos del alumno	191
A.4.2. Apreciación	191
A.4.3. Preguntas abiertas	193
B. Planilla del instructor	194

Índice de Figuras

2.1. Utilización de las Tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la educación desde el año 1975. Las fechas utilizadas son relacionadas a la evolución en los Estados Unidos de Norte America.	7
2.2. Moodle, plataforma de e Learning	9
2.3. Math Blaster, <i>edutainment</i> del año 1987	11
2.4. Donde en el mundo esta Carmen Sandiego	12
3.1. Ubicación de los juegos serios entre los juegos, la simulación y el aprendizaje	28
3.2. Propuesta de flujo de diseño de un juego serio	32
3.3. Ambientación de Triage	36
3.4. Evolución de un paciente en Triage	36
3.5. Tutorial de SimVenture	38
4.1. Relación entre las cuatro dimensiones a considerarse en un videojuego basado en aprendizaje	43
4.2. Elementos utilizados para mostrar procedimientos de venopunción . . .	46
4.3. Laboratorio de enfermería del Instituto Doctor Andrés Barbero (IAB) .	47
4.4. Una instructora de laboratorio muestra las partes del maniquí utilizado para en el laboratorio de enfermería.	47

5.1.	Representación simplificada del procedimiento Venopunción. Existen pasos que pueden ser realizados en un orden distinto al mostrado.	60
5.2.	Evaluación de Glasgow.	64
6.1.	Esquema general de los componentes	74
6.2.	Diagrama de la interacción de los usuarios con el <i>back-end</i> , se puede observar a grandes rasgos, los componentes del sistema y los servicios que ofrece.	85
7.1.	Diagrama de navegación entre los distintos escenarios y pantallas disponibles en la solución.	90
7.2.	Pantalla de inicio de la solución con todas las opciones disponibles. . .	92
7.3.	Pantalla principal de la escena del procedimiento de extracción de sangre.	94
7.4.	Vista de la interfaz principal del escenario <i>Extracción de sangre</i> , con todas las opciones desplegadas.	95
7.5.	Indicadores de selección de elementos y de estado de usuario o enfermero.	96
7.6.	Interfaz con los elementos en el paciente.	97
7.7.	Vista de la jeringa ampliada, facilitando la extracción de sangre. Se agregan flechas azules para facilitar la comprensión de cómo se extrae sangre.	98
7.8.	Menú contextual del elemento torniquete.	98
7.9.	Opciones mostradas al detectar sonido en la escena de extracción de sangre.	99
7.10.	Ciclo de vida de una regla	101
7.11.	Retroalimentación y puntuación final del escenario <i>Venopunción</i>	104
7.12.	Interfaz del modo <i>Exploración Glasgow</i> para seleccionar el estado del paciente.	106
7.13.	Interfaz principal de la escena <i>Evaluación de Glasgow</i> , se observa además la opción que permite finalizar la escena.	107

7.14. Menú contextual para realizar un estímulo doloroso al paciente en el procedimiento de <i>Valoración de la escala de Glasgow</i>	108
7.15. Interfaz de la escena <i>Evaluación de Glasgow</i> , se observan los <i>comandos de voz</i> , así como la opción que permite finalizar la escena (esquina inferior derecha).	109
7.16. Vista de la <i>Pantalla de diagnóstico</i> , donde el usuario puede asignar una puntuación a cada aspecto analizado del paciente.	110
7.17. Retroalimentación y puntuación final del procedimiento de valoración de la escala de Glasgow.	111
7.18. Pantalla de resultados mostrando los pasos correctos e incorrectos, en la escena <i>Glasgow</i>	113
8.1. Tiempo por tipo de acción	129
8.2. Acceso a internet desde dispositivos móviles	134
8.3. Sistemas operativos móviles utilizados	135
8.4. Dispositivos que cumplen con los requisitos mínimos para la prueba . .	135
8.5. Utilización de la solución por hora del día	142
8.6. Gráfico de Kiviat de los factores evaluados	160

Índice de Tablas

5.1. Escala de valoración del estado del paciente[67].	62
5.2. Valoración de las distintas respuestas en la escala de Glasgow, respecto a la reacción ocular	62
5.3. Valoración de las distintas respuestas en la escala de Glasgow, referentes a las respuestas motoras	62
5.4. Valoración de las distintas respuestas en la escala de Glasgow referentes a la respuesta verbal	63
6.1. Comparacion entre motores de videojuegos	81
6.2. Resumen de las tecnologías utilizadas en el <i>front-end</i>	87
6.3. Resumen de las tecnologías utilizadas en el <i>back-end</i>	87
7.1. Reglas definidas para el procedimiento de extracción de sangre, se muestran los detalles de cada uno de los estados por los que pasan cada una de las reglas.	103
7.2. Acciones registradas durante una partida del procedimiento de venopunción, los eventos relacionados a ellas, y los motivos de sus registros. . . .	105
7.3. Posibles respuestas de acuerdo al estado verbal del paciente.	110

7.4. Acciones registradas durante una partida del procedimiento de valoración de la escala de Glasgow, los eventos relacionados a ellas, y los motivos de sus registros.	112
8.1. Tiempo por acciones la primera vez y las siguientes veces que se realizó	128
8.2. Cantidad de movimientos espaciales	129
8.3. Tiempo de prueba por usuario	130
8.4. Pasos realizados por alumno	131
8.5. Disconformidad por variable	131
8.6. Resumen de la información extraída del registro de actividades	139
8.7. Número de partidas y tiempo total por alumno en segundos, en la escena de venopunción.	139
8.8. Número de partidas y tiempo total por alumno en segundos, en la escena <i>Glasgow</i> , en modo evaluación	140
8.9. Número de partidas y tiempo total por alumno en segundos, en la escena <i>Glasgow</i> , en modo exploración	140
8.10. Puntaje obtenido la primera vez y el promedio de los puntajes de las siguientes veces por alumno, en la escena de venopunción	141
8.11. Puntaje obtenido la primera vez y el promedio de los puntajes de las siguientes veces por alumno, en la escena <i>Glasgow</i> , en modo evaluación	141
8.12. Resultados de la <i>Encuesta para evaluar la solución</i> relacionados al factor exploración	151
8.13. Resultados de la <i>Encuesta para evaluar la solución</i> relacionados al factor representación	152
8.14. Resultados de la <i>Encuesta para evaluar la solución</i> relacionados al factor motivación	153

8.15. Resultados de la <i>Encuesta para evaluar la solución</i> relacionados al factor inmersión	154
8.16. Resultados de la <i>Encuesta para evaluar la solución</i> relacionados al factor utilidad	155
8.17. Resultados de la <i>Encuesta para evaluar la solución</i> relacionados al factor retroalimentación	156
8.18. Resultados de la <i>Encuesta para evaluar la solución</i> relacionados al factor pedagogía	157
8.19. Resultados de la <i>Encuesta para evaluar la solución</i>	158
8.20. Resultados de la <i>Encuesta para evaluar la solución</i> con doble estandarización	159
8.21. Aceptación por aspecto de la solución	159
8.22. Aceptación por consideración de diseño	160
8.23. Rendimiento promedio de usuarios por pregunta	164
8.24. Correlación entre factores estudiados	166
A.1. Apreciación de los alumnos por pregunta	183

Índice de Algoritmos

1.	Creación de regla de verificación de calzado de guantes	100
----	---	-----

Lista de Siglas

- **AGNU** Licencia Pública General de Afferro GNU (GNU Affero General Public License). 84
- **ECA** Acciones condicionadas por eventos (Event-Condition-Action). 30, 31, 99, 101, 170
- **FP-UNA** Facultad Politécnica de la Universidad Nacional de Asunción. 113, 118, 124
- **GNU** Licencia Pública General GNU (GNU General Public License). 77, 82, 83
- **GPU** Unidad de procesamiento de gráficos (Graphics Processing Unit). 133
- **GUI** Interfaz gráfica de usuario. 125–127, 129, 148, 156
- **IAB** Instituto Doctor Andrés Barbero. 44, 45, 47–51, 53, 56–59, 63, 65–68, 92, 114, 118, 132, 135, 136, 168, 169, 171
- **IDE** Entorno de desarrollo Integrado (Integrated development environment). 78, 80–83
- **JavaEE** Java Edición Empresarial (Java Enterprise Edition). 85
- **JSON** Notación de objeto de JavaScript (JavaScript Object Notation). 86, 116

- **MIT** Instituto Tecnológico de Massachusetts (Massachusetts Institute of Technology). 17, 18
- **OLPC** Una computadora por niño (One Laptop Per Child). 17
- **REST** Transferencia de Estado Representacional (Representational State Transfer). 86
- **TIC** Tecnologías de la información y la comunicación. 1–3, 5–11, 16, 19–21, 23–25, 35, 43, 167, 168, 177
- **UDK** Unreal Development Kit. 76

Capítulo 1

Introducción

La educación tradicional, en la actualidad, se basa en el concepto de que el profesor transfiere el conocimiento que ha adquirido de diferentes métodos (educación, experiencia, etc.) a un alumno que es un receptor pasivo de información, esta corriente es llamada instrucionismo[1].

En el instrucionismo el uso de las TIC cumple con un rol en el cual sólo es un mecanismo más para transmitir el conocimiento del maestro al alumno, reemplazando libros y presentaciones.

Con la aparición de nuevas corrientes pedagógicas, el uso de las tecnologías tiene un papel más activo dentro del proceso de aprendizaje, entre estas corrientes podemos citar al conductismo, al constructivismo y al construcionismo.

Algunos ejemplos que incluyen a las TIC en la educación son: *e-Learning*, simulaciones educativas, *edutainment*, el lenguaje de programación LOGO, y los juegos serios. Los juegos serios son aquellos videojuegos desarrollados con un propósito distinto al de puro entretenimiento.

El aprendizaje apoyado por las TIC, utilizando a los juegos serios, tienen la capacidad de eliminar los problemas de distancia, en el ámbito empresarial son utilizados para enseñar a grupos de personas a trabajar en equipo, incluso cuando estos se encuentran

a distancias que le impiden reunirse en un aula tradicional[2].

Los juegos serios permiten utilizar la exploración y el ensayo para desarrollar habilidades y pericias en entornos controlados[3, 4].

Tomando como base lo explicado anteriormente, se considera a los juegos serios un campo interesante investigación que involucra el desarrollo de aplicaciones tecnológicas que ayuden a estudiantes en el proceso de aprendizaje.

Estas herramientas tienen especial importancia en ambientes donde las limitaciones, de espacio, y tiempo dificultan la aplicación de técnicas tradicionales[5] como es el caso del entrenamiento de profesionales de enfermería los cuales requieren de varias horas de práctica durante su preparación. Las prácticas se realizan en instituciones como hospitales escuela, donde los alumnos son supervisados por profesionales mientras realizan las prácticas. Uno de los principales inconvenientes de estos estudiantes es la poca disponibilidad de tiempo que poseen, en cuanto a las prácticas que realizan en un laboratorio usualmente por la cantidad de estudiantes es muy difícil la personalización de la enseñanza y en cuanto a las prácticas en hospitales uno de los inconvenientes es el nerviosismo ante las primeras prácticas.

Por todo lo expuesto anteriormente en este trabajo se propone el desarrollo de un juego serio, que involucra la simulación se laboratorios virtuales como una herramienta de apoyo para el proceso de aprendizaje de los alumnos de la carrera de enfermería.

1.1. Objetivo General

Identificar y valorar los factores pedagógicos, de diseño, de implementación y de evaluación que influyen a la creación de herramientas educativas que utilizan las corrientes pedagógicas actuales apoyadas en las TIC, especialmente los juegos serios.

1.2. Objetivos Específicos

Con el fin de alcanzar el objetivo general, se formulan los siguientes objetivos específicos:

- Proveer una visión actualizada de los fundamentos y estado del arte de las nuevas corrientes pedagógicas y su relación con las TIC.
- Proveer una visión actualizada de los juegos serios, sus principales características y sus ventajas y desventajas como herramientas pedagógicas.
- Identificar áreas de aplicación de los juegos serios, para determinar un contexto local factible para su aplicación.
- Clasificar y seleccionar las herramientas tecnológicas disponibles para el desarrollo de soluciones que involucran a los juegos serios.
- Contrastar en la práctica los conocimientos teóricos adquiridos a través del diseño e implementación de un juego serio.
- Evaluar la solución propuesta para la obtención de datos que permitan identificar aspectos de diseño, desarrollo y evaluación a tener en cuenta para la creación de un juego serio.

1.3. Estructura del libro

En el capítulo 2 se presenta un resumen sobre el uso de las TIC en la educación, desde sus inicios apoyando a la educación tradicional hasta su rol actual en las nuevas corrientes pedagógicas.

En el capítulo 3 se describen a los juegos serios, siendo estos una de las herramientas tecnológicas usadas dentro del proceso de aprendizaje, se detallan sus características, áreas de aplicación, las corrientes tecnológicas relacionadas, un ejemplo de proceso de desarrollo y además se describen algunos casos de éxito.

En el capítulo 4 se definen las características del problema que se quiere abordar. Enfocándonos en el área de enfermería se describe la situación actual y una propuesta de solución tecnológica que puede brindar apoyo en el proceso de aprendizaje de los estudiantes.

En el capítulo 5 se definen los criterios que deben tenerse en cuenta para seleccionar el contenido a abordar en la solución, se seleccionan y describen los procedimientos de enfermería que formarán parte del contenido, el alcance y los requisitos que debe cumplir la solución.

En el capítulo 6 se describen las diversas tecnologías utilizadas en el desarrollo de la solución, haciendo especial énfasis en los motores de videojuegos ya que los mismos proveen el entorno principal para el desarrollo, se realiza una comparación entre los motores de videojuegos actuales y se justifica por qué se seleccionó uno en específico.

En el capítulo 7 se describe en detalle la implementación de la solución propuesta basada en la aplicabilidad de los juegos serios en un contexto con las características deseadas.

Dada la solución propuesta, en el capítulo 8 se describen los diferentes métodos utilizados para su evaluación. Además, se presentan y analizan los resultados obtenidos, los mismos son mostrados en forma tabular y con gráficos para facilitar la comprensión.

En el capítulo 9 se presentan las conclusiones obtenidas a partir de los resultados obtenidos y la experiencia adquirida durante el desarrollo de la solución.

Finalmente, en el capítulo 10 se describen algunos posibles trabajos que pueden ser desarrollados en el área teniendo en cuenta el presente trabajo.

Capítulo 2

Tecnologías de la Información y Comunicación en la Educación

Las TIC son el conjunto de herramientas tecnológicas y recursos utilizados para comunicar, crear, diseminar, almacenar y manejar la información[6]. Estas tecnologías abarcan computadores personales, Internet, radio, televisión y telefonía[7].

La utilización actual de las TIC en la educación no es un fenómeno asilado, responde a una evolución constante de la tecnología y metodología utilizada[8]. Las expectativas iniciales acerca del impacto de las TIC en la educación han sido ampliamente superiores a los resultados obtenidos[6]. Con el advenimiento de las computadoras se redujo la diferencia entre las expectativas y lo obtenido, en mayor medida por la utilización de las TIC en conjunto con tecnologías como Internet, así, los efectos positivos en la educación han aumentando gradualmente[6].

Desde sus inicios, varias corrientes pedagógicas emplean a las TIC en mayor o menor medida, desde su utilización como una herramienta para suplantar a libros impresos, diapositivas, etc[9]; hasta su utilización como una herramienta de aprendizaje de pensamiento de alto nivel[8, 10, 9].

Las corrientes pedagógicas que utilizan a las TIC de manera activa son el instruccionalismo o educación tradicional, el conductismo, el constructivismo, y el construcciónis-

mo. Esto no implica que las TIC no sean utilizadas por otras pedagogías, es más, existen otras corrientes que emplean a las TIC de diversas maneras como el cognoscitivismo[8, 11] y el conectivismo[10].

Cada corriente pedagógica utiliza las TIC de manera diferente, si bien comparten características, no deben ser consideradas como una sucesión de pedagogías que desembocan en una pedagogía utilizada actualmente.

En este capítulo se describen las corrientes pedagógicas que utilizan las TIC de manera activa, incluyendo sus características, ventajas y desventajas. Finalmente se describen las ventajas y desafíos que presenta la utilización de las TIC en la educación.

2.1. Breve reseña histórica de la utilización de las TIC en la educación

El análisis de la historia de las TIC en educación es indispensable[12]. Existe una corriente que tiende a desestimar las experiencias pasadas, cuyo principal fundamento es la velocidad con la que la tecnología evoluciona, es importante el estudio de la evolución de la misma pues los errores pedagógicos cometidos, aunque puedan parecer evidentes hoy en día, condujeron a nuevos modelos y conclusiones que son la base de la utilización de las TIC actualmente[12]. Así, el uso de las TIC en la educación no ha sido constante durante su historia, sino más bien, ha evolucionado de ser un medio más de traspaso de información, hasta hoy en día, donde permite construir conocimiento[7].

La historia de las TIC en educación comienza en la «Open University of United Kingdom» que en 1969 se establece como la primera institución educativa dedicada a la enseñanza a distancia utilizando las, para aquel entonces, nuevas tecnologías[7].

Para entender la historia de las TIC en la educación, se presenta la figura 2.1, en

la cual se observa la evolución que sufrió la utilización de las TIC como herramienta educativa.

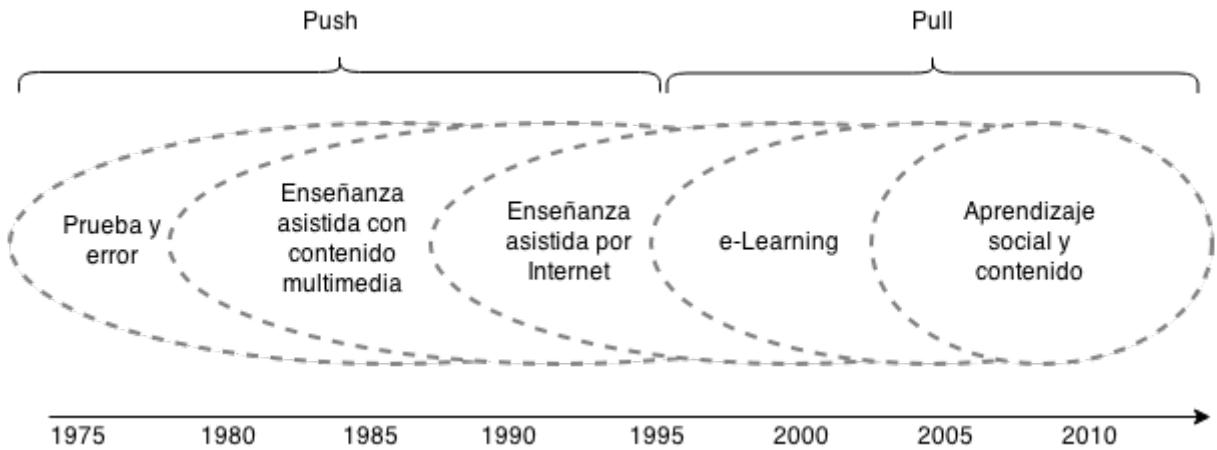


Figura 2.1: Utilización de las TIC en la educación desde el año 1975. Las fechas utilizadas son relacionadas a la evolución en los Estados Unidos de Norte America.

Se observan dos metodologías de traspaso de la información, *push*, y *pull*. En el modelo *push* los estudiantes obtienen información sin una participación activa en la creación de esa información[10]. La corrientes pedagógicas que marcan tendencia en este modelo son el instrucionismo y el conductismo[10, 13]. Las fases que se observan en la figura 2.1 durante el periodo *push*, son la utilización de ejercicios de prueba y error sistemáticos, y la distribución de contenido educativo primeramente a través de discos ópticos, y luego a través de Internet[13].

La evolución de la tecnología permite mejorar los mecanismos de comunicación, creando redes interactivas donde se comparte la información, así se inicia el modelo *pull*, en él, los alumnos son creadores activos de conocimiento[10, 13]. Se intensifica la creación de herramientas basadas en el constructivismo y el construcionismo. Ejemplos de las tecnologías en este período son el *e-Learning*, y plataformas de interacción social como wikis, blogs, y otros[13].

En la figura 2.1 se observa el solapamiento entre los diversos mecanismos utilizados.

Se muestra el inicio de la utilización de una herramienta, pero no su fin, actualmente se siguen utilizando todas las tecnologías y modelos[13].

Aunque la figura 2.1 muestre un progreso lineal de las corrientes, este progreso no es igual en todo el mundo, y el grado de impacto de las TIC varía entre países, lo que se conoce como «brecha tecnológica».

2.2. Teorías del aprendizaje: Modelo Push

La primera manifestación de las TIC en la educación se da como un sustituto a los medios tradicionales. Los materiales didácticos son responsabilidad de los profesores, imprentas y academias[13, 10].

El modelo *push* favorece a las corrientes pedagógicas instrucionismo y conductismo. El instrucionismo utiliza a las TIC para resolver problemas de distancia y de costo[14, 15], mientras que el conductismo utiliza a las TIC como un medio para proveer refuerzos positivos[16].

2.2.1. Instrucionismo

La educación tradicional o instrucionismo se basa en la transferencia de conocimiento del profesor al alumno, se enfoca más en el profesor, en la capacidad del mismo, y en el producto final como resultado de un proceso no interactivo y bien documentado[14, 15]. Los mecanismos tradicionales para probar la efectividad de este tipo de enseñanza son los exámenes escritos.

El instrucionismo es conocido además como enseñanza sistemática, enseñanza explícita, enseñanza directa, y enseñanza activa[15]. Siempre se enfatiza en el profesor[15].

Epistemológicamente se puede observar al instrucionismo como objetivo, pues considera que el conocimiento es independiente del entorno, se asume que el mismo es

isomorfo, si el profesor puede enseñar, el alumno puede aprender[15].

En el instruccionismo, la utilización de las TIC se centra principalmente en mecanismos para proveer contenido, se utilizan plataformas que permiten a los profesores distribuir contenido y otras actividades relacionadas.

2.2.1.1. Ejemplos

Las aplicaciones de las TIC en el instruccionismo son:

- **E-Learning:** El *E-Learning* se define como la educación y capacitación a través de medios digitales, incluye todo tipo de medio capaz de distribuir información, puede ser en tiempo real como salas de conversaciones y videoconferencias o puede ser diferido, como por ejemplo foros y enciclopedias[17].

Una de las desventajas del *e-Learning* es que se distribuye contenido masivamente a los alumnos, y luego, de manera discreta se permite a los mismos colaborar, dejando siempre en claro que primero se debe asimilar toda la información posible y luego relacionarse con los demás[13], es decir, los alumnos no forman parte de la creación del conocimiento.



Figura 2.2: Moodle, plataforma de e Learning

La plataforma *Moodle* (ver figura 2.2) cuya primera versión salió en el 2002, es una de las principales herramientas del *e-Learning* hoy en día, permite la creación

de cursos específicos por materia y sitios especializados por instituciones académicas[18].

- **Sustituto de medios tradicionales:** la utilización de las TIC desde sus inicios es como sustituto de los medios físicos, como libros y diapositivas por sus versiones digitales[7].
- **Clases a distancia:** las clases por videoconferencias y clases grabadas en video son herramientas utilizadas en reemplazo de las clases tradicionales. Permiten eliminar las distancias de tiempo y espacio[7].

2.2.2. Conductismo

El conductismo es una corriente de la psicología, creada por *Jhon Watson*, y posteriormente perfeccionada por *Pavlov*, *Skinner*, y *Thorndik*. El conductismo defiende la idea de que todas las acciones que realizan los seres vivos son consecuencia de un estímulo[16].

La primera utilización del conductismo con las TIC es presentada por *Skinner*, en 1958[16], donde se describe una máquina que contiene botones y una pantalla donde se presenta una pregunta, para responder, el usuario dispone de varias opciones, cada opción esta relacionada con un botón, si el aprendiz no presiona el botón correcto, debe seguir intentando hasta responder correctamente y así poder avanzar[16], este es el inicio de lo que se conoce como «Prueba y Error».

Una característica del conductismo, es la ley de *Thorndike*, la cual indica que una acción, cuya consecuencia es un estímulo favorable, es más probable que sea repetida[16].

2.2.2.1. Ejemplos

Entre los ejemplos de aplicación del conductismo en las TIC se encuentran:

- **Ejercicios de prueba y error:** son ejercicios en los cuales se presenta una pregunta y una lista de respuestas al alumno, y este debe responder correctamente. Si el alumno no responde correctamente, se repite la pregunta[16].
- **Edutainment:** son juegos sencillos que transmiten información simple al usuario, su estructura se basa en un objetivo claro que está separado de la experiencia educativa[8]. El *edutainment* pretende agregar entretenimiento a la educación, se ve al alumno como un receptor pasivo de información que debe asimilarla, y para aumentar la implicación de los alumnos, el entretenimiento es agregado[19]. Los *edutainment* son el primer intento de unir el entretenimiento y la educación dentro de las TIC[13].

Entre ejemplos de los *edutainment*, podemos encontrar a:

- **Math Blaster:** (ver figura 2.3) es un *edutainment* donde el alumno debe responder repetitivamente preguntas aritméticas para obtener municiones, luego con esas municiones debe completar diferentes misiones en una nave[20]. Como todas las preguntas se responden mediante un mecanismo de selección múltiple, y no existe penalización por respuestas incorrectas, los alumnos no reflexionan sobre las respuestas elegidas, seleccionan una opción aleatoria y si no es la correcta, prueban otra, tras una cantidad finita de intentos, siempre se obtiene la recompensa deseada.



Figura 2.3: Math Blaster, *edutainment* del año 1987

- **Donde en el mundo esta Carmen Sandiego** (ver figura 2.4) el objetivo del juego es detener a una serie de criminales mediante indicios que son proveídos en forma de texto. Este exitoso juego demuestra las falencias del *Edutainment*, siendo visualmente muy atractivo, y con contenido multimedia acorde a su tiempo, no era más que «Prueba y Error», cada nivel del juego podía ser completado sin leer la información proveída[21].



Figura 2.4: Donde en el mundo esta Carmen Sandiego

Las aplicaciones se limitaban a matemáticas, lenguaje y geografía, donde se podía evaluar inmediatamente los resultados proveídos por los alumnos, pues, normalmente era un enunciado y una lista posible de opciones del tipo «Prueba y Error»[13].

2.2.3. Ventajas y desventajas del modelo Push

Las ventajas del modelo *push* son:

- Permite controlar el entorno del aprendizaje utilizando un enfoque científico. Se controla el entorno de los alumnos, los estímulos que recibe y las consecuencias

de estos estímulos. Se ignora a los pensamientos y experiencias previas de las personas[16].

- Permite educar a personas con desafíos de aprendizaje y comportamiento[15].
- Permite la enseñanza de pensamiento de bajo nivel¹ . Son excelentes para enseñar matemática básica, geografía y lenguaje[21].

Las desventajas que presentan las corrientes del tipo *push* son:

- No tienen en cuenta la experiencia previa de los alumnos ni el factor social. Los medios utilizados para la educación se centran en el profesor y en la manera de dar la clase[23, 24].

El comportamiento humano no puede ser reducido, no solo responde a los estímulos y al entorno, sino, además responde a la experiencia previa[16].

- No se enfoca en los alumnos, no todos los alumnos aprenden al mismo nivel[15].
- Desde el aspecto pedagógico, los alumnos tienen problemas para comprender ideas diferentes a las encontradas en clase[24].
- Los alumnos tienden a memorizar contenido sin entender el contexto en el cual fue creado el conocimiento[24].
- Los alumnos tratan a los hechos y procedimientos como conocimiento estático, que no puede ser transformado, y que siempre es verdad[24].
- Se centra en motivaciones externas, y deja de lado la motivación interna. Las motivaciones externas son las recompensas que reciben los alumnos al llevar a cabo un ejercicio de manera correcta. La motivación interna es de gran importancia[16].

¹ El pensamiento de bajo nivel está relacionado con las prácticas educacionales que incluyen la capacidad de memorizar y procesar, al contrario, el pensamiento de alto nivel incluye la capacidad de crear y evaluar[22]

- Prueba y error, las aplicaciones creadas utilizando estas corrientes permiten al alumno intentar varias veces sin ser penalizados, además de que los alumnos no están motivados, provocan que el alumno pruebe las opciones sin el proceso de reflexión necesario para aprender. Es decir, se enseñaba a probar opciones sin sentido antes que entender y analizar la experiencia[21, 8, 20].

2.3. Teorías del aprendizaje: Modelo Pull

En el modelo *pull*, los usuarios participan de forma activa en la construcción del conocimiento. El rol de los profesionales de la educación es guiar a los alumnos. Entre las corrientes pedagógicas podemos encontrar al constructivismo y al construcionismo.

2.3.1. Constructivismo

El constructivismo es una corriente pedagógica creada por *Jean Piaget* y *Lev Vygotsky*, cuya idea central es que el aprendizaje humano se construye, que la mente de las personas elabora nuevos conocimientos a partir de la base de enseñanzas anteriores[11]. Predica que el aprendizaje de los estudiantes debe ser activo, deben participar en actividades en lugar de permanecer de manera pasiva observando lo que se les explica[25, 15].

El constructivismo es un conjunto de prácticas que se enfocan en el alumno, basados en el contenido, orientados al proceso, interactivos y que responden a las necesidades e intereses personales de los alumnos[15].

Se basa en que las personas no entienden, ni utilizan de manera inmediata la información que se les proporciona, en cambio, el individuo construye su propio conocimiento. El conocimiento se construye a través de la experiencia y esto conduce a la creación de modelos mentales que se almacenan en la mente. Estos esquemas van evolucionando,

ampliándose y volviéndose más complejos a través de dos procesos complementarios: la asimilación y el alojamiento[25, 15].

Epistemológicamente el constructivismo es subjetivo, pues considera que el conocimiento depende de las experiencias[15].

Las aulas constructivistas crean un mundo realista donde lo más importante es el aprendizaje, el profesor es un facilitador del aprendizaje del alumno[15, 9].

2.3.1.1. Ejemplos

Entre los ejemplos del constructivismo podemos encontrar:

- **Redes sociales:** funcionan como una continuación del aula escolar, pero de carácter virtual, ampliando el espacio de interacción entre los estudiantes y el profesor, permitiendo el contacto continuo con los integrantes, y proporcionando nuevos materiales para la comunicación entre ellos. Esta tecnología presenta las características de interacción, elevados parámetros de calidad de imagen y sonidos, instantaneidad, interconexión y diversidad[25].
- **Enciclopedias online o wikis:** genera un cambio drástico en la manera tradicional de obtener información para los temas impartidos en el aula; con las wikis los alumnos no sólo obtienen información, sino que ellos mismos pueden crearla. Los estudiantes pasan de ser simples observadores y trabajar de manera pasiva, a estar involucrados activamente en la construcción de su conocimiento, escuchando en clase, investigando fuera de ella y después redactando artículos en la wiki que reflejen sus investigaciones, lo que han aprendido y la forma cómo lo han hecho[25].
- **Blogs:** ofrecen un espacio en el que los usuarios tienen la oportunidad de expresar sus ideas sobre cualquier tema que les interese. Los usuarios que acceden a los

blogs pueden comentar sobre los escritos y dejar sus opiniones, consiguiendo un diálogo entre el propietario del blog y los que acceden a él[25].

2.3.2. Construcionismo

El construcionismo es una corriente pedagógica que parte de una concepción del aprendizaje según la cual la persona aprende por medio de su interacción dinámica con el mundo físico, social y cultural en el que está inmerso[26]. El construcionismo nace en la década de 1980 de la mano de *Seymour Papert*[27, 28].

Para el construcionismo, el conocimiento es construido por el estudiante en lugar de ser trasmítido por el profesor[29] y esto sucede particularmente cuando el mismo se compromete en la elaboración de un producto o artefacto que tenga un significado y pueda ser compartido[26]. De esta manera, se permite a los estudiantes elaborar sus propias interpretaciones razonadas del mundo mediante la interacción con el mismo. El profesor actúa como guía para el estudiante en la construcción de su conocimiento, aportando conocimiento y experiencia. El construcionismo utiliza a las TIC como medio cognitivo y no para la entrega de contenido[30].

Según *Papert*, los alumnos estarán mucho más involucrados en su aprendizaje si construyen artefactos que los demás pueden ver, criticar y tal vez utilizar. Y además, el alumno se enfrenta a problemas complejos con estas construcciones, harán el esfuerzo por resolver problemas y aprender ya que la construcción les motivará[31].

2.3.2.1. Ejemplos

Existen varios proyectos o iniciativas que incluyen al construcionismo como base pedagógica, para la mayoría de ellos las computadoras son esenciales mientras que para otros el mayor esfuerzo está en la incorporación de la tecnología en su práctica

educativa[32].

Algunos de estos proyectos son:

- **Lenguaje de programación «LOGO»:** El lenguaje «LOGO» es la cuna del construcccionismo. Fundamentalmente consiste en presentar a los niños retos intelectuales que puedan ser resueltos mediante el desarrollo de programas en «LOGO». El proceso de revisión manual de los errores contribuye a que el niño desarrolle habilidades metacognitivas al poner en práctica procesos de auto-corrección[33, 28].

Las actividades de programación «LOGO» se realizan en las áreas de matemática, lenguaje, música, robótica, telecomunicaciones y ciencias. «LOGO» es accesible para principiantes, especialmente niños pequeños, y es compatible con exploraciones complejas y proyectos sofisticados realizados por usuarios experimentados[33].

- **Una computadora por niño (OLPC, One Laptop Per Child):** es una asociación sin ánimos de lucro cuyo esfuerzo se centra en dotar a los niños de una computadora duradera, accesible y potente en los países en desarrollo, se dice que es un descendiente directo del construcccionismo[32].

Surgió dentro del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT, Massachusetts Institute of Technology), OLPC propone un cambio de paradigma basado en un modelo de aprendizaje en el que cada alumno disponga de su propia computadora portátil y que se pueda conectar a Internet, de forma totalmente gratuita, desde su escuela. A partir de esta política se pretende disminuir la brecha tecnológica y de acceso a la información en países más desfavorecidos en comparación con los países del primer mundo[34].

Sugar es el principal factor construcccionista de OLPC, consiste en una interfaz

que captura gráficamente el mundo de los estudiantes y maestros, haciendo énfasis en las conexiones dentro de la comunidad, entre las personas y sus actividades[35].

- **Fabricación personal:** *Neil Gershenfeld*, colega de *Papert* en el Media Lab del MIT dictó un curso titulado *Cómo hacer casi cualquier cosa*. La idea se centraba en la creación de la tecnología que se necesita para resolver los problemas que se poseen. Esta auto-confianza, la autonomía personal y la agencia sobre la tecnología han estado en el centro de trabajo de *Papert* durante años. *Papert* no sólo defendió la idea de que los niños posean computadoras personales, sino también que a la larga ellos debían mantenerlas, repararlas e incluso construirlas.

Junto con la capacidad para utilizar la tecnología para inventar soluciones a los problemas de significado personal, los estudiantes no sólo tienen acceso a la información, sino que tienen una mayor capacidad para darle forma a su mundo. La fabricación personal promueve la visión de *Papert* *Si se puede utilizar la tecnología para hacer las cosas, usted puede hacer las cosas mucho más interesantes y usted puede aprender mucho más haciéndolo*[32].

2.3.3. Ventajas y desventajas del modelo Pull

Las principales ventajas de los modelos *pull* son:

- La enseñanza es más eficaz que la enseñanza tradicional en términos de logros académicos de los estudiantes[36].
- Tiene un efecto positivo sobre la motivación para aprender las tareas académicas causando ansiedad en el proceso de aprendizaje[36].
- Permite desarrollar el pensamiento de alto nivel lo que involucra la resolución de problemas y el pensamiento crítico[37].

- Se basa en la totalidad de la persona y conduce a representaciones más realistas de la experiencia[37].

Las principales desventajas de los modelos *pull* son:

- Las técnicas tradicionales de evaluación no se ajustan a estas teorías. Tanto el constructivismo como el construcciónismo predicen que el estudiante es el más apropiado para evaluar su conocimiento, por lo que se deben desarrollar nuevas técnicas de evaluación[38].
- No pueden ser aplicadas a todos los contextos del aprendizaje[38], especialmente en los aspectos que involucran pensamiento de bajo nivel.

2.4. Ventajas y desafíos del uso de las TIC en la educación

Las principales ventajas de la utilización de las TIC en la educación son:

- **Nuevos modelos pedagógicos:** las nuevas corrientes pedagógicas enfatizan el proceso de como adquirir conocimiento (aprendizaje) y no solamente como transmitir el conocimiento (enseñanza)[2].
- **Eliminación de distancias:** con la aparición de las computadoras y los satélites, el mundo se ha convertido en una aldea global, y las distancias en cuestiones de transmisión de información se han vuelto insignificantes[39], los medios tradicionales como bibliotecas, o escuelas están limitados a un espacio físico, con el uso de las TIC, esta restricción física desaparece[7, 17].

- **Colaboración distribuida:** como consecuencia del punto anterior, los alumnos pueden colaborar de manera más sencilla pues no tienen limitaciones físicas. Las TIC permiten consultar con expertos o tener mentores a través de Internet. Permiten además la colaboración entre estudiantes con intereses comunes, mediante foros y redes sociales[6].
- **Motivación para aprender:** las TIC tienen un impacto positivo en el proceso de aprendizaje especialmente en lo referente al compromiso con[40, 8, 11]:
 - **La actividad:** a través de estímulos visuales, auditivos, etc.
 - **La capacidad de investigación:** es más fácil acceder a gran cantidad de información bibliográfica.
 - **La capacidad de escritura y lectura:** permitiendo compartir ideas de manera más legible y mejorarlas iterativamente.
 - **La capacidad de presentación:** es más fácil presentar trabajos profesionalmente a un público mayor.
- **Adquisición de habilidades básicas:** las habilidades necesarias para utilizar de manera efectiva las TIC se están convirtiendo en una necesidad básica, un aprendizaje guiado por las mismas puede ayudar a una rápida asimilación de los conceptos relacionados[11].

Durante la historia de las TIC en la educación, se han encontrado diferentes dificultades a la hora de aplicar los nuevos conceptos en la educación, los principales desafíos son:

- **Falta de motivación de los profesionales:** desde los primeros enfoques que carecían de bases pedagógicas válidas hasta la actualidad[17, 41].

- **Brecha social:** la brecha social existente implica otro riesgo para la utilización de las TIC en la educación, aquellos que no posean los recursos económicos necesarios para acceder a la misma no se verán beneficiados por las TIC[17].
- **Altas expectativas:** las TIC han tenido un impacto positivo en la educación, pero el mismo no es el esperado[17], por ejemplo, iniciativas como el *edutainment* que prometían ser la solución a los problemas educacionales no cumplieron las expectativas.
- **Aspectos financieros:** uno de los desafíos más importantes que enfrentan las TIC para convertirse en una alternativa viable es la inversión en infraestructura necesaria[6].

Capítulo 3

Juegos serios

Un *Juego Serio* es «Un juego que posee un propósito educacional explícito y bien elaborado, y cuya intención no es la de únicamente entretener» según la definición de *Clark Abt* en su libro *Serious Games* [42], a esta definición hay que agregar el involucramiento del usuario en el juego, característica importante de los juegos serios, además, de ser lo que los diferencia de un *Edutainment*[19, 21]. Otras definiciones que permiten entender mejor qué es un juego serio son:

- Es una aplicación desarrollada con conceptos de videojuegos (lo que incluye la tecnología y los principios de diseño), teniendo como principal objetivo el entrenamiento o la educación al mismo tiempo que el entretenimiento[43].
- Son videojuegos que involucran y entretienen a sus usuarios en la búsqueda de un determinado propósito que no es el de puro entretenimiento[43].
- Son los videojuegos que poseen pedagogía incluida, además de algún tipo de evaluación, ya sea interna o externa, y el contenido que se desea enseñar[44, 4].
- Videojuegos que involucran al usuario con la actividad, y contribuyen al logro de un propósito definido que no es el de entretener[4].

Teniendo en cuenta estas definiciones, se considera a un juego serio como *Un videojuego que posee un propósito educacional explícito, cuyo objetivo principal es el de educar y utiliza conceptos lúdicos para involucrar y entretenir al usuario.*

En este capítulo, para un mejor entendimiento de lo que es un juego serio, se describen sus características, ventajas y desafíos. Luego se presenta un modelo de desarrollo que fue utilizado en un juego serio denominado *Living Forest*. Por último, se describe la actualidad de los juegos serios, incluyendo las áreas de aplicación, las principales conferencias y ejemplos de desarrollos recientes.

3.1. Características de los juegos serios

Las TIC y los juegos serios en particular son herramientas de gran valor para apoyar los nuevos procesos de enseñanza-aprendizaje y evaluación[2].

Los *Juegos Serios* proveen una oportunidad muy importante para ayudar en la enseñanza y desarrollo de profesionales[2], por que ayudan a crear el tipo de educación que los adultos prefieren, proveen mecanismos para que los estudiantes cometan errores y experimenten con sus ideas, con su conocimiento y con la teoría en un ambiente protegido sin riesgos para la vida o la identidad[4, 5].

Los beneficios que brindan los *Juegos Serios* se acentúan en la medida en la que los mismos proveen entornos más completos en donde realmente se puedan poner en práctica la teoría, esto ayuda a una comprensión más profunda del área de interés[4].

La diferencia entre los *Juegos Serios* y otras aplicaciones, como las de *E-Learning*, está en el enfoque que tienen los juegos serios en la creación de una experiencia de aprendizaje significativa, relevante y atractiva[4].

En un *Juego Serio* existen metas claras de aprendizaje, las mismas se encuentran en un contexto significativo en donde se deben aplicar los conocimientos y hacer uso

de herramientas que están a disposición para obtener éxito en la resolución de los problemas presentados. Estos problemas se equilibran a través de la retroalimentación y otras estrategias para mantener el interés del estudiante[4].

El campo de los *Juegos Serios* rechaza la idea de que los profesionales de la educación pueden ser reemplazados fácilmente, la labor de estos profesionales es imprescindible para la reflexión y orientación del aprendizaje[45]. Es cierto que se puede llegar a aprender sin el apoyo de un profesional de la educación pero se corre el riesgo de perder el enfoque y la eficacia[45].

Es importante notar que los juegos serios deben ser elaborados teniendo en cuenta el nivel cognitivo del estudiante, es decir, su etapa de aprendizaje, ya que el aprendizaje difiere de acuerdo a la etapa de vida en la que se encuentre un estudiante[5].

3.1.1. Ventajas de los juegos serios

Los juegos serios, al ser parte de las TIC, posee las mismas ventajas descritas en 2.4, y enfatiza especialmente la motivación del usuario.

Las ventajas que se acentúan en los juegos serios son:

- **Motivación interna:** favorecen la autoestima y tienen un factor motivacional[2], permitiendo una implicación mayor del usuario en la actividad[4]. La implicación del usuario dentro de la actividad, es un tema central en el desarrollo de los juegos serios[21]. La eficacia de un juego serio depende en gran parte del usuario, y de su compromiso con las metas del mismo[4].
- **Apoyo al aprendizaje:** el motivo por el cual los juegos serios ayudan al aprendizaje es porque los mismos se desarrollan en un entorno significativo y relevante al contexto, y esto es mejor que un aprendizaje fuera de un entorno significativo[4].

Adicionalmente al logro de competencias puntuales, las teorías modernas de aprendizaje sugieren que el aprendizaje es más efectivo cuando es activo, experiencial y basado en problemas, los juegos serios se fundamentan en estos principios[2].

- **Menos limitaciones:** la utilización de juegos serios permite a sus usuarios experimentar en entornos y sistemas que no son posibles en la vida real, por cuestiones de costo, tiempo y aspectos relacionados a la seguridad[4].
- **Similitud a la realidad:** los juegos serios constituyen un escenario privilegiado para el desarrollo de todos los componentes de las competencias (conceptos, habilidades, actitudes, motivaciones, valores, etc.), ya que permiten desarrollar vivencias en donde ponerlos en práctica, permitiendo el entrenamiento en situaciones que en muchas ocasiones son similares a las que se encuentran en entornos reales[2, 4].
- **Estimulación sensorial:** aumentan la capacidad de coordinación, percepción espacial y ampliación del campo visual, lo que tiene una incidencia en la lectura y el manejo eficiente en ambientes 3D[2].

3.1.2. Desafíos de los juegos serios

El potencial de un juego serio no es ilimitado, los desarrolladores se encuentran con múltiples desafíos que deben ser superados para poder obtener un juego serio que obtenga las ventajas citadas previamente y pueda ser de utilidad en la educación formal.

Adicionalmente a los desafíos de las TIC definidos en 2.4, los juegos serios cuentan con desafíos particulares, los cuales son:

- **Falta de investigación:** aunque en los últimos años los estudios del impacto de los juegos serios han aumentado considerablemente, son necesarios más estudios

para probar su eficiencia[4].

- **Expectativas muy altas:** un juego serio, como otras herramientas *multimedia*, no puede cambiar el comportamiento de una persona por sí solo, un videojuego acerca de hábitos saludables, no hará del jugador un nutricionista, pero sí permiten al jugador explorar las opciones, tener en cuenta las consecuencias de sus actos y poner en práctica sus conocimientos[5], adicionalmente es importante definir lo que forma parte del juego serio y lo que no, pues un juego serio no debe incluir todas las características de la realidad[46, 34].
- **Evaluación tradicional:** la forma tradicional de evaluación presenta dificultades a los juegos serios, por ejemplo, las pruebas tradicionales contienen un grupo de preguntas, las cuales son vistas de manera independiente, en cambio en un juego serio, las acciones son dependientes del contexto y las acciones previamente realizadas[47].
- **Utilización incorrecta:** en cuanto al objeto pedagógico, el área en la cual se utiliza un juego serio es un factor determinante para el éxito del mismo, es decir, se debe responder a la pregunta: *¿Es necesaria una solución basada en juegos serios?*[46], las áreas de aplicación de un juego serio se describen con más detalle en la sección 3.2.
- **Falta de recursos:** uno de los desafíos más importantes al desarrollar un juego serio es la limitación de recursos financieros, esto no quiere decir que no existan recursos para su desarrollo, sino que, comparados con los recursos invertidos en otras herramientas *multimedia*, el presupuesto es limitado[46, 4]. Como consecuencia de las limitaciones financieras, los desarrolladores no siempre pueden acceder a tecnología de última generación[46]

3.2. Áreas de aplicación

A continuación se definen las áreas de utilización más frecuentes de los juegos serios, son en estas áreas donde los juegos serios demuestran su fortalezas.

- **Militar:** durante más de 30 años los videojuegos han sido reconocidos como herramientas factibles en el entrenamiento de militares, es más, los primeros videojuegos se basaban principalmente en lucha o combate. En 1996 fue lanzado un videojuego llamado *Marine Doom* en donde la tarea de los jugadores era el aprendizaje de formas de ataque, conservación de municiones, comunicación eficaz, entre otros. De esta manera tuvo lugar una forma de entrenamiento más atractivo, sin el costo, dificultad, riesgos e inconvenientes que implica el mismo entrenamiento en un entorno real. Se pueden crear situaciones que en el mundo real son muy difíciles de replicar y permiten la repetición hasta alcanzar la maestría[5].
- **Salud:** los juegos de salud se utilizan para la formación de profesionales basada en la simulación. En 2008 el Centro de Simulación *Hollier* en *Birmingham*, Reino Unido, realizó una prueba que permitió a médicos jóvenes experimentar y entrenar para diversos escenarios médicos a través de maniquíes virtuales como pacientes, de este modo el aprendizaje se da por la experiencia. Con respecto a los videojuegos en el área de la salud *Roger D. Smith* en su tesis doctoral, realizó una comparación entre la enseñanza tradicional y la formación mediante realidad virtual y el uso de herramientas basadas en la tecnología de videojuegos en cuanto a la cirugía laparoscópica. Como conclusión afirmó que lo último era más barato, requería menos tiempo y que permitió menos errores médicos cuando los médicos se presentaban en una cirugía real debido a, entre otras cosas, la posibilidad de repetición de la experiencia sin riesgo alguno[5].

- **Juegos corporativos:** este tipo de videojuegos se han utilizado para la selección de personal, la mejora de comunicación entre los directivos y su personal de confianza, y la formación de nuevos empleados. Un ejemplo de estos videojuegos es el *INNOV8* de *IBM* que ayuda en el entrenamiento de los estudiantes acerca de la gestión de procesos de negocios. Los juegos serios pueden ser utilizados incluso para elaborar planes de negocios[5].

3.3. Corrientes relacionadas

Los juegos serios son el solapamiento de tres corrientes, los videojuegos, las técnicas de enseñanza y la simulación[5], tal y como se observa en la figura 3.1.

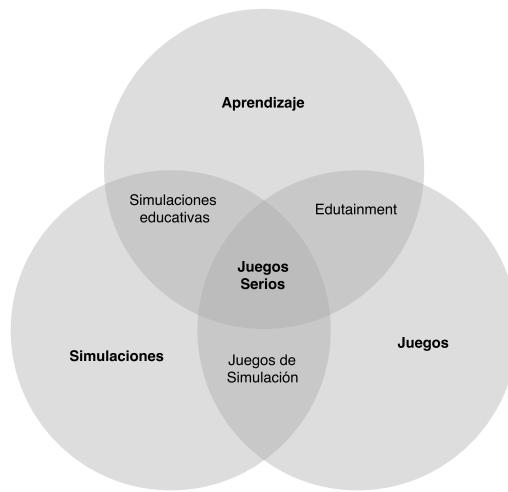


Figura 3.1: Ubicación de los juegos serios entre los juegos, la simulación y el aprendizaje

Cuando se utilizan aspectos de videojuegos con simulaciones, se obtienen videojuegos similares a la realidad cuyo objetivo es entretener, dentro de esta categoría podemos encontrar juegos como *Gran Turismo*; si mezclamos factores relacionados al aprendizaje y a las simulaciones se obtienen simulaciones sin interacción con el usuario que buscan mostrar o enseñar como se comportan distintos fenómenos físicos, sociales, etc. Una

simulación educativa se diferencia de un juego serio en que este último hace uso de las características y tecnologías de un videojuego para enseñar algo específico.

El uso de videojuegos junto con técnicas de aprendizaje da como resultado los *Entertainment*, estos pueden ser vistos como los predecesores de los juegos serios, los mismos son descritos en la sección 2.2.2.1.

Un juego serio tiene un conjunto de pasos que deben ser cumplidas para que se considere que una partida fue jugada de manera correcta, lo que se traduce en un buen desempeño del jugador. Cada paso puede ser traducido a una regla y ser validadas por un motor de reglas.

3.3.1. Simulaciones

La simulación se define como el proceso de diseñar un modelo de un sistema real y, llevar a cabo experimentos con este modelo, con el fin o bien de entender el comportamiento del sistema o de la evaluación de distintas estrategias para la operación del sistema[48].

Aunque un juego serio y una simulación pueden parecer muy similares, se diferencian en que, si bien muchos videojuegos incluyen una simulación, una simulación no utiliza características típicas de los videojuegos como la fantasía, puntuación, etc[4].

La simulación en el ámbito de la educación evolucionó desde simples motores de reglas hasta complejos entornos. La simulación demostró ser una herramienta muy útil en el ámbito laboral[2], pues enseña al usuario a encarar situaciones muy difíciles de representar en entornos completamente controlados y provee mecanismos para comprobar la efectividad de la herramienta.

Actualmente la simulación se utiliza mayormente en el ámbito empresarial pues las empresas son las más necesitadas de innovar en el ámbito de la enseñanza. Un ejemplo

de esta necesidad se da, por ejemplo, en el entrenamiento de nuevos vendedores, es muy difícil enseñar a un vendedor como debe vender los productos con un pizarrón y/o una presentación, en cambio la simulación permite que el mismo pueda probar cosas nuevas y experiencias de sus compañeros (o instructor), convirtiendo así el aprendizaje en colectivo[2].

Existen dos tipos de simulaciones, en primer lugar están las experimentales que ponen al estudiante en el lugar de un profesional y requieren que el mismo tome decisiones para alcanzar los objetivos y en segundo lugar están las simbólicas que buscan que el estudiante deduzca eventos, principios y mejores prácticas[21].

3.3.2. Motores de acciones condicionadas por eventos

Un evento es la ocurrencia de un hecho en particular. Por cada acción que realiza el usuario dentro de una simulación, existe un evento relacionado, por consiguiente, es razonable estudiar algunos eventos para determinar si las acciones del usuario son correctas.

Para determinar si una sucesión de eventos es la correcta, se definen reglas, una regla es una asociación de una condición y una acción, la condición define si el entorno es el adecuado para realizar una acción, la cual es un procedimiento que realiza la lógica deseada.

Las Acciones condicionadas por eventos (ECA, Event-Condition-Action) son aquellas que son activadas una vez que se cumplen determinados eventos[49]. En las bases de datos relacionales, son conocidos como triggers, es decir, una base de datos relacional (u orientada a objetos) es un motor de reglas ECA[49, 50].

Las mismas pueden ser utilizadas para notificar que un determinado conjunto de eventos ha ocurrido[49], así como servir para almacenar información acerca de la utili-

zación de un determinado recurso.

Las reglas del tipo ECA permiten reaccionar a determinados eventos, en forma de una única regla, lo cual facilita la declaración de las mismas[49]. Son principalmente útiles para analizar el comportamiento en tiempo real de un sistema en una forma reactiva[49, 51, 52], esta característica está impulsada principalmente por que son ejecutadas después de la ocurrencia de un evento, y el entorno no es modificado, pudiendo así acceder al mismo entorno que el que lanzó el evento.

3.4. Desarrollo de juegos serios

Una vez definido lo que es un juego serio, queda la tarea de definir cómo realizar uno, incluyendo qué factores deben ser tomados en cuenta durante su desarrollo.

A continuación se da un ejemplo de flujo de diseño para implementar un juego serio manteniendo todas sus características incluyendo los criterios y factores descritos anteriormente.

3.4.1. Flujo de diseño de un juego serio

Pereira[53] en el diseño del videojuego *Living Forest* utiliza un conjunto de pasos bien definidos como modelo de creación de un juego serio a partir de la definición previa de las competencias básicas que se desean enseñar.

Es importante notar que este modelo se adapta a las dimensiones y criterios definidos previamente. La obtención de las competencias básicas no forma parte de este flujo pues, se asume que es un paso previo al diseño.

Teniendo las competencias básicas que se desea sean enseñadas, practicadas o perfeccionadas por el usuario mientras utiliza el juego serio a diseñar, los siguientes puntos que deben ser diseñados son (ver 3.2):

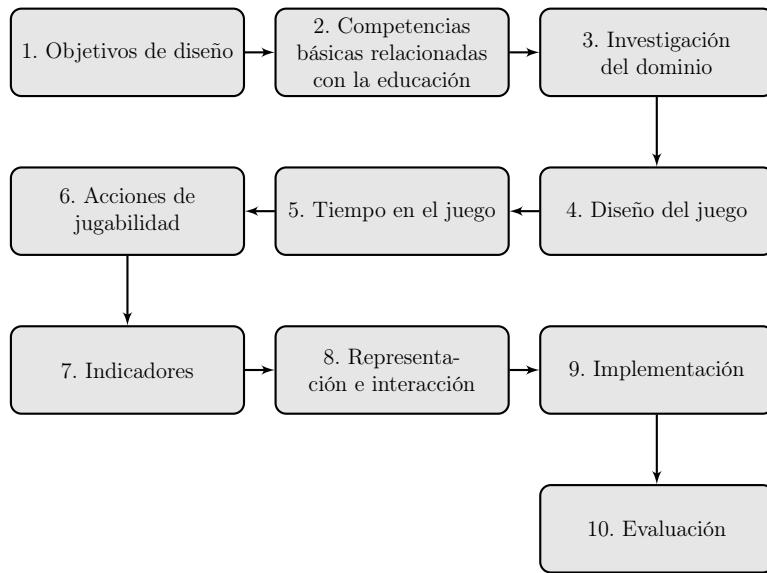


Figura 3.2: Propuesta de flujo de diseño de un juego serio

1. **Objetivos de diseño:** definen cuál es el propósito del videojuego, donde se toman en cuenta los objetivos pedagógicos, así como también objetivos que garanticen que el mismo sea agradable, intuitivo y motivador.
2. **Competencias básicas relacionadas con la educación:** se identifican aquellas que influyen en el diseño del videojuego, se definen los conocimientos mínimos que se desea que tenga un usuario que lo utilice.
Las competencias básicas pueden tener diferentes orígenes, en el ámbito académico se puede utilizar el plan de estudios, en una empresa se pueden utilizar los objetivos y la visión de la misma.
3. **Investigación del dominio:** esta fase se encarga de recabar información exacta acerca del dominio en el cual se desenvuelve el juego serio, en esta fase es importante que participe un experto en el dominio, por ejemplo, en el ámbito académico se puede contar con un profesor experto en el dominio.
Es importante realizar la pregunta *¿Qué nivel de detalle es necesario?*, para así

definir qué contenido incluir, y qué factores se deben analizar.

Además es necesario investigar las acciones que se podrían realizar dentro del videojuego, cómo se desenvolverá el jugador, por cada acción definida, se deben analizar los elementos y factores relacionados que se deben modelar.

4. **Diseño del juego:** a partir de la idea original y basado en la información recogida se determina el papel desempeñado por el jugador (de acuerdo a la semántica y pragmática de las acciones y decisiones que está llamado a hacer).

Se define el nivel de aproximación a la realidad, el nivel de detalle del entorno, del jugador y de las acciones.

Otro factor que se debe tener en cuenta en esta fase es la cantidad de tiempo que pasará un jugador en el juego, se deben modelar todas las acciones del jugador y el entorno de acuerdo a este tiempo.

5. **Tiempo de juego:** el primer factor que se debe estudiar es el período de adaptación del jugador, lo que depende de la intuitividad del videojuego, este tiempo debe ser analizado por separado a la hora de realizar un análisis de los resultados.

Se debe definir la duración de las partidas y la forma en la que se mostrarán los resultados de las acciones.

6. **Indicadores:** es todo aquello que muestre información relevante al jugador acerca de su estado, ejemplos de este tipo de indicadores son el puntaje, tiempo empleado, objetivos cumplidos.

La definición de como se juzgará la calidad de una partida del jugador debe ser definida, normalmente mediante un puntaje general, el mismo debe mostrar claramente los resultados de las acciones, si las mismas fueron positivas o negativas para el logro final de los objetivos.

7. **Representación e interacción:** representación se refiere a como se visualiza el entorno, e interacción a como se relaciona el jugador con su entorno.

Se inicia con un bosquejo de las representaciones de la escena del videojuego, para así poder definir los elementos que forman parte de la escena.

Otros bosquejos necesarios son los del concepto que se modela en la lógica del videojuego, para así definir las animaciones del entorno y del jugador.

Se deben definir las alertas sonaras, qué partes del entorno produce sonidos, cómo el jugador recibe estas alertas (por ejemplo si el origen de las mismas es siempre el mismo o importa la distancia a la cámara), se puede agregar música de ambiente si el videojuego lo amerita.

Se define la interfaz del usuario, qué información será representada, las acciones disponibles desde la misma, además se define si el mismo será en primera persona (la cámara son los ojos del jugador) o en tercera persona (la cámara se sitúa inmediatamente atrás y arriba de la cabeza), como será la interacción con la cámara, acercamientos y movimientos para contemplar el entorno.

8. **Implementación:** en esta etapa se estudia el estado del arte de las plataformas tecnológicas disponibles para el desarrollo del videojuego, se toman en cuenta los factores como la disponibilidad de componentes, de documentación, lenguajes de programación y herramientas de pruebas automáticas.

El proceso puede ser iterativo, entre sesiones de implementación y evaluación de lo implementado, para así poder realizar optimizaciones enfocadas especialmente en la estética, la retroalimentación y el estado del jugador.

9. **Evaluación:** durante el desarrollo del juego serio, se deben realizar varias sesiones de evaluación, por ejemplo, con los responsables o expertos y miembros de la

audiencia objetivo. Así mismo, se deben realizar evaluaciones con los grupos de interés las cuales se centran en la adaptación del videojuego (usabilidad).

La primera evaluación mencionada se centra en la validación del modelo de la simulación (refinamiento), mientras que la segunda evaluación sirve para probar el videojuego en un escenario (parecido al final) y evaluar los aspectos relacionados con el proceso de aprendizaje.

3.5. Ejemplos de juegos serios

En este apartado se darán detalles de varias aplicaciones que tienen como objetivo ayudar en el aprendizaje del usuario o jugador en algún tema en particular.

Se presentan varios casos de éxito, donde se pueden ver cómo la utilización de las TIC provocó un resultado positivo en las personas que lo utilizaron.

3.5.1. Triage Trainer

- **Tipo:** Simulación de entrenamiento.
- **Destinatarios:** Médicos, enfermeros, paramédicos y otros rescatistas.
- **Contenido:** Entrenamiento para evaluar a los pacientes en un lugar de emergencia.
- **Desarrollador:** *TruSim*.

Triage Trainer está diseñado para formar profesionales (médicos, enfermeros, paramédicos, rescatistas) que puedan participar en una escena de un incidente mayor, en este caso el escenario se presenta como una explosión en una calle (ver figura 3.3). Los jugadores deben realizar un triage, es decir, evaluar el grado de las lesiones de las



Figura 3.3: Ambientación de Triage

víctimas, las cuales son generadas aleatoriamente, utilizando los protocolos y controles médicos adecuados, además de priorizar a las víctimas para el tratamiento. La apariencia física de cada víctima es imitada con precisión como los signos vitales, los síntomas y sobre todo los patrones de tiempo para el deterioro de las lesiones, es decir, la condición de una víctima cambia de forma realista con el tiempo (ver figura 3.4).



Figura 3.4: Evolución de un paciente en Triage

Al finalizar cada simulación los jugadores reciben retroalimentación acerca de su rendimiento, incluyendo la precisión de sus chequeos, si los pacientes fueron priorizados

en el orden correcto y el tiempo que les llevó completar el triage, en comparación con la de un experto.

La retroalimentación de los participantes que utilizaron *Triage Trainer* sugiere que el mismo cumplió exitosamente sus fines. Los jugadores asociaron su experiencia en el videojuego con su experiencia en el mundo real y muchos de ellos sentían que realmente estaban allí. Se espera que los jugadores puedan tomar decisiones bajo presión, lo que ayudará a su desarrollo cognitivo. También se observó que los jugadores tienden a discutir sus experiencias con sus compañeros de curso, lo que también podría tener un impacto en su aprendizaje.

Un elemento que no fue evaluado por *TruSim* debido a que no es logísticamente posible es el impacto de las pruebas en la retención del conocimiento y el cambio de comportamiento de los jugadores[5].

3.5.2. SimVenture

- **Tipo:** Juego de simulación de negocios.
- **Destinatarios:** Personas de 14 a 30 años.
- **Contenido:** Las realidades de la creación y funcionamiento de un negocio.
- **Desarrollador:** *Venture Simulations*.

En el inicio del videojuego (ver figura 3.5), a los jugadores se les brinda informaciones y antecedentes para que se ubiquen en escena. Ellos deben empezar a dirigir su propio negocio de fabricación y venta de computadoras en sus casa, mientras deben mantener un trabajo de tiempo completo independiente. El videojuego lleva a los jugadores a la ejecución de un negocio en su propia casa y a la extensión del mismo a más locales, lo que requiere contratación de personal. Los jugadores son capaces de

avanzar en el videojuego a través del aprendizaje de los elementos importantes de la empresa, organizadas en cuatro categorías: organización, ventas/marketing, finanzas y operaciones. Los jugadores toman decisiones acerca de las actividades dentro de estas áreas y observan los resultados de sus acciones.



Figura 3.5: Tutorial de SimVenture

Los jugadores obtienen retroalimentación sobre un número de diferentes parámetros. En un nivel básico, se puede simplemente revisar la cantidad de ingresos que están generando. Además de esto, el éxito puede ser medido por la cantidad de pedidos que han recibido para sus productos. También se proporciona retroalimentación visual para representar la eficiencia de la organización y su felicidad como individuo.

Phil Warren, director de estudios de negocios en *Snaith School*, ha utilizado *Sim-Venture* como complemento al plan de estudios. Según el mismo, el plan de estudios por lo general sólo requiere que los estudiantes aprendan sobre los diversos elementos del negocio de forma aislada, sin embargo en la realidad, cualquier decisión que se tome en una de las partes de un negocio tiene efecto en las demás. *SimVenture* se vio como una oportunidad de aplicar los conocimientos aprendidos en clase en una actividad práctica, además se observó que permitir que los estudiantes jueguen en pares da un espacio para la discusión en torno a las decisiones y aprenden de sus errores [5].

3.6. Actualidad

La relación de los videojuegos con el aprendizaje surge en los años 80 y ha llegado hasta la actualidad en plena efervescencia, siendo aplicados en varios ámbitos de la educación tanto formal como no formal. Los juegos serios para el entrenamiento de habilidades se pueden considerar una evolución de las técnicas de entrenamiento basadas en la realidad virtual que se desarrollaron en los años 90 y que en la actualidad se han transformado, por su potencial motivacional, de simulaciones puras a juegos[34].

Al ser un área de creciente interés, existe una gran cantidad de conferencias cuyo objetivo es el estudio de los juegos serios en la educación, a continuación se presenta un resumen de algunas de ellas:

- **Games beyond Entertainment Week:** es una serie de conferencias cuyo objetivo es explorar los juegos serios, sus oportunidades de mercado, se centra en redes, promoción, desarrollo comercial. Una de sus conferencias, es la *Games for health*, la cual se enfoca específicamente en el cuidado de la salud, agrupa a profesionales de la salud y de los juegos serios[54].
- **Serious games Development and Applications:** es una conferencia que se desarrolla desde el 2010, apunta a colecciónar y distribuir todo el conocimiento relacionado a los juegos serios, para así proveer un foro de discusión sobre la actualidad del desarrollo de los juegos serios[55].
- **Gaming and Learning Conference:** es una conferencia dedicada al estudio y aplicación de los juegos serios, incluye una presentación donde los desarrolladores pueden mostrar sus productos. Se interesa además en potenciales inversores para el desarrollo de videojuegos, así como en desarrolladores, investigadores y jugadores[56].

- **Serious Play Conference:** es una conferencia dedicada a expertos con poder de decisión sobre organizaciones gubernamentales, el foco principal de la conferencia es explorar las oportunidades, desafíos y potencial de juegos serios desarrollados por los participantes[57].

Existen otras conferencias que no se centran exclusivamente en los juegos serios, pero que por su naturaleza incluyen presentaciones sobre el tema, por ejemplo, la *DiGRA* (*Digital Games Research Association*), se centra en el desarrollo y la investigación de los videojuegos en general, pero se han presentado numerosos artículos relacionados a los juegos serios; la *Vs-Games*, que trata sobre entornos virtuales y videojuegos con aplicaciones más allá del entretenimiento. Estas conferencias abarcan diferentes áreas o ámbitos de aplicación de los juegos serios, que van desde lo militar hasta el cuidado de la salud.

Capítulo 4

Definición del Problema

Definidos el potencial y las áreas de aplicación de los juegos serios en la educación, en este capítulo se describe el problema abordado, así como una descripción de los principales criterios y factores que debe tener un juego serio.

Luego se selecciona un contexto de aplicación, se describen sus principales características, y se propone una solución a los problemas encontrados.

4.1. Descripción general

Según [5] un juego serio debe cumplir los siguientes tres criterios:

- **Implementación técnica:** se refiere a la actividad de programación y ejecución de un patrón de diseño. Incluye la perfecta integración de los elementos de diseño en el videojuego.
- **Adecuación para la educación:** la capacidad del videojuego para hacer frente a las metas curriculares o educativas y la habilidad o el conocimiento del jugador relativo a los contenidos educativos que se aborde.
- **Integración total con los objetivos pedagógicos:** la integración del patrón

de diseño y el videojuego en general con los objetivos educativos.

Adicionalmente, el diseño del mismo se tiene que centrar en cuatro factores o dimensiones, las cuales son[5]:

- **Contexto:** es decir, donde ocurre el aprendizaje, lo que va desde aspectos macro, como factores políticos, económicos e históricos, hasta aspectos micro como la experiencia y antecedentes de los profesores, costos de licencia, entre otros.
- **Tipo de aprendizaje:** para el individuo o grupo, requiere que se considere su estilo de aprendizaje y sus conocimientos previos, y qué métodos se ajustan mejor a sus necesidades.
- **Modo de representación:** lo que incluye el nivel de interactividad requerido, la fidelidad y el nivel de inmersión producido. Además cubre la narración de los hechos, la separación de los aspectos de inmersión con la reflexión de haber utilizado el videojuego. Y de manera importante enfatiza el potencial de retroalimentación que refuerza el aprendizaje.
- **Principios pedagógicos:** es necesario reflexionar sobre los modelos de aprendizaje lo que permite producir apropiados planes de lecciones.

Estas dimensiones no pueden ser consideradas individualmente, todas están relacionadas como se muestra en el figura 4.1.

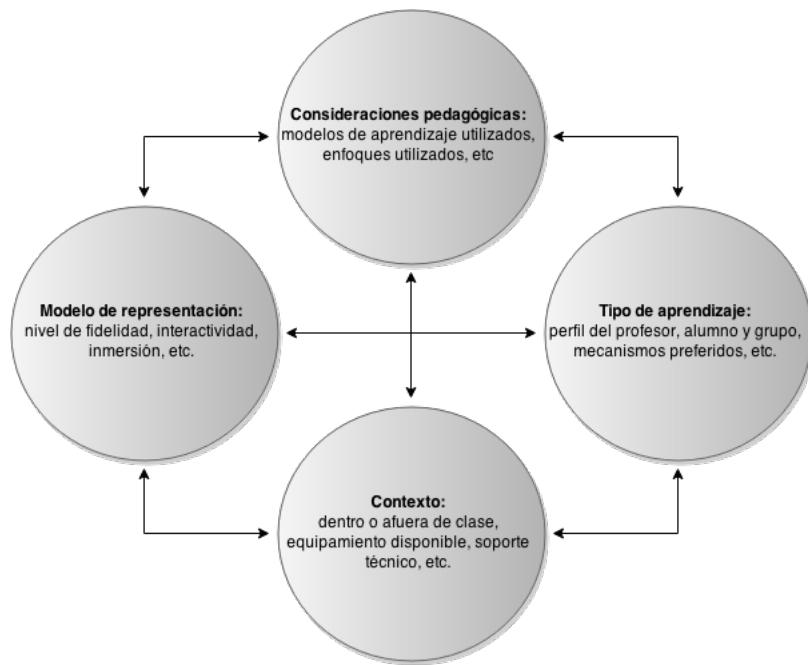


Figura 4.1: Relación entre las cuatro dimensiones a considerarse en un videojuego basado en aprendizaje

De modo a contrastar la práctica con el conocimiento teórico adquirido en la investigación del estado del arte de las TIC en la educación y de los juegos serios, se incluye el diseño e implementación de un juego serio como parte de este trabajo.

Esta aplicación debe cumplir con los criterios y factores definidos anteriormente para obtener conclusiones en cuanto a los factores pedagógicos, de diseño, de implementación y de evaluación.

4.2. Contexto de aplicación

Uno de los principales campos de aplicación de los juegos serios en la educación es el área de la salud, un ejemplo de esto es la formación de profesionales de enfermería. Según [3] los alumnos de enfermería son estudiantes divergentes¹, los juegos serios son

¹ Los alumnos divergentes son aquellos que aprenden a través de experimentación activa, e internalizan el conocimiento reflexionando sobre la experiencia[3]

una herramienta ideal para este tipo de estudiantes[3].

Así, se selecciona como contexto de aplicación a la enseñanza de la carrera Licenciatura en Enfermería en el IAB. Por ello, a continuación se describe el estado actual de la enseñanza, incluyendo como se estructura la carrera, su plan de estudios, y las competencias que debe tener el profesional de enfermería recién egresado.

4.2.1. Estado actual

La enfermería es una profesión técnica, en esta sección se hace una breve reseña de los métodos de enseñanza fuera del aula que se utilizan actualmente. Se describe como se realiza la evaluación de los estudiantes, tanto en el área teórica como en el área práctica. Luego se detallan los principales problemas a abordar, describiendo los inconvenientes que tiene la metodología actual.

Una observación importante es que la información no bibliográfica presentada en esta sección, es fruto de reuniones con profesores, encargados y directores de la carrera de enfermería del IAB.

De este modo, se describe el contexto en el que se quiere aplicar una solución.

4.2.1.1. Plan de estudio

La carrera de licenciatura en enfermería en el IAB tiene una duración de 4 años, es completamente presencial y tiene una carga total de 3745 horas. Cada alumno debe aprobar 57 materias.

Para completar las horas necesarias, las clases se desarrollan en dos turnos de manera continua, con excepción de los días donde existen prácticas de campo. La mayoría de las materias son teóricas, desde segundo curso acceden a los laboratorios especializados del instituto, y desde el tercer curso realizan prácticas de campo en hospitales escuela

y hospitales con los cuales el IAB tiene convenios.

La carrera cuenta con 150 alumnos nuevos por año, los mismos se dividen en tres secciones. El perfil del egresado de la carrera de licenciatura en enfermería es[58]:

El profesional egresado de la Licenciatura en Enfermería será capaz de desempeñar eficientemente el saber teórico y práctico en el campo de su profesión, valorar las necesidades y problemas bio-psico-sociales y espirituales del individuo, familia y comunidad, brindando apoyo y proponiendo alternativas de solución, practicar los valores de honradez, solidaridad y respeto al ser humano en la prestación de servicios de la salud.

Existen tres formas principales de enseñanza dentro del IAB, *a.* las clases teóricas, *b.* las prácticas de laboratorio y, *c.* las prácticas de campo.

El plan de estudios se centra en las *competencias básicas* que debe tener cada alumno al finalizar la materia, estas competencias son facilitadas al inicio de cada asignatura a los alumnos.

Las competencias básicas son los conocimientos teóricos y prácticos que debe tener todo profesional de enfermería recién egresado, estas competencias son el eje central de la carrera y en la obtención de las mismas se centran todas las actividades curriculares y no curriculares (congresos, encuentros, etc) realizadas por el IAB.

4.2.1.2. Prácticas en laboratorios

El IAB cuenta con un laboratorio especializado para la práctica de los estudiantes de enfermería. El laboratorio es utilizado por los alumnos desde su segundo año de formación, y en el mismo se desarrollan todas las materias prácticas, de manera a realizar una formación previa a las prácticas de campo explicadas más adelante.

El número de alumnos dificulta la enseñanza individual, por ello las prácticas se dividen en dos partes, en la primera, similar a una aula tradicional, los alumnos se sientan y observan al profesor realizar una simulación de procedimientos sobre un voluntario,

en este punto, el profesor realiza las observaciones que crea son necesarias para llevar a cabo la práctica profesional, da consejos y responde a las dudas de los alumnos. Se utilizan modelos del cuerpo humano para simular algunos procedimientos, en la figura 4.2 se observa un modelo del brazo humano utilizado para procedimientos de venopunción.



Figura 4.2: Elementos utilizados para mostrar procedimientos de venopunción

En la segunda parte, los alumnos pasan a un laboratorio que contiene las herramientas necesarias para la práctica (maniquíes, camas de hospital, y otros elementos, como se ven en la figura 4.3), donde pueden explorar y practicar siempre bajo tutela del profesor. Esto se diferencia principalmente de la primera parte, en que hay más material para las pruebas y los alumnos pueden realizar por sí mismos una simulación de los procedimientos.

El maniquí que se observa en la figura 4.4, tiene ciertas características que facilitan la práctica, por ejemplo, tiene un esquema de los vasos sanguíneos en ambos brazos. Este maniquí se utiliza además para mostrar las partes del cuerpo donde se puede realizar la venopunción, para mostrar la zona específica donde se debe realizar la reanimación, y otras zonas importantes para la práctica de enfermería.

Además existen varias camas de hospitales (como se observa en la figura 4.3 a la



Figura 4.3: Laboratorio de enfermería del IAB



Figura 4.4: Una instructora de laboratorio muestra las partes del maniquí utilizado para en el laboratorio de enfermería.

izquierda), donde se practica la higienización del paciente, como utilizar los mecanismos de ajuste de la cama, las diferentes telas utilizadas para las sábanas, y otros aspectos relacionados al cuidado de un paciente en cama.

4.2.1.3. Prácticas de campo

Las prácticas de campo son aquellas prácticas profesionales que son realizadas por los alumnos con pacientes humanos y en hospitales, bajo supervisión de un profesional y bajo una continua evaluación de sus acciones, las mismas son llevadas a cabo una vez que los alumnos finalizan las prácticas de laboratorio.

Los alumnos del IAB participan en prácticas de campo en diferentes hospitales dependiendo de las necesidades de cada materia, por ejemplo, los alumnos de *Enfermería en Urgencias* realizan sus prácticas en el *Centro de Emergencias Médicas*, otros hospitales utilizados, son el *Hospital de Clínicas*, y diversos hospitales del *Instituto de Previsión Social*.

Para controlar y medir la evolución de los estudiantes existe un grupo de profesores cuya función es guiar a los alumnos durante las prácticas de campo, este grupo de profesores son denominados **instructores**.

Las prácticas se realizan en grupos que varían de 4 a 10 alumnos, dependiendo de la disponibilidad de instructores y de si el área es crítica o no¹ , un instructor puede manejar más de un grupo en diferentes horarios.

Cada instructor posee un planilla por alumno donde se realiza el seguimiento de sus actividades. La creación de esta planilla de actividades es responsabilidad del instructor, el instructor debe basarse en las competencias básicas de la asignatura y la misma es validada por la dirección de la carrera, se considera que un alumno ha adquirido la pericia² necesaria para una asignatura solo si pudo completar la planilla del instructor. Son registradas todas las actividades del alumno, pero sólo son tomadas en cuenta para el progreso final aquellas que son realizadas con la pericia requerida.

4.2.1.4. Evaluación a los estudiantes

Como dicta su perfil, un egresado de Licenciatura en Enfermería debe ser capaz de desempeñar eficientemente su profesión, el mecanismo que se utiliza para garantizar esto son las evaluaciones.

Una evaluación es un proceso que permite verificar el grado del progreso del estu-

¹ Se dice que un paciente está en estado crítico si su vida depende de un procedimiento externo, como una transfusión de sangre. Un área se considera crítica si los pacientes en su mayoría son críticos

² Sabiduría, práctica, experiencia y habilidad en una ciencia o arte.

diente en el logro de los objetivos propuestos en cada asignatura[59], existen tres tipos de evaluaciones, exámenes parciales, exámenes finales y evaluación de la práctica de campo.

La cantidad de evaluaciones parciales¹ está determinada por la materia y el consenso de los profesores titulares[59]. En cuanto a las evaluaciones finales, existen tres períodos en los cuales un alumno puede rendir el examen final.

Cada alumno necesita de un 75 % de asistencia presencial para tener derecho a las evaluaciones, así mismo, cada alumno requiere como mínimo 80 % de la carga horaria en prácticas profesionales, el 20 % restante lo debe cumplir en un periodo establecido por el IAB.

En cuanto a la evaluación de la práctica de campo, el enfoque es subjetivo, es decir depende exclusivamente del instructor de la práctica determinar si un alumno cuenta o no con la pericia necesaria.

Cabe destacar que, si el alumno no aprueba sus prácticas de campo no tiene derecho al examen teórico de la materia en cuestión y por lo tanto debe volver a cursar la materia. De esta forma, aprobar la práctica de campo se convierte en un requisito importante para el progreso del alumno en su vida académica.

El objetivo final de estas evaluaciones es el de evaluar si un alumno comprende y tiene la pericia necesaria en todas las competencias básicas de una asignatura.

4.2.2. Problemas actuales

Si bien el nivel actual de los egresados del IAB en la carrera Licenciatura en Enfermería es satisfactorio, existen ciertos inconvenientes, los mismos son recabados de distintas fuentes, como tesis de alumnos[60, 61] y apreciaciones de los profesores y de

¹ Se define examen parcial aquel que mide el rendimiento del período correspondiente[59]

alumnos egresados.

En algunos casos los profesores de campo prefieren tener las primeras clases en el laboratorio antes de ir a los hospitales debido a que se suelen presentar los siguientes inconvenientes:

- **Falta de preparación de los alumnos:** ciertos detalles necesarios para la práctica de campo no son completamente cubiertos en el laboratorio.
- **Nerviosismo ante primera práctica:** ciertos alumnos reaccionan de manera inesperada la primera vez que deben realizar una práctica, esto se debe principalmente a que ciertos procedimientos son impactantes y ni el laboratorio ni el aula pueden preparar para este tipo de experiencias.
- **Definición de un protocolo de comunicación:** en la práctica de campo, los profesores necesitan comunicarse con sus alumnos de una manera rápida y eficiente, debido a esto los profesores enseñan a sus alumnos ciertos códigos que son utilizados para corregir, notificar y enseñar durante la práctica.

En cuanto al punto de vista de los alumnos, los principales inconvenientes que tienen los alumnos de enfermería del IAB son:

- **Carga horaria de trabajos prácticos:** se refiere al tiempo necesario por los estudiantes para llevar a cabo un trabajo práctico[61].
- **Carga horaria de materias teóricas:** se refiere al tiempo que consumen las materias teóricas, cuyo tiempo de estudio es reducido por la necesidad de acudir a prácticas de campo en horarios variados[61].
- **Falta de materiales para los profesores:** la enfermería es un área en constante evolución, los materiales se vuelven obsoletos rápidamente, y los profesores no cuentan con una fuente actualizada de información[61].

- **Problemas de transporte:** la ubicación del IAB facilita el acceso al mismo desde rutas internacionales, pero no se puede decir lo mismo de los hospitales donde se realizan prácticas profesionales[61].

Este problema es acentuado por la gran cantidad de tiempo que deben pasar los alumnos en los medios de transporte para moverse desde sus respectivos hogares hasta el IAB o a los campos de práctica[61].

Adicionalmente, la población del IAB esta compuesta en su gran mayoría por personas de niveles económicos medio-bajos y un gran porcentaje de los alumnos son del interior del país[61].

- **Preparación para las prácticas:** los alumnos rara vez están completamente preparados la primera vez que realizan una práctica de campo, muchos sufren ataques de pánico y no pueden reaccionar de manera correcta.
- **Cantidad de alumnos:** debido a la cantidad de alumnos, las prácticas de campo rara vez se realizan en un sólo hospital, para asignaturas críticas, se forman aproximadamente 35 grupos de estudiantes.

4.3. Propuesta de solución

Una vez mencionado el estado actual de la formación de profesionales de enfermería en el IAB, incluyendo sus problemáticas actuales, se propone el desarrollo de un juego serio que incluya la simulación de laboratorios virtuales como una herramienta de apoyo al proceso de aprendizaje de los alumnos de las carrera de Licenciatura en Enfermería. Esta solución permitirá realizar procedimientos de enfermería con un paciente virtual.

Los principales problemas que puede abordar una solución con estas características son los siguientes:

- **Evaluación**

Una solución tecnológica permite un enfoque objetivo, esto es una diferencia sustancial con el mecanismo actual, en el cual la nota del alumno depende de la opinión del profesor, esto permite, entre otras cosas, que todos los alumnos sean evaluados de manera más similar.

Las prácticas de campo y en laboratorio son un requisito para aprobar las materias que requieren prácticas, no aprobarlas significa volver a cursarlas por lo que es importante para un alumno en cuanto a su vida académica y para los profesores en cuanto a asegurar que los alumnos tengan los conocimientos requeridos.

- **Progreso**

Una ventaja de la utilización de la tecnología es la capacidad que tiene para almacenar información. Una solución tecnológica puede almacenar no sólo cuantas veces se cometió un error, sino también los detalles que llevaron al error, entre múltiples datos interesantes para analizar el avance del alumno, como por ejemplo, en qué parte del procedimiento encuentra más dificultades, cuánto tiempo tarda en realizar el procedimiento, etc.

En la actualidad existe una planilla de progreso del alumno, esta planilla almacena sólo los éxitos del alumno, es decir, cada vez que el instructor *considere* que el alumno realizó una tarea de manera correcta, marca una casilla en su planilla de progreso.

- **Disponibilidad de tiempo**

Existen alternativas tecnológicas que permiten al usuario experimentar en entornos virtuales desde sus teléfonos móviles, lo que permitiría a los mismos utilizarlo en cualquier lugar y momento, siendo el único requisito tener el dispositivo móvil.

La penetración dispositivos móviles inteligentes es grande en Paraguay, y aumenta

considerablemente año por año. En el año 2012 en el Paraguay existían 700,000 dispositivos móviles inteligentes, en el año 2013 existían 1,055,000[62], actualmente existen al menos 1,876,000 dispositivos móviles inteligentes[63].

El tiempo que los estudiantes pasan en clases y prácticas es muy extenso por lo que no les queda casi tiempo para actividades extras. Actualmente las prácticas de laboratorio están centralizadas en el IAB, y las prácticas de campo se realizan en diferentes hospitales. Los alumnos invierten gran parte de su tiempo en el transporte hasta el lugar de la práctica.

■ Factor psicológico

Una solución tecnológica puede enseñar u orientar al estudiante cuando no realice correctamente los procedimientos, dando una retroalimentación, y permitiendo experimentar las situaciones sin poner en riesgo su vida ni la del paciente. Adicionalmente no hay riesgos económicos, como el desperdicio de materiales o herramientas.

En el aspecto psicológico, existen casos donde los alumnos no pueden manejar la primera experiencia con un paciente, la utilización de esta solución podría ayudar al alumno a entender, interpretar y actuar en una situación realista.

■ Enfoque individual

Un entorno virtual permite tratar al alumno individualmente. Actualmente en el IAB, la cantidad de alumnos dificulta la orientación individual por parte de los profesores, por ejemplo, en las materias no críticas, existen 10 alumnos por instructor, en las prácticas de laboratorio, existen 50 alumnos por profesor.

Observando estos problemas se propone el desarrollo de una aplicación para dispositivos móviles que se define como un juego serio llamado *eTesi*, el cual toma prestados conceptos del construcciónismo y de las simulaciones educativas, con el objetivo de pro-

veer un entorno virtual que permita a los alumnos de enfermería realizar procedimientos en un entorno seguro.

Esta solución ayudaría a los estudiantes a tener más oportunidades de poner en práctica sus conocimientos con un paciente virtual que incluso puede reaccionar a sus acciones a diferencia de un maniquí de laboratorio, además les permite poder hacerlo en cualquier lugar y momento.

Capítulo 5

Alcance y requerimientos

Realizada la propuesta de solución de este trabajo de grado, a continuación se presenta el alcance de la solución y los requerimientos que debe cumplir para alcanzar su objetivo pedagógico.

Primeramente se definen los criterios de selección de los procedimientos a simular, como el área de enfermería es muy amplia, se eligen procedimientos que se ajustan a estos criterios y a los objetivos del presente trabajo. Una vez seleccionados los procedimientos, se describen sus detalles y las competencias básicas que están definidas en el plan de estudio relacionadas a cada procedimiento.

A fin de determinar el alcance de la solución, se describen consideraciones de diseño y factores que limitan lo que es necesario incluir y el nivel de detalle de la simulación.

El último aspecto tratado en este capítulo es el de los requisitos transversales que debe cumplir la solución, como requisitos de jugabilidad, lo que incluye manipulación de la cámara, interfaz, etc; así como también requisitos pedagógicos, como la retroalimentación y muestra de información.

5.1. Definición de criterios

De reuniones con la coordinación de la carrera de Licenciatura en Enfermería del IAB y profesores encargados de las prácticas de laboratorio y campo, se extraen procedimientos que pueden ser simulados teniendo en cuenta el plan de estudios.

De los procedimientos evaluados y discutidos se eligen dos ya que la variedad y cantidad de procedimientos de enfermería existentes es muy alta lo que escapa del alcance del presente trabajo. Los principales criterios para la selección de los procedimientos son los siguientes:

- **Deben adecuarse a las limitaciones de la tecnología**

Escenarios que requieren la simulación de órganos internos, psicología humana, etc, pueden requerir una complejidad adicional a la hora de implementar la simulación, complejidad que escapa al alcance del presente trabajo.

- **Los procedimientos seleccionados no deben ser complejos ni extensos.**

Las simulaciones cortas permiten poder ser utilizadas en cualquier momento, sin ser interrumpidas. En cuanto al nivel de detalle del entorno, los entornos complejos dificultan la atención del usuario[34], por ello, los factores que son simulados deben ser los suficientes para permitir al usuario sentirse dentro de la misma, pero no deberían ser muy complejos, sino, el usuario desviaría su atención hacia los detalles.

- **Deben tener pasos bien definidos**

Si el procedimiento tiene un objetivo claro, y un conjunto de pasos previamente definidos y previsibles, es más fácil realizar una validación de la simulación.

Existe un compromiso entre la validación de la simulación y la libertad de exploración de los usuarios, el escenario debe tener pasos definidos, pero a la vez debe permitir al alumno explorar el entorno y tomar caminos alternativos.

- **Deben poseer limitaciones para ser realizados en un aula o laboratorio**

Los laboratorios del IAB cuentan con diferentes herramientas que facilitan ciertos procedimientos, pero estos no pueden abarcar el amplio rango que cubren los procedimientos de enfermería. Por ello, se deberían elegir procedimientos que muestren las ventajas de la tecnología y técnicas propuestas, estos procedimientos tienen que representar un desafío a las técnicas actuales, este desafío puede ser *a) técnico, como falta de herramientas, como equipos médicos, maniquíes, etc, o, b) humano, como falta de pacientes con la patología deseada.*

5.2. Selección de procedimientos

Con los criterios definidos se seleccionan dos procedimientos de enfermería, los cuales serán incluidos en la solución. A continuación se fundamentan estas elecciones y se entra en detalle acerca de los procedimientos seleccionados.

5.2.1. Venopunción

El procedimiento denominado *Punción venosa* es utilizado frecuentemente para extraer muestras de sangre, es un procedimiento invasivo que ofrece un medio directo de acceso al sistema vascular.

La frecuencia con la que se lo utiliza esta relacionado a su utilidad para análisis de rutina, los enfermeros lo realizan a diario y es similar a otros procedimientos como la puesta de una vía intravenosa.

El procedimiento se puede resumir en el proceso de punzar con una jeringa el brazo al paciente, extraer sangre y retirarla. Si bien estos pasos pueden parecer sencillos, existen una gran cantidad de factores que definen si el procedimiento fue realizado

correctamente, entre ellos podemos encontrar a *a*) los factores de bioseguridad¹ , como la esterilización correcta de los materiales, *b*) los factores sociales, como la explicación correcta del procedimiento al paciente, etc.

Este procedimiento es considerado como uno de los apropiados de acuerdo a la apreciación de los profesionales del IAB, además:

- El mismo posee pasos bien definidos que deben ser seguidos por el profesional de enfermería.
- La complejidad del procedimiento no es muy alta, sus pasos son susceptibles de equivocaciones, especialmente en lo que se refiere a la bioseguridad.

5.2.1.1. Evaluación al alumno

En este apartado se detallan las competencias básicas relacionadas al procedimiento de venopunción con respecto al plan de estudio de los estudiantes de enfermería del IAB y los criterios relacionados al procedimiento según la planilla de práctica que poseen los profesores instructores para evaluar al alumno.

La competencia básica que engloba al procedimiento es:

- Ayudar en procedimientos invasivos

Los puntos que son considerados en la planilla de los instructores, son:

- Informe al paciente acerca del procedimiento que va a ser realizado.
- Preparación de material para la técnica aséptica.
- Lavado de manos.
- Calzado de guantes, chaleco estéril, tapaboca y gorro.

¹ La bioseguridad es la aplicación de conocimientos, técnicas y equipamientos para prevenir a personas, laboratorios, áreas hospitalarias y medio ambiente de la exposición a agentes potencialmente infecciosos o considerados de riesgo biológico[64].

- Preparación de campo.
- Punción del brazo, extracción de sangre, compresión de zona de punción.
- Cambio de aguja.
- Introducción de la muestra en un frasco preparado para tal efecto.
- Retiro de materiales y equipo de protección personal.
- Etiquetado y envío a laboratorio.

Es decir, estos son los criterios que debe cumplir cualquier estudiante para poder aprobar la práctica.

5.2.1.2. Protocolo del procedimiento

Los pasos requeridos en el protocolo del procedimiento según [65] y los profesores del IAB, se observan en la figura 5.1, y son los siguientes:

1. Preparar el equipo, lo que incluye seleccionar la jeringa adecuada.
2. Identificar al paciente, presentarse y explicarle el procedimiento que va a ser realizado.
3. Asepsia de las manos.
4. Llevar el equipo a la unidad en donde se encuentra el paciente.
5. Vestirse con bata estéril, tapaboca y gorro.
6. Calzarse los guantes.
7. Ubicar al paciente en posición adecuada, esto es, el brazo debe estar extendido y lo mas relajado posible.
8. Elegir la zona a puncionar, para ello se debe palpar la vena para averiguar sus características.

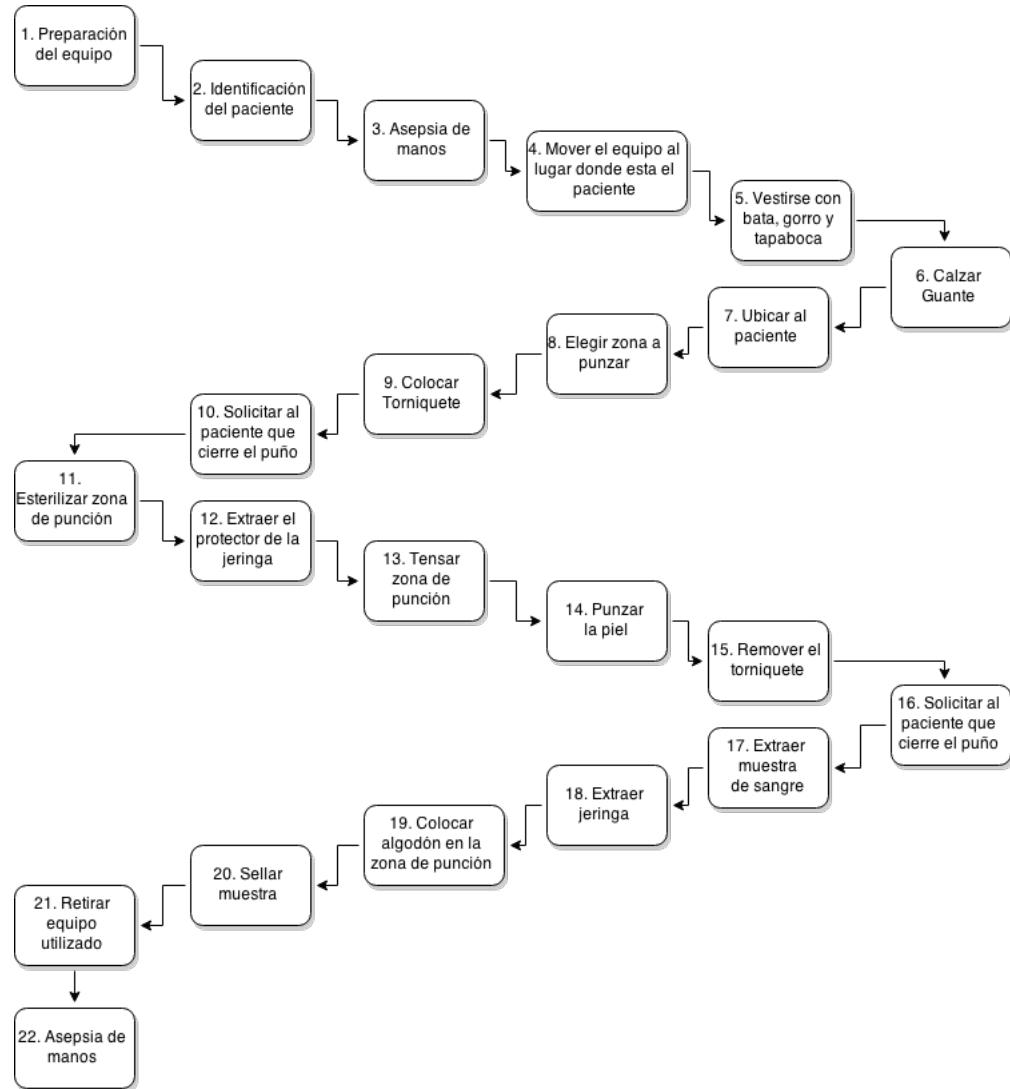


Figura 5.1: Representación simplificada del procedimiento Venopunción. Existen pasos que pueden ser realizados en un orden distinto al mostrado.

9. Colocar el torniquete, 6 a 10 centímetros por encima de la zona de punción.
10. Solicitar al paciente que cierre el puño.
11. Esterilizar la zona de punción.
12. Extraer el protector de la aguja.
13. Tensar la zona de punción.
14. Puncionar la piel con la aguja hacia arriba.
15. Remover el torniquete.
16. Solicitar la apertura del puño.
17. Extraer la muestra de sangre necesaria.
18. Presionar y extraer la aguja.
19. Colocar algodón con alcohol en el punto de punción.
20. Sellar la muestra y enviarlo a su destinatario.
21. Retirar el equipo utilizado, incluyendo bata, tapaboca, gorro y guantes.
22. Asepsia de las manos.

5.2.2. Valoración de la escala de Glasgow

La escala de Glasgow es utilizada como una herramienta de valoración objetiva del estado de conciencia de pacientes en estado crítico[66]. La escala consiste en la evaluación de tres criterios de observación clínica, los cuales son: *a.* la respuesta ocular *b.* la respuesta verbal, y *c.* la respuesta motora.

El puntaje que determina el estado del paciente se obtiene sumando la valoración de cada una de las respuestas, en la figura 5.1 se observan los posibles diagnósticos. Cada respuesta se evalúa mediante una escala independiente una de otra, donde cada

Severidad	Puntuación
Leve	13 a 15
Moderado	9 a 12
Grave	3 a 8

Tabla 5.1: Escala de valoración del estado del paciente[67].

respuesta se puntúa con un número[68], los valores de cada respuesta se observan en las tablas 5.2, 5.3 y 5.4.

Apertura ocular	Valor
Espontánea	4
Al hablar	3
Al dolor	2
Ausente	1

Tabla 5.2: Valoración de las distintas respuestas en la escala de Glasgow, respecto a la reacción ocular

Respuesta motora	Valor
Obedece	6
Localiza	5
Retira	4
Flexión anormal	3
Extiende	2
Ausente	1

Tabla 5.3: Valoración de las distintas respuestas en la escala de Glasgow, referentes a las respuestas motoras

El procedimiento se utiliza cuando existe un paciente con un estado de conciencia indefinido, normalmente después de un accidente donde el paciente recibió un traumatismo severo. El profesional que se encarga de evaluar debe verificar el estado del paciente mediante *a.* preguntas sencillas, *b.* estímulos, e *c.* inspecciones de partes del cuerpo. Una vez que se obtiene una valoración individual para los aspectos motor, ocular y verbal del paciente, se calcula la suma de las valoraciones y se obtiene un puntaje

Respuesta verbal	Valor
Orientada	5
Confusa	4
Palabras inapropiadas	3
Palabras incomprensibles	2
Ausente	1

Tabla 5.4: Valoración de las distintas respuestas en la escala de Glasgow referentes a la respuesta verbal

para el estado del paciente.

El procedimiento de diagnóstico utilizando la escala de Glasgow es considerado como uno de los apropiados para la solución propuesta ya que:

- Permite la exploración del entorno pues hay diferentes formas de evaluar cada estado del paciente.
- Es rara vez utilizado pues las condiciones necesarias para que un paciente requiera que se le realice este procedimiento son críticas. Son escasas las oportunidades presentadas a los estudiantes durante sus prácticas de campo.
- La cantidad de reacciones que evalúa el procedimiento es muy alta, así, es difícil que un alumno pueda evaluar todos los posibles estados en sus prácticas de campo.
- No es un procedimiento complejo, pues no requiere la manipulación de elementos, aún así requiere pericia y debe ser realizado en el menor tiempo posible.

5.2.2.1. Evaluación al alumno

En este apartado se detallan las competencias básicas relacionadas al procedimiento de valoración de la escala de Glasgow según el plan de estudios de la carrera de enfermería del IAB y los criterios relacionados al procedimiento según la planilla de práctica que poseen los profesores instructores para evaluar al alumno.

La competencia básica que incluye a la evaluación del paciente mediante la escala de Glasgow es:

- Identificar actividades de cuidados según problemas urgentes principales.

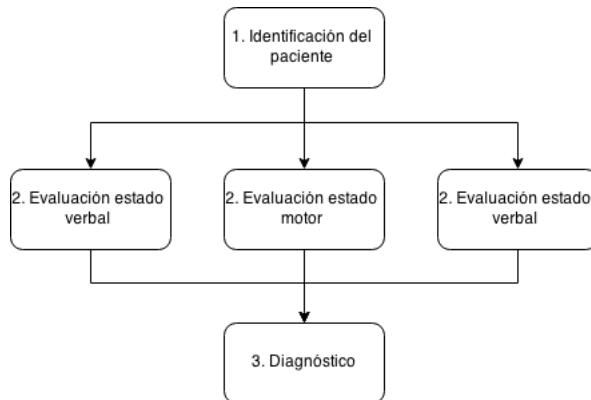


Figura 5.2: Evaluación de Glasgow.

En el figura 5.2 se observan los pasos necesarios para realizar la evaluación utilizando la escala de Glasgow[66]. Los puntos que son considerados en la planilla de los instructores, son:

- Control de signos vitales.
- Inspección cefalocaudal.
- Evaluación utilizando escala de Glasgow.
- Preparación del equipo según prioridad del problema.
- Analiza su participación en las actividades.
- Fundamenta científicamente sus decisiones.

Se observa que el punto «Evaluación utilizando escala de Glasgow», es un paso necesario para la evaluación inicial de un paciente en estado crítico.

5.2.2.2. Protocolo del procedimiento

Los pasos requeridos en el protocolo del procedimiento según [66] y los profesores del IAB son los siguientes:

1. Preparación del material
2. Preparación del paciente: comprobar su identidad, mantener una ambiente tranquilo evitando interrupciones, requerir la atención del paciente.
3. Colocar al paciente en posición cómoda.
4. Medir la apertura ocular.
5. Evaluar la respuesta motora.
6. Medir la respuesta verbal.
7. Registrar la puntuación final obtenida.

5.3. Alcance de la simulación

Para representar los procedimientos seleccionados y descritos en la sección 5.2, estos deben ser presentados dentro de escenarios distintos con los elementos necesarios para poder llevarlos a cabo. Sin embargo, por limitaciones técnicas y de tiempo, no es posible realizar una simulación de todos los pasos requeridos.

Es importante notar que no es un objetivo de la solución realizar una simulación detallada de los procedimientos, sino proveer una experiencia que permita al usuario comprender el procedimiento y sumergirse en el entorno. Según [34] es necesario definir minuciosamente qué factores son simulados y cuáles no, pues si se simulan demasiados factores, el usuario podría perderse en los detalles y dejar de lado los objetivos pedagógicos.

Los criterios y consideraciones de diseño que se describirán a continuación sirven para acotar el alcance de la simulación, definen qué se simulará y cual es el detalle necesario para alcanzar las competencias básicas.

5.3.1. Factores limitantes

A continuación se describen los factores que determinan por qué ciertos pasos de los procedimientos no serán simulados dentro de la solución. Los factores son:

- **Limitaciones técnicas.**

Las acciones que escapan al alcance del hardware, del software o de tiempo de los desarrolladores no son simuladas. Un ejemplo de este tipo de acciones es la simulación del agua (necesarios para el lavado de manos) que requiere de requisitos de hardware avanzados y un tiempo considerable de desarrollo.

Los pasos del procedimiento venopunción que no se simulan por limitaciones técnicas son:

- Tensar la zona de punción.
- Ángulo de punción.
- Presionar el brazo en el momento en el que se introduce la jeringa.

- **Importancia de representación.**

No todos los pasos definidos en el procedimiento oficial requieren ser simulados para alcanzar los objetivos pedagógicos, por ejemplo, la colocación de los elementos cerca del lugar de trabajo, es un paso necesario en el procedimiento, pero es considerado un paso de menor importancia. La importancia es evaluada por profesionales del IAB.

Los pasos del procedimiento venopunción que no se simulan por no ser importantes

de representar en la simulación son:

- Llevar el equipo en la unidad donde se encuentra el paciente.
- Extraer el protector de la aguja.
- Sellar la muestra y enviarlo a su destinatario.

■ **Facilidad de realización.**

Ciertos pasos son fáciles de realizar en la vida real pero requieren un esfuerzo significativo para ser simulados, por ejemplo, preparar el equipo necesario. La facilidad que tienen los alumnos con las acciones es determinada por profesores del IAB.

Otro aspecto que influye en la facilidad de realización de los procedimientos es la familiarización, si los alumnos están familiarizados con los procedimientos, estos no se simulan.

Los pasos del procedimiento venopunción que no se simulan por ser fáciles de realizar son:

- Preparar el equipo.
- Ubicar al paciente en posición adecuada.

Los pasos del procedimiento de valoración de la escala de Glasgow que no se simulan por la misma razón son:

- Preparar el material.
- Preparar al paciente.
- Colocar al paciente en posición cómoda.

5.3.2. Consideraciones de diseño

En este apartado se detallan las consideraciones de diseño asumidas durante el diseño de la solución. Algunas de ellas envuelven la forma de representación de acciones dentro de la simulación, estas consideraciones están basadas en apreciaciones de los profesores del IAB y en pruebas de usabilidad de interfaz las cuales son detalladas en el capítulo 8. Otras consideraciones representan asunciones de los autores en cuanto a la utilidad de ciertos aspectos de la simulación.

Las consideraciones de diseño formuladas son las siguientes:

C1: Interacción a través de la voz: para enviar una petición o informarle sobre algo al paciente (por ejemplo, darle detalles del procedimiento) no es necesario identificar las palabras del usuario, sino más bien detectar que ha hablado y listar las posibles acciones que se pueden realizar.

Los pasos del procedimiento de venopunción que son representados por comando de voz son:

- Explicar procedimiento.
- Solicitar al paciente que cierre la mano.
- Solicitar al paciente que abra la mano.

Los pasos del procedimiento de valoración utilizando de la escala de *Glasgow* que son representados por la misma razón son:

- Medir la respuesta ocular por medio de peticiones al paciente.
- Medir la respuesta verbal por medio de preguntas al paciente.
- Medir la respuesta motora por medio de peticiones al paciente.

C2: Extracción de elementos: para realizar la acción de extraer un elemento utilizado en el paciente, se considera que realizarlo de una sola manera para todos los

elementos disponibles aportan a una interfaz más intuitiva.

Los pasos del procedimiento de venopunción que cumplen con la extracción uniforme son:

- Extraer torniquete.
- Extraer jeringa.

C3: Bioseguridad: la bioseguridad es un área amplia y transversal a todos los procedimientos de enfermería, por lo que se considera complejo simular cada acción. Se considera suficiente que el usuario sepa en qué momento realizar cada una de las acciones de bioseguridad.

Los pasos del procedimiento de venopunción relacionados a la bioseguridad son:

- Asepsia de las manos.
- Vestir con bata estéril, tapaboca estéril y gorro estéril.
- Calzar guantes.
- Extraer guantes, bata, tapaboca y gorro.

C4: Representación iconográfica: para representar el estado de los objetos es suficiente mostrar una imagen representativa. Ciertos estados son complejos de simular (como la esterilización de las manos), realizar una simulación de los estados de los objetos es complejo y requiere un nivel de detalle que desviará al usuario de los objetivos pedagógicos.

C5: Motivación: indicadores de rendimiento, como un puntaje al final de cada procedimiento, y el tiempo total dentro del procedimiento, impactan positivamente en el involucramiento del usuario. La interacción social es otro factor que incrementa el nivel de compromiso del usuario.

C6: Retroalimentación limitada: la ausencia de signos visuales que indiquen las

acciones que debe realizar el usuario durante la experiencia, permite al usuario probar sus conocimientos, y le impide avanzar en el procedimiento utilizando una técnica de *prueba y error*.

C7: Movilidad: el uso de la solución en los dispositivos móviles de los usuarios permite más oportunidades de poner a prueba los conocimientos con respecto a alternativas tradicionales.

5.3.3. Decisiones de diseño

No todas las acciones que deben ser realizadas dentro de la simulación están limitadas por factores o se encuentran envueltas dentro de una hipótesis. La representación de estas acciones fueron definidas por decisiones de diseño de los autores, estas decisiones junto con los pasos involucrados son detallados a continuación.

- **Acciones por interfaz de usuario:** acciones como generar un estímulo doloroso al paciente tienen limitaciones técnicas para su simulación, pero no pueden ser omitidas debido a su gran importancia en el procedimiento.

El paso del procedimiento Valoración utilizando la escala de Glasgow que es importante de simular y posee limitaciones técnicas es:

- Realizar estímulos dolorosos en diferentes partes del cuerpo.
- **Simulación integra de pasos:** los pasos no mencionados en las hipótesis, factores limitantes y criterios descritos anteriormente, deben ser simulados de manera íntegra.

Una característica de estos pasos es que dependen de la forma en la que son realizados, por ejemplo la elección de una zona de punción, es posible punzar en cualquier parte del brazo, pero solo algunos lugares son válidos.

Los pasos del procedimiento de venopunción que cumplen con esto son:

- Elegir zona a punzar.
- Colocar torniquete.
- Esterilizar zona de punción.
- Elegir la zona a puncionar.
- Punzar la zona con la aguja.
- Extraer muestra de sangre.
- Colocar algodón en zona de punción.
- Presionar zona punción con el algodón.

Los pasos de Valoración utilizando la escala de Glasgow que cumplen con esto son:

- Registrar la puntuación de la respuesta ocular.
- Registrar la puntuación de la respuesta motora.
- Registrar la puntuación de la respuesta verbal.
- Registrar el diagnóstico final.

5.4. Requisitos de la solución

En esta sección se definen los requisitos necesarios para que la solución propuesta pueda cumplir con las competencias básicas definidas por el plan de estudio.

5.4.1. Requisitos generales

Las condiciones generales que afectan a la solución como una herramienta, son:

- Se debe permitir al usuario poder utilizar el entorno virtual en el momento y lugar que desee, es decir, se le debe proveer movilidad.

- Los escenarios presentados, junto con los elementos que los componen, deben ser lo suficientemente realistas para provocar un sentido de inmersión al usuario.
- Cada escena debe representar un procedimiento de enfermería que debe ser realizado por el usuario.
- Se debe permitir al usuario decidir libremente las acciones que quiere realizar, favoreciendo la exploración del entorno.
- No se debe brindar informaciones al usuario durante los procedimientos acerca de la forma en la que deben realizarlos.
- Se debe brindar al usuario información acerca de su desempeño en la escena al final de la misma.
- Las acciones realizadas por los usuario en el entorno virtual deben ser registradas.

5.4.2. Requisitos de interacción

Los requisitos con respecto a la interacción del usuario con el entorno y los diferentes elementos que lo componen, son:

- La selección de elementos debe ser homogénea, y los mismos deben poder ser accedidos en cualquier momento, representando la mesa de elementos que poseen los enfermeros durante la práctica profesional.
- Debe ser claro que elemento actualmente está en uso.
- Debe ser posible simular la selección y des-selección de elementos.
- Cada elemento disponible durante la simulación debe ser utilizado de manera independiente de los demás, y solamente un elemento a la vez.
- El usuario debe poder manipular el estado del paciente a través de elementos.

- Las acciones sobre los elementos no deben ser muy detalladas, no deben distraer al usuario del objetivo principal de la simulación.
- La visión del usuario debe poder ser manipulada en tres dimensiones, permitiendo acercar, alejar y mover la visión para poder observar el entorno.

5.4.3. Requisitos de evaluación al usuario

En cuanto a las acciones que realiza el usuario mientras utiliza la simulación, se consideran los siguientes requisitos para su validación:

- Cada acción realizada por el usuario debe ser validada por el entorno, de forma a ofrecer información precisa acerca de sus logros al final de la partida.
- La validez de una acción puede requerir en algunos casos que se hayan hecho algunas acciones previas, pueden requerir un orden definido, o pueden depender del entorno en el cual se realizan las mismas.
- No se deben dar indicios o mensajes al usuario durante la partida cuando realice incorrectamente una acción.

Capítulo 6

Tecnologías y herramientas

Luego de definir los requerimientos y el alcance que debe tener la solución propuesta, es fundamental la revisión y la selección de las tecnologías disponibles para implementar la solución.

El esquema general de componentes de la solución se observa en la figura 6.1.

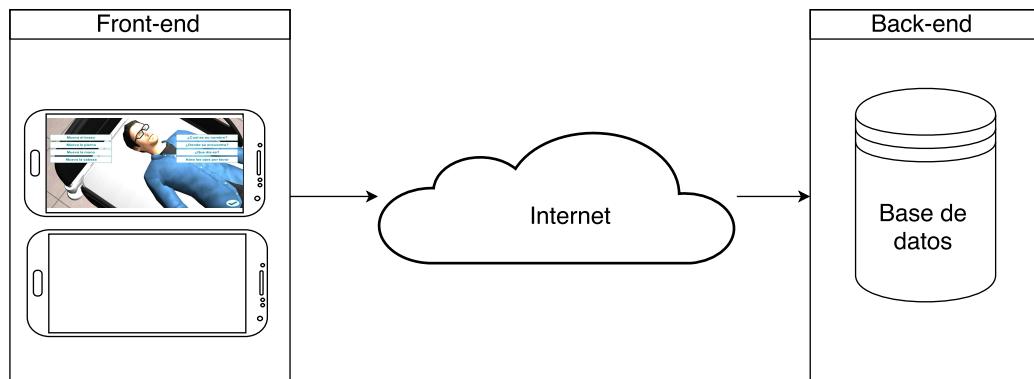


Figura 6.1: Esquema general de los componentes

La arquitectura se compone de un *front-end*¹ que consiste en una aplicación móvil, la cual es utilizada por los alumnos de enfermería. Los registros de uso del *front-end*

¹ El *front-end* es la parte de la solución que interactúa con el usuario. Se encarga de realizar una simulación, de interpretar las acciones del usuario y evaluar el rendimiento del usuario.

son almacenados bajo demanda en un servidor *back-end*¹, el cual se encarga de asociar los registros con los alumnos y almacenarlos de manera persistente.

Así, las herramientas necesarias para el desarrollo se agrupan en:

- **Herramientas de gestión de código:** tecnologías requeridas para gestionar y mantener código.
- **Desarrollo del *front-end*:** tecnologías utilizadas para el desarrollo del videojuego en sí.
- **Desarrollo del *back-end*:** tecnologías utilizadas para procesar las acciones que los usuarios realizan dentro de la solución.

La herramienta principal para el desarrollo del front-end es el motor de videojuegos, por lo mismo, se debe seleccionar adecuadamente de acuerdo a las características de la solución que se desea desarrollar.

A continuación se describen los principales motores de videojuegos utilizados en la actualidad y se definen los criterios para seleccionar el más adecuado. Posteriormente se describen las tecnologías que son necesarias para la implementación de la solución a más bajo nivel.

6.1. Motor de videojuego

El término «motor de videojuego» hace referencia a un *framework* que permite el diseño, la creación, el desarrollo y la representación gráfica de un videojuego[69].

La mayoría de los motores ofrecen características y funciones que facilitan la construcción del videojuego, como un motor de física², detector de colisiones, animacio-

¹ El *back-end* es la parte de la solución que se encarga de almacenar la información de los usuarios y sus acciones dentro del *front-end*.

² Un motor de física es un software capaz de realizar «simulaciones» de ciertos sistemas físicos como la dinámica de un cuerpo rígido, el movimiento de un fluido o la elasticidad[69].

nes, inteligencia artificial, comunicación a través de redes, administración de memoria, etc[69].

El motor de videojuego a utilizar depende de las características que posea el videojuego que se quiere desarrollar, las cuales fueron descritas en el capítulo 5. A continuación se da una breve descripción de los motores de videojuegos más utilizados actualmente, se definen los criterios de selección y se realiza una comparación entre los mismos, para la elección del motor de videojuego que más se aadecue a las necesidades de la solución. Entre los aspectos que son comparados se encuentran la distribución, librerías, tiendas, licencias, curva de aprendizaje, lenguajes de programación, entre otros.

6.1.1. Unreal Development Kit

Es la edición gratuita de *Unreal Engine 3*. *Unreal Engine* es el motor de videojuego desarrollado por *Epic Games*[70].

Unreal Development Kit (UDK) proporciona acceso al motor de juegos 3D y a la herramienta profesional que se utiliza en el desarrollo de videojuegos, visualización arquitectónica, el desarrollo de juegos para móviles, modelos 3D, películas digitales y más. Utilizando UDK se pueden implementar juegos y aplicaciones en *Windows*, *iOS* y *Mac*[70].

Posee su propio entorno de desarrollo, las rutinas de programación pueden ser escritas en los lenguajes de programación *Unreal Script* y *C++*, y una comunidad donde se puede recurrir. Además soporta formatos de modelos 3D como *fbx*, *dds*, *raw* y *ASE*[70].

6.1.2. Blender Game Engine

«Blender Game Engine» es el motor de videojuego de *Blender Foundation* que permite crear aplicaciones 3D interactivas o simulaciones, desarrollado bajo la licencia

Licencia Pública General GNU (GNU, GNU General Public License)[71].

Blender Game Engine genera las escenas de forma continua en tiempo real e incorpora facilidades para la interacción del usuario durante el proceso de *renderizado*,¹ procesa la lógica de sonido, de la física y la representación de simulaciones en orden secuencial[71].

Posee la posibilidad de exportar en plataformas como *Windows, Linux y Mac OS*. También incluye básico en desarrollo para plataformas Android[71].

Posee su propio entorno de desarrollo, las rutinas de programación pueden ser escritas en los lenguajes de programación Python y C++, y una comunidad grande donde se puede recurrir. Además soporta formatos 3D como 3ds, dae, fbx, dxf[71].

6.1.3. CryEngine

«CryEngine» es el motor de videojuego desarrollado por *Crytek*. Existe una versión gratuita denominada «CryEngine Free SDK» con todas las funcionalidades, esta versión esta disponible para su descarga, pero ya ha sido descontinuada[72].

Este motor de videojuego permite exportar a plataformas como iOS y Android[73]. Posee su propio entorno de desarrollo, las rutinas de programación pueden ser escritas en los lenguajes de programación C++ y Lua, y una comunidad de tamaño moderado donde se puede recurrir. Además sólo soporta sus propios formatos 3D[73].

6.1.4. ShiVa3D

ShiVa3D es un motor para el desarrollo de videojuegos y aplicaciones 3D desarrollado por ShiVa Technologies[74].

Un producto relacionado es el «ShiVa Server», el cual permite el desarrollo de apli-

¹ Proceso que genera imágenes a partir de modelos 3D.

caciones multijugador. Las características de este servidor, incluyen comunicación *VoIp*, etc[74], esta es una opción interesante para el desarrollo del *back-end*.

ShiVa puede exportar juegos y aplicaciones a una cantidad variada de plataformas, incluyendo móviles como *iOS*, *Android*, *BlackBerry* y *Windows Phone*, escritorios como *Windows*, *Mac OS X* y *Linux*, los navegadores web con soporte *Flash* y *HTML5*, así como consolas que incluyen la *Xbox 360*, *PlayStation3* y *Nintendo Wii*. El Entorno de desarrollo Integrado (IDE, Integrated development environment) se ejecuta en *Windows* y *Mac OS X*[74].

Posee su propio entorno de desarrollo, las rutinas de programación pueden ser escritas en los lenguajes de programación FlowGraph y Lua, y una comunidad moderada donde se puede recurrir. Además sólo soporta el formato 3D, dae[74].

6.1.5. Unity3D

Unity es un motor para el desarrollo de juegos, desarrollado por *Unity Technologies*. Posee una versión paga y una gratuita[75].

Posee un motor de *renderizado* y un flujo de trabajo para la creación de contenido 3D interactivo, además permite mezclar contenido 3D, 2D, sonidos y animaciones de manera sencilla[75].

La versión gratuita permite desarrollar juegos para múltiples plataformas. Entre las plataformas móviles soportadas, encontramos a *iOS*, *Andriod*, *Windows Phone 8*, *BlackBerry 10*, entre las plataformas de escritorio a *Windows*, *Mac* y *Linux*, plataformas web como *Internet Explorer*, *Mozilla Firefox*, *Google Chrome*¹, y entre plataformas de consolas a *Xbox 360*, *Xbox One*, *Wii*, *Wii U*, *Nintendo 3DS*[75].

Posee su propio entorno de desarrollo, las rutinas de programación pueden ser escri-

¹ Requiere un *plugin* para el navegador que está disponible para *Windows* y *Mac*.

tas en los lenguajes de programación C#, UnityScript y Boo, y una comunidad grande donde recurrir. Además soporta formatos 3D como fbx, obj, max, blend, dae, 3ds, dxf, MB, MA[75].

6.2. Selección del motor de videojuego

En esta sección se comparan los motores de videojuegos *Unreal Engine*, *CryEngine*, *Blender Game Engine*, *ShiVa3D* y *Unity3D* según criterios relacionados con los requisitos que debe cumplir la solución. Estos criterios son citados a continuación, además, se selecciona y justifica la elección del motor de videojuego a utilizarse para el desarrollo de la solución propuesta.

6.2.1. Criterios de selección

Para seleccionar el motor de videojuego que se ajuste mejor a la solución propuesta para facilitar su desarrollo y el cumplimiento de los requisitos definidos en el capítulo 5.4, se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

- Licencia de uso del motor.
- Plataformas móviles.
- Lenguajes de programación para el desarrollo.
- Tienda de librerías y paquetes.
- Tamaño de la tienda de librerías y paquetes.
- Representación en *2D* y *3D*.
- Formatos de modelo *3D* soportados.
- Soporte de comunidades.

- Entorno de desarrollo o IDE.
- Licencia del entorno de desarrollo.

6.2.2. Comparación

En la tabla 6.1 se comparan los criterios citados anteriormente para cada uno de los motores teniendo en cuenta tanto aspectos técnicos como de aprendizaje y de uso.

Teniendo en cuenta el resultado de esta comparación y de acuerdo a los requisitos que debe reunir la solución propuesta se elige a *Unity3D* como el motor de videojuego ideal para el desarrollo de este trabajo.

Las ventajas principales de esta elección son la cantidad de plataformas móviles diferentes a las que se puede exportar y distribuir la aplicación ya que uno de los ejes del trabajo es brindarle movilidad al usuario. Además, *Unity* posee una gran comunidad de desarrolladores lo cual es importante en los momentos en el que se poseen dudas que se desean aclarar con rapidez.

Unity posee una gran tienda donde se pueden encontrar desde modelos en tres dimensiones y librerías de sonidos hasta librerías que ofrecen extender o incluir funcionalidades.

6.3. Entorno de desarrollo de la solución

Para llevar a cabo el desarrollo completo de la solución se debe recurrir a una gran cantidad herramientas, *frameworks*, y recursos. En esta sección se describen estas tecnologías.

Característica / Motor	Unreal Engine	CryEngine	ShiVa3D	Unity3D	Blender Game Engine
Distribución	iOS, soporta otros dispositivos en la versión comercial. Sí, en estado Alpha	iOS, Android No, existen tiendas de terceros	iOS, Android, Windows Phone, BlackBerry Sí	Android, WindowsPhone, iOS, BlackBerry Sí	Soporte en desarrollo para Android Sí
Tienda de librerías		Mediana	Pequeña	Grande	Grande
Tamaño de tienda	Grande	Moderada	Moderada	Grande	Grande
Comunidad	Gratuita solo para uso no comercial	Propietaria	Propietaria	Gratuita para uso no comercial	GPL
Licencia del entorno de desarrollo					
Formatos soportados	fbx, dds, raw, ASE	Formatos propios	dae	FBX, OBJ, Max, Blend, dae, 3ds, dxf, MB, MA, etc	3ds, dae, fbx, dxf, etc
Licencia del motor	Versiones antiguas gratuitas para uso no comercial.	Gratuita solo para uso no comercial	Propietaria, solamente la versión Web es gratis	Versión limitada gratis, disponible para uso no comercial	GPL
Curva de aprendizaje	Compleja	Compleja	Compleja	Sencilla	Compleja
Lenguajes de desarrollo	Unreal Script y C++	C++, Lua	FlowGraph (proprietario) y Lua	C#, UnityScript y Boo	Python y C++
IDE	Sí, propio	Sí, propio	Sí, propio	Sí, propio	Sí, propio

Tabla 6.1: Comparación entre motores de videojuegos

6.3.1. Herramientas de gestión de código

La gestión del código fuente desarrollado como parte de este trabajo de grado fue realizado mediante la utilización de la herramienta de control de código fuente *Git*, *Git* es un software de control de versiones distribuido, de código abierto bajo la licencia GNU[76]. El proveedor del servicio *Git* utilizado es *BitBucket*[77], el cual almacena repositorios *Git*, la principal característica y motivación por la cual se utiliza este servicio es que el mismo permite mantener varios repositorios privados de manera gratuita[77].

6.3.2. Desarrollo del *front-end*

El desarrollo de la solución requiere de una variedad importante de tecnologías además del motor de videojuego, las herramientas descritas en esta sección complementan al motor seleccionado y facilitan la creación de contenido.

En primer lugar, se utilizó el IDE *Unity Editor* para la creación de las escenas, el IDE *MonoDevelop* y el lenguaje C# para la programación de la interacción entre los componentes de la solución.

Adicionalmente se utilizaron varias herramientas de diseño para crear componentes 3D y 2D, *Make Human* es utilizado para la creación de los pacientes, *3ds Max* permite la creación de objetos como gazas, y otros elementos utilizados dentro de la solución. En cuanto a los gráficos 2D, se utilizaron *Photoshop*, y diversas páginas web que proveían contenido gratuito.

■ Unity Editor

El IDE de *Unity* es la herramienta en la se crean los videojuegos o simulaciones.

Este IDE importa todos los *asset*¹. Permite compilar las escenas con los terrenos, luces, audios, personajes, física, entre otros. Se puede agregar interacción a través

¹ Un *Asset* es un paquete *Unity* que puede contener modelos, bibliotecas, sonidos, etc.

de *scripting*. Además se puede probar y editar en forma simultánea los videojuegos y desplegarlos en las plataformas elegidas[75].

Este editor es la única herramienta que permite crear escenas en *Unity*, sin embargo, este IDE, no permite la edición de código,¹ por ello se necesita un editor externo de código.

■ MonoDevelop

MonoDevelop es un IDE de código abierto, bajo la licencia GNU apoyado principalmente por la comunidad *Mono*. Es el IDE utilizado por defecto en el desarrollo de aplicaciones para *Unity3D*, el mismo soporta varios lenguajes de programación, como C#, *UnityScript*, y *Boo*. Es un IDE multiplataforma que soporta *Windows* al igual que *Unity3D*.

Existen otros editores que pueden ser utilizados para el desarrollo del código fuente, pero los mismos no cuentan con el mismo nivel de integración y no son gratuitos.²

■ C#

Unity3D utiliza versiones limitadas³ de tres lenguajes de programación: C#, *UnityScript*, y *Boo*[78]. Estos lenguajes son compilados y orientados a objetos.

Otra característica interesante es que, por el orden de compilación de los proyectos *Unity3D*, los archivos *UnityScript* y *Boo* son compilados antes que los archivos C#, esto provoca que, las clases *UnityScript* sean utilizables desde C#, lo que no se cumple en el caso contrario, es decir, las clases C# no son accesibles desde código *UnityScript* o *Boo*.

¹ Existen *Assets* que permiten la edición de código dentro del *Unity Editor*, pero son pagas y de baja reputación

² *Microsoft Visual Studio* permite el mismo nivel de integración que *MonoDevelop* con un *plugin*, pero el mismo es de pago durante el desarrollo de la solución

³ La definición del lenguaje es la misma, pero las librerías estándar no están completas

Por lo mencionado anteriormente se selecciona a C# como el lenguaje de implementación. Además, es el lenguaje con más ayuda en línea, y las librerías no diseñadas específicamente para *Unity3d* pueden ser utilizadas. Otro factor que influye en la elección es la familiaridad de los autores con lenguajes similares.

■ Herramientas de diseño

Las herramientas utilizadas para crear modelos 3D e imágenes 2D son las siguientes:

- **MakeHuman:** es un software de código abierto bajo la licencia Licencia Pública General de Afferro GNU (AGNU, GNU Affero General Public License) para crear personajes humanos 3D. Es una herramienta diseñada para simplificar la creación de seres humanos virtuales utilizando una interfaz gráfica de usuario[79].
- **3ds Max:** es un software privado de modelado 3D, que además posee herramientas para animación, simulación y renderización. Esta herramienta fue utilizada para crear objetos 3D que no fueran personajes humanos y para exportar modelos de un formato a otro que fuera compatible con *Unity3D*[80].
- **Photoshop:** es una herramienta de edición de gráficos 2D de *Adobe*, permite la creación y edición de gráficos, es utilizada para la creación de iconos, botones y otro contenido 2D que forma parte de la solución.

6.3.3. Desarrollo del *back-end*

Para registrar las actividades del usuario en el front-end, se necesita de un servidor que almacene los datos de todos los usuarios y las actividades que estos realizan dentro de la solución.

En la figura 6.2 se puede observar en líneas generales como funciona este servicio,

desde el registro de actividades del usuario, la comunicación con el *back-end*, su posterior traducción y persistencia en una base datos, así, este servicio debe proveer:

- **Alta disponibilidad:** el servidor debe estar disponible en todo momento, cualquier día de la semana y a cualquier hora. Los requisitos de accesibilidad son estrictos, pues se necesita que los usuarios envíen datos sin inconvenientes cuando crean necesario.
- **Accesibilidad:** el servidor debe poder ser accesible desde cualquier red móvil.
- **Bajo costo de comunicación:** la comunicación del usuario con el *back-end* debe ser lo menos costosa posible, pues se utilizan recursos del usuario.

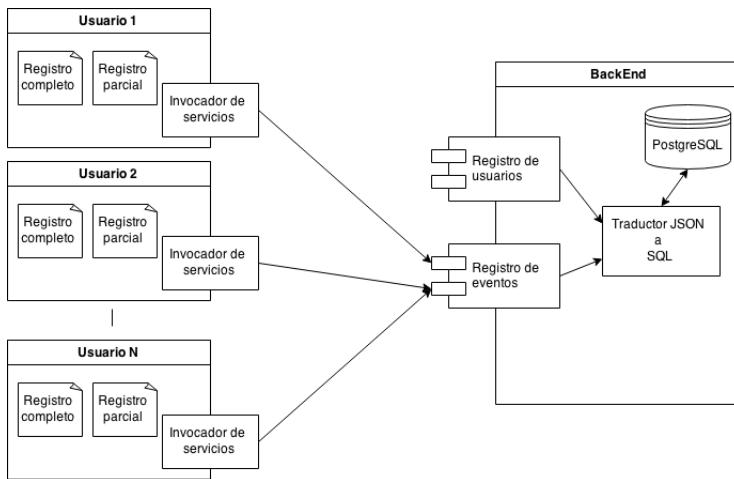


Figura 6.2: Diagrama de la interacción de los usuarios con el *back-end*, se puede observar a grandes rasgos, los componentes del sistema y los servicios que ofrece.

Las tecnologías utilizadas para el desarrollo del *back-end* son:

- **Java Edición Empresarial (JavaEE, Java Enterprise Edition)**

Para el desarrollo de la aplicación web que almacena los datos se utiliza JavaEE en su versión 6, la misma se utiliza por la familiarización de los autores con la tecnología y la facilidad que provee para la realización de servicios web que permitan

la interacción con la solución.

- **Transferencia de Estado Representacional (REST, Representational State Transfer)**

Para los servicios se utiliza la arquitectura REST, la principal motivación para utilizar REST es la eficiencia en el uso de la red[81], la cual es también la motivación para la utilización de Notación de objeto de JavaScript (JSON, JavaScript Object Notation). La implementación del lado del servidor de la arquitectura REST es *RestEasy*, de parte del *front-end* se utiliza la implementación por defecto de *Unity3D*.

- **PostgresSQL**

El almacenamiento permanente de los datos se logra con la utilización de *PostgreSQL*, el cual es un motor de bases de datos de código abierto dirigido por *PostgreSQL Global Development Group*. La versión elegida es la 9,1.

- **OpenShift**

A fin de obtener las características necesarias, de alta disponibilidad y accesibilidad, se utiliza la herramienta de plataforma como servicio de *RedHat* llamada *OpenShift*, la cual es un producto de código abierto dirigido por *RedHat*.

Además de dirigir el proyecto, *RedHat* provee un servicio limitado y gratuito^[82].¹

Para esta tesis se utilizó el servicio gratuito con la plataforma *JBoss Application Server 7.1* y *PostgreSQL 9.1*.

¹ Existen versiones completas del producto mantenidas por *RedHat*, las cuales tienen un costo mensual y de acuerdo a las funcionalidades utilizadas[82]

6.4. Resumen

A modo de resumen de las tecnologías utilizadas para el desarrollo de la solución propuesta se presentan las tablas 6.2 y 6.3.

Utilización	Tecnología	Versión
Motor de videojuego IDE	Unity3d	4.5
	MonoDevelop	4
	Unity Editor	4.5
Modelado 3D	3ds Max	2013
Modelado 2D	Photoshop	14
Modelado de personajes	MakeHuman	1.0
Lenguaje de programación	C#	
Gestión de código fuente	GIT	1.8
Otras librerías	NGUI Facebook	2.7

Tabla 6.2: Resumen de las tecnologías utilizadas en el *front-end*

Utilización	Tecnología	Versión
IDE	Eclipse	Luna
	Java	7
Servidor de aplicaciones	Jboss	7
Servidor de base de datos	PostgreSQL	9.2
Proveedor de plataforma	OpenShift	
Gestión de código fuente	GIT	1.8
Otras librerias	Java EE	6

Tabla 6.3: Resumen de las tecnologías utilizadas en el *back-end*

Capítulo 7

Solución

En este capítulo se describen los aspectos de la solución en cuanto a su implementación teniendo en cuenta los requerimientos definidos en el capítulo 5 y utilizando las tecnologías definidas en 6.

La solución consiste en un Juego Serio para dispositivos móviles llamado *eTesāi*, el cual permite ofrecer a los estudiantes de enfermería un medio para realizar procedimientos de enfermería y cuyo objetivo es servir como herramienta de apoyo al aprendizaje.

eTesāi presenta un conjunto de escenarios, permite al usuario poder seleccionar el procedimiento que quiera realizar, dando la posibilidad de interactuar con un paciente y con una conjunto de objetos que forman parte de las herramientas requeridas para realizar el procedimiento seleccionado. Además, contempla la posibilidad de realizar acciones relacionadas a la bioseguridad, y otros aspectos transversales a la educación de un enfermero.

La solución no sólo le permite al usuario realizar los procedimientos para poner en práctica sus conocimientos sobre los mismos, sino también evalúa al usuario. Al final de cada sesión, muestra al usuario la puntuación obtenida, junto con una lista de los pasos realizados correcta e incorrectamente, proporcionando información acerca de los puntos incorrectos.

A continuación se detallan aspectos generales de la solución para dar una visión global, luego se detallan el *Front-end* y el *Back-end*.

7.1. Aspecto generales

A continuación se describen los aspectos generales de la solución, se toma como base de desarrollo el flujo de diseño definido por [53] y descrito en 3.4.

Esta sección se enfoca en los aspectos técnicos de la creación de la solución y en las competencias básicas relacionadas con la educación (segundo paso de la guía descrita en 3.4) que se definieron en las secciones 5.2.2 y 5.2.1.

La solución se compone de varios escenarios, un escenario representa a un procedimiento definido en 5.2, cada escenario tiene sus propias entidades, eventos y requisitos específicos.

7.1.1. Flujo de la solución

La solución consiste en varios escenarios. En cada escenario se presentan varias pantallas que muestran información relevante de acuerdo a la situación de la simulación. La figura 7.1 es una representación abstracta de este flujo de acciones disponibles dentro de la solución.

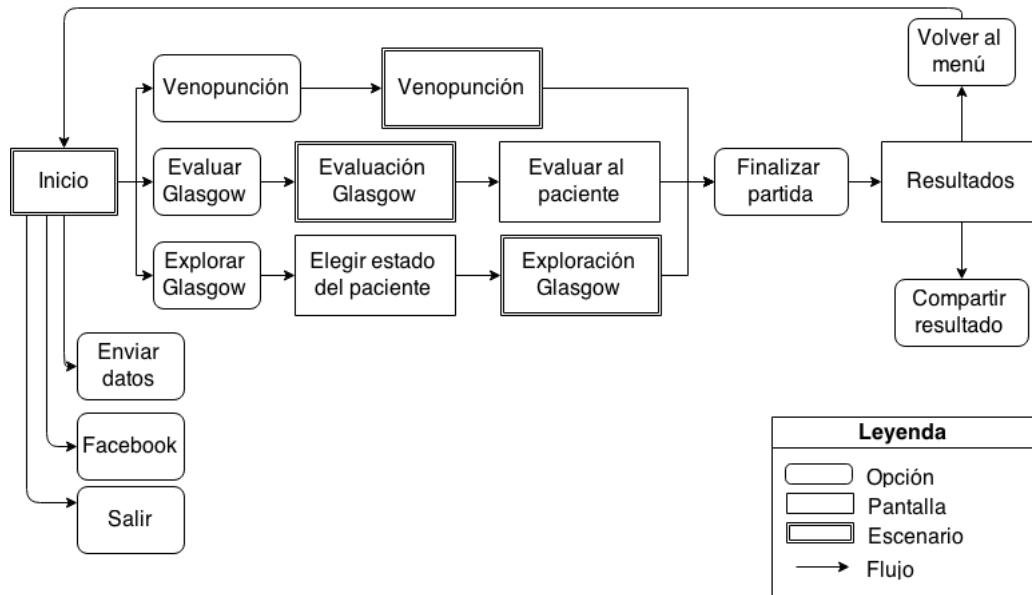


Figura 7.1: Diagrama de navegación entre los distintos escenarios y pantallas disponibles en la solución.

La figura 7.1 muestra que la solución empieza con un escenario denominado *Inicio*. En la pantalla *Inicio* se observa el entorno y las opciones que conducen a los escenarios *Venopunción* y *Glasgow*. Otras opciones incluidas en el escenario *Inicio* son *a*) enviar datos de uso al *back-end*, *b*) iniciar sesión en el *Facebook*, y, *c*) salir de la simulación.

El escenario *Venopunción* permite realizar el procedimiento de extracción de muestras de sangre y finaliza al presionar la opción *Finalizar Partida*, inmediatamente después de esto se muestra la pantalla *Resultados* con información de retroalimentación y la opciones de compartir resultado y volver a la escenario *Inicio*.

Para iniciar el escenario *Glasgow* existen dos caminos:

1. **Explorar:** al seleccionar la opción *Explorar Glasgow* se muestra la pantalla *Elegir estado del paciente*, donde se personaliza el estado del paciente para luego iniciar la escena. El escenario finaliza con la opción *Finalizar Partida*, inmediatamente después de finalizar se muestra la pantalla *Resultados*.

2. **Evaluar:** al seleccionar la opción *Evaluar Glasgow* se inicia la escena *Glasgow* con un paciente en estado aleatorio. Al finalizar el escenario, se muestra la pantalla *Evaluar al paciente* donde se permite diagnosticar el estado del paciente, luego se pasa a la pantalla *Resultados*.

Finalmente, en la pantalla *Resultados* del escenario *Glasgow* también se permite compartir el resultado de la partida y volver al escenario *Inicio*.

Todos los escenarios son utilizados de manera similar, la interacción con la escena es siempre la misma.

7.1.2. Transformaciones del punto de vista del usuario

El usuario se desenvuelve en un entorno de tres dimensiones, en el cual realiza las actividades relacionadas al procedimiento, se distinguen dos tipos de acciones principales que el usuario puede realizar:

- **Alejamiento o acercamiento:** es el acto de acercar o alejar la cámara, y por consiguiente al usuario del paciente. Se realiza utilizando dos dedos. Para realizar un acercamiento, mientras se mantiene presionada la pantalla con ambos dedos, se procede a alejar un dedo del otro. En cambio para realizar un alejamiento, se debe acercar ambos dedos.
- **Desplazamiento:** se refiere al movimiento alrededor de un foco, que en ambas escenas es el paciente. Para realizarlo, se utiliza un dedo y se mueve el dedo en cualquier dirección, de esta manera la cámara se moverá en la dirección contraria.

7.2. Front-end

En esta sección se detallan cada uno de los escenarios con los que cuenta la solución, incluyendo la retroalimentación y el registro de las actividades del usuario.

Las descripciones a continuación están agrupadas por los escenarios principales.

7.2.1. Pantalla de inicio

La solución se inicia con un escenario que está inspirado en el laboratorio de enfermería del IAB, es la primera experiencia que tiene el usuario al utilizar la misma, sirve como un menú principal, desde este punto todas las opciones son accesibles para el usuario como se puede observar en la figura 7.2, este escenario es denominado *Inicio*.

Al instalar la solución se muestra una pequeña ventana solicitando el número de teléfono del usuario, se utiliza esta información como un identificador del usuario para asociar la información del mismo con un alumno en particular.



Figura 7.2: Pantalla de inicio de la solución con todas las opciones disponibles.

La sala de hospital mostrada como fondo en la figura 7.2 es la que se utiliza como escenografía principal en las escenas de los procedimientos. Mientras se muestran las opciones, se ejecuta una animación que recorre el escenario mostrando los detalles importantes, como la camilla, el lector de estadísticas vitales, y demás elementos del escenario.

Las opciones disponibles en la pantalla de inicio son:

- «Enviar Progreso»: esta función envía toda la información acerca de la actividad que el usuario realizó en la aplicación a un servidor *back-end* que se encarga de almacenar estos datos.
- «Salir de la simulación»: esta función permite salir de la aplicación.
- Botón «Facebook»: esta función permite al usuario ingresar a su cuenta de Facebook.
- «Extracción de sangre»: esta función permite ingresar a la escena correspondiente al procedimiento de venopunción permitiendo al usuario jugar una nueva partida.
- «Explorar Glasgow»: esta función permite ingresar a la escena correspondiente al procedimiento para explorar las reacción de un paciente con un diagnóstico específico de la escala de Glasgow permitiendo al usuario jugar una nueva partida.
- «Evaluar Glasgow»: esta función permite ingresar a la escena correspondiente al procedimiento de valoración de la escala de Glasgow para un paciente con estado aleatorio permitiendo al usuario jugar una nueva partida.

7.2.2. Venopunción

Al seleccionar el procedimiento de venopunción o extracción de sangre, en la pantalla de inicio, la aplicación inmediatamente muestra el escenario del procedimiento como se puede observar en la figura 7.3.



Figura 7.3: Pantalla principal de la escena del procedimiento de extracción de sangre.

La posición inicial de la cámara se ubica en un ángulo donde se puedan ver bien los brazos del paciente para facilitar al usuario la realización del procedimiento.

A continuación se detallan cada una de las opciones y formas disponibles de interactuar con el escenario del procedimiento.

7.2.2.1. Entidades

Existen dos entidades principales, cada entidad mantiene un estado independiente de la otra. Estas entidades son:

- **Paciente:** es una entidad con estado complejo, el cual es constantemente modificado por las acciones del usuario, en resumen, la información que contiene el paciente es:

- Jeringas¹ .
- Estado de las manos (abiertas o cerradas).
- Torniquetes.
- Zonas esterilizadas.
- Zonas presionadas.

¹ No se limita la cantidad de jeringas que un paciente pueda tener insertadas en un momento dado.

- **Usuario:** mantiene un estado en todo momento del cual dependen sus acciones.

Por ejemplo, si la mano del enfermero no está esterilizada, cualquier interacción con el paciente provocará que el paciente se contamine. La información que contiene la entidad usuario es:

- Estado de las manos.
- Estado de la vestimenta (guantes, bata, tapaboca y gorro).
- Elemento en uso.

7.2.2.2. Interacción con la interfaz de usuario

La interfaz principal de este escenario posee dos menús como se indica en la figura 7.4 con los números 1 y 2, las opciones dentro cada menú poseen una imagen intuitiva que representa la función que realizan. Al menú número 1 lo llamaremos *Elementos* y al número 2 *Opciones*.

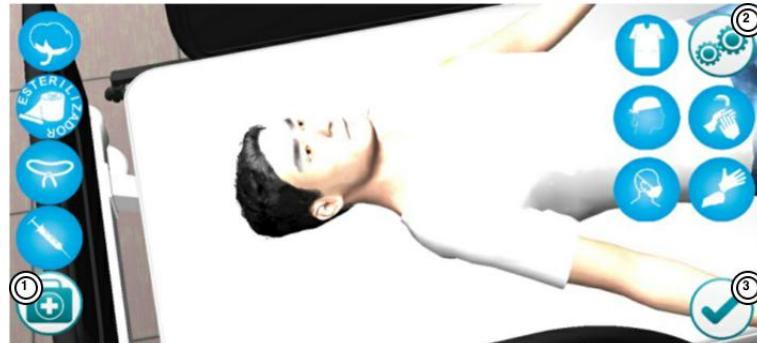


Figura 7.4: Vista de la interfaz principal del escenario *Extracción de sangre*, con todas las opciones desplegadas.

Adicionalmente, existen dos tipos de indicadores mostrados en la figura 7.5. El tipo de indicador marcado con el número 1 representa el elemento actualmente seleccionado y el tipo de indicador marcado con el número 2 representa al estado actual del usuario o enfermero en cuanto a aspectos de bioseguridad referentes a vestimentas de protección

personal.



Figura 7.5: Indicadores de selección de elementos y de estado de usuario o enfermero.

■ Menú de opciones

Cuando el usuario presiona el menú *Opciones* se le muestra las distintas acciones que puede realizar en cuanto a aspectos de bioseguridad, todos los botones afectan al estado del usuario o enfermero. Además se brinda la opción de finalizar la partida con el botón indicado en la figura 7.4 con el número 3.

■ Menú de elementos

En el menú *Elementos* se despliegan opciones que representan a los elementos que se utilizan para realizar el procedimiento, una vez presionado un elemento queda seleccionado (simulando que es la herramienta que el enfermero tiene en la mano en ese momento), sólo un elemento puede ser seleccionado a la vez. Si el mismo botón se vuelve a presionar inmediatamente después de haber sido presionado, el elemento se des-selecciona (simulando que el enfermero dejó la herramienta). Los elementos disponibles están enumerados en la figura 7.6 y son los siguientes:

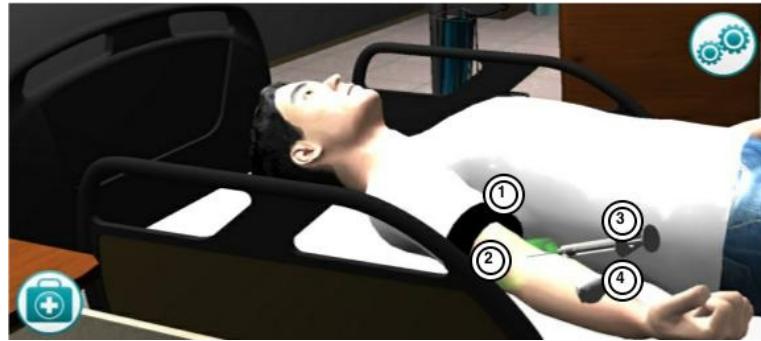


Figura 7.6: Interfaz con los elementos en el paciente.

1. **Torniquete:** es el primer elemento que se debe usar, para utilizarlo, se debe presionar una zona del brazo del paciente, en ese momento, el torniquete aparece en ese lugar, para extraerlo, se debe presionar el torniquete y elegir la opción extraer en un menú que aparecerá inmediatamente.
2. **Esterilizador:** es un elemento que se utiliza para realizar la higienización del punto de punción, para utilizarlo se debe presionar cualquier zona del brazo del paciente, a continuación aparece una gaza, la cual debe ser agitada con un dedo durante un segundo para que se cree una zona estéril, la zona estéril creada, es visible a través de una cápsula.
3. **Jeringa:** es el elemento utilizado para realizar la extracción, su utilización es similar a la del *Torniquete*.
A través de un menú contextual, se ofrece la posibilidad de realizar un acercamiento, como se observa en la figura 7.7, en la vista ampliada. Se puede realizar la extracción de sangre utilizando dos dedos, con el primero se presiona el tambor y con el segundo dedo se extrae el émbolo¹.
4. **Algodón:** el algodón se utiliza para presionar una zona que recientemente fue punzada, para utilizar este elemento, basta con presionar el brazo del paciente

¹ El tambor es la parte de la jeringa que almacena el fluido, mientras que el émbolo es la parte que se utiliza para presionar o succionar el fluido

durante un segundo.

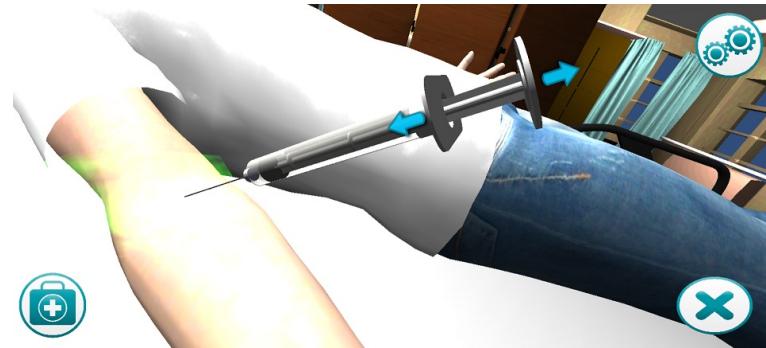


Figura 7.7: Vista de la jeringa ampliada, facilitando la extracción de sangre. Se agregan flechas azules para facilitar la comprensión de cómo se extrae sangre.

Para la utilización de los elementos, existe un menú contextual¹ , que lista las opciones disponibles por elemento, como se observa en la figura 7.8.



Figura 7.8: Menú contextual del elemento torniquete.

■ Menú de comandos de voz

Por último, la solución también cuenta con un menú que presenta una serie de órdenes de voz como se observa en la figura 7.9. Este menú se activa y se muestra en pantalla cuando la solución detecta que el usuario ha hablado. Las opciones disponibles son las siguientes:

¹ Un menú que se despliega al presionar un elemento, es contextual pues varía de acuerdo al elemento seleccionado.

- Explicar procedimiento.
- Abrir la mano izquierda.
- Abrir la mano derecha.
- Cerrar la mano izquierda.
- Cerrar la mano derecha.

Estas opciones, a excepción de *Explicar procedimiento*, provocan que el paciente realice la petición realizada. De esta manera se simula una conversación entre el usuario y el paciente.



Figura 7.9: Opciones mostradas al detectar sonido en la escena de extracción de sangre.

7.2.2.3. Evaluación al usuario

Para realizar la evaluación del usuario en el procedimiento de *Venopunción* se utiliza un motor de ECA, las características de estos motores están descritas en la sección 3.3.2.

Definir si las acciones de un usuario son correctas utilizando un motor ECA es sencillo teniendo en cuenta que sólo se deben definir un conjunto de acciones que se deben realizar, y agregar una condición que verifica si los pasos realizados fueron los correctos.

A continuación se muestra como se definen las reglas para la validación de las acciones realizadas por el usuario.

Algoritmo 1 Creación de regla de verificación de calzado de guantes

```
Rule . New( ).  
    When( ‘ ‘ enfermero . guantes . calzar ’ ’ ).  
    Then( enviroment => enviroment .  
          estadoPaciente . TieneManosLimpias ( ) ).
```

La regla del algoritmo 1 controla que el estudiante ha realizado la acción «Calzarse los guantes», y en ese momento tenga las manos limpias.

El ciclo de vida de una regla, como se observa en la figura 7.10, se compone de los siguientes estados:

1. **BEGIN:** es una regla que recién fue creada, no se realiza ninguna acción.
2. **WAITING _ FOR _ RULE:** es un estado en el que esta esperando que otras reglas sean lanzadas. En este estado, es un suscriptor de las reglas por la que espera, y no forma parte del ciclo de ejecución del motor de reglas.
3. **WAITING _ FOR _ EVENT:** es un estado en el que está esperando que sean lanzados los eventos a los que está escuchando, este es el estado principal. En este estado, es un suscriptor de los eventos por los que espera, y no forma parte del ciclo de ejecución del motor de reglas.
4. **WAITING _ FOR _ CONDITION:** la regla ya no espera por ningún evento y las reglas de las que depende ya han sido lanzadas, se verifica cada cierto tiempo si el entorno cumple con una condición definida.
5. **FINISH:** estado final de una regla.

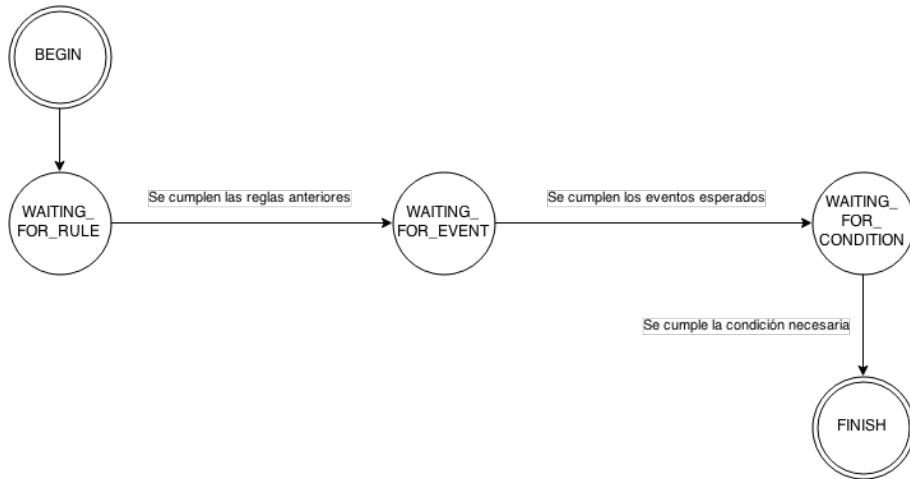


Figura 7.10: Ciclo de vida de una regla

Las reglas definidas dentro del procedimiento definen las acciones que se deben llevar a cabo para completar el procedimiento, es necesario que todas las reglas sean cumplidas para obtener un puntaje perfecto. Además definen el mecanismo que se utiliza para proveer una retroalimentación al usuario una vez finalizada la partida, pues cada regla almacena información acerca del progreso del usuario en cada paso.

En cuanto a la ejecución del motor de reglas, un motor de reglas ECA requiere de un proceso que evalúe constantemente las reglas para verificar si las mismas deben ser lanzadas o no[49, 83], un algoritmo comúnmente utilizado para realizar la verificación es el algoritmo de «RETE»[51]. La cantidad de reglas definidas y la no dependencia circular entre ellas, hace innecesario la implementación de tal algoritmo en este trabajo[51].

De acuerdo a la descripción dada en 3.3.2, la propuesta implementada utiliza una ejecución inmediata, principalmente por la sencillez de las reglas, es decir, las reglas no realizan un proceso complejo, solamente controlan el estado del entorno y lo validan. Además, la ejecución inmediata es importante por que el entorno no sufre modificaciones entre el evento lanzado y la ejecución de la regla, según [49], este es el factor más importante para determinar el tipo de ejecución deseado.

El motor de reglas actúa sobre aquellas reglas en estado *WAITING_FOR_CONDITION* e invoca al procedimiento que se encarga de validar si la regla puede ser activada (el procedimiento es único por cada regla), si el mismo determina que la regla puede ser lanzada, el motor ejecuta la acción de la regla y modifica el estado de la regla a *FINISH*.

A continuación se muestran cada una de estas reglas definidas en la tabla 7.1, en donde se detallan cada uno de los estados por los que pasa, a excepción de los estados BEGIN y FINISH que sólo indican el inicio y fin de una regla. Una regla se cumple si se cumplen todas las reglas de las cuales depende, si se lanzan los eventos esperados y si la condición del entorno es la esperada.

Regla	Depende de las reglas	Espera a los eventos	Cuando se cumple que
1 Explicar procedimiento		Explicar procedimiento	Sea la primera regla lanzada
2 Higienización de manos	1	Higienización de manos	
3 Ponerse tababoca	2	Ponerse tababoca	Se realice antes de ponerse los guantes
4 Ponerse gorro	2	Ponerse gorro	Se realice antes de ponerse los guantes
5 Ponerse bata	2	Ponerse bata	Se realice antes de ponerse los guantes
6 Calzar guantes	2,3,4,5	Calzar guantes	
7 Colocar torniquete	10	Colocar torniquete	La zona correcta y mismo brazo de inserción
8 Cerrar manos	7,10	Cerrar puño	Sea el mismo brazo que inserción
9 Esterilizar zona	10	Esterilizar zona	Sea la misma zona que inserción
10 Realizar punción	2	Realizar punción	Sea la zona correcta
11 Retirar Torniquete	10,7	Retirar Torniquete	Sea el mismo torniquete que activo regla 7
12 Abrir mano	10,8	Abrir mano	Sea la misma mano que activo regla 8
13 Extraer Sangre	10,12	Extraer Sangre	
14 Retirar Jeringa	10	Retirar Jeringa	Sea la misma jeringa que activo regla 10
15 Presionar zona de punción	10	Presionar zona de punción	Sea la misma zona de punción
16 Quitar tapaboca	10,3	Quitar tapaboca	
17 Quitar gorro	10,4	Quitar gorro	
18 Quitar bata	10,5	Quitar bata	
19 Descalzar guantes	10,6	Descalzar guantes	
20 Limpiar manos	19	Limpiar manos	

Tabla 7.1: Reglas definidas para el procedimiento de extracción de sangre, se muestran los detalles de cada uno de los estados por los que pasan cada una de las reglas.

7.2.2.4. Retroalimentación y puntuación final

Al final de una partida, la solución le brinda una retroalimentación al usuario como se muestra en la figura 7.11.



Figura 7.11: Retroalimentación y puntuación final del escenario *Venopunción*.

En la parte 1 de la figura 7.11, se puede ver como se brinda información al usuario acerca de su rendimiento. Esta información le indica los pasos que realizó de manera correcta o incorrecta y las razones por las cuales tuvo ese desempeño.

Una regla puede quedar en uno de diferentes estados al final de la partida, cada uno de esos estados posee un significado en el contexto del procedimiento y por lo tanto tienen información asociada para brindar información al final de la partida.

Cada paso en el procedimiento tiene asociado unos puntos, de acuerdo a la dificultad de realizar el paso, estos puntos son utilizados al final de la partida para darle una puntuación al usuario como se muestra en el punto 2 de la figura 7.11. El puntaje final se obtiene sumando cada uno de los puntos logrados y calculando el porcentaje sobre el total que es de 27. Junto al puntaje final se muestra el tiempo que le tomó al usuario completar el procedimiento.

7.2.2.5. Registro de actividad

Los eventos provocados por las acciones del usuario, la aplicación y el motor de reglas son registrados de manera transparente como se explica más adelante en 7.4.2. En la tabla 7.2 se pueden observar los eventos relacionados al procedimiento.

Acción	Eventos	Motivos
Preparación del paciente	Explicación del procedimiento	Validación de interfaz intuitiva, de realización correcta de pasos y de la hipótesis «Interacción por la voz»
Bioseguridad inicial	Lavado de manos, calzado de guantes, bata, tababoca y gorro	Validación de interfaz intuitiva, de realización correcta de los pasos y de la hipótesis «Bioseguridad»
Preparación para la extracción	Esterilización de zona, colocación de torniquete, petición de cierre de mano	Validación de interfaz intuitiva, de realización correcta de pasos y de validación de la hipótesis «Interacción por la voz»
Punción y extracción	Punzado, extracción de torniquete, petición de apertura de mano, extracción de sangre, extracción de jeringa	Validación de interfaz intuitiva, de realización correcta de pasos y de la hipótesis «Interacción por la voz»
Post - extracción	Presionar zona de punción	Interfaz intuitiva, realización correcta del paso
Bioseguridad final	Lavado de manos, descalsado de guantes, bata, tapaboca y gorro	Validación de interfaz intuitiva, de realización correcta de los pasos y de la hipótesis «Bioseguridad»
Utilización de redes sociales	Socialización del resultado de la partida	Medición del efecto motivador, validación de la hipótesis «Motivación»

Tabla 7.2: Acciones registradas durante una partida del procedimiento de venopunción, los eventos relacionados a ellas, y los motivos de sus registros.

7.2.3. Valoración de la escala de Glasgow

El escenario *Valoración de la escala de Glasgow* se presenta en dos modos distintos, en el primero, el usuario no conoce el estado del paciente, este modo se conoce como *Evaluación Glasgow*, y en su segundo, el usuario elige el estado del paciente antes de iniciar la escena, este modo se conoce como *Exploración Glasgow*.

En el modo *Exploración Glasgow*, antes de iniciar la escena, se le permite al usuario seleccionar el estado del paciente mediante una interfaz como se puede observar en la figura 7.12, en cambio, en el modo *Evaluación Glasgow*, el estado del paciente no se conoce de antemano y será responsabilidad del usuario determinarlo.



Figura 7.12: Interfaz del modo *Exploración Glasgow* para seleccionar el estado del paciente.

7.2.3.1. Entidades

Existen dos entidades principales, el usuario o *Enfermero* y el *Paciente*, el enfermero no almacena información, y el paciente sólo almacena su estado, que se define al inicio. De esta forma, las entidades no se modifican en ningún momento.

La información almacenada por la entidad paciente es su estado motor, verbal y ocular, el cual es un conjunto de números, cuyos posibles valores se definen en 5.2.2.2, la definición de estos números varían de acuerdo al modo de la escena como se describe a continuación:

- Exploración: el usuario selecciona el estado que desea para el paciente, este estado se mantendrá constante durante toda la partida.
- Evaluación: al inicio se crean tres números de manera aleatoria, el algoritmo que crea estos valores, lo hace de tal manera que el estado del paciente es consistente, por ejemplo, el paciente nunca tendrá un estado verbal «Orientado» (valor 5 en la escala) y un estado ocular «Ausente» (valor 1 en la escala), pues esto no tendría sentido, si no puede abrir los ojos (estado «ausente»), no puede saber donde está (estado «orientado»). El estado se mantendrá constante durante toda partida.

Aunque el estado de las entidades no se modifique, esto no significa que no puedan realizar acciones entre ellas, sino que estas acciones y los eventos generados no alteran el estado de las entidades.

7.2.3.2. Interacción con la interfaz de usuario

La interfaz de usuario, como se observa en la figura 7.13, es muy sencilla, se compone de solo una opción permanente, la cual permite al usuario finalizar la partida. Además se ve en la interfaz, al paciente, que es el foco principal de la cámara.



Figura 7.13: Interfaz principal de la escena *Evaluación de Glasgow*, se observa además la opción que permite finalizar la escena.

El usuario puede interactuar con el paciente de dos modos, por un «menú de co-

mandos de voz» y por opciones a través de «menú contextual».

- **Menú Contextual:** las opciones a través del menú contextual se relacionan a acciones que puede realizar el enfermero sobre una parte particular del cuerpo del paciente, en las extremidades, el menú despliega una sola opción, la cual es *Pinchar* como se observa en la figura 7.14, que provoca que el enfermero realice un estímulo doloroso al paciente. El paciente reacciona ante este estímulo dependiendo de su valoración motora y ocular.
 - Si el estado ocular del paciente es «Al dolor», el paciente abrirá los ojos inmediatamente después de que se presione la opción.
 - La respuesta motora varía de acuerdo a su estado, si el mismo es «Localiza», el paciente mueve sus manos hasta el origen del dolor, si el estado es «Retira», moverá la extremidad que sufrió el estímulo lejos de su posición inicial, si es «Flexión anormal», el paciente reaccionará comprimiendo el cuerpo, indistintamente de la ubicación del estímulo doloroso, y si el estado es «Extiende», el paciente extenderá el cuerpo también indistintamente de la ubicación del estímulo doloroso.



Figura 7.14: Menú contextual para realizar un estímulo doloroso al paciente en el procedimiento de *Valoración de la escala de Glasgow*.

- **Menú de comandos de voz:** se activa y se muestra al usuario cuando la solu-

ción detecta que el usuario ha hablado. Las opciones disponibles a través de los comandos de voz, simulan una interacción verbal entre el enfermero y el paciente, y se agrupan en tres tipos, verbales, oculares y motoras como puede verse en la figura 7.15.



Figura 7.15: Interfaz de la escena *Evaluación de Glasgow*, se observan los *comandos de voz*, así como la opción que permite finalizar la escena (esquina inferior derecha).

Las opciones del menú por comandos de voz del tipo *motor*, son cuatro:

- Mueva el brazo
- Mueva la pierna
- Mueva la mano
- Mueva la cabeza

Estas opciones no tienen una respuesta sonora, en cambio, si el estado motor del paciente es «Obedece», este reacciona moviendo una extremidad, en caso contrario, el paciente no realiza acción alguna.

Entre los comandos de voz existe una sola opción *ocular*, la cual es «Abra sus ojos por favor», esta petición no tiene una respuesta sonora, y sólo si el paciente tiene un estado ocular «Al hablar» abre los ojos, en caso contrario, no realiza acción alguna.

Las preguntas y posibles respuestas de tipo *verbal*, se pueden ver en la tabla 7.3.

Pre-gunta	Orienta-do	Confusa	Palabras inapropiadas	Palabras incom-prensibles	Au-sente
¿Qué día es?	El día de la semana actual	Cualquier día de la semana menos el correcto	La respuesta a otra pregunta en estado orientado	Gritos, gruñidos y quejidos	No emite sonido
¿Cuál es su nombre?	Carlos Benítez	Respuesta coherente sin mencionar su nombre	Respuesta a otra pregunta en estado orientado	Gritos, gruñidos y quejidos	No emite sonido
¿Dónde se encuentra?	En una cama de hospital	En mi dormitorio	Respuesta a otra pregunta en estado orientado	Gritos, gruñidos y quejidos	No emite sonido

Tabla 7.3: Posibles respuestas de acuerdo al estado verbal del paciente.

7.2.3.3. Evaluación al usuario

La evaluación del desempeño del usuario en la partida sólo se da en el modo *Evaluación Glasgow*.

Una vez que el usuario decide que está listo para dar un diagnóstico, procede a finalizar la partida, en ese momento se presenta una pantalla donde el mismo puede diagnosticar al paciente, como se observa en la figura 7.16.

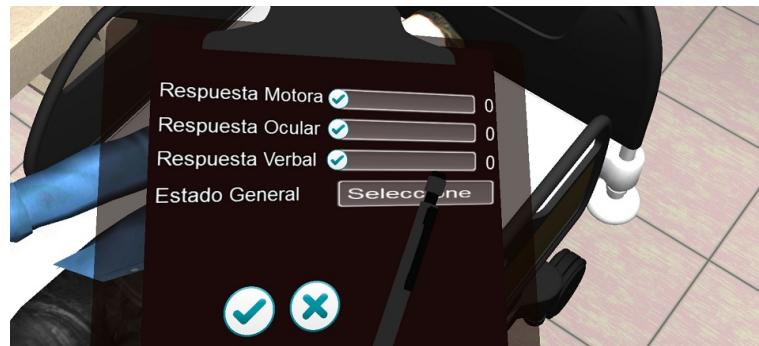


Figura 7.16: Vista de la *Pantalla de diagnóstico*, donde el usuario puede asignar una puntuación a cada aspecto analizado del paciente.

Las opciones presentadas al usuario son cuatro, puntuación verbal, ocular, motora

y un diagnóstico del estado general de conciencia del paciente. Los valores posibles se describen en 5.2.2.2.

El estado aleatorio del paciente que es generado al inicio de la partida es guardado en una variable que no es modificada hasta que se reinicie la partida. Cuando el usuario confirma su diagnóstico la aplicación lo compara con el estado guardado y de esta forma puede informar al usuario acerca de su rendimiento en el diagnóstico.

7.2.3.4. Retroalimentación y puntuación final

Cada posible respuesta dada por el usuario contiene información relacionada al contexto del procedimiento y a la situación actual presentada, la cual, es utilizada como retroalimentación al final de la partida como puede verse en la figura 7.17 marcado por el número 1.

Para el cálculo del puntaje final que se le mostrará al usuario, por cada respuesta dada en la pantalla de diagnóstico se asigna una puntuación de acuerdo a que tan cerca estuvo el usuario de la respuesta correcta. Al final, se suman estos valores y se calcula el porcentaje de acierto. El puntaje final junto a el tiempo que tardó el usuario realizando el procedimiento se presenta como se muestra en la figura 7.17 marcado por el número 2.

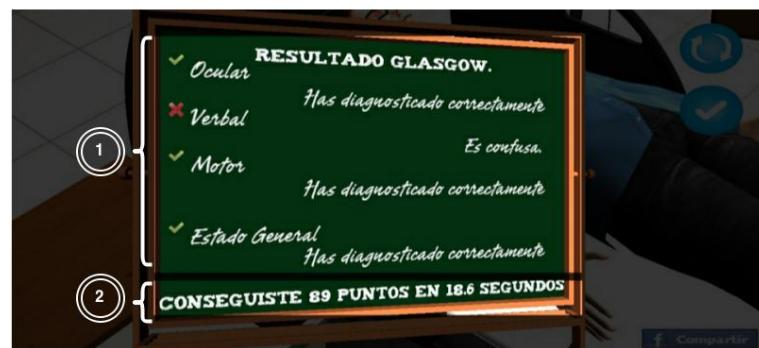


Figura 7.17: Retroalimentación y puntuación final del procedimiento de valoración de la escala de Glasgow.

7.2.3.5. Registro de actividad

Los eventos provocados por las acciones del usuario y por la aplicación son registrados de manera transparente como se explica más adelante en 7.4.2. En la tabla 7.4 se pueden observar los eventos registrados.

Acción	Eventos	Motivos
Estímulos dolorosos	Estimulación de extremidades del paciente	Validación de interfaz intuitiva
Acciones de voz	Solicitudes y preguntas al paciente	Validación de la hipótesis «Interacción por la voz»
Diagnóstico del paciente	Valoración del usuario acerca de la respuesta motora, verbal y ocular del paciente así como su estado general	Validación de interfaz intuitiva, de realización correcta de la valoración
Utilización de redes sociales	Socialización del resultado de la partida	Medición del efecto motivador y validación de la hipótesis «Motivación»

Tabla 7.4: Acciones registradas durante una partida del procedimiento de valoración de la escala de Glasgow, los eventos relacionados a ellas, y los motivos de sus registros.

7.2.4. Pantalla de resultados

Al finalizar tanto el escenario de *Venopunción* como el escenario de *Valoración de la escala de Glasgow*, se presenta una pantalla de resultados, la cual es la encargada de mostrar toda la información que fue recabada durante la partida, esta información incluye los pasos correctos e incorrectos que realizó el usuario.

En la figura 7.18 se observa el diseño de la pantalla, el título es la escena actual, un resumen de la puntuación, y el tiempo que duró la partida.

Adicionalmente a la información de la sesión, se permite al usuario reiniciar la partida, ir al menú de inicio, y compartir sus logros en las redes sociales.



Figura 7.18: Pantalla de resultados mostrando los pasos correctos e incorrectos, en la escena *Glasgow*.

Si el usuario presiona el botón «Facebook», se despliega el menú de dicha red social, permitiendo que el mismo pueda agregar un mensaje personalizado y el resultado de la sesión se comparta con un texto similar a «Consegui 15 puntos en 1475 segundos, en el procedimiento de *Venopunción* jugando con *eTesai*».

7.3. Inconvenientes de diseño del front-end

Una vez finalizada la descripción sobre el front-end de la solución, en esta sección detallaremos los inconvenientes que se presentaron en su diseño.

Los mayores inconvenientes de diseño del front-end se dieron en el momento de validar tanto el contenido de la aplicación como la interfaz de usuario, para sobrellevar estos inconvenientes fue requerida la intervención de terceros. A continuación se explica en detalle cada uno de los casos.

7.3.1. Interfaz gráfica de usuario

Como parte del diseño y desarrollo de la solución se realizó una prueba de interfaz gráfica de usuario con alumnos de la carrera de Ingeniería en Informática de la Facultad Politécnica de la Universidad Nacional de Asunción (FP-UNA), estas pruebas fueron

realizadas con personas que están acostumbradas al uso de interfaces similares a la de la solución y que, de hecho pueden ser más críticas a la hora de evaluarlas. Esta prueba y sus resultados se detallan en el capítulo 8.

Principalmente son dos las cualidades de una interfaz gráfica que se pueden someter a prueba: la funcionalidad y la usabilidad. Con la primera se pretende responder preguntas como *¿Se puede usar cierta función?*, *¿Funciona como se espera?*, o *¿Es correcta?*; y con respecto a la usabilidad, se espera poder responder a *¿Puede el usuario utilizar fácilmente la función?*, o *¿Su uso es intuitivo y fácil de aprender?*[84].

Las pruebas de interfaces de usuario ayudan a que los usuarios puedan concentrarse más en el problema en vez de poner los esfuerzos en recordar todas las opciones que ofrece la solución que se utiliza para resolver el problema[85].

Luego de las pruebas de interfaz de usuario, se hicieron correcciones a los problemas encontrados. Estas correcciones fueron probadas por profesores de la carrera de enfermería del IAB los cuales dieron su visto bueno.

7.3.2. Validaciones de contenido

Llamamos validación de la simulación o de la aplicación desarrollada al hecho de que el contenido de la misma sea correcto y además que la forma de realizar o representar dicho procedimiento este acorde al mismo. Este tipo de validaciones fueron realizadas reiteradamente en reuniones con distintos profesores de la carrera de enfermería del IAB.

Cada corrección solicitada fue evaluada y aprobada posteriormente por los mismos. Como validación final la aplicación fue presentada en totalidad frente a un plenario de cuatro profesores del instituto.

El mayor inconveniente en cuanto a las validaciones fueron la forma de representa-

ción tanto de la información como de la simulación de objetos.

7.4. Back-end

La solución almacena información detallada acerca de las acciones del usuario, las condiciones de estas acciones y el contexto en el cual fueron ejecutadas.

Esta información es almacenada en un servidor dedicado para su posterior análisis.

7.4.1. Registro de usuarios

Para determinar a qué usuario corresponde qué conjunto de datos, durante la instalación de la solución en los dispositivos móviles de los usuarios, se ingresa como un dato adicional el número de teléfono del mismo, estos datos se registran en el *back-end* en el mismo momento en el que se muestra la solución al usuario.

De esta forma, en el sistema se encuentran los datos proveídos por la simulación, así como el nombre del usuario y su número de teléfono. Es necesario almacenar el nombre del usuario para las diversas encuestas que se realizan (las encuestas para alumnos que participaron en la prueba no son anónimas), de esta manera se puede saber, dada una encuesta, a qué alumno corresponde y el uso que le dio a la solución. Estas encuestas y sus resultados son detallados en 8.

7.4.2. Registro de eventos

Las acciones que realiza el usuario en la solución son almacenadas en un archivo temporal, dentro del dispositivo móvil del usuario, cuando este decide enviar la información, estos datos se transmiten por la red a un servidor *back-end* que los almacena.

Una vez que el usuario envía sus datos de uso, el archivo de registros local se limpia,

permitiendo así que nuevos registros sean añadidos. Adicionalmente, existe un archivo de respaldo, que contiene toda la información que se registró del usuario, incluyendo aquellas que ya fueron enviadas al servidor *back-end*.

El registro de eventos permite reproducir las partidas de los usuarios, permitiendo analizar por ejemplo cuáles fueron los mayores inconvenientes, y cuál fue el desempeño del usuario en cada partida.

7.4.3. Detalles de implementación

El *back-end* es un sistema web, desarrollado en el lenguaje de programación *Java*, y desplegado en un servicio *OpenShift*, el cual está disponible 24 horas al día, los 7 días de la semana, asegurando así, que cuando el usuario desee enviar datos lo pueda hacer sin problemas.

El sistema tiene dos servicios web que permiten el registro de usuarios y el registro de eventos, ambos reciben una lista de elementos y los almacenan en una base de datos *PostgreSQL*.

Estos dos servicios implementan un mecanismo de seguridad sencillo, basado en usuario y contraseña, el único objetivo de este mecanismo, es que los datos no sean fácilmente accesibles, pues contienen datos sensibles.

La petición enviada desde la solución, contiene el número de teléfono del usuario, un identificador único generado por *Unity3D* y una lista de eventos, en formato JSON.

7.4.4. Utilización de información

Las tablas 7.4 y 7.2 muestran como la información almacenada puede ser utilizada para evaluar las acciones de un usuario.

Por ejemplo, se puede analizar cuantas veces los usuarios activaron el «menú de

comandos de voz», y de estas, cuantas veces lo utilizaron, para así poder comprobar la hipótesis «Interacción a través de la voz» (ver 5.3.2), esta información es útil además para medir el nivel de sensibilidad necesaria para activar el menú.

Además de las tablas 7.4 y 7.2, existe información que puede ser extraída del registro de manera implícita, como:

- Cantidad de sesiones, de manera global y por usuario.
- Tiempo utilizado, por sesión, por usuario, por día, etc.
- Frecuencia de uso.
- Rango de tiempo en el cual se utilizó la solución.
- Evolución de los usuarios, comparando registros de varias sesiones.

Adicionalmente, al realizar una encuesta sobre los conocimientos de los alumnos al finalizar el período de prueba de la solución, se pueden utilizar los registros para verificar si las respuestas dadas en la encuesta corresponden con la utilización de la solución.

El registro de actividad es la herramienta utilizada para realizar la evaluación del uso de la solución.

Capítulo 8

Evaluación y resultados

En este capítulo se detallan las metodologías utilizadas para la evaluación de la solución. Estas metodologías están orientadas a valorar los aspectos pedagógicos, de diseño, de implementación y de evaluación de la solución para determinar su aplicabilidad como herramienta de apoyo al proceso de aprendizaje.

Las metodologías utilizadas son las siguientes:

- **Prueba preliminar de usabilidad:** es una prueba inicial para medir la calidad de la interfaz y la interacción con la misma, esta evaluación es realizada con personas no relacionadas al área de enfermería, específicamente con alumnos de la carrera de Ingeniería en Informática de la FP-UNA.

La prueba es llevada a cabo durante el desarrollo de la solución a diferencia de las demás, las cuales son realizadas una vez terminada la solución.

- **Encuesta para determinar la muestra:** es una encuesta acerca del nivel de acceso a la tecnología que poseen los alumnos del 4to año de la carrera de licenciatura en enfermería del IAB, de ahora en más la población objetivo, esta encuesta sirve para definir la muestra.

Se realizar la distribución de *eTesi* a los alumnos que cumplen con los requisitos mínimos y desean participar de las pruebas.

- **Encuesta para evaluar la solución:** es una encuesta realizada a cada sujeto de la muestra, donde se busca la opinión del mismo acerca de la solución y factores relacionados a la misma.
- **Encuesta para evaluar conocimiento:** es un cuestionario que es completado por la población objetivo, donde se mide el conocimiento de los mismos. Con los resultados se busca contrastar el rendimiento de la muestra con respecto a los demás alumnos.
- **Registro de actividades:** es información almacenada por la solución automáticamente, y contiene datos acerca del uso y el desempeño del alumno.

Además de describir las metodologías en detalle, también son mostrados y analizados los resultados obtenidos en cada una de las evaluaciones realizadas. Los resultados son expuestos en forma de tablas y gráficos para mejorar su interpretación.

8.1. Objetivos

Los *Registros de actividades* y *Encuesta para evaluar el conocimiento* buscan obtener información sobre el aprendizaje y la utilización de la solución, mientras que la *Encuesta para evaluar la solución* busca obtener información acerca de las fortalezas y debilidades de una simulación para el entrenamiento de enfermeros y de la solución propuesta.

Se definen los objetivos principales de la evaluación como siguen:

1. Validar las consideraciones de diseño asumidas durante el desarrollo de la solución.
2. Evaluar los puntos fuertes y débiles de la solución.
3. Determinar los factores que afectan al uso de herramientas similares para el apoyo a profesionales de enfermería
4. Determinar el nivel de aceptación de la solución.

5. Evaluar la utilización de la solución y el progreso de los usuarios.
6. Identificar la influencia de la utilización de la solución en el ámbito pedagógico.
7. Identificar correlaciones entre variables estudiadas, a fin de determinar la influencia de la utilización de la solución.

8.2. Métricas generales utilizadas en la evaluación

En esta sección se describen aquellas métricas que son utilizadas por más de una metodología para la evaluación de la solución, las cuales se consideran que son importantes detallar.

Una de estas métricas es la escala de *Likert*, la cual es una métrica utilizada en la *Encuesta para evaluar la solución* y en la encuesta correspondiente a la *Prueba preliminar de usabilidad*. Otra métrica utilizada es la correlación de *Pearson*, esta métrica es utilizada para medir el grado de relación entre variables de las encuestas realizadas, los registros de actividades, entre otros.

Cabe destacar que en [86] se demuestra que, aunque el tamaño de la muestra sea pequeña y los datos no puedan ser distribuidos normalmente o los datos sean de escalas de tipo *Likert*, los métodos paramétricos como el análisis de varianza, la regresión y la correlación pueden ser utilizados.

8.2.1. Escala de Likert

Para la valoración de las variables medidas en la *Prueba preliminar de usabilidad* y la Encuesta para evaluar la solución se utiliza la escala de *Likert*[87] de 7 valores posibles. La escala de *Likert* es utilizada para permitir a las personas indicar cuánto están de acuerdo o en desacuerdo con respecto a ciertos puntos. Los valores utilizados,

son:

1. Totalmente en desacuerdo.
2. En desacuerdo.
3. Parcialmente en desacuerdo.
4. Neutral.
5. Parcialmente de acuerdo.
6. De acuerdo.
7. Totalmente de acuerdo.

Una vez valoradas y registradas todas las respuestas y con el objetivo de eliminar las tendencias en la forma en la que son completadas las encuestas[88] se utiliza el método de *Doble Estandarización* recomendado en [89]. Este método, consiste en dos estandarizaciones, la primera por fila, que en este caso representa a los individuos y la segunda por columna donde cada columna representa una de las diferentes preguntas de la encuesta.

Siendo:

- mín_i la respuesta de menor valor del usuario i .
- máx_i la respuesta de mayor valor del usuario i .

Para cada respuesta s del usuario i , el valor ajustado, por la primera normalización, s_1 se define como:

$$s_{1i} = \frac{s - \text{mín}_i}{\text{máx}_i - \text{mín}_i} \quad (8.1)$$

Y luego siendo:

- groupmin_i la respuesta ajustada de menor valor en el grupo i .

- $groupmax_i$ la respuesta ajustada de mayor valor en el grupo i

Para cada respuesta ajustada s_{1i} del usuario i , el valor ajustado sa_i se define como:

$$sa_i = \frac{s_{1i} - groupmin_i}{groupmax_i - groupmin_i} \quad (8.2)$$

Obteniendo así un valor normalizado, tanto por individuo, como por pregunta, en el rango 0 y 1.

Para la valoración absoluta de cada ítem se utiliza la media de cada columna o respuesta a una pregunta de la encuesta.

Siendo:

- r_{ki} la respuesta del usuario i a la pregunta k .
- t_k la cantidad total de usuarios que respondieron la pregunta k .

El puntaje promedio de cada pregunta o ítem evaluado p_k en la encuesta se define como:

$$p_k = \frac{\sum_{i=1}^n r_{ki}}{t_k} \quad (8.3)$$

8.2.2. Correlación de variables aleatorias

Las correlaciones se utilizan durante una etapa exploratoria o de observación de la investigación para determinar las variables que tienen al menos una relación estadística con cada uno de los diseños experimentales. Las correlaciones también se utilizan para determinar el grado de asociación entre variables dependientes e independientes. Por otro lado, el coeficiente de correlación se utiliza comúnmente para cuantificar el grado de asociación entre dos variables [90].

La correlación de Pearson[90] mide la relación que existe entre dos variables, X e Y , el mismo esta comprendido entre -1 y 1 , en su punto más bajo (-1) indica que una de

las dos variables crece mientras la otra decrece, y en su punto más alto (1), indica que ambas crecen o decrecen conjuntamente, el valor 0, indica que no existe una relación entre ambas variables.

El coeficiente para las variables X e Y está dado por:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{x_i - \bar{x}}{s_x} \right) \left(\frac{y_i - \bar{y}}{s_y} \right)}{n - 1} \quad (8.4)$$

donde:

- (x_i, y_i) es el conjunto de coordenadas de las variables X e Y .
- \bar{x} es la media de la variable X .
- \bar{y} es la media de la variable Y .
- s_x es la desviación estándar de la variable X .
- s_y es la desviación estándar de la variable Y .
- $n - 1$ son los grados de libertad.

8.3. Prueba preliminar de usabilidad

Durante el desarrollo de la solución se realizó una prueba para evaluar la interfaz de usuario, específicamente buscando la retroalimentación de usuarios acostumbrados a tecnología similar a la utilizada en la solución.

Esta prueba ayuda en el proceso de diseño e implementación de la solución con las características mencionadas en los objetivos del trabajo y acorde a los requerimientos. De esta manera se pueden identificar los aspectos que deben ser mejorados.

La prueba consta de dos partes importantes involucradas en la recolección de datos para su posterior análisis. Estas partes son las siguientes:

- **Simulación:** luego de una explicación acerca de las funciones y manejos generales de la solución por parte de los encargados de la prueba, cada usuario completa una tarea que consiste en realizar el procedimiento de venopunción con la solución, como ayuda, recibe una hoja con una lista de todos los pasos necesarios para llevar a cabo el procedimiento.

Las simulaciones son grabadas con programas de captura de pantalla, así como por detectores de eventos táctiles.

- **Encuesta:** posteriormente se le provee una encuesta a cada usuario la cual es utilizada para obtener una idea general acerca de la calidad de la simulación según la percepción de los usuarios. Esta encuesta contiene preguntas que son medidas mediante la escala de tipo Likert.

8.3.1. Muestra

La prueba de usabilidad de la interfaz de usuario se realiza con alumnos de la carrera de Ingeniería en Informática de la FP-UNA, sin experiencia previa tanto con la solución como con los procedimientos simulados, pero sí familiarizados con la utilización de dispositivos móviles. La muestra no requiere de sujetos que sean parte del *población objetivo* ya que sólo está orientada a mejorar aspectos de interfaz de usuario y no el contenido de la solución, además se considera que la muestra puede brindar una evaluación más crítica debido a su familiarización con interfaces similares a la de la solución.

El número de muestras tomadas fue 8, ya que según [91] son necesarios al menos 5 participantes para poder obtener resultados significativos en una prueba de usabilidad. Además, [92] asegura que la teoría de [91] es verdadera especialmente para pruebas simples.

Se fundamenta el número de participantes, y que es una prueba sencilla, ya que:

- La prueba no debería tomar más de 10 minutos en ser realizada.
- Se busca solamente obtener información acerca de la interfaz, y no el funcionamiento en sí de la simulación, pues los usuarios no son expertos en el área y no tienen conocimiento acerca las tareas.
- No se busca evaluar el aspecto pedagógico de la solución sino sólo su interfaz gráfica.
- El procedimiento de enfermería a realizarse con la solución está bien definido y los pasos necesarios están a disposición del usuario en todo momento.

8.3.2. Variables

Antes de definir las variables, se deben primero definir los conceptos relacionados a los tipos de acciones que pueden realizarse sobre el paciente virtual en la solución, los mismos son:

- **Acción por menú contextual:** se refiere a las acciones que el usuario puede realizar utilizando el menú contextual que aparece sobre cada uno de los elementos disponibles en la solución.
- **Acción por menú de la Interfaz gráfica de usuario (GUI):** se refiere a las acciones que el usuario puede realizar seleccionando una opción en los menús principales que presenta la interfaz de la solución.
- **Acción con elemento:** se refiere a las actividades que el usuario puede realizar cuando tiene seleccionado un elemento y que no involucre el uso del menú contextual.

Las variables medidas durante la realización de la tarea con la solución son las siguientes:

- **Tiempo de realización de la primera acción por tipo:** cuanto tiempo le toma al usuario realizar la primera vez una acción agrupado por tipo (por menú contextual, por menú de la GUI, con elementos).
- **Tiempo de realización de las siguientes acciones por tipo:** cuanto tiempo le toma al usuario realizar las siguientes veces una acción agrupado por tipo (por menú contextual, por menú de la GUI, con elementos).
- **Tiempo total:** se refiere al tiempo empleado por el usuario para completar la tarea asignada.
- **Número de pasos realizados:** cantidad de pasos requeridos en la tarea que son realizados por el usuario en la simulación.
- **Cantidad de movimientos espaciales por tipo:** número de veces en que se modifica el estado de la cámara para realizar las acciones deseadas agrupados por tipo (desplazamiento, acercamiento/alejamiento).

En cuanto a la encuesta, las siguientes son las variables que fueron consideradas y medidas:

- **Calidad gráfica:** realismo y calidad de los modelos utilizados.
- **Interacción:** desenvolvimiento en el entorno y utilización del hardware.
- **Interacción con objetos:** utilización errónea de objetos.
- **Características del entorno:** realismo del escenario y de los objetos utilizados.
- **Usabilidad de la interfaz:** facilidad de uso de las opciones proveídas por la interfaz.

- **Integración con el hardware:** facilidad de uso de la solución con un dispositivo móvil.

8.3.3. Métricas

Para la medición de las variables relacionadas a la encuesta, se utiliza la escala de Likert con la *Doble estandarización* explicada en la sección 8.2.1.

En cambio, para la medición de las variables relacionadas a la interacción del usuario con la solución se utilizan las grabaciones registradas durante las pruebas y las siguientes métricas:

- **Tiempo promedio de realización de las siguientes acciones por menú contextual:** se obtiene dividiendo la cantidad total de tiempo empleado en realizar acciones por menú contextual por el número de veces que se realizaron esas acciones, sin considerar la primera vez.
- **Tiempo promedio de realización de las siguientes acciones por GUI:** se obtiene dividiendo la cantidad total de tiempo empleado en realizar acciones por GUI por el número de veces que se realizaron esas acciones, sin considerar la primera vez.
- **Tiempo promedio de realización de las siguientes acciones por herramienta:** se obtiene dividiendo la cantidad total de tiempo empleado en realizar acciones por herramienta por el número de veces que se realizaron esas acciones, sin considerar la primera vez.
- **Promedio de pasos correctos:** se obtiene dividiendo la cantidad de pasos requeridos realizados por los usuarios sobre la cantidad de pasos requeridos.
- **Promedio de movimientos por tipo:** se obtiene dividiendo el número de movimientos que fueron realizados agrupados por tipo (desplazamiento, acercamiento/

desplazamiento) por la cantidad de usuarios.

- **Promedio del tiempo total:** se obtiene dividiendo el tiempo total empleado por los usuarios para completar la tarea asignada por el número de usuarios.

8.3.4. Resultados obtenidos

A continuación de muestran y analizan los resultados obtenidos en la prueba. Los resultados se dividen en *simulación* y *encuesta* para una mejor comprensión.

8.3.4.1. Simulación

Las grabaciones realizadas a las sesiones de los usuarios se utilizan para medir el grado de facilidad de aprendizaje de la interfaz de usuario.

Dados los tres tipos de acciones descritos en 8.3.2, la tabla 8.1 muestra el tiempo, en segundos, que le tomo a cada usuario realizar una acción la primera vez y el tiempo que les tomo en promedio las demás veces, para cada uno de los tipos de acciones.

Usuario	Menú Contextual		Menú de la Interfaz		Herramienta	
	Primera	Siguientes	Primera	Siguientes	Primera	Siguientes
1	8	2.25	3	9.14	11	3.0
2	30	7.00	4	3.57	7	4.5
3	5	2.25	5	1.86	1	1.0
4	2	13.00	4	2.00	1	0.5
5	18	2.75	6	4.43	6	3.0
6	4	14.25	11	7.86	13	4.0
7	5	8.00	4	4.71	20	2.5
8	3	2.33	10	3.57	3	6.5
Promedio	9.38	6.37	5.88	4.64	7.75	3.125

Tabla 8.1: Tiempo por acciones la primera vez y las siguientes veces que se realizo

En la tabla 8.1 se observa consistentemente una mejora en el tiempo de realización de un tipo de acción con respecto a la primera vez que es realizada.

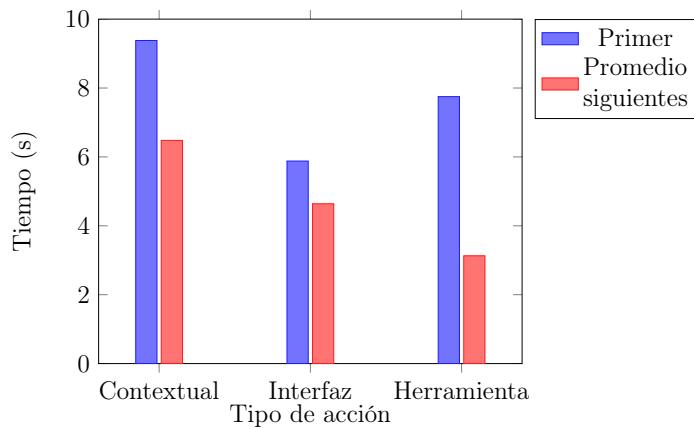


Figura 8.1: Tiempo por tipo de acción

En la figura 8.1 se observa como en promedio el usuario aprende, y en las siguientes acciones similares demora menos tiempo, este es un factor importante y es el objetivo de esta prueba pues muestra que la interfaz es fácil de usar, y con tres tipos de acciones, el usuario puede utilizarla sin mayores inconvenientes. Se observa una mejoría del 30 % en las *Acciones por menú contextual*, 21 % en las *Acciones por menú de la GUI* y finalmente, una mejoría del 60 % en las *Acciones con elementos*.

Jugador	Desplazamiento	Acercamiento/alejamiento	Total
1	18	2	20
2	7	8	15
3	14	12	26
4	9	14	23
5	5	8	13
6	14	4	18
7	16	3	19
8	4	3	7
Promedio	10,88	6,75	17,63

Tabla 8.2: Cantidad de movimientos espaciales

En la tabla 8.2 se observa la cantidad de movimientos espaciales realizados por los usuarios, se observa que en promedio se desplazaron 10,88 veces por el escenario, y 6,75 veces acercaron o alejaron la cámara del paciente.

No existe una cantidad mínima o máxima de movimientos que el usuario debe realizar para acercar, alejar o desplazar la cámara. Los datos mostrados en la tabla 8.2 muestran que no son necesarias demasiados movimientos. Teniendo en cuenta esta información y la proveída en la tabla 8.3, se concluye que en promedio los usuarios realizan 1,7 movimientos por minuto.

Alumno	Tiempo (min)
1	8:32
2	6:03
3	8:33
4	5:17
5	6:55
6	8:40
7	7:03
8	10:27
Promedio	7:41

Tabla 8.3: Tiempo de prueba por usuario

El tiempo total que se observa en la tabla 8.3, muestra que en promedio a cada alumno le tomo 7 : 41 minutos realizar todos los pasos especificados, es importante notar que este tiempo incluye el tiempo de adaptación.

La tabla 8.4 nos muestra la cantidad de pasos realizados por los alumnos de un total de 19. Se observa que en promedio realizaron 16,75 pasos.

8.3.4.2. Encuesta

La encuesta es utilizada para obtener el grado de disconformidad de los usuarios con respecto a la solución. Se utiliza la disconformidad para resaltar los puntos débiles, así, aquellas variables que tengan el mayor porcentaje serán las que deban ser mejoradas.

En la tabla 8.5 se observan que las mayores disconformidades son la usabilidad de la interfaz de usuario que llega al 51 %, la interacción de los usuarios con el entorno que

Alumno	Pasos realizados (19)
1	19
2	15
3	18
4	15
5	18
6	16
7	19
8	14
Promedio	16,75

Tabla 8.4: Pasos realizados por alumno

llega al 50 % y la interacción con los objetos que llega al 49 %. Otras disconformidades con menor porcentaje son las características del entorno con un 33 %, la integración con el hardware con un 27 % y por último la calidad gráfica con un 17 %.

Variable	Disconformidad (0-1)
Calidad Gráfica	0.17
Interacción Entorno	0.50
Interacción Objetos	0.49
Características Entorno	0.33
Usabilidad Interfaz	0.51
Integración Hardware	0.27

Tabla 8.5: Disconformidad por variable

Como consecuencia de los resultados obtenidos, la usabilidad de interfaz y la interacción con objetos y con el entorno son mejoradas para obtener la versión final de la solución que es utilizada por los estudiantes de enfermería. Las demás pruebas mencionadas en este capítulo son realizadas con la versión final de la solución.

8.4. Encuesta de ubicación

Para recabar información acerca del nivel de acceso de los alumnos a la tecnología, se realiza una encuesta que cuenta con diez preguntas, las cuales buscan conocer el modelo de dispositivo móvil, el acceso a Internet, y la predisposición de cada alumno a ayudar en la prueba.

Con los resultados de la encuesta de ubicación tecnológica, se seleccionan aquellos alumnos que poseen dispositivos móviles que superan o igualan las especificaciones descritas más adelante. De esta encuesta se obtendrán los usuarios que formarán parte de la población que evaluará la versión final de la solución.

8.4.1. Muestra

En el año 2014, el IAB cuenta con 124 alumnos en el cuarto año de la carrera de Licenciatura en Enfermería distribuidos en tres secciones, estos alumnos son considerados la población objetivo. De los 124, 93 de ellos estuvieron interesados en completar la encuesta.

8.4.2. Variables

Se definen 3 factores necesarios para que un alumno pueda ser considerado como sujeto de prueba, el primero es la predisposición del mismo a participar de la prueba, el segundo es que posea un dispositivo móvil que supere los requisitos mínimos explicados más adelante y el tercero es que tenga algún tipo de conexión a internet desde el dispositivo móvil pues los registros de actividad de cada dispositivo deben ser enviados y almacenados para su posterior interpretación y análisis. A continuación se describen las variables consideradas.

■ **Requisitos mínimos:** son aquellos requerimientos técnicos con los que debe cumplir completamente el dispositivo móvil del usuario para que la solución tenga un desempeño que garantice una experiencia fluida a la hora de utilizarla. Estos requisitos son:

- Memoria ram de 512MB o superior.
- Velocidad de procesador de 800 GHz o superior.
- Unidad de procesamiento de gráficos (GPU, Graphics Processing Unit) OpenGL ES 2.0 o superior.

Los requisitos de *hardware* mencionados, son requeridos por las características de la simulación, una GPU es requerida por los gráficos en tres dimensiones.

- **Tipo de acceso a internet:** el tipo de acceso a internet que posee el usuario en su dispositivo móvil. Puede ser una de las siguientes opciones: plan post-pago, paquetes pre-pago, acceso ocasional y sin acceso.
- **Sistema Operativo:** se refiere al tipo de sistema operativo que posee el dispositivo móvil del usuario.

8.4.3. Métricas

Las métricas utilizadas para estudiar los datos recogidos son sencillas ya que sólo buscan determinar la población que evaluará la solución, estas métricas son las siguientes:

- Porcentaje de encuestados con dispositivos móviles que cumplen y que no cumplen con los requisitos mínimos.
- Porcentaje del tipo de acceso a internet de los encuestados desde sus dispositivos móviles.

- Porcentaje del tipo de sistema operativo que poseen los dispositivos móviles de los encuestados.

8.4.4. Resultados obtenidos

En la figura 8.2 se puede observar que de 93 alumnos encuestados, el 94,6 % tiene acceso a internet al menos en algún momento y que solo el 5,4 % no tiene acceso a internet en sus dispositivos móviles. Considerando sólo estos datos, el 94,6 % de los alumnos podría utilizar la solución.

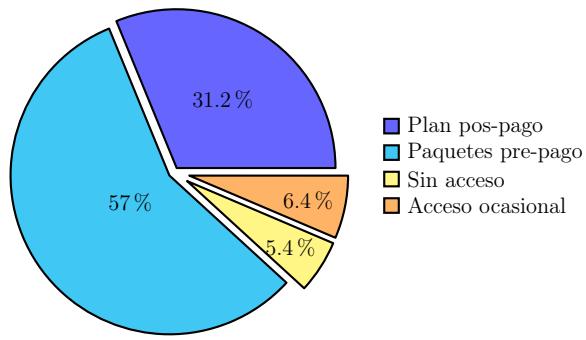


Figura 8.2: Acceso a internet desde dispositivos móviles

Los dispositivos móviles son un requisito para utilizar la solución, en la figura 8.3 se muestran los sistemas operativos móviles utilizados por los alumnos encuestados, si bien el motor de videojuego utilizado permite generar clientes a diversos sistemas operativos, es importante conocer el sistema operativo que poseen los alumnos para realizar pruebas.

En la figura 8.3 se puede observar que *Android* lidera con un 61,3 %, le sigue Windows Phone con un 12,9 %. Si bien, según la tabla 6.1, *Unity3D* soporta la mayoría de los sistemas operativos, aún es importante hacer pruebas sobre un sistema operativo específico. Se selecciona *Android* por ser el sistema operativo con mayor cuota entre los alumnos.

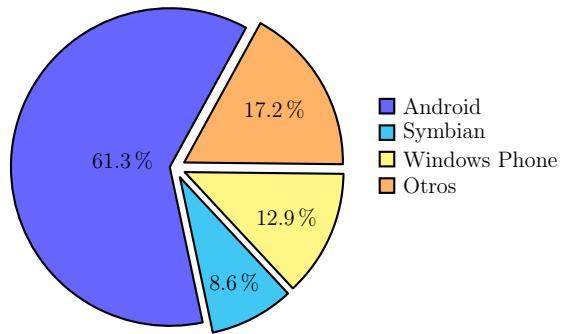


Figura 8.3: Sistemas operativos móviles utilizados

Por último, se divide a los encuestados para determinar cuantos de ellos tiene dispositivos móviles que cumplen los requisitos mínimos para utilizar la solución propuesta según lo descrito en la sección 8.4. En la figura 8.4 se puede observar que el 18,3 % de los encuestados cumplen con los requisitos.

Si bien los requisitos de la solución no son elevados para los estándares actuales, la figura 8.4 nos muestra que el 18,3 % tiene dispositivos de alta gama, el cual es un porcentaje mayor al esperado. Se observa además que cerca del 90 % posee un dispositivo de gama media o superior, la penetración de los dispositivos móviles es muy alta en los estudiantes de enfermería del IAB.

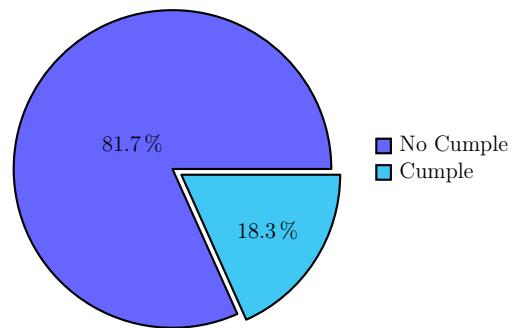


Figura 8.4: Dispositivos que cumplen con los requisitos mínimos para la prueba

Considerando los datos mostrados, el 17 alumnos cumplen con los requisitos para utilizar y evaluar la solución.

8.5. Registro de actividades

El registro de actividades ayuda a identificar las fortalezas y debilidades de la solución en cuanto al diseño y utilidad. Para que los alumnos puedan formar una opinión válida acerca de la solución primero deben experimentar con la misma, para ello se instala la solución en los dispositivos móviles de los alumnos.

La instalación de la solución se lleva a cabo en el IAB, se procede a mostrar un vídeo de la simulación, explicar la interfaz de usuario y realizar una muestra de como desenvolverse en el entorno. El período de prueba se extiende por 20 días, el mismo no es asistido, es decir, existen factores que no pueden ser controlados, como:

- Tiempo dedicado a la simulación por parte del alumno.
- Que todas las acciones provengan del alumno.
- Que sólo el conocimiento del alumno es puesto a prueba, es decir, no se puede controlar que no reciba ayuda externa.

Por estos motivos, el uso de la solución propuesta no puede ser considerado el único factor relacionado con los resultados obtenidos en la *Encuesta para medir el conocimiento*, cuyos resultados son mostrados más adelante en la sección 8.7.

La solución propuesta almacena información relacionada a la actividad del usuario, incluyendo cuándo y cómo realiza las acciones, los pasos que realiza, el orden y las condiciones de la escena cuando realiza cada acción.

El registro como un todo es enviado cada vez que el usuario deseé, este envío requiere una conexión a internet, por ello no es automático. Adicionalmente el último día de la prueba, todos los registros fueron enviados para que sean analizados.

8.5.1. Muestra

La muestra está conformada por los 11 alumnos que aceptaron formar parte de la prueba y poseen dispositivos móviles que cumplen con los requisitos mínimos descritos en la sección 8.4.

La utilización de 11 alumnos es suficiente, ya que según estudios presentados en [91], mientras menos experiencia tengan los sujetos de estudio con la solución planteada, serán necesarios menos para detectar un gran porcentaje de errores y fortalezas, y según [92], una base de 10 a 12 es suficiente para obtener resultados estadísticamente válidos.

8.5.2. Variables

Los registros de actividades nos permiten obtener información relevante acerca de cómo se utilizó la solución y cuál fue el desempeño de los usuarios, las variables a medir son las siguientes:

- **Cantidad de partidas:** se define como el número de veces que un usuario inicia una escena.
- **Tiempo total:** es la suma del tiempo empleado en todas las partidas.
- **Tiempo total de partidas por usuario y por tipo:** es el tiempo total empleado para jugar las partidas discriminadas por tipo y por usuario.
- **Cantidad de acciones:** es la cantidad total de acciones realizadas por los usuarios.
- **Cantidad de partidas realizadas por usuario y por tipo:** es el número de partidas jugadas por usuario discriminado por el procedimiento al que corresponde.
- **Cantidad de usuarios:** es el número de usuarios que utilizaron la solución.

- **Puntuación de las partidas:** dado el registro de reglas cumplidas en una partida del procedimiento de venopunción o el diagnóstico dado por el usuario en una partida del procedimiento de valoración de la escala de Glasgow, se puede obtener el desempeño del usuario en las partidas.

8.5.3. Métricas

Las métricas utilizadas para el análisis de los registros de actividades son las siguientes:

- **Promedio de tiempo por partida:** se obtiene dividiendo el tiempo total empleado en las partidas por el número de partidas.
- **Promedio de acciones por partida:** se obtiene dividiendo la cantidad total de acciones realizadas por los usuarios por el número de partidas.
- **Promedio de partidas por usuario:** se obtiene dividiendo el número total de partidas por el número de usuarios que utilizaron la solución.
- **Total de sesiones jugadas por tipo:** es la suma del número de partidas jugadas por los usuarios discriminadas por tipo.
- **Total de tiempo jugado por tipo:** es la suma de la cantidad de tiempo empleado en una partida por los usuarios discriminados por tipo.
- **Promedio de siguientes puntajes por tipo y por usuario:** se obtiene dividiendo la suma de los puntajes obtenidos en cada tipo de escenario por la cantidad de veces que jugó el usuario, a excepción de la primera vez.

8.5.4. Resultados obtenidos

En la tabla 8.6 se observa un resumen del experimento, en cuanto a tiempo, partidas y acciones.

Partidas	99
Primera partida	4 de noviembre de 2014
Última partida	23 de noviembre de 2014
Tiempo total	11134 s
Promedio de tiempo por partida	112 s
Acciones	2944
Promedio de acciones por partida	30
Usuarios	8
Promedio de partidas por usuario	12

Tabla 8.6: Resumen de la información extraída del registro de actividades

La cantidad de partidas jugadas por usuario en el procedimiento de venopunción, se muestra en la tabla 8.7, se observa que existen 3 alumnos que no participaron de la prueba o no se registraron sus actividades.

Venopunción		
Alumno	Sesiones jugadas	Tiempo jugado (s)
1	5	1202
2	19	2507
4	5	398
5	6	768
6	17	2371
7	7	707
9	1	126
10	8	960
Total	68	9039

Tabla 8.7: Número de partidas y tiempo total por alumno en segundos, en la escena de venopunción.

Los registros pueden no ser registrados si *a*) el usuario utilizó la solución, no envió

los datos y, luego desinstaló la solución o borró los datos de la misma, o, *b)* el usuario no utilizó la solución.

En la tabla 8.8, se observa la cantidad de sesiones y tiempo total por alumno, en la escena de *Glasgow*, en modo de evaluación. Se observa que 5 alumnos participaron en 22 sesiones, en total jugaron 1768 segundos. En cambio, en la tabla 8.9 se observa que 4 alumnos participaron en 9 sesiones y en total jugaron 327 segundos. Los alumnos prefirieron jugar en el modo que les permitía diagnosticar al paciente.

Glasgow (Evaluación)		
Número de alumno	Sesiones jugadas	Tiempo jugado (s)
1	4	211
2	8	738
4	3	132
6	1	97
7	6	590
Total	22	1768

Tabla 8.8: Número de partidas y tiempo total por alumno en segundos, en la escena *Glasgow*, en modo evaluación

Glasgow (Exploración)		
Número de alumno	Sesiones jugadas	Tiempo jugado (s)
1	2	79
2	3	80
4	3	89
6	1	79
Total	9	327

Tabla 8.9: Número de partidas y tiempo total por alumno en segundos, en la escena *Glasgow*, en modo exploración

En las tablas 8.10 y 8.11 se muestran los primeros puntajes y un promedio de los puntajes siguientes obtenidos por cada alumno en los procedimientos de venopunción

y de la evaluación de la escala de Glasgow. Se debe tener en cuenta el tiempo y la cantidad de veces que cada alumno jugó cada uno de los procedimientos para valorar los resultados mostrados.

Número de alumno	Venopunción	
	Primer Puntaje	Siguientes Puntajes
1	11	14.3
2	9	10.6
4	3	3.3
5	3	6.8
6	3	5.8
7	4	4
9	16	
10	3	7.2
Promedio	6.5	7.42

Tabla 8.10: Puntaje obtenido la primera vez y el promedio de los puntajes de las siguientes veces por alumno, en la escena de venopunción

Número de alumno	Glasgow (Evaluación)	
	Primer Puntaje	Siguientes Puntajes
1	1	1.5
2	2	2.3
4	1	1.5
6	2	2
7	0	1
Promedio	1.2	1.66

Tabla 8.11: Puntaje obtenido la primera vez y el promedio de los puntajes de las siguientes veces por alumno, en la escena *Glasgow*, en modo evaluación

En las tablas 8.10 y 8.11 se observa que los alumnos que participaron de la prueba mejoran su desempeño a medida que aumenta el número de partidas.

Por último, en la figura 8.5 se puede observar la distribución de las partidas por hora del día. Los picos de uso de la solución se dan a las 13 : 00 horas, horario de almuerzo,

a las 17 : 00 horas, fin de las actividades académicas y a las 01 : 00 horas, horario libre. De esta manera los datos muestran que el mayor uso de la solución se da en los horarios libres de los alumnos, es decir, los alumnos deciden usar la solución en su tiempo libre.

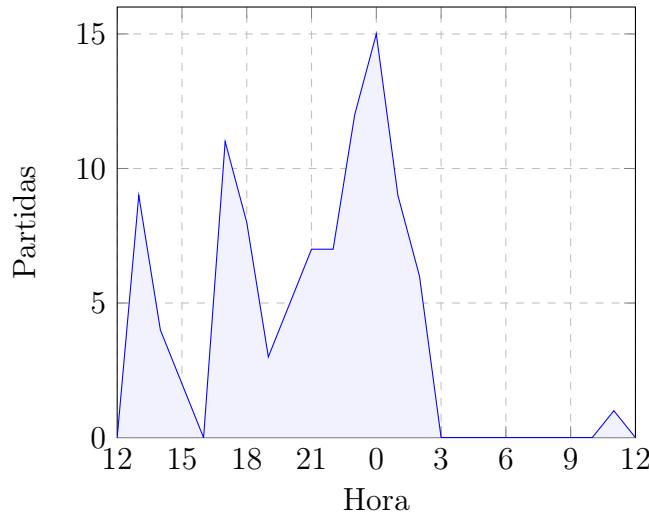


Figura 8.5: Utilización de la solución por hora del día

8.6. Encuesta para evaluar la solución

Al final del período de prueba de la solución cada alumno que forma parte de la muestra completa una encuesta con 31 preguntas que se utilizan para validar las consideraciones de diseño, las cuales fueron explicadas en el capítulo 5 y para medir sus apreciaciones sobre otros aspectos de la solución que serán detallados más adelante en esta sección.

Las preguntas están agrupadas en dos, el primer grupo cuenta con 27 preguntas cerradas, es decir de una sola respuesta en una lista de opciones, el segundo grupo cuenta con 4 preguntas abiertas, es decir los encuestados pueden dar respuestas libres a las preguntas.

De esta forma, se busca identificar las fortalezas y debilidades de la solución, además

de evaluar la solución en cuanto a factores de exploración, representación, motivación, inmersión, retroalimentación y pedagogía, de acuerdo a las apreciaciones de los miembros de la muestra.

8.6.1. Muestra

La encuesta es entregada a los 11 alumnos de la población objetivo que acordaron participar en la prueba y que fueron seleccionados como resultado de la *Encuesta para determinar la muestra*, mientras completan la encuesta, un guía está presente para responder cualquier duda.

8.6.2. Variables

Las variables a medir son agrupadas en factores, los cuales representan aquellos aspectos de la solución propuesta que buscan ser evaluados.

Cabe resaltar que la medición de estas variables se realizan exclusivamente de acuerdo a las valoraciones dadas por la muestra en cada una de las preguntas que forman parte de la encuesta.

8.6.2.1. Exploración

Este factor se refiere a los aspectos de la solución que permiten al usuario explorar el entorno durante la partida. Para facilitar esta exploración se busca proveer facilidad de uso, intuitividad y realismo en cuanto a las acciones y situaciones que se presentan en la solución para que de esta manera, los elementos que la componen no representen para el jugador un obstáculo que impida su uso.

Las variables que miden este aspecto son las siguientes:

- **Funciones realizadas por los elementos del juego:** se refiere a si las simplificaciones realizadas en la solución en cuanto a las funciones de cada uno de los elementos del juego facilitan su uso.
- **Aleatoriedad para afianzar conocimientos:** se refiere al beneficio que puede traer el hecho de que el estado del paciente en el juego sea aleatorio en cuanto a la posibilidad que esto brinda al jugador para poner a prueba sus conocimientos teóricos.
- **Aleatoriedad para representar realismo:** se refiere al uso de estados aleatorios en el paciente para que de esta forma el procedimiento se asemeje más a una situación real e invite al usuario a explorar el entorno.
- **Intuitividad:** se refiere a lo intuitivo que puede ser la utilización de los elementos del juego.

8.6.2.2. Representación

Este factor está relacionado con la calidad y suficiencia con la que se representan los diferentes objetos que son simulados en la solución. La representación abarca tanto funcionalidad como aspecto del objeto.

De esta manera, se busca permitir al usuario realizar con los objetos las acciones que requiera para llevar a cabo el procedimiento que se le presente en la solución, y además, representar estos elementos de la mejor manera posible.

Las variables que miden estos aspectos son las siguientes:

- **Respuestas del paciente:** se refiere a la suficiencia de las respuestas motrices, oculares y verbales que realiza el paciente en la escena correspondiente a la valoración de la escala de Glasgow.

- **Distinción entre los estados del paciente:** se refiere a si los diferentes estados del paciente son distinguidos correctamente en el procedimiento de valoración de la escala de Glasgow ya que esto es importante para que el usuario pueda diagnosticar correctamente al paciente.
- **Acciones con los elementos:** se refiere a si las diferentes acciones que pueden realizarse con los elementos o herramientas del juego en un determinado procedimiento de enfermería son suficientes para ese procedimiento, ya que, debido a las limitaciones de la tecnología estas acciones son limitadas.

8.6.2.3. Motivación

Este factor está relacionado con la importancia de incluir en la solución aquellas características lúdicas que son propias de un videojuego convencional. Se busca conocer el valor de estas características en cuanto a la motivación que puedan producir en los usuarios tanto para volver a utilizar la solución como para superarse en cada partida.

Las variables que miden estos aspectos son las siguientes:

- **Motivación del puntaje:** se refiere a que tanto motiva al jugador que la solución le proporcione un puntaje total al final de cada partida para poder mejorar constantemente siendo este puntaje como una evaluación final de todo lo que realizó durante la partida.
- **Importancia del puntaje:** se refiere a que tan importante es para un jugador que se le proporcione un puntaje total al final de cada partida para poder visualizar su rendimiento.
- **Socialización de los puntajes:** se refiere a si el hecho de que las personas del mismo entorno compartan sus puntajes, experiencias y logros en las partidas a través de redes sociales pueda ser motivador.

- **Medición del tiempo:** se refiere a que tanto motiva al jugador que la solución le proporcione el tiempo que duro su partida sirviendo este tiempo como una evaluación de su precisión a la hora de realizar el procedimiento que se le presente.

8.6.2.4. Inmersión

Este factor está relacionado con la percepción de formar parte de la escena. Es decir, se trata de evaluar que tanto el usuario puede sentir que realmente se encuentra dentro del juego para que de este modo el pueda entrar en ambiente para realizar los procedimientos que se le presenten en sus partidas de juego.

Las variables que miden este aspecto son las siguientes:

- **Escenografía para entrar en ambiente:** se refiere a la importancia de la escenografía de la partida para que el jugador entre en ambiente para realizar el procedimiento que se le presente.
- **Juegos cortos:** se refiere a si el hecho de que los procedimientos presentados en las partidas sean cortos contribuye a repetir las partidas varias veces de seguido entrando en un estado de inmersión.
- **Gráficos en tres dimensiones para entender el entorno:** se refiere a la importancia que tiene el uso de gráficos en tres dimensiones para que el usuario pueda entender mejor el entorno y las posibles acciones que puede realizar.
- **Realismo a través de órdenes verbales:** se refiere a si el hecho de que la solución brinde la posibilidad de que aparezca un menú de órdenes verbales en el momento en que el jugador habla hace que la acción de dar órdenes verbales se asemeje más a la realidad.
- **Sentido de pertenencia:** se refiere a si la simulación ayuda al jugador a sentirse parte del laboratorio, dando cierto realismo a la escena que se le presenta.

8.6.2.5. Utilidad

Este factor está relacionado con el potencial de la solución como herramienta de apoyo al proceso de aprendizaje de los estudiantes de enfermería.

Las variables que miden este aspecto son las siguientes:

- **Simulación para complementar el estudio en clase y laboratorio:** se refiere a que tanto potencial tienen las herramientas alternativas como la simulación para complementar a los métodos de aprendizaje tradicionales que son el estudio en clase y en el laboratorio.
- **Simulación como proveedor de facilidades para el estudio:** se refiere a si las herramientas alternativas como la solución proveen más facilidades para poner en práctica los conocimientos con respecto a los demás métodos de aprendizaje que son los libros, laboratorios y el campo de prácticas.
- **Interacción con el paciente:** se refiere a si el hecho de que el jugador pueda interactuar con un paciente que responde a las acciones del jugador implica una mejora con respecto a otros materiales utilizados en los laboratorios de práctica.

8.6.2.6. Retroalimentación

Este factor está relacionado con la importancia de ofrecer al jugador información acerca de sus logros y errores de manera tal que el pueda estar consciente de sus puntos fuertes y sus puntos débiles en los diversos procedimientos que realice en la solución.

Las variables que miden este aspecto son las siguientes:

- **Detalles de los pasos realizados incorrectamente:** se refiere a la importancia que tiene para el usuario que la solución no sólo le diga los pasos que realizó de manera incorrecta sino también el por qué de ello.

- **Retroalimentación suficiente respecto a los pasos realizados:** se refiere a si son suficientes las justificaciones breves acerca de las causas por las cuales se realizó incorrectamente un paso.
- **Representación iconográfica de conceptos y acciones en la GUI:** se refiere a la suficiencia de mostrar iconos en la interfaz de la solución para representar el estado actual del jugador.

8.6.2.7. Pedagogía

Este factor está relacionado al beneficio que puede traer la solución para apoyar el aprendizaje del jugador. De esta manera, se busca obtener la validez real de este tipo de herramientas como aporte al aprendizaje, proveyendo mas interacción al jugador.

Las variables que miden este aspecto son las siguientes:

- **Potencial para memorizar y comprender el procedimiento:** se refiere a que tanto ayuda la solución al usuario para entender los procedimientos que se le presentan y para no olvidar los pasos de cada uno de ellos.
- **Retroalimentación limitada:** se refiere a que tan efectivo resulta no dar pistas al jugador en el momento de realizar un procedimiento para que pueda plasmar y medir sus conocimientos.
- **Acciones a través de botones:** se refiere a que tan suficiente es representar determinadas acciones con un botón debido a limitaciones en la tecnología.

8.6.3. Métricas

La métrica utilizada en las preguntas cerradas es la escala de Likert haciendo uso de la *Doble estandarización*, como se describe en la sección 8.2.1. Esto ayuda a determinar los puntos fuertes y débiles de los aspectos evaluados.

Además se utilizan promedios hallados teniendo en cuenta las respuestas de los usuarios en cada una de las preguntas cerradas para determinar el nivel de aceptación promedio en cuanto a los temas abordados en las preguntas.

8.6.3.1. Manejo de información faltante

Debido a que hubieron preguntas no respondidas en una de las encuestas, se utilizaron métodos para tratar esa información faltante. En este tipo de situaciones existen tres posibles formas de categorizar el patrón de ocurrencia de la falta de respuestas[93, 94]:

- **Información faltante completamente aleatoria:** cuando la información faltante es independiente de la variable medida y de otras variables.
- **Información faltante aleatoria:** cuando la información faltante depende de otras variables, pero no de la variable en sí.
- **Información faltante no aleatoria:** cuando hay una relación entre la información faltante y el valor de la variable.

En esta caso el patrón corresponde al tipo *Información faltante completamente aleatoria*. Existen a tres mecanismos [94] principales para lidiar con información faltante para este patrón: la eliminación, el sustitución y los procedimientos basados en modelo. [94] recomienda utilizar un mecanismo de reemplazo para escalas del tipo *Likert*.

Las técnicas de sustitución se clasifican en tres grandes grupos[94]: *a)* basadas en el promedio, *b)* basadas en regresión, e, *c)* imputación *hot deck*.

De estas técnicas se seleccionó *la sustitución* basado en el promedio ya que las relaciones entre las variables son bajas y los datos faltantes son menos del 10 %. La sustitución basada por promedio se divide nuevamente en tres grupos[94]; promedio *a. total, b. del subgrupo, y, c. por caso*.

La sustitución por promedio total es elegida debido a que la relación entre la variable que falta y las demás variables en los datos es relativamente baja, es fácil de usar y retiene la muestra.

8.6.4. Resultados obtenidos

Los resultados obtenidos con la encuesta son separados en *Preguntas cerradas* y *Preguntas abiertas* para una mejor comprensión.

8.6.4.1. Preguntas cerradas

La tabla 8.12 muestra las respuestas de los alumnos a las preguntas relacionadas al factor exploración, son cuatro preguntas, las cuales fueron descritas en 8.6.2.1. Segundo los datos, el uso de aleatoriedad para representar realismo y la facilidad de uso de los elementos son los puntos débiles, no obstante tienen una valoración promedio de *De acuerdo* y *Parcialmente de acuerdo* respectivamente. Los puntos fuertes son el uso de estados aleatorios para afianzar el conocimiento y la simplificación de las funciones de los elementos, con una valoración promedio de *De acuerdo*.

Alumno	Facilidad de uso	Exploración		
		Funciones realizadas por los elementos del juego	Aleatoriedad para afianzar conocimientos	Aleatoriedad para representar realismo
1	2	6	5	6
2	6	6	4	6
3	3	3	5	5
4	6	6	6	6
5	6	6	2	5
6	6	6	6	6
7	7	7	7	7
8	6	6	7	7
9	5	7	7	7
10	6	7	6	6
11	7	6	7	6
Promedio	5	6	6	6
Estandarizado	0.66	0.76	0.51	0.73

Tabla 8.12: Resultados de la *Encuesta para evaluar la solución* relacionados al factor exploración

La tabla 8.13 agrupa las respuestas de los alumnos según la calidad de representación, son cinco preguntas, las cuales fueron descritas en 8.6.2.2. Según los datos, los puntos débiles son las diferentes respuesta verbales que brinda el paciente virtual y la distinción entre los estados del paciente, no obstante ambos recibieron en promedio una valoración de *Neutral*. El punto más fuerte tiene que ver con los movimientos motrices del paciente virtual, con una valoración promedio de *De acuerdo*.

Alumno	Acciones con los elementos	Representación				Distinción entre los estados	
		Respuestas del paciente					
		Movimientos oculares	Reacción verbal	Movimientos motrices			
1	6	6	2	5	2		
2	4	5	5	6	4		
3	5	3	3	3	3		
4	6	5	2	4	2		
5	2	2	6	6	6		
6	6	4	6	6	6		
7	7	6	5	7	5		
8	6	7	7	7	5		
9	5	6	2	7	6		
10	6	4	4	4	5		
11	6	4	6	6	5		
Promedio	5	5	4	6	4		
Estandarizado	0.65	0.50	0.41	0.71	0.36		

Tabla 8.13: Resultados de la *Encuesta para evaluar la solución* relacionados al factor representación

La tabla 8.14 muestra las respuestas de los alumnos a las preguntas relacionadas al factor *Motivación*, son cinco preguntas, las cuales fueron descritas en 8.6.2.3. Según los datos, el punto débil es la medición del tiempo, no obstante tiene una valoración promedio de *De acuerdo*. El punto más fuerte es el uso del puntaje como motivador con una valoración promedio de *De acuerdo*

Alumno	Motivación			
	Importancia del puntaje	Socialización de los puntajes	Medición del tiempo	Motivación del puntaje
1	6	4	4	7
2	7	4	6	6
3	6	6	5	6
4	1	4	6	1
5	2	2	7	7
6	6	5	4	6
7	7	7	6	7
8	7	7	7	7
9	7	7	7	7
10	7	4	5	7
11	5	4	5	6
Promedio	6	5	6	6
Estandarizado	0.77	0.60	0.51	0.85

Tabla 8.14: Resultados de la *Encuesta para evaluar la solución* relacionados al factor motivación

La tabla 8.15 muestra las respuestas de los alumnos a las preguntas relacionadas al factor *Inmersión*, son cinco preguntas, las cuales fueron descritas en 8.6.2.4. Según los datos, los puntos débiles son el uso de comandos verbales para aumentar el realismo y el sentido de pertenencia. El punto más fuerte es el uso de escenografías similares a la realidad. No obstante, todos los puntos tienen una valoración promedio de *De acuerdo*.

Alumno	Inmersión				
	Realismo a través de ordenes verbales	Escenografía para entrar en ambiente	Gráficos en tres dimensiones	Sentido de pertenencia	Juegos cortos
1	4	6	4	5	3
2	6	6	6	6	6
3	6	6	6	5	6
4	4	6	7	5	6
5	6	6	5	6	6
6	6	6	6	4	4
7	7	7	7	7	7
8	6	7	7	7	7
9	6	7	7	7	7
10	6	3	4	6	6
11	5	3	5	5	4
Promedio	6	6	6	6	6
Estandarizado	0.55	0.77	0.66	0.50	0.67

Tabla 8.15: Resultados de la *Encuesta para evaluar la solución* relacionados al factor inmersión

La tabla 8.16 agrupa las respuestas de los alumnos según la utilidad de la solución, son tres preguntas, las cuales fueron descritas en 8.6.2.5. Según los datos, el punto débil se da en cuanto a la interacción con el paciente virtual en comparación con un maniquí, no obstante tiene una valoración promedio de *Parcialmente de acuerdo*. El punto más fuerte es la utilidad de la solución como complemento a las clases teóricas y de laboratorio con una valoración promedio de *De acuerdo*.

Alumno	Utilidad		
	Interacción con el paciente	Provee facilidades para el estudio	Complementa el estudio en clase y laboratorio
1	7	5	7
2	6	6	6
3	6	6	6
4	2	6	6
5	2	6	6
6	6	6	6
7	7	6	7
8	5	6	7
9	7	7	7
10	1	7	7
11	6	4	5
Promedio	5	6	6
Estandarizado	0.61	0.66	0.79

Tabla 8.16: Resultados de la *Encuesta para evaluar la solución* relacionados al factor utilidad

La tabla 8.17 agrupa las respuestas de los alumnos según la calidad de retroalimentación, son tres preguntas, las cuales fueron descritas en 8.6.2.6. Según los datos, los puntos débiles son la representación del estado de los objetos de la simulación a través de imágenes y el nivel de detalle brindado al usuario acerca de las razones por las que no realizó correctamente un paso, no obstante ambos poseen una valoración promedio de *Parcialmente de acuerdo*. El punto fuerte es indicarle al usuario qué pasos realizó correctamente y cuáles incorrectamente, con una valoración promedio de *De acuerdo*.

Alumno	Retroalimentación		
	Representación iconográfica de conceptos y acciones en la GUI	Retroalimentación suficiente respecto a los pasos realizados	Detalles de los pasos realizados incorrectamente
1	3	2	7
2	5	4	6
3	3	6	6
4	6	6	6
5	6	1	6
6	2	6	6
7	6	7	7
8	6	6	7
9	6	6	7
10	5	4	6
11	4	5	6
Promedio	5	5	6
Estandarizado	0.54	0.56	0.70

Tabla 8.17: Resultados de la *Encuesta para evaluar la solución* relacionados al factor retroalimentación

La tabla 8.18 agrupa las respuestas de los alumnos según el factor pedagógico, son tres preguntas, las cuales fueron descritas en 8.6.2.7. Según los datos, el punto débil es la realización de acciones a través de botones y el punto fuerte es el potencial de la solución para ayudar a comprender los procedimientos, no obstante todos los puntos tienen una valoración promedio de *De acuerdo*.

Alumno	Pedagogía			Potencial para comprender el procedimiento
	Acciones a través de botones	Retroalimentación limitada		
1	6	6		6
2	6	6		7
3	4	6		6
4	6	7		6
5	7	5		6
6	4	4		6
7	7	6		7
8	6	7		7
9	7	7		7
10	6	7		7
11	5	6		5
Promedio	6	6		6
Estandarizado	0.59	0.62		0.81

Tabla 8.18: Resultados de la *Encuesta para evaluar la solución* relacionados al factor pedagogía

Los resultados se resumen en la tabla 8.19, donde se muestra el número de alumno para identificar a un alumno y el promedio de sus respuestas en la encuesta por factor estudiado. Se puede observar que el promedio total por cada factor indica que los de menor valoración son la representación y la retroalimentación con una valoración promedio de *Parcialmente de acuerdo*.

Como se explica en la sección 8.2.1, estos resultados están sujetos a tendencias, para ello se aplica el método de doble estandarización[89].

Número de alumno	Motivación	Exploración	Immersion	Pedagogía	Representación	Retroalimentación	Utilidad	Promedio de respuestas
1	5	5	4	6	4	4	6	5
2	6	6	6	6	5	5	6	6
3	4	6	6	5	3	5	6	5
4	6	3	6	6	4	6	5	5
5	5	5	6	6	4	4	5	5
6	6	5	5	5	6	5	6	5
7	7	7	7	7	6	7	7	7
8	7	7	7	7	6	6	6	7
9	7	7	7	7	5	6	7	6
10	6	6	5	7	5	5	5	5
11	7	5	4	5	5	5	5	5
Promedio Total	6	6	6	6	5	5	6	6

Tabla 8.19: Resultados de la *Encuesta para evaluar la solución*

Con el resultado final de la estandarización diferenciamos cuáles son los puntos fuertes y cuáles los puntos débiles de la solución propuesta con respecto a las respuestas dadas por los usuarios. Estos valores son relativos a las respuestas originales dadas en la encuesta, los resultados se muestran en la tabla 8.20. Los datos demuestran que, el punto más fuerte es la utilidad seguida de la exploración, el punto más débil es la representación seguida de la retroalimentación. De esta forma se puede valorar mejor cada uno de los factores a diferencia de los datos mostrados en 8.19.

Número de alumno	Motivación	Exploración	Inmersión	Pedagogía	Representación	Retroalimentación	Utilidad	Promedio de respuestas
1	0.45	0.55	0.20	0.63	0.44	0.41	0.82	0.47
2	0.33	0.53	0.49	0.61	0.27	0.13	0.52	0.41
3	0.17	0.86	0.87	0.67	0.13	0.67	1.00	0.60
4	0.75	0.31	0.63	0.81	0.47	0.78	0.54	0.59
5	0.46	0.58	0.69	0.67	0.57	0.50	0.54	0.58
6	1.00	0.73	0.68	0.42	0.90	0.67	1.00	0.78
7	1.00	0.79	1.00	0.67	0.50	0.87	0.78	0.80
8	0.75	1.00	0.83	0.75	0.70	0.70	0.44	0.75
9	0.90	1.00	0.93	1.00	0.64	0.92	1.00	0.90
10	0.79	0.74	0.54	0.92	0.60	0.60	0.67	0.68
11	0.75	0.42	0.08	0.25	0.60	0.35	0.25	0.39
Promedio Total	0.67	0.68	0.63	0.67	0.53	0.60	0.69	0.63

Tabla 8.20: Resultados de la *Encuesta para evaluar la solución* con doble estandarización

En la tabla 8.21 se puede observar el resumen de las tablas 8.19 y 8.20.

Factores	Promedio Subjetiva	Promedio estandarizado
Motivación	De acuerdo	0,67
Exploración	De acuerdo	0,68
Inmersión	De acuerdo	0,63
Pedagogía	De acuerdo	0,67
Representación	Parcialmente de acuerdo	0,53
Retroalimentación	Parcialmente de acuerdo	0,60
Utilidad	De acuerdo	0,69

Tabla 8.21: Aceptación por aspecto de la solución

Para obtener una mejor visión de las fortalezas y debilidades de la solución propuesta, se presenta el gráfico de *kiviat* 8.6.4.1.

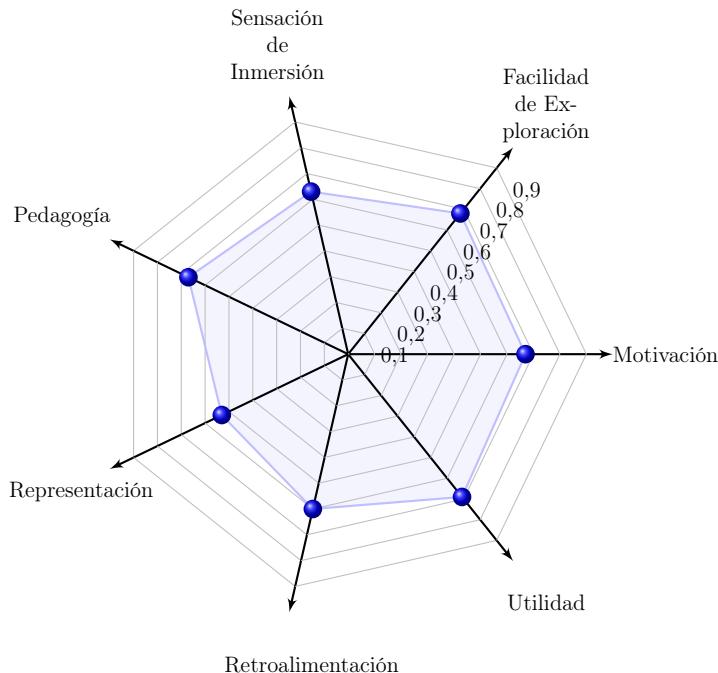


Figura 8.6: Gráfico de Kiviat de los factores evaluados

Por último, con las informaciones obtenidas de las respuestas de los usuarios a la encuesta, es posible *Validar las consideraciones de diseño asumidas durante el desarrollo de la solución*, lo cual es uno de los objetivos de este capítulo. En la tabla 8.22 se observa la opinión de los alumnos con respecto a las consideraciones de diseño asumidas en 5.3.2, todas las consideraciones fueron aceptadas.

Consideraciones de diseño	Promedio	
	Encuesta	Estandarizado
C1. Interacción a través de la voz	De acuerdo	0,55
C2. Extracción de elementos	Parcialmente de acuerdo	0,65
C3. Bioseguridad	De acuerdo	0,58
C4. Representación Iconográfica	Parcialmente de acuerdo	0,53
C5. Motivación	De acuerdo	0,65
C6. Retroalimentación limitada	De acuerdo	0,61
C7. Movilidad	De acuerdo	0,66

Tabla 8.22: Aceptación por consideración de diseño

8.6.5. Preguntas abiertas

La parte final de la encuesta que respondieron los alumnos cuenta con preguntas abiertas, donde los alumnos expresaron sus opiniones sobre los aspectos que rodean al uso de este tipo de soluciones al aprendizaje de enfermería.

- El 100 % de los alumnos mencionó que este tipo de soluciones son beneficiosas para el aprendizaje de procedimientos de enfermería.
- El 64 % de los alumnos mencionó que la principal dificultad para utilizar la solución es el factor tiempo.
- El 45 % de los alumnos mencionó que la solución es completa, mientras que el 18 % sugirió más elementos e interacción con el paciente.

Con esta información se puede *determinar el nivel de aceptación de la solución*, se observa que el 100 % de los alumnos cree que es beneficioso contar con este tipo de soluciones.

8.7. Encuesta para evaluar el conocimiento

A fin de obtener información acerca del conocimiento de los alumnos que forman parte de la población objetivo, es decir, aquellos que utilizaron la solución propuesta y los que no la utilizaron, los cuales constituyen el grupo de control, se realiza una encuesta que consta de diez preguntas.

La encuesta mide el nivel de conocimiento del alumno sobre los dos temas simulados, contiene preguntas de nivel básico, medio y avanzado. Las mismas son formuladas utilizando la lista de competencias básicas que debe tener un alumno para aprobar la materia **Enfermería en Urgencias II**. Las preguntas son verificadas por los profesores

de la cátedra. Cada pregunta tiene el mismo peso, así la puntuación más baja obtenible es 0, y la más alta es 10.

De esta manera se busca evaluar la influencia pedagógica de la solución como herramienta de apoyo al aprendizaje.

8.7.1. Muestra

La población objetivo cuenta con 124 alumnos, de los cuales 11 son la muestra seleccionada para la prueba de la solución, y los 113 alumnos restantes son utilizados como grupo de control.

8.7.2. Variables

Se busca medir el puntaje total de los alumnos en la *Encuesta para evaluar el conocimiento*. Esto se obtiene de la siguiente manera.

Siendo:

- po_{ik} la respuesta del usuario i a la pregunta k
- n total de preguntas, igual a 10
- tc total de alumnos en el grupo de control, igual a 113.
- t total de alumnos, igual a 124
- ts total de sujetos de estudio, igual a 11.

Se define el puntaje total pto_i del alumno i como,

$$pto_i = \sum_{j=1}^n po_{ij}$$

8.7.3. Métricas

Como se mencionó, la *Encuesta para evaluar el conocimiento* busca medir el rendimiento de los alumnos, para ello se utiliza como métrica principal el promedio de acierto, tanto del conjunto total de alumnos de la población objetivo, como de los que participaron de la prueba, y del grupo de control por separado.

Se define el promedio total de los alumnos, *promtotal* como:

$$promtotal = \frac{\sum_{i=1}^t pto_i}{t}$$

Se obtienen los promedios del grupo de control (*promcontrol*) y del grupo de alumno que participo en la prueba para evaluar la solución (*promsujetos*) de la misma manera.

8.7.4. Resultados obtenidos

Como se detalló en la sección 8.7, la encuesta realizada a cada usuario, parte de la prueba, es utilizada para obtener una comparación en cuanto al rendimiento de los usuarios que forman parte de la muestra y los que forman parte del grupo de control.

La tabla 8.23 muestra el nivel de acierto en promedio por pregunta de los usuarios que forman parte de la muestra y de los que forman parte del grupo de control. Según estos datos, en el 60 % de los casos hay una leve mejoría en cuanto al nivel de acierto para los usuarios que forman parte de la muestra.

Pregunta	Promedio		
	Muestra	Grupo Control	Total
ES1. Torniquete	0.36	0.18	0.20
ES2. Guantes	0.64	0.60	0.60
ES3. Manos	0.09	0.14	0.13
ES4. Bioseguridad	0.27	0.25	0.26
ES5. Explicación	0.82	0.56	0.59
EG1. Diagnóstico Global 1	0.00	0.18	0.16
EG2. Diagnóstico Global 2	0.64	0.51	0.53
EG3. Respuesta ocular	0.45	0.28	0.29
EG4. Respuesta motora	0.18	0.32	0.31
EG5. Respuesta verbal	0.36	0.45	0.45
Sumatoria:	3.82	3.47	3.49

Tabla 8.23: Rendimiento promedio de usuarios por pregunta

Los datos sólo sugieren levemente una tendencia a la mejoría de los puntajes para los usuarios que forman parte de la muestra, sin embargo, estos datos no pueden ser tomados para realizar conclusiones ya que la cantidad de sesiones de juego por usuario no se considera suficiente para que el uso de la solución propuesta afecte realmente en el aprendizaje del usuario. Cabe destacar, que tanto la muestra como el grupo de control respondieron a la encuesta luego del examen final de la materia *Enfermería en Urgencias II*, la cual requería el dominio de ambos temas simulados.

8.8. Correlación entre variables

En esta sección se busca analizar las relaciones que puedan haber entre el uso de la solución y el rendimiento en la encuesta para evaluar el conocimiento, considerando sólo a los alumnos que participaron de la prueba de la solución.

En la tabla 8.24 se observa la correlación entre seis variables estudiadas, a fin de observar si existe alguna relación entre los valores, se utiliza la correlación de *Pearson*,

descrita en 8.2.2. Las variables corresponden al *Registro de actividades* y a los resultados de la *Encuesta para medir el conocimiento*.

Las correlaciones más significativas mostradas en la tabla 8.24, son:

- Puntaje máximo obtenido en el procedimiento de venopunción en la solución y tiempo jugado en el procedimiento de venopunción, 0,30, relación positiva moderada. Así como una correlación positiva fuerte (0,61) entre puntaje máximo obtenido en el procedimiento de *Glasgow* (evaluación) y tiempo jugado en el procedimiento de *Glasgow* (evaluación).

Esto podría sugerir que mientras más se utiliza la solución, mejor rendimiento se obtiene. Es un punto positivo pues muestra que los usuarios aprenden a utilizarla y mejoran con el tiempo.

- Puntaje máximo obtenido en el procedimiento de venopunción en la solución y puntaje obtenido en el examen en lo referente a venopunción, 0,74, relación positiva muy fuerte. Así como una correlación positiva fuerte (0,54) entre el puntaje máximo obtenido en el procedimiento de *Glasgow* (evaluación) y puntaje obtenido en el examen en lo referente a *Glasgow*.

Esto podría sugerir que los alumnos con mejor rendimiento en la solución, obtuvieron el mejor rendimiento en la evaluación.

- Tiempo jugado en el procedimiento de *Glasgow* (evaluación) y puntaje obtenido en el examen en lo referente a *Glasgow*, 0,86, relación positiva muy fuerte. Lo que puede sugerir que los usuarios que más tiempo invirtieron en el procedimiento *Glasgow*, también obtuvieron mejor puntaje en el examen.
- Existe una correlación positiva moderada (0,29) entre el tiempo de utilización del procedimiento Venopunción, y la utilización del procedimiento *Glasgow*, lo que sugiere que los usuarios dedicaron un tiempo similar en ambos procedimientos.

- Existe una correlación positiva moderada (0,35) entre el puntaje mayor en el procedimiento Venopunción, y el tiempo de juego en el procedimiento *Glasgow*, lo que parece indicar que los usuarios que completaron la mayor parte del procedimiento Venopunción, dedicaron más tiempo al procedimiento *Glasgow*.
- Puntaje obtenido en el examen en lo referente a venopunción y puntaje obtenido en el examen en lo referente a *Glasgow*, 0,78, relación positiva muy fuerte. Esto podría sugerir que el nivel de conocimiento de los alumnos sobre ambos procedimientos está relacionado.

	Puntaje Máx Venopunción (juego)	Puntaje Máx Glasgow (juego)	Tiempo Jugado Venopunción	Tiempo Jugado Glasgow	Puntaje Venopunción (examen)	Puntaje Glasgow (examen)
Puntaje Máx Venopunción (juego)	1	0.12	0.30	0.35	0.74	0.55
Puntaje Máx Glasgow (juego)	0.12	1	0.32	0.61	0	0.54
Tiempo Jugado Venopunción	0.30	0.32	1	0.29	0.04	0.05
Tiempo Jugado Glasgow	0.35	0.61	0.29	1	0.69	0.86
Puntaje Prom Venopunción (examen)	0.74	0	0.04	0.69	1	0.78
Puntaje Prom Glasgow (examen)	0.55	0.54	0.05	0.86	0.78	1

Tabla 8.24: Correlación entre factores estudiados

Capítulo 9

Conclusiones

Durante este trabajo de grado se analizó y evalúo la utilización de las TIC en la educación, en especial a los juegos serios. Para ello se diseñó y desarrolló una aplicación para dispositivos móviles cuyo fin es el de servir como herramienta de apoyo en el proceso de aprendizaje de los estudiantes de la carrera de enfermería, así como también para identificar y valorar los factores pedagógicos, de diseño, de implementación y de evaluación que influyen en la creación de juegos serios.

Se considera interesante la investigación de herramientas como la solución propuesta en este trabajo, debido a la tendencia actual de promover tecnologías que tengan un papel más activo en el proceso de enseñanza-aprendizaje, abriendo camino a las nuevas corrientes pedagógicas.

Los estudiantes del nuevo milenio están acostumbrados a las nuevas tecnologías y tienen otros estilos de aprendizaje. Por lo tanto se debe asumir el desafío de incorporar a la tecnología con mayor fuerza, aportando aún más dinamismo en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Se considera además, que el factor motivacional que puede brindar este tipo de herramientas influirá positivamente en los estudiantes y en los profesores.

A continuación se detallan las conclusiones obtenidas por cada objetivo específico

definido.

9.1. TIC en la educación

- **Los beneficios de las TIC aún no hay sido explotados completamente en el área educativa:** esto se debe principalmente a la cantidad de inversión necesaria en infraestructura y a la necesidad de adopción de nuevas corrientes pedagógicas que requieren un cambio de roles de los profesores y alumnos[95].

9.2. Juegos Serios como herramientas educativas

- **Los juegos serios permiten una experiencia sin riesgos:** permiten al usuario experimentar, poner a prueba y construir conocimientos sin los riesgos económicos y de salud presentes en la vida real[4].
- **Los juegos serios actuales tienden a ofrecer una retroalimentación muy guiada:** la mayoría de los juegos serios existentes brindan una retroalimentación muy guiada al usuario induciéndolo a hacer lo correcto sin brindarle suficiente espacio para que desarrolle su pensamiento crítico y toma de decisiones.

9.3. Áreas de aplicación de los juegos serios

- **La enseñanza de profesionales de enfermería es un área propicia para la aplicación de los juegos serios:** los estudiantes de enfermería requieren un alto grado de prácticas, pues adquieren el conocimiento a través de la experimentación y la reflexión[3].
- **En el IAB, los juegos serios poseen potencial para resolver los problemas**

de la formación de los profesionales de enfermería: las técnicas utilizadas actualmente no son suficientes para la preparación de los alumnos ante las primeras prácticas con pacientes humanos.

- **Se debe utilizar herramientas alternativas de bajo costo:** el nivel de acceso a la tecnología de los estudiantes del IAB es bajo. Proveer soluciones que requieran una inversión en hardware o software por parte de los usuarios no es una alternativa viable actualmente.

9.4. Selección de herramientas tecnológicas para el desarrollo de juegos serios

- **Se recomienda utilizar Unity3D para el desarrollo de juegos serios para dispositivos móviles:** crear un juego serio desde cero es un proceso sumamente complejo y costoso, la utilización de un motor moderno, como *Unity3D*, facilita en gran parte el proceso.
- **Se recomienda tener en cuenta el costo, requisitos mínimos, familiaridad, librerías, tienda y comunidad al seleccionar un motor de videojuego:**
 - **Costo de la utilización:** motores como *Unity3D* y *UnrealEngine* poseen planes gratuitos que permiten acceder a la funcionalidad completa para fines educativos.
 - Familiaridad de los desarrolladores con las tecnologías utilizadas con el motor.
 - **Librerías:** compatibilidad de librerías de terceros con el motor. Durante el desarrollo de la solución existieron librerías que no pudieron ser utilizadas con *Unity3D*, estos problemas estaban relacionados con la versión de *Mono*

utilizada.

- **Tienda y comunidad:** el soporte brindado por la comunidad, así con las librerías y componentes disponibles en la tienda sirven para acelerar el desarrollo de un juego serio. Durante el desarrollo de la solución se utilizaron varias librerías gratuitas de la tienda, y la comunidad es fuente de guías y tutoriales.
- **El uso de un motor de reglas condicionado por eventos es suficiente para evaluar al usuario:** un motor del tipo ECA permite la evaluación del usuario al momento de realizar las acciones, lo que a su vez permite tener acceso al contexto de la acción.

9.5. Puesta en práctica de los conocimientos teóricos adquiridos

Durante el desarrollo del juego serio, se concluyeron la siguientes ventajas y desventajas relacionadas a la utilización de los juegos serios, y su aplicabilidad en un área específica en el Paraguay.

9.5.1. Ventajas

Las principales ventajas encontradas son:

- La utilización de juegos serios en dispositivos móviles permite su utilización en cualquier lugar y momento, haciendo frente a las limitaciones de tiempo y espacio.
- Las soluciones basadas en dispositivos móviles son factibles de aplicación en el Paraguay por el aumento constante de la penetración de los dispositivos móviles inteligentes como se menciona en la sección 4.3.

- La solución es beneficiosa para el aprendizaje de procedimientos de enfermería según el 100 % de los alumnos que la evaluaron.
- La solución agrega un nivel adicional de preparación entre las clases teóricas y la práctica con pacientes, sirviendo así como una herramienta de apoyo a las técnicas actuales.
- Existe una recepción positiva ante la utilización de los juegos serios. Tanto los alumnos, como las autoridades del IAB mencionan que la utilización de este tipo de soluciones para la formación de profesionales puede ser ventajosa.
- Los juegos serios ayudan a los estudiantes de enfermería a poner a prueba sus conocimiento. Los datos mostrados en la sección 8.6 permiten concluir que los estudiantes de enfermería consideran que el uso de la solución apoya al estudio en clase y laboratorio brindándoles más oportunidades de poner a prueba sus conocimientos con respecto a otros materiales utilizados que poseen limitaciones físicas y ofreciéndoles un paciente que reacciona a sus acciones.

9.5.2. Desventajas

Las desventajas encontradas durante el desarrollo y el análisis de los datos son:

- Alto costo de implementación. La simulación de cada escenario es costosa en cuanto a tiempo de diseño e implementación, la curva de aprendizaje es alta ya que la elaboración de un videojuego con las características de la solución requiere de un trabajo multidisciplinario.
- No existen generadores de contenido para juegos serios. En la actualidad los profesores del área no pueden generar el contenido, existe una dependencia hacia los programadores y diseñadores, lo que incrementa el costo del desarrollo.

- Los alumnos no cuentan con dispositivos móviles de altas prestaciones. Como se mencionó en la sección 4.3, en la actualidad la penetración es muy alta, pero las prestaciones de estos dispositivos no es la necesaria para juegos serios complejos como la solución. Actualmente, los nuevos dispositivos móviles de gama baja ya cuentan con las prestaciones mínimas requeridas por *Unity3d*, lo que indica que dentro de un tiempo, cuando estos teléfonos lleguen al mercado, la cantidad de usuarios potenciales aumentará.
- La principal dificultad para utilizar en mayor medida la solución es el factor tiempo según el 64 % de los alumnos que la evaluaron.

9.6. Evaluación de la solución propuesta

Las conclusiones obtenidas en cuanto al diseño, implementación y evaluación del juego serio desarrollado son las siguientes:

9.6.1. Diseño del juego serio

- **La definición de los aspectos pedagógicos, nivel de detalle requerido por procedimiento y las características del entorno debe ser realizada con profesores de prácticas y directores de carrera:** las validaciones constantes de estos aspectos ayudan a la detección de errores en el diseño, un ejemplo es la evaluación del rendimiento del alumno ya que existen maneras adecuadas de realizar los procedimientos.
- **La motivación se incrementa al utilizar puntaje por procedimientos:** los juegos serios poseen aspectos lúdicos inherentes que motivan al usuario en su uso, agregar indicadores de rendimiento ayudan a esta motivación. Los datos

mostrados en la sección 8.6 permiten concluir que el principal factor motivacional es la visualización de un puntaje que resuma el desempeño del usuario y, en menor medida, la medición del tiempo y la posibilidad de compartir su rendimiento en las redes sociales.

- **La exploración es facilitada por los estados aleatorios y las funciones simplificadas:** permitir al usuario explorar el entorno para resolver problemas ayuda en el desarrollo de su pensamiento crítico, así también, se debe ofrecer una interfaz intuitiva y simple para no obstaculizar esta exploración. Los datos mostrados en la sección 8.6 permiten concluir que los principales factores que favorecen la exploración son la aleatoriedad en el estado del paciente y la representación simplificada de las funciones de los elementos. Sin embargo, esta simplificación debe diseñarse con mucho cuidado para no perder intuitividad en la interfaz.
- **La inmersión es aumentada con la utilización de gráficos en tres dimensiones y partidas cortas:** es importante que el usuario sienta que está inmerso en el juego para que de este modo pueda percibir el contexto que se le está presentado y actúe de acuerdo a esto. Los datos mostrados en la sección 8.6 permiten concluir que la utilización de entornos en tres dimensiones para la representación de elementos y lugares a los que están familiarizado el usuario, así como proveer partidas cortas para evitar que el usuario pierda el contexto de sus acciones, favorecen a la inmersión.
- **Se debe proveer retroalimentación sobre el desempeño del usuario sólo al finalizar la partida:** el momento en el que se provee información acerca del desempeño del usuario tiene un impacto en el potencial pedagógico de un juego serio, si se provee información de manera muy frecuente se puede obtener herramientas del tipo prueba y error que poco aporte al aprendizaje. Los datos

mostrados en la sección 8.6 permiten concluir que ofrecerles a los usuarios una simulación de los procedimientos con una retroalimentación limitada les ayuda a poner en práctica sus conocimientos y a comprender el procedimiento.

- **La información sobre el rendimiento del usuario debe ser detallada:** los datos mostrados en la sección 8.6 permiten concluir que los usuarios están de acuerdo con el hecho de proporcionarles una retroalimentación indicándoles los pasos que realizó de manera correcta e incorrecta dentro del procedimiento. Sin embargo, una breve causa acerca de las equivocaciones no es suficiente, se requiere información detallada.
- **Se deben utilizar indicadores de realización de acciones:** en la simulación de entornos de enfermería se debe diseñar un esquema que notifique al usuario sobre la realización de una acción, sobre todo para aquellas acciones que no son visibles ante el ojo humano en la vida real. En la solución se utilizan indicadores transparentes.
- **Limitar la manipulación del punto de vista al utilizar elementos:** el usuario debería ser capaz de realizar una sola acción a la vez a través de la interfaz gráfica, así, se debería permitir al mismo alterar el punto de vista, o utilizar los elementos, pero no realizar ambas acciones al mismo tiempo. En las pruebas preliminares de la interfaz se detectó que los usuarios tienen problemas al manipular el punto de vista mientras utilizan elementos.

9.6.2. Implementación del juego serio

- **Las diferencias principales entre el desarrollo tradicional de software y el desarrollo de juegos serios son la interacción y la utilización de gráficos en tres dimensiones:**

- **Interacción:** existen diversas formas de interacción con la solución, esto implica un desafío al momento de coordinar y realizar las pruebas pertinentes.
- **Gráficos en tres dimensiones:** la utilización de gráficos en tres dimensiones implica un desafío mayor para los aspectos de diseño, en cuanto al aspecto estético como a las posibilidades que posee el usuario dentro de la simulación.
- **Se recomienda utilizar la guía para el desarrollo de un juego serio definida por Pereira[53]:** teniendo en cuenta que no todos los pasos se aplican a todos los juegos serios. Al desarrollar la solución se utilizó la guía proveída en [53], con adecuaciones de acuerdo al contexto de la solución.
- **Es necesario evaluar al usuario sin conexión a Internet:** la evaluación del usuario como parte del front-end permite brindar una mayor movilidad y posibilita una mayor fluidez en la experiencia al no depender de una conexión a Internet.
- **Es costoso diseñar personajes y entornos en tres dimensiones:** las diferentes fuentes de modelos 3D, como las tiendas o comunidades en línea, permiten acceder a una gran cantidad de modelos. Estos modelos son adecuados para la mayoría de los casos, crear componentes es un proceso largo y costoso.
- **Es necesario enviar automáticamente los registros de utilización:** para asegurar el envío de los datos por parte del usuario, los registros deben ser enviados automáticamente, por ejemplo, cuando se detecta una conexión *Wi-Fi*. En la solución, el usuario debe seleccionar la opción de enviar datos, lo que provocó que los datos no sean siempre enviados.

9.6.3. Evaluación del juego serio

- **Validar relevancia y dificultad de temas a tratar en las pruebas de conocimientos con los profesores de cátedra:** para realizar evaluaciones acerca

del conocimiento de los alumnos, se debe consultar con los profesionales. No basta con utilizar los manuales y otras herramientas, pues los profesores son capaces de determinar la dificultad y la importancia de cada punto tratado.

- **Es necesario poder reproducir las sesiones de juego del usuario con los registros de uso:** el nivel de granularidad de las acciones registradas por el juego serio debe ser la mayor posible. No sólo sirven para determinar el rendimiento del usuario, sino además permiten evaluar el uso de la interfaz, la frecuencia de utilización, entre otros aspectos. Es especialmente útil almacenar la mayor información posible cuando se realiza el análisis de variables no previstas.

Capítulo 10

Trabajos Futuros

La utilización de las TIC en la educación es un área de estudio interesante, si a esto se le añade el nuevo rol asumido por las TIC en las corrientes pedagógicas contemporáneas, y la enseñanza de profesionales de la salud, los temas para trabajos de investigación son prácticamente ilimitados.

En este capítulo se describen posibles temas para trabajos futuros, que utilicen a los juegos serios como área de investigación.

10.1. Nuevos escenarios de práctica

Este trabajo presenta dos procedimientos relacionados a la enfermería, en el área existen innumerables procedimientos cuya simulación puede tener un impacto positivo. Durante las reuniones con los profesionales varios de estos procedimientos fueron discutidos, entre los que podemos encontrar a:

- Colocación del collarín
- Recepción del recién nacido
- Venoclisis

Cuanto más procedimientos sean simulados, mayor será el beneficio para los alumnos.

10.2. Visión de progreso

Una de las características de la solución propuesta es la retroalimentación que recibe el usuario al terminar una partida, dándole una lista de pasos realizados correcta e incorrectamente, además de una breve explicación de la razón por la que un paso fue realizado erróneamente.

Un añadido a la retroalimentación, sería el progreso del alumno, un lugar donde el mismo pueda ver como fue mejorando a través de diversas sesiones, donde se observen cuales son los puntos débiles recurrentes y otros aspectos que pueden ser extraídos cuando se estudian los datos de varias sesiones de manera conjunta.

Se puede utilizar esta información para proveer una retroalimentación aún más específica, por ejemplo, si se observa que el alumno no puede realizar un paso de manera correcta aún cuando lo intentó en reiteradas ocasiones.

10.3. Integración con sistemas de monitoreo

El presente trabajo no propone mecanismos de monitoreo del progreso de los alumnos por parte de los docentes, la cual es un área interesante, pues la información recabada acerca del desempeño de los alumnos podría servir como una alerta al profesor.

Si se estudia el comportamiento de todos los alumnos de manera simultánea, se podría obtener información acerca de las debilidades y fortalezas del grupo de alumnos, y así los profesores tendrían una herramienta adicional para el desarrollo de sus actividades académicas.

10.4. Multijugador

El ser humano es un ser social, el construccionalismo indica que el conocimiento es fruto de la interacción social, crear simulaciones donde varios alumnos participen al mismo tiempo, interactuando entre sí, y creando conocimiento, permitirá explotar áreas que no son posibles con un sólo jugador, como:

- **Comunicación especializada**, los profesionales de la salud se comunican con señas y palabras claves.
- **Sincronización de actividades**, dos profesionales de salud que participan en el mismo procedimiento no realizan las mismas actividades, la coordinación y sincronización de sus acciones es un factor clave para la realización del procedimiento.
- **Trabajos multidisciplinarios**, los profesionales de salud trabajan constantemente con personas de diferente especialidad y función, por ejemplo, durante una cirugía enfermeros y médicos trabajan en forma conjunta.

10.5. Escenarios dinámicos

Las simulaciones se centran en los procedimientos. El entorno es una herramienta auxiliar que aumenta el realismo y la inmersión. Simulaciones centradas en crear escenas con entornos complejos, donde se deban realizar diferentes procedimientos de acuerdo a la situación, permitirán entrenar el poder y la velocidad de reacción, el nerviosismo y otros aspectos intrínsecos a situaciones desconocidas.

Este tipo de simulaciones es un área interesante de estudio, si bien requieren un mayor tiempo de desarrollo, el potencial de las mismas es mayor que la solución propuesta en este trabajo.

10.6. Exploración de plataformas de realidad virtual

En la actualidad las herramientas de realidad virtual permiten un nivel de inmersión muy alto, aumentando el nivel de realismo de las simulaciones y videojuegos.

Herramientas como el *Oculus Rift*, permiten crear entornos virtuales donde el jugador se puede desplazar e incluso utilizar elementos de forma natural[96], cabe mencionar que desde finales del 2014, estas herramientas pueden ser utilizadas de manera gratuita con *Unity3d*[97].

Si bien la utilización de este tipo de herramientas no permite la movilidad buscada en esta tesis, se considera un área interesante para evaluar posibles herramientas de apoyo en entornos completamente simulados, creando así un nivel de interacción similar al de la realidad.

10.7. Dificultad de acuerdo al alumno

El nivel de dificultad de los diferentes desafíos debe ser acorde al nivel de preparación de los usuarios. En este trabajo la dificultad es siempre la misma, pues los alumnos seleccionados provienen del mismo entorno y aprobaron la misma cantidad de asignaturas en su carrera. Si se consideran alumnos de distintos entornos y niveles, una simulación debería adaptarse a la preparación y capacidad de cada alumno, por ello, se podrían utilizar técnicas para que se adapte al nivel del usuario, por ejemplo, la dificultad de la simulación puede ser progresiva, es decir, basada en objetivos o metas cada vez más difíciles.

Un aspecto interesante a analizar en este punto, son los sistemas de tutoría inteligente, que pueden ayudar a determinar contenido cognitivo preciso para los usuarios de acuerdo a su nivel de conocimiento y de aptitud.

Apéndice A

Documentos de evaluación

A.1. Encuesta preliminar de usabilidad de interfaz

Se busca conocer la experiencia con la aplicación y si se considera a la misma como una herramienta útil como apoyo a los estudiantes.

Se utiliza la escala de Likert de 7 puntos para las respuestas de las preguntas sobre la apreciación. La escala utilizada es:

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Parcialmente en desacuerdo
- Neutral
- Parcialmente de acuerdo
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

1. En cuanto a la aplicación *eTesi* ¿Le parece que la simulación puede ser útil para apoyar el entrenamiento de profesionales en Enfermería?

2. En cuanto a la aplicación *eTesai*. ¿Le parece que la utilización de dispositivos móviles puede ser útil para apoyar el entrenamiento de profesionales en Enfermería?
3. En cuanto a la aplicación *eTesai*. ¿Le parece que es realmente útil implementarlo en el campo de enfermería?
4. En cuanto al uso de la aplicación *eTesai*. ¿El uso de este tipo de herramienta le parece que aumenta más el interés de los alumnos en los temas que implementa?
5. En cuanto al contenido de la aplicación *eTesai*. ¿Le parece suficiente la cantidad de procedimientos que implementa?
6. En cuanto al uso de la aplicación *eTesai*. ¿La interfaz dificultó el uso de la aplicación?
7. En cuanto al uso de la aplicación *eTesai*. ¿Le motivó la existencia de una puntuación total, compartir resultado y tiempo por sesión?
8. En cuanto al uso de la aplicación *eTesai*. ¿Las acciones se realizan de manera similar a la realidad?
9. En cuanto al aspecto pedagógico. ¿Le ayudo a entender el procedimiento y a memorizar los pasos?
10. En cuanto al aspecto pedagógico. ¿Le ayudo a entender el procedimiento y a memorizar los pasos?
11. ¿Qué prácticas de enfermería cree que son ideales para la simulación?
12. En general. ¿Qué le hubiera gustado que incluyera la aplicación?

A.1.1. Resultados

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	6	6	6	6	5		5	6	5	5	6	6	6
2	5	5	4	4	5	6	5	6	5	6	7	6	6
3	5	5	5	6	7	5	6	6	7	6	7	6	7
4	6	6	7	7	7	6	6	7	5	6	5	7	7
5	5	6	2	5	6	6	6	6	6	2	7	7	7
6	6	6	5	6	5	6	7	7	6	4	6	6	6
7	6	7	5	7	6	6	6	6	6	5	7	5	6
8	6	6	6	7	7	6	6	6	5	7	7	7	7

Tabla A.1: Apreciación de los alumnos por pregunta

A.1.1.1. Observaciones

1. Me perdí en algún momento y costo volver a retomar la practica
2. La mano apareció varias veces al ejercer presión, algunos efectos de audio harían mas claro el proceso, y el zoom fue muy difícil de manejar
- 3.
4. Solo mejorar el gráfico cuando se utiliza el torniquete
- 5.
6. Se podría dar mas herramientas (parches, algodón, alcohol). Una mejor precisión.
No entendí si la simulación entendía donde esta la vena como zonas, al termina la simulación si se podría dar recomendaciones o ver para que casos sería la extracción, si se necesita cuantos ml. Sería como mejoras a futuro para la simulación.
7. Cuesta saber la posición exacta donde poner la jeringa. Faltaba indicar como esterilizar la zona y una indicación para que el paciente abra las manos y cierre las manos, en esas tres partes el sistema no daba mucha facilidad. Lo de lavarse las manos, la bata y los guantes esta super bien intuitivamente.

8. La parte de hablar y solicitar al paciente que cierre el puño no me pareció intuitivo, tampoco el de desechar la jeringa.

A.2. Encuesta de ubicación

Los datos de la encuesta solamente serán utilizados para determinar la población del experimento, no serán divulgados y los encuestadores se comprometen a utilizarlos solo para este objetivo.

1. Nombre y Apellido
2. Cédula de identidad
3. Número de teléfono
4. Marca de teléfono
5. Modelo de teléfono
6. Sistema operativo
 - Android
 - Windows Phone
 - iOS
 - Otros:
7. Tiene acceso a internet.
 - Si, plan full
 - Si, paquetes prepago
 - A veces
 - No
8. Tiene acceso a una computadora en su casa
 - Sí, con acceso a internet
 - Sí, con acceso ocasional a internet

- Sí, sin acceso a internet
- No

A.3. Encuesta para evaluar el conocimiento

A.3.1. Datos del alumno

- Nombres y Apellidos:

A.3.2. Extracción de sangre

Todas las preguntas se limitan al contexto de la extracción de sangre.

OE1.: El torniquete debe ser extraído

- 1) Antes de punzar la jeringa
- 2) Despues de extraer la sangre
- 3) Despues de retirar la jeringa
- 4) Antes de extraer la sangre
- 5) Ninguna de las anteriores

OE2.: Los guantes deben calzarse

- 1) Despues de lavarse las manos.
- 2) Antes de ponerse la bata.
- 3) Antes de ponerse gorro y tapaboca.
- 4) Despues de ponerse la bata.
- 5) Despues de ponerse gorro y tapaboca.
- 6) 1, 2 y 3 son correctas.
- 7) 1, 4 y 5 son correctas.
- 8) 1, 2 y 5 son correctas.

OE3.: Se debe solicitar al paciente que abra la mano/puño

- 1) Despues de extraer la sangre.
- 2) Antes de punzar con la jeringa.
- 3) Despues de punzar con la jeringa.
- 4) Antes de extraer la sangre.
- 5) Despues de extraer la jeringa.

OE4.: El equipo de protección personal (EPP) se compone de

- 1) Guantes
- 2) Guantes, bata, tapaboca, gafas
- 3) Guantes, bata, tapaboca, gorro
- 4) Guantes, bata, gafas, gorro
- 5) Guantes, tapaboca, gafas, gorro

OE5.: De las siguientes opciones, cual es la primera que se realiza en un procedimiento de extracción de sangre?

- 1) Calzar guantes
- 2) Explicar procedimiento al paciente
- 3) Ubicar zona de punción
- 4) Equiparse con los elementos de protección personal
- 5) Limpiablese las manos

A.3.3. Evaluación utilizando la escala de Glasgow

Se considera que:

- RM=Respuesta Motora
- RO=Respuesta Ocular

- RV=Respuesta Verbal

OG1.: Si un paciente responde de manera incorrecta las preguntas que se le formulan, abre los ojos después de un estímulo doloroso y localiza ese estímulo. Su evaluación es:

- 1) RM=4, RO=2 y RV=3
- 2) RM=3, RO=3 y RV=2
- 3) RM=5, RO=2 y RV=4
- 4) RM=5, RO=4 y RV=4
- 5) Ninguna de las anteriores.

OG2.: Un paciente con RM=2, RO=2 y RV=3. Está en el siguiente estado:

- 1) Responde con gruñidos, abre los ojos ante un pedido verbal, realiza una flexión anormal de los miembros.
- 2) Realiza extensión anormal de los miembros, abre los ojos ante un estímulo doloroso y responde verbalmente de manera inapropiada.
- 3) Responde verbalmente de manera orientada, abre los ojos espontáneamente y evita estímulos dolorosos.
- 4) Abre los ojos y mueve los miembros ante un orden verbal, responde verbalmente de manera confusa.
- 5) Ninguna de las anteriores.

OG3.: Un paciente que abre los ojos ante un estímulo verbal, tiene una valoración ocular de:

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3

- 4) 4
- 5) 5
- 6) 6

OG4.: Un paciente que evita estímulos dolorosos, tiene una valoración motora de:

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4
- 5) 5
- 6) 6

OG5.: Un paciente que responde correctamente a la pregunta: ¿Qué día es hoy?, tiene una evaluación verbal de:

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4
- 5) 5
- 6) 6

A.4. Encuesta sobre apreciación

A.4.1. Datos del alumno

- Nombres y Apellidos:

A.4.2. Apreciación

Se utiliza la escala de Likert de 7 puntos para las respuestas de las preguntas sobre la apreciación. La escala utilizada es:

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Parcialmente en desacuerdo
- Neutral
- Parcialmente de acuerdo
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

SC1.: Las opciones de bioseguridad y explicar procedimiento son suficientes para recordar las acciones que se deben realizar en la extracción de sangre

SC2.: El estado del enfermero es visible y comprensible en todo momento mediante las imágenes de abajo a la derecha

SC3.: La utilización de los elementos (torniquete, jeringa, etc) es fácil e intuitiva.

SC4.: Los elementos (torniquete, jeringa, etc) representan correctamente las funciones que realizan en la vida real

- SC5.:** Las acciones que se realizan con los elementos (torniquete, jeringa, etc) son suficientes para el procedimiento de extracción de sangre
- SC6.:** Los resultados proveen suficiente información para comprender por qué un paso se realizó incorrectamente
- SC7.:** Es importante mostrar los detalles de los pasos incorrectos ya que no sería suficiente sólo decir qué pasos se hicieron correctamente.
- SC8.:** Glasgow. El estado aleatorio del paciente ayuda a poner a prueba los conocimientos
- SC9.:** Glasgow. El estado aleatorio del paciente ayuda a que el procedimiento se acerque más a la realidad
- SC10.:** Glasgow. La respuesta ocular se puede medir correctamente con el parpadeo del paciente en el juego.
- SC11.:** Glasgow. La respuesta verbal se puede medir correctamente con las respuestas a las preguntas que da el paciente
- SC12.:** Glasgow. La respuesta motora se puede medir correctamente con los movimientos que realiza el paciente
- SC13.:** Glasgow. Se distinguen correctamente los diferentes estados del paciente
- SC14.:** La opción de hablar para que aparezca el menú de órdenes verbales hace que el juego sea más interactivo, siendo más similar a la realidad
- SC15.:** La escenografía en los juegos permite que entremos en ambiente para realizar los procedimientos.
- SC16.:** Los gráficos en tres dimensiones nos ayudan a entender mejor el entorno y las posibles acciones
- SC17.:** La falta de pistas durante el desarrollo de una partida permite plasmar y medir el conocimiento acerca del tema

SC18.: Es importante dar una puntuación total para ver el rendimiento

SC19.: Motiva compartir y ver el progreso con otras personas a través del Facebook

SC20.: La cantidad de tiempo de cada procedimiento jugado, motiva a seguir jugando para mejorarlo

SC21.: El puntaje de cada procedimiento jugado, motiva a seguir jugando para mejorarlo

SC22.: Interactuar con un paciente que reacciona a mis acciones, es mejor que utilizar un maniquí inmóvil

SC23.: La utilización de la simulación en todo momento provee más facilidades para poner en práctica los conocimientos con respecto a las demás alternativas (libro, laboratorio, campo de prácticas).

SC24.: La utilización de herramientas alternativas, como la simulación, es útil para complementar el estudio en clase y laboratorio

SC25.: La aplicación ayuda a entender el procedimiento y a memorizar los pasos.

SC26.: La simulación permite sentirse parte del laboratorio

SC27.: Juegos cortos permiten jugar varias veces de seguido

A.4.3. Preguntas abiertas

SL1.: ¿En qué cree beneficia y en qué perjudica el uso de estas herramientas como apoyo al aprendizaje?

SL2.: ¿Cree que son necesarios métodos para complementar al laboratorio/aula?, si es sí, ¿Que tipo de herramientas podrían ayudar?

SL3.: ¿Que factores le impidió utilizar más a menudo la aplicación?

SL4.: ¿Qué le hubiera gustado que incluyera la aplicación?, con respecto al contenido de las escenas, escenas simuladas y aspectos generales

Apéndice B

Planilla del instructor

La planilla del profesor instructor, utilizada para las prácticas de campo de la materia *Enfermería en Urgencias II* son presentadas a continuación.

Se observa en el punto **2.1** el procedimiento de venopunción, y en el punto **3** se observa los pasos necesarios para la evaluación del paciente utilizando la escala de Glasgow.



Universidad Nacional de Asunción

INSTITUTO DR. ANDRÉS BARBERO

CARRERA DE ENFERMERÍA

SEDE CENTRAL

COORDINACION DE PRÁCTICA PROFESIONAL

www.inab.una.py

practicaenfermeria@inab.una.py

Teléfonos: 595-021-520532/33 505611/612 Int.101
Campus de la UNA, San Lorenzo - Paraguay



BICENTENARIO

Área: Enfermería

en Urgencias

Curso: 4º

Horas Anuales: 10

10 horas reloj de 60 minutos

Competencias Básicas

1. Aplica los conocimientos científicos - técnicos, analiza, valora, planifica, las situaciones de salud susceptibles de cuidados de enfermería, respetando los derechos de las personas.	METAS : 4 (cuatro)							
CRITERIOS DE EVALUACIÓN:	VALOR: 3 PTS.	PROCESO DE EVALUACIÓN						TOTAL
1-1 Definir valoración primaria / secundaria.								
1-2 Citar criterios de valoración. (ABCDE)								
2- ELEMENTO COMPETENCIAL o ACTIVIDAD: Conocer sobre temáticas de sala de urgencias								
CRITERIOS DE EVALUACIÓN:	VALOR: 8 PTS.	PROCESO DE EVALUACIÓN						TOTAL
2 -1 Define y describe síntomas y signos de shock								
2 -2 Define y describe síntomas y signos de cardiopatías, insuficiencia cardíaca e hipertensión								
2 -3 Define alteraciones metabólicas								
2 -4 Define hemorragias								
3 - ELEMENTO COMPETENCIAL o ACTIVIDAD: Explicar sobre el examen neurológico básico								
CRITERIOS DE EVALUACIÓN:	VALOR: 6 PTS.	PROCESO DE EVALUACIÓN						TOTAL
3 -1 Define que valorar en el examen neurológico.								
3 -2 Indica la clasificación de nivel de conciencia.								
3 -3 Señala los tres aspectos a valorar en las pupilas.								
3 -4 Recuerda la terminología básica para describir las pupilas.								
3 -5 Explica los aspectos valorados y la puntuación de la escala de Glasgow.								
4 - ELEMENTO COMPETENCIAL o ACTIVIDAD: Reconocer fármacos de uso corriente en la urgencia								
CRITERIOS DE EVALUACIÓN:	VALOR: 3 PTS.	PROCESO DE EVALUACIÓN						TOTAL
4 -1 Conoce los seis fármacos.								





Universidad Nacional de Asunción

INSTITUTO DR. ANDRÉS BARBERO
CARRERA DE ENFERMERÍA
SEDE CENTRAL



COORDINACION DE PRACTICA PROFESIONAL

www.iab.una.py

Tel: 595-021-520532/33 505611/612 Int.101
Fax.: 595-021-520532/33 505611/612 Int.101
Campus de la UNA, San Lorenzo - Paraguay

4 -2 Recuerda cuales son los usos terapéuticos de los medicamentos que utiliza.								
4 - 3 Interpreta la técnica de preparación. Recuerda la fórmula de cálculo de dosis.								
5 - ELEMENTO COMPETENCIAL o ACTIVIDAD: Identificar actividades de cuidados según problemas urgentes principales								
CRITERIOS DE EVALUACION:								
5 -1 Cita las actividades que debe realizar según la necesidad de urgencia.	VALOR: 3 PTS.	PROCESO DE EVALUACIÓN						TOTAL
a)Control de signos vitales b) Inspección cefalocaudal - escala de Glasgow c) Preparación de equipos según prioridad del problema. d) Analizar su participación en las actividades. e) Fundamenta científicamente sus decisiones.								
6 - ELEMENTO COMPETENCIAL o ACTIVIDAD: Implementar el protocolo de admisión del paciente en la sala de urgencia								
CRITERIOS DE EVALUACION:	VALOR: 5 PTS.	PROCESO DE EVALUACIÓN						TOTAL
5 -1 Controla los signos vitales.								
5 -2 Determina nivel de conciencia, describe pupilas.								
5 - 3 Determina puntuación según Escala de Glasgow								
5- 4 Expone zona de dolor afectada.								
5-5 Identifica e interpreta necesidades/riesgos (O2, control de dolor, hemorragia)								
2. Proporciona cuidados individualizados a las personas, promoviendo y manteniendo la imagen profesional, basados en Modelos de Enfermería de Henderson y Gordon ; utilizando protocolos y estándares de calidad.								
C.E. 4; B; 18								
1 - ELEMENTO COMPETENCIAL o ACTIVIDAD: Ejecutar actividades para control de dolor								
CRITERIOS DE EVALUACION:	VALOR: 5 PTS.	PROCESO DE EVALUACIÓN						TOTAL
1 -1 Transmite tranquilidad.								
1 -2 Proporciona información.								
1 -3 Brinda apoyo emocional								
1 -4 Realiza la entrevista clínica								
1 -5 Uso de la analgesia								
2 - ELEMENTO COMPETENCIAL o ACTIVIDAD: Ayudar en procedimientos invasivos								
CRITERIOS DE EVALUACION:	VALOR: 20 PTS.	PROCESO DE EVALUACIÓN						TOTAL





Universidad Nacional de Asunción

INSTITUTO DR. ANDRÉS BARBERO
CARRERA DE ENFERMERÍA
SEDE CENTRAL

200
BICENTENARIO

COORDINACIÓN DE PRACTICA PROFESIONAL

www.lab.una.py

practicaenfermeria@lab.una.py
tel/Fax.: 595-021-520532/33 505611/612 Int.101
Campus de la UNA, San Lorenzo - Paraguay

2 -1 Obtención de material para hemocultivo.											
2-1-1 Informar al paciente para la técnica											
2-1-2 Preparar materiales aséptica											
2-1-3 Lavado de manos											
2-1-4 Vestirse con chaleco estéril calzarse guante.											
2- 1- 5 Realizar campo, dejar secar.											
2-1-6 Punzar, extraer 10 ml de sangre.											
Comprimir zona de punción.											
2-1-7 Cambiar la aguja.											
2-1-8 Introducir la muestra en el frasco correspondiente											
2-1-9 Retirar los materiales y equipo de protección personal											
2-1-10 Etiquetar y enviar a laboratorio											
2 -2 Punciación lumbar											
2-2-1 Explique el procedimiento, pida que vacíe vejiga e intestino para evitar molestias											
2-2-2 Colocar al paciente en decúbito lateral con la cabeza inclinada hacia el tórax, las rodillas flexionadas contra el abdomen y la espalda al borde de la cama o camilla											
2-2-3 Abra el equipo de protección médica.											
2-2-4 Colóquese delante del paciente, tranquilícelo, vigile color, respiración, pulso y pida que informe cualquier dolor											
2-2-5 Etiquete las muestras, envíelos a laboratorio de inmediato											
2-2-6 Coloque un apósito estéril sobre la zona de punción.											
2-2-7 Ayude al paciente a colocarse en decúbito supino, recuérdale que esa posición de 1 a 10											
2 -3 Colocación de tubo de drenaje pleural.											
2-3-1 Informar al paciente para la técnica aséptica											
2-3-2 Preparar materiales para la técnica aséptica											
2-3-3 Lavado de manos											





Universidad Nacional de Asunción

INSTITUTO DR. ANDRÉS BARBERO
CARRERA DE ENFERMERÍA
SEDE CENTRAL



COORDINACION DE PRACTICA PROFESIONAL

WWW.IAB.UNA.PY

Tel.: 595-021-520532/33 505611/612 Int.101
efax.: 595-021-520532/33 505611/612 Int.101
Campus de la UNA, San Lorenzo - Paraguay

2-3-4 Abra el equipo de d... Médico.	onaje, ayude a vestir al										
2-3-5 Verifique indicación... lo hay	de analgesia y realícelo si										
2-3-6 Colóquese delante d... vigile color, respiración informe cualquier dolor	el paciente, tranquilícelo, ación, pulso y pida que										
2-3-7 Cargue agua destilada	a o suero fisiológico hasta										
medida o protocolo	indicado.										
2-3-8 Ayude para realizar las correspondientes.	as conexiones										
2-3-9 Verifique la oscilación	a y/o burbujeo										
2-3-10 Ayude en la fijación	laje nivel de agua.										
2-3-11 Rotule el frasco e informe	enfermería										
2-3-12 Registre en hoja de enfermería	técnicas de respiración y										
2-3-13 Enseñe al paciente los cuidados del drenaje	en la realización de Rx										
2-3-14 Ayude al paciente en la permeabilidad y registrelo cada 6 hs.	de drenaje con técnica										
2-3-15 Controle la permeabilidad y registrelo cada 6 hs.	cesario.										
2-3-16 Deseche el líquido Aséptica si fuese necesario.											

**3- ELEMENTO CO-
INTEGRACIONAL o ACTIVIDAD: Ayuda brindando cuidados de enfermería,
en pacientes con hemorragia**

CRITERIOS DE EVALUACION:	VALOR: 11 PTS.	PROCESO DE EVALUACIÓN	TOTAL
3 -1. Tranquiliza al paciente y le informar la situación.			
3 -2. Canaliza la expresión emocional.			
3 -3 Aplica las precauciones estándar.			
3 -4 Actúa de forma rápida y eficaz comprimiendo el lugar de sangrado en forma directa y firme.			
3 -5 Si la hemorragia profusa de una extremidad, Ésta se elevará.			
3 -6 Si no se controla se puede utilizar un manguito de medición de TA hinchado hasta que cese el Sangrado.			
3 -7 Canalizar una vía venosa amplia y reponer			





Universidad Nacional de Asunción

INSTITUTO DR. ANDRÉS BARBERO
CARRERA DE ENFERMERÍA
SEDE CENTRAL

COORDINACION DE PRACTICA PROFESIONAL

WWW.IIBB.UNA.PY
practicaenfermeria@lab.una.py
Tel: fax: 595-021-520532/33 505611/612 Ext.101
amigos de la UNA, San Lorenzo - Paraguay



3 -8 Control de signos vitales	cada 15 minutos.							
3 -9 Realizar sondaje vesical								
3 -10 Cubrir al paciente.								
3 -11 Prepararlo para ir a quirófano.								
4 - ELEMENTO COMPETENCIAL o ACTIVIDAD: Actividades de Inmovilización provisoria								
CRITERIOS DE EVALUACION:	VALOR: 11 PTS	PROCESO DE EVALUACIÓN				TOTAL		
4-1 Colocación de collarín.								
4-1-1 En decúbito supino, manualmente, pasar el collarín bajo el cuello								
4-1-2 Ajustar a la barbillla y contorno del cuello.								
4-2 Inmovilización								
4-2-1 comprobar perfusión y temperatura								
4-2-2 Inmovilizar la zona afectada en posición funcional con discreta tracción								
4-2-3 Colocar la férula hasta encima y por debajo de la fractura								
3. Utiliza el método epidemiológico, aplicando medidas de prevención, bioseguridad y seguridad del trabajo al ofrecer los cuidados de enfermería, desarrollando una adecuada documentación e información y comunicación con la persona, familia y miembros del equipo de salud.								
C.E. 7;11; 12		META : 4 (cuatro)						
1 - ELEMENTO COMPETENCIAL o ACTIVIDAD: Proporcionar cuidados de enfermería, otras terapias, y administrar fármacos con destreza.								
CRITERIOS DE EVALUACION:	VALOR: 8 PTS.	PROCESO DE EVALUACIÓN				TOTAL		
1 -1 Mantiene la cordialidad en el trato amable								
1 -2 Orienta al paciente y familiar.								
1 -3 Canaliza la expresión emocional.								
1 -4 Actúa de forma rápida y eficaz								
1 -5 Prepara todos los materiales de trabajo. Aplica las precauciones estándar.								
1 -6 Administra de manera correcta y segura los medicamentos.								
1 -7 Realiza de forma correcta los procedimientos cuidando la bioseguridad y respetando los protocolos de técnica aséptica.								





Universidad Nacional de Asunción

INSTITUTO DR. ANDRÉS BARBERO
CARRERA DE ENFERMERÍA
SEDE CENTRAL

COORDINACIÓN DE PRACTICA PROFESIONAL

www.iab.una.py
practicaenfermeria@iab.una.py
tel.: 595-021-520532/33 505611/612 Int.101
Campus de la UNA, San Lorenzo - Paraguay



I-8 Maneja adecuadamente la administración.

los dispositivos de								
---------------------	--	--	--	--	--	--	--	--

2 - ELEMENTO COMPETENCIAL

ACTIVIDAD: Registrar en hoja de enfermería

CRITERIOS DE EVALUACION:

- I-1 Hace uso correcto de la historia clínica.
- I-2 Registra todas las actividades y la evolución del estado del paciente.
- I-3 Sigue las normas o directrices generales de los registros

VALOR: 3 PTS.	PROCESO DE EVALUACIÓN	TOTAL
---------------	-----------------------	-------

3 - ELEMENTO COMPETENCIAL

ACTIVIDAD: Participar con predisposición en su práctica profesional para brindar una atención de calidad.

CRITERIOS DE EVALUACION:

- I-1 Manifiesta actitud para aprender y de ayuda.
- I-2 Manifiesta autocontrol en situaciones críticas.
- I-3 Se comunica de forma clara y precisa.
- I-4 Fundamenta científicamente sus decisiones.
- I-5 Demuestra compromiso con la calidad de su trabajo

VALOR: 5 PTS.	PROCESO DE EVALUACIÓN	TOTAL
---------------	-----------------------	-------

BSERVACION, COMENTARIO, OTRAS ACTIVIDADES REALIZADAS O SUGERENCIAS.

Bibliografía

- [1] Laptop.org. *Instructionism*. <http://wiki.laptop.org/go/Instructionism>. (Visitado 10-03-2014).
- [2] Mariluz Guenaga, Sonia Arranz, Isabel Rubio y col. *Serious Games para el desarrollo de competencias orientadas al empleo*. 2013.
- [3] Melanie Humphreys. «Developing an educational framework for the teaching of simulation within nurse education.» En: *Open Journal of Nursing* 3.4 (2013).
- [4] Tarja Susi, Mikael Johannesson y Per Backlund. «Serious games: An overview». En: (2007).
- [5] Mary Ulicsak. *Games in Education: Serious Games*. 2010. URL: http://media.futurelab.org.uk/resources/documents/lit_reviews/Serious-Games_Review.pdf (visitado 22-09-2014).
- [6] Unesco. *World communication and information report*. English. Journal. 1999. (Visitado 10-02-2014).
- [7] Victoria L Tinio. *ICT in Education*. United Nations Development Programme-Asia Pacific Development Information Programme, 2003.
- [8] Simon Egenfeldt-Nielsen. «Third generation educational use of computer games». En: *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia* 16.3 (2007), págs. 263-281.

- [9] Aloka Nanjappa y Michael M Grant. «Constructing on constructivism: The role of technology». En: *Electronic Journal for the integration of Technology in Education* 2.1 (2003), págs. 38-56.
- [10] Gerry White. «ICT trends in education». En: *Digital Learning Research* (2008), pág. 2.
- [11] Pedro Pablo Gómez Martín. «Modelo de enseñanza basada en casos: de los tutores inteligentes a los videojuegos». Tesis doct. Universidad Complutense de Madrid, 2008.
- [12] Anne McDougall y Anthony Jones. «Theory and history, questions and methodology: current and future issues in research into ICT in education». En: *Technology, Pedagogy and Education* 15.3 (2006), págs. 353-360.
- [13] Leinonen T. *(Critical) history of ICT in education – and where we are heading?* Inf. téc. Free, Libre y Open Source Software in Education, 2005. URL: <http://flosse.blogging.fi/2005/06/23/critical-history-of-ict-in-education-and-where-we-are-heading/>.
- [14] IGI. *What is Instructionism*. <http://www.igi-global.com/dictionary/instructionism-instructionist/14866>. (Visitado 22-03-2014).
- [15] Genevieve Marie Johnson. «Instructionism and Constructivism: Reconciling Two Very Good Ideas.» En: *Online Submission* (2005).
- [16] Mary Anne Weegar y Dina Pacis. «A Comparison of Two Theories of Learning–Behaviorism and Constructivism as applied to Face-to-Face and Online Learning». En: *Proceedings E-Leader Conference, Manila*. 2012.

- [17] Yves Punie, Dieter Zinnbauer y Marcelino Cabrera. *A review of the impact of ICT on learning*. Inf. téc. Working paper prepared for DG EAC. Seville: JRC-IPTS (Joint Research Centre–Institute for Prospective Technological Studies), 2006. URL: <http://ftp.jrc.es/EURdoc/JRC47246.TN.pdf>.
- [18] Matthew Perkins y Jay Pfaffman. «Using a course management system to improve classroom communication». En: *SCIENCE TEACHER-WASHINGTON-* 73.7 (2006), pág. 33.
- [19] Mitchel Resnick. «Edutainment? No thanks. I prefer playful learning». En: *Associazione Civita Report on Edutainment* 14 (2004).
- [20] Amy Bruckman. «Can educational be fun». En: *Game developers conference*. Vol. 99. 1999.
- [21] Dennis Charsky. «From edutainment to serious games: A change in the use of game characteristics». En: *Games and Culture* 5.2 (2010), págs. 177-198.
- [22] M Craig Edwards y Gary E Briers. «Higher-order thinking versus lower-order thinkining skills». En: *Annual Publication of the Southern Agricultural Education Research Conference*. 2000, pág. 15.
- [23] George Siemens. «Learning and knowing in networks: Changing roles for educators and designers». En: *ITFORUM for Discussion* (2008), págs. 1-26.
- [24] R Keith Sawyer. *The Cambridge handbook of the learning sciences*. Cambridge University Press, 2005.
- [25] Requera Hernández. «El modelo constructivista con las nuevas tecnologías: aplicado en el proceso de aprendizaje». En: *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento* 5.2 (2008).

- [26] Adolfo Obaya Valdivia. «El construccionismo y sus repercusiones en el aprendizaje asistido por computadora». En: *ContactoS* (2003).
- [27] Constructionism 2014 Conferece. *History of Constructionism*. 2014. URL: <http://constructionism2014.ifs.tuwien.ac.at/history>.
- [28] Anne T. Otterbreit-Leftwich Peggy A. Ertmer. «Teacher Technology Change: How Knowledge, Confidence, Beliefs, and Culture Intersect». En: *JRTE Vol 42* 42.3 (2010), págs. 255-284.
- [29] Moses Boudourides. «Constructivism, Education, Science, and Technology». En: *Canadian Journal of Learning and Technology / La revue canadienne de l'apprentissage et de la technologie* 29.3 (2003). ISSN: 1499-6685. URL: <http://cjlt.csj.ualberta.ca/index.php/cjlt/article/view/83>.
- [30] Sasha A. Barab Kenneth E. Hay. «Constructivism in practice: a Comparision and Contrast of apprenticeship and constructionist learning enviroments». En: *The Journal of the Learning Sciences* 10.3 (2001), págs. 281-322.
- [31] Mark Guzdial. *Constructivism vs. Constructivism vs. Constructionism*. URL: <http://guzdial.cc.gatech.edu/Commentary/construct.html>.
- [32] Ph.D Gary S. Stager. «Friends of Papertian Constructionism». En: *ContactoS* (2012).
- [33] Logo Foundation. *What is LOGO?* URL: <http://el.media.mit.edu/logo-foundation/logo/index.html>.
- [34] Carlos González Tardón. «Videojuegos para la transformación social». Tesis doct. Universidad de Deusto, 2014.
- [35] OLPC. *Sugar*. URL: <http://laptop.org/en> (visitado 21-05-2015).

- [36] Jong Suk Kim. «The effects of a constructivist teaching approach on student academic achievement, self-concept, and learning strategies». En: *Asia Pacific Education Review* 6.1 (2005), págs. 7-19.
- [37] Brent G Wilson. «Constructivism in practical and historical context». En: *Trends and issues in instructional design and technology* 3 (2012), págs. 45-52.
- [38] Law Lai-Chong y Wong Ka-Ming. «Implications and problems of constructivism for instructional design». En: *Education Journal (Hong Kong)* 23 (1995), págs. 73-104.
- [39] Kabir Mohammed y Binta Muhammad Yarinchi. «INFORMATION COMMUNICATION TECHNOLOGY (ICT) AND MEDIA EDUCATION: IN HISTORICAL PERSPECTIVE». En: *European Scientific Journal* 9.20 (2013).
- [40] Don Passey, Ruth Goodison y Great Britain. *The motivational effect of ICT on pupils*. DfES Publications, 2004.
- [41] G. Lloyd M. Downes T. Romeo. «Teaching Teachers for the Future: Building the ICT in education capacity of the next generation of teachers in Australia.» En: *Australasian Journal of Educational Technology* (2012).
- [42] Clark C Abt. *Serious games*. University Press of America, 1987.
- [43] Ludus project. *LUDUS project*. URL: <http://www.ludus-project.eu/seriousgaming.html>.
- [44] Damien Djaouti. «Origins of Serious Games». En: *LudoScience* (2011).
- [45] Lao-tzu. «Experiential eLearning: An ID Model for Serious Games». En: (). URL: http://www.egenfeldt.eu/papers/overview_serious_games.pdf.
- [46] Andrew J Stapleton. «Serious games: Serious opportunities». En: *Australian Game Developers Conference, Academic Summit, Melbourne*. 2004.

- [47] Valerie J Shute y col. «Melding the power of serious games and embedded assessment to monitor and foster learning». En: *Serious games: Mechanisms and effects*. Vol. 2. Routledge/LEA Philadelphia, PA, 2009, págs. 295-321.
- [48] Ricki G Ingalls. «Introduction to simulation». En: *Proceedings of the 40th Conference on Winter Simulation*. Winter Simulation Conference. 2008.
- [49] James Bailey y col. «An event-condition-action language for XML». En: *Web Dynamics*. Springer, 2004, págs. 223-248.
- [50] Erik Behrends y col. «Combining eca rules with process algebras for the semantic web». En: *Rules and Rule Markup Languages for the Semantic Web, Second International Conference on*. IEEE. 2006, págs. 29-38.
- [51] Diego López de Ipiña y Eleftheria Katsiri. «An eca rule-matching service for simpler development of reactive applications». En: *Published as a supplement to the Proceedings of Middleware*. Citeseer. 2001.
- [52] James Bailey, Alexandra Poulovassilis y Peter T Wood. «Analysis and optimisation of event-condition-action rules on XML». En: *Computer Networks* 39.3 (2002), págs. 239-259.
- [53] Luís Lucas Pereira y Licínio Gomes Roque. «Design Guidelines for Learning Games: the Living Forest Game Design Case». En: *Proceedings of DiGRA 2009. Breaking New Ground: Innovation in Games, Play, Practice and Theory* (2009).
- [54] American Institutes for Research. *Games beyond entertainment week*. 2014. URL: <http://www.nationaltechcenter.org/index.php/2010/05/03/games-beyond-entertainment-week/> (visitado 20-02-2015).

- [55] The International Conference on Serious Games Development y Applications. *Conference on Serious Games Development and Applications.* 2014. URL: <http://ddsgsa.net/sgda/> (visitado 20-02-2015).
- [56] GALA Conf. *Games and Learning Alliance conference.* 2014. URL: <http://www.galaconf.org/2015/> (visitado 20-02-2015).
- [57] Serious Game Conference. *Serious Play Conference.* 2014. URL: <http://www.seriousplayconference.com/> (visitado 20-02-2015).
- [58] Instituto Andrés Barbero. *IAB - UNA - Carreras.* 2015. URL: <http://www.iab.una.py/index.php/academico/carreras/18-licenciatura-en-enfermeria> (visitado 22-01-2015).
- [59] Consejo superior Universitario. *Por la cual se homologa el reglamento general de cátedra de la carrera de enfermería, del Instituto Dr. Andrés Barbero.* 2008. (Visitado 10-06-2014).
- [60] Gloria Elizabeth Paiva Aquino Sonia Raquel Irala Otazú. «Calidad de atención brindada por los profesionales de enfermería en sala X del Hospital de Clínicas.» Tesina. Instituto Dr. Andrés Barbero, 2009.
- [61] Carlos Viera Gilberto González. «Factores que producen estrés y sus consecuencias en losk estudiantes de la carrera de enfermería del 1ro al 4to curso del Instituto Dr. Andrés Barbero.» Tesina. Instituto Dr. Andrés Barbero, 2009.
- [62] Ultima Hora. *Más de un millón de usuarios ya cuentan con smartphones.* 2013. URL: <http://www.ultimahora.com/mas-un-millon-usuarios-ya-cuentan-smartphones-n754610.html>.

- [63] Latamclick. *Estadísticas de Facebook y Twitter en Paraguay (2015)*. 2015. URL: <https://www.latamclick.com/estadisticas-de-facebook-y-twitter-en-paraguay-2015/>.
- [64] World Health Organization y col. «Manual de bioseguridad en el laboratorio». En: (2005).
- [65] Safe Injection Global Network Organización Mundial de la Salud. *Carpetas de material sobre seguridad de las inyecciones y los procedimientos conexos*. Inf. téc. OMS, 2010.
- [66] R.M.R.G.F.F.M.R.N.G.P.D. Fortuna Custodio. *Protocolo de atención del paciente grave*. Ed. Médica Panamericana. ISBN: 9786077743460. URL: <http://books.google.com.pe/books?id=07vxL6dpbTUC>.
- [67] Katherine M Helmick y col. «Mild traumatic brain injury in wartime». En: *Federal Practitioner* 24.10 (2007), págs. 58-64.
- [68] Hospital General Universitario Gregorio Marañón. *Medición de signos neurológicos (Escala de Glasgow)*. 2011. URL: <http://goo.gl/2EQHx0> (visitado 08-03-2014).
- [69] Javier Telechea Díaz. «Videojuego de tipo Arcade para dispositivos móviles sobre motor Unity 3D». Universidad de Cantabria, sep. de 2014.
- [70] Epic Games. *Unreal Engine*. URL: <https://www.unrealengine.com/> (visitado 03-02-2015).
- [71] Blender Foundation. *Blender Game Engine*. URL: <http://www.blender.org/> (visitado 03-02-2015).
- [72] Crytek. *CryEngine*. URL: http://www.cryengine.com/community/downloads.php?view=detail&category=125&df_id=5310 (visitado 03-02-2015).

- [73] Crytek. *CryEngine*. URL: <http://cryengine.com/> (visitado 03-02-2015).
- [74] Shiva Technologies. *Shiva 3D*. URL: <http://www.shivaengine.com/> (visitado 03-02-2015).
- [75] Unity Technologies. *Unity Engine*. URL: <http://unity3d.com/es> (visitado 03-02-2015).
- [76] GIT. *Git*. URL: <http://git-scm.com/> (visitado 12-02-2015).
- [77] Atlassian. *Free source code hosting*. URL: <http://bitbucket.org/> (visitado 12-02-2015).
- [78] Unity Technologies. *Unity - Scripting API*. URL: <http://docs.unity3d.com/ScriptReference/> (visitado 12-02-2015).
- [79] MakeHuman team. *MakeHuman*. URL: <http://www.makehuman.org/> (visitado 12-02-2015).
- [80] Autodesk Inc. *3DS MAX*. URL: <http://www.autodesk.es/products/3ds-max/overview> (visitado 12-02-2015).
- [81] Cesare Pautasso, Olaf Zimmermann y Frank Leymann. «Restful web services vs. big'web services: making the right architectural decision». En: *Proceedings of the 17th international conference on World Wide Web*. ACM. 2008, págs. 805-814.
- [82] Inc Red Hat. *Openshift Online pricing*. URL: <https://www.openshift.com/products/pricing> (visitado 12-02-2015).
- [83] Antony Galton y Juan Carlos Augusto. «Two approaches to event definition». En: *Database and Expert Systems Applications*. Springer. 2002, págs. 547-556.
- [84] David Iglesias Fraga y Laura M Castro Souto. «Verificación de Interfaces Gráficas de Usuario Utilizando Pruebas Basadas en Propiedades». En: () .

- [85] Ellis Horowitz y Zafar Singhera. «A Graphical User Interface Testing Methodology». En: (1993).
- [86] Geoff Norman. «Likert scales, levels of measurement and the “laws” of statistics». En: *Advances in health sciences education* 15.5 (2010), págs. 625-632.
- [87] E. Allen y A. Seaman. «Likert Scales and Data Analyses». En: *Quality Progress* (2007), págs. 64-65. ISSN: 0001-0782. URL: <http://asq.org/quality-progress/2007/07/statistics/likert-scales-and-data-analyses.html>.
- [88] R. Fischer y T. Milfont. «Standardization in psychological research». En: *International Journal of Psychological Research* 3.1 (2010), págs. 88-96.
- [89] M. Pagolu y G. Chakraborty. *Eliminating Response Style Segments in Survey Data via Double Standardization Before Clustering*. 2011. URL: <http://support.sas.com/resources/papers/proceedings11/165-2011.pdf>.
- [90] Sarah Boslaugh y Paul Andrew Watters. *Statistics in a nutshell - a desktop quick reference*. O'Reilly, 2008, págs. I-XXI, 1-452. ISBN: 978-0-596-51049-7.
- [91] J. Nielsen. «Why You Only Need to Test with 5 Users». En: (192000). URL: www.useit.com/alertbox/20000319.html.
- [92] Ritch. Macefield. «How To Specify the Participant Group Size for Usability Studies: A Practitioner's Guide». En: *Journal of Usability Studies* 5 (), págs. 34-45. ISSN: 1.
- [93] Walter Leite y S Natasha Beretvas. «The performance of multiple imputation for Likert-type items with missing data». En: *Journal of Modern Applied Statistical Methods* 9.1 (2010), pág. 8.
- [94] Nikos Tsikriktsis. «A review of techniques for treating missing data in OM survey research». En: *Journal of Operations Management* 24.1 (2005), págs. 53-62.

- [95] UNESCO Office Santiago, Regional Bureau for Education in Latin America y the Caribbean. *Enfoques estratégicos sobre las TICS en educación en América Latina y el Caribe*. UNESCO. ISBN: 978-92-3-001220-5.
- [96] LLC MakerBot®Industries. *3D camera mount for Oculuft Rift*. 2013. (Visitado 15-04-2015).
- [97] Unity Technologies. *Calling all VR enthusiasts*. 2014. (Visitado 15-04-2015).