

# Juegos serios como apoyo a la formación de profesionales: Una aplicación al área de enfermería

Mirta González  
Facultad Politécnica  
Universidad Nacional de Asunción  
San Lorenzo, Paraguay  
Email: mirti.gonz@gmail.com

Arturo Volpe  
Facultad Politécnica  
Universidad Nacional de Asunción  
San Lorenzo, Paraguay  
Email: arturovolpe@gmail.com

**Resumen**—Este trabajo describe el uso de las Tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en el proceso de aprendizaje, especialmente en forma de juegos serios como área de investigación. Se da una breve reseña de la inclusión de las tecnologías en la educación, desde su uso tradicional como proveedor de información hasta su rol actual en la construcción de conocimiento.

Se describen las principales características y áreas de aplicación de los juegos serios como herramienta educativa. Se introduce a los juegos serios como solución tecnológica a las problemáticas del área de enfermería, las problemáticas y los detalles de la solución en forma de juego serio también son descritas.

Finalmente, se detallan las metodologías utilizadas para evaluar la solución y los resultados obtenidos más importantes. Estos resultados junto con la experiencia de desarrollar la solución permiten obtener conclusiones relacionadas al diseño, implementación y evaluación de juegos serios orientados a la educación, así como también identificar posibles trabajos futuros en el área.

**Keywords**—Juegos serios, simulación, enfermería, educación, aprendizaje, tecnologías de la información y la educación.

## I. INTRODUCCIÓN

El rol de las TIC en la educación es, tradicionalmente, un mecanismo más para transmitir el conocimiento del maestro al alumno, reemplazando libros y diapositivas[1]. Actualmente las nuevas corrientes pedagógicas requieren que el rol de las tecnologías en la educación sea más activo dentro del proceso de aprendizaje, ayudando incluso al alumno en la construcción del conocimiento.

Este trabajo se centra en los juegos serios, que se definen como videojuegos que tienen un objetivo pedagógico específico, sin descuidar los aspectos lúdicos ni el involucramiento del usuario[2, 3, 4]. A continuación se definen los objetivos de este trabajo final de grado.

### A. 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.

### B. 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 involucren 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.

## II. TIC EN LA EDUCACIÓN

Las TIC son un conjunto de herramientas tecnológicas y recursos utilizados para comunicar, crear, diseminar, almacenar y manejar la información[5]. Estas tecnologías abarcan computadores personales, internet, radio, televisión, telefonía, entre otros[6].

El uso actual de las TIC en la educación no es un fenómeno aislado, responde a una evolución constante de la tecnología y metodología utilizada[7].

Las pedagogías que utilizan las TIC han evolucionado desde el instrucionismo o educación tradicional, pasando por el conductismo, el constructivismo y finalmente, el constructivismo[7, 8]. Así el rol de las TIC pasa de ser un medio para transmitir conocimiento, a ser una herramienta cognitiva de construcción del conocimiento[9, 10, 11].

## III. JUEGOS SERIOS

Es un videojuego que posee un propósito educacional explícito, cuyo objetivo principal es el de educar y utiliza

conceptos lúdicos para involucrar y entretener al usuario[4, 2, 12].

Los *Juegos Serios* proveen una oportunidad importante para ayudar en la enseñanza y desarrollo de profesionales[13], permiten 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[2]. El campo de los *Juegos Serios* rechaza la idea de que los profesionales de la educación pueden ser reemplazados, la labor de estos profesionales es imprescindible para la reflexión y orientación en el aprendizaje[14].

#### A. Ventajas y desafíos

Los juegos serios presentan ventajas y desafíos que los hacen únicos en su enfoque para con la utilización de las TIC. Entre las ventajas podemos encontrar:

- **Motivación interna:** favorecen la autoestima y poseen un factor motivacional intrínseco[13, 15], permitiendo una implicación mayor del usuario en la actividad[2]. La implicación del usuario dentro de la actividad, es un tema central en el desarrollo de los juegos serios[16].
- **Apoyo al aprendizaje:** se desarrollan en un entorno significativo y relevante al contexto[2]. Las teorías modernas sugieren que el aprendizaje es más efectivo cuando es activo, experiencial y basado en problemas[13].
- **Menos limitaciones:** permite a los usuarios experimentar en entornos y sistemas no disponibles en la vida real, por motivos relacionados al costo, tiempo y seguridad[2].
- **Similitud a la realidad:** constituyen un escenario privilegiado para el desarrollo de todos los componentes de las competencias, ya que permiten desarrollar vivencias donde ponerlos en práctica, permitiendo el entrenamiento en situaciones que en ocasiones son similares a las que se encuentran en entornos reales[13, 2].
- **Similitud a la realidad:** permiten desarrollar vivencias donde poner en práctica los conceptos teóricos, posibilitando el entrenamiento en situaciones que en ocasiones son similares a las que se encuentran en entornos reales[13, 2].
- **Estimulación sensorial:** aumentan la capacidad de coordinación, percepción espacial y ampliación del campo visual[13].

El potencial de los *Juegos Serios* no es ilimitado, múltiples desafíos deben ser superados para desarrollar un juego serio que obtenga las ventajas citadas previamente y pueda ser de utilidad en la educación formal:

- **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[2].

- **Expectativas muy altas:** un juego serio, como otras herramientas multimedia, no puede cambiar el comportamiento de una persona por sí solo, pero sí permiten al jugador explorar las opciones, tener en cuenta las consecuencias de sus actos y poner en práctica sus conocimientos[17, 18, 19].
- **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 un juego serio, las acciones son dependientes del contexto y las acciones previamente realizadas[20].
- **Utilización incorrecta:** en cuanto al objetivo pedagógico, el área en la cual se utiliza un juego serio es un factor determinante para el éxito del mismo[18].
- **Falta de recursos:** los recursos financieros destinados al desarrollo de juegos serios son pequeños al ser comparados con los recursos destinados a otras herramientas multimedia[18, 2]. Como consecuencia de las limitaciones financieras, los desarrolladores no siempre pueden acceder a tecnología de última generación[18].

#### B. Actualidad

Las áreas donde más frecuentemente se utilizan los juegos serios son:

- **Militar:** durante más de 30 años los videojuegos han sido reconocidos como herramientas factibles en el entrenamiento de militares. Se utilizan para el aprendizaje de formas de ataque, conservación de municiones, comunicación eficaz, entre otros. De esta manera permiten entrenamientos más atractivos, sin el costo, dificultad, riesgos ni inconvenientes que implican los mismos entrenamientos en un entorno real[17].
- **Salud:** los videojuegos se utilizan para la formación de profesionales basada en la simulación. En comparación con la educación tradicional, los juegos serios son más baratos, requieren menos tiempo, son más seguros y ayudan a los profesionales a cometer menos errores en situaciones reales[17].
- **Juegos corporativos:** este tipo de videojuegos se han utilizado para la selección de personal, la mejora de comunicación entre los directivos y su personal, y la formación de nuevos empleados. Los juegos serios pueden ser utilizados incluso para elaborar planes de negocios[17].

## IV. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Este trabajo se centra en contrastar los conocimientos teóricos adquiridos sobre el uso de las TIC en la educación y de los juegos serios a través del diseño e implementación de un juego serio para un contexto local.

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 [21]

los alumnos de enfermería son estudiantes divergentes<sup>1</sup>, los juegos serios son una herramienta ideal para este tipo de estudiantes[21].

Así, se selecciona como contexto de aplicación a la enseñanza de la carrera Licenciatura en Enfermería en el Instituto Doctor Andrés Barbero (IAB), cuyos estudiantes del último año son tomados como población objetivo.

Los estudiantes de enfermería requieren una gran cantidad de prácticas, en el IAB estas prácticas se dividen en:

- **Prácticas de laboratorio:** se realizan en un laboratorio especializado del IAB, este laboratorio cuenta con herramientas como camas de hospitales, maniqués, representaciones del cuerpo humano, utensilios, entre otros. Las prácticas de laboratorio son una preparación previa a las prácticas de campo.
- **Prácticas de campo:** se realizan con pacientes humanos y en hospitales bajo la supervisión de un profesional denominado instructor.

Cabe destacar que, los estudiantes deben aprobar todas las prácticas para tener derecho al examen teórico de la asignatura, de lo contrario deben volver a cursar la asignatura.

Los principales problemas actuales relacionados con estas prácticas en el IAB son los siguientes:

- Los estudiantes poseen poca disponibilidad de tiempo para actividades extras debido al tiempo que dedican a las prácticas, a las clases teóricas y al transporte[22].
- La personalización de la enseñanza es difícil debido a la gran cantidad de alumnos[22].
- Falta de materiales actualizados para los profesores[22].
- Nerviosismo ante las primeras prácticas.
- La determinación de si un estudiante posee la pericia<sup>2</sup> necesaria para un procedimiento lo realiza el instructor basándose en su percepción y una planilla de logros basada en las competencias básicas de la asignatura.

Debido a la importancia de las prácticas en la vida académica de los estudiantes de enfermería y, teniendo en cuenta los problemas citados anteriormente, en este trabajo se propone el desarrollo de un juego serio que incluye la simulación de laboratorios virtuales como una herramienta de apoyo al proceso de aprendizaje de los alumnos de las carreras de Licenciatura en Enfermería.

Se considera que los principales problemas que pueden ser abordados con esta solución son los siguientes: evaluación de los alumnos, seguimiento del progreso, disponibilidad de tiempo, factor psicológico y enfoque individual. Se ofrece una herramienta que no puede sustituir a una práctica de campo pero si puede servir como apoyo al aprendizaje.

<sup>1</sup>Los alumnos divergentes son aquellos que aprenden a través de experiencia activa, e interiorizan el conocimiento reflexionando sobre la experiencia[21]

<sup>2</sup>Sabiduría, práctica, experiencia y habilidad en una ciencia o arte.

## V. SOLUCIÓN

Se diseña y desarrolla un Juego Serio para dispositivos móviles llamado *eTesāi*, el cual ofrece a los estudiantes de enfermería un medio para realizar procedimientos de enfermería y cuyo objetivo es servir como herramienta de apoyo al aprendizaje. La solución propuesta permite evaluar a los juegos serios en los aspectos de diseño, implementación y evaluación.

### A. Arquitectura

En la figura 1 se observa la arquitectura general de la solución.

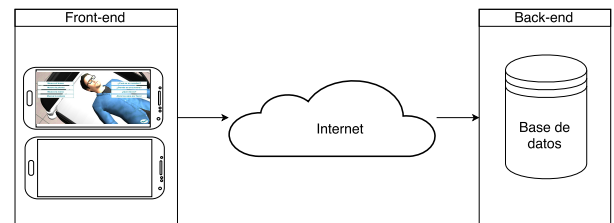


Figura 1. Esquema general de componentes de la solución.

La solución se compone de un *front-end*<sup>3</sup> que consiste en una aplicación *Android*, la cual es utilizada por los estudiantes de enfermería. Los registros de uso del *front-end* son almacenados bajo demanda en un servidor *back-end*<sup>4</sup>, el cual se encarga de asociar los registros con los alumnos y almacenarlos de manera persistente.

### B. Tecnologías utilizadas

El motor de videojuegos utilizado para el desarrollo del *front-end* es *Unity3D*, en su versión gratuita. *Unity3D* es desarrollado por *Unity Technologies* y posee un motor de *renderizado*, un flujo de trabajo para la creación de contenido interactivo, y permite mezclar contenido 3D, 2D, sonidos y animaciones en un entorno de desarrollo integrado. *Unity3D* permite desarrollar aplicaciones para múltiples sistemas operativos, como *Android*, *iOs*, *Windows Phone*, entre otros[23]. El código fuente del *front-end* es desarrollado con *MonoDevelop*.

El *back-end* es desarrollado utilizando *Java EE 7*, servicios web *REST*, y *Eclipse* como entorno de desarrollo integrado.

### C. Front-end

El *front-end* consiste en una aplicación *Android*, con un flujo que se observa en la figura 2, la misma se inicia en la escena *Inicio*, que permite al usuario seleccionar varias opciones y navegar a las demás escenas.

La simulación posee dos mecanismos para interactuar con el punto de vista del usuario, a) alejar o acercar la cámara, y, b) mover la cámara alrededor del paciente.

Las acciones realizadas por los usuarios, así como el resultado de sus acciones, son registradas en el dispositivo del usuario, y luego son enviadas al *back-end* para su persistencia.

<sup>3</sup>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.

<sup>4</sup>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*.

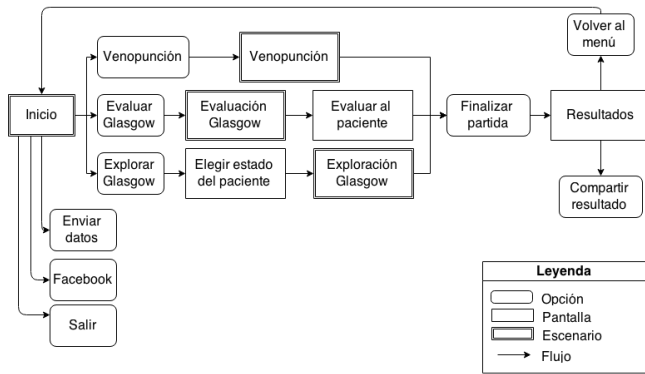


Figura 2. Flujo de pantallas de la solución

#### D. Back-end

El servidor *back-end* almacena la información del usuario, se encarga de recibir y asociar los datos almacenados por el *front-end* en una base de datos para su posterior análisis.

Almacena información detallada acerca de las acciones del usuario, las condiciones de estas acciones y el contexto en el cual fueron ejecutadas. La información almacenada permite reproducir las sesiones de juego de los usuarios. Esta información es útil para analizar los puntos débiles y fuertes, tanto de los usuarios como de la solución.

#### E. Selección de procedimientos

La selección de los procedimientos que forman parte de la solución se realiza conjuntamente con los profesores del IAB y son los siguientes:

- **Venopunción:** es utilizado frecuentemente para extraer muestras de sangre. Fue seleccionado debido a que: posee pasos bien definidos que deben ser seguidos por el profesional de enfermería, la complejidad del procedimiento no es muy alta y sus pasos son susceptibles de equivocaciones. El procedimiento formal, según los profesores del IAB y [24], cuenta con 22 pasos.
- **Valoración de la escala de Glasgow:** es utilizada como una herramienta de valoración objetiva del estado de conciencia de pacientes en estado crítico. Consiste en la evaluación de la respuesta motora, verbal y ocular del paciente[25]. Fue seleccionado debido a que: permite la exploración del entorno pues hay diferentes formas de evaluar cada estado del paciente, rara vez es realizado pues las condiciones necesarias para que un paciente requiera que se le realice este procedimiento son críticas, la cantidad de reacciones que evalúa el procedimiento es muy alta y no es un procedimiento complejo.

#### F. Alcance

Realizar una simulación de todos los aspectos que están presentes en un procedimiento de enfermería es un proceso complejo. Cuando existe una gran cantidad de detalles, los usuarios tienden a centrarse en estos detalles y no en los factores pedagógicos[19], por esto, uno de los objetivos de la solución

es la presentación de situaciones simplificadas que permitan construir conocimiento.

Las limitaciones técnicas<sup>1</sup>, la importancia de la representación<sup>2</sup> y la facilidad de realización<sup>3</sup> son los factores utilizados para acotar el alcance de la simulación.

Algunas acciones requieren un esfuerzo significativo para ser simuladas y deben formar parte del procedimiento. El nivel de detalle simulado para estas acciones no es importante, por ello se formulan las siguientes consideraciones de diseño que permiten guiar la simulación de los mismos:

- C1.: Interacción a través de la voz:** para enviar una petición o informarle sobre algo al paciente, no es necesario utilizar reconocimiento del habla, sino más bien detectar que el usuario ha hablado y listar las posibles acciones que se puedan realizar. Los comandos de voz hacen más interactiva a la Interfaz gráfica de usuario (GUI).
- 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 en la solución aporta una interfaz más intuitiva.
- C3.: Bioseguridad:** la bioseguridad<sup>4</sup> es un área amplia y transversal a todos los procedimientos de enfermería, por lo que se considera complejo simular cada acción. Es suficiente que el usuario sepa en que momento realizar cada una de las acciones. Realizar la simulación de todos los procedimientos de bioseguridad escapa al alcance del trabajo.
- 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.

<sup>1</sup>Las limitaciones técnicas se relacionan con la dificultad para simular un determinado paso, teniendo en cuenta consideraciones de *hardware*, *software* y tiempo.

<sup>2</sup>La importancia de representación se refiere a que tan útil es un determinado paso para los objetivos pedagógicos.

<sup>3</sup>La facilidad de realización en la vida real se refiere a que tan fácil es realizar el paso en la vida real.

<sup>4</sup>La bioseguridad es la aplicación de conocimientos, técnicas y equipamientos para prevenir a personas, laboratorios, áreas hospitalarias y medio ambiente de exposición a agentes potencialmente infecciosos o considerados de riesgo biológico[26].

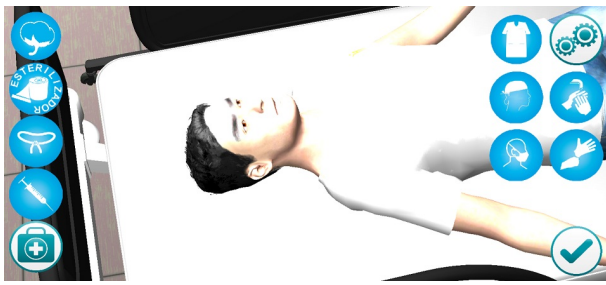


Figura 5. Interfaz gráfica de la escena Venopunción

### G. Escenas

La solución presenta procedimientos de enfermería en forma de escenas simuladas.

El procedimiento de venopunción, es representada dentro de la solución en la escena Venopunción. El procedimiento de evaluación de un paciente utilizando la escala de Glasgow, es representado en la escena Glasgow.

### H. Venopunción

En la figura 3 se observa el inicio de la escena, el objetivo principal de este procedimiento es extraer muestras de la sangre del paciente para su análisis en un laboratorio.



Figura 3. Pantalla principal de la escena Venopunción.

Durante la escena el usuario interactúa con varios objetos, en la figura 4 se observa la jeringa en el brazo del paciente, con flechas ilustrativas que muestran como mover los dedos para realizar la extracción de la sangre.

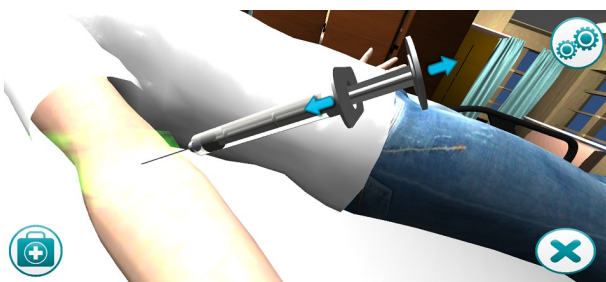


Figura 4. Vista de la jeringa ampliada, facilitando la extracción de sangre.

En la figura 5 se observa la interfaz gráfica, con opciones de bioseguridad y de utilización de elementos.

La evaluación del desempeño del alumno durante la partida se utiliza un motor de acciones condicionadas por eventos

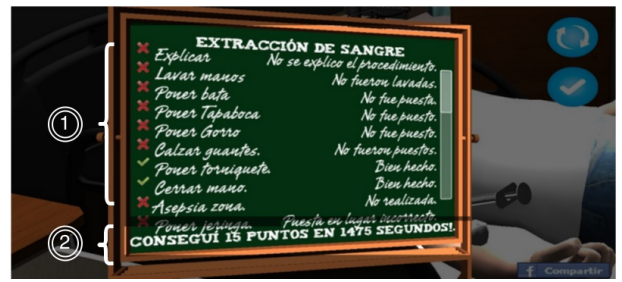


Figura 6. Retroalimentación y puntuación final de la escena Venopunción.

(ECA)[27, 28], este motor permite reaccionar ante las acciones del usuario y verificar el cumplimiento de los pasos del procedimiento.

En la parte 1 de la figura 6, se observa la información que la solución provee 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.

Cada regla tiene asociado un peso, de acuerdo a la dificultad de realizar el paso, este peso es utilizado al final de la partida para dar una puntuación al usuario como se muestra en el punto 2 de la figura 6. Junto al puntaje final también se muestra el tiempo que le tomó al usuario completar el procedimiento.

### I. Glasgow

El objetivo principal de esta escena es diagnosticar el estado de conciencia de un paciente en estado crítico, utilizando la escala de Glasgow.

La interfaz principal se observa en la figura 7, se observa al paciente a diagnosticar. Esta escena tiene dos versiones. La primera versión, denominada Evaluación, se inicia con un paciente en un estado aleatorio, la tarea del alumno es diagnosticar el estado del paciente. En la segunda versión, denominada Exploración, el usuario elige el estado inicial del paciente, lo que le permite observar como reacciona un paciente con un diagnóstico dado.



Figura 7. Interfaz de la escena de Valoración de la escala de Glasgow.

El protocolo indica que el enfermero debe valorar tres aspectos del paciente, la visión (del 1 al 4), la audición (del 1 al 5) y la capacidad motora (del 1 al 6)[25]. Realizada la valoración del paciente, el enfermero debe sumar los puntajes obtenidos, y así realizar un diagnóstico, de 13 a 15 el daño es leve, de 9 a 12 el daño es moderado y de 3 a 8 el daño es severo[29].



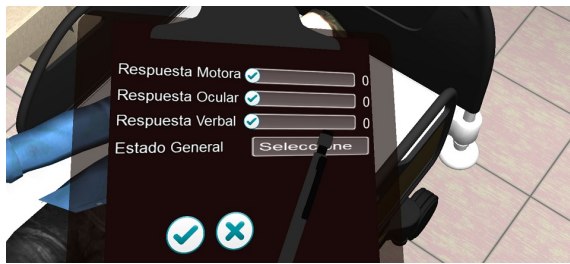


Figura 8. Vista de la Pantalla de diagnóstico.

El diagnóstico del usuario es contrastado con el estado real del paciente, para mostrar el resultado de la escena, en el punto 1 de la figura 9 se observa la retroalimentación dada al usuario.

Para el cálculo del puntaje final, 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. Se suman estos valores y se calcula el porcentaje de acierto. El puntaje final junto al tiempo que tardó el usuario realizando el procedimiento son presentados como se observa en el punto 2 de la figura 9.

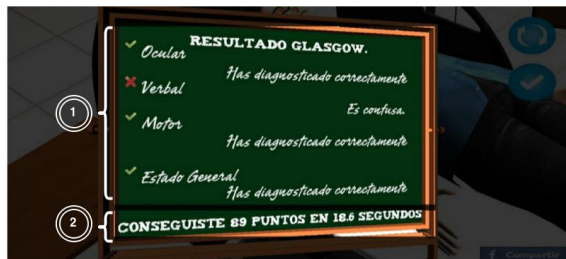


Figura 9. Retroalimentación y puntuación final de la escena Glasgow.

## VI. EVALUACIÓN Y RESULTADOS

Cuadro 1  
METODOLOGÍAS UTILIZADAS EN LA EVALUACIÓN DE LA SOLUCIÓN

Prueba	Determinar la muestra	Evaluar el uso y la aceptación	Evaluar el conocimiento
Participantes	Alumnos de la carrera de enfermería del IAB		
Muestra	124 Alumnos	11 Alumnos	124 alumnos
Lugar	IAB		IAB
Duración	10 minutos	20 días	20 minutos
Fases	<ul style="list-style-type: none"> <li>Presentación.</li> <li>Encuesta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Explicación de la interfaz.</li> <li>Utilización de la solución.</li> <li>Encuesta de apreciación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Explicación de la prueba.</li> <li>Encuesta sobre conocimiento</li> </ul>

En el cuadro 1 se observan las metodologías utilizadas para la evaluación de la solución incluyendo la determinación de la muestra.

A continuación se describen los detalles de la metodologías utilizadas junto con los principales resultados obtenidos.

### A. Encuesta para determinar la muestra

Con esta encuesta se determinó el nivel de acceso a la tecnología de los estudiantes del cuarto año de Licenciatura en Enfermería del IAB, además del tipo de acceso a Internet, sistema operativo de sus teléfonos móviles y si cumplían con los requisitos técnicos para utilizar la solución. Estos requisitos son los siguientes: memoria RAM de 512MB. o superior, velocidad de procesador de 800GHz. o superior y tarjeta de video compatible con *OpenGL ES 2.0*.

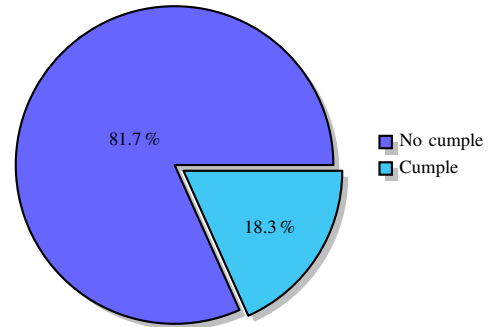


Figura 10. Dispositivos que cumplen con los requisitos mínimos para la prueba

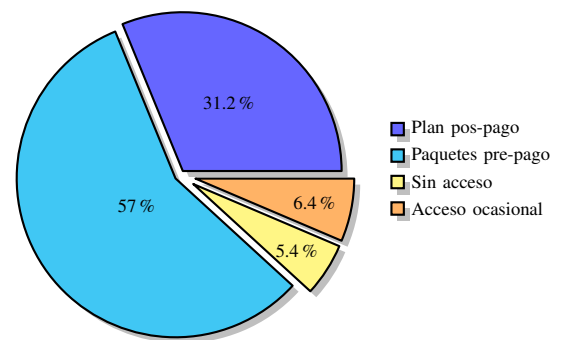


Figura 11. Acceso a internet desde dispositivos móviles

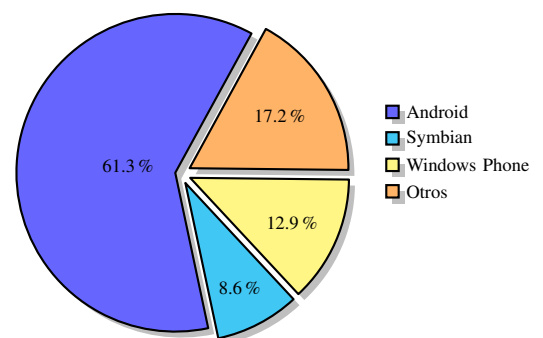


Figura 12. Sistemas operativos móviles utilizados

Del 18.3% de los que cumplían con los requisitos, 11 alumnos estuvieron dispuestos a evaluar la solución.

El estudio [30] establece que la cantidad de usuarios requeridos para las pruebas de GUI dependen del nivel de

experiencia de los usuarios con tecnología similar, y [31] define el rango de usuarios necesarios para resultados estadísticamente válidos, cuando los mismos no tienen experiencia con la tecnología, de 10 a 12.

### B. Encuesta para evaluar la solución

Con esta encuesta 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. También se busca valorar el nivel de aceptación de la solución y la validación de las consideraciones de diseño planteadas como parte del diseño de la solución.

La encuesta cuenta con 27 preguntas cerradas, es decir de una sola respuesta en una lista de opciones, y con 4 preguntas abiertas, es decir los encuestados pueden dar respuestas libres a las preguntas.

En las preguntas cerradas la métrica utilizada es la escala de Likert [32] de 7 valores posibles cuyo valor más alto es «Totalmente de acuerdo» y el más bajo es «Totalmente en desacuerdo».

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[33] se utiliza el método de *Doble Estandarización* recomendado en [34], el promedio estandarizado refleja los puntos fuertes y débiles relativos a la valoración más alta y baja.

En el cuadro 2 se observa la aceptación de los usuarios por aspecto estudiando. En el cuadro 3 se observa la aceptación de los usuarios por hipótesis asumida.

### C. Encuesta para evaluar el conocimiento

Esta encuesta mide el nivel de conocimiento de los alumnos sobre los dos temas simulados, contiene preguntas de nivel básico, medio y avanzado. Las mismas son formuladas utilizando

Cuadro 2  
ACEPTACIÓN POR ASPECTO DE LA SOLUCIÓN

Factor	Promedio encuesta (Promedio estandarizado)	Puntos fuertes	Puntos débiles
Motivación	De acuerdo (0.67)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Puntaje</li> <li>Socialización</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tiempo</li> </ul>
Exploración	De acuerdo (0.68)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aleatoriedad</li> <li>Funciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utilización</li> </ul>
Inmersión	De acuerdo (0.63)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Escenografía</li> <li>Gráficos</li> <li>Ordenes verbales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pertenencia</li> </ul>
Pedagogía	De acuerdo (0.67)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comprensión</li> <li>Retroalimentación limitada</li> </ul>	
Representación	Parcialmente de acuerdo (0.53)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Movimientos motrices</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reacción verbal</li> <li>Estados del paciente</li> </ul>
Retroalimentación	Parcialmente de acuerdo (0.60)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Detalles de los pasos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Iconos</li> </ul>
Utilidad	De acuerdo (0.69)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Complemento</li> <li>Facilitador</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Interacción</li> </ul>

Cuadro 3  
CONSIDERACIONES DE DISEÑO CON SU ACEPTACIÓN

Consideración de diseño	Promedio encuesta	Promedio 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

la lista de competencias básicas que debe tener un alumno para aprobar la materia **Enfermería en Urgencias II**. Las preguntas son validadas 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. La encuesta fue aplicada a la muestra y a un grupo de control compuesto por los demás estudiantes de la población objetivo.

De esta manera se busca evaluar la influencia pedagógica de la solución en el aprendizaje. Dado que la cantidad de partidas jugadas por usuario por tipo de procedimiento no es considerada suficiente no se pueden considerar las diferencias entre la muestra y el grupo de control como absolutas. En el cuadro 4 se observan los resultados de esta prueba.

Cuadro 4  
RENDIMIENTO PROMEDIO DE USUARIOS POR PREGUNTA

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
<b>Sumatoria:</b>	3.82	3.47	3.49

### D. Registro de actividades

La solución propuesta almacena información relacionada a la actividad del usuario, incluyendo cuando y como utiliza las acciones, los pasos que realiza, el orden y las condiciones de la escena cuando realiza cada acción, el tiempo de partida por procedimiento, entre otras informaciones.

El registro de actividades ayuda a identificar las fortalezas y debilidades de la solución en cuanto al diseño y utilidad. Sobre todo, ayuda a medir el impacto pedagógico al permitir contrarrestar el uso y desempeño del usuario con el puntaje obtenido por el mismo en la encuesta utilizada para medir el conocimiento. Los principales resultados obtenidos utilizando la correlación de Pearson[35] entre los datos del registro de actividades y de la encuesta de conocimiento considerando sólo a la muestra son los mostrados en el cuadro 5.

Cuadro 5  
CORRELACIÓN ENTRE FACTORES ESTUDIADOS

	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	<b>0.30</b>	<b>0.35</b>	<b>0.74</b>	0.55
Puntaje Máx Glasgow (juego)	0.12	1	0.32	<b>0.61</b>	0	<b>0.54</b>
Tiempo Jugado Venopunción	<b>0.30</b>	<b>0.32</b>	1	0.29	0.04	0.05
Tiempo Jugado Glasgow	<b>0.35</b>	<b>0.61</b>	0.29	1	0.69	<b>0.86</b>
Puntaje Venopunción (examen)	<b>0.74</b>	0	0.04	0.69	1	<b>0.78</b>
Puntaje Glasgow (examen)	0.55	<b>0.54</b>	0.05	<b>0.86</b>	<b>0.78</b>	1

## VII. CONCLUSIONES

Durante esta trabajo de grado se analizó y evaluó la utilización de las TIC en la educación, en especial a los juegos serios. Como resultado 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.

A continuación se detallan las conclusiones obtenidas en cada una de las fases del desarrollo de la aplicación.

### A. Estado del arte

- 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[36].
- 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[2].
- 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[21].

### B. Contexto de aplicación

- 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.

### C. 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.
- La motivación se incrementa al utilizar puntajes por procedimientos, los datos mostrados en el cuadro 2 permiten concluir que el principal factor motivacional es la visualización de un puntaje que resuma el desempeño del usuario.
- La exploración es facilitada por los estados aleatorios y las funciones simplificadas, los datos mostrados en el cuadro 2 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, los datos en el cuadro 2 muestran que la utilización de gráficos en tres dimensiones para la representación de elementos y lugares a los que está 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, los datos mostrados en el cuadro 2 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 el cuadro 2 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, se requiere información detallada acerca de las equivocaciones.
- Se deben utilizar indicadores de realización de acciones, en la simulación de entornos de enfermería, no todas las acciones son visibles ante el ojo humano, para estos casos se debe diseñar un esquema que notifique al usuario sobre la realización de una acción.
- Se debe limitar la manipulación del punto de vista al utilizar elemento. En las pruebas preliminares de la interfaz se detectó que los usuarios tienen problemas al manipular el punto de vista mientras utilizan los elementos.



#### D. Implementación del juego serio

- Es necesario evaluar al usuario sin conexión a Internet, esto permite brindar al usuario una mayor movilidad y posibilita una mayor fluidez en la experiencia.
- Es costoso diseñar personajes y entornos en tres dimensiones, las diferentes fuentes de modelos 3D permiten acceder a una gran cantidad de modelos los cuales son adecuados para la mayoría de los casos, crear componentes es un proceso largo y costoso.
- Es necesario enviar automáticamente los registros de utilización, en la solución el usuario debe seleccionar la opción de enviar datos, lo que provocó que los datos no sean siempre enviados.

#### E. Selección de tecnologías y herramientas

- Se recomienda utilizar Unity3D para el desarrollo de juegos serios para dispositivos móviles, crear un juego serio desde cero es un proceso complejo y costoso, la utilización de un motor moderno facilita en gran parte ese proceso.
- Se recomienda tener en cuenta el costo, requisitos mínimos, familiaridad, librerías, tienda y comunidad al seleccionar un motor de videojuego.
- El uso de un motor de reglas condicionado por eventos es suficiente para evaluar al usuario, permite la evaluación del usuario al momento de realizar las acciones, lo que a su vez, permite tener acceso al contexto de la acción.

#### F. Evaluación del juego serio

- Se deben validar las pruebas de conocimiento con los profesores de cátedra para determinar la dificultad y la relevancia de los temas a tratar.
- Es necesario poder reproducir las sesiones de juego del usuario con los registros de uso, 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.

#### G. Ventajas y desventajas

- 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.
- La solución es beneficiosa para el aprendizaje de procedimientos de enfermería según el 100 % de los alumnos que la evaluaron.
- Existe una recepción positiva ante la utilización de los juegos serios por parte de las autoridades y alumnos del IAB.
- 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 un videojuego 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.

### VIII. 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 esta sección se describen posibles temas para trabajos futuros, que utilicen a los juegos serios como área de investigación.

- **Nuevos escenarios de práctica:** En el área de enfermería existen innumerables procedimientos cuya simulación puede tener un impacto positivo según apreciaciones de los profesores y alumnos.
- **Visión de progreso:** añadir a la retroalimentación el progreso del alumno, donde se pueda ver como fue mejorando a través de diversas sesiones, cuales son sus puntos débiles y otros aspectos que pueden ser extraídos cuando se estudian los datos de varias sesiones de manera conjunta.
- **Integración con sistemas de monitoreo:** ofrecer un mecanismo a los docentes, donde se pueda obtener información a cerca de las debilidades y fortalezas del grupo de alumnos.
- **Multijugador:** 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 en clave, sincronización de actividades, trabajos multidisciplinarios.
- **Escenarios dinámicos:** 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.
- **Exploración de plataformas de realidad virtual:** Utilizar al *Oculus Rift* o herramientas similares, para crear entornos virtuales donde el jugador se puede desplazar e incluso utilizar elementos de forma natural[37, 38].
- **Dificultad de acuerdo al alumno:** utilizar 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.

### REFERENCIAS

- [1] Laptop.org. *Instructionism*.  
<http://wiki.laptop.org/go/Instructionism>. (Visitado 10-03-2014).

- [2] Tarja Susi, Mikael Johannesson y Per Backlund. «Serious games: An overview». En: (2007).
- [3] Ludus project. *LUDUS project*. URL: <http://www.ludus-project.eu/seriousgaming.html>.
- [4] Clark C Abt. *Serious games*. University Press of America, 1987.
- [5] Unesco. *World communication and information report*. English. Journal. 1999. (Visitado 10-02-2014).
- [6] Victoria L Tinio. *ICT in Education*. United Nations Development Programme-Asia Pacific Development Information Programme, 2003.
- [7] Simon Egenfeldt-Nielsen. «Third generation educational use of computer games». En: *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia* 16.3 (2007), págs. 263-281.
- [8] Gerry White. «ICT trends in education». En: *Digital Learning Research* (2008), pág. 2.
- [9] 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.
- [10] Adolfo Obaya Valdivia. «El construccionismo y sus repercusiones en el aprendizaje asistido por computadora». En: *ContactoS* (2003).
- [11] Sasha A. Barab Kenneth E. Hay. «Constructivism in practice: a Comparison and Contrast of apprenticeship and constructionist learning environments». En: *The Journal of the Learning Sciences* 10.3 (2001), págs. 281-322.
- [12] Mitchel Resnick. «Edutainment? No thanks. I prefer playful learning». En: *Associazione Civita Report on Edutainment* 14 (2004).
- [13] Mariluz Guenaga, Sonia Arranz, Isabel Rubio y col. *Serious Games para el desarrollo de competencias orientadas al empleo*. 2013.
- [14] Lao-tzu. «Experiential eLearning: An ID Model for Serious Games». En: (). URL: [http://www.egenfeldt.eu/papers/overview\\_serious\\_games.pdf](http://www.egenfeldt.eu/papers/overview_serious_games.pdf).
- [15] Pedro Pablo Gómez Martín. «Modelo de enseñanza basada en casos: de los tutores inteligentes a los videojuegos». Tesis doct. Universidad Complutense de Madrid, 2008.
- [16] 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.
- [17] Mary Ulicsak. *Games in Education: Serious Games*. 2010. URL: [http://media.futurelab.org.uk/resources/documents/lit\\_reviews/Serious-Games\\_Review.pdf](http://media.futurelab.org.uk/resources/documents/lit_reviews/Serious-Games_Review.pdf) (visitado 22-09-2014).
- [18] Andrew J Stapleton. «Serious games: Serious opportunities». En: *Australian Game Developers Conference, Academic Summit, Melbourne*. 2004.
- [19] Carlos González Tardón. «Videojuegos para la transformación social». Tesis doct. Universidad de Deusto, 2014.
- [20] 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.
- [21] Melanie Humphreys. «Developing an educational framework for the teaching of simulation within nurse education». En: *Open Journal of Nursing* 3.4 (2013).
- [22] Carlos Viera Gilberto González. «Factores que producen estrés y sus consecuencias en los estudiantes de la carrera de enfermería del 1ro al 4to curso del Instituto Dr. Andrés Barbero». Tesina. Instituto Dr. Andrés Barbero, 2009.
- [23] Unity Technologies. *Unity Engine*. URL: <http://unity3d.com/es> (visitado 03-02-2015).
- [24] Safe Injection Global Network Organización Mundial de la Salud. *Carpeta de material sobre seguridad de las inyecciones y los procedimientos conexos*. Inf. téc. OMS, 2010.
- [25] 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=O7vxL6dpbTUC>.
- [26] World Health Organization y col. «Manual de bioseguridad en el laboratorio». En: (2005).
- [27] James Bailey y col. «An event-condition-action language for XML». En: *Web Dynamics*. Springer, 2004, págs. 223-248.
- [28] 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.
- [29] Katherine M Helmick y col. «Mild traumatic brain injury in wartime». En: *Federal Practitioner* 24.10 (2007), págs. 58-64.
- [30] J. Nielsen. «Why You Only Need to Test with 5 Users». En: (192000). URL: [www.useit.com/alertbox/20000319.html](http://www.useit.com/alertbox/20000319.html).
- [31] 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.
- [32] 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>.
- [33] R. Fischer y T. Milfont. «Standardization in psychological research». En: *International Journal of Psychological Research* 3.1 (2010), págs. 88-96.
- [34] 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>.
- [35] 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.
- [36] 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.
- [37] LLC MakerBot®Industries. *3D camera mount for Oculus Rift*. 2013. (Visitado 15-04-2015).
- [38] Unity Technologies. *Calling all VR enthusiasts*. 2014. (Visitado 15-04-2015).