

## **Diseño de un órgano artificial con aplicación a la enfermería en el centro universitario UAEM Valle de Chalco**

Maribel Hernández Arroyo, Marco Alberto Mendoza Pérez

Universidad Autónoma del Estado de México, Centro Universitario UAEM Valle de Chalco,  
México

maribell1991hernan@gmail.com,  
marco\_alberto83@hotmail.com

**Resumen.** La importancia que tiene la tecnología en el mundo actual que trasciende a diferentes ramas de la ciencia, se enfoca en el desarrollo de prototipos o diseños de órganos artificiales en 3D o impresiones de estos. En este trabajo se analizó y diseñó el órgano riñón en 3D, para el aprendizaje de sus componentes, relacionado con temas de las Unidades de Aprendizaje de Anatomía y Fisiología, que cursan los estudiantes de la Licenciatura en Enfermería, en el Centro Universitario (CU) Valle de Chalco perteneciente a la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM). Se diseñó el modelo de un riñón en 3D, posteriormente se desarrolló una aplicación con realidad aumentada, que los estudiantes de segundo semestre utilizaron y observaron, que es un apoyo en su proceso de aprendizaje, siendo una experiencia duradera y útil para estas Unidades de Aprendizaje, haciendo el aprendizaje más entretenido y significativo para su educación profesional, ya que es otro paso más para el desarrollo de este tipo de tecnología educativa. Además de lo anterior, otras ventajas son que el estudiante puede conocer y comprender el funcionamiento de cada una de las partes del riñón en 3D. La aplicación se presentó a un grupo de 20 estudiantes de segundo semestre de la Licenciatura en Enfermería. Al finalizar la demostración, llenaron una encuesta que arrojó resultados satisfactorios, los más relevantes fueron: El 95% le pareció creativa, novedosa, e interesante y al 100% le fue fácil aprender con este tipo de aplicaciones que sirven de apoyo en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

**Palabras clave:** Aprendizaje Significativo, Órgano 3D, Realidad Aumentada, Riñón.

### **Design of an Artificial Organ with Application to Nursing at the UAEM Valle De Chalco University Center**

**Abstract.** The importance of technology in the current world that transcends different branches of science, focuses on the development of prototypes or

designs of artificial organs in 3D or prints of these. In this work, the kidney organ was analyzed and designed in 3D, for the learning of its components, related to themes of the Anatomy and Physiology Learning Units, which are studied by students of the Bachelor of Nursing, at the University Center ( CU) Valle de Chalco belonging to the Autonomous University of the State of Mexico (UAEM). The model of a kidney in 3D was designed, later an application with augmented reality was developed, which the second semester students used and observed, which is a support in their learning process, being a lasting and useful experience for these Learning Units , making learning more entertaining and meaningful for your professional education, as it is another step in the development of this type of educational technology. In addition to the above, other advantages are that the student can know and understand the operation of each of the parts of the kidney in 3D. The application was presented to a group of 20 second-semester students of the Nursing Degree. At the end of the demonstration, they filled out a survey that yielded satisfactory results, the most relevant were: 95% found it creative, novel, and interesting and 100% found it easy to learn with this type of applications that serve as support in the process of teaching and learning.

**Keywords:** Meaningful Learning, 3D Organ, Augmented Reality, Kidney.

## 1. Introducción

El aprendizaje es un proceso de habilidades y valores, que cada persona fortalece durante su vida cotidiana. A continuación, se presentan los conceptos relacionados a la nefrología, al modelo 3D, a la realidad aumentada y a la metodología de prototipos, que se utilizaron para diseñar y desarrollar la aplicación de realidad aumentada.

La Nefrología es el estudio de la anatomía y la función de los riñones [1]. Los riñones son órganos que se encargan de filtrar la sangre y producir la orina [2].

A continuación, se describen las partes del riñón [3 y 1]:

- La médula renal está compuesta entre 8 y 18 pirámides renales de forma cónica. Cada pirámide está dirigida hacia la corteza renal.
- La corteza renal es el arca de textura lisa que se extiende desde la cápsula hasta las bases de las pirámides renales y hacia los espacios entre estas. Esas porciones de la corteza renal que se extienden entre las pirámides renales se llaman columnas renales.
- Cálices menores y mayores, los conductos papilares drenan en estructuras en forma de copa.
- La sangre abandona el riñón a través de una única vena renal.
- La cápsula renal es una envoltura grasa del riñón constituida por tejido adiposo. Está envoltura de grasa perirrenal recubre la cápsula.
- Nefrona, es la unidad estructural y funcional del riñón.
- Arteria renal, proporciona la vascularización al riñón, a las glándulas suprarrenales y a los uréteres.
- Pelvis renal, es una estructura anatómica en forma de embudo que drena la orina del riñón al uréter.
- Ureter, conduce la orina desde los riñones a la vejiga.

La tecnología se basa fundamentalmente en conocimientos que se utilizan para lograr un objetivo y dar soluciones de un problema en específico. Es una terminología que abarca una variedad de aspectos que pueden ir desde la robótica hasta la medicina, etc.

Los modelos 3D describen un proceso que representa un objeto tridimensional, los cuales se relacionan con escenas y animaciones etc. Se utiliza un software especializado en la creación y modificación de modelos 3D. Existen aplicaciones que permiten al usuario diseñar modelos en 3D, por ejemplo, blender, sketchup, etc.

A continuación, se presenta una breve historia de los modelos 3D, se remonta a 1976, cuando se inventó la impresora de inyección de tinta. En 1984 se hicieron algunos avances sobre la inyección de tinta que se transformó a impresión de materiales. A lo largo de las últimas décadas que se fueron desarrollando a través de varias industrias. Charles Hull, más tarde, el cofundador de 3D Systems, inventa la estereolitografía, un proceso de impresión que permite que un objeto en 3D se cree a partir de datos digitales. Se utiliza la tecnología para crear un modelo 3D a partir de una imagen y permite que los usuarios prueben un diseño antes de que este invierta en la fabricación del modelo definitivo [4].

En el 2002, Los científicos diseñan un riñón 3D en miniatura completamente funcional y con la capacidad de filtrar sangre y producir orina diluida en un animal. El desarrollo llevó a la investigación en el Instituto de Wake Forest de Medicina Regenerativa el objetivo de imprimir los órganos y tejidos con tecnología de impresión 3D [4].

La realidad aumentada (RA) es un entorno físico que tiene la enorme capacidad de combinar el mundo real y virtual a través de un dispositivo móvil. A continuación, se presentan las herramientas que se utilizaron para diseñar los modelos en 3D y desarrollar la aplicación en RA:

- Sketchup es un software que desarrolla modelos en 3D y es ideal para crear escenarios, objetos, etc. Tiene herramientas que podemos utilizar para la creación de cualquier tipo de proyecto que son animaciones o texturas.
- Vuforia es un SDK que se basa en el desarrollo de aplicaciones móviles y utiliza tecnología que tiene una gran capacidad de reconocer imágenes y objetos 3D orientados a la realidad aumentada.
- Unity 3d es una plataforma para el desarrollo de videojuegos y apps.

Se desarrolló la aplicación utilizando como base la realidad aumentada, sobre los diseños de los modelos 3D del riñón, para que los estudiantes de segundo semestre de la Licenciatura en Enfermería puedan visualizarlos de manera amigable e interactiva. Esta aplicación, se enfoca como apoyo a su aprendizaje o enseñanza de estos contenidos, para que los estudiantes o docentes deseen ampliar o reforzar sus conocimientos.

La aplicación con realidad aumentada es innovadora, creativa y útil para los estudiantes de la Carrera de Enfermería del Centro Universitario UAEM Valle de Chalco, además de que su uso es sencillo, cómodo y fácil de aprender por estos, que anteriormente no contaban con una herramienta tecnológica de este tipo.

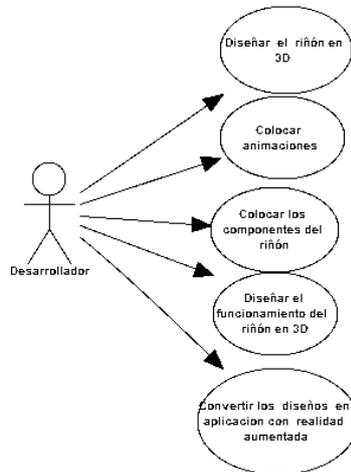


Fig. 1. Diagrama de caso de uso del desarrolló de la aplicación.

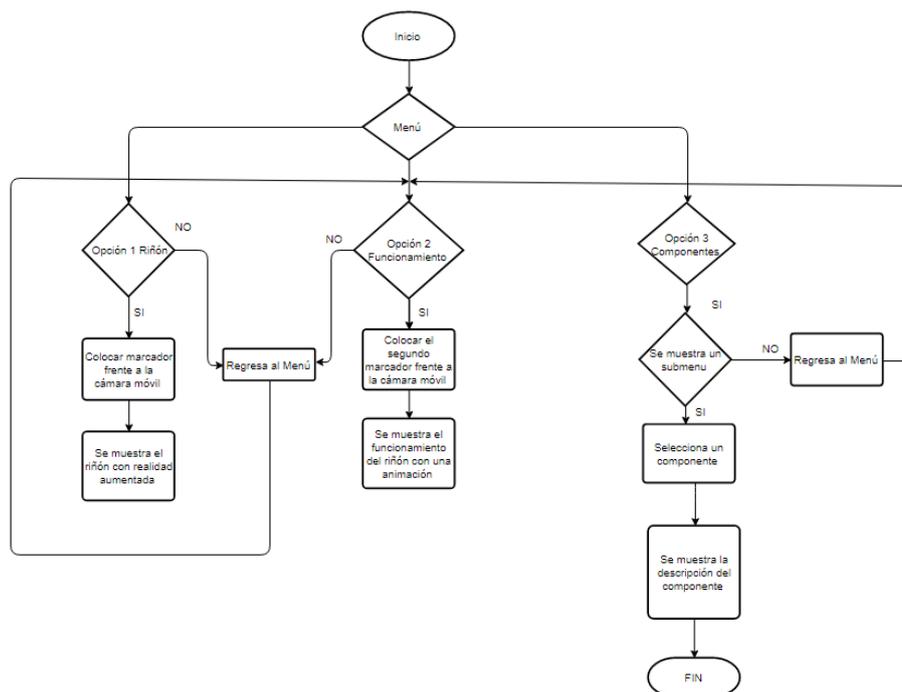


Fig. 2. Diagrama de flujo de la aplicación.

Lo anterior busca que el estudiante pueda visualizar y comprender como funciona el riñón, así como cada uno de sus componentes junto con su descripción. Otro de los

beneficios de desarrollar la aplicación con realidad aumentada, es apoyar a los estudiantes con el uso de la tecnología educativa, porque hoy en día, la tecnología es un factor importante que sirve para combinar conocimientos multidisciplinarios, como es la anatomía del riñón, así como el desarrollo de su aplicación para la enseñanza y aprendizaje de este tipo de contenidos. Este es otro paso más para el desarrollo de este tipo de aplicaciones que involucran la enseñanza de diferentes tipos de disciplinas.

La metodología utilizada para el diseño y desarrollo de la aplicación es la de prototipos, sirve para identificar requerimientos que surgen durante el desarrollo de la aplicación, algunos prototipos se construyen para ser desechables, otros son evolutivos; es decir, poco a poco se transforman en el sistema real [5]. Además, el prototipo se debe realizar en poco tiempo, una vez construido el prototipo se puede poner inmediatamente a prueba, por lo cual se deben utilizar los programas adecuados [6]. Sus etapas se describen a continuación [7]:

- Recolección y refinamiento de requisitos: Se recopilaron datos que se identificaron, para el desarrollo del software, son las especificaciones que requiere el usuario para el funcionamiento del sistema.
- Diseño rápido: una vez que se tiene las especificaciones del software se pasa a la implementación del software.
- Construcción del prototipo: se desarrolló el proyecto y se observa si cumple con las necesidades del usuario.
- Despliegue, entrega y retroalimentación: se muestra la aplicación al usuario para que valide, si le es útil la aplicación.

## **2. Método**

El diseño y desarrollo de una aplicación con realidad aumentada para el aprendizaje y la enseñanza de los elementos del riñón y su funcionamiento como apoyo en las clases de anatomía y fisiología que cursan los estudiantes de la Licenciatura en Enfermería, está basado en la metodología de prototipos [5]. A continuación, se muestran sus etapas finalizadas:

### **2.1. Recolección y refinamiento de requisitos**

Desde el comienzo se busca crear el diseño de un riñón en 3D y su funcionamiento, transformando los modelos en una aplicación con realidad aumentada, para el aprendizaje y la enseñanza de sus componentes para los estudiantes de la carrera de enfermería. Con esta información se describen los casos de uso y el funcionamiento de la aplicación.

El diagrama de caso de uso que se elaboró, para tener una representación clara y concisa de la identificación de los requisitos del desarrollo de la aplicación, sirve para facilitar lo que el desarrollador realizará (ver Figura 1).

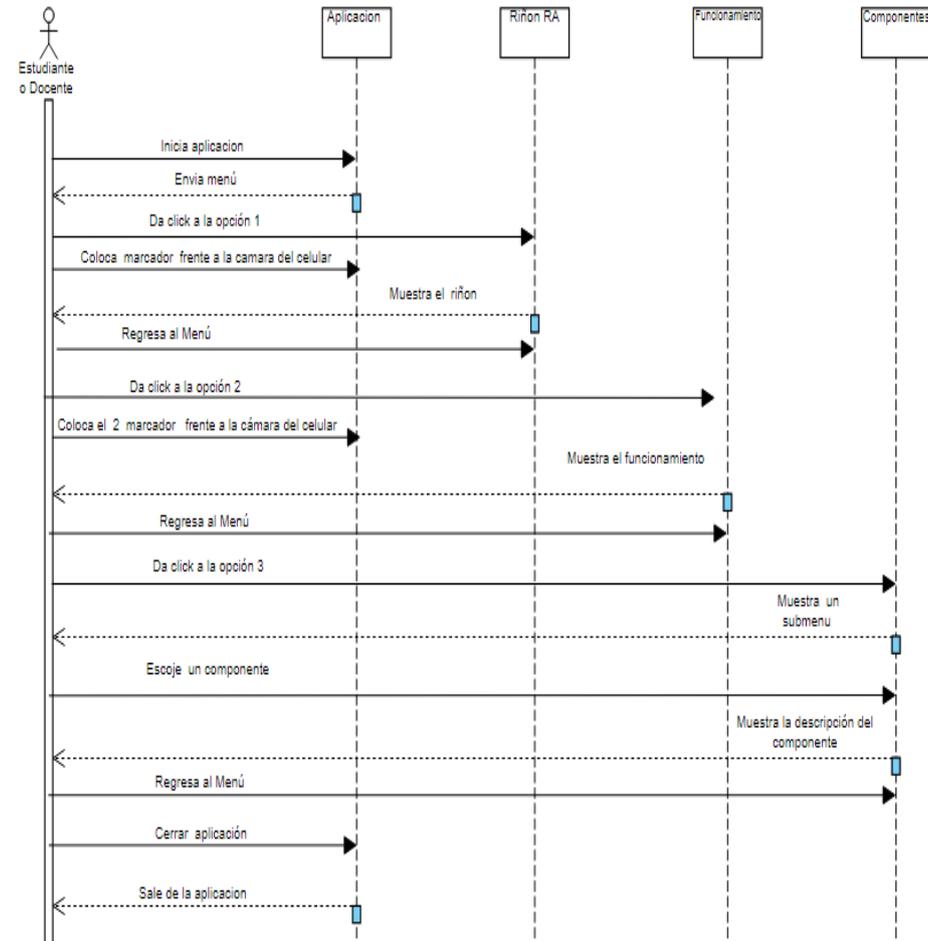


Fig. 3. Diagrama de secuencia.

## 2.2. Diseño rápido

En esta etapa se describe como se realizó el diagrama de flujo, el diagrama de secuencia y la creación de los modelos en 3D, cómo se observan en las Figuras 2 y 3.

El diagrama de flujo de la Figura 2, se muestra cómo se describe el proceso que realiza la aplicación a través de una serie de procesos entre estudiantes y docentes.

En la Figura 3, se describe el ingreso del estudiante y docente a la aplicación por medio del diagrama de secuencia, se observa a detalle la descripción del comportamiento de la aplicación e interacción con el usuario.

En la Figura 4, se muestra el modelo del riñón en 3D, utilizando el software sketchup. Para la creación del segundo modelo se basa en el funcionamiento del riñón.

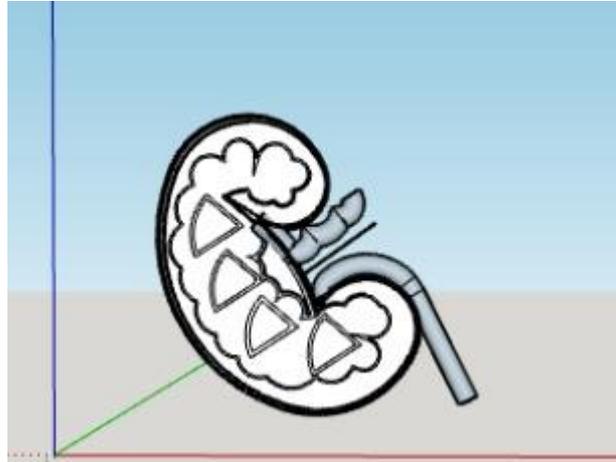


Fig. 4. Riñón 3D.

```
using System.Collections;
using UnityEngine.SceneManagement;
using UnityEngine;

public class Segundo1 : MonoBehaviour {

    public void CambiarEscenas(string riñon)
    {
        SceneManager.LoadScene(riñon);
    }
    public void CambiarEscenas1(string principal)
    {
        SceneManager.LoadScene(principal); // regresa a la escena
    }
    public void CambiarEscenas2(string Corteza)
    {
        SceneManager.LoadScene(Corteza);
    }
    public void CambiarEscenas3(string riñon)
    {
        SceneManager.LoadScene(riñon); // regresa a la escena
    }
    public void CambiarEscenas4(string Cáliz)
    {
        SceneManager.LoadScene(Cáliz);
    }
    public void CambiarEscenas5(string riñon)
    {
    }
}
```

Salida  
Mostrar salida de: Compilación  
1> ---- Operación Compilar iniciada: proyecto: Riñon, configuración: Debug Any CPU ----  
1> Riñon -> C:\Users\MARIBEL\Desktop\GVPROYECTO\Riñon\Temp\UnityVS\_bin\Debug\Assembly-CSharp.dll  
==== Compilar: 1 correctos, 0 incorrectos, 0 actualizados, 0 omitidos =====

Fig. 5. Código fuente.

### 2.3. Construcción del prototipo

La construcción de la aplicación móvil muestra la configuración del programa unity como la importación de los modelos 3D, se diseñó la interfaz de la aplicación

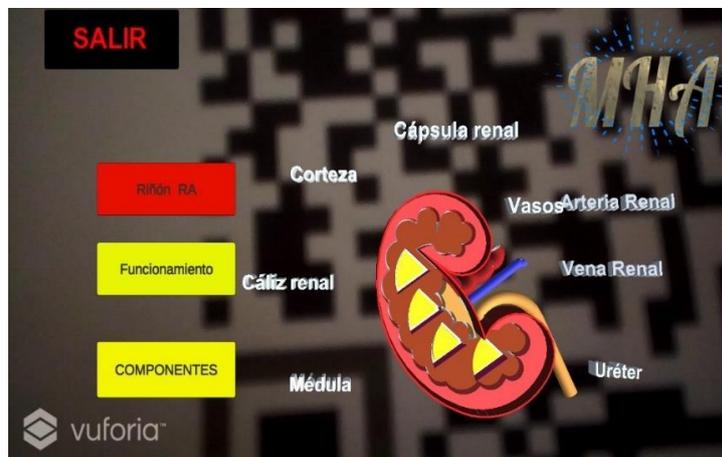


Fig. 6. Riñón con realidad aumentada.

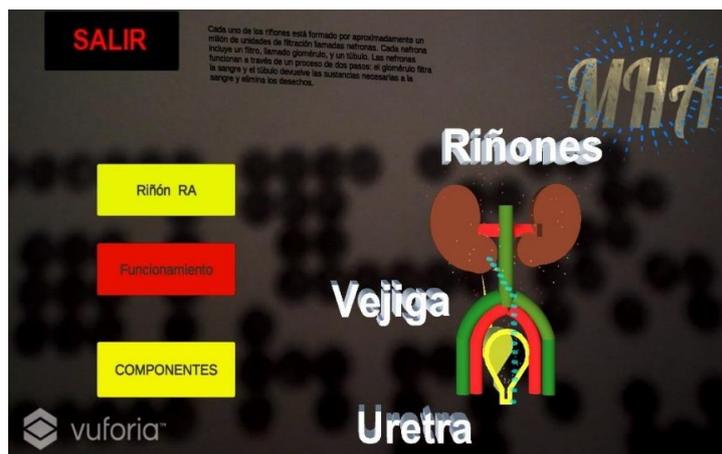


Fig. 7. Funcionamiento del riñón con realidad aumentada.

convirtiendo los modelos en realidad aumentada, como la descripción de los componentes del riñón. Se diseñó la interfaz del menú.

De tal forma que el estudiante o docente al pulsar click en las opciones del riñón o funcionamiento, el botón cambiara a color rojo y se visualizara la realidad aumentada. Para que realice esta función el estudiante pondrá el QR de acuerdo al modelo 3D que quiera visualizar, frente a la cámara móvil. La tercera opción llamada components, nos direcciona a un submenú.

En la Figura 5, se muestra el código, donde se crearon las escenas utilizando la librería SceneManager, se programaron los botones de regresar y de salir, para la creación de la aplicación.

En la Figura 6, se muestra el funcionamiento de la aplicación, mostrando los componentes del riñón con realidad aumentada. En la Figura 7, se muestra el



**Fig. 8.** Explicación de la aplicación con realidad aumentada.



**Fig. 9.** Utilización de la aplicación.

funcionamiento de la aplicación, el estudiante visualizara con realidad aumentada, el funcionamiento del riñón por medio de una animación.



Fig. 10. Resultados de la encuesta.

### 3. Resultados

#### 3.1. Despliegue, entrega y retroalimentación

Se presentó la aplicación con realidad aumentada para la enseñanza del riñón a 20 estudiantes que forman parte de la Licenciatura en Enfermería, perteneciente al Centro Universitario UAEM Valle de Chalco. Posteriormente se les aplicó una encuesta.

En la Figura 8, se visualiza la explicación del funcionamiento junto con la utilización de la aplicación, donde los estudiantes utilizaron la aplicación para saber si fue de utilidad como apoyo a su aprendizaje. En la Figura 9, se observa la interacción del estudiante con la aplicación.

Una vez terminada la demostración de la aplicación, junto con la encuesta, se representaron las seis respuestas de los estudiantes de enfermería, por medio de tabulaciones y gráficas. Se obtuvieron los siguientes resultados: En la figura 10, se observa que para la primera pregunta, el 95% de los estudiantes les agrado la aplicación y solo un 5% no fue de su agrado.

Para la segunda pregunta, el 95% de los estudiantes les pareció interesante y a un 5% les fue indiferente la aplicación. Para la tercera pregunta, el 100% de los estudiantes les fue fácil utilizar la aplicación.

Para la cuarta pregunta, se observa que el 70% de los estudiantes no ha utilizado este tipo de aplicaciones con realidad aumentada y un 30% si ha utilizado una aplicación con realidad aumentada. Para la quinta pregunta, el 95% de los estudiantes les pareció creativa y novedosa la aplicación. Y para la sexta pregunta, se observa que el 100 % de los estudiantes les fue fácil aprender este tipo de contenido con realidad aumentada.

La aplicación cuenta con una buena aceptación por parte de los estudiantes de enfermería, al calificarla como creativa, funcional, novedosa e interesante. Esta

aplicación sirve de apoyo a los estudiantes y docentes en su proceso de enseñanza y aprendizaje de este tipo de contenidos.

#### **4. Conclusiones**

Para el análisis y diseño de los modelos 3D, y posteriormente la construcción de la aplicación con realidad aumentada, basada en la enseñanza y aprendizaje, se utilizó la metodología de desarrollo de prototipo de software. Esta aplicación es un recurso tecnológico educativo, que sirve de apoyo para el docente y el estudiante en la adquisición de conocimientos teóricos sobre el riñón y la comprensión del funcionamiento de este.

Esta aplicación le será de gran utilidad, tanto al docente como a los estudiantes en sus procesos de enseñanza y aprendizaje, les ayudará a conocer y a comprender el funcionamiento del riñón, así como la descripción de cada uno de sus componentes; permitiéndoles adquirir conocimientos en su educación profesional.

Este proyecto cumplió su objetivo propuesto y se logró mostrar la aplicación en el Centro Universitario UAEM Valle de Chalco. Al término de las pruebas, se aplicaron 20 encuestas a los estudiantes, llegando a la conclusión que la aplicación es creativa e innovadora, útil, interesante, fácil de utilizar y de aprender cualquier tipo de contenido; logrando que estudiantes y docentes la puedan utilizar como apoyo en su enseñanza y aprendizaje. Así mismo esta aplicación puede ser utilizada por los estudiantes de medicina, para ampliar o repasar los conocimientos ya adquiridos anteriormente. Se diseñó el órgano virtual en 3D para la enseñanza y aprendizaje de este tipo de temas, además se puede utilizar una impresora 3D, para que el estudiante observe de forma física el órgano, ya que las impresoras 3D son dispositivos capaces de reproducir cualquier tipo de modelo 3D.

Por último, se observó que los estudiantes reaccionaron con mucho interés y entusiasmo al interactuar con este tipo de tecnología, como lo es la realidad aumentada como apoyo en los procesos de enseñanza y aprendizaje de forma significativa, ya que relacionaron sus conocimientos anteriores con la utilización de la aplicación para comprender o retroalimentar el contenido ya existente. Los estudiantes comentaron que les gustaría utilizar esta clase de aplicaciones más seguido, porque mantienen su atención e interés visual en ubicar y conocer cada uno de los componentes del riñón junto con su funcionamiento.

#### **Referencias**

1. Diccionario de Medicina de Mosby. Barcelona, España: Océano. pp. 854–1319 (1995)
2. Guzmán-López, S., Elizondo-Omaña, R.: Anatomía humana en casos clínicos. Medica Panamericana, pp. 230–276 (2015)
3. Tortora, G., Derrickson, B.: Principios de anatomía y fisiología. Médica Panamericana, pp. 1022–1025 (2006)
4. Impresoras 3d: Breve historia de la impresión 3D. <https://www.impresoras3d.com/breve-historia-de-la-impresion-3d/> (2018)

*Maribel Hernández Arroyo, Marco Alberto Mendoza Pérez*

5. Pressman, R.: Ingeniería del software: Un enfoque práctico. Mc Graw Hill (2010)
6. EcuRed: Conocimiento con todos y para todos. Modelo de prototipos. [https://www.ecured.cu/Modelo\\_de\\_Prototipos/](https://www.ecured.cu/Modelo_de_Prototipos/) (2012)
7. Sommerville, I.: Ingeniería del Software. Pearson Educación (2005)
8. EcuRed: Conocimiento con todos y para todos. SketchUp. <https://www.ecured.cu/SketchUp/> (2017)
9. EcuRed: Conocimiento con todos y para todos. Realidad Aumentada. [https://www.ecured.cu/Realidad\\_aumentada/](https://www.ecured.cu/Realidad_aumentada/) (2016)
10. Unity: Technologies, U. <https://unity.com/es> (2020)