

CREACIÓN DE UN MAGICBOOK COMO APOYO DE APRENDIZAJE EN LA
ASIGNATURA PROCESOS DE ALIMENTOS II DEL PROGRAMA DE INGENIERIA DE
ALIMENTOS

Investigadores:
ING. LUIS TOVAR GARRIDO
ING. PIEDAD MONTERO CASTILLO
CARLOS GUILLERMO CORONEL CARDONA



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
CARTAGENA DE INDIAS, 2016.

CREACIÓN DE UN MAGICBOOK COMO APOYO DE APRENDIZAJE EN LA
ASIGNATURA PROCESOS DE ALIMENTOS II DEL PROGRAMA DE INGENIERIA DE
ALIMENTOS

GRUPO DE INVESTIGACIÓN
GIMÁTICA

LINEA DE INVESTIGACIÓN
INTELIGENCIA COMPUTACIONAL

Investigadores:
ING. LUIS TOVAR GARRIDO
ING. PIEDAD MONTERO CASTILLO
CARLOS GUILLERMO CORONEL CARDONA

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO DE SISTEMAS



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
CARTAGENA DE INDIAS, 2016.

Dedicatoria

Primero a Dios que siempre ha sido fiel y quien me ha dado la fortaleza para seguir adelante.

A mi madre, padre y hermana que siempre, a pesar de las adversidades creyeron en mí.

Y a todas aquellas personas que con sus palabras me motivaron a sacar este proyecto adelante.

Agradecimientos

En primer lugar a Dios quien es el guía de nuestra vida y sin el nada sería posible.

Agradezco infinitamente a mi familia quien siempre estuvo dándome el apoyo necesario y quienes siempre me motivaron a seguir adelante.

Agradezco también de manera muy especial al ingeniero Luis Carlos Tovar y la ingeniera Piedad Montero quienes siempre estuvieron atentos y a pesar de las demoras siempre tuvieron la disposición de brindarme su colaboración y asesoría.

Al cuerpo de docentes del programa de ingeniería de sistemas infinito agradecimiento por las enseñanzas dadas, las asesorías brindadas y por muchos buenos recuerdos vividos dentro de la universidad.

De igual forma agradezco a todas aquellas personas especiales quienes a lo largo de toda la carrera directa o indirectamente me fueron de gran ayuda y con las cuales pude compartir dentro y fuera de la universidad.

A todos mis más sinceros agradecimientos.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	10
ABSTRACT	11
1. INTRODUCCIÓN	12
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.2 JUSTIFICACIÓN	14
1.3 CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
2. MARCO DE REFERENCIA.....	18
2.1 ESTADO DEL ARTE.....	18
2.2 MARCO TEÓRICO.....	23
2.2.1 <i>Realidad Virtual</i>	23
2.2.2 <i>Códigos</i>	23
2.2.3 <i>Realidad aumentada</i>	26
2.2.4 <i>Realidad aumentada en dispositivos móviles</i>	30
2.2.5 <i>Sistemas operativos en dispositivos móviles</i>	32
2.2.6 <i>Herramientas para el desarrollo de aplicaciones de realidad aumentada</i>	33
2.2.7 <i>Magicbook</i>	37
2.2.8 <i>Procesos de alimentos II</i>	38
3. OBJETIVOS.....	40

3.1	OBJETIVO GENERAL.....	40
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	40
3.3	ALCANCE	40
4.	METODOLOGÍA.....	41
4.1	PROCEDIMIENTO	42
4.2	DISEÑO UTILIZADO.....	43
5.	DESARROLLO Y RESULTADOS.....	45
5.1	COMUNICACIÓN CON EL CLIENTE	45
5.2	PLANIFICACIÓN	47
5.3	ANÁLISIS DE RIESGO	50
5.3.1	<i>Análisis de riesgo en el modelado 3D</i>	<i>50</i>
5.3.2	<i>Análisis de riesgo en el desarrollo de la aplicación</i>	<i>51</i>
5.4	CONSTRUCCIÓN Y ADAPTACIÓN DE LA INGENIERÍA	53
5.4.1	<i>Construcción de los marcadores</i>	<i>53</i>
5.4.2	<i>Construcción de los modelos 3D, audios y videos</i>	<i>54</i>
5.4.3	<i>Construcción de la aplicación.....</i>	<i>55</i>
5.5	EVALUACIÓN DEL CLIENTE	58
5.6	RESULTADOS OBTENIDOS	63
6.	CONCLUSIONES.....	66

7.	RECOMENDACIONES.....	67
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	68

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparación eficiencia espectral (Morales, 2008).....	26
Tabla 2. Tipos de marcadores bidimensionales (morales, 2008).....	29
Tabla 3. Cuadro descriptivo de NyARToolKit.....	34
Tabla 4. Cuadro descriptivo de Qualcomm's Augmented Reality SDK.....	35
Tabla 5. Cuadro descriptivo de AndAR.....	36
Tabla 6. Cuadro descriptivo de ARviewer SDK.....	37
Tabla 7. Actividades programadas para cumplir los objetivos.....	44
Tabla 8. Requerimientos funcionales de la aplicación de realidad aumentada.....	45
Tabla 9. Requerimientos no funcionales de la aplicación de realidad aumentada.....	46
Tabla 10. Objetos, videos y audios presentes en la aplicación de realidad aumentada.....	47
Tabla 11. Características establecidas como prioridad para la selección de la herramienta...51	
Tabla 12. Comparación entre herramientas para el desarrollo de realidad aumentada.....	52

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Proyecto Magicbook por HitLAB (HitLABNZ, 2012)	19
Ilustración 2. Cuadernos Street Racer de norma (streeetracernorma, 2012)	20
Ilustración 3. Marcador utilizado en revista colombiana de cardiología (scc, 2012)	20
Ilustración 4. Marcador revista DITEC (ejército, 2012).....	21
Ilustración 5 Tipos de códigos de barras (morales, 2008)	24
Ilustración 6 Estructura general de un código de barras (Morales, 2008)	24
Ilustración 7. Realidad aumentada (Nájera, 2009).....	26
Ilustración 8. Realidad aumentada en Smartphone.....	27
Ilustración 9. Ejemplo marcadores realidad aumentada (morales, 2008).....	28
Ilustración 10. PDA	31
Ilustración 11. Teléfonos Inteligentes.....	31
Ilustración 12. Tablet PC	32
Ilustración 13. Magicbook	37
Ilustración 14 El ciclo de producción del modelo de ensamblaje de componentes.....	43
Ilustración 15 Marcador de realidad Aumentada.....	53
Ilustración 16 modelo 3d de la estructura de la fibra muscular	54
Ilustración 17 Marcador para audio utilizado en la aplicación.	55
Ilustración 18 Diagrama de casos de uso.....	56
Ilustración 19 Diagrama de componentes.....	57
Ilustración 20 Evaluación tiempo tomado para la detección de los marcadores y despliegue del evento.....	59
Ilustración 21 Evaluación pertinencia de los modelos, audios y secuencias de imágenes en estudiantes.....	59
Ilustración 22 Evaluación pertinencia de los modelos, audios y secuencias de imágenes en docentes	60
Ilustración 23 Evaluación facilidad de uso de la aplicación en estudiantes	60
Ilustración 24 Evaluación facilidad de uso de la aplicación en docentes	61
Ilustración 25 Evaluación Satisfacción que causó el magicbook y la aplicación en estudiantes .	61
Ilustración 26 Evaluación Satisfacción que causó el magicbook y la aplicación en docentes	62
Ilustración 27 Evaluación errores presentados durante la ejecución.	62
Ilustración 28 paginas 3, 4, 25 y 26 del libro interactivo.....	63
Ilustración 29 Aplicación móvil de realidad aumentada perteneciente a libro interactivo de Procesos de Alimentos II	64

Resumen

El proyecto titulado CREACIÓN DE UN MAGICBOOK COMO APOYO DE APRENDIZAJE EN LA ASIGNATURA PROCESOS DE ALIMENTOS II DEL PROGRAMA DE INGENIERIA DE ALIMENTOS se realizó con el objetivo de desarrollar una aplicación basada en realidad aumentada como apoyo a la enseñanza en la temática de la tecnología de carnes. A través de esta se le permitirá tanto a docentes como estudiantes del programa de ingeniería de alimentos de la Universidad de Cartagena contar con nuevas y didácticas herramientas tecnológicas con las que se espera hacer más ameno el proceso de aprendizaje.

En el desarrollo del proyecto se utilizó un tipo de investigación aplicada, descriptiva y experimental. De igual forma, para la creación de la aplicación se implementó la metodología propuesta por la ingeniería de software basada en componentes para cumplir con los objetivos específicos de una manera más eficiente, y, que dieron como resultado la obtención de un libro interactivo y una aplicación para dispositivos móviles basada en realidad aumentada.

Los resultados más importantes obtenidos con el presente proyecto son, como se mencionan anteriormente, la creación de un libro interactivo; donde se describe el proceso de transporte del ganado bovino, las plantas de beneficio, el proceso de faenado y la composición química del tejido cárnico, y una aplicación basada en realidad aumentada para dispositivos móviles bajo sistema operativo Android que apoya la temática presente en el libro. Cabe destacar que el uso de tecnologías emergentes para complementar a la enseñanza puede mejorar la apropiación de las temáticas por parte de los estudiantes, puesto que se presentan los contenidos de una manera más dinámica, haciéndolos en cierto punto atractivos para los estudiantes, dejando atrás los contenidos monótonos y estáticos que se habían estado utilizando.

Abstract

The project called CREATION OF A MAGICBOOK AS A SUPPORTING THE SUBJECT FOOD PROCESSING OF THE PROGRAM FOOD ENGINEERING was made for developing an application based on augmented reality as a support to the teaching in the subject of meat technology. This will allow teachers and students in the program of food engineering of Cartagena University to use new technologic and didactic tools that could be used to make easier the learning process.

During the project development it was used an applied, descriptive and experimental research. In the same way, for the creation of the app it was implemented the methodology of software based on components to accomplish efficiently the specific objectives, having as a result an interactive book and an application for mobile device based on augmented reality.

The most important results gotten with this project are, as previously mentioned, the creation of an interactive book; where is described the process of transportation of cattle, the cattle slaughtering plants, the process of slaughtering and the chemistry composition of meat tissue, and an application based on augmented reality for mobile device with Android operative system that supports the different themes of the book. It must be highlight that the use that new out coming technologies to complement the teaching methods can improve the knolling of the topics from the students because they are introduced in a dynamic way, making it attractive for them, leaving behind the monotonous and static contents that where been used.

1. Introducción

Actualmente en los procesos pedagógicos se emplea material de apoyo a la enseñanza, como libros y ayudas audiovisuales, que guían al estudiante en su proceso de aprendizaje. Con los avances tecnológicos, el sistema educativo hace uso de elementos que en algunos casos resultan ser mucho más eficaces a la hora de transmitir conocimientos que los utilizados comúnmente.

Como apoyo a la labor educativa, la utilización de las TIC potencia los métodos de enseñanza y agiliza los tiempos de apropiación del conocimiento, por lo cual las Universidades Colombianas deben hacer uso de las mismas para formar profesionales competentes que estén a la par de las comunidades académicas de este mundo globalizado (Guerrero, 2004).

Siendo Procesos de Alimentos II una asignatura que conjuga la teoría con la práctica, donde el estudiante debe asimilar conceptos aplicados a la vida, se hace necesario visualizar de alguna manera las temáticas impartidas, y como no siempre se cuenta con el tiempo para realizar estas prácticas en los lugares apropiados, ni con los materiales necesarios, es plenamente justificable buscar nuevas herramientas didácticas apoyadas en la tecnología a fin de dar al estudiante material de apoyo a la enseñanza de la asignatura.

Debido a esto se desarrolló una aplicación de realidad aumentada que apoyará el proceso de enseñanza y aprendizaje en la asignatura de Procesos de Alimentos II del programa de Ingeniería de Alimentos de la Universidad de Cartagena. Dicha aplicación ayudará tanto al docente como al estudiante, y estos, podrán ilustrar las teorías y podrán apropiarse de los conocimientos de manera sencilla, dinámica y divertida.

Para llevar a cabo el desarrollo de la aplicación se tomó como base el concepto de realidad aumentada, específicamente en forma de magicbook, un concepto relativamente nuevo proveniente de Nueva Zelanda en 2008.

Los resultados que se obtuvieron en este proyecto son; un libro virtual (Magicbook), el cual contiene marcadores de modelos en 3D, los cuales son visualizados a través de un dispositivo

móvil (Smartphone) que contendrá la aplicación de realidad aumentada que se obtuvo también en el transcurso del proyecto.

1.1 Planteamiento del problema

LA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA, es una institución que busca estar a la vanguardia en materia de educación; procurando que, año tras año, los graduados de las distintas profesiones sean de mayor calidad, por esto es muy importante contar con todas las herramientas tanto tecnológicas como pedagógicas para poder alcanzar las metas propuestas. “LA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA, es una institución pública, dedicada a formar profesionales competentes para aportar a la sociedad Colombiana en el marco de la responsabilidad social, el desarrollo de la ciencia y la tecnología, la justicia y la democracia.” (UNIVERSIDAD DE CARTAGENA, 2012).

Con los avances de la tecnología, el desarrollo de la informática en el campo del diseño, la realidad virtual y las animaciones, el sector educativo se ha beneficiado y es por ello que se ha facilitado en gran medida el ilustrar al estudiante, hoy por hoy no se hace estrictamente necesario enseñar con objetos 100% reales ni que sean físicamente palpables.

Actualmente en las aulas de clases es común encontrar estudiantes que después de leer una temática evidencian una falta de comprensión de lo leído. En general, se entiende mejor al ver imágenes y representaciones gráficas que ilustren la teoría estudiada. Al trasladar esta problemática a un enfoque educativo, se hace evidente que en ocasiones los docentes invierten tiempo y esfuerzo intentando ilustrar las lecciones, convirtiéndose esto en un inconveniente, ya que el tiempo invertido termina faltando al final para el cumplimiento del currículo de la asignatura.

Este obstáculo se presenta comúnmente en las aulas de la Universidad de Cartagena, sobre todo en aquellas asignaturas teórico-prácticas que encontramos muy a menudo en los programas de la facultad de ciencias e ingenierías, específicamente en Ingeniería de alimentos donde existe la asignatura de Procesos de Alimentos II. En ella, es de suma importancia conocer los procesos de transporte, beneficio y la estructura y composición del músculo cárnico, para poder comprender

la incidencia que estos aspectos tienen en la calidad final de la carne y su posible utilización para la obtención de productos cárnicos procesados. Sin embargo, la dificultad de visualizar estas variables se convierte en una barrera para la apropiación de la temática desarrollada.

Adicionalmente el programa de ingeniería de alimentos de la universidad de Cartagena no cuenta con un laboratorio dedicado específicamente a carnes, lo que haría necesario el traslado de docentes y estudiantes a mataderos y plantas procesadoras de productos cárnicos. Esto se convierte en un inconveniente si se tiene en cuenta que los estudiantes no cuentan siempre con el tiempo ni los recursos necesarios y el horario del cuerpo de docentes es generalmente muy ajustado.

Con base en lo anterior surge la propuesta de desarrollar un magicbook utilizando un sistema de realidad aumentada, que le permita al estudiante ilustrar la teoría que se explica en la asignatura de Procesos de Alimentos II, que hace parte de la propuesta curricular del programa de Ingeniería de Alimentos, al poder interactuar con los modelos desde su dispositivo móvil y el texto guía. Recuerde que el estudiante se motiva cuando lo presentado "se ve bien" o "suena bien" o "se siente bien" (Ruiz, 2010). De igual forma, el proyecto desarrollado ayudará a los estudiantes a alustrar la teoría sin la necesidad de objetos reales ni palpables, sino a través de un medio virtual, en el cual el estudiante se relacionará con los objetos tantas veces como él lo desee.

1.2 Justificación

Dado que la asignatura procesos de alimentos II, presente en la propuesta curricular del programa de ingeniería de alimentos de la universidad de Cartagena, es una materia Teórico-práctica en la cual la interrelación del estudiante con los procesos de transporte, beneficio y la estructura y composición del musculo cárnico es de suma importancia, se propuso la realización del proyecto del MAGICBOOK basado en REALIDAD AUMENTADA. Esta es una tecnología donde se agrega información de imágenes y modelos 3D al mundo real, consiste en un conjunto de dispositivos que añaden información virtual a la información física ya existente.

Uno de los usos más beneficiosos que se puede dar a este avance de la informática es en el ámbito académico, ya que el estudiante puede apreciar e interactuar con elementos en 3D que

ilustran de una mejor manera al apreciar modelos muy similares a la realidad. En vista que el principal problema detectado en la asignatura Procesos de Alimentos II es el dificultoso acceso a los objetos de estudio, se empleó la realidad aumentada con el fin de crear una colección de marcadores que dieron acceso a los modelos tridimensionales de los objetos en estudio; estos modelos se agruparon en capítulos de conformidad con las unidades de aprendizaje de la asignatura, dando origen a un libro interactivo basado en realidad aumentada (Magicbook).

Por consiguiente, al crear el MagicBook los docentes y estudiantes de la asignatura Procesos de Alimentos II, del programa de Ingeniería de Alimentos, obtendrán beneficios tales como la reducción de esfuerzos y costos para preparar los materiales de enseñanza e ilustrar a los estudiantes, quienes afianzarán la temática empleando los módulos de realidad aumentada. Estos podrán visualizar objetos en 3D, audios y videos referentes al transporte y beneficio del bovino, la estructura y composición del músculo cárnico para facilitar el proceso de enseñanza y así mejorar la apropiación del conocimiento.

En vista que La Universidad de Cartagena cuenta con una licencia académica de Qualcomm, que es una herramienta para el desarrollo de aplicaciones en dispositivos móviles, y que los objetos virtuales fueron diseñados en el software Blender, que es una aplicación de libre distribución o software libre, y adicionalmente fue un estudiante investigador en proceso de grado fue quien desarrolló el proyecto por tanto los gastos en que incurrió el programa de ingeniería de alimentos fueron prácticamente nulos.

El desarrollo del libro para la asignatura Procesos de Alimentos II, que cuenta con objetos en 3D elaborado utilizando realidad aumentada e integrando estrategias pedagógicas, se buscó beneficiar a la comunidad educativa, específicamente al programa de Ingeniería de Alimentos, en la enseñanza y aprendizaje del procesamiento de cárnicos, pues, facilitará al docente la ilustración a los alumnos, ya que estos aprenderán de una manera práctica y divertida haciendo la clase más entretenida, de igual manera los estudiantes podrán interactuar con los objetos virtuales cuantas veces quieran despejando dudas e inquietudes.

El proyecto desarrollado, por tener un contenido de realidad aumentada donde se diseñaron y modelaron objetos en 3D, está enmarcado en la línea de investigación en Inteligencia Computacional del grupo de investigación GIMATICA, adscrito al programa de Ingeniería de Sistemas.

Este proyecto ha sido viable gracias al compromiso del programa, que cuenta con grupos de investigación y semilleros como EDGE's y DDV que a menudo disponen de cursos, seminarios y talleres realizados por personal experto para la capacitación de su recurso estudiantil, también que la propuesta curricular de ingeniería de sistemas cuenta con asignaturas que imparten los conocimientos necesarios para el correcto avance de esta investigación.

La creación de un MagicBook para la asignatura Procesos de Alimentos II, del programa Ingeniería de Alimentos, es una propuesta innovadora que genera un valor agregado para cada una de las partes que intervienen en el proceso de aprendizaje. Los costos requeridos para la creación de un magicbook, son inferiores al compararlos con los beneficios que trae la implementación y puesta en marcha de esta herramienta tecnológica al servicio de la Universidad, la asignatura, los docentes y estudiantes beneficiarios. Además, la generación de un documento que incluye realidad aumentada, no solo incentiva el interés y motivación del estudiante a un costo relativamente bajo, sino que despertará esa curiosidad innata del alumno hacia lo desconocido.

Finalmente, cabe resaltar que de resultar exitosa la implementación de la presente propuesta, se beneficiarán tanto la Universidad; por cuanto avanza hacia la generación de nuevos conocimientos, los Docentes; que multiplicarán y compartirán sus conocimientos a través del uso de nuevas tecnologías que los acerquen a las nuevas generaciones de estudiantes y no menos importante, los alumnos; quienes se verán beneficiados en la utilización de herramientas tecnológicas para la adquisición y desarrollo de los conocimientos que requiere la asignatura Procesos de Alimentos II, competencias que serán herramientas indispensables en su vida profesional futura.

1.3 Contexto de la investigación

La investigación fue realizada en la universidad de Cartagena, concretamente para el programa de ingeniería de alimentos en su asignatura de procesos de alimentos II, donde se trató específicamente la temática de tecnología de carnes en bovinos.

Para cumplir a cabalidad con los objetivos planteados se establecieron puntos claves para la elaboración del contenido temático del libro; luego se investigo acerca de las herramientas para el desarrollo de los modelos y la aplicación de realidad aumentada seleccionando las más adecuadas y por último tanto la aplicación como el contenido del libro fue evaluado por estudiantes del programa para verificar la calidad del producto final. Es de resaltar que todo el proceso estuvo guiado por la Ingeniera Piedad Montero Castillo, docente de la asignatura y quien tiene amplia experiencia en la temática tratada.

2. Marco de referencia

2.1 Estado del arte

La realidad virtual y la realidad aumentada se han desarrollado de manera casi pareja a través del tiempo.

En 1950, Morton Heilig escribió acerca de un “Cine de Experiencia”, con el cual se pudiera acompañar a todos los sentidos de una manera efectiva, integrando al espectador con la actividad en la pantalla. Construyó un prototipo llamado el Sensorama en 1962, junto con 5 filmes cortos que permitían aumentar la experiencia del espectador a través de sus sentidos (vista, olfato, tacto, y oído) (Urraza, 2014).

En 1968, Iván Sutherland construye en la Universidad de Harvard el primer HMD estereoscópico (Casco de realidad aumentada) con imágenes sintéticas generadas por ordenador. Este HMD era tan pesado que debía sostenerse al techo para que el usuario no tuviera que sostener todo este peso (Portales, 2008).

En 1973 ocurre algo muy importante, Iván Sutherland inventa lo que hoy conocemos como el display de cabeza (HMD) algo muy importante para todo lo relacionado con lo que es el mundo virtual.

Luego en el año 1976, Myron Krueger diseña ambientes interactivos que permitían la participación de cuerpo completo, en eventos apoyados por computadora (Sherman & Craig, 2006).

El término “REALIDAD AUMENTADA” fue introducido por un investigador llamado Tom Caudell en el año de 1992. Caudell fue contratado por la compañía Boeing para buscar la manera de facilitar el tedioso trabajo de armado de los tableros de configuración de cables que utilizan los trabajadores, propuso la idea de anteojos especiales y tableros virtuales sobre los tableros reales para ayudar al trabajador a guiarse.

En el año 2000, Bruce Thomas crea el juego ARQuake, que involucra dispositivos móviles especializados para la realidad aumentada y lo presenta en el International Symposium on Wearable Computers.

El término Magicbook es un término relativamente nuevo, nace en 2008 en Nueva Zelanda en el grupo de investigación hitLAB quienes estudian y diseñan utensilios relacionados con tecnologías sanitarias.

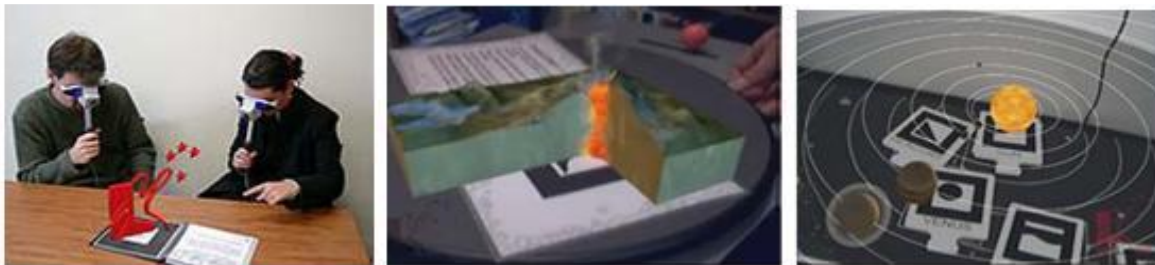


Ilustración 1 Proyecto Magicbook por HitLAB (HitLABNZ, 2012)

En 2008, se publica el artículo Visualización 3D de Estructuras Moleculares Cristalinas en la conferencia internacional de ciencia computacional y software de ingeniería, donde hacen uso de realidad aumentada para desarrollar un aplicativo con el cual se esté en la capacidad de visualizar en 3D estructuras moleculares complicadas, como lo son las estructuras moleculares cristalinas (Chang, Young, Zi-sheng, & Wang, 2008).

Una de las empresas que a nivel local se ha destacado en el campo de la realidad aumentada es BAKIA (González, González & Feijóo, 2011), dicha empresa ha desarrollado e implementado esta tecnología en el campo de la publicidad, la comunicación social y el periodismo. A continuación se indica algunos de los proyectos desarrollados por BAKIA en Colombia.

Uno de estos proyectos donde se aplicó realidad aumentada, fue el implementado por los cuadernos NORMA, dando como resultado los primeros cuadernos de realidad aumentada en Colombia y Latinoamérica. Hablamos de los cuadernos Street Racer (Street Racer Norma, 2012) donde el cuaderno o carpeta Street racer lleva consigo un marcador de realidad aumentada, llamada



Ilustración 2. Cuadernos Street Racer de norma (streetracernorma, 2012)

por ellos un accesorio virtual, que permite al usuario interactuar con un vehículo en tercera dimensión (3D), personalizarlo y tomarle una foto para compartirlo en las redes sociales, para llevar a cabo este proceso es necesario acceder a la página web de la marca, donde encontraremos un enlace en el cual serán desplegadas todas las opciones de personalización del objeto 3D, con la ayuda de una cámara web y del marcador que trae consigo el cuaderno, será cargado el modelo base a partir del cual serán hechas todas las modificaciones.

Otro proyecto realizado por la empresa BAKIA, fue la primera portada de revista en Colombia que incluye marcadores de realidad aumentada en su contenido. Con el desarrollo de este proyecto, la revista SOHO buscaba dar un paso importante en lo que podría llegar a ser “las revistas del futuro”, al ofrecer información enriquecida con la ayuda de realidad aumentada. Dicha aplicación consistía en una página web que capturaba e interpretaba el marcador de realidad aumentada impreso en la portada de la revista, para mostrar al usuario 7 modelos hablando y moviéndose en su edición 116 de la revista SOHO.

Un claro ejemplo de la aplicación de la realidad aumentada en la industria editorial, fue el realizado por el grupo de ingenieros TECNO MOVILIDAD, quienes son un conjunto de técnicos y profesionales del área que cuentan con amplia experiencia en el campo de la realidad virtual. El proyecto desarrollado por ellos se basó en incorporar contenido virtual a la edición enero/febrero de 2011 de la revista colombiana de cardiología, revista científica de mucho renombre tanto a nivel nacional como internacional, y que fue expuesto en el Congreso Interamericano de Cardiología y Simposio Internacional de la Sociedad de Cardiología y Cirugía Cardiovascular, en la publicación se incluyó

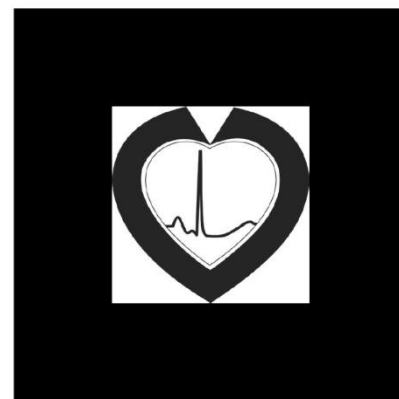


Ilustración 3. Marcador utilizado en revista colombiana de cardiología (scc, 2012)

un artículo llamado la “realidad aumentada en medicina” el cual explica brevemente en que consiste dicha tecnología, sus tipos, formas de desarrollo y aplicaciones al sector de la medicina en general y la cardiología en particular. Para una mejor ilustración al respecto los desarrolladores incluyeron también marcadores de realidad aumentada que con la ayuda de una cámara web e ingresando a la página de internet del grupo Tecno Movilidad, el usuario podría interactuar con un objeto 3D referente a un corazón humano.

Otro proyecto que desarrollo el mismo grupo de técnicos e ingenieros fue el realizado para la dirección de ciencia y tecnología (DITEC) perteneciente al ejército nacional colombiano, en la que en su cuarta publicación fue incluido el artículo “REALIDAD AUMENTADA: Una nueva forma



Ilustración 4. Marcador revista DITEC
(ejército, 2012)

de representar el mundo que nos rodea” donde se explica el proceso de llevarla a efecto, unos ejemplos puntuales de su aplicación al entorno militar, y cuatro experiencias desde donde los lectores podrán hacer uso de ella directamente para explorar su potencialidad. En la revista anexo al artículo se encuentra el enlace a un video que explica de manera clara el concepto de realidad aumentada desde varios puntos de vista con ejemplos muy visuales para comprender debidamente sus posibilidades y alcances como herramienta de visualización aplicada al sector de las Fuerzas Armadas. Adicional encontramos dos marcadores de realidad aumentada respectivos a dos objetos tridimensionales, que con la ayuda de una cámara web e ingresando a la página web del grupo, podremos visualizar en nuestra computadora. Uno de esos modelos es el que se muestra en la ilustración dos.

En la Universidad de Cartagena ya se han realizado proyectos similares referentes a la realidad virtual y más específicamente, la realidad aumenta. Es el caso del proyecto de grado realizado, por los en ese entonces estudiantes del programa de ingeniería de sistemas, Hamid Pinilla y Genis Carrasquilla, quienes con la asesoría del Ingeniero y Doctor en química Boris Johnson, desarrollaron una cartilla didáctica junto con una aplicación de realidad aumentada para la enseñanza de la simetría molecular. El desarrollo de una aplicación de realidad aumentada como apoyo al proceso de enseñanza y aprendizaje de simetría molecular mostrará que dicha aplicación

se convertiría en una herramienta clave con la cual los estudiantes puedan construir sus bases teóricas, al interactuar con objetos virtuales de aprendizaje (moléculas)(Pinilla y Carrasquilla, 2011).

David Lorett y Taidy Marrugo, estudiantes del programa de ingeniería de sistemas la Universidad de Cartagena como trabajo de grado realizan INSITU, una aplicación de realidad aumentada que busca preservar la memoria histórica de la ciudad de Cartagena a través del tiempo, dentro de un marco tecnológico que también le permita a la ciudad conservar en un inventario aquello que la ha llevado a ser patrimonio histórico de la humanidad y elevarse a la altura de otras ciudades del mundo.

Recientemente también fue realizado el proyecto titulado desarrollo de objetos virtuales de aprendizaje para el estudio de la anatomía de órganos dentales en la facultad de odontología de la universidad de Cartagena, que se realizó con el objetivo de desarrollar una serie de objetos virtuales de aprendizaje (OVA'S) como apoyo a la enseñanza de la temática de los órganos dentales. A través de ésta se le permitirá tanto a docentes como estudiantes de la Facultad de Odontología de la Universidad de Cartagena contar con nuevas herramientas tecnológicas y didácticas con la que se espera hacer más ameno el proceso de aprendizaje, utilizando la realidad aumentada en dispositivos móviles para tal fin (Bohórquez y Velásquez, 2013).

En la actualidad no existe un grupo de modelos 3D con los cuales se pueda apoyar la enseñanza de la asignatura Procesos de Alimentos II y, es por esta razón que, con base en los prototipos de realidad aumentada ya desarrollados en los semilleros de investigación EDGEs y DDV adscritos al programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Cartagena, se pretende crear un MagicBook utilizando nuevos modelos enfocados a la asignatura Procesos de Alimentos II y así contribuir con la facultad de ingeniería y la universidad en el uso de tecnologías emergentes aplicadas a la educación.

2.2 Marco teórico

2.2.1 Realidad Virtual

Realidad virtual es un entorno artificial creado por computadora y presentado al usuario como real a tal punto que el usuario lo cree y acepta como tal. Como aspectos fundamentales para hablar de realidad virtual se tendrían que el escenario es 100% creado por computadora y en tercera dimensión, por ende la calidad de las imágenes debe tener una buena resolución para poder asegurar un grado de realismo (Sherman & Craig, 2006).

El sistema o mundo virtual debe ser interactivo, es decir, el usuario debe obtener las respuestas del sistemas en tiempo real para que pueda haber esa sensación de interacción, que haga al usuario sentirse inmerso en el mundo virtual, para que parezca realista, por eso el sistema de Realidad Virtual debe situar todo los movimiento del usuario y determinar a qué puede conllevar dicha acción, que se producirá en el mundo virtual. En cuanto a sentidos sensoriales, el usuario solo percibe dos de los cinco sentidos, la vista y el oído.

2.2.2 Códigos

Los códigos son un sistema gráfico creado para almacenar información que posteriormente será interpretado por un dispositivo electrónico (sea computadora, celular, smarthphone o tablet PC). La captura de la información almacenada en los códigos se puede obtener de dos formas.

La primera de ellas, se realiza haciendo uso de una luz que escanee midiendo las longitudes de las reflexiones (espacios en blanco) y de las no reflexiones (barras negras) a lo largo del símbolo, comúnmente realizado para leer marcadores o códigos de barra. La primera patente de este tipo de códigos se obtuvo en 1952 por parte de Joseph Woodland aunque no fue hasta principios de 1970 que se creó el primer estándar para la identificación de productos.

Posteriormente, surgen cinco grandes grupos dentro de este tipo de códigos para la representación de información (Kato, Tan, & Chai, 2010):



Ilustración 5 Tipos de códigos de barras (morales, 2008)

- Barcode. Fue el primer tipo de código de barras industrial que se generó.
- UPC. Universal Product Code que se convertiría en el estándar de identificación de productos. Se divide en UPC-A y UPC-E.
- EAN. European Article Number. Versión europea del estándar anterior. Ejemplos de este tipo de códigos son los EAN-8 y EAN-13.
- Código 39. Primer código de tipo alfanumérico creado en 1974.
- PostNet. Creado a principios de los años 80 para el servicio postal.

La estructura general de un código de barras como los anteriormente mencionados se muestra en la ilustración 9.

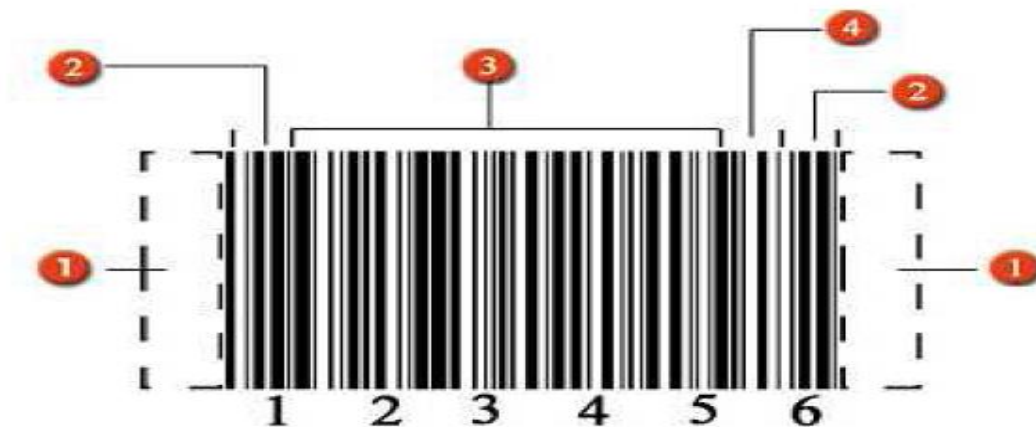


Ilustración 6 Estructura general de un código de barras (Morales, 2008)

De acuerdo a la ilustración 9, se definen ciertos “*bloques*” característicos en las estructuras de los códigos de barras:

- Quiet Zone (1): Es la zona de impresión blanca que se deja a los lados del código de barras para poder distinguir el código del resto de la información donde se encuentre alojado.
- Caracteres de inicio y terminación (2): Son marcas predefinidas de barras y espacios específicos para cada tecnología. Marcan el inicio y la finalización del código de barras.
- Caracteres de datos (3): Contienen los números o letras particulares del código.
- Checksum (4): Barras y espacios usados para validar los caracteres anteriores.

La desventaja de estos tipos de códigos es su cantidad limitada de caracteres (20 caracteres), que al pretender almacenar más se produce un excesivo crecimiento en el tamaño del código de barra, lo que dificulta ser leído por cualquier lector.

La segunda forma de obtener la información del marcador, se encarga de realizar una captura a la imagen del símbolo por medio de una cámara para posteriormente analizarla con un software procesador de imágenes.

Clases de códigos

En la actualidad se hacen uso de los códigos de barras y de otros códigos bidimensionales (2D) que representan la evolución de los códigos de barras, que hacen posible un mayor almacenamiento de información de una forma eficiente teniendo en cuenta las limitaciones tecnológicas existentes. Muchos de estos códigos son comúnmente utilizados como marcadores para el desarrollo de tecnologías basadas en realidad aumentada.

Tabla 1. Comparación eficiencia espectral (Morales, 2008)

Código	Tipo	Representación grafica
Codigo 39	Código de barras	
ITF	Código de barras (entrelazado)	
PDF 417	Codigo bidimensional apilado	
datamatrix	Codigo bidimensional matricial	

2.2.3 Realidad aumentada



Ilustración 7. Realidad aumentada (Nájera, 2009)

La realidad aumentada es una tecnología relativamente nueva que viene tomando lugar en el mundo moderno y a su vez está generando un gran impacto en el campo tecnológico. Esto lo vemos reflejado al ver el sin número de proyectos en desarrollo basados en esta tecnología.

Los inicios de la realidad aumentada van directamente ligados a los de la realidad virtual, siendo estas tecnologías similares pero que se diferencian entre sí en que la realidad aumentada combina elementos reales con elementos virtuales,

mientras que la realidad virtual sumerge al usuario en un mundo netamente virtual.

“Se puede definir la realidad aumentada como la mezcla de la realidad con objetos tridimensionales generados por computadora donde lo dominante es lo real.” (Pinilla y Carrasquilla, 2011).

Una de las definiciones de realidad aumentada más aceptadas en la actualidad es la dada por Ronald Azuma en 1997 donde expresa tres puntos principales que debe tener todo sistema de realidad aumentada (Azuma, Baillot, Behringer, Feiner, Julier, &MacIntyre, 2001):

- Combinar mundo real y el mundo virtual
- Ser iterativo en tiempo real
- Registrarse en tres dimensiones

Elementos de realidad aumentada

Los elementos mínimos necesarios para poder operar un sistema de realidad aumentada son los siguientes:

- **Display:** en este instrumento se puede ver reflejado la suma de lo real y lo virtual que conforma la realidad aumentada.

- **Cámara:** con este dispositivo se tomara la información del mundo real y será trasmitida al software de realidad aumentada para luego ser proyectada en el display.



Ilustración 8. Realidad aumentada en Smartphone

- **Software:** aplicación informática que mezcla los datos reales y los virtuales. Para llevar esto a cabo, toma la información suministrada desde la cámara y superpone elemento en 3D, audios y/o videos y así crear una realidad aumentada.

- **Marcadores:** principalmente consisten en patrones que el software reconoce y de acuerdo al patrón específico la aplicación proyectará una imagen 3D que será superpuesta a la información real captada por la cámara.



Ilustración 9. Ejemplo marcadores realidad aumentada (morales, 2008)

Características de la realidad aumentada

Cuando es asimilado el proceso que realiza la realidad aumentada, es fácil comprender las características. El asunto inicia cuando la cámara captura información del mundo real, la aplicación determina la posición y la orientación del usuario y con estos datos se genera un escenario virtual que se mezclará con la señal de video capturada y así llegar a la realidad aumentada. Esta escena compuesta por elementos reales y virtuales se presentará al usuario a través de un dispositivo de visualización o display.

Está claro que para llevar a cabo la realidad aumentada es estrictamente necesaria la utilización de un dispositivo de visualización, donde se mostrarán los resultados, dichos dispositivos pueden ser entre otros, display de cabeza, monitores de computadora, dispositivos móviles o cualquier otro similar. Y también, una computadora o dispositivo capaz de interpretar y procesar la información para que luego puedan ser generados los resultados (Zlatanova, 2002).



Marcadores en realidad aumentada




Además de las características mencionadas anteriormente, para llevar a cabo una buena realidad aumentada, se hace necesario contar con marcadores que permitan introducir información en figuras bidimensionales. Un marcador es una imagen generalmente impresa en papel, que la computadora procesa y de acuerdo a la programación definida para esa imagen le incorpora objetos 3D. El marcador contiene un conjunto de rasgos o patrones, que se procesan por el software de realidad aumentada para adicionar un contenido virtual. Normalmente estos patrones se diseñan de tal manera que sea fácil y rápido de capturar por la cámara. Los modelos más usados en este tipo de marcadores son comúnmente un cuadro negro y al centro símbolos de color blanco con tamaños generalmente de 100 por 100 píxeles.

Los marcadores de realidad aumentada no contienen información directamente en el símbolo, es el software de realidad aumentada el que contiene la información ligada a los patrones identificados en el marcador por el dispositivo de entrada, y que luego será unida al contenido real de la escena.

Dentro de los marcadores bidimensionales se encuentran cinco que se destacan, ellos son:

Tabla 2. Tipos de marcadores bidimensionales (morales, 2008).

Imagen	Nombre	Característica
	QR Codes	QR es capaz de almacenar hasta 7089 caracteres. Si se trata de caracteres alfanuméricos, se pueden almacenar hasta 4296 caracteres. En binario se almacenan hasta 2953 y en formato Kanji/Kana hasta 1817 caracteres.
	DataMatrix	Es posible codificar hasta 3116 caracteres numéricos, 2355 caracteres alfanuméricos y 1556 bits en binario

	AztecCode	Aztec puede codificar 3,750 caracteres del juego de caracteres completo de ASCII de 256 bytes.
	ShotCode	Este código no posee la información en su interior sino que contienen una clave de 49 bits. En un servidor se almacenan las relaciones entre las claves y una URL. Por tanto, el dispositivo una vez lee el código, accederá al servidor y traducirá su clave por una URL dando acceso a la misma de forma automática.
	MaxiCode	MaxiCode puede codificar hasta 93 caracteres de datos y 256 caracteres ASCII.

2.2.4 Realidad aumentada en dispositivos móviles

Hoy en día, se ve manifestada la evolución de los equipos informáticos en una característica muy importante, la movilidad. En tiempos pasados las computadoras eran gigantes y al correr de los años éstas han tenido un gran decremento en su volumen, permitiendo así que puedan ser movilizadas más fácilmente, todo lo anterior sin verse afectado su rendimiento. Actualmente nos es posible contar con equipos de cómputo relativamente poderosos en su capacidad de procesamiento en un tamaño no mayor, tanto así que se podría cargar con uno de estos dispositivos en un bolsillo común y corriente.

Dado el incremento de las capacidades de los equipos de cómputo móviles hoy por hoy es posible realizar el proceso de realidad aumentada a través de uno de ellos, ya que cuentan con cámaras integradas, gran capacidad de procesamiento y la posibilidad de instalar software sobre ellos.

A continuación serán descritos los equipos o dispositivos móviles sobre los cuales será posible implementar el sistema de realidad aumentada necesario para el desarrollo del proyecto en cuestión.

Asistentes digitales personales

Más conocidos en el mundo tecnológico como PDA. En el año 1996 realiza su primera aparición, la compañía US Robotics lanza al mercado el modelo PALM Pilot 1000, este aparato logra revolucionar el mercado convirtiéndose rápidamente en un dispositivo muy popular.



Ilustración 10. PDA

Un PDA es un computador de pequeño tamaño, funciona a batería y es independiente al computador. Con funciones para la gestión de información personal, potencia suficiente para realizar complejos cálculos matemáticos, manejar bases de datos y conectarse a internet. (Muñoz, 2010).

Las PDA normalmente funcionan con sistemas operativos Windows Mobile o PalmOS.

Teléfonos inteligentes

También llamados Smartphone, son dispositivos que como característica principal combinan la tecnología de la telefonía móvil con las funciones informáticas de un PDA, además de reproductores multimedia y algunas otras características. (Muñoz, 2010).



Ilustración 11. Teléfonos Inteligentes

Estos teléfonos pueden organizar información personal al contar con funciones de PDA, son capaces de intercambiar datos con ordenadores a través de USB y también a través de tecnología Bluetooth que de igual forma le permite interactuar con otros aparatos electrónicos.

Pueden acceder a internet utilizando conexiones de wi-fi, redes 3G, 4G y algunos pueden ser usados como módems para conectar ordenadores a internet usando tecnología 3G y 4G.

Los teléfonos inteligentes manejan diferentes sistemas operativos que van de acuerdo al fabricante, los sistemas operativos más destacados actualmente son BlackBerry OS, Windows Mobile, iPhone OS y Android OS.

Tablet PC

Un Tablet es una computadora en la que se puede escribir a través de su pantalla táctil, el usuario puede utilizar sus dedos para trabajar con el ordenador sin la necesidad de un teclado o mouse.

El sistema operativo que utilizan estos dispositivos es una evolución del Windows XP Profesional o Windows Vista optimizado para trabajar con procesadores móviles, que consumen menos energía. El software especial que nos proporciona el sistema operativo nos permite realizar escritura manual, tomar nota a mano alzada y dibujar sobre la pantalla. Así, es útil para hacer trabajos de campo.



Ilustración 12. Tablet PC

2.2.5 Sistemas operativos en dispositivos móviles

El sistema operativo es un componente de suma importancia para el funcionamiento de cualquier dispositivo informático, esto debido a que es el encargado de gestionar los procesos básicos de todo el sistema, permitiendo la normal ejecución del resto de las aplicaciones. El sistema operativo a groso modo es el intermediario entre la parte física o hardware y las aplicaciones a nivel de software instaladas en el dispositivo.

A continuación serán descritos los dos sistemas operativos móviles más importantes en la actualidad como los son iPhone OS (iOS) y Android OS.

iOS

iPhone OS es un sistema operativo móvil de Apple, desarrollado originalmente para el iPhone y siendo posteriormente implementado en otros dispositivos iPhone, iPod Touch e iPad. Este sistema operativo es una versión derivada de Mac OS X, que a su vez está basado en Darwin BSD.

Android OS

Android es una plataforma de código abierto para dispositivos móviles que está basada en GNU/Linux y desarrollada por Open handset Alliance, con el cual, Google busca extender su influencia hacia los dispositivos móviles.

2.2.6 Herramientas para el desarrollo de aplicaciones de realidad aumentada


A continuación se describirán las características más relevantes de las herramientas más populares en la actualidad para el desarrollo de aplicaciones de realidad aumentada para dispositivos móviles. Entre las que tenemos:

- NyARToolKit
- Qualcomm's Augmented Reality SDK
- AndAR
- ARviewer SDK

2.2.6.1 NyARToolKit

NyARToolKit es una versión de ARToolkit desarrollada exclusivamente en Java. ARToolkit es una biblioteca que permite la creación de aplicaciones de realidad aumentada, en las que se sobrepone imágenes virtuales al mundo real. Para ello, utiliza las capacidades de seguimiento de vídeo, con el fin de calcular, en tiempo real, la posición de la cámara y la orientación relativa a la posición de los marcadores físicos. Una vez que la posición de la cámara real se sabe, la cámara virtual se puede colocar en el mismo punto y modelos 3d son sobrepuestos exactamente sobre el marcador real (NyARToolKit, 2010).

Tabla 3. Cuadro descriptivo de NyARToolKit

Plataformas	Iphone, Android	
Tipo de detección	Detección de patrones de marcas planas (marcadores)	
Requerimientos	<ul style="list-style-type: none"> • Smartphone (Android) • Compatibles con versiones Android 2.1 o posteriores. 	
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Soporte NDK, Permite crear las aplicaciones usando el código nativo y llamar directamente a la API de ARToolKit. • Software libre. 	
desventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Inestable • Debe tener 100% enfocado el marcador para poder seguir el objeto virtual. 	


2.2.6.2 Qualcomm's Augmented Reality SDK

El SDK o Kit de desarrollo de software de realidad aumentada de Qualcomm, permite a los desarrolladores crear atractivas aplicaciones para móviles con sistema operativo Android. Dicha plataforma se basa en el reconocimiento de imágenes para realizar el proceso de Realidad Aumentada y no tanto en la información proporcionada por el GPS como se ha visto en otros kit de desarrollo de este tipo.

Además ofrece a los desarrolladores la oportunidad de generar experiencias interactivas en 3D de alta calidad con imágenes del mundo real, como las que se utilizan en materiales impresos (libros, revistas, folletos, boletos, letreros, etc.) y envases de productos. Esto debido al desarrollo nativo en android admitiendo las herramientas de android (SDK, NDK) y la posibilidad de implementar una extensión de la herramienta de desarrollo de juegos Unity 3 que brinda más

velocidad al desarrollar las aplicaciones y obtener un mejor rendimiento en el resultado que otras plataformas similares (Qualcomm AR SDK, 2011).


Tabla 4. Cuadro descriptivo de Qualcomm's Augmented Reality SDK

Plataformas	Iphone, Android	
Tipo de detección	Detección de patrones de marcas planas (marcadores)	
Requerimientos	<ul style="list-style-type: none"> • Smartphone (Android) • Compatibles con versiones Android 2.1 o posteriores. 	
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Es muy estable. • Permite el diseño de marcadores a partir de imágenes de alta calidad. • Una vez cargado el contenido virtual se puede acercar el dispositivo al marcador sin que se pierda de vista dicho contenido. • El contenido de los gráficos ofrece mayor realismo y fidelidad en cuanto a los movimientos aplicados a la cámara del dispositivo. 	
desventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Licencia privativa, aunque brinda una versión de prueba. • Necesita tener conexión a internet por primera vez para configurar la cámara. • Se necesitan conocimientos de varios lenguajes de programación. 	

2.2.6.3 AndAR

AndAR es un proyecto que hace posible el uso de realidad aumentada en móviles bajo plataformas android, haciendo uso para ello de la librería Artoolkit. Por otro lado, AndAR es un proyecto open source pero también cuenta con una licencia para aplicaciones comerciales (AndAR, 2011).


Tabla 5. Cuadro descriptivo de AndAR

Plataformas	Android	
Tipo de detección	Detección de patrones de marcas planas (marcadores)	
Requerimientos	<ul style="list-style-type: none">• Smartphone (Android)• Compatibles con versiones Android 1.5 o posteriores.	
Ventajas	<ul style="list-style-type: none">• Fue desarrollado bajo licencia GNU GPL v3.	
desventajas	<ul style="list-style-type: none">• Es inestable.• Poca documentación.• Se encuentra todavía en fase BETA.	

2.2.6.4 ARViewer SDK

ARviewer es un navegador y editor libre de realidad aumentada fácilmente integrable en aplicaciones de Android. ARviewer es el resultado de la modularización del proyecto LibreGeoSocial que fue el primer visor de realidad aumentada en Android liberado bajo una licencia FLOSS (Free and Open Source Software). Además, a diferencia de otros sistemas privativos (como Layar o Wikitude), ARviewer permite etiquetar y visualizar en diferentes alturas y permite integrarlo en tus aplicaciones de una manera sencilla utilizando el ARviewer-sdk (ARviewer-SDK, 2011). El navegador de ARviewer permite pintar etiquetas asociadas a objetos de la realidad utilizando la posición GPS y su altitud. El sistema funciona tanto en exteriores como en interiores (en este último caso la localización viene dada por los QR-codes).

Tabla 6. Cuadro descriptivo de ARviewer SDK

Plataformas	Android	
Tipo de detección	Basado en la Geolocalización (gps) y detección de patrones de marcas planas (marcadores)	
Requerimientos	<ul style="list-style-type: none"> • Smartphone (Android). • Geolocalización (GPS). • Conexión a Internet. 	
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Permite desplegar cualquier contenido multimedia (imágenes, audio, video y notas). • Permite el uso de realidad aumentada por geolocalización o por detección de marcadores, lo que lo hace interesante para el desarrollo de juegos que logren mezclar estos dos tipos de formas de hacer realidad aumentada. 	
desventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Es inestable. • Poca documentación. • Se encuentra todavía en fase BETA. 	

2.2.7 Magicbook

Una de las aplicaciones que se le puede dar a la realidad aumentada es el Magicbook o Libro Mágico que es una aplicación que se desarrolló en 2008 por hitLAB en Nueva Zelanda. El lector, lee un libro que contiene marcadores y a través de un visualizador de mano (teléfono móvil) podrá observar el contenido virtual como objetos 3D, videos y audios, causando en el lector una inmersión en la escena que



Ilustración 13. Magicbook

ayuda a clarificar y asimilar de mejor manera la teoría leída dado que con la ayuda de la realidad aumentada se podran ver las ilustraciones desde distintos ángulos, incorporar videos y audios.

También se usa el tiempo de manera más eficiente, esto debido a la mejor y más rápida comprensión de todo lo que se está leyendo y que en muchos casos no se hace necesario leer si no solo escuchar la narración hecha por la aplicación de realidad aumentada. Además es una manera llamativa y divertida para aprender porque al usuario del magicbook le resultará entretenida la interacción hecha con el artículo tecnológico causando el deseo de seguir con la lectura. Con base a lo anterior se infiere como el magicbook es una herramienta muy poderosa que puede ser usada en el ámbito educativo, por ejemplo un apoyo a la enseñanza en la asignatura proceso de alimentos II.

2.2.8 Procesos de alimentos II

La carne es considerada como uno de los alimentos más importantes de la dieta normal, su forma de obtención y procesamiento son elementos que han trascendido y han sido modificados a través del tiempo con el fin de brindar productos de mejor calidad.

Las variables que participan en los procesos de producción de la carne de res han sido estudiadas a lo largo de la historia y hasta la actualidad se continúa investigando la incidencia de factores durante la producción y comercialización de la carne y su relación con la calidad final del producto. Por esta razón se tomó la decisión de elaborar un texto enfocado en el beneficio del ganado bovino y transformación del músculo en carne en el que se identifique cada proceso involucrado en la obtención de la carne. Contando con la ayuda de las nuevas herramientas tecnológicas antes descritas, se determinó que dicho texto se apoyaría en la realidad aumentada, haciendo de este un libro interactivo o magicbook.

Actualmente la ciencia ha proporcionado los recursos y herramientas necesarias para empezar a comprender que es la carne y cuáles son las propiedades biológicas, físicas, químicas, bioquímicas, fisicoquímicas y nutricionales que la califican como un alimento esencial. De este estudio se encarga la ciencia de la carne, y para comprenderla es necesario tener bases en disciplinas como la química, microbiología y tecnología.

La carne es la parte comestible que se ingiere con más abundancia comparada con otros componentes del animal beneficiado, el interés del consumidor hacia este alimento se debe a su alto valor nutricional y a otros propósitos culinarios. Para obtener carnes de buena calidad es necesario tener en cuenta los efectos de las prácticas aplicadas desde que el animal se encuentra en pie hasta después de su sacrificio. Sobre las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas, sensoriales y nutricionales así como también los aspectos establecidos por la ley. Debido a lo anterior es de gran importancia estudiar y conocer el proceso de obtención de la carne desde que el ganado es acopiado, transportado a la planta de beneficio y sacrificado hasta su comercialización.

A demás de los diversos procesos en los cuales intervine el hombre para la obtención de dicho alimento, internamente existen modificaciones químicas, enzimáticas y microbiológicas que contribuyen con la formación de la carne a partir del musculo propiamente dicho. Se puede decir que algunos de estos factores pueden ser controlados moderadamente desde el exterior con tratamientos específicos.

Tecnológicamente la carne es aprovechada para elaborar una gran variedad productos, esta característica se encuentra fuertemente relacionada con las propiedades funcionales de la misma, propiedades que le permiten al ingeniero, tecnólogo, o técnico en alimentos innovar en la parte productiva encaminada a los derivados cárnicos.

El objetivo principal de este texto es presentar el conocimiento actual en lo relacionado a la obtención de la carne de bovino desde que este se encuentra en pie hasta la transformación del tejido muscular en carne, con el fin de brindar un aporte significativo a los estudiantes durante su formación en la asignatura Procesos de Alimentos II.

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Desarrollar un MAGICBOOK para el programa de INGENIERÍA DE ALIMENTOS utilizando REALIDAD AUMENTADA, el cual sirva como apoyo en la enseñanza y aprendizaje de la asignatura PROCESOS DE ALIMENTOS II.

3.2 Objetivos específicos

- Definir las unidades y temáticas a tratar en el Magicbook.
- Diseñar los modelos 3D de las ilustraciones y figuras presentes en el libro.
- Desarrollar el contenido multimedia necesario para el soporte a la enseñanza-aprendizaje en la temática tecnología de carne en bovinos de la asignatura proceso de alimentos II.
- Desarrollar la aplicación de despliegue de realidad aumentada al interior del Magicbook bajo sistema operativo Android.
- Realizar pruebas para garantizar el correcto funcionamiento del aplicativo, los marcadores y la buena visualización de los objetos 3D.

3.3 Alcance

Con la ayuda de la Ingeniera Piedad Montero Castillo, quien es la docente titular de la asignatura procesos de alimentos II perteneciente al programa de ingeniería de alimentos de la Universidad de Cartagena, se determinó que el contenido de libro giraría en torno a tres ejes temáticos los cuales son el Transporte en ganado bovino, el proceso de beneficio y faenado en bovinos y la estructura y composición del tejido cárnico en bovinos. Adicional a esto se acordó que la aplicación de realidad aumentada perteneciente al libro interactivo contendría diecisiete objetos entre modelos 3D, audios y videos los cuales son descritos en el apartado “5.1 comunicación con el cliente”.

4. Metodología

En el presente apartado se describe la forma como se realizó la investigación que permitió el desarrollo del MAGICBOOK junto con la aplicación correspondiente como apoyo de aprendizaje en la asignatura procesos de alimentos II, con el fin de resolver el problema planteado y lograr la consecución de los objetivos propuestos.

EL proyecto está enmarcado en un tipo de investigación aplicada, debido a que busca la implementación de estudios investigativos realizados con anterioridad, los cuales poseen una serie de características específicas inmersas en el contexto del problema. En este caso, se busca realizar un magicbook que sirva como apoyo de aprendizaje en la asignatura procesos de alimentos II y una aplicación de realidad aumentada que sea desplegada en dispositivos móviles.

Es descriptivo, ya que tiene interés por describir algunas características fundamentales de una población, situación o área de interés, en este caso concreto la población estudiantil perteneciente al programa de ingeniería de alimentos y la manera como se lleva a cabo la enseñanza de una temática en especial.

Además es experimental por que busca introducir nuevas variables en el entorno, para luego analizar su comportamiento frente a la metodología actual de estudio y tratar de generalizarlo.

Por otro lado, para la recolección de los datos necesarios con el fin de llevar a cabo el proyecto, se utilizó la investigación de campo, incluyendo entrevistas y reuniones con la ingeniera de alimentos Piedad Montero Castillo, quien lleva muchos años como docente de la Facultad de ingeniería de la Universidad de Cartagena, en los cuales ha adquirido mucha experiencia en el área, con lo cual pudo ofrecer los datos relevantes durante el proceso investigativo. Dichos datos fueron útiles para iniciar el proceso de desarrollo del material inmerso en el magicbook como lo son los modelos 3D, los contenidos informativos, entre otros.

4.1 Procedimiento

La investigación estuvo enmarcada en el desarrollo de un magicbook como apoyo de aprendizaje en la asignatura procesos de alimentos II del programa de ingeniería de alimentos de la Universidad de Cartagena, para lo cual fueron necesarias una serie de entrevistas y reuniones con la ingeniera Piedad Montero Castillo, quien colocó a disposición toda la documentación, explicaciones y guía concerniente a la temática de transporte y sacrificio bovino y estructura y composición de la carne, información con la que se pudo identificar la competencia a desarrollar y el listado de temas y subtemas a trabajar con respecto a la información contenida en el magicbook (objetivo específico No.1). Luego con dicha información se procedió a desarrollar el magicbook y los diferentes contenidos como los modelos 3D (objetivo específico No.2). Es importante resaltar que esta etapa estuvo guiada por la ingeniera Montero Castillo con el fin de valorar la concordancia de los objetos 3D desarrollados y su pertinencia en la temática.

Seguidamente se procedió a desarrollar el contenido multimedia necesario presente en el magicbook bajo la supervisión de la ingeniera Montero Castillo (objetivo específico No.3).

Para el desarrollo del software de realidad aumentada en dispositivos móviles se realizó una serie de investigaciones en donde se encontraron varias librerías para la implementación de realidad aumentada en dichos dispositivos, que además, fueron analizadas y probadas con el fin de obtener las ventajas y desventajas de cada una de ellas (documentándose todos estos en una tabla) para seleccionar la librería que se implementaría en el proyecto por ser aquella que más se ajusta a las necesidades definidas para la realización de la aplicación de realidad aumentada (objetivo específico No. 4).

Posteriormente se pasó a realizar las pruebas funcionales de la aplicación de realidad aumentada perteneciente al magicbook desarrollado, primero colocándolos a disposición de la ingeniera Montero, docente calificada en la enseñanza de la temática en cuestión, con lo cual se buscó corregir fallos en la manera de presentar los contenidos. Superado esto, pasaron a manos de los estudiantes del programa de ingeniería de alimentos, los cuales dieron su punto de vista en relación a la pertinencia de los contenidos suministrados (objetivo específico No. 5).

4.2 Diseño utilizado

Para el desarrollo de la aplicación de realidad aumentada perteneciente al magicbook que sirva como apoyo a la asignatura procesos de alimentos II del programa de ingeniería de alimentos, tal y como se definió en el objetivo general de la investigación, se tomó como referencia la metodología propuesta por la Ingeniería de Software Basada en Componente, dado que dicha aplicación no se construyó partiendo desde cero, por el contrario, se hizo uso de componentes para la implementación de realidad aumentada diseñados por terceros, con el objetivo de reutilizarlos y aplicarlos para lograr satisfacer las necesidades y objetivos propuestos en un lapso de tiempo menor al que se podría llevar en su desarrollo (ISBC) (Pressman, 2006).

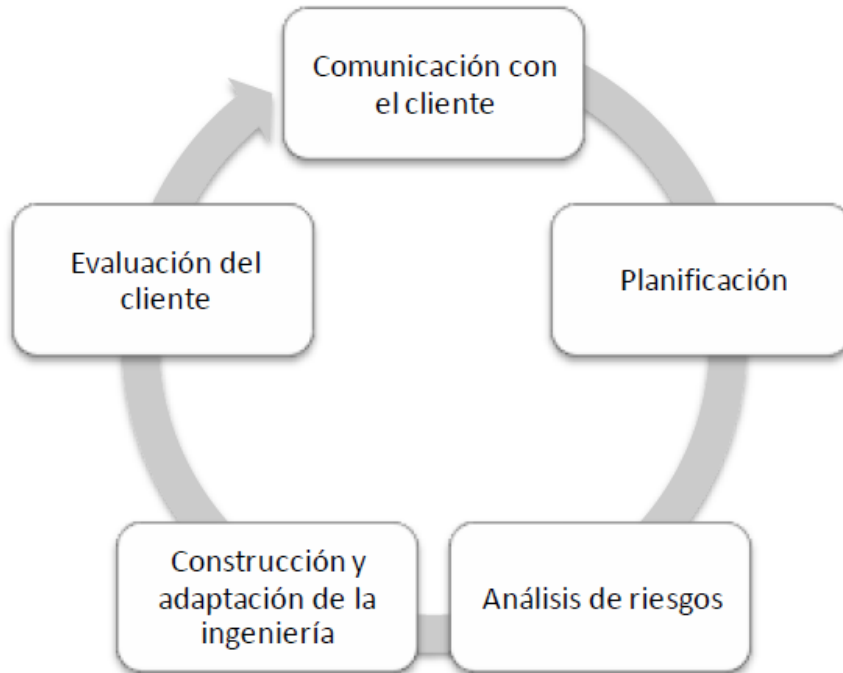


Ilustración 14 El ciclo de producción del modelo de ensamblaje de componentes

Teniendo en cuenta el ciclo de producción del modelo de ensamblaje de componentes (ilustración 14), se definieron una serie de actividades y/o tareas indispensables para cumplir el desarrollo de la aplicación de realidad aumentada, cumpliéndose el objetivo general y los objetivos

específicos número dos, tres y cuatro que hacen referencia al desarrollo de la aplicación de realidad aumentada. Dichas actividades se exponen en la Tabla 7.

Tabla 7. Actividades programadas para cumplir los objetivos.

Tarea	Descripción de la tarea	Fase
Tarea 0	Establecer los requerimientos que se tienen para diseñar una aplicación como alternativa de aprendizaje y enseñanza en la asignatura procesos de alimentos II.	Comunicación con el cliente
Tarea 1	Investigar entornos y/o librerías para el desarrollo de realidad aumentada en móviles.	Planificación
Tarea 2	Detectar posibles inconvenientes a la hora de implementar algún componente para el desarrollo de realidad aumentada candidato.	Análisis de riesgos
Tarea 3	Adquirir la destreza en el uso de las librerías para el desarrollo de realidad aumentada en móviles.	Construcción y adaptación de la Ingeniería
Tarea 4	Ensamblaje de componentes de realidad aumentada a la aplicación.	Construcción y adaptación de la Ingeniería
Tarea 5	Consultar los diferentes programas para el diseño de modelos 3D.	Planificación
Tarea 6	Detectar posibles inconvenientes al diseñar y exportar los modelos 3D.	Análisis de riesgos
Tarea 7	Adquirir la destreza en el uso del programa seleccionado para el diseño de los modelos 3D.	Construcción y adaptación de la Ingeniería
Tarea 8	Diseñar los modelos 3D que se utilizaran en la aplicación.	Construcción y adaptación de la Ingeniería
Tarea 9	Integración de los modelos con la aplicación.	Construcción y adaptación de la Ingeniería
Tarea 10	Pruebas para la detección y corrección de errores.	Evaluación del cliente

5. Desarrollo y Resultados

En esta sección se describe de forma detallada como se desarrollaron cada una de las actividades propuestas para cumplir el objetivo general de la investigación, obteniendo como resultado un magicbook y una aplicación de realidad aumentada para dispositivos móviles que sirva como apoyo en la enseñanza de la asignatura procesos de alimentos II.

5.1 Comunicación con el cliente

En esta fase de desarrollo, se estableció comunicación con ingeniera Piedad Montero Castillo quien por sus conocimientos y experiencia en la educación de la temática de procesos de alimentos II del programa de ingeniería de alimentos de la Universidad de Cartagena, conoce las dificultades que se presentan a la hora de enseñar los conceptos y la importancia de integrar las nuevas tecnologías con los procesos de enseñanza y aprendizaje con el objetivo de facilitar dichos procesos.

Es por ello, que en reuniones se definió la creación de un magicbook junto con un software que aplica realidad aumentada para facilitar el aprendizaje en la temática referente al transporte y sacrificio bovino, así como la estructura y composición de la carne en estudiantes de Ingeniería de alimentos de la Universidad de Cartagena. El software cumple los siguientes requerimientos:

Tabla 8. Requerimientos funcionales de la aplicación de realidad aumentada

Requerimientos funcionales		
Identificación	Nombre	Descripción
R1	Detectar marcador	Permite identificar patrones en la imagen presente en el magicbook, para asociarlas con un objeto 3D, video o audio.
R2	Ver objeto 3D o video	Permite la visualización de del objeto 3D o el video.
R3	Rotar objeto 3D	Permite hacer girar el objeto que se esté visualizando.

R4	Escuchar audio	Permite escuchar audios referentes a la temática del magicbook.
----	----------------	---

Tabla 9. Requerimientos no funcionales de la aplicación de realidad aumentada

Requerimientos no funcionales		
R5	Ejecutar en dispositivos móviles	La aplicación debe estar enfocada a dispositivos móviles.
R6	Usabilidad	Facilidad en el uso de las características de la aplicación.
R7	Rapidez de Ejecución	Buen desempeño de las funcionalidades en el menor tiempo posible.
R8	Uso de los colores apropiados en los modelos 3D	Los modelos 3D deben utilizar colores correspondientes a los reales.

Por otro lado, uno de los objetivos específicos de la investigación fue definir y diseñar los modelos 3D de las ilustraciones y figuras presentes en el libro, y a su vez, hacer uso de marcadores de realidad aumentada para poder integrarlos a la aplicación.

El contenido tanto teórico y selectivo de las ilustraciones se definió con asesoría de la ingeniera Piedad Montero Castillo.

Dentro del conjunto de objetos, videos y audios que fueron seleccionados para su implementación tanto en la aplicación como en el magicbook están:

Tabla 10. Objetos, videos y audios presentes en la aplicación de realidad aumentada

Inventario de objetos		
Audios	Objeto 1	Audio de introducción al magicbook
	Objeto 2	Audio cerca del transporte
	Objeto 3	Audio acerca del faenado
	Objeto 4	Audio acerca de la estructura y composición de la carne
Videos	Objeto 5	Etapa de insensibilización
	Objeto 6	Etapa de izado y desangrado
	Objeto 7	Etapa de desollado
	Objeto 8	Etapa de eviscerado
	Objeto 9	Etapa de fisurado
	Objeto 10	Etapa de higiene, inspección y refrigeración
Objeto 3D	Objeto 11	Jaula para inmovilización del bovino
	Objeto 12	Estructura de la fibra muscular
	Objeto 13	Estructura de la miosina
	Objeto 14	Estructura de la actina
	Objeto 16	Molécula de mioglobina

5.2 Planificación

En esta fase de desarrollo, se investigaron entornos y librerías para el desarrollo de realidad aumentada en dispositivos móviles, así como la consulta de los diferentes programas para el diseño de modelos 3D.

En dicha investigación se encontró que para el desarrollo de aplicaciones de realidad aumentada para dispositivos móviles que vayan en concordancia con este proyecto existen las siguientes librerías:

- NyARToolKit
- Qualcomm's Augmented Reality SDK
- AndAR
- ARviewer SDK

Para el caso de los programas existentes para el diseño de modelos 3D, se encontraron los siguientes:

- Autodesk 123D
- 3D Studio Max
- SketchUp
- Maya
- Rhinoceros®
- Blender

A continuación se hará una breve descripción de cada uno de estos programas para el modelado 3D.

El primero de ellos, Autodesk 123D, es una herramienta de modelado 3D gratuita, en fase Beta para SO Windows. Este software permite crear objetos tridimensionales de una forma relativamente sencilla y está dirigida a aquellos usuarios que necesitan convertir una idea en un proyecto tridimensional que se pueda explorar, modificar y si se desea finalmente, convertir el objeto en real (Autodesk 123D, 2011).

Otra opción, Autodesk 3ds Max, proporciona potentes herramientas integradas de modelado, animación, renderizado y composición en 3D que multiplican rápidamente la productividad de los artistas y diseñadores, pues ofrece herramientas específicas a los desarrolladores de juegos, realizadores de efectos visuales y diseñadores gráficos o bien, características especializadas para

los arquitectos, diseñadores, ingenieros y especialistas en visualización (Autodesk 3DS Max, 2011).

Por otro lado, Blender es un programa gratuito para el modelado, animación y renderizado de gráficos 3D. Blender, se trata de un proyecto de código abierto con una potencia comparable a la de los paquetes comerciales más destacados, como Maya o 3DS Max. Las posibilidades de Blender son inmensas, sus herramientas permiten crear objetos, esculpirlos, iluminarlos, pintarlos con texturas y animarlos en escenas complejas. La modalidad Game Blender, incluida en el paquete principal, es un editor de videojuegos 3D avanzado (Blender, 2011).

Otro de los programas para modelado 3D, Autodesk Maya (también conocido como Maya), es un programa informático de licencia privativa, dedicado al desarrollo de gráficos en 3d, efectos especiales y animación. Una de las características de Maya es su potencia y las posibilidades de expansión y personalización de su interfaz y herramientas. MEL (Maya Embedded Language) es el código que forma el núcleo de Maya, y gracias al cual se pueden crear scripts y personalizar el paquete (Autodesk Maya, 2011).

Rhinoceros 3D es una herramienta de software para modelado en tres dimensiones basado en NURBS. Está diseñado para SO Windows. Rhino 3D se ha ido popularizando en las 4 diferentes industrias, por su diversidad, funciones multidisciplinarias y su bajo costo (relativamente). Las vastas opciones para importación y exportación en el programa es una razón del crecimiento de su uso. La gran variedad de formatos con los que puede operar, le permite actuar como una herramienta de conversión, permitiendo romper las barreras de compatibilidad entre programas durante el desarrollo del diseño (Rhinoceros 3D, 2011).

SketchUp es un programa informático de diseño de computadores televisión y modelaje en 3D para entornos arquitectónicos, ingeniería civil, diseño industrial, GIS, videojuegos o películas. Es un programa desarrollado y publicado por Google (SketchUp, 2011).

5.3 Análisis de riesgo

En esta fase, se evalúan las diferentes opciones en cuanto a las librerías para el desarrollo de la aplicación de realidad aumentada en dispositivos móviles y el modelado 3D, así como los posibles inconvenientes que se puedan presentar con ellos, y por ende, puedan retrasar el proyecto. Todo esto con el objetivo de escoger aquellas que minimicen estos riesgos a la hora de pasar al desarrollo de la aplicación.

5.3.1 Análisis de riesgo en el modelado 3D

En el apartado 5.2 se dio una descripción de los programas existentes para el diseño de modelos 3D, dicha información fue de crucial importancia para decidir a grandes rasgos qué programa se utilizaría para modelar las moléculas que se implementaron en el aplicativo de realidad aumentada.

Uno de los aspectos sobre el que se basa la selección del programa de modelado es su tipo de licencia, si es de código abierto, lo que quiere decir que el programa debe brindar completa libertad en su uso. De acuerdo a lo anterior se puede notar que programas como Maya, 3d Studio Max y Rhinoceros 3D son descartado por ser software privativo con licencias demasiados costosas.

Otro aspecto clave, es el estado de las versiones de los programas. Y con ello se hace referencia a si los programas se encuentran en versiones beta o de prueba, esto debido a que posiblemente no pueda brindar el buen desempeño en los modelados o no presentar todas las opciones que este podría tener al ser un programa terminado. Por consiguiente Autodesk 123D no es candidato por que se encuentra en fase beta.

Por último, los programas de Blender y SketchUp cumplen dichos aspectos evaluados, sin embargo, se decidió por Blender puesto que cuenta con una extensa documentación y tutoriales en diferentes idiomas. También por poseer una gran comunidad y ser el programa que se ha venido trabajando en el semillero de investigación en Inteligencia Computacional vinculado al grupo de investigación GIMATICA.

Por otra parte, el riesgo que puede traer el modelar en Blender, no adquirir las destrezas en el manejo del programa debido al corto tiempo del desarrollo del proyecto, riesgo que se puede evitar haciendo uso de la documentación y ejemplos en las páginas oficiales de Blender o la experiencia que puedan tener otros miembros del semillero de investigación en Inteligencia Computacional.

5.3.2 Análisis de riesgo en el desarrollo de la aplicación

La multiplicidad de herramientas para desarrollar aplicaciones utilizando realidad aumentada en dispositivos móviles hizo necesario indagar en las características que brinda cada una, con el fin de establecer bases que permitieron elegir la herramienta que mejor se adaptara a la consecución de los objetivos.

A continuación se presentan los aspectos que se consideraron más relevantes a la hora de seleccionar un entorno de desarrollo.

Tabla 11. Características establecidas como prioridad para la selección de la herramienta

Aspecto	Descripción
Detecta el marcador	Detecta el marcador con un alto grado de eficacia.
Estable	El contenido 3D se mantiene en el tiempo de ejecución.
Diversidad de formatos 3D	Es compatible con modelos 3D de diferentes extensiones (ej.: .blend, .fbx, .obj).
Free software	Su licencia es libre.
Documentación	Existe abundante documentación en la web
Comunidad	Posee una comunidad amplia.
Desarrollo multiplataforma	Permiten desarrollar para diferentes Sistemas Operativos de Dispositivos Móviles (ej.: Android y iOS).
Interacción modelo	Permite la libre manipulación del modelo 3D.
Contenido multimedia	Permite agregar contenido multimedia.

La siguiente tabla comparativa contrasta cada SDK con los aspectos mencionados en la anterior tabla, los ítems que se presentan toman como base las características descritas en el apartado 2.2.6 por lo cual los datos presentados son un conglomerado de dicho apartado.

Tabla 12. Comparación entre herramientas para el desarrollo de realidad aumentada

	NyARToolKit	Qualcomm's	AndAR	ARviewer
Detecta el marcador	Si	Si	Si	No
Estable	No	Si	No	No
Diversidad de formatos 3D	Si	Si	Si	No
Free software	Si	No	Si	Si
Documentación	Si	Si	No	No
Comunidad	No	Si	No	No
Desarrollo multiplataforma	Si	Si	No	No
Interacción modelo	Si	Si	Si	No
Contenido multimedia	Si	Si	Si	Si

Después del análisis de herramientas mencionado en la tabla anterior, se seleccionó una para el desarrollo de la aplicación de realidad aumentada concerniente al magicbook que apoyara la asignatura procesos de alimentos II, la cual fue Qualcomm SDK, debido a que es más estable y posee una gran comunidad de desarrollo, lo cual permitió tener acceso a una mayor cantidad de información, además del conocimiento y manejo previo de Qualcomm, lo cual reduce en gran manera el tiempo de desarrollo.

Luego de seleccionada la librería, se pasó a una etapa de búsqueda tendiente a adquirir las destrezas necesarias para el diseño de la aplicación en cuestión, pudiéndose observar una serie de inconvenientes o riesgos a la hora de implementación. Uno de estos conflictos presentados fue pasar el modelo 3D a un lenguaje de programación (C++), este proceso afecta el modelo haciéndole perder propiedades como lo son la textura, color e iluminación, que se puede evitar usando un complemento de manipulación de objeto y compilador de plataforma Android como es Unity.

5.4 Construcción y adaptación de la ingeniería

En esta fase de desarrollo se realizaron los modelos, audios y videos de la Tabla 10 presentes en la aplicación de realidad aumentada. Dichos modelos fueron diseñados bajo Blender, el programa para el modelado 3D seleccionado y sobre el cual se adquirieron las destrezas necesarias para el modelado del proyecto. También se desarrolló la aplicación de realidad aumentada implementando los modelos realizados en Blender.

5.4.1 Construcción de los marcadores

En esta instancia se debe tener en cuenta varios aspectos relevantes para que los algoritmos puedan crear puntos de relación y así diferenciarlos, dichos aspectos son:

- El contraste de colores, se deben manejar varios colores que tengan buen contraste entre sí.
- La cantidad de vértices en la imagen (las imágenes redondeadas generan muy pocos puntos de referencia).
- Que los puntos que generan vértices no sean repetitivos porque la aplicación no sabría en que parte del marcador se encuentra.



Ilustración 15 Marcador de realidad Aumentada

Todas estas imágenes resultantes se encuentran disponibles en la carpeta Marcadores en los anexos.

Para la creación de los marcadores, Vuforia en su página oficial brinda un administrador de marcadores en web, esta permite generar y evaluar cada marcador a partir de una imagen seleccionada para su posterior descarga; luego de cumplir con requerimientos mínimos necesarios para su óptima detección por parte de la aplicación.

Se recomienda imágenes candidatas que cumplan con un alto grado de escala de grises, brillo y saturación, igualmente, una gran cantidad de vértices e intersecciones. En el presente proyecto se tuvo en cuenta las ilustraciones de cada uno de los objetos 3D a representar en la generación de los marcadores.

5.4.2 Construcción de los modelos 3D, audios y videos

Para la creación de cada uno de los modelos 3D se tuvieron en cuenta ciertas imágenes de guía y la asesoría de la Ingeniera Piedad Montero Castillo, Posteriormente, se tomaron estos datos para modelarse en Blender, del cual se utilizó la versión 2.76, y ser exportados a formato fbx (formato desarrollado por Autodesk) para finalmente ser empleado en el software. Los resultados de dichos modelos pueden ser visualizados a través de la aplicación del magicbook, a continuación uno de los modelos realizados.

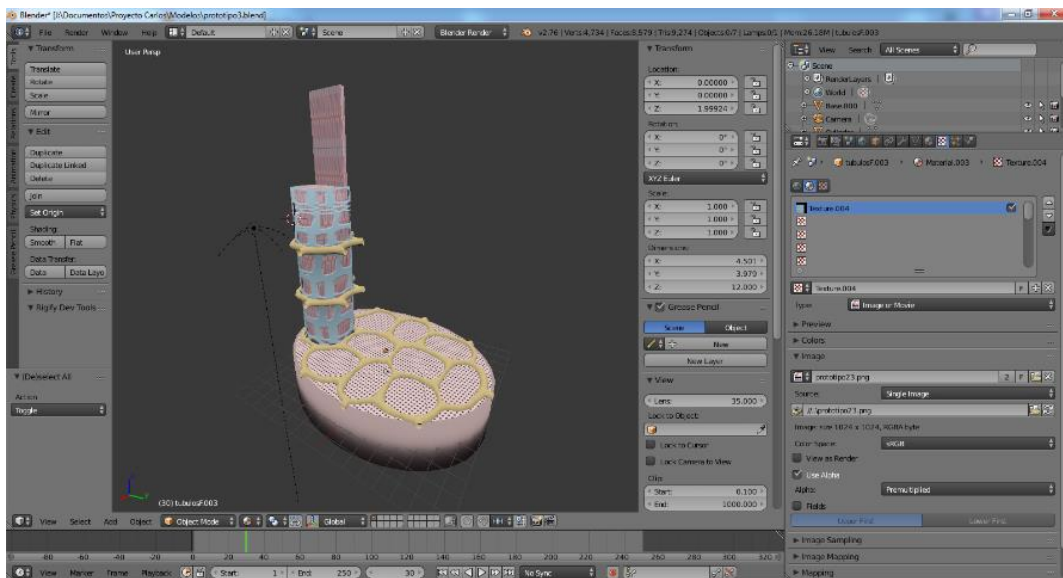


Ilustración 16 modelo 3d de la estructura de la fibra muscular

Para la generación de los audios se utilizó la aplicación DSpeech, donde a partir de un texto fue creado el audio en formato mp3.

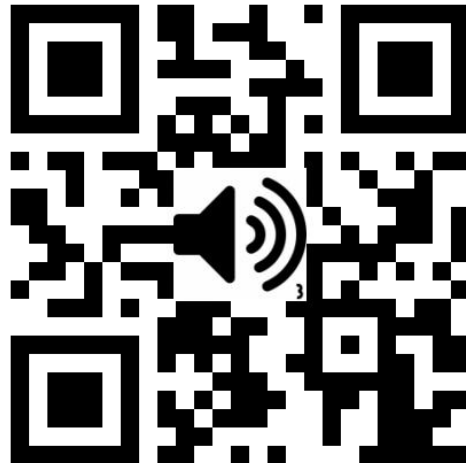


Ilustración 17 Marcador para audio utilizado en la aplicación.

La creación de los videos se hizo a partir de secuencias de imágenes que luego fueron incluidas como animaciones 3d en blender.

5.4.3 Construcción de la aplicación

Para la especificación del diseño utilizado se optó por el estándar UML, la parte estructural del sistema se representa a través de un diagrama de componentes con los cuales se describe el ensamble de los componentes de la aplicación contenedora de los modelos, audios y secuencias de imágenes y en el caso de su comportamiento; a través de diagrama de casos de uso.

Casos de uso

En el diagrama de casos de uso se describe como debería ser el comportamiento de la aplicación como un todo.

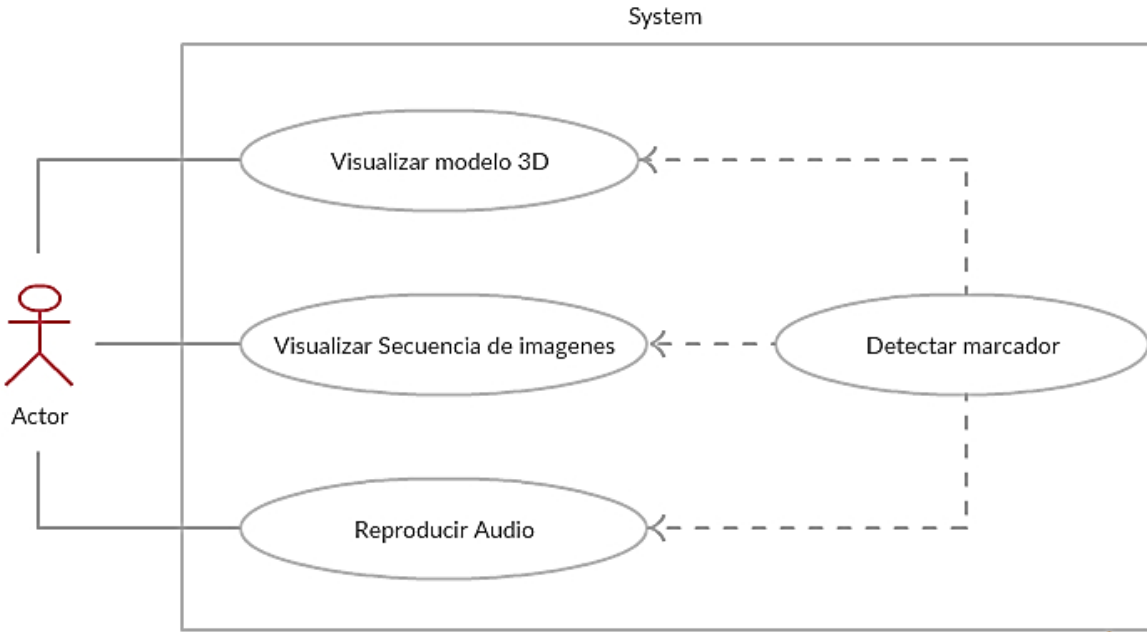


Ilustración 18 Diagrama de casos de uso

La aplicación debe estar en la capacidad de detectar un patrón o marcador incluido en el magicbook, que se encuentra vinculado a un modelo, audio o video en específico para poder desplegarlo en la aplicación, permitiendo al estudiante poder visualizarlo.

Diagrama de componentes

El diagrama de componentes muestra cómo están relacionados cada uno de los elementos constitutivos de la aplicación que permiten su funcionamiento, así como se puede ver en la siguiente ilustración.

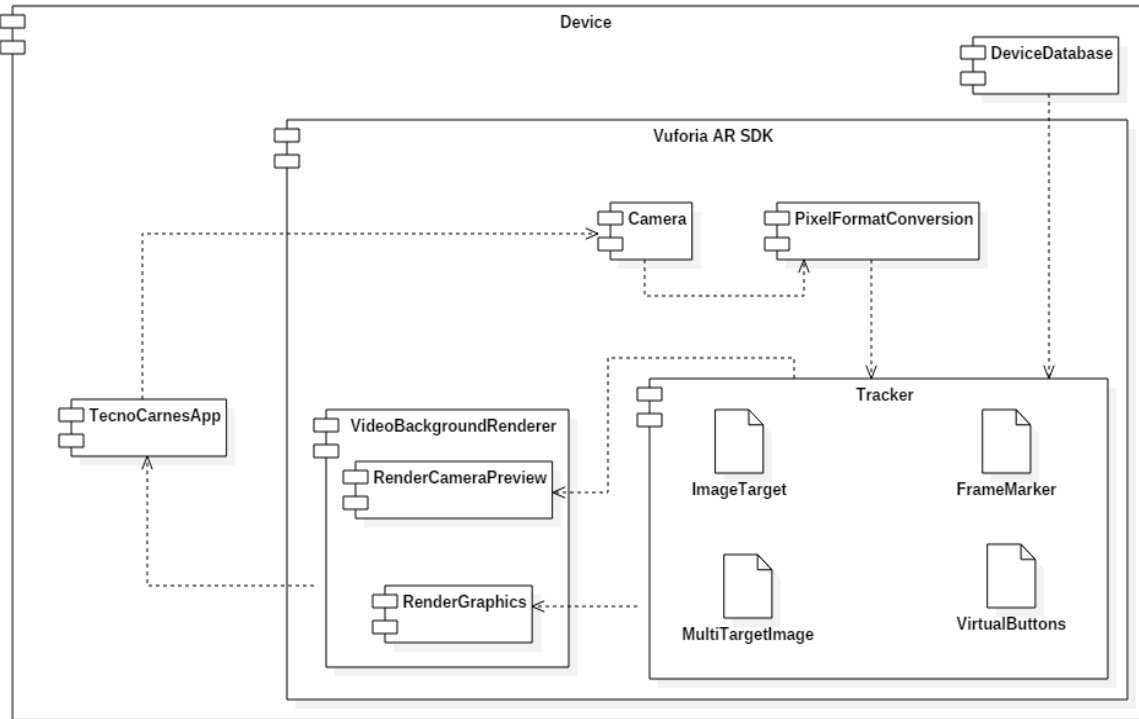


Ilustración 19 Diagrama de componentes

El componente camera, es el encargado de que cada cuadro capturado por la cámara del dispositivo como vista previa sea pasado de manera eficiente al Tracker. Por tanto la aplicación debe indicar cuándo empezar a capturar y cuando detener dicha captura.

Otro componente, image converter, se encarga de realizar la conversión entre el formato establecido como captura por la cámara del dispositivo móvil (por ejemplo YUV12) a un formato adecuado para OpenGL (por ejemplo RGB565) empleado para la manipulación y análisis de dichas capturas.

Una vez realizada la conversión de los formatos de captura, el componente Image Converter, transfiere las capturas realizadas al componente Tracker que contiene los algoritmos que permiten detectar y rastrear objetos del mundo real en las capturas realizadas, además de la evaluación de los botones virtuales para el diseño de eventos particulares.

Los resultados del componente Traker son usados por el componente Video Background Render, encargado de hacer el montaje de los objetos virtuales sobre la captura del mundo real, la optimización y rendimiento de la presentación para dispositivos móviles en específico.

La base de datos de los dispositivos se crea mediante el administrador de Target en línea. Los activos de la base de datos del dispositivo de destino descargados contiene un archivo de configuración XML que permite al desarrollador configurar ciertas características rastreables y un archivo binario que contiene la base de datos rastreable. Estos activos son compilados por el desarrollador de la aplicación en el paquete de instalación de aplicación y se utiliza en tiempo de ejecución por el Vuforia AR SDK.

5.5 Evaluación del cliente

En esta fase de desarrollo se realizaron encuestas de satisfacción, donde estudiantes del programa de ingeniería de alimentos de la Universidad de Cartagena y la ingeniera Piedad Montero Castillo, evaluaron el software con el fin de verificar si este cumple en realidad con los requisitos o si en verdad apoya en la enseñanza de la temática.

Para realizarlo, se programó una reunión con estudiantes del programa de ingeniería de alimentos para dar a conocer la aplicación y recibir un concepto de ella.

Se evaluaron los siguientes aspectos:

- Tiempo tomado para la detección de los marcadores y despliegue del evento.
- Pertinencia de los modelos, audios y secuencias de imágenes.
- Facilidad de uso de la aplicación.
- Satisfacción que causo el magicbook y la aplicación.
- Errores presentados durante la ejecución.

De acuerdo a los ítems anteriormente mencionados se obtuvieron los siguientes resultados:

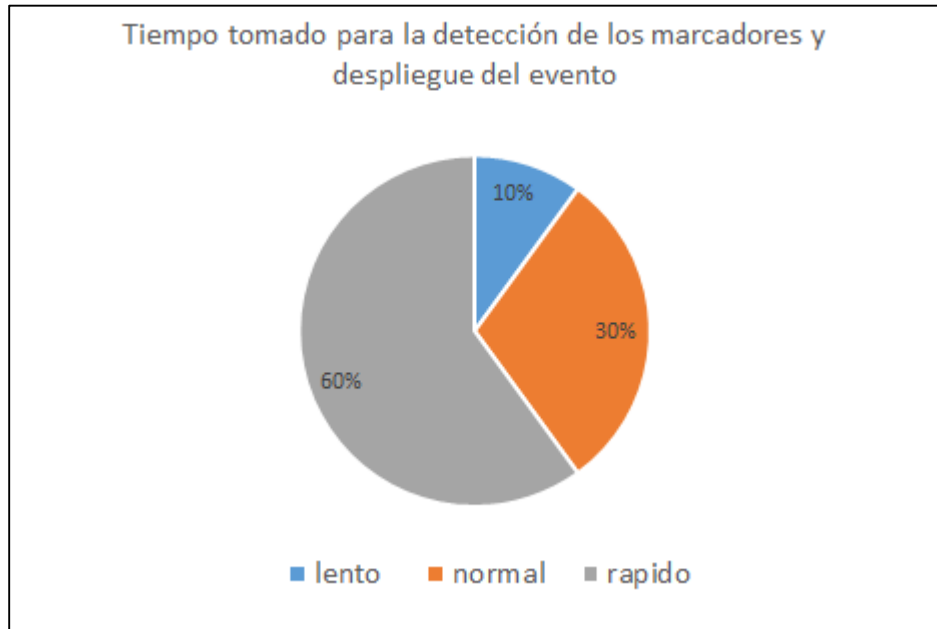


Ilustración 20 Evaluación tiempo tomado para la detección de los marcadores y despliegue del evento

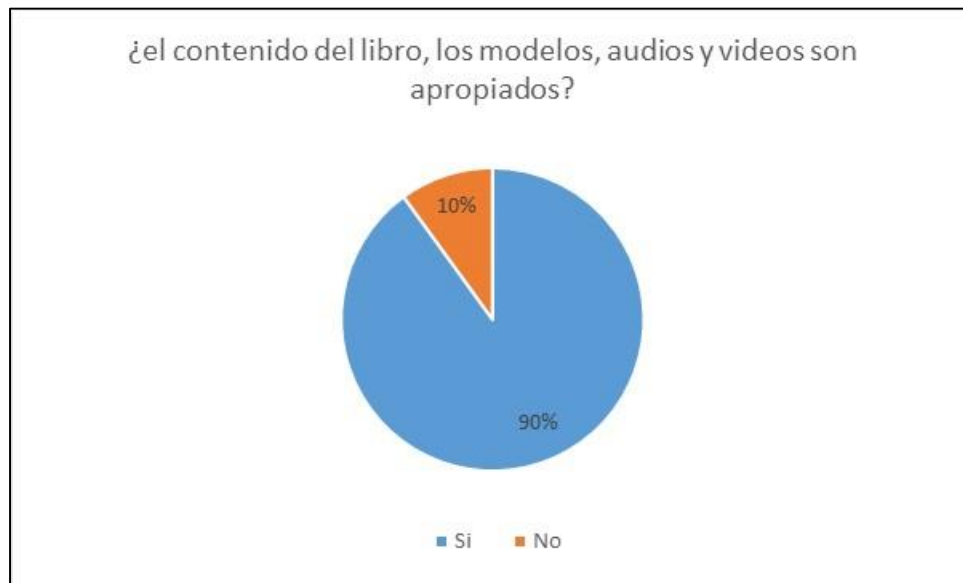


Ilustración 21 Evaluación pertinencia de los modelos, audios y secuencias de imágenes en estudiantes

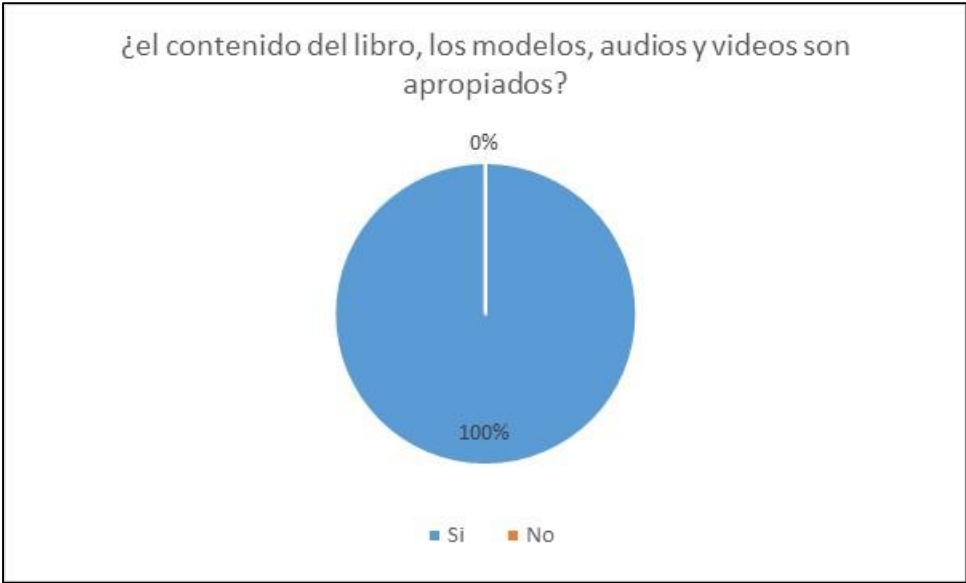


Ilustración 22 Evaluación pertinencia de los modelos, audios y secuencias de imágenes en docentes

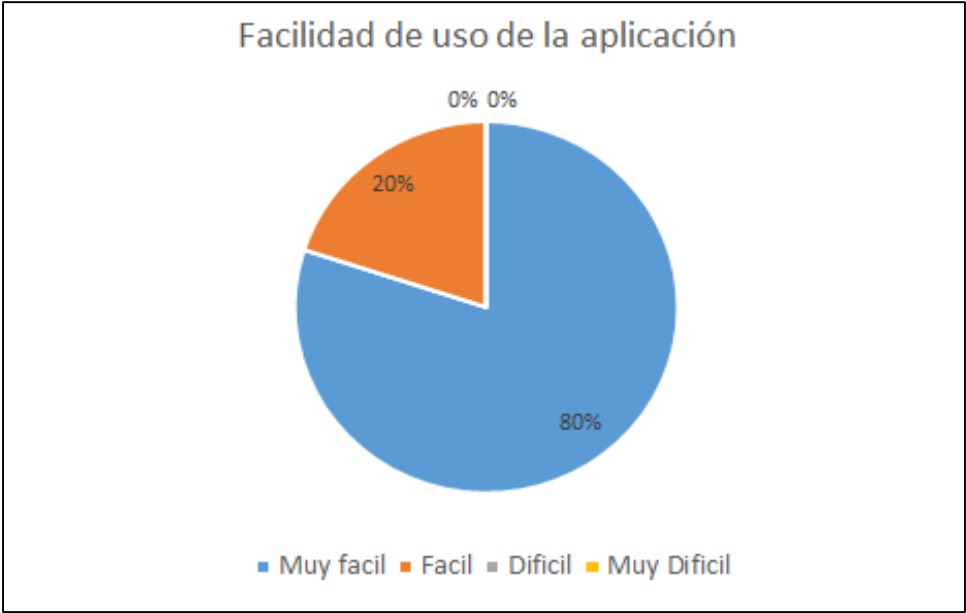


Ilustración 23 Evaluación facilidad de uso de la aplicación en estudiantes



Ilustración 24 Evaluación facilidad de uso de la aplicación en docentes

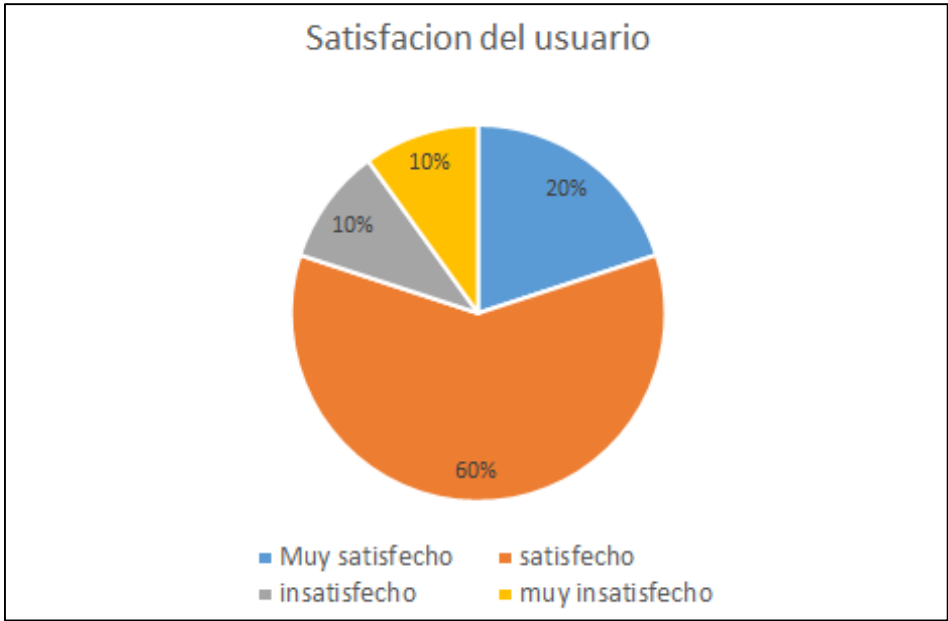


Ilustración 25 Evaluación Satisfacción que causo el magicbook y la aplicación en estudiantes



Ilustración 26 Evaluación Satisfacción que causo el magicbook y la aplicación en docentes

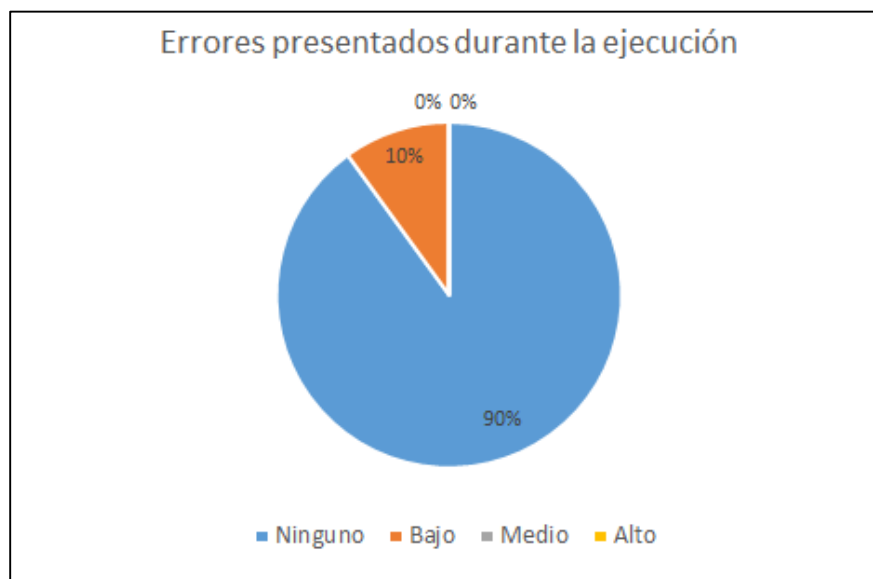


Ilustración 27 Evaluación errores presentados durante la ejecución.

Todos los resultados estadísticos fueron tomados en base a la socialización hecha con los estudiantes de la asignatura proceso de alimentos II junto a la ingeniera Piedad Montero castillo.

5.6 Resultados obtenidos

Aquí se muestran los diferentes resultados obtenidos en el transcurso de la investigación. Dichos resultados son:

El libro interactivo titulado *Magicbook Procesos de alimentos II* con el cual se cumple el objetivo específico número uno.

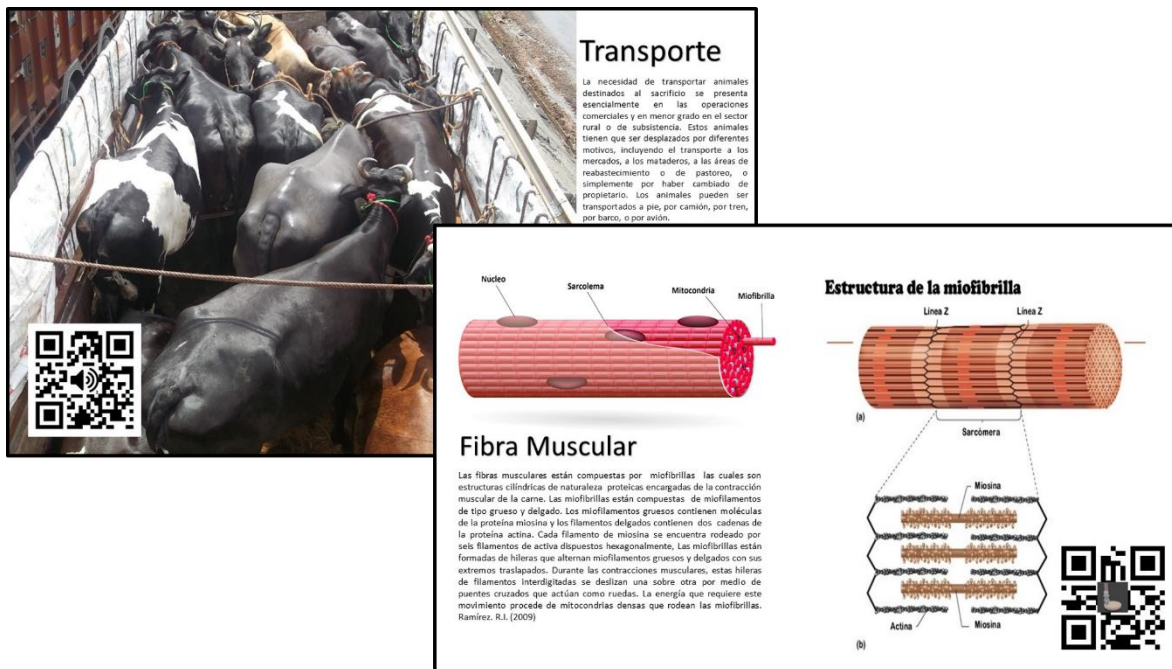


Ilustración 28 paginas 3, 4, 25 y 26 del libro interactivo

La temática del libro interactivo gira en torno a tres ejes centrales que son el transporte de ganado bovino y bufalino, el proceso de faenado y la estructura y composición del musculo cárnico. En su interior contiene una serie de ilustraciones seleccionadas cuidadosamente para clarificar la teoría y las cuales fueron tomadas como referencia para la creación de los modelos 3D con lo cual se cumple el objetivo específico número dos.

Con la asesoría de la ingeniera Piedad Montero Castillo fueron seleccionados los videos de los cuales se crearon secuencias de imágenes para ser mostradas a través de la aplicación de realidad

aumentada. También fueron redactados textos que posteriormente serian convertidos en audios y con lo cual se cumple el objetivo específico número tres.



Ilustración 29 Aplicación móvil de realidad aumentada perteneciente a libro interactivo de Procesos de Alimentos II

Como se ha hecho mención en apartados anteriores, para el desarrollo de la aplicación de realidad aumentada en dispositivos móviles, se empleó el SDK de Qualcomm o SDK QCAR que provee las herramientas necesarias para su desarrollo en dispositivos con sistemas operativos Android e iPhone OS (iOS) y el motor de videojuegos integrado llamado Unity. Se optó por realizar dicha aplicación bajo el sistema operativo Android por su notable crecimiento en el mercado.

Dicha aplicación despliega todo el contenido multimedia y modelos 3D presentes en el libro interactivo que fueron modelados con el programa para modelado 3D llamado Blender. Con esto damos por cumplido el objetivo específico número cuatro.

Para la consecución del quinto objetivo específico: Realizar pruebas para garantizar el correcto funcionamiento del aplicativo, los marcadores y la buena visualización de los objetos 3D, se

realizaron una serie de pruebas. En primera instancia bajo la supervisión del ingeniero Luis Carlos Tovar Garrido se evaluó el cumplimiento de los requerimientos funcionales y no funcionales establecidos en el apartado 5.1 Comunicación con el cliente. Luego la aplicación paso a manos de estudiantes de la asignatura procesos de alimentos II del programa de ingeniería de alimentos de la Universidad de Cartagena, los cuales tuvieron interacción con las aplicaciones, seguido a esto se aplicó una encuesta de satisfacción a una muestra de la población estudiantil. Estas pruebas fueron realizadas con el propósito de verificar si la aplicación cumple con los requisitos y si en verdad sirven de apoyo en el proceso de aprendizaje y así dar por cumplido el objetivo específico número cinco.

6. Conclusiones

Como conclusión es pertinente decir que en este proyecto investigativo se buscó implementar tecnología basada en realidad aumentada para dar apoyo en la enseñanza de una parte de la temática abarcada en la asignatura procesos de alimentos II. Concretamente se desarrollaron modelos en 3D y audios integrados en una aplicación para dispositivos bajo sistema operativo Android con la cual pueda hacerse más entretenido el proceso educativo.

Para dar cumplimiento a cada uno de los objetivos planteados en la investigación se realizaron una serie de reuniones y entrevistas con las que se pudo establecer la temática que abarco el libro interactivo. Posterior a esto se investigo acerca de herramientas para el desarrollo de aplicaciones de realidad aumentada, como lo son motores gráficos, librerías para el desarrollo de software y programas informáticos de modelado para crear la aplicación al igual que todos los modelos pertenecientes a la misma. Por ultimo pero no menos importante se realizaron pruebas para garantizar un correcto funcionamiento y verificar la pertinencia de los modelos y material interactivo inmerso en la aplicación.

La aplicación obtenida al término del proyecto y el libro interactivo contiene información relacionada a temática que se enseña actualmente en la asignatura procesos de alimentos II, con el fin de que puedan ser utilizados de manera directa por los estudiantes que cursan dicha asignatura, de igual manera por los docentes titulares de esta, brindando un mayor grado de entretenimiento y captando mejor la atención del estudiante.

En el transcurso del proyecto se obtuvieron resultados que en ocasiones no fueron los esperados, uno de estos resultados y quizá el más relevante fue la actualización de los nuevos dispositivos bajo sistema operativo Android a sus nuevas versiones lollipop y marshmallow razón por la que la aplicación perdía compatibilidad, dicho inconveniente fue solucionado de manera práctica haciendo actualizaciones tanto en la librería como en el motor de videojuegos.

7. Recomendaciones

Al término de la presente investigación surgen las siguientes recomendaciones:

Dado que no se incluyó la totalidad de los temas abarcados en el micro currículo de la asignatura procesos de alimentos II se recomienda realizar trabajos futuros que permitan llevar a cabo tal fin.

Contar con apoyo de diseñadores, editores e investigadores para generar material de mayor calidad.

Contar también con licencias profesionales de software y herramientas necesarias para el desarrollo y modelado y obtener así mejores resultados.

8. Bibliografía

AndAR. (2011). Recuperado el 19 de Septiembre de 2011, de AndAR: <http://code.google.com/p/andar/>

ARviewer-SDK. (2011). Recuperado el 19 de Septiembre de 2011, de ARviewer-SDK: <http://www.libregeosocial.org/node/24>

Autodesk 123D. (2011). *Autodesk 123D*. Recuperado el 10 de Septiembre de 2011, de Autodesk 123D: <http://www.123dapp.com/>

Autodesk 3DS Max. (2011). *Autodesk 3DS Max*. Recuperado el 10 de Septiembre de 2011, de Autodesk 3DS Max: <http://www.autodesk.es/adsk/servlet/pc/index?siteID=455755&id=14626995>

Autodesk Maya. (2011). *Autodesk Maya*. Recuperado el 10 de Septiembre de 2011, de Autodesk Maya: <http://usa.autodesk.com/maya/>

Azuma, R., Baillot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S., & MacIntyre, B. (2001). *Recent advances in augmented reality*. *Computer Graphics and Applications, IEEE*, 34-47.

Blender. (2011). *Blender*. Recuperado el 10 de Septiembre de 2011, de Blender: <http://www.blender.org/>

Bohórquez, J., Velazquez, C., (2013). *Desarrollo de objetos virtuales de aprendizaje para el estudio de la anatomía de órganos dentales en la facultad de odontología de la universidad de Cartagena*. Universidad de Cartagena.

Chang, Young, Zi-sheng, & Wang. (2008). *Research on 3D Visualization of Crystal Molecular Structure Based on Augmented Reality*. (2. I. Engineering, Ed.) Recuperado el 16 de Julio de 2011, de IEEE: http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs_all.jsp?arnumber=4722255

Gerrero V., G. L. (2004). *La Educación en el contexto de la Globalización*. Recuperado el 31 de Mayo de 2012, de Dialnet: dialnet.unirioja.es/servlet/fichero_articulo?codigo=2342243

Gonzáles, D., Gonzáles, M., & Feijóo, S. (2011). *Bakia*. Recuperado el 19 de noviembre de 2014, de Bakia: <http://www.mundobakia.com>

Kato, H., Tan, K., & Chai, D. (2010). *Barcodes for Mobile Devices*. Cambridge University Press.

Morales, J. (Septiembre de 2008). *Estudio de la tecnología de códigos bidimensionales y desarrollo de aplicaciones*. Escuela Técnica Superior de Ingenieros. Universidad de Sevilla.

Muñoz, C. (2010). Dispositivos móviles en la educación médica. *Teoría de la Educación - educación y cultura en la Sociedad de la Información (TESI)*, 28-45.

Nájera, G. (2009) *realidad aumentada en interfaces hombre máquina*, Instituto Politécnico Nacional de México.

NyARToolKit. (2010). Recuperado el 19 de Septiembre de 2011, de NyARToolKit: <http://nyatla.jp/nyartoolkit/wiki/index.php?NyARToolkit%20for%20Android.en>

Pinilla, H., Carrasquilla, G. (2011). *Aplicación de realidad aumentada en la enseñanza de la simetría molecular para lograr un aprendizaje significativo*. Universidad de Cartagena.

Portalés Ricart, C. (2008). *Entornos multimedia de realidad aumentada en el campo del arte*. Recuperado el 16 de noviembre de 2014, de Dialnet: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=18211>

Portalés Ricart, C. (2008). *Entornos multimedia de realidad aumentada en el campo del arte*. Recuperado el 16 de noviembre de 2014, de Dialnet: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=18211>

Pressman, R. S. (2006). *Ingeniería del software: un enfoque práctico*. México: McGraw-Hill.

Qualcomm AR SDK. (2011). Recuperado el 19 de Septiembre de 2011, de Qualcomm AR SDK: <https://developer.qualcomm.com/develop/mobile-technologies/augmented-reality>

Qualcomm Developer Guide. (2011). Recuperado el 19 de Septiembre de 2011, de Qualcomm: https://ar.qualcomm.at/qdevnet/developer_guide

Rhinoceros 3D. (2011). *Rhinoceros 3D*. Recuperado el 10 de Septiembre de 2011, de Rhinoceros 3D: <http://www.rhino3d.com/>

Ruiz, R. (2010). *Teorías del Aprendizaje*. Universidad Técnica Particular de Loja, Maestría en Pedagogía. Recuperado el 08 de Septiembre de 2011, de Youtube: <http://www.youtube.com/watch?v=Nq8AWSIPHnI>

Sherman, W. R., & Craig, A. B. (2006). *Understanding virtual reality: interface, application, and design*. Morgan Kaufman.

Sherman, W. R., & Craig, A. B. (2006). *Understanding virtual reality: interface, application, and design*. Morgan Kaufman.

SketchUp. (2011). *SketchUp*. Recuperado el 10 de Septiembre de 2011, de SketchUp: <http://sketchup.google.com/>

Street Racer NORMA, (2012), recuperado de: <<http://www.streetracernorma.com/>> Consultado 2012

Universidad de cartagena. (2012). *mision* Recuperado el 05 de Abril de 2012, de <http://www.unicartagena.edu.co/mision.htm>

Urraza, J. (2014). *La realidad aumentada*. Universidad católica nuestra señora de la asunción. Recuperado el 15 de noviembre de 2014, de http://jeuazarru.com/wp-content/uploads/2014/10/Realidad_Aumentada.pdf

Zlatanova, S. (2002). *Augmented Reality Technology*. (G. Technology, Ed.) Recuperado el 16 de Julio de 2011, de Citeseer: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.106.7437&rep=rep1&type=pdf>