



**Búsqueda de información bibliográfica para el diseño, producción y
evaluación de objetos virtuales de aprendizaje en la formación
universitaria basada en actividades de realidad aumentada**

Directora Dra. Matilde Inés Césari

Investigadoras:

Ing.Esp. Carolina Vanesa Pennisi

Ing.Esp. María Cecilia Castellanos

Año 2021



ÍNDICE

1. 3

2. 3

3. 3

4. 3

5. 4

6. 5

a. 5

b. 6

Tabla 1 . Detalle de cada documento consultado con indicación de nombre, autor, resumen, metodología e ingeniería de software. 7

c. 24

7. 27



1. **Objetivo general**

Determinar la metodología y la aplicación de ingeniería de software más apropiada para el desarrollo de software con aplicación en el ámbito educativo superior mediante el uso de la realidad aumentada y realidad virtual.

2. **Objetivos específicos**

Buscar información a través de diferentes fuentes, a saber: revistas especializadas en educación, publicaciones, catálogos, bases de datos on line, buscadores académicos de Internet entre otros.

Estudiar, comparar y evaluar propuestas de distintos ejes temáticos para conocer diferencias y similitudes, fortalezas y debilidades, ventajas y desventajas.

Listar y poner en conocimiento las distintas metodologías y aplicaciones de ingeniería de software relacionadas en el desarrollo y construcción de OVA's (Objetos virtuales de aprendizaje).

3. **Palabras claves**

Realidad aumentada. Realidad virtual. Enseñanza superior de ingeniería. Objetos virtuales de aprendizaje

4. **Resumen**

La búsqueda, organización y análisis de la información, se hizo de manera organizada y secuencial por ser una de las etapas más importante de todo proyecto de investigación.

El presente trabajo analiza y expone en un cuadro comparativo las principales ideas de distintas publicaciones, con detalle de nombre del trabajo, autor, resumen, metodología e ingeniería de software aplicada.

Respecto de la metodología empleada en las diferentes publicaciones, se evidencia AODDEI (Análisis, Obtención, Diseño, Desarrollo, Evaluación, Implementación), SCRUM, Game Unified Process, metodología de desarrollo de prototipo de software, Mobile D, Extreme Game, Development (XGD), Extreme Programming (XP), Waterfall, Meduc_AR . En los casos que no se explicita una metodología específica, se mencionan etapas de diseño, producción, postproducción y evaluación.

Las metodologías empleadas tienen un patrón común que en línea general siguen las etapas de análisis y captura de requisitos, diseño, implementación, pruebas y mantenimiento.

Una de las metodologías más empleadas es la SCRUM.



Respecto de la ingeniería de software empleada en las diferentes publicaciones, se evidencia ingeniería de software basada en componentes (ISBC), Ar.js, PHP, aplicaciones web realizadas por desarrolladores, herramientas Aumentaty Author, herramientas SketchUp, Vuforia, Unity, Android Sdk, Android NDK, Java jdk, Adobe Illustrator, Adobe Audition, Blender, ARML, Wikitude, ARToolKit.

Hay gran uso de las herramientas Vuforia y Unity.

Se evidencia la combinación de herramientas, muchas de ellas, de distribución gratuita, que permiten mediante esta tecnología la superposición de elementos virtuales a la imagen real y posibilitan la interacción en tiempo real.

5. Introducción

El trabajo de revisión bibliográfica constituye una etapa fundamental de todo proyecto de investigación y debe garantizar la obtención de la información más relevante en el campo de estudio, de un universo de documentos que puede ser muy extenso [1]. Dado que en la actualidad se dispone de mucha información científica y su crecimiento es exponencial, el problema de investigar es precedido por el ¿cómo? manejar tanta información de forma eficiente [2].

La metodología utilizada para la revisión bibliográfica puede ser aplicada a cualquier tema de investigación para determinar la relevancia e importancia del mismo y asegurar la originalidad de una investigación como indica el autor del trabajo “Metodología para la revisión bibliográfica y la gestión de información de temas científicos, a través de su estructuración y sistematización” [3]. La definición del problema debe ser lo suficientemente clara para poder realizar una búsqueda bibliográfica que responda a las necesidades del investigador en particular, y que además aporte al estado de la técnica, de manera que conduzca a un escenario bastante amplio y permita la retroalimentación de la investigación. En función de lo mencionado, se utilizó dicha propuesta compuesta de tres fases:

Fase 1. Búsqueda de la información. Para el proceso de investigación bibliográfica se debe contar con material informativo como libros, revistas de divulgación o de investigación científica, sitios Web y demás información necesaria para iniciar la búsqueda. Una búsqueda bibliográfica debe hacerse desde una perspectiva estructurada y profesional. Se hace necesario delimitar la búsqueda y saber cuándo parar, aunque exista un sin número de preguntas por responder antes de abordar el tema principal del proyecto. El material que se emplee debe ser reconocido. Los trabajos reconocidos son aquellos que han sido revisados cuidadosamente por expertos antes de ser publicados.

Fase 2. Organización de la información. Consiste en organizar de manera sistemática la documentación encontrada. Se puede realizar tanto de manera básica o detallada. La información se presenta en multitud de formatos, unos más accesibles, más reconocidos y mejor valorados académicamente que otros, entre estos: libros, revistas, actas de congresos, reportes



técnicos, normas, tesis e Internet. Una manera de organizar la información es por relevancia, distinguiendo los principales documentos de los secundarios. Se pueden hacer mapas de ideas, esquemas jerárquicos, tablas de datos y cualquier otra estructura que posibilite organizar la información.

Fase 3. Análisis de la información. En esta fase se analiza la información ya organizada, indagando sobre cuáles son los documentos más útiles para la temática en estudio. El análisis de la información es la tarea que toma más tiempo en la investigación bibliográfica, ya que con ella se espera identificar el aporte a realizar. Una vez identificados los documentos principales, es necesario realizar un análisis de co-citación de autores y de co-ocurrencia, para identificar los frentes de investigación y los autores con más citas. También se debe realizar un análisis detallado de los artículos que se identifiquen como directamente relacionados con las ideas más importantes y los aspectos relevantes para el tema de estudio. El estudio de los documentos más importantes posibilita el reconocimiento de ideas principales, inferencias, conceptos claves, etc. Se puede además realizar un análisis cuantitativo, en el que se estudien aspectos como número de documentos por año, documentos, citas por autor, documentos e investigaciones realizadas por país, etc.

6. Metodología

Se diseñó un estudio en forma sistemática para garantizar los resultados válidos y fiables que respondan a los objetivos de la investigación. Este proceso cuyo objetivo fue identificar y localizar bibliografía sobre el tema siguió varias etapas:

- Búsqueda de información.
- Organización de la información.
- Análisis de la información.
- Elaboración de Conclusiones.

a. Búsqueda de información

Se consultaron distintas fuentes de información para la búsqueda y selección de información pertinente a los intereses y objetivos planteados en el inicio del trabajo.

Se utilizó Google Académico, buscador que permite localizar documentos académicos como artículos, tesis, libros y resúmenes de fuentes diversas de editoriales universitarias, asociaciones profesionales, repositorios de preprints, universidades y otras organizaciones académicas.

Se establecieron criterios de búsqueda, tomando como prioridad las publicaciones de los últimos cuatro años.

Se seleccionaron documentos con propuestas de metodologías para el desarrollo de objetos virtuales de aprendizaje (OVA) basados en realidad aumentada.



Se consideró importante la ingeniería del software empleada.

Se hizo una exposición abreviada y concisa sobre los puntos más importantes de cada texto para dejar plasmado en el resumen la síntesis de lo más destacado y significativo de cada trabajo.

Bajo la delimitación del universo de estudio seleccionado, se leyeron trabajos y se priorizaron aquellos que mejor se adecuaban a los criterios definidos previamente.

b. Organización de la información

La organización y presentación de la información analizada se llevó a cabo mediante el diseño de la Tabla 1 Detalle de cada documento consultado con indicación de nombre, autor, resumen, metodología e ingeniería de software.

La tabla permite ordenar gran cantidad de información leída, seleccionada y sintetizada. La estructura de repetición a nivel de fila y columnas muestra de manera clara y concisa los aspectos más relevantes de cada fuente bibliográfica consultada y tendencia en cuanto a la metodología e ingeniería de software empleada.

La exposición de cada trabajo en la tabla contiene el nombre, autor/es, resumen, metodología e ingeniería de software.



Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Mendoza
Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información
ReAVi – Ingeniería de Software con contenido de Realidad, Aumentada, Mixta y virtual

Tabla 1 . Detalle de cada documento consultado con indicación de nombre, autor, resumen, metodología e ingeniería de software.

NOMBRE	AUTOR	RESUMEN	METODOLOGÍA	INGENIERÍA DE SW
Propuesta metodológica para la creación de OVA basados en RA	Tovar, José A. Bohórquez y Plinio Puello	El objetivo del artículo es describir una metodología mixta para el desarrollo de objetos virtuales de aprendizaje basados en realidad aumentada, formada por la metodología de desarrollo de objetos virtuales de aprendizaje AODDEI (Análisis, Obtención, Diseño, Desarrollo, Evaluación, Implementación) y la ingeniería de software basada en componentes. Se determinaron las características de la metodología mixta con el fin de seleccionar los atributos que mejor se adaptaron a las tecnologías requeridas para implementar la realidad aumentada en dispositivos móviles. Se aplicó la metodología resultante a un caso de estudio y se desarrolló un objeto virtual de aprendizaje, mostrando la viabilidad	AODDEI. Es una metodología para desarrollar OVA'S e integrarlos a un sistema de gestión de aprendizaje teniendo en cuenta las fases de análisis, obtención, diseño, desarrollo, evaluación e implementación. (para objetos virtuales de aprendizaje tipo página web y software de escritorio).	Ingeniería de software basada en componentes (ISBC), seleccionando las características respectivas que mejor se adaptan.



Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Mendoza
Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información
ReAVi – Ingeniería de Software con contenido de Realidad, Aumentada, Mixta y virtual

		funcional del procedimiento propuesto.		
Desarrollo de un generador de juegos serios educativos multi-dispositivo con implementación de realidad aumentada	José Gregorio García Aguilar	<p>El trabajo consiste en el desarrollo de un componente de software con base en un proceso de generación de código fuente para aplicaciones de juegos serios que requieran integrar características de realidad aumentada a través de la incorporación de video. Los juegos serios se agrupan según el ámbito de aplicación:</p> <p>Edutainment: Tipo de juegos que solo se emplean para un fin educativo.</p> <p>Advergaming: Se emplean para fines comerciales.</p> <p>Training: Se destinan para el entrenamiento de diferentes habilidades.</p> <p>Subgame: Se ocupan para transmitir o denunciar un mensaje social y político</p>	Scrum, cuatro etapas: análisis, diseño, desarrollo y pruebas.	Se utilizó como marco de desarrollo para la integración de realidad aumentada Ar.js ya que permite la incorporación de características de realidad aumentada integrando solo etiquetas HTML5 y como lenguaje de programación para el desarrollo de la herramienta integradora se utilizó PHP.
Diseño, producción, evaluación utilizando la RA	Julio Barroso Osuna. Julio Cabero Almenara. Fernando García Jiménez. Francisco Miguel Calle	<p>Define marco teórico y tecnologías emergentes.</p> <p>Se hace un breve análisis y descripción de aplicaciones con RA.</p>	El trabajo pasa por diferentes fases: diseño, producción, postproducción y evaluación.	Se utilizan aplicaciones web realizadas por desarrolladores.



Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Mendoza
Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información
ReAVi – Ingeniería de Software con contenido de Realidad, Aumentada, Mixta y virtual

	Cardoso. Óscar M. Gallego Pérez. Inés Casado Parada			
Resumen de revisiones sobre Realidad Aumentada en educación	Gavilanes, W., Abásolo Guerrero	En el presente artículo se han analizado varios artículos de revisión actuales sobre RA aplicada a la educación. A partir de ellos puede concluirse que la RA se aplica en educación abarcando a todos los niveles de formación desde educación preescolar hasta universitaria, en diversas áreas principalmente las ciencias, matemáticas y geometría, así como otras áreas de aplicación señaladas son, geografía, ecología, humanidades, arte e ingeniería. Entre las ventajas señaladas en todos los artículos de revisión se encuentra el aumento de la motivación y el interés de los alumnos al usar RA	Los autores destacan a través de sus investigaciones que no hay nada expuesto directamente sobre la utilización de metodologías. Si observan que algunos trabajos utilizan diferentes estrategias basadas en el diseño de contenido de RA que promuevan activar la exploración y permitir a los estudiantes probar diferentes tipos de escenarios, promover la colaboración para posibilitar el intercambio de ideas, asignando a los estudiantes diferentes roles o la tarea de negociar unos con otros para llegar a una solución y asegurar el interés	De acuerdo al análisis y estudio de distintas investigaciones llevadas a cabo en el presente trabajo, los autores plantean una línea de investigación abierta en la que no especifican directamente una tecnología utilizada o la aplicación de una ingeniería de software en particular.



Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Mendoza
Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información
ReAVi – Ingeniería de Software con contenido de Realidad, Aumentada, Mixta y virtual

Procesos y técnicas de ingeniería de Software para la Modelación de Videojuegos	Jiménez, Á. I., Rico, D. P., Méndez, C. M., Ceron, S., & Betancourt, S. P. (2010)	El equipo de ingeniería del software perteneciente al semillero de investigación Ayni de la Fundación Universitaria Católica Lumen Gentium tiene como intención principal modelar el videojuego educativo “Prende Amor X Cali”. Para lograr dicho cometido se decidió establecer un estado del arte en el cual se buscó estudiar las diferentes metodologías existentes en el tema ingeniería de software educativo para videojuegos, con el fin de determinar la manera más adecuada de modelar la base estructural del videojuego.	Metodología: Autor Alvaro Galvis Panqueva. Autor Pere Marqués. Cascada para video juegos. Desarrollo ágil de video juegos: Variadas metodologías ágiles se han propuesto desde diversos sectores de la industria, a continuación se relacionan algunas de ellas: ScrumEs. Extreme Game. Development (XGD). Game Unified Process.	Sin datos
Metodología para el desarrollo de aplicaciones con RA en educación	Cáceres, N. R., Tolaba, C., Gálvez Díaz, M. D. P., Huerto Flores, N. M. D., & Hinojosa, E. E. (2020)	El Grupo de Investigación y Desarrollo en Ingeniería de Software (GIDIS) de la Facultad de Ingeniería de la UNJu, diseñó la metodología Meduc_AR para el desarrollo de aplicaciones de Realidad Aumentada (RA).	Meduc_AR . Para el desarrollo de aplicaciones de Realidad Aumentada (RA) destinada al ámbito educativo, la metodología consiste en tres fases: Análisis del Problema,	



Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Mendoza
Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información
ReAVi – Ingeniería de Software con contenido de Realidad, Aumentada, Mixta y virtual

			Elección de la Solución y Evaluación de la Aplicación. Entre algunas de sus características se destaca el desarrollo iterativo de las fases que la comprenden y el trabajo en equipo entre los desarrolladores y docentes, éstos últimos son los que solicitan el software a desarrollar según requerimientos específicos que se relacionan con la disciplina, el nivel de conocimiento a enseñar, edad de los estudiantes, entre otras cosas.	
Propuesta metodológica para la construcción de objetos virtuales de aprendizaje basados en realidad aumentada	Tovar, L. C., Bohórquez, J. A., & Puello, P. (2014)	La metodología propuesta permitió la consecución de los objetivos que planteaba el caso de estudio a lo largo de sus fases, lo que demuestra su viabilidad y su aplicación en otras investigaciones. La ISBC (Ingeniería de software basada en componentes) complementa a AODDEI volviéndola más versátil,	Metodología de desarrollo de objetos virtuales de aprendizaje AODDEI (Análisis, Obtención, Diseño, Desarrollo, Evaluación, Implementación)	Ingeniería de software basada en componentes



Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Mendoza
Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información
ReAVi – Ingeniería de Software con contenido de Realidad, Aumentada, Mixta y virtual

		debido a que no solo es funcional para ser aplicada en OVA'S tipo páginas web y software de escritorio sino que también puede ser usada para crear OVA'S que utilicen tecnologías emergentes como lo son la realidad aumentada en dispositivos móviles. Con la aplicación de esta metodología en el caso de estudio antes mencionado, es válido resaltar cómo los estudiantes asimilaban de una manera más didáctica y amena los contenidos de aprendizaje en OVA'S enfocados al M-Learning. Se destaca también que el uso de dispositivos móviles en el proceso de enseñanza-aprendizaje representa una tendencia novedosa, capaz de captar la atención del público joven.		
Avances en el diseño de una herramienta de autor para la creación de actividades educativas basadas en realidad aumentada	Moralejo, L., Sanz, C., Pesado, P. M., & Baldassarri, S. (2014)	Este artículo no hace uso de metodologías basadas en realidad aumentada ni en ingeniería de software, sólo presenta la descripción de AuthorAR como una herramienta basada en el paradigma de realidad aumentada.	Sin evidencia.	Sin evidencia.



Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Mendoza
Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información
ReAVi – Ingeniería de Software con contenido de Realidad, Aumentada, Mixta y virtual

		AuthorAR permite generar actividades de exploración y de estructuración de frases, que pueden favorecer procesos de adquisición del lenguaje y de entrenamiento de la comunicación, por lo que se hará referencia a las posibilidades que ofrece en este sentido.		
Evaluación de software en la producción de objetos en Realidad Aumentada con fines educativos	Cabero Almenara, J., & Llorente Cejudo, M. D. C. (2019).	El artículo está destinado a evaluar las posibilidades que ofrece el software de producción de Realidad Aumentada (RA) existente en el momento actual para su incorporación en el ámbito educativo. Se evaluaron los diferentes software que poseían de diferentes programas existentes en el mercado para la producción de objetos en RA. Entre los resultados obtenidos, destacar que, ante la falta de estudios que valoren el software de producción de objetos de aprendizaje en RA. El trabajo ha permitido identificar los diez programas que son más conocidos por los expertos en los	Sin evidencia.	Sin evidencia.



Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Mendoza
Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información
ReAVi – Ingeniería de Software con contenido de Realidad, Aumentada, Mixta y virtual

		momentos en los cuales se realizan, como, por ejemplo: Arlab, Armedia, Arpa, ARTTolkit, Aurasma, Blippar, Designers artoolkit, Layar, Vuforia y Wikitude.		
Tecnologías de geolocalización y realidad aumentada en contextos educativos: experiencias y herramientas didácticas.	Olivencia, J. J. L., & Martínez, N. M. M. (2015)	El artículo parte de una filosofía pedagógica de software libre. las tecnologías basadas en sistemas de geolocalización y realidad aumentada son herramientas didácticas útiles para atender a los nuevos modelos de aprendizaje del alumnado de la era digital, favoreciendo modelos inclusivos e interculturales en los centros escolares mediante el acercamiento, la comunicación, el intercambio de información y experiencias entre países en entornos virtuales basados en mapas interactivos.	Sin evidencia.	Sin evidencia.
Aplicación de realidad aumentada para la enseñanza de la robótica	Marco Alberto Mendoza Pérez Centro Universitario UAEM Valle de Chalco/UAEMEX marco_alberto83@hotmail.com René	En el documento se presentan los avances de diseño y desarrollo de una aplicación de realidad aumentada para la enseñanza de la robótica móvil. Esta aplicación le servirá de apoyo al docente en la capacitación de sus	Se presenta una combinación entre la metodología de desarrollo de prototipo de software.	Herramientas Aumentaty Author y SketchUp



Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Mendoza
Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información
ReAVI – Ingeniería de Software con contenido de Realidad, Aumentada, Mixta y virtual

	<p>Guadalupe Cruz Flores Centro Universitario UAEM Valle de Chalco rgcruzf@uaemex.mx Alan Antonio Villalba Hernández Centro Universitario UAEM Valle de Chalco alanvilher@hotmail.com José Alfredo Calderón Rodríguez Centro Universitario UAEM Valle de Chalco j_acr@live.com.mx Erika Arreola Patiño Centro Universitario UAEM Valle de Chalco akirearreola@hotmail.com.</p>	<p>estudiantes, en temas relacionados con la identificación de los componentes básicos de un robot humanoide, conexión, configuración, programación y utilización; considerando como caso de estudio el Kit de Robótica "Bioloid Premium" de la marca Robotis y las estrategias de enseñanza (videos, e ilustraciones descriptivas y organizativas) del Paradigma Psicológico Educativo Cognitivo.</p>		
<p>Estudio del motor de videojuego unity con sdk vuforia para el desarrollo de aplicaciones móviles de realidad aumentada, aplicación de tarjetas ilustradas en pares para niños</p>	<p>Edison, Tarsicio, Guerra, Correa</p>	<p>El resumen del trabajo investigativo tiene como propósito estudiar dos herramientas de desarrollo de videojuegos y realidad aumentada, con la presentación de objetos animados, por lo que se desarrollará una aplicación móvil que se ejecutará en la plataforma Android,</p>	<p>Scrum por ser una de las más utilizadas en la industria de software, debido a su versatilidad y entrega constante de valor, iteraciones o los llamados Sprints, que permiten la comprobación de</p>	<p>Herramientas: Vuforia Unity Android Sdk Android NDK Java jdk 1.8 Adobe Illustrator Adobe Audition</p>



Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Mendoza
Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información
ReAVi – Ingeniería de Software con contenido de Realidad, Aumentada, Mixta y virtual

			<p>funcionalidad, así como también favorecen una mejor adaptación a las necesidades de los stakeholders; de manera que permita enfocarse en el desarrollo de software y en la generación de valor del producto final, antes que la creación de documentación que no genera valor para el usuario final.</p> <p>Se utilizó la metodología SCRUM, cuyo elemento más importante constituye un sprint, intervalo prefijado durante el cual se crea un incremento de producto "hecho o terminado" utilizable, potencialmente entregable. A lo largo del desarrollo hay sprints consecutivos de duración constante. Fases: Planificación de backlog.</p>	
--	--	--	--	--



Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Mendoza
Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información
ReAVi – Ingeniería de Software con contenido de Realidad, Aumentada, Mixta y virtual

			<p>Historias de usuario. Pila del Producto (Product Backlog) Pila del Sprint (Sprint Backlog) Roles de la aplicación Sprint 0. Análisis. Instalación de herramientas. Sprint 1. Se realizaron las instalaciones de todas las herramientas que se utilizarán en el desarrollo de la aplicación móvil. Sprint 2. Se establecen las imágenes o imagetargets que serán utilizadas para ser reconocidas por la cámara del dispositivo Android y poder lanzar la vista de realidad aumentada, en donde se observará los objetos 3D con las respectivas animaciones.</p>	
--	--	--	---	--



Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Mendoza
Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información
ReAVi – Ingeniería de Software con contenido de Realidad, Aumentada, Mixta y virtual

			Sprint 3. Buscar pares con vista 3D de objetos animados.	
Desarrollo de una aplicación Android para la decoración de interiores con objetos en realidad aumentada	Edwin Geovanny Yupangui Yáñez	El producto final es la aplicación móvil de decoración “Decoración AR”, que estimulará al cliente a planificar su diseño y adquirir los modelos, que se encuentran en Bell-Art mueblería. El objetivo del presente proyecto es desarrollar una aplicación Android para la decoración de interiores con objetos de realidad aumentada RA que ayude a modelar los espacios	La metodología, que se empleó para el desarrollo de la aplicación móvil es Mobile D una herramienta especializada en este tipo de proyectos por realizar diversas iteraciones, además, cuenta con fases como: definición de los requerimientos, preparación de las herramientas de trabajo, la codificación y sus respectivas pruebas de funcionamiento, esto facilita administrar el tiempo de desarrollo.	Esta aplicación fue desarrollada con el programa Unity en conjunto con Wikitude AR SDK que es un kit de desarrollo de software de realidad aumentada que permite implementar todos los requerimientos declarados.
Desarrollo de una aplicación con realidad aumentada, para dispositivos móviles Android que permita obtener información de las instalaciones de la facultad.	Caiza Muela Jorge Andrés Tapia Espinoza Santiago Xavier	El proyecto consiste en el diseño, desarrollo y pruebas de una Aplicación para Dispositivos Móviles Android llamada FING AR, que implementa la tecnología de Realidad Aumentada y tiene como finalidad la visualización de	La metodología ágil Extreme Programming (XP) aplicada en el presente proyecto surge como una nueva manera de encarar proyectos de software, proponiendo	Se contempla las etapas de diseño, creación de los modelos tridimensionales y la integración de estos elementos en la aplicación final.



Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Mendoza
Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información
ReAVi – Ingeniería de Software con contenido de Realidad, Aumentada, Mixta y virtual

		información acerca de las instalaciones y puntos de interés del Edificio de Aulas, Edificio de Suelos y Edificio de Resistencia de Materiales pertenecientes a la Facultad de Ingeniería, Ciencias Físicas y Matemática de la Universidad Central del Ecuador.	una metodología basada esencialmente en la simplicidad y agilidad. La metodología XP tiene un conjunto importante de reglas y prácticas. En forma genérica, se pueden agrupar en 4 fases o etapas (Joskowicz, 2008): 1. Fase de Planificación 2. Fase de Diseño 3. Fase de Desarrollo 4. Fase de Pruebas	Mediante el uso de las herramientas de desarrollo Blender para el modelado 3D, Vuforia para la implementación de Realidad Aumentada y el entorno de desarrollo integrado Unity Game Engine.
Aplicación para la enseñanza de operaciones básicas en matemáticas con realidad aumentada	Jonnatan Cano Molina	El proyecto tuvo por objetivo desarrollar un aplicativo digital con realidad aumentada que permite resolver operaciones básicas en matemáticas de una cifra a niños y niñas de primaria, mediante el uso de dispositivos móviles.	Se empleó la metodología Waterfall. Se trata de una metodología en cascada. Este tipo de metodología es utilizada para la gestión de proyectos en secuencia, para ello se fijan unos requisitos mínimos para el desarrollo del producto final a entregar. Se tienen distintas fases durante su desarrollo comenzando por el análisis, el	El desarrollo del aplicativo fue realizado en el software Unity en su versión 2019.4.17f1.



Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Mendoza
Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información
ReAVi – Ingeniería de Software con contenido de Realidad, Aumentada, Mixta y virtual

			desarrollo, finalizando con el testeo y la puesta en producción del proyecto desarrollado. Cabe resaltar que no se comienza una nueva etapa sin antes haber concluido con la anterior. La metodología waterfall se distribuye en 5 etapas: Requisitos Diseño Implementación Verificación Mantenimiento	
Un navegador de realidad aumentada para aplicaciones basadas en marcadores aplicando el estándar ARML 2	Angela Victoria Córdova Gonzales	El trabajo desarrolla un navegador de realidad aumentada para aplicaciones basadas en marcadores que interpretan escenas de realidad aumentada basadas en ARML 2.0.	Se realizó aplicando los principios del framework Scrum. Se describe una etapa previa de planificación y se continúa con el desarrollo del trabajo realizado en cada uno de los sprints.	Marcadores que interpretan escenas de realidad aumentada basadas en ARML 2.0. Se describe una etapa previa de planificación y se continúa con el desarrollo del trabajo realizado en cada uno de los sprints.
Comparativa de tres herramientas de RA utilizando una metodología de medición de SW ISO 25010	Gabriela Elizabeth Carrión Vaca	Se presenta todo el marco teórico, se describen temas como una introducción a la realidad		La presentación de las herramientas Wikitude, Vuforia y ARToolKit que



Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Mendoza
Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información
ReAVi – Ingeniería de Software con contenido de Realidad, Aumentada, Mixta y virtual

		<p>aumentada, su cronología, clasificación, aplicaciones realizadas con esta tecnología, teoría sobre tecnología móvil, estándares internacionales, y otros temas que respaldan de forma teórica el Trabajo de Grado.</p> <p>Se realiza una introducción a la ISO 25010.</p> <p>Wikitude es un SDK también robusto para desarrollo de aplicaciones de realidad aumentada, pero éste no proporciona variedad de herramientas de funcionalidad para una aplicación del tipo que se realizó con Unity 3D para el estudio comparativo realizado, en este caso la función no realizada fue la proyección de un objeto 3D mediante la utilización del GPS.</p> <p>ARToolKit es un SDK para desarrollo de aplicaciones de realidad aumentada, del cual actualmente no existe mucha información, específicamente su página oficial ya no existe, y no existen ni ejemplos que ayuden a un programador sin</p>		<p>se utilizaron para el desarrollo de las tres aplicaciones para el estudio comparativo, además de detallar todo el proceso que se realizó para evaluar las aplicaciones de acuerdo a los parámetros de la ISO 25010.</p> <p>De las tres herramientas que se utilizaron para el estudio comparativo se determina que el mejor SDK para desarrollar aplicaciones de realidad aumentada con Unity 3D es Vuforia.</p>
--	--	---	--	---



Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Mendoza
Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información
ReAVi – Ingeniería de Software con contenido de Realidad, Aumentada, Mixta y virtual

		experiencia a desarrollar una aplicación con este SDK.		
Desarrollo de una guía turística de la ciudad de Cartagena de Indias para dispositivos móviles utilizando RA	Marlon Miguel Lujan Yarzagaray	Se desarrolló una guía turística de la ciudad de Cartagena de Indias para ser utilizada en dispositivos móviles, aplicando realidad aumentada, esta idea surge debido a las pocas aplicaciones que existen actualmente con el uso de esta tecnología. El objetivo es mejorar la experiencia de los turistas que visitan la ciudad.	Las etapas que se llevaron a cabo para su desarrollo fueron guiadas por la metodología de desarrollo ágil Scrum, realizando actividades de análisis, diseño, desarrollo y pruebas por parte del desarrollador de la aplicación. A través del uso de Scrum, se estableció un sprint que conforman las actividades para el correcto diseño de la aplicación.	El desarrollo de una aplicación de realidad aumentada favoreció el uso de herramientas de desarrollo tecnológico tales como Adobe Illustrator, Adobe Audition, Blender, Unity y Vuforia para la elaboración de aplicaciones interactivas con los usuarios mediante una interfaz gráfica.
Desarrollo de una aplicación basada en RA para facilitar a los clientes la visualización del mobiliario a fabricarse en la empresa Grafmuebles SA	Lenin Wilfrido Bolaños Mejía	El trabajo consiste en el desarrollo de una aplicación basada en realidad aumentada para facilitar la visualización del mobiliario a fabricarse para los clientes de la empresa GrafMuebles S.A. mediante el uso de un teléfono inteligente (SmartPhone). La aplicación consiste principalmente en la interacción del usuario y la pantalla de un teléfono		Como software principal para la elaboración de la aplicación se usa el motor para videojuegos UNITY 3D, el cual se apoya del SDK (Software Development Kit) VUFORIA que permite utilizar las bondades de la realidad aumentada para desarrollar



Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Mendoza
Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información
ReAVi – Ingeniería de Software con contenido de Realidad, Aumentada, Mixta y virtual

		inteligente. Mediante el uso de la cámara integrada se escanea un marcador previamente diseñado con el mobiliario a presentarse y se despliega el objeto en tercera dimensión sobre el marcador y el usuario podrá visualizar en tiempo real el aspecto que tendrá sobre el área deseada dicho mobiliario, además de la variación de colores y texturas de un conjunto preestablecido.		aplicaciones sobre diferentes plataformas de dispositivos móviles, juntos permiten la interacción entre usuario y la pantalla del teléfono inteligente. Adicionalmente se usa el software Android Studio, para la creación de la aplicación necesaria.
La realidad aumentada: una tecnología en espera de usuarios	Lara, L. H., & Benítez, J. L. V. (2007).	Se aborda el tema de las tecnologías para la representación tridimensional de datos e ideas y la interacción humano-máquina más sofisticada; sus procesos para entender cómo funciona; los avances obtenidos y los que queda pendiente; y se ofrecen ideas para iniciar proyectos como desarrolladores de aplicaciones o de contenidos.		Utilización del software ARToolkit para desarrollos rápidos de aplicaciones de realidad aumentada.



c. Conclusiones

Se destacan aspectos relevantes sobre el uso de la metodología empleada. Respecto del conjunto de métodos seguidos en cada una de las investigaciones se ha observado el empleo de:

- AODDEI. Metodología para desarrollar OVA'S e integrarlos a un sistema de gestión de aprendizaje. Se siguen las fases de análisis, obtención, diseño, desarrollo, evaluación e implementación.
- SCRUM. Metodología compuesta por etapas de análisis, diseño, desarrollo y pruebas. Es señalada como una de las más utilizadas en la industria de software, debido a su versatilidad y entrega constante de valor, iteraciones o los llamados Sprints, que permiten la comprobación de funcionalidad, así como también favorecen una mejor adaptación a las necesidades de los usuarios, de manera que permita enfocarse en el desarrollo de software y en la generación de valor del producto final.
- Game Unified Process. Combinación de dos metodologías de desarrollo utilizadas comúnmente en el software tradicional. La primera es la utilización del Rational Unified Process el cual plantea un diseño estricto y una documentación rigurosa de cada paso y funcionalidad a implementar. La segunda es la metodología eXtreme Programming con algunas variaciones para que pueda ser aplicada por personas de otras disciplinas.
- Metodología de desarrollo de prototipo de software.
- Mobile D. Herramienta especializada en este tipo de proyectos por realizar diversas iteraciones, además, cuenta con fases como: definición de los requerimientos, preparación de las herramientas de trabajo, la codificación y sus respectivas pruebas de funcionamiento.
- Extreme Game. Development (XGD). Metodología ágil de producción de videojuegos basado en el popular método de desarrollo software, Extreme Programming (XP).
- Extreme Programming (XP). Metodología para encarar proyectos de software, basada en la simplicidad y agilidad. La metodología XP tiene un conjunto importante de reglas y prácticas; se pueden agrupar en 4 fases o etapas de planificación, diseño, desarrollo y pruebas.
- Waterfall. Metodología en cascada. Se utiliza para la gestión de proyectos en secuencia. No se comienza una nueva etapa sin antes haber concluido con la anterior. La metodología waterfall se distribuye en 5 etapas de requisitos, diseño, implementación, verificación y mantenimiento.
- Meduc_AR .
- En los casos que no se evidencia una metodología específica, se observan diversas etapas como diseño, producción, postproducción y evaluación.

Las metodologías empleadas tienen un patrón común que en línea general siguen las etapas de análisis y captura de requisitos, diseño, implementación, pruebas y mantenimiento.



Una de las metodologías más empleadas es la SCRUM. Es un marco de trabajo para el desarrollo ágil de software. Es un proceso en el que se aplican de manera regular un conjunto de buenas prácticas para trabajar colaborativamente en equipo y obtener el mejor resultado posible de proyectos, caracterizado por adoptar una estrategia de desarrollo incremental, en lugar de la planificación y ejecución completa del producto; basar la calidad del resultado más en el conocimiento tácito de las personas en equipos auto organizados, que en la calidad de los procesos empleados; solapar las diferentes fases del desarrollo, en lugar de realizar una tras otra en un ciclo secuencial o en cascada.

La metodología SCRUM se basa en el desarrollo incremental de los requisitos del proyecto en bloques temporales cortos y fijos, dando prioridad a lo que tiene más valor para el cliente, el equipo se sincroniza en forma permanente y se realizan las adaptaciones necesarias. Se muestra al cliente el resultado real obtenido, para que este tome las decisiones necesarias en relación a lo observado. Se fijan tiempos máximos para lograr objetivos. Se trabaja en equipos pequeños (de 3 a 9 personas cada uno).

Se destacan aspectos relevantes sobre la ingeniería de software. Respecto de esta disciplina formada por un conjunto de métodos, herramientas y técnicas que se utilizan en el desarrollo de programas informáticos, software, se ha observado el empleo de:

- Ingeniería de software basada en componentes (ISBC). Proceso que se centra en el diseño y construcción de sistemas basados en computadora que utilizan componentes de software reutilizables.
- Ar.js. Biblioteca liviana para Realidad Aumentada en la Web que viene con características como seguimiento de imágenes, AR basado en ubicación y seguimiento de marcadores.
- PHP. Lenguaje de uso libre y gratuito, código abierto del lado del servidor que se utiliza principalmente para crear páginas web dinámicas. La abreviatura PHP viene de Personal Home Page Tools, aunque hoy en día se ha convertido en el acrónimo recursivo para PHP Hypertext Preprocessor.
- Aplicaciones web realizadas por desarrolladores.
- Herramientas Aumentaty Author. Herramienta de generación de contenidos de Realidad Aumentada. Utiliza tecnología de marcas fiduciales para reconocer el espacio tridimensional mostrado por la cámara del dispositivo y posicionar el contenido. Permite añadir contenido virtual 3D a la realidad de una forma interactiva y en tiempo real.
- Herramientas SketchUp. Programa de diseño gráfico y modelado en tres dimensiones que permite crear, compartir y presentar modelos 3D. La potencialidad de este software se incrementa con los plug-in (complementos) que se pueden descargar e instalar.
- Vuforia. Kit de desarrollo de software (SDK) para dispositivos móviles que permite la creación de aplicaciones de realidad aumentada (AR). Se trata de un sistema para el desarrollo de aplicaciones de realidad aumentada. En esta plataforma los desarrolladores pueden integrar fácilmente tecnologías de realidad aumentada a sus



aplicaciones, de manera que cualquiera pueda hacer uso de ella y utilizarla para mil y un propósitos.

- Unity. Plataforma de desarrollo que se utiliza generalmente para el diseño de videojuegos, aunque ofrece muchas más opciones, por ejemplo, unida a otros kits de desarrollo de software como Vuforia, permite el desarrollo de apps de realidad aumentada.
- Android Sdk. SDK (Software Development Kit) de Android, incluye un conjunto de herramientas de desarrollo. Comprende un depurador de código, biblioteca, simulador de teléfono basado en QEMU (emulador de procesadores basado en la traducción dinámica de binarios), documentación, ejemplos de código y tutoriales.
- Android NDK. Kit de desarrollo nativo (NDK), conjunto de herramientas que permite usar código C y C++ con Android, y proporciona bibliotecas de plataforma administrar actividades nativas y acceder a componentes de dispositivos físicos, como sensores y entrada táctil.
- Java jdk 1.8. Acrónimo de Java Development Kit, es decir Kit de desarrollo de Java. Se puede definir como un conjunto de herramientas, utilidades, documentación y ejemplos para desarrollar aplicaciones Java.
- Adobe Illustrator. Editor de gráficos vectoriales, sirve para editar (ilustración como rama del arte digital aplicado a la ilustración técnica o el diseño gráfico entre otros). Es de gran versatilidad para producir rápidamente gráficos flexibles cuyos usos se dan en (maquetación-publicación) impresión, vídeo, publicación en la Web y dispositivos móviles.
- Adobe Audition. Conjunto de herramientas completo que incluye funciones de multipista, forma de onda y visualización espectral para crear, mezclar, editar y restaurar contenido en formato de audio.
- Esta aplicación fue desarrollada con el programa Unity en conjunto con Wikitude AR SDK que es un kit de desarrollo de software de realidad aumentada que permite implementar todos los requerimientos declarados.
- Blender. Programa informático multiplataforma dedicado especialmente al modelado, iluminación, renderizado, animación y creación de gráficos tridimensionales. También de composición digital utilizando la técnica procesal de nodos, edición de vídeo, escultura (incluye topología dinámica) y pintura digital.
- Marcadores que interpretan escenas de realidad aumentada basadas en ARML 2.0. ARML es un lenguaje de etiquetado de RA. Estándar de datos que permite describir e interactuar con escenas de realidad aumentada.
- Wikitude. Aplicación basada en tecnología de realidad aumentada con la que se puede buscar información sobre aquello que nos rodea utilizando la cámara de fotos de un smartphone o tablet. Funciona con herramientas de reconocimiento de imagen, texto y geolocalización, con las que define la posición e interpreta qué información se desea tener en ese momento, creando así realidad aumentada con la que fácilmente interactúa el usuario.



- ARToolKit. Biblioteca que permite la creación de aplicaciones de realidad aumentada, en las que se sobrepone imágenes virtuales al mundo real. 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 pueden colocar en el mismo punto y modelos 3D son sobrepuestos exactamente sobre el marcador real.

Se evidencia la combinación de herramientas, muchas de ellas, de distribución gratuita, que permiten mediante esta tecnología la superposición de elementos virtuales a la imagen real y posibilitan la interacción en tiempo real. Hay gran uso de Vuforia y Unity.

Mediante estas tecnologías, se puede incorporar contenido en forma de texto, imagen, audio, vídeo, modelos 3D e incluso información olfativa y táctil en la percepción del mundo real del usuario.

7. Referencias bibliográficas

[1] Aleixandre-Benavent, R, González Alcaide, G, González De Dios, J, y Alonso-Arroyo, A. Fuente de información bibliográfica (I). Fundamentos para la realización de búsquedas bibliográficas. Acta Pediátrica Española, 69 (3), pp. 131-136, 2011.

[2] Vilanova, J.C. Revisión bibliográfica del tema de estudio de un proyecto de investigación. Radiología., 54 (2), pp. 108-14, 2012.

[3] Gómez-Luna, Eduardo; Fernando-Navas, Diego; Aponte-Mayor, Guillermo; Betancourt-Buitrago, Luis Andrés. Metodología para la revisión bibliográfica y la gestión de información de temas científicos, a través de su estructuración y sistematización.

Luis C. Tovar, José A. Bohórquez y Plinio Puello. Universidad de Cartagena, Facultad de Ingeniería, Grupo de Investigación en Tecnologías de las Comunicaciones e Informática, GIMATICA, Avenida del Consulado, Calle 30, No. 48 – 152, Cartagena-Colombia.

ITC. JOSÉ GREGORIO GARCÍA AGUILAR. M17011427. F. García, O. Pedreira, M. Piattini, A. Cerdeira-Pena and M. Penabad, "A framework for gamification in software engineering", Journal of Systems and Software, vol. 132, pp. 21-40, 2017.

A. Barbosa and F. Silva, "Serious Games", Proceedings of the 8th International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology - ACE '11, 2011.

Julio Barroso Osuna. Julio Cabero Almenara. Fernando García Jiménez. Francisco Miguel Calle Cardoso

Óscar M. Gallego Pérez. Inés Casado Parada. Edita: Secretariado de Recursos Audiovisuales y NNTT. Universidad de Sevilla. ISBN: 978-84-16784-78-3. Proyecto de Investigación: RAFODIUN (EDU2014-57446-P). Ministerio de Economía y Competitividad.

Gavilanes, W., Abásolo Guerrero, M. J., & Cuji, B. (2018). Resumen de revisiones sobre Realidad Aumentada en Educación. Revista Espacios, 39.



Jiménez, Á. I., Rico, D. P., Méndez, C. M., Ceron, S., & Betancourt, S. P. (2010). Procesos y técnicas de ingeniería de Software para la Modelación de Videojuegos. *INVENTUM*, 5(9), 54-66.

Cáceres, N. R., Tolaba, C., Gálvez Díaz, M. D. P., Huerto Flores, N. M. D., & Hinojosa, E. E. (2020). Metodología para el desarrollo de aplicaciones con RA en educación (MEDUC_AR). In XXII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2020, El Calafate, Santa Cruz). Cáceres, N. & Tolaba, A. "Metodología de Desarrollo para Aplicaciones con Realidad Aumentada en la Educación". V Congreso Nacional de Ingeniería en Informática/Sistemas de Información (CoNalISI). 2017

Tovar, L. C., Bohórquez, J. A., & Puello, P. (2014). Propuesta metodológica para la construcción de objetos virtuales de aprendizaje basados en realidad aumentada. *Formación universitaria*, 7(2), 11-20.

Moralejo, L., Sanz, C., Pesado, P. M., & Baldassarri, S. (2014). Avances en el diseño de una herramienta de autor para la creación de actividades educativas basadas en realidad aumentada. *TE & ET*.

Sacco A., Soto Pérez J. (2009). Software libre para las necesidades educativas especiales. *Revista Comunicación y Pedagogía* Nº235-236, especial año 2009. [16] Roegiers X. *Pedagogía de la integración*. Cap 7: Las implicaciones de la Pedagogía de la integración en los aprendizajes. San José, 2007. ISBN: 978- 9968-818-36-0.

Cabero Almenara, J., & Llorente Cejudo, M. D. C. (2019). Evaluación de software en la producción de objetos en Realidad Aumentada con fines educativos. *RED. Revista de educación a distancia*, 19 (60), 1-23.

Ruiz, D. (2011). La Realidad Aumentada y su dimensión en el arte: La obra aumentada. *Arte y Políticas de Identidad*, 5, 129-144.

Olivencia, J. J. L., & Martínez, N. M. M. (2015). Tecnologías de geolocalización y realidad aumentada en contextos educativos: experiencias y herramientas didácticas. *DIM: Didáctica, Innovación y Multimedia*, (31), 1-18.

Marco Alberto Mendoza Pérez Centro Universitario UAEM Valle de Chalco/UAEMEX marco_alberto83@hotmail.com René Guadalupe Cruz Flores Centro Universitario UAEM Valle de Chalco rgacruz@uaemex.mx Alan Antonio Villalba Hernández Centro Universitario UAEM Valle de Chalco alanvilher@hotmail.com José Alfredo Calderón Rodríguez Centro Universitario UAEM Valle de Chalco j_acr@live.com.mx Erika Arreola Patiño Centro Universitario UAEM Valle de Chalco akirearreola@hotmail.com.

Guerra Correa, E. T. (2019). Estudio del motor de videojuego unity con sdk vuforia para el desarrollo de aplicaciones móviles de realidad aumentada, aplicación de tarjetas ilustradas en pares para niños (Bachelor's thesis).

Yanez, Y., & Geovanny, E. (2021). Desarrollo de una aplicación Android para la decoración de interiores con objetos en realidad aumentada (Bachelor's thesis, Pontificia Universidad Católica del Ecuador).



Caiza Muela, J. A., & Tapia Espinoza, S. X. (2017). Desarrollo de una aplicación con realidad aumentada, para dispositivos móviles android, que permita obtener información de las instalaciones de la facultad de ingeniería, ciencias físicas y matemática (Bachelor's thesis, Quito: UCE).

Cano Molina, J. (2020). Aplicación para la enseñanza de operaciones básicas en matemáticas con realidad aumentada.

Córdova Gonzales, A. V. (2017). Un navegador de realidad aumentada para aplicaciones basadas en marcadores aplicando el estándar ARML 2.0.

Carrión Vaca, G. E. (2018). Comparativa de tres herramientas de realidad aumentada utilizando una metodología de medición de software ISO 25010 (Bachelor's thesis).

Marlon Miguel Lujan Yarzagaray. (2020). Desarrollo de una guía turística de la ciudad de Cartagena de Indias para dispositivos móviles utilizando RA

Lenin Wilfrido Bolaños Mejía. Desarrollo de una aplicación basada en RA para facilitar a los clientes la visualización del mobiliario a fabricarse en la empresa Grafmuebles SA.

Lara, L. H., & Benítez, J. L. V. (2007). Realidad Aumentada: una tecnología en espera de usuarios.

Alvarez-Marin, A., Castillo-Vergara, M., Pizarro-Guerrero, J., & Espinoza-Vera, E. (2017). Realidad aumentada como apoyo a la formación de ingenieros industriales. Formación universitaria, 10(2), 31-42.

Infante, C. & Sebastián, Á. (2016). Estudio comparativo de herramientas de desarrollo para software de realidad aumentada orientado a la implementación de una aplicación móvil informativa publicitaria de la PUCES (Bachelor's thesis, Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato).

Avila Pesántez, D. F. (2020). Modelo integrador para el diseño de Serious Games con realidad aumentada.

Flórez, J. C., & Buriticá, M. F. (2013). Realidad aumentada aplicada a objetos de aprendizaje para asignaturas de ingeniería informática (Doctoral dissertation, Tesis, Facultad de Ingenierías, Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, Medellín, Colombia).