



Universidad Autónoma del Estado de México

Centro Universitario UAEM Valle de Chalco

Herramienta Didáctica con Realidad Aumentada para la
Enseñanza de Límites

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

P R E S E N T A

ING. HÉCTOR ABELARDO SOLÍS BAUTISTA

TUTOR ACADÉMICO

DR. RENÉ GUADALUPE CRUZ FLORES

TUTORA ADJUNTO

DRA. ANABELEM SOBERANES MARTIN

TUTORA ADJUNTO

DRA. MAGALLY MARTÍNEZ REYES

VALLE DE CHALCO SOLIDARIDAD, MÉXICO NOVIEMBRE 2021.

RESUMEN

El tema de los límites en el cálculo diferencial e integral representa un desafío importante en la comprensión y aplicación de los conceptos, entre los estudiantes de carreras de ingeniería en sus primeros semestres, generando en muchos casos la deserción de las universidades en otros una comprensión deficiente que repercutirá no solo en el ámbito educativo sino también en el profesional. Este trabajo de investigación implementa el desarrollo de una herramienta didáctica con tecnología de realidad aumentada, que permite a los estudiantes, con la guía y orientación del profesor, generar experiencias vividas de aprendizaje de los conceptos esenciales de límites, así como atraer su interés en la temática utilizando nuevas tecnologías.

Abstract

The issue of limits in differential and integral calculus represents an important challenge in the understanding and application of the concepts, among engineering students in their first semesters, generating in many cases the desertion of the universities in others a deficient understanding that will have repercussions not only in the educational field but also in the professional one. This research work implements the development of a didactic tool with augmented reality technology, which allows students, with the teacher's guidance and guidance, to generate lived experiences of learning the essential concepts of limits, as well as attract their interest in the thematic using new technologies.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	ANTECEDENTES.....	1
1.2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.3	OBJETIVOS.....	4
1.4	DELIMITACIÓN O ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1.5	HIPÓTESIS.....	5
1.6	JUSTIFICACIÓN.....	5
2	ESTADO DEL ARTE.....	7
3	MARCO TEÓRICO.....	13
3.1	LA INCORPORACIÓN DE LA TECNOLOGÍA EN LA EDUCACIÓN.....	13
3.2	PARADIGMAS EN LA EDUCACIÓN.....	14
3.3	TECNOLOGÍA EDUCATIVA Y EL DISEÑO INSTRUCCIONAL.....	16
3.4	DIDÁCTICA DE LAS MATEMÁTICAS.....	17
3.5	DOS MARCOS TEÓRICOS: TEORÍA DE SITUACIONES DIDÁCTICAS Y LA TEORÍA DE LOS CAMPOS CONCEPTUALES.....	19
3.6	LA TECNOLOGÍA EN LA EDUCACIÓN.....	21
3.7	LA INGENIERÍA DE SOFTWARE, CIENCIA NECESARIA EN LA EDUCACIÓN.....	27
3.8	METODOLOGÍAS DEL DESARROLLO DE SOFTWARE.....	41
3.9	LA REALIDAD AUMENTADA APLICADA EN LA EDUCACIÓN.....	44
4	METODOLOGÍA.....	49
4.1	INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL.....	49
4.2	INVESTIGACIÓN EXPLORATORIA.....	49
4.3	INVESTIGACIÓN DESCRIPTIVA.....	49
4.4	INVESTIGACIÓN EXPLICATIVA.....	49
4.5	INVESTIGACIÓN DISEÑO.....	49
4.6	INVESTIGACIÓN CAMPO.....	50
4.7	MÉTODO CIENTÍFICO.....	50
5	DESARROLLO DE LA APLICACIÓN DE R.A.....	51
5.1	SELECCIÓN DE METODOLOGÍA (SCRUM).....	51
5.2	ANÁLISIS.....	52
5.3	DISEÑO.....	52
5.4	DESARROLLO.....	60
6	EXPERIMENTACIÓN/EXPERIMENTO.....	69
6.1	SELECCIÓN DEL ESCENARIO/CONTEXTO.....	69
6.2	CARACTERÍSTICAS DEL GRUPO DE CONTROL.....	70
6.3	REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO.....	70
6.4	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	72
7	CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO.....	74
8	GLOSARIO.....	75
9	ANEXOS.....	78
10	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	79

ÍNDICE DE TABLAS, GRÁFICAS Y FIGURAS

Tabla 1. Objetivo 4 educación de calidad. Fuente: (Moran, 2021).....	22
Tabla 2. Educación antes y después del boom tecnológico. Fuente: (La tecnología en la educación, 2021)	24
Tabla 3. Procesos en metodologías de desarrollo. Fuente: (Tinoco & Rosales & Salas, 2010)	41
Tabla 4. Mitologías con criterios de selección.....	43
Tabla 5. Secuencia didáctica. Elaboración Propia usando la guía de Tobón, S.	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Pokémon GO.Fuente: Imágenes de acceso libre (2020)	8
<i>Figura 2. Angry Birds AR.</i>	9
<i>Figura 3. AR de Zara.</i>	11
<i>Figura 4. AR en la educación en la administración.</i>	12
<i>Figura 5. Etapas entre la tecnología y el diseño instruccional.</i>	16
<i>Figura 6. Teoría de situaciones didácticas.</i>	19
Figura 7. Teoría de situaciones didácticas.	20
Figura 8. Comparación de teorías didácticas.	21
Figura 9. Comparación de teorías didácticas. Fuente: Adaptación personal (2021)	26
Figura 10. características básicas del mobile-learning.	34
Figura 11. Rangos de tamaño por metodología.	36
Figura 12. Rangos de criticidad por metodología.	37
Figura 13. Realidad aumentada. Fuente: Elaboración propia con datos de Ospina (2014).46	
Figura 14. Familia de productos de EasyRA.	48
<i>Figura 15. Diagrama de flujo (Elaboración propia)</i>	53
Figura 16. Diagrama de casos de uso de la aplicación móvil con realidad aumentada	54
<i>Figura 17. Diagrama de casos de uso para el sitio web (Elaboración propia)</i>	55
Figura 18. Diagrama relacional (Elaboración propia)	56

Figura 19. Diagrama UML de clases (Elaboración propia).....	57
Figura 20. Diagrama de componentes (Elaboración propia)	58
Figura 21. Marcador QR.....	59
Figura 22. Registro EasyAR.....	60
Figura 23. Marcador en unity	61
Figura 24. Pistas de Skate 3D.....	61
Figura 25. Personaje de Skate 3D.....	62
Figura 26. Configuración de físicas en Unity.....	63
<i>Figura 27. Arquitectura API EasyAR.....</i>	64
<i>Figura 28. Implementación de ejercicio RA</i>	65
Figura 29. Inicio de sección.....	65
Figura 30. Menú inicial.....	66
Figura 31. Historial del alumno	66
Figura 32. Modulo ayuda.....	67
Figura 33. Intenciones, flujo de dialogo en Watson Assistant	68
Figura 34. Pre – post test	68
Figura 35. Resultados de Pre test.....	72
Figura 36. Resultados de Post test.	73

1 INTRODUCCIÓN

En el capítulo se abordarán conceptos fundamentales de la investigación, que van desde antecedentes abordando el Genesis, la identificación de una problemática que debía ser tratada, enmarcando claramente los objetivos que se pretenden alcanzar como así fijar los alcances de la investigación.

1.1 ANTECEDENTES

La enseñanza-aprendizaje del Análisis Matemático en los niveles en el primer año de ingeniería presenta un desfase de tipo institucional, en cuanto a las diferencias de contrato didáctico definido por D'Amore B. (2005) como “hábitos específicos esperados por el docente y por el estudiante en una situación de enseñanza y en situaciones de aprendizaje”, que conduce a un importante porcentaje de fracaso académico en las asignaturas de Cálculo. Siendo éste un campo de problemas didácticos muy necesarios de resolver, la comunidad de investigadores de Didáctica de las Matemáticas ha abordado su solución desde muy distintas perspectivas teóricas, de acuerdo con Badillo y Azcárate (2001)

Desde el punto de vista de los alumnos, al estudiar matemáticas, sobre todo en ingenierías, se enfrentan al análisis del tema de cálculo de límites sin una preparación previa en su forma experimental. Al buscar las aplicaciones reales de este tema, no tienen conocimientos para aplicarlos en un problema cotidiano, por lo que deberán dividir su atención en asimilar al mismo tiempo los fenómenos asociados a la aparición del infinito y de los límites. Diferentes investigaciones sostienen que los alumnos que tienen un acercamiento en Análisis de límites se apoyan sobre objetos mentales, nociones que recurren a sus experiencias cotidianas y que le sirven mal o bien para organizar e interpretar los fenómenos relativos al infinito y mejor sus primeros esfuerzos para la comprensión de este tema. (Fonseca y Gascón, 2000)

Pero ¿A qué se refiere cuando se habla de límites en cálculo? Durante la ingeniería se menciona que “el concepto de límite de la variable desempeñará un papel fundamental, ya que con él están relacionados los conceptos fundamentales del análisis matemático: derivada, integral, etc.” (Piskunov, N, 1977). Desde sus primeros estudios en el desarrollo del Cálculo de los siglos XVII y XVIII se necesitó más de tres siglos para su formalización y no fue hasta 1850 cuando el matemático alemán Weierstraß hizo la primera presentación rigurosa que se convirtió en el método estándar para trabajar con límites. Desde entonces hasta la fecha, han surgido nuevas investigaciones y se ha trabajado con los límites desde muchas áreas científicas, destacan por su actualidad las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), quienes se han preocupado por los procesos de enseñanza y aprendizaje entre ellos el del cálculo. El avance en las TIC ha permitido explorar nuevas metodologías de enseñanza, tales como el e-learning y el m-learning, buscando reducir las limitaciones de tiempo y espacio en la formación académica de los estudiantes y fortalecer los procesos de enseñanza aprendizaje (Prats & Marquès, 2012)

Teniendo en cuenta estas metodologías de enseñanza, la más acorde a las necesidades que se tienen, se puede deducir conociendo su definición y características. El m-learning son

ambientes de aprendizaje basados en la tecnología móvil, destinados a mejorar e impulsar los procesos de enseñanza y aprendizaje, que se logra integrando e-learning (sistemas de enseñanza y aprendizaje a través de redes digitales) con los dispositivos móviles de comunicación para producir experiencias educativas del mismo tipo (Prats & Marquès, 2012)

El e-learning y el m-learning han trabajado para buscar diferentes tecnologías que mejoren el aprendizaje, entre ellas la Realidad Aumentada (RA), que es una tecnología en crecimiento y desarrollo, por tanto, se enfrenta a muchos retos en su aplicación en esta área. En la educación, la RA presenta varias cuestiones en común con otras tecnologías utilizadas para la enseñanza y el aprendizaje Fitzgerald et al. (2012, 5)

La Realidad Aumentada es una inserción de objetos virtuales en un ambiente real con el apoyo de un dispositivo tecnológico. Esta tecnología hace que el individuo tenga una sensación de que los objetos existan en el ambiente, en tanto, reducen el énfasis sobre los objetos gráficos y establece tres propiedades fundamentales de la RA que son: la combinación de objetos reales y virtuales en ambientes reales, un sistema que registre objetos virtuales y reales con cada otro, y la ejecución interactiva en tiempo real (Biazus, 2012, 15).

Por su parte, Leitão, Brito & Rodrigues (2012, 423) asumen que el contexto de enseñanza es propicio para la experimentación de nuevos modelos de enseñanza-aprendizaje, y presentan una aplicación educativa con RA en el área de la geometría de nombre “aplicación de Realidad Aumentada en la enseñanza de sólidos geométricos: un proyecto en desarrollo” con el objetivo de potencializar la transferencia de conocimiento.

Así como en el área de la geometría, la Realidad Aumentada podría ser utilizada en otras áreas de las matemáticas para mejorar el aprendizaje de los alumnos. Existen una serie de factores y agentes que propician la adopción del uso de las aplicaciones de RA, algunos factores son: la RA ofrece valor real a los usuarios desde el momento de su uso; existe una competencia entre los creadores de dispositivos para diferenciar sus plataformas; hay un crecimiento rápido de las fuentes de datos digitales utilizadas para proporcionar RA; los dispositivos y redes tienen capacidad para soportar aplicaciones de RA es por todo esto, que se pretende, utilizar RA, una tecnología ya probada en otras áreas, como herramienta facilitadora en la enseñanza de límites en el cálculo diferencial e integral uno de los temas más complejos de enseñar y de aprender.

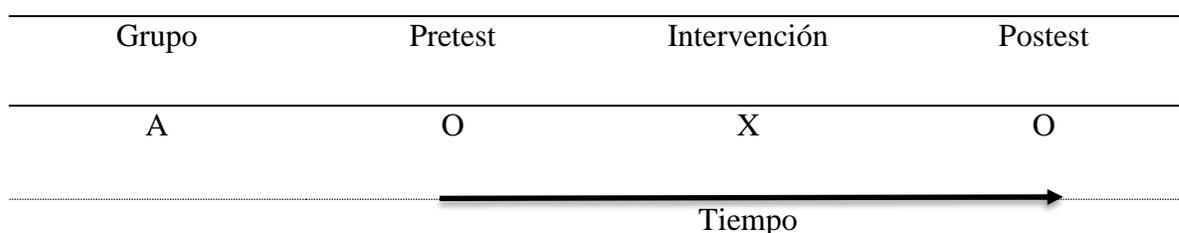
Para definir la herramienta que se utilizará para medir los resultados de la investigación será necesario primero definir ¿qué es diseño de investigación? De acuerdo a Isaías Santana (2015) quien cita a MacMillan y Shumacher (2005) además de Campbell y Stanley (1963) estos autores fueron pioneros en la clasificación de los diseños experimentales y cuasi experimentales para la investigación educativa. Definen a un diseño de investigación como “un plan para la selección de sujetos, de escenarios de investigación y de procedimientos de recogida de datos que respondan a las preguntas de investigación”.

La diferencia entre los diseños experimentales y cuasi experimentales esta en la forma de seleccionar los grupos y sujetos a investigar. En los diseños experimentales, la selección

de los sujetos y grupos debe ser aleatoria mientras que en el diseño cuasi experimental los sujetos y grupos ya están definidos. Donde se utiliza la siguiente notación:

- R= Asignación aleatoria
- O= Observación, las cuales son tanto del pretest como del posttest
- X= las condiciones del tratamiento u intervención

Para diseñar el grupo con pretest-posttest con un diseño cuasi experimental se utiliza un solo grupo al cual se le aplica un pretest una primera intervención, después se pasa por la intervención y al final se analizan los resultados de la aplicación a través de un posttest. Los instrumentos tanto el pretest como el posttest son los mismos, pero aplicados en momentos diferentes.



Este estudio podría presentar tres amenazas en su validez interna la historia, el pretest y la maduración. Sin embargo, este tipo de diseño permite al investigador obtener una medida de cambio.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los estudiantes de matemáticas, sobre todo en el área de ingeniería, no reconocen la importancia de las matemáticas que estudian en sus primeros cursos de cálculo, ni comprenden el alcance que en sus carreras tendrá cuando la utilicen como una herramienta para el análisis de situaciones reales y propias de la ingeniería, es bien conocida la dificultad que presentan en la comprensión de este tema tan importante. (Castela 2016).

Las clases de matemáticas y los libros utilizados para orientar los cursos de ingeniería, no son suficientes. Por lo anterior, se puede plantear la importancia de la implementación de ejemplos más cercanos a las problemáticas en la vida de los estudiantes desde donde se formula la siguiente pregunta de investigación ¿Cómo puede ayudar una aplicación concebida como una herramienta didáctica para la enseñanza del tema de límites en la formación de ingenieros utilizando realidad aumentada? ¿De qué manera la realidad aumentada puede ser incorporada en la herramienta didáctica antes mencionada? de tal manera que los resultados obtenidos permitan reevaluar el uso de herramientas didácticas en los contenidos programáticos de las materias y así, aproximar a los estudiantes a una mejor comprensión del tema de límites. López y Delgado, (2012).

Es por todo lo anterior que se propone la investigación y desarrollo sobre de esta herramienta didáctica que deberá apegarse a estándares de calidad, haciendo uso de metodologías y paradigmas de software más usados en la actualidad, así como tecnología de realidad aumentada que consiga una mejor relación entre el software y el alumno.

1.3 OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Esta investigación tiene como objetivo confirmar los beneficios, del uso de una herramienta didáctica móvil, desarrollada con Realidad Aumentada, que pueda ser usada en la enseñanza de límites, mediante la ejemplificación de un problema práctico.

Del mismo modo, algunas tareas que se completaron para concluir la investigación son:

- Identificar las limitaciones que poseen los estudiantes en el conocimiento de métodos y estrategias para la resolución de límites elaborando un pretest.
- Diseñar una aplicación móvil que funcione con RA que pueda ayudar en la enseñanza de límites mediante metodologías ágiles.
- Abstractar los conocimientos de límites en cálculo para ejemplificar en un caso familiar para los estudiantes, de este modo mejorar su comprensión haciendo uso de presentaciones animadas atractivas para ellos.
- Desarrollar una aplicación móvil con Realidad Aumentada que pueda ayudar en la enseñanza del cálculo planteando como posibilidad usar Unity y EasyAr.
- Verificar los beneficios que tuvo el uso de la aplicación en los estudiantes usando diferentes preguntas, en estudiantes que tomaron el curso usando la herramienta didáctica.

1.4 DELIMITACIÓN O ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN

Se verificarán los beneficios del desarrollo de una aplicación móvil que sirva como herramienta didáctica para la enseñanza de límites. El tema de límites es el elegido por su complejidad y dificultad de los alumnos para su comprensión del temario de cálculo diferencial e integral para alumnos en sus primeros años de universidad en el área de ingeniería.

Por otra parte, es importante mencionar que, desde el inicio del diseño y desarrollo de la aplicación, se están tomando en cuenta las problemáticas a las que se enfrentan los estudiantes de ingeniería, en la comprensión del tema de límites por lo que será plasmado en estas dos fases, además se incluirán un diseño cuasi experimental con grupo con pretest-postest. La intervención inicial o pretest será diseñado para saber los conocimientos previos

el estudiante, e investigación de campo, que nos permita explorar el problema para buscar posibles soluciones. En el diseño de la aplicación se pretende un enfoque de videojuego, que les sea atractivo y ameno a los estudiantes en la medida de lo posible. Y después de implementar la herramienta se pretende un postest para analizar al sujeto después de la intervención, en donde no solo se pregunte sobre la experiencia con la herramienta didáctica sino analizar si los estudiantes que la utilizaron tuvieron un beneficio. Así como observar la opinión de los usuarios sobre la tecnología de realidad aumentada en el proceso de enseñanza.

1.5 HIPÓTESIS

Si se analizan los beneficios de desarrollar una aplicación móvil con Realidad Aumentada que pueda ser usada en la enseñanza del cálculo para el tema de límites, entonces se tendrá una herramienta didáctica que ayudará a los estudiantes de ingeniería, y eventualmente en otras áreas, a tener una mejor comprensión.

1.6 JUSTIFICACIÓN

Con el fin de ayudar en la enseñanza límites, un tema fundamental en cálculo diferencial e integral, la importancia de este tema es más evidente cuando se expresa el cálculo en términos de límites. La integral es el límite de la sumatoria de Riemann. Una serie es el límite de una suma parcial. La derivada el límite del cociente incremental, el cálculo es una de las materias que presenta mayor índice de reprobación (Castela 2016). Para influir inversamente en esta realidad, se pretende utilizar las herramientas tecnológicas para ayudar en la enseñanza de límites.

Por otra parte, la Realidad Aumentada le permite al usuario ver el mundo real, con objetos virtuales superpuestos sobre el mundo real, o compuestos con él (Prats & Marquès, 2012, 3). Es por esto que se combina el m-learning con la realidad aumentada, con esto se abre una posibilidad para explorar nuevos enfoques y metodologías para la optimización y el fortalecimiento del cálculo diferencial e integral.

Se pueden encontrar investigaciones y múltiples trabajos en los que se describe el uso de un alto nivel de Realidad Aumentada para la construcción de aplicaciones educativas de colaboración que se pueden utilizar en la práctica para mejorar los métodos de enseñanza actuales. En algunos, el uso de interfaz de realidad aumentada que utiliza tarjetas de marcador donde a partir de una imagen con ciertas características se visualizan los objetos virtuales, así como un entorno de realidad aumentada Inmersiva que se basa en interfaces de usuario de software y dispositivos de hardware. La interfaz interactiva con realidad aumentada ha sido puesta a prueba en aulas de universidades del Reino Unido en los departamentos de Informática y Ciencias de la Información, la evaluación inicial sugiere que la tecnología de realidad aumentada es una herramienta prometedora y estimulante para el aprendizaje y que puede ser eficaz cuando se utiliza en paralelo con los métodos tradicionales. Una de las

mayores ventajas del sistema presentado es que puede ser utilizado como una plataforma para la creación de otras aplicaciones de aprendizaje en otros campos de la educación superior, tales como gráficos de, la biología, la química, la física, la arqueología, la geología, la geografía, entre otros, según F. Liarokapis, and E. Anderson (2010).

“Sistema de Realidad Aumentada para enseñanza de Geometría” es un trabajo que presenta el diseño e implementación de un sistema de RA orientado a la enseñanza de conceptos abstractos en Geometría. El sistema muestra al alumno escenas 3D interactivas, que pueden ser exploradas desde multitud de puntos de vista y que le ayudan a mejorar su intuición espacial, además el profesor puede crear nuevos ejercicios mediante una sencilla descripción de escenas basada en XML, siendo el sistema es capaz de corregirlos automáticamente, dando al alumno retroalimentación en tiempo real sobre sus respuestas. Gustavo Roveló, Francisco Abad, Mari Carmen Juan y Emilio Camahort (2009). Es un caso de éxito que utiliza las mismas tecnologías que se pretenden utilizar, en un tema complejo de la rama de las matemáticas con un objetivo similar.

Es por esta problemática, que se debe considerar el análisis e investigación que ayuden a los estudiantes de ingeniería, en la abstracción de temas complejos como el de límites en el cálculo diferencial e integral apoyándose en el desarrollo de herramienta didáctica que incluya la realidad aumentada.

2 ESTADO DEL ARTE

La evolución acelerada de la tecnología abre las puertas al mundo, y la imaginación es donde todo comienza, ya que gracias a ella muchos de los inventos de este siglo han sido posibles, generando un efecto domino, ya que, al terminar un proyecto, a su vez puede ser el inicio o parte de uno más grande. Tal es el caso de la realidad aumentada, que requiere de un modelo 2D o 3D, además de un dispositivo con cámara ya sea una computadora personal, portátil o un teléfono inteligente, donde se va implementar la realidad aumentada, y un ambiente de la realidad que servirá para proyectar el modelo.

La tecnología al día de hoy permite generar mediante software una representación matemática de objetos conocidos como modelos ya sea 2D y 3D con un realce o realismo sorprendente, computadores con software sofisticado capaz de generar estos modelos en archivos muy pequeños o ligeros con la finalidad de que el procesamiento de ellos sea en el menor tiempo posible, aumentando la velocidad de su manipulación o uso. El que exista una gran variedad de software que los construyan es bueno ya que permite la diversificación que va de software que genera modelos básicos, hasta modelos altamente sofisticados, además de que sin importar donde se allá creado, pueden exportar y obtener productos con extensiones que lo hacen compatible con proyectos aún más grandes. A su vez los dispositivos cada vez más pequeños potentes en sus complementos, háblese de memoria de almacenamiento interno, memoria RAM, velocidad de transferencia de datos, velocidad y potencia en el procesador interno, resolución en sus cámaras, entre otros tantos periféricos integrados. Es gracias a estos elementos que se puede realizar la realidad aumentada al día de hoy, volviéndola accesible para cualquier persona que cuente con al menos un dispositivo móvil inteligente.

La realidad aumentada facilita que la realidad física mute a una interactiva y artificial, en este mundo de la 3D no existan límites a la creatividad. Empresas en el mundo han volteado sus ojos a esta tecnología emergente la cual ya la ha posicionado en ámbitos de la vida cotidiana, como en el ocio, el deporte, la medicina, el marketing, la ingeniería la educación, la industria, entre otras muchas más. Durante este capítulo se mostrarán fuentes de información existentes que abordan temas similares al propuesto, aplicaciones reales funcionales de la implementación de la RA en la vida cotidiana, como por ejemplo en:

- Videojuegos
- Visión de realidad aumentada
- Moda y Publicidad
- Logística, transporte e industria
- Educación y cultura

Al hablar de video-juegos y realidad aumentada, lo primero que llega a la mente de cualquier persona es el video juego famoso llamado Pokémon Go, una aplicación desarrollada por la compañía estadounidense Niantic, La cual en el mundo alcanzo la cantidad de 500 millones de descargas llegando a una cantidad impresionante de usuarios

activos, en el cual sus componentes son personajes en 3D los cuales los jugadores tratan de capturar, para conectar con la realidad, el juego requiere del acceso a mapa para llegar a la interacción en el ambiente real, por lo que el lugar de desplazamiento del jugador se convierte en un mapa interactivo el cual el juego ubica paradas o gimnasios, los lugares donde converge una multitud de gente son los idóneos para dicha tarea, así que los sitios emblemáticos, monumentos, estacionamientos, plazas comerciales, parques, iglesias y plazas públicas son nichos idóneos para encontrar a jugadores interactuando con esta aplicación (Guadamuz, 2021), como se muestra en la Ilustración 1.



Figura 1. Pokémon GO. Fuente: Imágenes de acceso libre (2020)

Otro de los video juegos populares es el de Angry Birds AR, de Rovio Entertainment. Es una revolucionaria empresa de entretenimiento finlandesa con sede en Keilaniemi, Espoo, Finlandia, creadora de la aplicación más descargada de la historia, Angry Birds. Aplicación que trata de derribar de un fuerte enemigo a los cerditos verdes. Para poder iniciar el juego, la aplicación solicita de un espacio físico donde poder instalar todo el ambiente en 3D del juego, para realizar dicha tarea, requiere de la cámara del dispositivo para localizar del medio ambiente muebles u otros elementos, realiza la medición de un área para saber si el espacio es suficiente para instalar el ambiente virtual, de tal manera que cuanto ya está listo, pueden apreciarse las estructuras del juego. Ahora si ha llegado la hora de jugar, y tal como en los demás juegos de la saga, se trata de lanzar por medio de una resortera a los pájaros y derribar el fuerte enemigo en los mínimos lanzamientos posibles (Rovio, 2019) como se muestra en la Ilustración 2.



Figura 2. Angry Birds AR.

Fuente: imágenes de acceso libre (2021)

El hablar de realidad aumentada es un tema que solo a algunas empresas de renombre les interesa todo lo relacionado con él, ya que para poder tener acceso a este tipo de experiencias se requiere de hardware dedicado para cumplir con tal propósito, por mencionar algunos productos de las empresas más importantes, se presentan los siguientes: Google Glass, Apple Glass, las gafas HoloLens de Microsoft, y los cascos de realidad virtual de Samsung, HTC o Sony, además de proyectos que están preparando otras empresas como Facebook que utilizan ya la realidad aumentada.

En presas como Google, Microsoft y Samsung que ya han sacado al mercado sus lentes con este tipo de tecnología, penetrando el mercado con usuarios que pudieron tener la experiencia de sus productos como parte de una herramienta de innovación en el ámbito laboral han dejado una buena imagen en un primer intento, los comentarios de los que las han usado son buenos, aunque aún falta desarrollo y mejora para poder obtener un producto final con resultados óptimos, por lo que estas empresas no se han quedado solo con esa experiencia, sino que han seguido en el desarrollo y mejora de sus productos, pero motivados por los comentarios de usuarios que pudieron retroalimentar esta primer experiencia.

Claramente puede verse que el desarrollo de esta tecnología es con fines lucrativos, al realizar un producto que pueda brindar y satisfacer esta necesidad de adaptar la realidad virtual y la RA. Empresas de renombre que apuesta al desarrollo de productos innovadores están en esta carrera para saber quién de ellos puede satisfacer a este mercado aun nivel global y sin restricciones.

Mientras que la empresa Apple, presentara su producto enfocado a la realidad aumentada con fecha programada para finales del año 2021 e inicio del 2022. Los productos están pensados para que realicen tareas como las que se realizan en un celular, incorporando un anillo al dedo que sirva como joystick y desde ahí poder manipular los lentes. incluyendo

la realidad aumentada, capaz de poder leer códigos QR que faciliten dicha tarea (Martínez, 2021).

Caso similar sucede en la moda, con el propósito de que sus productos lleguen a un mayor público y generen impacto se han estado desarrollando aplicaciones que muestren sus productos en un ambiente de RA, tal es el caso de grandes marcas de moda tanto en ropa como en accesorios, como Zara, Vogue, Burberry, Nike, en la que por medio de un software que se descarga de las tiendas de aplicaciones funcionan con productos de cada marca, en un principio no con una buena aceptación, pero con el tiempo se mejoraron las aplicaciones y la resistencia a esta tecnología fue cediendo el paso para posicionarse en el público. Visión basada en la Realidad Aumentada que permite a las marcas mostrar de manera fácil y original sus productos. Las empresas que ya cuentan con RA disponen de una aplicación de Realidad Aumentada 100% personalizada, ofreciendo la posibilidad de tener todo el stock en tu mano y emplazarlo en el mundo real. La manera en cómo funciona en algunas marcas es; durante la pasarela de modas, los invitados y asistentes, tienen colocados unos lentes que proporcionan información adicional a los accesorios con el fin de que puedan realizar una compra sin tener que preguntar mayor información, es una forma de facilitar información privilegiada con el fin de que suceda una compra. De manera diferente actúa la RA en la aplicación de Nike, la cual opera con un dispositivo móvil que permite por medio de la cámara enfocar hacia los pies y por medio de imágenes precargadas de los nuevos diseños de la marca poder visualizarlos de manera real en el usuario (Morales, 2021).

La marca Zara realizó su propia aplicación de RA la cual opera de manera similar al caso de Nike, sobre dispositivos móviles inteligentes, la diferencia radica en que existe un marcador en que activa la realidad aumentada en la aplicación de Zara. Donde exista el marcador “Shop the look” que a simple vista pareciera ser que han olvidado exhibir los maniqués en el mostrador, pero todo cambia y se transforma en un ambiente virtual al pasar el dispositivo móvil, la implementación de esta campaña no paro solo en los aparadores, sino que además los llevo a los puntos de venta y productos, ya que al final de que hacen entrega del producto ya comprado en línea, las cajas tienen este marcador y la magia se convierten un escenario de pasarela donde una modelo exhibe el producto. En la presentación de la colección de Shop the look también se presentaron en secuencias de 7 a 12 segundos se presentaron hologramas en un plato un total de 12 experiencias dinámicas (Galeano, 2021), esta tecnología ha llegado para quedarse y tomar un lugar en la moda y en la manera de cómo presentar sus productos.

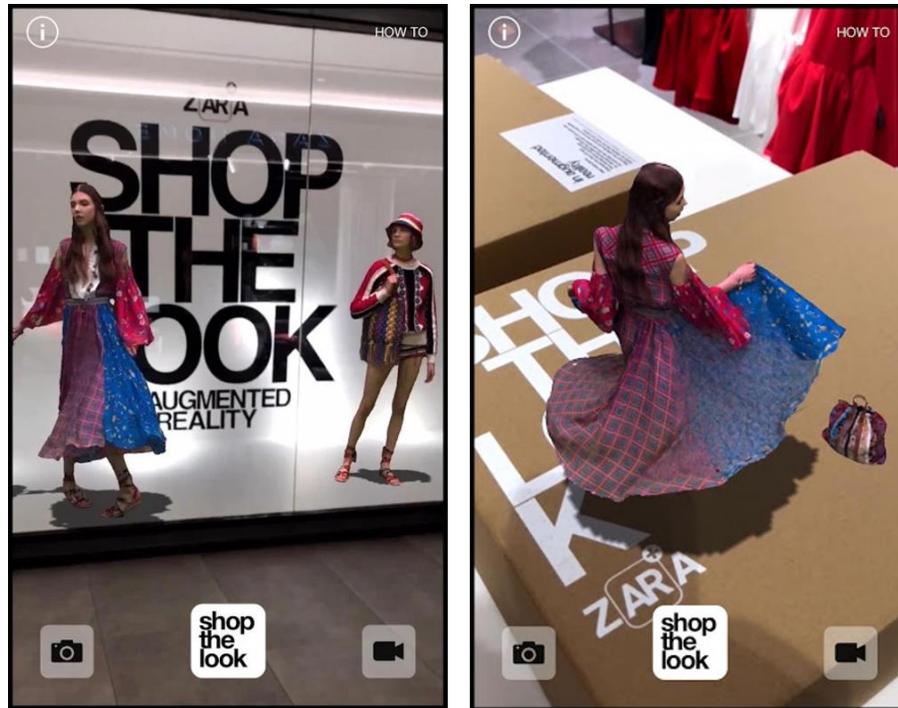


Figura 3. AR de Zara.

Fuente: (Galeano, 2021)

En terrenos de la industria, la aplicación de la realidad aumentada se centra en provechar los espacios al momento de colocar y encajar las mercancías en sus almacenes, el transporte y en las naves industriales. Tal es el caso de Volkswagen y Bosch que son pioneros en realizar estas tareas, la intención es que la RA sea una herramienta que guíe en todo momento a los trabajadores en sus labores propias de cada día aumentando su precisión y eficiencia. Además en el caso preciso de Bosch la empresa ha desarrollado una aplicación para realizar diagnósticos y realizar reparaciones ya que para el personal suelen ser difíciles de reparar al resultar compleja en la localización física del vehículo, la aplicación que propone resuelve ese problema al proporcionar por medio de un dispositivo y de su cámara escanear el vehículo, una vez que se ha reconocido, proporciona toda información relacionada con el problema a resolver, para ser más precisos se encarga de: Diagnóstico de averías más preciso y más rápido e instrucciones de reparación con toda la información disponible donde se necesita, al visualizar todos los sistemas del vehículo de una vez, la realidad aumentada facilita la búsqueda de averías al ver cómo se interconectan el resto de sistemas, utilizar la última tecnología de visualización RA, ofrece formaciones de mayor calidad y reduce los costes de la misma (Bosch, 2021).

En la educación y cultura la aplicación de la RA tiene un alto impacto, ya que los gobiernos de cada país disponen de recursos dedicados solo a estos pilares de un país, por lo que la llegada de la RA a la cultura era solo cuestión de tiempo y eso es por el número de mejoras y aportaciones que puede hacer al momento de dar conocer datos particulares de un lugar, solo por mencionar algunas: la facilidad de ubicar marcadores que señalen lugares

emblemáticos en un área definida en un mapa, el cual proporcione información como imágenes, horarios, distancia, entre otra información relevante; además de brindar información adicional de un objeto y poderlo compartir en número de idiomas, lo que permitiría al turista entender la información sin necesidad de un interprete adicional; entre otra más. Esto se encuentra en una aplicación que se desarrolló en el país de España (Cultuar, 2020).

De igual manera en la educación se han realizado propuestas dentro como fuera de las aulas, en sus diferentes niveles y tipos que existen de la RA, por lo que existen dispositivos o hardware asociados a ellas para cumplir con dicho propósito, si se habla de poder llevar RA a la educación también puede extenderse al ámbito administrativo como se muestra en la Ilustración 4 (Educación, 2021).



Figura 4. AR en la educación en la administración.

Fuente: (Educación, 2021)

Sin embargo, si se piensa aplicar en la educación como parte del proceso enseñanza/aprendizaje, la elaboración de esa aplicación tiene además de llevar una metodología de desarrollo la metodología de diseño instruccional. Camino que se seguirá durante el desarrollo de esta investigación, al igual la aplicación de llevarla a gamificación, en la mayoría de los casos será lo ideal con la intención de capturar la atención de los alumnos, sino de todos, si en su mayoría. Otro camino por el cual se ha llevado esta herramienta es para generar modelos en la enseñanza de la medicina, para ver en un ambiente real elementos 3D de los diferentes sistemas del cuerpo humano (Muñoz, 2013).

3 MARCO TEÓRICO

En este apartado se presenta la manera en como se relaciona la tecnología en la educación, incorporando la realidad aumentada, como se muestra en los siguientes temas; la incorporación de la tecnología en la educación, la tecnología en la educación; la ingeniería de software, ciencia necesaria en la educación; metodologías del desarrollo de software y la realidad aumentada aplicada en la educación.

3.1 LA INCORPORACIÓN DE LA TECNOLOGÍA EN LA EDUCACIÓN

Encontrar una definición precisa de lo que es tecnología es entrar en una controversia a la que han dedicado mucho de su conocimiento y de su tiempo, de acuerdo con Rodrigo Esparza y Julio Rubio (2016), en el cual el término de tecnología es presentado como un ente, es decir, un “algo” sobre el cual es posible identificar una necesidad de reflexión pronta y profunda. Para Langdon Winner apunta que:

“La tecnología en la actualidad, es ampliamente usada en el lenguaje académico y en el común para referirse a un conjunto increíblemente variado de fenómenos; herramientas, instrumentos, máquinas, organizaciones, métodos, técnicas, sistemas y la totalidad de todas estas cosas y otras similares en nuestra experiencia” (Winner, 1979).

Complementando la definición anterior las autoras Sabulsky y Danieli (2016), mencionan que las tecnologías son portadoras de cambio, en la educación han girado en torno a su integración al ámbito de la escuela y sus formas de introducirse en las decisiones didácticas que los docentes asumen a la hora de enseñar, dado que introducir tecnología en el aula no siempre ha proporcionado los mejores resultados, no obstante se ha buscado el equilibrio entre el modo de enseñar y el formato que van asumiendo los artefactos como mediación del conocimiento.

La educación en una persona universaliza y al mismo tiempo individualiza, la manera en cómo percibir el mundo desde el punto de vista de la mente, el conocimiento y la propia manera de pensar, con el propósito de enfrentarse al mundo, mirar hacia el futuro; descubrir, crear, producir, pertenecer y vivir. Educar es formar sujetos con el propósito de completar la condición humana del hombre, la educación es construcción, de algo que la cultura considera que es digno mantener, mejorar y seguir perfeccionando (León, 2007).

Para lograr una relación idónea entre la tecnología y la educación es necesario saber el lugar que ocupan hoy en día, es necesario saber los paradigmas que se plantean respecto a la tecnología, conocer un tanto mas de la calidad, difusión e innovación, como así conocer la relación que existe entre la educación y la innovación, para al final poder vislumbrar los medios tecnológicos en las aulas de las escuelas.

3.2 PARADIGMAS EN LA EDUCACIÓN

Para lograr una relación idónea entre la tecnología y la educación es necesario saber el lugar que ocupan hoy en día, es necesario saber los paradigmas que se plantean respecto a la tecnología, conocer un tanto más de la calidad, difusión e innovación, como así conocer la relación que existe entre la educación y la innovación, para al final poder vislumbrar los medios tecnológicos en las aulas de las escuelas.

- Paradigma tecnológico: el acelerado avance de la tecnología, la ha llevado a nombrarla como las nuevas tecnologías, en la cual se reconocen una serie de características del paradigma tecnológico, de las cuales sobresalen, el creciente papel de las innovaciones tecnológicas, el aumento de la demanda de información y nuevos conocimientos, la tendencia a la comercialización del nuevo conocimiento, el auge de las transnacionales en la generación y difusión de las nuevas tecnologías, el desarrollo de una vasta red de telecomunicaciones, que originó Internet.

El paradigma tecnológico afecta o tiene impacto en toda una sociedad, esto marcado por el impacto en la estructura y la funcionalidad en la sociedad, el alcance que tiene y el grado de influencia en los sectores y niveles sociales. Por lo que la tecnología y sus paradigmas tiene repercusión en las siguientes áreas dada la descripción que antecede.

- En la sociedad en general
- En la política
- En la economía
- En la cultura
- En la educación
- En las instituciones

Todas ellas pilares en sociedades, en las que el dominio de ellas marca la diferencia en pertenecer a un estatus de confort y desarrollo, o marginado y obsoleto. Por lo que la tecnología y educación juegan un papel de suma importancia en el desarrollo de una sociedad, el contar con tecnología y ser parte del grupo de sociedades de desarrollo, permite estar en la vanguardia (Cabada,2001).

- Calidad, difusión e innovación: hablar de calidad es encontrarse en un camino destinado a la crítica. Realizar una tarea en al primer intento, en un tiempo considerable con el producto prometido terminado es hablar de calidad. Pero que pasa cuando todos entregan los mismos productos en los mismos tiempos en su primer intento. Es necesario diferenciarse del resto de los competidores, por lo que existe la necesidad de crear nuevos estándares para generar ese diferenciador, involucrando claramente la difusión y la innovación será el distintivo. Esto afecta claramente o tiene relación de igual manera a una sociedad, pues existirá siempre la necesidad de resolver una problemática de manera innovadora y eficaz.

Aplicada a la educación, se encuentra el trabajo del docente de la Universidad Tecnológica de Pereira Carlos Botero, quien colaboró en conjunto con Jaime Osorio y Jairo Sánchez (2012), quienes trabajaron en “Algunos aspectos de la difusión de la Innovación en la Universidad Tecnológica de Pereira”, donde los puntos que ellos proponen para fortalecer el proceso de comunicación de la innovación dentro del Sistema Regional de Innovación y al interior de la Universidad, por medio de una revisión a la forma de dar a conocer los resultados en publicaciones en medios de comunicación escritos de la región, pensando en que tal vez para una mejor difusión, se tiene que crear por parte de la universidad un plan, ya que solo la universidad conoce ¿Qué? O ¿Quiénes? Son relevantes al presentar la información.

En este trabajo se menciona que para que se de un proceso de cambio, La invención como creación de una idea potencialmente generadora de beneficios comerciales; la Innovación como aplicación comercial de una idea, donde innovar es convertir ideas en productos y servicios nuevos o significativamente mejorados que el mercado valora, generando impactos económicos y sociales; y la difusión que supone dar a conocer a la sociedad la utilidad de la innovación.

Para que la innovación pueda ser percibida como un proceso complejo, los autores contemplan varias actividades de acuerdo a la naturaleza en generación y adquisición de conocimiento. algunos de los modelos de innovación más importantes en el mundo son:

- Enfoque interactivo de los procesos de innovación
 - Sistemas de innovación basados en los conceptos de escenarios
 - Modelos o regímenes tecnológicos
 - El papel que juegan los editores en los procesos de divulgación de la ciencia, la tecnología y la innovación
 - La estrategia de apropiación social de la ciencia, la tecnología y la innovación definida por conciencias
- Medios tecnológicos en la escuela: El incorporarlos es visto en la mayoría de los casos como la presencia de un nuevo artefacto en el escenario institucional, de modo que no todas las veces es bien recibido o la aceptación es renuente en la comunidad estudiantil como en la de docentes, es cuando los objetivos fijados a alcanzar con la implementación de la tecnología se ven oscurecidos por la sombra de fracaso o desaprovechamiento, abriendo la puerta a escenarios un tanto desfavorables, ya que en situaciones peores puede darse el caso de la existencia de tensión en la dinámica escolar, esta se presenta aunado a contradicciones y descontento, originando una transformación en las practicas escolares ya no en un sentido didáctico.

Es entonces que se pierde el enfoque de aplicación de la tecnología en las aulas escolares y sus beneficios, y mientras se siga viendo a la incorporación de tecnología como una relación de extrañamiento, en la escuela la instrumentación será un proceso intuitivo, imitativo, opaco y enmarcado a solo un discurso optimista acerca del tecnofuturo (Sabulsky & Danieli,2016).

3.3 TECNOLOGÍA EDUCATIVA Y EL DISEÑO INSTRUCCIONAL

Complementando con lo descrito previamente la autora Castañeda (2020) el proceso de desarrollar tecnología educativa innovadora, eficiente y eficaz, todo apunta a ser promesas incumplidas, dado los proyectos a la radio, el cine, la televisión, los ordenadores, la Internet y la inteligencia artificial. Afirmando que, con la aparición de una nueva tecnología, la decepción aparece, dejando la esperanza de un mejor funcionamiento al nacimiento de la siguiente nueva tecnología. A lo que refiere que existe una crisis de identidad, ya que esa fascinación se ha agotado, después de la aplicación de un diseño instruccional propuesto desde los años noventa. Refiere la necesidad de un concepto actualizado que sea más amplio y matizado, que sea inspirado de la filosofía, la epistemología y la tecnología de las últimas décadas.

La definición de tecnología desde una visión instrumental solo la contempla como una enorme colección de artefactos de los que conocemos no solo sus propiedades estructurales o físicas, sino también sus propiedades funcionales (propia, impropia, cualificadora o técnica), pero además el autor propone que a la tecnología también la deben contemplar como una disciplina o un dominio de conocimiento, es decir, algo que se puede aprender o estudiar y que es diferente del conocimiento científico. Desde esta perspectiva la tecnología debería ser una disciplina que explora tanto los tipos de tecnologías, como los tipos de conocimiento tecnológico, como una colección de actividades de diseño, elaboración y uso de la tecnología y por último como un campo de valores humanos y sociales (Castañeda, 2020).

La historia de la tecnología educativa en la educación impacta en el diseño instruccional, desde el un punto de vista oficial la tecnología que impacta a la educación contempla 5 etapas como se muestra en la Ilustración 5:

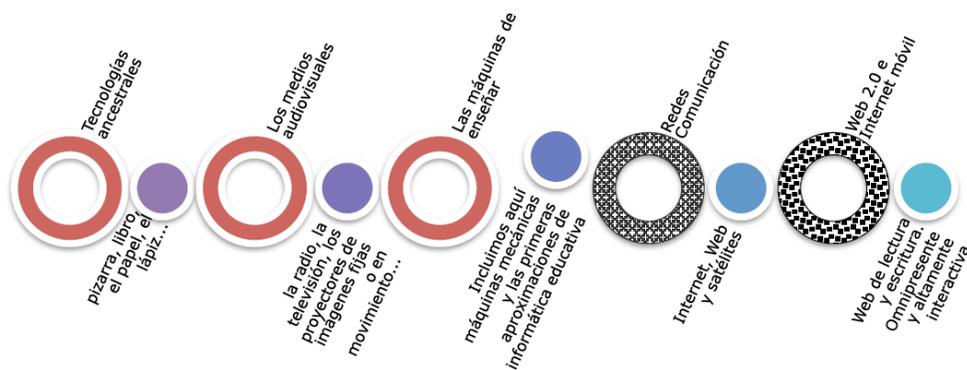


Figura 5. Etapas entre la tecnología y el diseño instruccional.

Fuente: (Castañeda, 2020)

A ellas el autor refiere una derivada de los desarrollos de la inteligencia artificial, aunque con la preocupante ausencia de los educadores. Estas etapas no coinciden solo con el

desarrollo de un grupo de herramientas concreto, sino con unas formas concretas de entender el papel de dichas herramientas en el proceso educativo

“La Tecnología Educativa implica la aplicación disciplinada del conocimiento con el propósito de mejorar el aprendizaje, la instrucción y/o el desempeño”

Aunque la tecnología educativa se permite su aplicación en el aula de clase como un medio de apoyo como soporte cognitivo, y como un elemento de mejora, el autor menciona que se continúa aplicando sin saber muy bien qué parte exactamente del proceso de implementación de esas tecnologías es el que obra estos efectos.

La educación en cualquier lugar se encuentra condicionada y sujeta a la política, la antropología, la sociología y por supuesto la tecnología, ya que es un instrumento dentro del diseño instruccional. La educación es con tecnología, todos y cada uno de los pilares básicos de la educación afectan a la tecnología educativa, de la misma manera que la tecnología educativa impacta en todos los aspectos de la pedagogía: la tecnología les afecta, condiciona y amplifica.

Deja claro que la tecnología educativa como disciplina académica parece estar en una tormenta en medio de factores externos como internos que la está llevando hacia la más completa irrelevancia, donde en medio de una época donde la tecnología digital ha revolucionado todos los aspectos de las sociedades avanzadas, como la economía, la cultura, la política, la ciencia. Pero las modas e influencias de un poderoso mercado que disfraza al márquetin, donde grandes compañías se disputan el pastel de la inversión pública, tantas empresas que se dedican a la realización de libros de texto educativo sin realmente un contenido apropiado, y sobre todo empresas que desarrollan tecnología educativa que ni se aplica, ni se implementa y mucho menos mejora la educación.

3.4 DIDÁCTICA DE LAS MATEMÁTICAS

Involucrar las matemáticas en la investigación requiere de hablar un poco de historia, por lo tanto, será necesario el remontarse a la Francia de 1802, donde se desarrollaron conceptos, raíces, interacciones y dinámicas. Donde Napoleón gobernante entonces decidió colocar las matemáticas aún al mismo nivel que el latín, paso relevante para la época convirtiéndola en un aspecto central de una educación intelectual que combina teoría y práctica. Además de pasar de una enseñanza reservada solo en escuelas elite a la enseñanza de las matemáticas obligatoria para todos los de 16 años. Respecto a la concepción axiomática de las matemáticas aparecen en general como un deposito de formas abstractas como base en su estructura. Siendo hasta después de un siglo, en el año de 1902 después de realizar encuestas por el parlamento francés, se decide por la creación de un currículo moderno sobresaliendo la importancia de la experiencia para aprender matemáticas y conectarlas con la ciencia, es en este punto de la historia donde por lo menos en Francia las matemáticas y su estructura fueron conocidas sólo por los matemáticos sino también incluso por académicos en otros campos, en particular en las humanidades, como un lenguaje y herramienta científica que eran fundamentales para tener acceso a cualquier conocimiento de ahí el nombre que se le dio de matemáticas modernas.

La concepción de la sociedad intelectual de las matemáticas y su actuar como fuerza motriz en el desarrollo de ciencias duras y también de las ciencias humanas y sociales, en la vida cotidiana de los ciudadanos, y más allá de eso, en la modernización de la sociedad, los proponentes de la reforma vieron en las matemáticas sobre todo un nuevo lenguaje que permitió a todos los ciudadanos comprender su marcha. De una manera implícita comenzaron a ver esas formas abstractas con las que se definían aun las matemáticas, y enseñarlas ya no era suficiente, pues al conocer el abanico de opciones que dejaba vislumbrar, era necesario el crear instituciones que fomentaran el desarrollo y estudio de ellas, siendo entonces que en Roma en el año de 1908 se creó la Comisión Internacional de la Instrucción Matemática (ICIM) por el IV Congreso Internacional de Matemáticos en la colaboración más estrecha entre matemáticos y educadores. Esto a razón de que existe una brecha entre las matemáticas desarrolladas por matemáticos, y las matemáticas que enseñan educadores, mas bien conocida como transposición didáctica (Monaghan, J., Trouche, L., & Borwein, J., 2016).

Esta brecha es enmarcada respecto a la percepción de los matemáticos y docentes, ya que los doctos en la materia las perciben de una manera natural, sin complicaciones, capaces de ver y describir al materializar en textos y formulas modelos que explican fenómenos de la vida real. Un ejemplo de ello es la película del hombre que conocía el infinito que, de manera nata, refiriéndose a la mente de Srinivasa Ramanujan poseía ya que desde pequeño tenía una capacidad sorprendente de resolver problemas matemáticos altamente complejos, conocer de las habilidades que poseía decide emprender el viaje con matemáticos para poder desarrollar su potencial, hallando la atención de uno de ellos que lo motivaría a esforzarse y es aquí donde demuestra su habilidad, ya que de una manera inconsciente explica que a su mente llegan esos números, los cuales el escribe y transforma en modelos matemáticos, sin embargo le explica su profesor que no solo se trata de resolverlos o escribirlos, sino, fundamentarlos a través de un arduo camino de orígenes, demostraciones y comprobaciones. Dejando en claro que no es lo mismo la manera en cómo los matemáticos las perciben a como un profesor puede llegar a enseñarlas.

Por lo que, en el año de 1950 en una acción conjunta entre profesores, psicólogos y matemáticos para repensar las matemáticas y la su enseñanza, comenzando por la creación de una nueva organización nacionalización, CIEAEM (Comisión Internacional para el estudio y mejora de la enseñanza de las matemáticas). Se realizaron capítulos escritos por un psicólogo (Piaget, primer autor, de Ginebra), un lógico (Beth, de Amsterdam), tres Matemáticos franceses (Choquet, Dieudonné et Lichnerowicz) y pedagogo (Gategno, de Londres). La introducción deja claro el objetivo del libro, apuntando para iluminar lo que es posible enseñar el punto de vista del psicólogo), lo que debe ser enseñado (el punto de vista de los matemáticos) y cómo enseñarlo (el pedagogo Punto de vista) (Monaghan, J., Trouche, L., & Borwein, J., 2016).

La intervención de los profesores en el debate fue decisiva creando la APMEP Asociación de Profesores de Escuelas Públicas de Matemática fue creada en 1910. La APMEP creó una comisión denominada axiomática y redescubrimiento, evidenciando la doble necesidad de enseñanza de aprender lógica y estructuras y favorecer la actividad de los estudiantes. Constituyendo nuevos institutos, el IREM (Instituto de investigación en matemáticas enseñanza), Una vez creado, el IREM se desarrolló como una red de Institutos

en cada universidad en Francia, convirtiéndose entonces en una incubadora de un nuevo campo de investigación.

3.5 DOS MARCOS TEÓRICOS: TEORÍA DE SITUACIONES DIDÁCTICAS Y LA TEORÍA DE LOS CAMPOS CONCEPTUALES.

La teoría de las situaciones didácticas, la enseñanza a través de situaciones, Warfield define la idea fundamental de situaciones, en un breve libro invitando a la didáctica: donde una situación la describen las condiciones en las que un estudiante usa y aprende un conocimiento matemático. En el nivel básico, estas condiciones tratan con tres componentes como se muestra en la Ilustración 5:

Un tema a enseñar un problema en el sentido clásico: se encuentra con una dificultad cognitiva, cuando no se comprende bien el concepto, no se puede avanzar en el problema, enfrentar el problema de comprensión.

Una variedad de características del material: Recursos didácticos y herramientas pedagógicas que buscan generar un entorno favorable para la construcción del conocimiento.

Entorno didáctico de la acción: el alumno debe actuar sobre un medio material o simbólico, la situación requiere solamente la puesta en acto de conocimientos implícitos.

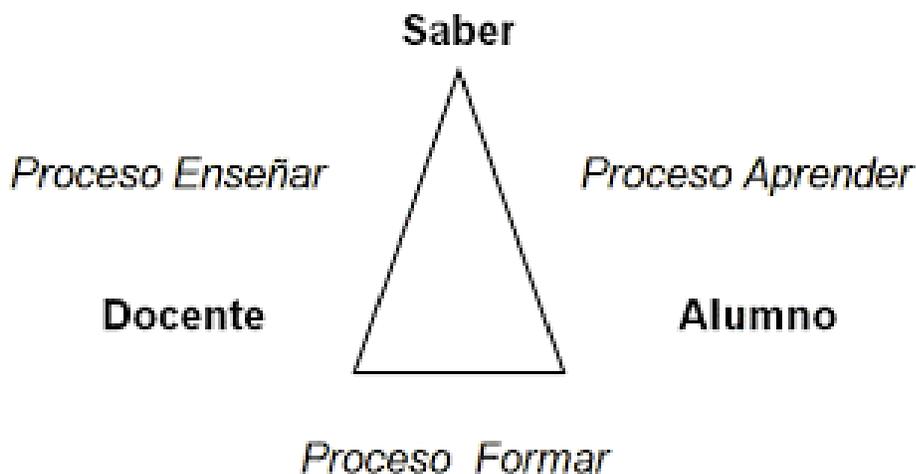


Figura 6. Teoría de situaciones didácticas.

Fuente: (Monaghan, J., Trouche, L., & Borwein, J., 2016)

La teoría de los campos conceptuales vio la conceptualización como un proceso de desarrollo, y de acuerdo con una importancia crucial para las conexiones entre las operaciones forma de conocimiento y la predicativa. Los conceptos se desarrollan a partir de las acciones más elementales de un sujeto. Estas acciones aplicar en situaciones y enfrentar estas situaciones llevan al sujeto a desarrollar esquemas.

La función de los esquemas, en la presente teoría, es tanto describir formas ordinarias de hacer, para situaciones ya dominadas, y dar pistas sobre cómo abordar nuevas situaciones. Los esquemas son recursos adaptables: asimilan nuevas situaciones acomodándose a ellos. Por lo tanto, la definición de esquemas debe contener reglas, trucos y procedimientos que han sido moldeados por situaciones ya dominadas; pero estos componentes también deben ofrecer la posibilidad de adaptarse a nuevas situaciones. Un esquema es la organización invariante de la actividad para una determinada clase de situaciones.

Los esquemas comprenden varios aspectos. El aspecto intencional de los esquemas involucra una meta o varias metas, involucra reglas para generar actividad, es decir, las secuencias de acciones, recopilación de información y controles. Involucra conceptos en acción y teoremas en acción, recoger y seleccionar la información e inferir de ella metas y reglas. El aspecto computacional involucra posibilidades de inferencia.

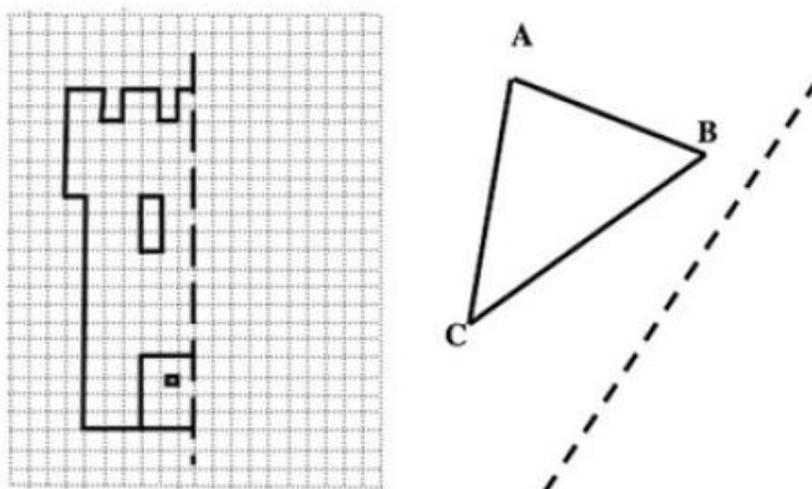


Figura 7. Teoría de situaciones didácticas.

Fuente: (Monaghan, J., Trouche, L., & Borwein, J., 2016)

Realizar una comparativa entre ambas teorías, por un lado, la teoría de las situaciones didácticas de Brousseau que se enfoca en el proceso de aprendizaje del estudiante mediante las interacciones para la transmisión del conocimiento existiendo una correlación entre el saber, el docente y el alumno, buscando la manera idónea de proporcionarle a alumno las herramientas necesarias mientras se encuentra en el proceso de aprender, mientras que el conocimiento se encuentra en posesión del docente, quien se encuentra en el proceso de enseñar, lo que marca el proceso de información entre ambos procesos entre el docente y el alumno. Comprobando que la mejor manera de aprender es enseñando a los demás. Mientras que la teoría de los campos conceptuales involucra el uso de instrumentos creados bajo una metodología por lo que contemplan reglas, procedimientos que resuelven situaciones previamente analizadas. Es decir, una metodología que resuelve situaciones similares que sin

importar que factores intervengan esta comprobado que aplicando la metodología se llegara al resultado o solución, un ejemplo es la resolver la división; donde existen los elementos siguientes: al número que se divide en partes iguales lo llamamos dividendo; al que indica el número de partes en que se divide se le conoce como divisor; el resultado es llamado cociente; al sobrante se le dice residuo. Y siguiendo las reglas de dividir, multiplicar, restar y bajar la cifra siguiente se resuelve. Metodología que se aplica a cualquier cifra este método lo resolverá. Finalmente convergen en que para ambos casos comparten una comprensión del aprendizaje por medio de situaciones matemáticas como se muestra en la Ilustración 6.



Figura 8. Comparación de teorías didácticas.

Fuente: Adaptación personal (2021)

Entre fuerza y dulzura, la mano encuentra, la mente responde. Mediante aproximaciones sucesivas, la mano encuentra principal el gesto correcto. La mente registra los resultados y gradualmente extrae de ellos el esquema del gesto eficiente, que es de gran complejidad física y matemática, pero simple para quien lo posee. El gesto es una Síntesis (...). El adulto ya no se da cuenta que tuvo que realizar un trabajo de síntesis para desarrollar cada uno de los gestos que forman la base de su actividad consciente, incluida su actividad intelectual (Monaghan, J., Trouche, L., & Borwein, J., 2016).

3.6 LA TECNOLOGÍA EN LA EDUCACIÓN

El involucrar la tecnología en la educación en un estado ideal debe ser formar, empoderar, impulsar y abrir el camino para futuros prometedores en el ámbito educativo, sin embargo, la realidad que se presenta es que la tecnología se vuelve un obstáculo que en lugar

de que el aprendizaje fluya, pareciera ser que lo está deteniendo, sin embargo, esto de siempre ha existido, desde los inicios y comienzos de la educación, donde la tecnología de manera rudimentaria se abría paso para quedarse.

Si se realiza una comparación en el sector privado al incorporar tecnologías que favorezcan el crecimiento de la industria, esta bien acompañado de fenómenos similares como en la educación, ya que los trabajadores están acostumbrado a realizar el trabajo a un manera rutinaria, intuitiva e imitativa, que al presentarse con aparatos complejos, mecanizados y automatizados, los trabajadores ya no saben que hacer y se ven amenazados, sin embargo la empresa prevé escenarios de catástrofes anticipándose a capacitaciones, talleres y múltiples actividades que en vez de desanimar a sus empleados trata de empoderarlos.

Al día de hoy la UNESCO, en su calidad de agencia principal de las naciones unidas para la educación, contempla a las tecnologías de la información (TIC) y la comunicación que pueden complementar, enriquecer y transformar la educación, en miras de ayudar a los países a acelerar el avance hacia el ejercicio de desarrollo sostenible y educación de calidad. El cual dice de la siguiente manera: Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos.

Con el objetivo de proteger el bienestar de los niños y garantizar que tengan acceso a un aprendizaje continuo, la UNESCO, en marzo de 2020, inició la Coalición Mundial para la Educación COVID-19, una alianza multisectorial entre el sistema de las Naciones Unidas, las organizaciones de la sociedad civil, los medios de comunicación y los asociados de TI para diseñar e implantar soluciones innovadoras. Juntos, ayudan a los países a abordar las lagunas de contenido y conectividad, y a facilitar las oportunidades de aprendizaje inclusivo para los niños y los jóvenes durante este período de alteración educativa repentina y sin precedentes. (Moran, 2021)

De las metas trazadas en este objetivo 4 de educación de calidad por la UNESCO y relacionarse en términos de tecnología y educación sobresalen los siguientes:

Tabla 1. Objetivo 4 educación de calidad. Fuente: (Moran, 2021).

Metas del objetivo 4	
4.1	De aquí a 2030, asegurar que todas las niñas y todos los niños terminen la enseñanza primaria y secundaria, que ha de ser gratuita, equitativa y de calidad y producir resultados de aprendizaje pertinentes y efectivos
4.2	De aquí a 2030, asegurar que todas las niñas y todos los niños tengan acceso a servicios de atención y desarrollo en la primera infancia y educación preescolar de calidad, a fin de que estén preparados para la enseñanza primaria
4.3	De aquí a 2030, asegurar el acceso igualitario de todos los hombres y las mujeres a una formación técnica, profesional y superior de calidad, incluida la enseñanza universitaria

4.4	De aquí a 2030, aumentar considerablemente el número de jóvenes y adultos que tienen las competencias necesarias, en particular técnicas y profesionales, para acceder al empleo, el trabajo decente y el emprendimiento
4.5	De aquí a 2030, eliminar las disparidades de género en la educación y asegurar el acceso igualitario a todos los niveles de la enseñanza y la formación profesional para las personas vulnerables, incluidas las personas con discapacidad, los pueblos indígenas y los niños en situaciones de vulnerabilidad
4.6	De aquí a 2030, asegurar que todos los jóvenes y una proporción considerable de los adultos, tanto hombres como mujeres, estén alfabetizados y tengan nociones elementales de aritmética
4.7	De aquí a 2030, asegurar que todos los alumnos adquieran los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para promover el desarrollo sostenible, entre otras cosas mediante la educación para el desarrollo sostenible y los estilos de vida sostenibles, los derechos humanos, la igualdad de género, la promoción de una cultura de paz y no violencia, la ciudadanía mundial y la valoración de la diversidad cultural y la contribución de la cultura al desarrollo sostenible
4.a	Construir y adecuar instalaciones educativas que tengan en cuenta las necesidades de los niños y las personas con discapacidad y las diferencias de género, y que ofrezcan entornos de aprendizaje seguros, no violentos, inclusivos y eficaces para todos
4.b	De aquí a 2020, aumentar considerablemente a nivel mundial el número de becas disponibles para los países en desarrollo, en particular los países menos adelantados, los pequeños Estados insulares en desarrollo y los países africanos, a fin de que sus estudiantes puedan matricularse en programas de enseñanza superior, incluidos programas de formación profesional y programas técnicos, científicos, de ingeniería y de tecnología de la información y las comunicaciones, de países desarrollados y otros países en desarrollo
4.c	De aquí a 2030, aumentar considerablemente la oferta de docentes calificados, incluso mediante la cooperación internacional para la formación de docentes en los países en desarrollo, especialmente los países menos adelantados y los pequeños Estados insulares en desarrollo

La UNESCO comparte los conocimientos respecto a las diversas formas en que la tecnología puede facilitar el acceso universal a la educación, reducir las diferencias en el aprendizaje, apoyar el desarrollo de los docentes, mejorar la calidad y la pertinencia del aprendizaje, reforzar la integración y perfeccionar la gestión y administración de la educación.

La Organización examina el mundo en busca de ejemplos exitosos de aplicación de las TIC a la labor pedagógica – ya sea en escuelas primarias de bajos recursos, universidades en países de altos ingresos o centros de formación profesional – con miras a elaborar políticas y directrices. Regresando a la situación en México, una de las fundaciones que ha realizado su aportación en términos de la educación y la introducción de tecnología es la de Carlos Slim, con su sitio pruebat.org con la cual se busca cuyo objetivo es brindar de manera gratuita, experiencias de aprendizaje a estudiantes, docentes, y padres de familia, con el fin de fortalecer conocimientos y habilidades para aprender a lo largo de la vida (La tecnología en la educación, 2021).

En un apartado de su portal en la sección de noticias breves realizaron la publicación de como la tecnología ha impactado en un antes y un después tras el uso de la misma, para lo cual se estructuro una tabla con la dicha información:

Tabla 2. Educación antes y después del boom tecnológico. Fuente: (La tecnología en la educación, 2021)

ANTES	AHORA
Solo había una opción para estudiar: asistir personalmente a las escuelas. En ocasiones estos quedaban muy alejados del hogar de los estudiantes.	Existen sitios que ofrecen cursos o clases en línea, de esta manera los estudiantes pueden aprender en cualquier lugar y a cualquier hora.
Era necesario consultar una gran cantidad de libros para encontrar la información que se estaba buscando.	Puedes acceder a páginas de internet y buscar cualquier información en cuestión de minutos, como definiciones, traducciones, bibliografías, mapas, publicaciones especializadas y más.
Los teléfonos solo se usaban para llamar al compañero de escuela y pedir la tarea. Cuando los teléfonos celulares se hicieron populares, lo más innovador era mandar mensajes a los amigos.	Ahora, puedes utilizar tu teléfono inteligente para consultar información, guardar libros, enviar correos, realizar videollamadas, trabajar en equipo con estudiantes de todo el mundo y mucho más.
Los cuadernos o libretas eran indispensables, ya que era necesario anotar todo lo que el docente escribía en el pizarrón y prestar mucha atención para tomar nota de lo más importante que explicaba frente al grupo.	Puedes utilizar la cámara de tu teléfono inteligente para tomar fotos de los apuntes del maestro o grabar notas de voz para recordar información de la clase e intercambiar esta información a través de tu correo electrónico y redes sociales.
Las presentaciones o exposiciones se escribían en papel o se imprimían en acetatos, así era como se preparaba una clase.	Hoy en día existen aplicaciones o sitios de internet que te permiten crear y organizar tus presentaciones, en ellas puedes incluir todo tipo de archivos digitales que apoyen tu exposición.
Era indispensable cargar en la bolsa con todo el material para la clase, como libretas, libros, plumas, escuadras, diccionarios, lápices, borradores, mapas, monografías y mucho más.	Ahora es mucho más fácil portar información utilizando tu teléfono inteligente o tableta. En el momento que lo necesites puedes consultar libros, documentos, presentaciones, música, imágenes, juegos o cualquier archivo. Toda la información está en tu bolsillo.

La incorporación de la tecnología con base en la tabla inmediata anterior sirve para facilitar herramientas a través de; un dispositivo móvil inteligente, ya sea un smartphone, una tableta o un computador; además de proveer de recursos que han sido colocado en sitios, páginas web o aplicaciones dedicadas; uno de los más importante el de acortar distancias, pues permite tener acceso a cursos, seminarios, talleres y clases presenciales en cualquier lugar del mundo. Cuando la tecnología interviene provee de escenarios favorables y prometedores en la educación.

El incorporar una metodología idónea marcará la diferencia al momento de desarrollar artefactos tecnológicos para la enseñanza dado el caso anterior, pero ¿Qué son esos artefactos?, ¿Cuál es su estructura?, ¿Cómo interactúan entre ellos?, pues bien, para

resolver esas preguntas, se retomará la teoría antropológica de didáctica de Chevallard, la cual involucra El concepto de praxeología y la importancia de las herramientas.

Un hecho didáctico es, se considera así solo en la medida en que sea eficaz para influir en el proceso de aprendizaje. La didáctica debería, en la opinión de Chevallard, ser definida como la ciencia de la difusión del conocimiento en cualquier grupo social, como una clase de alumnos, la sociedad en grande, etc. La didáctica, como ciencia, analiza los hechos didácticos de forma estructurada, como elementos de praxeologías locales o globales. Chevallard define una praxeología de la siguiente manera: cualquier acción humana en dos componentes principales interrelacionados: la praxis, es decir, ¡la práctica! y "Logos" es una palabra griega que, de tiempos presocráticos, se ha utilizado constantemente para referirse al pensamiento y razonamiento humanos particularmente sobre el cosmos.

Una praxeología consta de cuatro componentes:

Praxis

Conjunto de tareas

Conjunto de técnicas, forma de realizar estas tareas

Logos

Conjunto de tecnologías, como discursos que justifican la técnica

Una teoría que explique estas tecnologías

Los matemáticos están buscando afuera como es que funciona el mundo, no se quedan con lo que los demás dicen de él. El matemático piensa que todo en nuestras mentes, es socialmente artificial, una línea recta es un concepto, no una realidad fuera de nosotros, es algo creado para dar sentido al mundo exterior y permitirnos pensar y actuar más en sintonía con esa realidad Fuente: (Monaghan, J., Trouche, L., & Borwein, J., 2016).

La transición del conocimiento considerado como una herramienta a utilizar, al conocimiento como algo ser enseñado y aprendido, es precisamente lo que he denominado la transposición didáctica de conocimiento.

El autor Chevallard distingue dos tipos de objetos: objetos los ostensivos que pueden ser manipulados concretamente como tareas, técnicas, tecnologías y teorías de las diferentes praxeologías de los objetos no ostensivos. Partiendo de que en la cultura occidental se separan las actividades humanas en manuales e intelectuales, de las cuales prioriza aquellas actividades que son de la mente.

Para hacer matemáticas es necesario tener palabras, escritos, cifras y símbolos, pero lo importante estaría más allá de las palabras y la escritura. Creyendo en el análisis didáctico del desarrollo del conocimiento matemático en historia, así como en la vida de una persona

o de una clase, no se puede considerar esta dimensión como secundaria, asignándola a una función puramente instrumental en la construcción de conceptos.

El surgimiento del enfoque instrumental:

En una comunidad científica viva, un nuevo enfoque rara vez surge de la iniciativa de un solo investigador: ¡surge para responder a la práctica de necesidades! En 1997 ya se hablaba que el sujeto tiene que desarrollar la génesis instrumental y los procedimientos eficientes para manipular el artefacto (ver Ilustración 8).

- **Artefactos:** Un objeto material, algoritmo o lenguaje, producto de la actividad humana y que servirá para una actividad.
- **Instrumento:** El instrumento no existe en sí mismo, se convierte en instrumento cuando el sujeto ha sabido apropiarse de él y lo ha integrado con su actividad.
- **Instrumentación:** Es la organización de un conjunto de ideas y actividades que permiten desarrollar un proceso educativo con sentido, significado y continuidad.
- **Instrumentalización:** Es la documentación de la aplicación de los instrumentos en proceso de enseñanza respecto a la instrumentación.

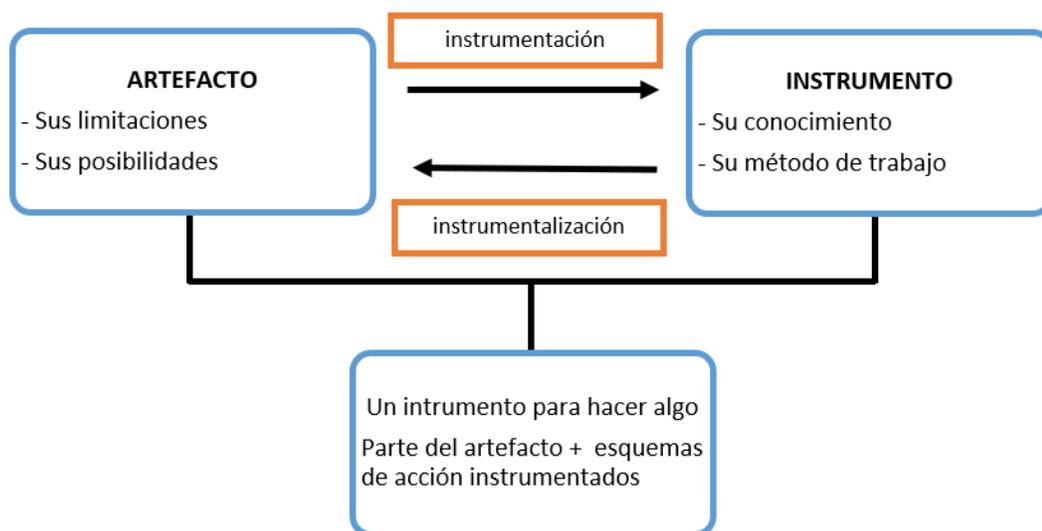


Figura 9. Comparación de teorías didácticas. Fuente: Adaptación personal (2021)

El enfoque instrumental como búsqueda de nuevas Herramientas teóricas para analizar herramientas en matemáticas Educación. Cómo la proliferación de herramientas muy nuevas en la educación matemática motivó el surgimiento de nuevos o marcos teóricos

comenzando en Francia y continuando en el mundo, alimentado por el suelo de los marcos interrelacionados existentes que se acaban de describir.

3.7 LA INGENIERÍA DE SOFTWARE, CIENCIA NECESARIA EN LA EDUCACIÓN

La ingeniería de software es una de las ramas de las ciencias de la computación y una disciplina que integra procesos, métodos y herramientas para el desarrollo de software confiable y de calidad. En la actualidad existen una infinidad de modelos de procesos que se han propuesto basados en métodos y técnicas de ingeniería, cada uno presenta ventajas y desventajas, brindando soporte operacional y de mantenimiento, convergiendo todos en fases comunes y genéricas que permiten llevar a cabo el proceso de la ingeniería de software (Aparicio 2012).

Al día de hoy conocer el concepto de software ya no es tan ajeno, de los componentes de un ordenador se clasifican en tangibles e intangibles o en hardware y software. Hardware todo aquello del ordenador que puede palparse, pesar y medir, mientras que el software es todo aquel que no puede tocarse, solo verse, que su unidad de medida se expresa en bytes, conocidos principalmente por nombrarse programas, sistemas, aplicaciones, sistemas operativos, entre otros. El software es más que solo un programa, instrucciones y datos. El software es el producto que diseñan y construyen los ingenieros del software de cualquier tamaño y arquitectura (Aparicio 2012), a continuación, se presentan algunas características que en su concepción le da la importancia que debe tener:

- Es por desarrollo, es decir, no se fabrica, se utiliza un modelo de proceso de desarrollo que en lo general convergen la mayoría de metodologías de desarrollo que comprenden análisis, diseño, desarrollo, implementación y evaluación, para obtener un producto de calidad.
- El software no se estropea solo se deteriora: el software como cualquier cosa en esta vida no dura para siempre y aunque el software se construye para que funcione en un estado ideal, la verdad no ocurre así ya que; durante su vida sufre cambios por lo que es probable que surjan fallos y defectos que si no se corrigen permiten que el software se vaya deteriorando, por tal razón se dice que no se estropea, sino, que solo se deteriora.
- Su construcción se realiza a la medida: esto es por la razón que a medida que el software evoluciona se crean estándares de diseño. El software debe diseñarse e implementarse para que pueda ser reutilizable o escalable.

Considerando las características particulares para desarrollar software educativo, ya que es de suma importancia no descuidar los aspectos pedagógicos, pues es necesario contemplar e incluir la innovación y avances existentes y aplicables, como la comunicación con el usuario, en cada caso en particular, la respuesta a la problemática debe basarse en una

adaptación de los actuales paradigmas de desarrollo a las teorías educativas que permitan satisfacer una demanda en especial, no en todos los lugares se aplica la misma manera de enseñar. Es necesario para la construcción de software educativo la inclusión de una metodología de desarrollo instruccional (DI), en la cual involucra a su vez procesos que pueden describirse sintéticamente, por mencionar una de las metodologías utilizadas es la metodología ADDIE.

El diseño instruccional ADDIE se originó en la década de los 70's por Russel Watson en 1981 en los EE.UU. Morales (2014) la metodología ADDIE es parte de un conjunto de metodologías de desarrollo de objetos de aprendizaje, es considerada casi un estándar para los programas de educación, el modelo es extremadamente valioso para modelos de enseñanza complejos, su nombre proviene del acrónimo de los términos Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación, a diferencia de las demás, esta metodología se especializa en el desarrollo de ambientes virtuales de aprendizaje, en donde los resultados de la evolución formativa de cada fase pueden conducir al diseñador instruccional de regreso a cualquiera de las fases previas. Es decir, está basado en la construcción de elementos o modelos que se puedan volver a utilizar, se conforma de 5 fases y cada fase puede ser descompuesta en subfases, en este proceso interactivo cada producto, entrega o idea de cada fase se prueba o valora antes de convertirse en entrada para la siguiente fase, lo que le confiere un carácter sensible y altamente proactivo (Maribe, 2009); con lo que la evaluación inicial, procesual y final, impregna todo el modelo.

- Análisis: La fase de análisis es la base de todo el proceso de creación o formación. Los resultados entregables de esta fase serán el diseño de los bloques de actividades y su desarrollo posterior. Es en esta fase donde elegimos el tipo de aprendizaje que requiere nuestra propuesta, las posibilidades del sistema, el presupuesto y demás aspectos críticos para su correcto desarrollo.
- Diseño: Esta fase asegura el desarrollo sistemático del proceso de aprendizaje. Es impulsado por los resultados entregables obtenidos de la fase de análisis y finaliza en un modelo o esquema del proceso de aprendizaje para su posterior desarrollo. El modelo tiene que contener al menos: objetivos de aprendizaje, evaluación, medidas o escala del desempeño, secuencia y estructura del proceso de aprendizaje.
- Desarrollo: El resultado de esta fase será la aplicación o recurso educativo tecnológico y su contenido, ficha de la aplicación, elementos de ayuda, que contiene el contenido y las actividades de instrucción que ayudarán a los estudiantes a mejorar su rendimiento, obteniendo aprendizaje significativo. Esta fase incluye la elección de la herramienta que utilizaremos, los requerimientos técnicos como; formato, tamaño de los multimedia y el sistema de distribución.
- Implementación: La fase de implementación es donde los productos, procesos y servicios de aprendizaje y formación son puestos a disposición de los estudiantes. Esto en su conjunto es lo que podemos denominar aplicación o recurso educativo tecnológico
- Evaluación: La evaluación es la determinación sistemática del mérito, el valor y la importancia de un proceso de aprendizaje o de formación mediante la comparación de criterios frente a un conjunto de normas.

Para la introducción al siguiente concepto será necesario el revisar y adentrarse un poco a las teorías didácticas relevantes y aplicables en la educación al día de hoy, retomando un poco de los aspectos que las distingue y las separa del resto de ellas, de entre las cuales se hablará de la teoría: conductista, cognitiva, constructivista y la teoría cultural y psicogenética.

Teoría conductista: Watson el padre del conductismo, era ante todo una filosofía de naturaleza metodológica relacionada con la investigación de las situaciones de aprendizaje en animales para inferirlas a los humanos (Leiva, 2005). Entre las características del conductismo, destacan las siguientes:

- Se dice que hacer y se hace.
- Se aprende asociando estímulos con respuestas
- El aprendizaje está en función del entorno
- El aprendizaje no es duradero, necesita ser reforzado
- El aprendizaje es memorístico, repetitivo y mecánico y responde a estímulos

Los modelos conductistas más importantes son: el condicionamiento clásico de Pavlov, el condicionamiento operante de Skinner y el condicionamiento vicario de Bandura. El conductismo está caracterizado por su concepción asociacionista; es decir, crea conocimiento al relacionar los antecedentes de una situación con sus consecuentes (estímulo-respuesta).

Teoría cognitiva: fue creada por el psicólogo Jean Piaget. Se basa en que el lenguaje está subordinado al pensamiento, y se encuadra dentro de las teorías de tipo innatista: la adquisición del lenguaje se debe a factores biológicos y no culturales. El ser humano llega al mundo con una herencia biológica, de la cual depende la inteligencia. Por una parte, las estructuras biológicas limitan aquello que podemos percibir, y por otra hacen posible el progreso intelectual. Según esta teoría la adquisición del lenguaje depende del desarrollo de la inteligencia, es decir, se necesita inteligencia para poder adquirir un lenguaje (Leiva, 2005). En esta teoría se refleja cómo se desarrolla el conocimiento cognitivo en una persona desde sus primeros años de vida hasta que alcanza su madurez intelectual.

- Etapa sensorio-motriz: comienza con el nacimiento y concluye a los 2 años.
- Estadio de los mecanismos reflejos congénitos. 0 -1 mes.
- Estadio de las reacciones circulares primarias. 1-4 meses.
- Estadios de las reacciones circulares secundarias. 4-8 meses.
- Estadio de la coordinación de los esquemas de conductas previas. 8-12 meses.
- Estadio de los nuevos descubrimientos por experimentación. 12-18 meses.
- Estadio de las nuevas representaciones mentales. 12-24 meses.

Etapa preoperacional: de los 2 años hasta los 6 años.

- Estadio preconceptual. 2-4 años
- Estadio intuitivo. 4-7 años

Etapa de operaciones concretas: de los 7 años a los 11 años.

Etapa de operaciones formales: 12 años en adelante.

Teoría constructivista: el conocimiento es una construcción del ser humano: cada persona percibe la realidad, la organiza y le da sentido en forma de constructos, gracias a la actividad de su sistema nervioso central, lo que contribuye a la edificación de un todo coherente que da sentido y unicidad a la realidad (Granja, 2015). Desde el constructivismo, se puede pensar en dicho proceso como una interacción dialéctica entre los conocimientos del docente y los del estudiante, que entran en discusión, oposición y diálogo, para llevar a una síntesis productiva y significativa: el aprendizaje. Se puede observar que el aprendizaje implica la totalidad de habilidades y destrezas de un ser humano, en todos los ámbitos que lo caracterizan. Es importante que se produzca un cambio ya que las personas pueden desarrollar nuevas habilidades y destrezas para adaptarse de mejor forma en su contexto. Desde el punto de vista constructivista, se puede pensar que el aprendizaje se trata de un proceso de desarrollo de habilidades cognitivas y afectivas, alcanzadas en ciertos niveles de maduración. Este proceso implica la asimilación y acomodación lograda por el sujeto, con respecto a la información que percibe. Se espera que esta información sea lo más significativa posible, para que pueda ser aprendida. Este proceso se realiza en interacción con los demás sujetos participantes, ya sean compañeros y docentes, para alcanzar un cambio que conduzca a una mejor adaptación al medio.

Teoría construccionismo: Seymour Papert es un matemático que, a mediados del siglo pasado, observó la dificultad que presentan los niños y las niñas para operar las computadoras, a causa de que debían utilizar lenguajes de programación “serios” como Basic o Fortran, que les resultaban ininteligibles. Seymour Papert creó un lenguaje de cómputo con todas las potencialidades de los lenguajes “serios”, pero con una sintaxis más análoga al lenguaje natural, más accesible para ser comprendido no solamente por los niños y las niñas, sino por jóvenes y adultos no expertos en computación. Se trata del lenguaje Logo, con el cual pueden operar las computadoras con mayor facilidad. Pero más aún, Papert influido por las ideas de Piaget, desarrolló un enfoque educativo para sustentar el uso de computadoras como herramientas de aprendizaje: el Construccionismo (Saxe & Murillo, 2004).

Para Papert, este proceso de ensayar, errar y corregir el error (ensayo- error) conduce a las y los aprendices a crear y aprender. Él lo llama un proceso de depuración (corrección del error). Al respecto menciona que: los errores nos benefician porque nos llevan a estudiar lo que sucedió, a comprender lo que anduvo mal y, a través de comprenderlo, a corregirlo. En el Construccionismo, Papert otorga a los y las aprendices un rol activo en su aprendizaje, colocándolos como diseñadores de sus propios proyectos y constructores de su propio aprendizaje. Se trata de facultar (“empower”) a los y las estudiantes para que asuman ese papel activo.

Teoría socio cultural y psicogenética: el psicólogo soviético L. Vigotsky que se interesó por estudiar las funciones psíquicas superiores del ser humano –memoria, atención voluntaria, razonamiento, solución de problemas– formuló una teoría a fines de los años veinte, en la que planteaba que el “desarrollo ontogenético de la psiquis del hombre está determinado por los procesos de apropiación de las formas histórico-sociales de la cultura; es decir Vigotsky articula los procesos psicológicos y los socioculturales y nace una

propuesta metodológica de investigación genética e histórica a la vez”. Vigotsky indica que para comprender la psiquis y la conciencia se debe analizar la vida de la persona y las condiciones reales de su existencia, pues la conciencia es “un reflejo subjetivo de la realidad objetiva” y para analizarla se debe tomar como “un producto sociocultural e histórico, a partir de una concepción dialéctica del desarrollo” (Salas, 2001).

El niño y la niña se van apropiando de las manifestaciones culturales que tienen un significado en la actividad colectiva, es así como “los procesos psicológicos superiores se desarrollan en los niños a través de la enculturación de las prácticas sociales, a través de la adquisición de la tecnología de la sociedad, de sus signos y herramientas, y a través de la educación en todas sus formas”. Vigotsky señala que en el desarrollo psíquico del niño y la niña toda función aparece en primera instancia en el plano social y posteriormente en el psicológico, es decir se da al inicio a nivel intrapsíquico entre los demás y posteriormente al interior del niño y de la niña en un plano intrapsíquico, en esta transición de afuera hacia dentro se transforma el proceso mismo, cambia su estructura y sus funciones. Este proceso de internalización, Vigotsky lo llamó “Ley genética general del desarrollo psíquico (cultural)”, donde el principio social está sobre el principio natural-biológico, por lo tanto, las fuentes del desarrollo psíquico de la persona no están en el sujeto mismo sino en el sistema de sus relaciones sociales, en el sistema de su comunicación con los otros, en su actividad colectiva y conjunta con ellos.

Hasta el momento se ha presentado la metodología de desarrollo y el acoplamiento con la metodología de desarrollo instruccional y algunas de las teorías didácticas relevantes aplicables hoy día, sin embargo aún falta un elemento más necesario para obtener un modelado con los elementos indispensables el cual amalgama los conceptos antes mencionados, la secuencia didáctica, proveniente de la teoría de las situaciones didácticas elaborada por Brousseau, la cual propone destacando el énfasis en los mecanismos que utiliza el docente para introducir al alumno en un proceso complejo de estructuración, desestructuración y estructuración a través de operaciones intelectuales tales como: identificar relaciones con su entorno (Silva,2021).

La teoría de Brousseau propone que las secuencias didácticas deben cumplir cuatro principios básicos para garantizar un aprendizaje significativo en el estudiante o alumno. Tal como comenta la autora Rafaela Silva (2021) al ofrecer la posibilidad de tener un aprendizaje significativo, es necesario vincular el contenido de la unidad temática con la realidad, para lo cual es necesario involucrar en el contexto donde se desenvuelve el alumno. Vincular el contenido con los conocimientos previos y la experiencia del alumno facilita la apropiación y construcción del nuevo conocimiento, como se muestra en la Ilustración 9.



Principios que se deben cumplir al diseñar una secuencia didáctica.

Fuente: (Silva,2021)

Con el propósito de ubicar la secuencia didáctica en el marco de un conjunto de tareas que se realizan en lo que genéricamente se denomina planeación didáctica. Si bien se presentan los elementos principales que conforman una planeación, sobre todo como una propuesta de orientación general que da sentido al marco en conjunto de propósitos que asume el docente. Los elementos que se proponen son sólo de carácter indicativo, finalmente cada docente tiene que estructurar su trabajo personal de acuerdo a la visión y propósitos educativos de su formación:

Asignatura

Unidad temática o ubicación del programa dentro del curso general

Tema general

Contenidos

Duración de la secuencia y número de sesiones previstas

Nombre del profesor que elaboró la secuencia

Finalidad, propósitos u objetivos

Si el profesor lo considera, elección de un problema, caso o proyecto

Orientaciones generales para la evaluación: estructura y criterios de valoración del portafolio de evidencias; lineamiento para la resolución y uso de los exámenes

- Línea de Secuencias didácticas
- Actividades de apertura
- Actividades de desarrollo

- Actividades de Cierre
- Línea de evidencias de evaluación del aprendizaje
- Evidencias de aprendizaje
- Recursos

La secuencia de aprendizaje se integra con las dos metodologías, por un lado, la de desarrollo de software y por otro la de desarrollo instruccional, pero es indispensable incluir los pasos que se han mencionado para obtener un producto óptimo, la secuencia de las actividades para el aprendizaje y la evaluación para el aprendizaje inscrita en esas mismas actividades.

De lo más reciente se destaca el m-learning o aprendizaje electrónico móvil que según Brazuelo F. y Gallego D. (2011), podemos definir el Mobile Learning como la modalidad educativa que facilita la construcción del conocimiento, la resolución de problemas de aprendizaje y el desarrollo de destrezas o habilidades diversas de forma autónoma gracias a la mediación de dispositivos móviles. De las características características básicas del mobile-learning destacan las siguientes (Herrera M, 2012):

- Ubicuo: posibilidad de acceso desde cualquier lugar y momento.
- Flexible: se adapta a las necesidades de cada uno.
- Portable: su tamaño permite la movilidad con el usuario.
- Inmediato: posibilidad de acceso a la información en cualquier momento.
- Motivante: su uso potencia la motivación en el usuario.
- Accesible: en comparación con otras herramientas su coste es más bajo.
- Activo: potencia un papel más activo en el alumno.
- Conectividad a internet: permite el acceso a la información en la red.
- Acceso a App: permite la utilización de diversas Apps, para el aprendizaje, producción de contenido, etc.
- Sensores multifunción: dispone de sensores tipo acelerómetro, GPS, cámara, etc, que pueden enriquecer los procesos de aprendizaje.
- Personales: son propios de cada usuario, existe una relación personal hacia el mismo.
- Pantalla táctil: permite otra serie de utilidades



Figura 10. características básicas del mobile-learning.

Fuente: Elaboración propia con datos de Martín Herrera (2012)

Las ventajas que proporciona y permite el acceso a la información cuándo sea necesario y dónde sea necesario; favorece la autonomía, promueve el aprendizaje centrado en el alumno y en el contexto; permite la multifuncionalidad, con los distintos sensores, video, acelerómetros; aumenta la motivación del alumno; es de fácil uso y está integrado en la vida de los alumnos; facilita la comprensión de los conocimientos; incluye multimedia y está centrado en el entorno; atención a la diversidad; permite la utilización de juegos como apoyo a la enseñanza y permiten una evaluación formativa y sumativa.

Pareciera ser que el desarrollo de software educativo se elaborara de la misma forma como se abordaría un proyecto empresarial, sin embargo como se ha presentado, la labor es un tanto mas compleja, hasta el momento se han contemplado elementos necesarios en la docencia, sin embargo existen elementos que aun no se han contemplado como involucrar elementos como la legislación de un país, dado el caso de la investigación en el país de México, en el cual la legislación educativa cambia respecto a los cambio de mandatario presidencial, lo que provoca que no existe un seguimiento, lo que implica desafortunadamente el plantear en algunas ocasiones desde cero nuevas leyes.

El seleccionar una metodología de las múltiples existentes para desarrollar software, no debe ser tomado a la ligera, ya que determinará según la selección todo lo que implica respecto a tiempos, entregables, documentación, entre otros. Por lo que según las recomendaciones de Arnaldo Espinoza (2013) en las que considera las siguientes:

- Establecimiento y descripción de filtros
 - Predicción agilidad
 - Tamaño del proyecto
 - Criticidad

- Consideraciones en el proceso de selección
- Descripción del proceso de selección
 - Evaluación de entradas de predicción agilidad
 - Entradas
 - Descripción
 - Salidas
 - Aplicación de primer filtro: Predicción – Agilidad
 - Entradas
 - Descripción
 - Salidas
 - Determinación de tamaño de proyecto
 - Entradas
 - Descripción
 - Salidas
 - Aplicación de segundo filtro: Tamaño de proyecto
 - Entradas
 - Descripción
 - Salidas
 - Determinación de criticidad de proyecto
 - Entradas
 - Descripción
 - Salidas
 - Aplicación de tercer filtro: Criticidad
 - Entradas
 - Descripción
 - Salidas
 - Evaluación y decisión final de selección

En cuanto se refiere a la predicción y agilidad aplicada a un proyecto con propósitos de organización explica Palacio (2007) que se debe tomar en cuenta tres criterios, los cuales son: el valor innovador que se es para del sistema, la incertidumbre del entorno de negocio del cliente y la inestabilidad prevista por los requisitos. Sin embargo, en la aplicación de Scrum no cubre las necesidades de tamaño y criticidad, para lo que existen la siguiente premisa, que dice el autor Allistair C. (2001), afirma que ante un aumento de tamaño y criticidad se requiere mayor peso de metodología.

Al referirse al tamaño del proyecto la alusión es respecto a los integrantes del equipo de trabajo, cuando se trata de un grupo pequeño el cual pueda ubicarse en un lugar de trabajo, la manera de contactarlos y de asignar responsabilidades es de manera dicta. Pero cuando se trata de grupos amplios la comunicación no puede ser la misma, por lo que se recurre a otros medios de comunicación como el uso de: documentación, internet, comunicación telefónica, mensajería, redes sociales, aplicaciones, es decir, mayor peso de metodología. Por lo que el en cargado de la planificación de proyectos, una de sus tareas es conocer y calcular el tamaño del proyecto, de esa manera determinar cuántos integrantes serán necesarios para desahogar las responsabilidades dependiendo de los requerimientos del proyecto.

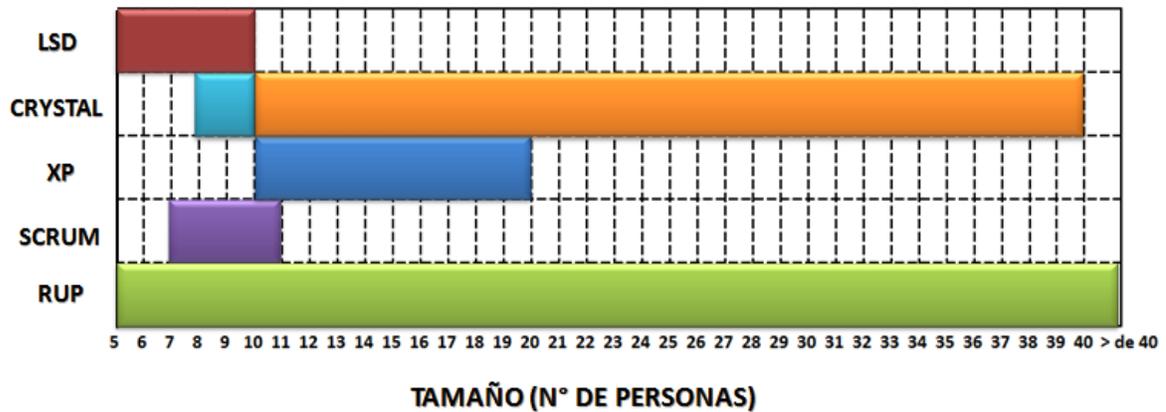


Figura 11. Rangos de tamaño por metodología.

Fuente: (Espinoza, 2013)

La criticidad se refiere a los daños potenciales causados por un error en el proceso de desarrollo del software, esto implica en términos de recursos una correspondencia directamente proporcional, es decir a un grado mayor de daños propiciados al proyecto, será entonces la aplicación de mayor peso de metodología. Para el caso de Scrum como ya se había mencionado no aplica por el número de personas que se encuentran trabajando en el proyecto, notación de importancia que ya había sido mencionada con antelación.

Sin embargo, en proyectos que son utilizados con metodologías robustas en las que el personal puede realizar este tipo de actividades el propósito de llevarlas a cabo es: documentarlo con un mayor soporte formal y protocolos para identificar, eliminar y reducir riesgos en el desarrollo y en la utilización del software. Para el cual el autor Allistair C (2001) propone cuatro niveles de criticidad que se describen en la Ilustración 12.

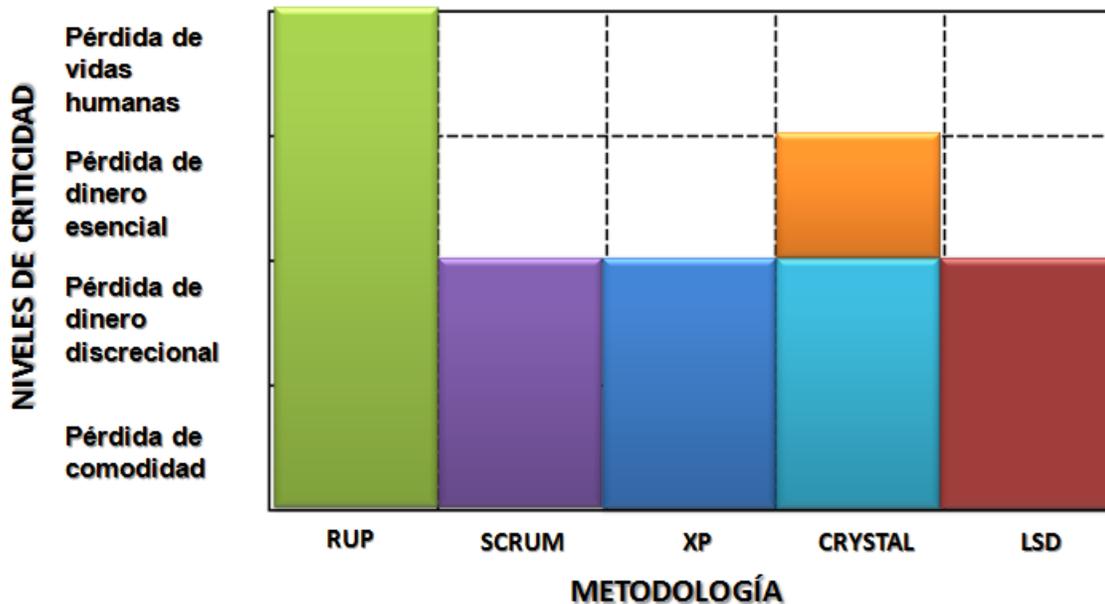


Figura 12. Rangos de criticidad por metodología.

Fuente: (Espinoza, 2013)

Las consideraciones a las que se refiere el autor Espinoza (2013) y que hay que tener en cuenta en el procedimiento de selección son: que por más que se quiera tener toda la información en un principio, ya que esta no se presentará así, ya que en la mayoría de los casos se va a encontrar la solución a medida que se avance la búsqueda de la metodología. Mientras que por otro lado la metodología de Scrum para la realización de evaluaciones en el procedimiento. Dentro de la descripción del procedimiento se indicará cuales evaluaciones pueden ser gestionadas por el equipo de planificación.

Descripción del procedimiento de selección:

Respecto a lo que el autor Espinoza (2013) presenta como procedimiento de selección como herramienta en la selección de la metodología, así mismo siguiendo este procedimiento se pretende justificar la selección de la metodología de scrum en la investigación. No se pretende convencer a uno mismo, a los miembros del equipo de trabajo, ni mucho menos al usuario, sino aplicar el procedimiento y afirmar que se ha encontrado la mejor opción para el óptimo desarrollo y la entrega de un producto de calidad.

Evaluación de necesidad de Predicción – Agilidad:

- Entradas
 - Se busca recopilar el mayor número de Información respecto al entorno del proyecto.
- Descripción:

- Para determinar la necesidad de predicción – agilidad se recurrirá a los tres criterios mencionados en la descripción del filtro predicción – agilidad, es decir:
 - El valor innovador que se espera de la aplicación.
 - La incertidumbre del entorno de negocio del cliente.
 - La inestabilidad prevista de los requisitos.
 - Estos tres criterios están fuertemente relacionados, por lo que las herramientas, actividades y la definición de niveles de resultados, serán fijadas y gestionadas por el equipo de planificación.
- Salidas
 - Se obtiene del resultado de determinación de necesidad de predicción – agilidad.

Aplicación de primer filtro: Predicción – Agilidad:

- Entradas
 - Se realiza un análisis a Metodologías en el estudio comparativo, como se ha mencionado anteriormente, en un listado de 20 metodologías.
- Descripción
 - El resultado del estudio de necesidad de predicción - agilidad, es predicción, las únicas metodologías que aprobaron el filtro fueron: Dynamic Systems development methods, Scrum y Extreme Programming.
 - El resultado del estudio de necesidad de predicción – agilidad, es agilidad, las tres metodologías aprueban el filtro, siendo Scrum un caso especial.
- Salidas
 - Se ha obtenido la lista de metodologías que han aprobado el primer filtro.
 - Como el número de metodologías fue mayor que 1, se continua con el siguiente filtro. Caso contrario, culmina el procedimiento y la metodología aprobada será la escogida para el proyecto de desarrollo de software.

Determinación de tamaño de proyecto:

- Entradas
 - Se parte de la información del entorno del proyecto.
- Descripción
 - Se calculan las herramientas y actividades necesarias para evaluar la necesidad de predicción – agilidad, las que puedan identificarse serán fijadas y gestionadas por el equipo de planificación.
- Salidas
 - Serán el resultado de determinación de tamaño fijado por el equipo de planeación.

Aplicación de segundo filtro: Tamaño de proyecto:

- Entradas
 - Se contemplan las metodologías aprobadas por el primer filtro.

- Se toma en cuenta el resultado de determinación de tamaño.
- Descripción de Filtro
 - Ingresar una por una, cada metodología aprobada a filtro.
 - Si el resultado de determinación de tamaño está incluido dentro del rango de tamaño de la metodología que se encuentra a prueba derivado de la filtración, la metodología aprueba el filtro, en caso contrario dicha opción queda descartada.
 - El filtro culmina cuando el total de las metodologías de entrada son filtradas.
- Salidas
 - Metodologías que han aprobado el segundo filtro.
 - Si el número de metodologías es mayor que 1, se continua con el siguiente filtro.
 - Caso contrario, culmina el procedimiento y la metodología aprobada será la escogida para el proyecto de desarrollo de software.

Determinación de criticidad de proyecto:

- Entradas
 - Se parte de la información del entorno del proyecto, previa.
- Descripción
 - Para determinar la criticidad del proyecto se recurrirá a los niveles de criticidad mencionados en la descripción del filtro criticidad de proyecto que ya se ha presentado, es decir:
 - Pérdida de comodidad.
 - Pérdida de dinero discrecional.
 - Pérdida de dinero esencial.
 - Pérdidas de vidas humanas.
 - Las herramientas y actividades necesarias para evaluar la necesidad de predicción – agilidad, serán fijadas y gestionadas por el equipo de planificación.
- Salidas
 - Resultado de determinación de criticidad.

Aplicación de tercer filtro: Criticidad:

- Entradas
 - Se parte de las metodologías aprobadas en el segundo filtro.
 - Contempla el resultado de determinación de criticidad.
- Descripción
 - Se escoge una metodología a filtrar.
 - Si el resultado del estudio de criticidad está incluido dentro del rango de criticidad de la metodología filtrada, la metodología aprueba el filtro, caso contrario dicha opción queda descartada.
 - El filtro culmina cuando el total de las metodologías de entrada son filtradas.

- Salidas
 - Se obtienen las metodologías que han aprobado el tercer filtro.
 - Si el número de metodologías es mayor que 1, se continua con el siguiente filtro.
 - Caso contrario, culmina el procedimiento y la metodología aprobada será la escogida para el proyecto de desarrollo de software.

Evaluación y decisión final de selección

- Entradas
 - Se parte de las metodologías aprobadas en el tercer filtro.
 - Estudio comparativo de metodologías de desarrollo de software.
 - Contempla la información de entorno del proyecto.
- Descripción
 - Se parte al contrastar las metodologías de entrada para este paso. Se utilizará el estudio comparativo para tal caso.
 - Se evaluar qué metodología, según el contraste de metodologías realizado, se acerca más a satisfacer las necesidades del proyecto.
 - Aquella metodología que, según las evaluaciones de los planificadores, sea la más cercana a las necesidades del proyecto, será finalmente la escogida.
 - Las herramientas y actividades necesarias para evaluar y elegir la metodología a aplicar al proyecto de software serán fijadas y gestionadas por el equipo de planificación. Se recomienda utilizar los resultados del estudio comparativo de metodologías de desarrollo de software, ya sea como una herramienta de evaluación, o dentro de un conjunto.
- Salidas
 - La metodología aprobada, es la elegida para adaptar al proyecto de desarrollo de software.

En términos de la investigación y como fue mencionado se selecciono la metodología de Scrum, aplicando los primeros filtros y la cual paso de manera favorable, sin embargo, se continuo con los demás filtros con la intención de dar a conocer el proceso completo de selección, dejando en claro una vez mapas que la metodología de Scrum no pasa por el filtro de criticidad.

3.8 METODOLOGÍAS DEL DESARROLLO DE SOFTWARE

Para la construcción de software es indispensable la correcta aplicación de una de las metodologías que existen al día de hoy, es importante conocerlas todas o al menos una noción de ellas, ya que dependiendo de su naturaleza son los alcances que esta pueda proporcionar. Del proyecto o software es la metodología que debe aplicarse, aunque pudiera darse el caso que en más de una se puedas obtener los resultados deseados. Otro aspecto a considerar son los requerimientos que son indispensables para que la metodología pueda implementarse.

“Una metodología es una colección de procedimientos, técnicas, herramientas y documentos auxiliares que ayudan a los desarrolladores de software en sus esfuerzos por implementar nuevos sistemas de información. Una metodología está formada por fases, cada una de las cuales se puede dividir en sub fases, que guiarán a los desarrolladores de sistemas a elegir las técnicas más apropiadas en cada momento del proyecto y también a planificarlo, gestionarlo, controlarlo y evaluarlo” (Avison & Fitzgerald, 1995).

Todas las metodologías sin distinción de alguna en particular nos indican un plan adecuado en la gestión y control del proyecto de software, estas contemplan definición de etapas, los datos de entradas y salidas, las restricciones, la comunicación, cada una de las tareas ordenadas y una correcta distribución de recursos. De las metodologías existentes, cada una de ellas conserva procesos que marcaran el ritmo de trabajo, de los procesos que se identificaron son los que se muestran en la Tabla 4:

Tabla 3. Procesos en metodologías de desarrollo. Fuente: (Tinoco & Rosales & Salas, 2010)

PROCESO	DESCRIPCIÓN
Modelo secuencial	Se inicia con un completo análisis de los requisitos de los usuarios. En el siguiente paso, los programadores implementan el diseño y finalmente, el completado y perfecto sistema es probado y enviado.
Desarrollo incremental.	Su principal objetivo es reducir el tiempo de desarrollo, dividiendo el proyecto en intervalos incrementales superpuestos.
Desarrollo iterativo.	En el desarrollo iterativo se rompe el proyecto en iteraciones de diferente longitud, cada una de ellas produciendo un producto completo y entregable.
Modelo en espiral.	Comprende las mejores características de ciclo de vida clásico y el prototipado. Además, incluye el análisis de alternativas, identificación y reducción de riesgos.

Otra de diferencias que existen en las metodologías es que pueden clasificarse por metodologías tradicionales o ágiles, el hecho de que existan diferencias no las hace mejores o peores, simplemente existen y son funcionales porque depende en mucho del proyecto a desarrollar la metodología que se debe de implementar. Si se tratase del desarrollo de software complejo, industrial, además de sofisticado, será necesario una metodología que

contemple un trabajo robusto, además de no deje fuera o le de poca relevancia a la documentación. El hablar de las metodologías tradicionales, se puede identificar una problemática principal que surge de que no se logra planificar bien el esfuerzo requerido para continuar bajo la misma metodología. Por lo que será necesario definir métricas que apoyen la estimación de actividades de desarrollo, contemplando esta propuesta muchas prácticas de metodologías tradicionales podrían ser apropiadas. Si durante el desarrollo no es posible predecir los resultados de cada proceso, esto no significa que la situación se encuentre frente a una disciplina de azar. Lo que realmente significa es que se encuentra frente a la necesidad de adaptación de los procesos de desarrollo que son llevados por parte de los equipos que desarrollan software. De las características principales de las metodologías tradicionales resaltan las siguientes:

Basadas en normas provenientes de estándares seguidos por el entorno de desarrollo

- Los cambios no están contemplados o son complejos
- Son impuestas, en la mayoría de los casos son empresas
- Proceso mucho más controlado, con numerosas políticas y normas
- Existe un contrato legal, previamente fijado
- El cliente interactúa con el equipo de desarrollo mediante reuniones
- Grupos grandes y posiblemente distribuidos son engranes de una gran maquinaria
- Múltiples artefactos y roles
- La arquitectura del software es esencial y se expresa mediante modelos
- Documentación exhaustiva necesaria para fundamentarlo todo lo que se realiza
- Pocos ciclos de entrega, justificado por el trabajo exhaustivo e intenso

Por otro lado, se encuentran las metodologías ágiles, que surgen como una opción para el desarrollo de software no tan robusto, la cual considera etapas esenciales e importantes, pero sin dedicarles más tiempo que el necesario para su desarrollo. Son conocidas también por su gran capacidad de ser adaptativas y flexibles. Para propósitos de desarrollo de la investigación y aplicación en el desarrollo del software se hará uso de una metodología ágil, de entre las que destacan son las siguientes:

1. Adaptive Software Development
2. Agile Modeling
3. Agile Model Driven Development
4. Agile Project Management
5. Agile Unified Process
6. Crystal Methods
7. Dynamic Systems development methods
8. Feature driven development
9. Internet Speed Development
10. Lean development
11. Pragmatic programming
12. Scrum
13. Test Driven Development
14. XBreed

15. Extreme Programming
16. Win Win Spiral
17. Evolutionary Project Management
18. Story cards driven development
19. Agile Unified Process
20. Open Unified Process

Es prescindible mencionar que el hablar de la aplicación de una metodología dentro de un desarrollo empresarial requiere el contemplar de ciertos criterios, similar a lo que ya se ha mencionado con las tecnologías tradicionales, donde la documentación es uno de ellos, ya que permite conocer a detalle todos y cada uno de los pasos que se han realizado, importante para el usuario que solicita el software y sabes de todo el proceso de construcción, otro aspecto importante que se contempla es la presencia en internet, como de las metodologías certificadas y con training. Estas son las que otorgan un documento que según los expertos contempla dentro de sus procesos lo necesario para desarrollar software de calidad, dentro de las cuales se presenta la tabla 5 que contempla a solo metodologías que cumplen con los parámetros antes mencionados:

Tabla 4. Mitologías con criterios de selección.

METODOLOGÍA	DOCUMENTACIÓN	PRESENCIA EN INTERNET	CERTIFICADAS Y CON TRAINING	PRESENCIA EMPRESARIAL
Dynamic Systems development methods	3	1	5	4
Scrum	2	5	5	5
Extreme Programming	5	4	3	3

Fuente: Adaptación a la propuesta de Tinoco, Rosales y Salas (2010)

De las mejor evaluadas es la metodología de Scrum respecto a los criterios presentados en la tabla, donde cinco en la calificación máxima y obteniéndola en la presencia en internet, en las certificadas y con training y la de presencia empresarial, a lo que respecta la calificación a documentación le otorgan esa calificación por que en el proceso no es necesario el documentar todo, sin embargo documenta lo necesario lo que permite a los desarrolladores dedicar tiempo a programas y menos a documentar, eso le da la ventaja en los tiempos de entrega y lo que ha vuelve una de las metodologías populares entre la

comunidad de desarrolladores, esto sin perder su estatus de una mejores metodologías ágiles de desarrollo de software.

Scrum adoptar una estrategia de desarrollo incremental, en lugar de la planificación y ejecución completa del producto. El modelo incremental se centra en la entrega de un producto operacional con cada incremento. Las entregas de los primeros incrementos son versiones incompletas del producto final, pero proporcionan al usuario la funcionalidad necesaria para su evaluación, es decir se presenta a grandes rasgos un prototipo que contempla en lo general lo necesario para que el software funcione. Es decir, el Modelo incremental combina, el modelo secuencial, y la construcción de prototipos, para la entrega de productos, en partes pequeñas a las que dentro de la nomenclatura se llama incremento.

3.9 LA REALIDAD AUMENTADA APLICADA EN LA EDUCACIÓN

La Tecnología educativa de los años 50's a los 90's se ha visto rebasada y puesto como obsoleta desde la llegada de los medios audio visuales hasta la llegada del internet, la web y las redes sociales, es necesario hacer mención ya que todo tiene un génesis u origen y complementado la información que se ha descrito previamente se con templa la de la Tecnología Educativa con:

- Teorías de la educación
- La psicología de aprendizaje
- Las teorías de la comunicación
- La teoría de sistemas

La última perdió un poco de auge en los 80's y donde la sociología creció como influencia incorporando a las tecnologías de la educación los aspectos sociales especialmente al movimiento CTS (Ciencia, Tecnología y sociedad), pero basto que llegara la inteligencia artificial para que nuevamente resurgiera ese impulso renovado por parte de la cibernética. En los países como España la Tecnología educativa se encontraba solo en el área de didáctica y la organización escolar, pues si bien explican la enseñanza como un medio de comunicación analizando como es que los medios influirán en este proceso, mientras tanto la tecnología educativa ha ido adquiriendo una mayor relevancia en el mundo real, una relevancia no siempre reconocida en los panes de estudios de formación.

Es claro que la tecnología educativa no siempre aparece en los planes de estudio como tal dado que los mecanismos por los cuales se diseñan los panes de estudios trimestralmente no siempre responden a criterios ni normativos, ni científicos, ni académicos, sino, por intereses personales y conflictos internos de los académicos. Ya que según informes internacionales en relación a las tecnologías de la educación la UNESCO en el 2004 menciona que según muchos estudios realizados revelan que existe una carencia formativa del profesorado en TIC's, a lo cual explica que, si están formados para el uso de técnico de herramientas, pero no en la dimensión pedagógica para integrar las TIC's en las aulas.

Pero como todo en el mundo, abra quienes estén de acuerdo y abra los que no lo acepten pensado que son artefactos que puede llevar a olvidar el potente dispositivo que son

las instituciones educativas, y otra que se alimenten mitos alejados de la realidad. A lo que también se reconoce que muchos de estos artefactos han ido absorbiendo el espacio y contenido didáctico y pedagógico de sus disciplinas. Mientras que a nivel universitario las tecnologías educativas han ganado un gran espacio al intervenir en la investigación, en la gestión y en la administración de la institución por lo que a ese nivel se reconoce el modo implícito de aprender usar la tecnología.

La innovación que la tecnología educativa trae consigo aparece ligada a la telemática, la informática, tecnologías digitales y las redes, en donde la innovación puede verse a cualquier nivel de enseñanza en contextos formales e informales, en donde la autora ve a la innovación como un término de apertura, actualización y mejora (Prendes, 2018).

El ejemplo de Europa en donde hace una comparación entre el crecimiento de la economía digital donde su crecimiento es siete veces más que el resto de la economía, se le ha dado tanta importancia que en el 2014 la cobertura de banda ancha era del 100% en aquel país, y en donde para los nuevos puestos laborales se requerirán de conocimientos de tecnologías de la información y de comunicación. Menciona la autora M^a Paz Prendes (2018) de un estudio que se realizó en 35 países y la única diferencia con Europa es que cuentan con centros de enseñanza con tecnologías porque en equipamiento no se hallaron mayores diferencias. El término de innovación aplicado a la educación como la capacidad para crear y aplicar nuevos conocimientos, perspectivas, metodologías y recursos a la mejora de la calidad de enseñanza-aprendizaje.

Uno de los aciertos relevantes de la autora es que menciona que las Tecnologías Educativas deben ser solo herramientas para alcanzar los objetivos estratégicos de las políticas educativas. Bajo el término anterior la autora dice que la innovación educativa afecta a estrategias, procedimientos, recursos, metodologías a elementos que conforman el sistema de instituciones educativas.

La realidad aumentada es uno de estos artefactos tecnológicos educativos, si bien la se puede definir la realidad aumentada (RA) como la visión que obtenemos de una imagen real tras incorporar elementos virtuales. Con la tecnología necesaria (soporte y software) odemos obtener información de un objeto, únicamente con acercar el dispositivo. Combina elementos reales y virtuales (Ospina, 2014).



Figura 13. Realidad aumentada. Fuente: Elaboración propia con datos de Ospina (2014)

Cuando de investigación se trata en tecnología educativa existe un trabajo que consistió en analizar 2997 artículos entre el 2000 y el 2010 y 1255 entre el 2002 y el 2014 los tópicos que sobresalen son:

- Integración de tecnologías
- Las actitudes y la aceptación de las tecnologías
- Los entornos de aprendizaje
- Los enfoques y teorías del aprendizaje

En donde los instrumentos que son recurrentes en la recolección de la información son los cuestionarios, el análisis documental, y las entrevistas, claramente perceptible que se trata de corte cualitativo.

A lo que la autora M^a Paz Prendes (2018) toma la conclusión de un autor que dice que después de treinta años de investigación todavía hay una ingenua suposición de que la tecnología por sí misma mejorara el aprendizaje. En realidad, se deberían de investigar temas complejos, analizar contextos reales, integrar factores de diseño institucional, refinar entornos innovadores para el aprendizaje y sobre todo tratar de concretar nuevos principios educativos. Si se ha producido una evolución en los últimos 20 años, al pasar por alto ya los medios audiovisuales y enfocándose más en los ambientes y entornos de aprendizaje virtuales.

El modelo 3D de la autora recalca la transversalidad que existe entre el espacio de la docencia, el de la investigación y de la innovación en la tecnología educativa. Por lo que la autora deduce que en otros niveles de enseñanza cada vez es mayor la frecuencia de encontrar profesores innovando con tecnología en sus aulas. Al final varios investigadores dan a

conocer sus aportes al tema, algunos el estudio de la aplicación de video juegos, aplicaciones móviles, entornos personales de aprendizaje, entre otras muchas más.

Una de las instituciones de muy alto prestigio es el Institute of Technology (MIT) y Harvard, donde ambas escuelas en cuanto a tecnología aplicada en la educación se refieren, se está implementando software en aplicaciones basados en juegos, que buscan involucrar a los estudiantes en experiencias que combinen la realidad virtual 3D en la realidad (Basogain & Olabe & Espinosa & Rouèche & Olabe, 2007). Una aplicación de contenidos multimedia basada en Realidad Aumentada requiere de realizar los siguientes pasos:

- a) Diseño de la aplicación y de los contenidos.
- b) Generación de los contenidos
- c) Desarrollo de la aplicación en la plataforma de Realidad Aumentada (AMIRE).

Ya se ha mencionado a grandes rasgos todas y cada una de las herramientas que se involucran en la creación de artefactos en la enseñanza aplicada en la educación, por lo que una de las experiencias recurrentes es el uso de la RA en los libros de educación, que a partir de un marcador impreso lo cual permite acceder a figuras virtuales que aparecen sobre las páginas del libro, caso similar que presenta dicha investigación.

Día a día dispositivos, computadores y herramientas tecnológicos salen al mercado, cada uno de ellos con una innovación dentro del mercado por lo que el contemplar la correcta aplicación en cada uno de ellos resulta difícil, pero la intención es que será de utilidad en lo que el tiempo la vuelva obsoleta. Existirán iniciativas que busquen abarcar y penetrar cada vez en el mundo de la educación con contenidos que cada vez le sean familiarizados. EASY AR es una compañía que se localiza en el continente oriental en la ciudad de Shanghai en China, con múltiples productos en el mercado internacional; de entre los cuales destacan: EasyAR Cloud SpatialMap, que funciona como una nube de realidad aumentada a escala de ciudad abierta para usar; EasyAR Sense 4.0 SpatialMap trae una nueva experiencia; y Sentido EasyAR Seguimiento de movimiento (SLAM) EasyAR Sense 4.0 trae una potente función de seguimiento de movimiento. Es claro ver que su producto base es el desarrollo de un motor de realidad aumentada aplicado a procesos específicos. Colocando su trabajo en empresas transnacionales como; kentucky fried chicken, Pepsi, Vogue, entre otros.

EasyAR Sense tiene una gran familia de versiones (ver Ilustración 14) a partir de la versión 4, el conocido anteriormente EasyAR SDK 2.0 se llamará EasyAR Sense 3.0. De hecho, proporciona capacidades de detección del mundo real, las funcionalidades de la familia 3.0 también están incluidas en EasyAR en su cuarta familia; para los dos primeros desarrollos existen dos versiones:

- Por parte de EasyAR SDK Basic es gratuito para uso comercial. Aun así, no hay limitaciones ni marcas de agua. Además, es compatible con AR basado en un objetivo plano, admite una carga suave y reconocimiento para más de 1000 objetivos locales.
- En cambio, EasyAR SDK Pro es una nueva edición introducida en EasyAR SDK 2.0. Pero todas las funciones que están en EasyAR SDK Basic están

disponibles en EasyAR SDK Pro. Y en esta versión Pro incluye más funciones en comparación con EasyAR SDK Basic, por lo tanto, está incluido el seguimiento de objetos 3D, SLAM y la grabación de pantalla.



Figura 14. Familia de productos de EasyRA.

Fuente: Elaboración propia con datos de EasyAR (2021)

En esta versión de EasyAR Sense 4.0 le ofrece cuatro modos de suscripción: Edición personal (gratuita), edición profesional (pago mensual), edición clásica (pago único) y edición empresarial (personalizada). 4.0, EasyAR Sense no solo proporciona todas las funciones de la versión 3.x. Igualmente también agrega nuevos componentes de algoritmo y soporte de plataforma. Por consiguiente, Sparse Spatial Map ofrece la capacidad de escanear el entorno para generar mapas de nubes de puntos Sparse 3D en tiempo real. De igual forma, Dense Spatial Map admite la generación en tiempo real de mapas de cuadrícula 3D mediante el escaneo del entorno y habilita los efectos de colisión y oclusión. También, Motion Tracking hace que los objetos virtuales sean más estables en el espacio y reduce la deriva causada por el movimiento de la cámara.

El conocer este tipo de tecnología permite conocer los alcances que existen al aplicar realidad aumentada en proyectos personales, comerciales y dado el caso de la investigación educativos, será entonces en el desarrollo de la aplicación de la herramienta didáctica para la enseñanza del cálculo existan posibilidades de desarrollar un producto innovador, eficiente, de aprendizaje significativo, en pocas palabras de calidad. Para el desarrollo de la aplicación, se busca el uso de un motor de RA que permita la inclusión de dispositivos tanto de Android, OS, MAC y Windows, para lo cual se realizara el reconocimiento de un marcador que permitirá activar la animación que permita desplazar una persona femenina sobre una rampa de skateboard, esto con el propósito de ver en un ejemplo cotidiano y grafico la aplicación de los limites en el cálculo, ya que como parte de una de las materias elementarles para toda carrera en ingeniería, el que los alumnos puedan ver en un medio grafico o aplicado en la realidad es muy difícil. Ya hemos visto que las matemáticas existen en el mundo en todo lugar en los diferentes fenómenos que existen y que pocas son las personas que pueden verlo

y sobre todo desarrollarlo a tal manera de que pueda ser explicado. Tarea difícil para un docente de ingeniería, por lo que solo se limitan a dar la teoría y realizar ejercicios en un ambiente de plano cartesiano de eje de coordenadas en las que pueden verse líneas que se prolongan a lo largo de los cuadrantes, sin embargo, en la vida diaria y cotidiana esos cálculos se realizan de manera inconsciente.

4 METODOLOGÍA

Se hará uso de diferentes tipos de investigación que permitan un proceso ordenado y con resultados óptimos como son:

4.1 INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL

Se utilizará en la recopilación de información necesaria, desde los antecedentes hasta la búsqueda de técnicas actuales que permitan el desarrollo del proyecto, así como de los temas involucrados en el mismo.

4.2 INVESTIGACIÓN EXPLORATORIA

Se usará principalmente para la exploración preliminar, el análisis de conceptos y aspectos concretos que permita desarrollar los temas desde diferentes ángulos. aunado al análisis de la factibilidad de las tecnologías como la realidad aumentada en herramientas didácticas

4.3 INVESTIGACIÓN DESCRIPTIVA

Este tipo de investigación ayudará a describir cada uno de los componentes relacionados con el proyector como es el tema de límites, el m-learning, realidad aumentada, así como el análisis y de desarrollo de este.

4.4 INVESTIGACIÓN EXPLICATIVA

Ayudará a argumentar no solo el objetivo planteado sino a verificar los beneficios del desarrollo sino el por qué se realizará de esa manera además el cómo se llegará a esas conclusiones.

4.5 INVESTIGACIÓN DISEÑO

Se diseñará una herramienta didáctica que permita beneficiar a los estudiantes de ingeniería en el tema de límites, incorporando la realidad aumentada en este proceso, así como las técnicas de análisis de los datos resultantes.

4.6 INVESTIGACIÓN CAMPO

Se aplicará un pre-test y un pos test en estudiantes de ingeniería, que tengan en su plan de estudio el tema de límites, así como observar las problemáticas de estos estudiantes al comprender el tema.

Utilizar metodologías ágiles en el desarrollo del software no se refiere a la velocidad con la que se pretende desarrollar sino en el mundo del desarrollo de software se denomina metodología ágil a aquellas que por su naturaleza utiliza iteraciones o incrementos.

4.7 MÉTODO CIENTÍFICO

Al ser un trabajo de investigación es indispensable tener como guía el método científico que permita la creación de nuevos conocimientos que ha caracterizado a la ciencia. Consiste en la observación sistemática de la medición de resultados obtenidos en la experimentación, así como la formulación comprobación y modificación de la hipótesis. Los elementos que la caracterizan son:

La observación

La experimentación

Medición

Hipótesis

Falsabilidad

Reproducibilidad y repetibilidad

Revisión por partes

Es importante aclarar, que en este caso se trata de una propuesta de metodología que probablemente cambie al avanzar con la investigación. Después de obtener los primeros resultados es posible tenga agregados con el fin de obtener el mejor resultado en el diseño, desarrollo y conclusión del proyecto.

5 DESARROLLO DE LA APLICACIÓN DE R.A

En el siguiente capítulo se realiza el análisis para definir las características de la app, las cuales definirán las herramientas que se emplearán en el desarrollo, así como el sistema operativo sobre el que correrá. También será definido el diseño de la aplicación las funcionalidades y flujos utilizando la metodología SCRUM.

5.1 SELECCIÓN DE METODOLOGÍA (SCRUM)

Se utilizará scrum porque es un proceso en el que se aplican de manera regular un conjunto de buenas prácticas que mantendrá alineación con el objetivo, así como ser consciente de los tiempos de desarrollo. Se realizarán entregas parciales del producto final priorizadas por los beneficios que aportan, por eso esta metodología está específicamente indicado en proyectos complejos.

Se ejecutará en ciclos temporales cortos y de duración fija cada iteración deberá proporcionar un resultado completo al desarrollo final de la herramienta didáctica que permita hacer entregables de los avances. El proceso partirá de los objetivos priorizados, se



deberá realiza una lista de las iteraciones, que permita entender claramente los requerimientos y cómo se llegará a satisfacerlos.

5.2 ANÁLISIS

Para saber en qué sistema operativo será realizada la aplicación, se necesita analizar el público objetivo; la consultora de tecnología IDC principal firma mundial de inteligencia de mercados en tecnologías de la información, en su estudio de 2020 muestra que dispositivos Android representaron más del 84% de las unidades enviadas en 2020, y los iOS de Apple solo el 16%, lo cual nos da una idea de cuantos usuarios podrían utilizar la aplicación.

5.3 DISEÑO

El diagrama de flujo es una herramienta del modelado de software que ayuda a describir gráficamente los procesos y secuencias involucrados en el sistema. En la figura 10 se muestra el diagrama de la aplicación, donde comienza identificando el tipo de usuario dependiendo de si es alumno o profesor se mostrarán materiales diferentes, en el caso del alumno podrá elegir sobre tener más información sobre el tema o directamente con una presentación en realidad aumentada para terminar después de guardar el avance dentro de un historial del alumno en el caso del profesor le permitirá observar el progreso de los alumnos, así como retroalimentar este avance.

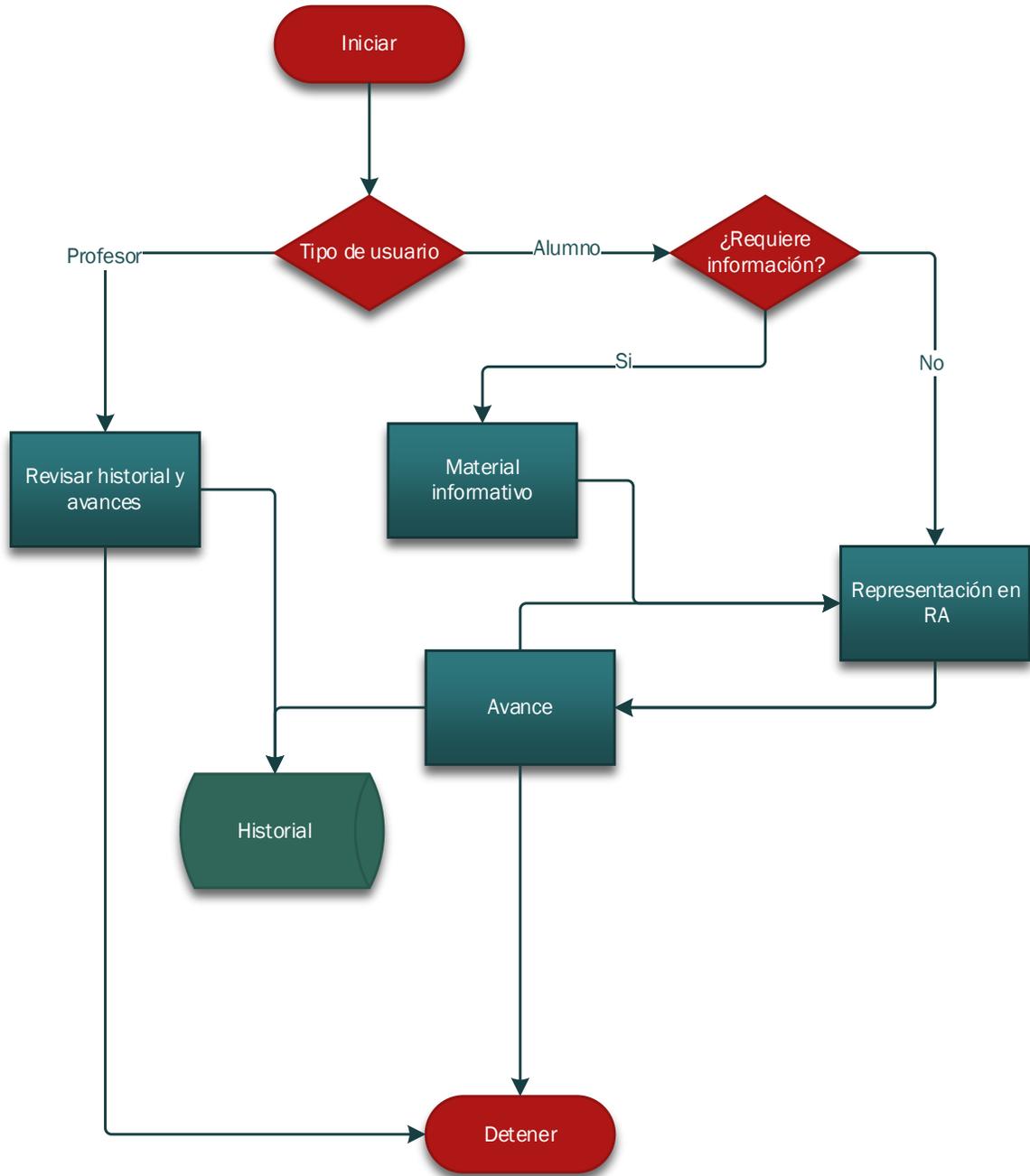


Figura 15. Diagrama de flujo (Elaboración propia)

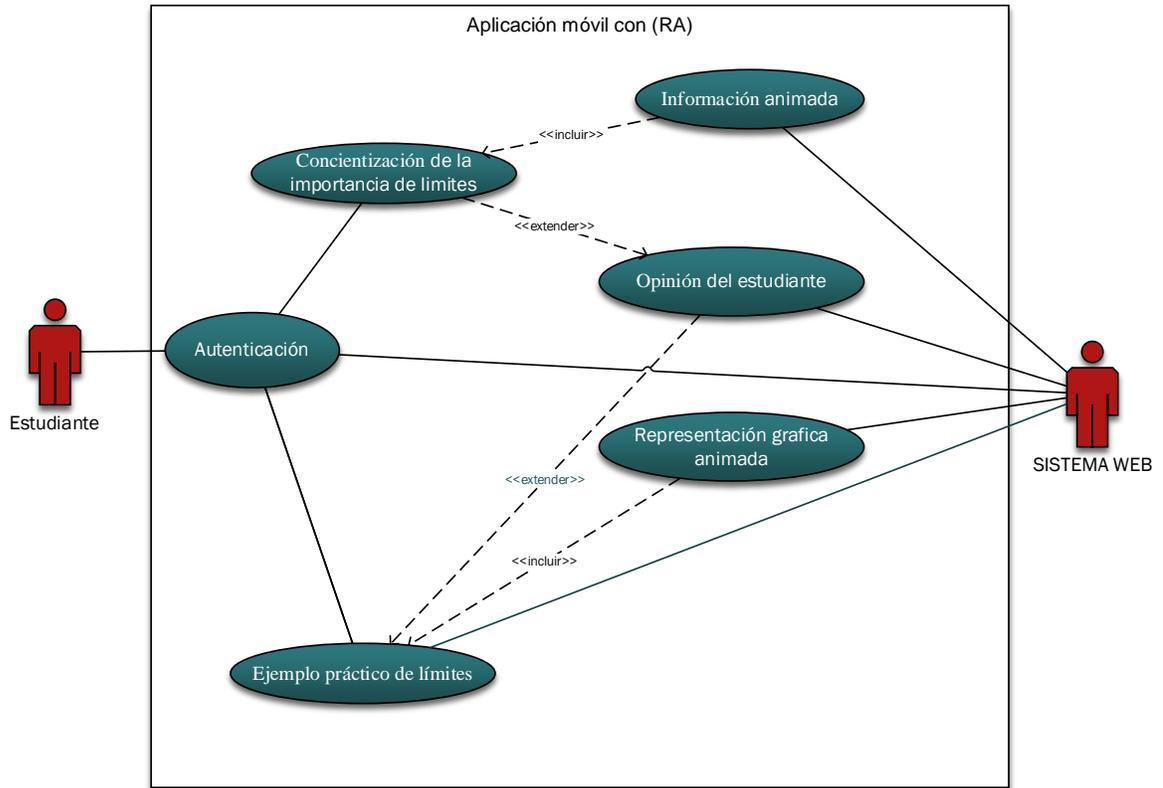


Figura 16. Diagrama de casos de uso de la aplicación móvil con realidad aumentada

(Elaboración propia)

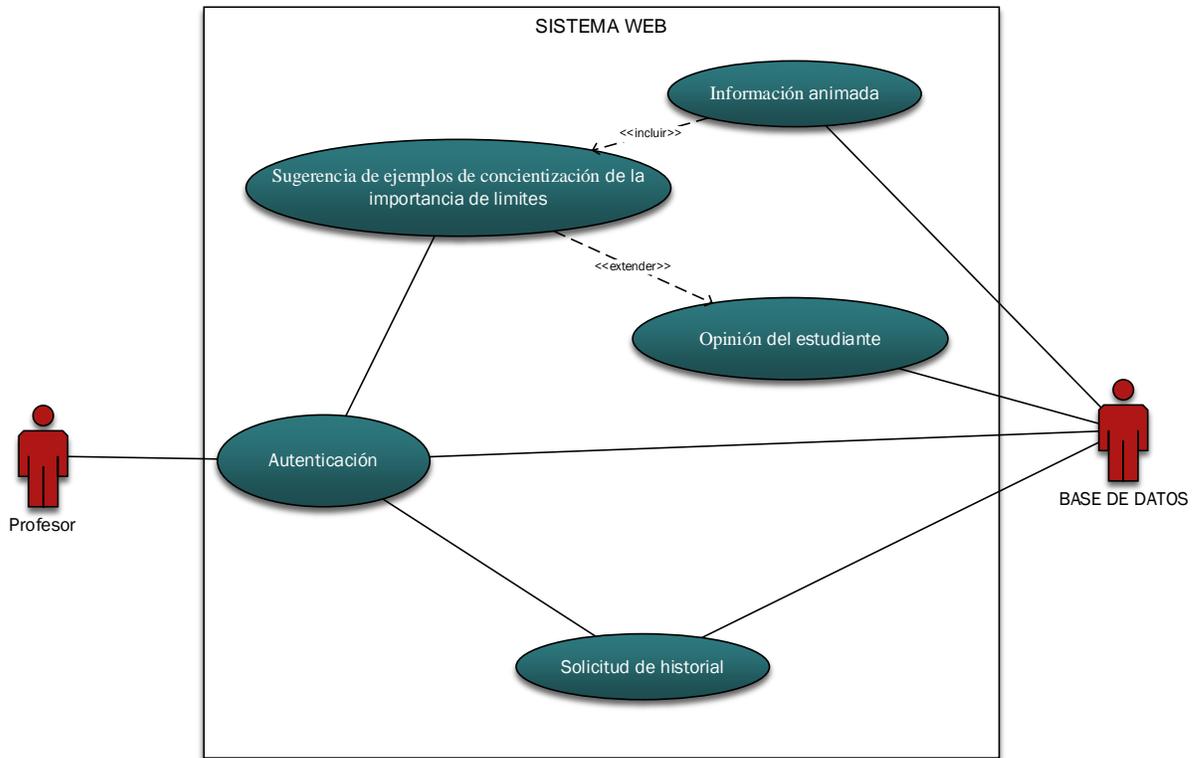


Figura 17. Diagrama de casos de uso para el sitio web (Elaboración propia)

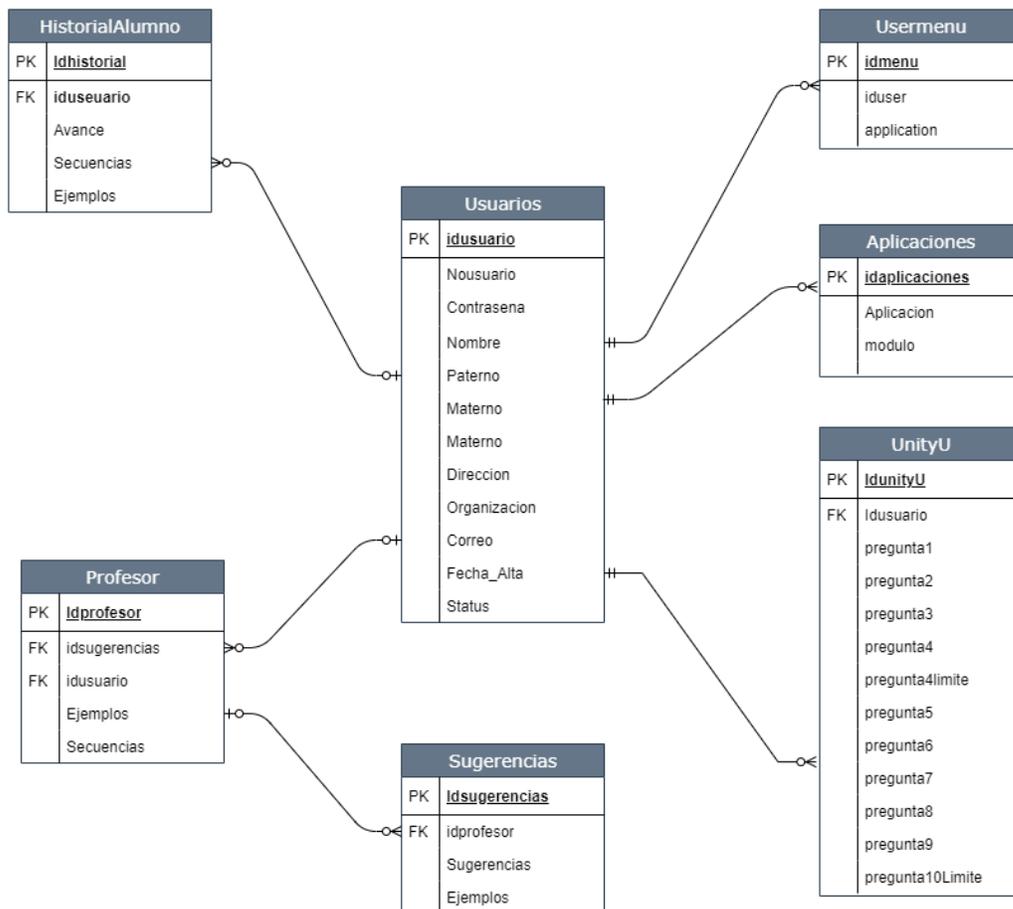


Figura 18. Diagrama relacional (Elaboración propia)

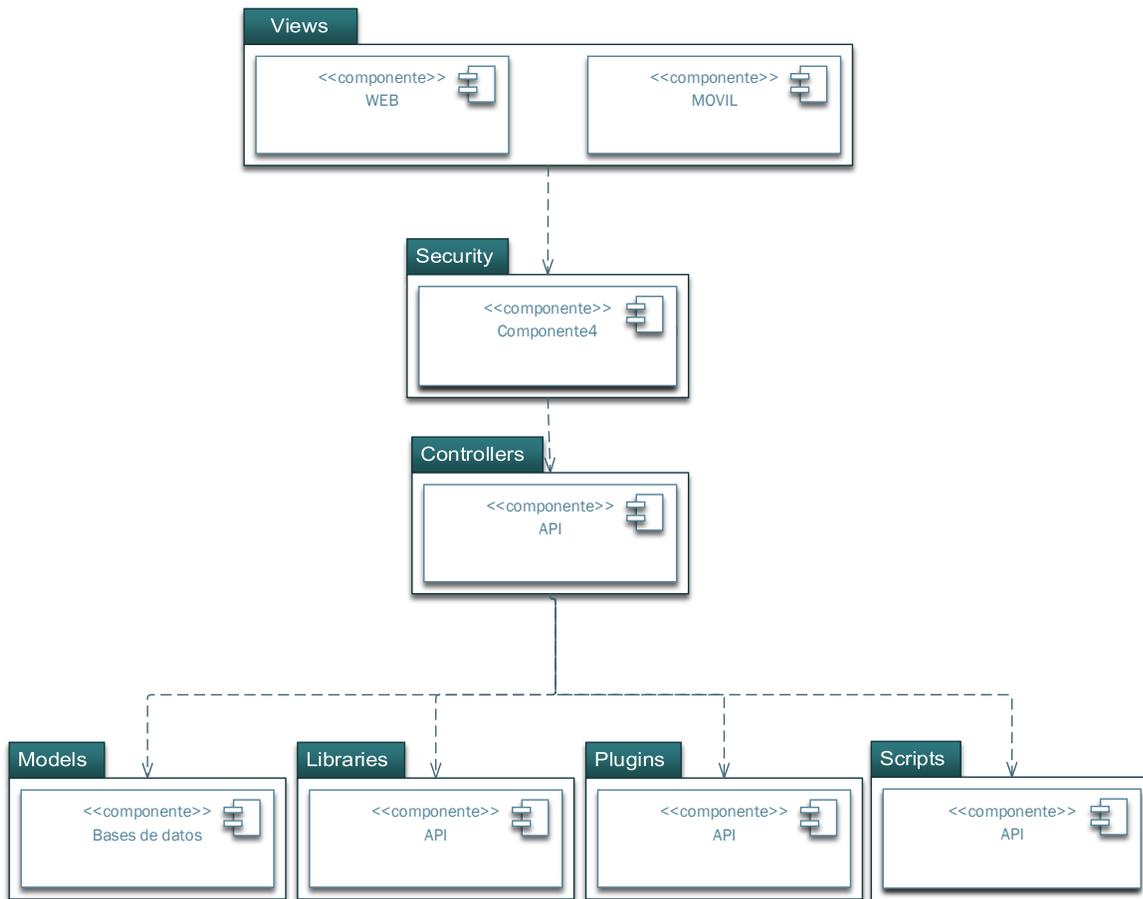


Figura 20. Diagrama de componentes (Elaboración propia)

Diseño de marcadores o Targets son elementos esenciales en el desarrollo de aplicaciones con realidad aumentada, mediante el reconocimiento, el cálculo y ubicación de estos marcadores se podrán relacionar con los elementos 3D. Por esta razón el diseño debe ser pensado para que la aplicación pueda interpretarlo de manera sencilla.

En la práctica los mejores marcadores son aquellos que tienen asimetría, presentan contraste entre los colores, además de mantener un margen blanco alrededor de la imagen. Los formatos de marcadores aceptados por frameworks para realidad aumentada son imágenes en jpg o png, con un patrón ni tan simple ya que se podría confundir con algún objeto del entorno ni muy complejo ya que el reconocimiento podría ser defectuoso al intentar cargar tantos detalles.

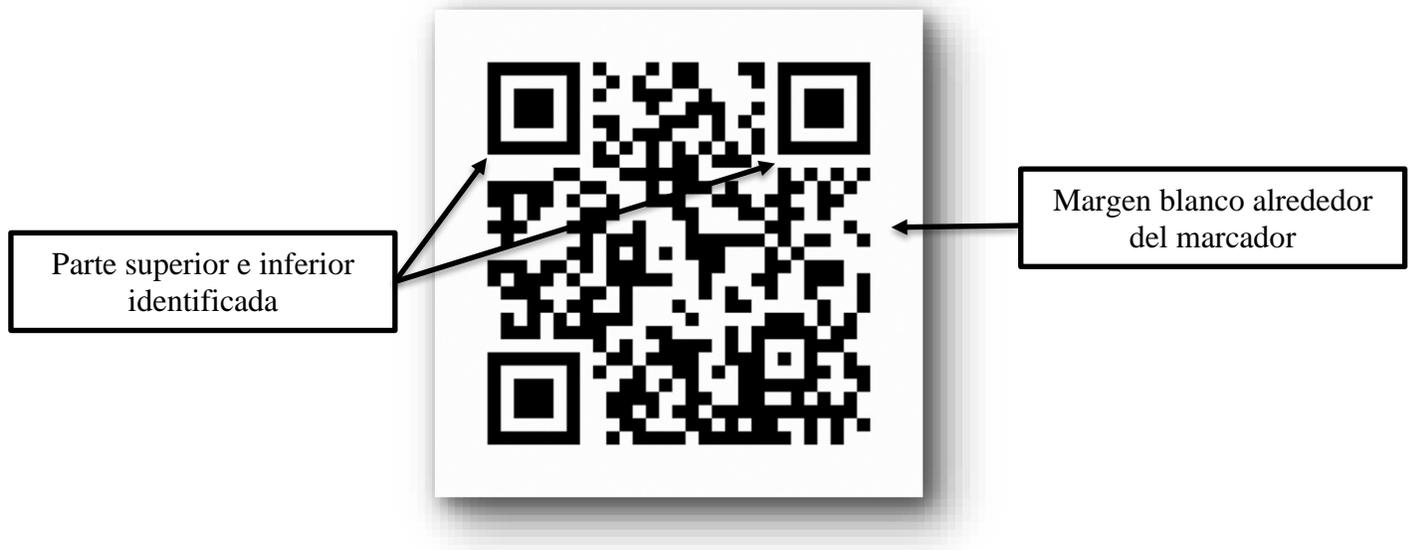


Figura 21. Marcador QR

5.4 DESARROLLO

En la etapa de desarrollo se plasmarán los modelos realizados en el análisis. La herramienta para la interface de usuario fue CodeIgniter y Bootstrap framework para desarrollo de aplicaciones web, Unity 2021.1.2f1 para construir la aplicación móvil, EasyAR para unity un framework para la realidad aumentada, Blender para el diseño en 3D además de Adobe After Effects para la implementación de animaciones en contenidos de los alumnos.

Hay dos funciones básicas que debe cumplir las aplicaciones de realidad aumentada. La primera el reconocimiento de imagen ya sea para identificar el marcador o rasgos en la imagen que indiquen que se localizó y la segunda función que se encarga de proyectar los elementos virtuales en la realidad. Por esta razón es necesario contar con una herramienta de reconocimiento y orientación espacial. Para esta tarea se usó EasyAR Sense Unity Plugin 4.2, un plugin de uso libre en sistemas no comerciales el cual requiere de una versión de Unity 2019.4 o posterior. El primer paso fue registrarse en el sitio oficial con una cuenta personal para configurar el marcador y configuraciones de uso.

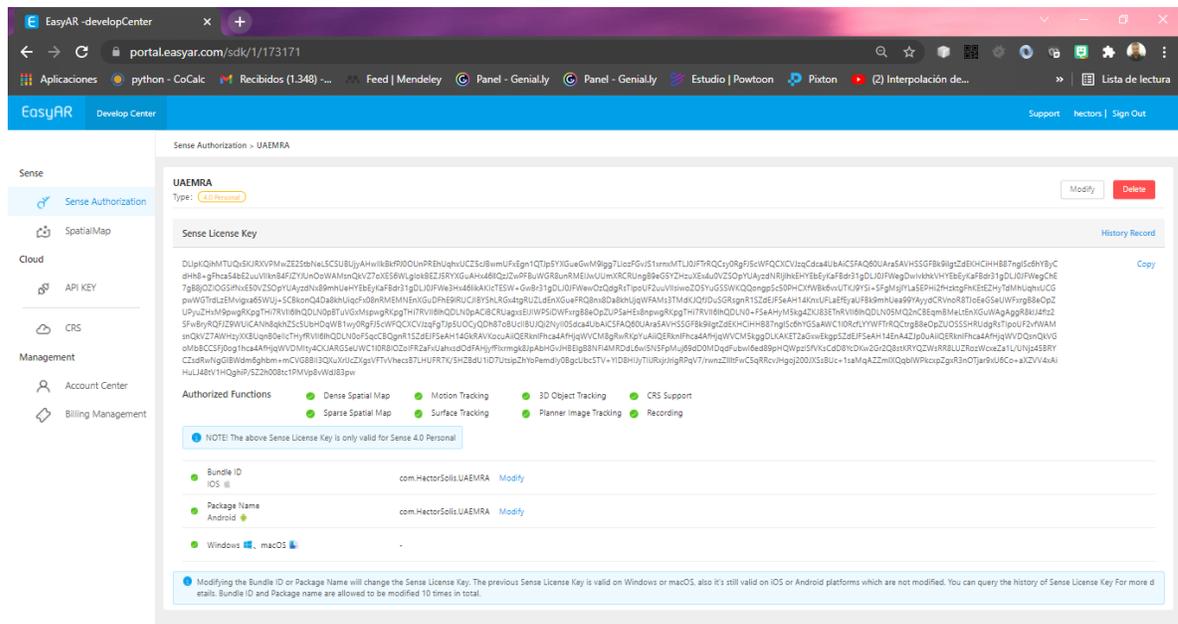


Figura 22. Registro EasyAR

La configuración se realiza en unity copiando el key en Settings en el parámetro EasyAR SDK License Key, que se encuentra Assets/ EasyAR/ Resources/ EasyAR/ Settings, toda esta información se puede consultar en la documentación.

Este marcador además se puede emplear para en un trabajo posterior, cambiar de personaje, cambiar la apariencia o ejercicio.

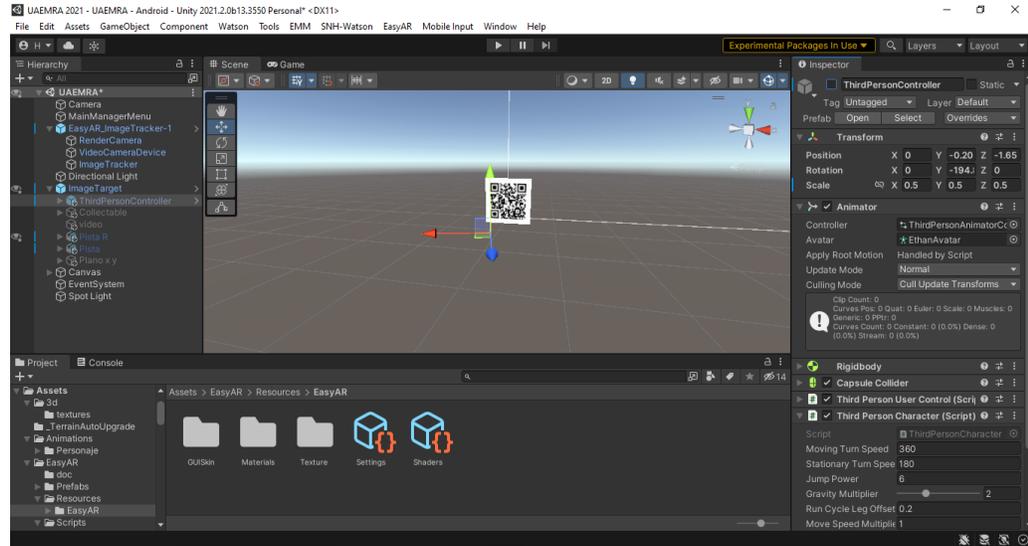


Figura 23. Marcador en unity

Ya configurado el marcador se agregarán los modelos 3D realizados en blender previamente, donde se construyeron las estructuras con figuras geométricas, guardadas en dos archivos uno con extensión .OBJ y un .MTL donde se indica la descripción del objeto y los materiales respectivamente.

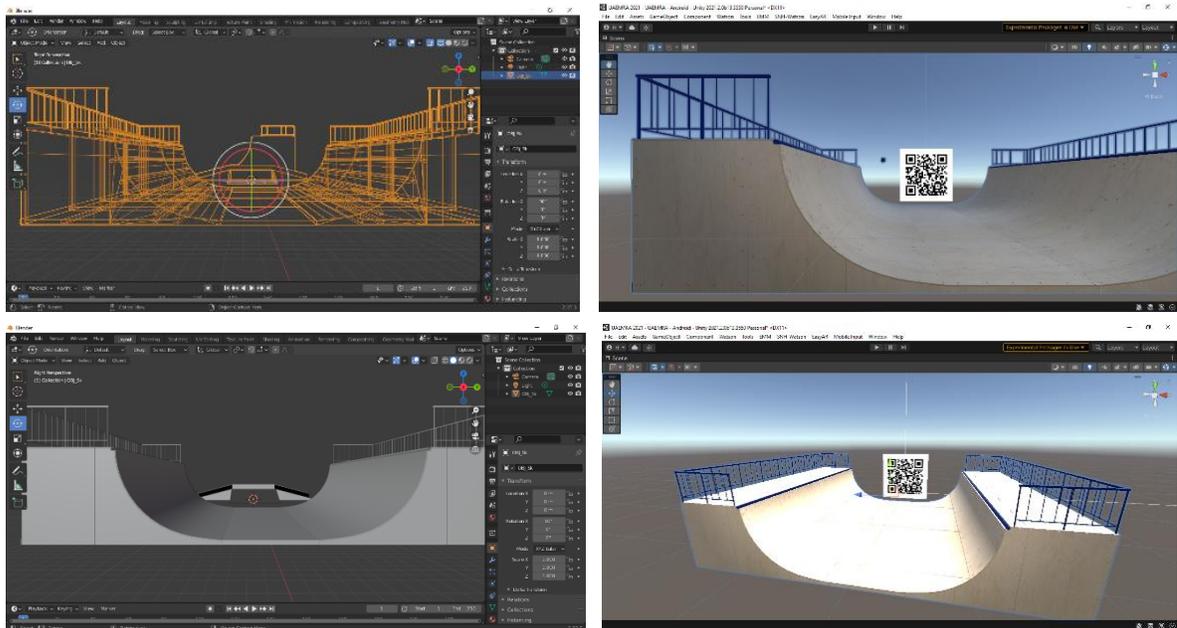


Figura 24. Pistas de Skate 3D

El personaje está en función de la representación e inclusión, de la importancia de los personajes femeninos, diversidad de etnias y culturas. Con apariencia moderna que sea atractiva para los alumnos.

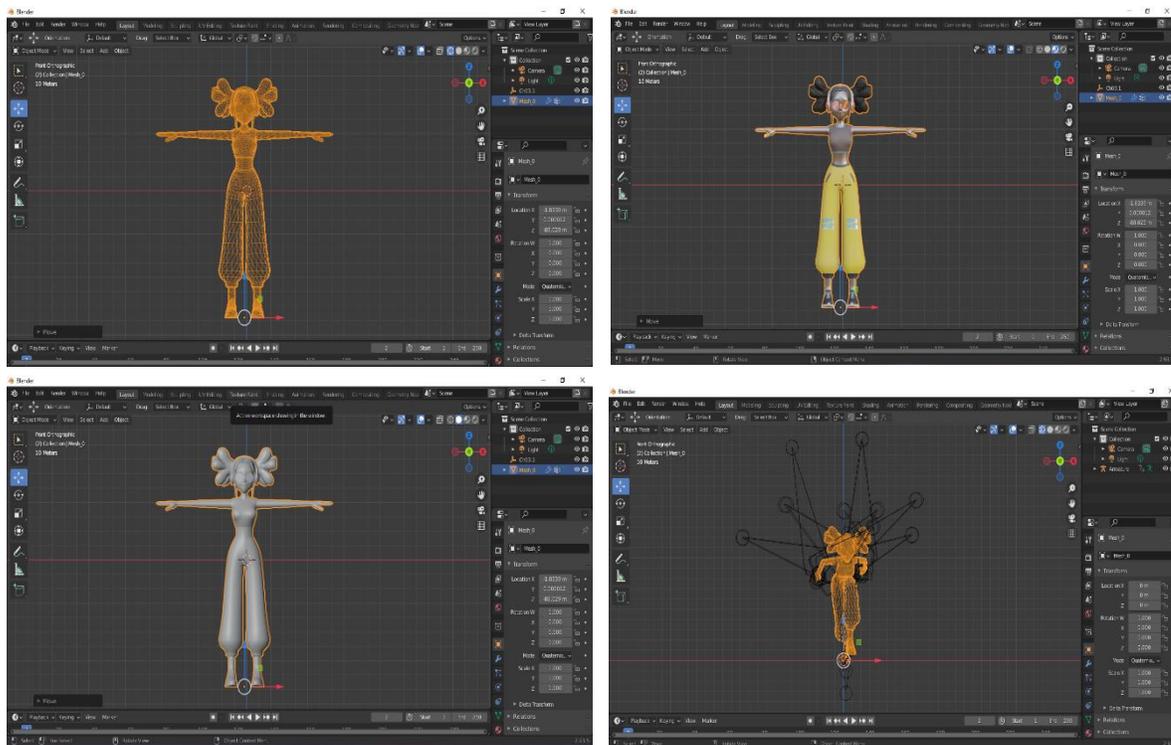


Figura 25. Personaje de Skate 3D

Con todos los elementos necesarios listos, el desarrollo de la aplicación se programó en C#, utilizando las herramientas de físicas que proporciona unity configurando rigidBody 3D y collider en los objetos que serán afectados por la gravedad, velocidad, inercia, etc.

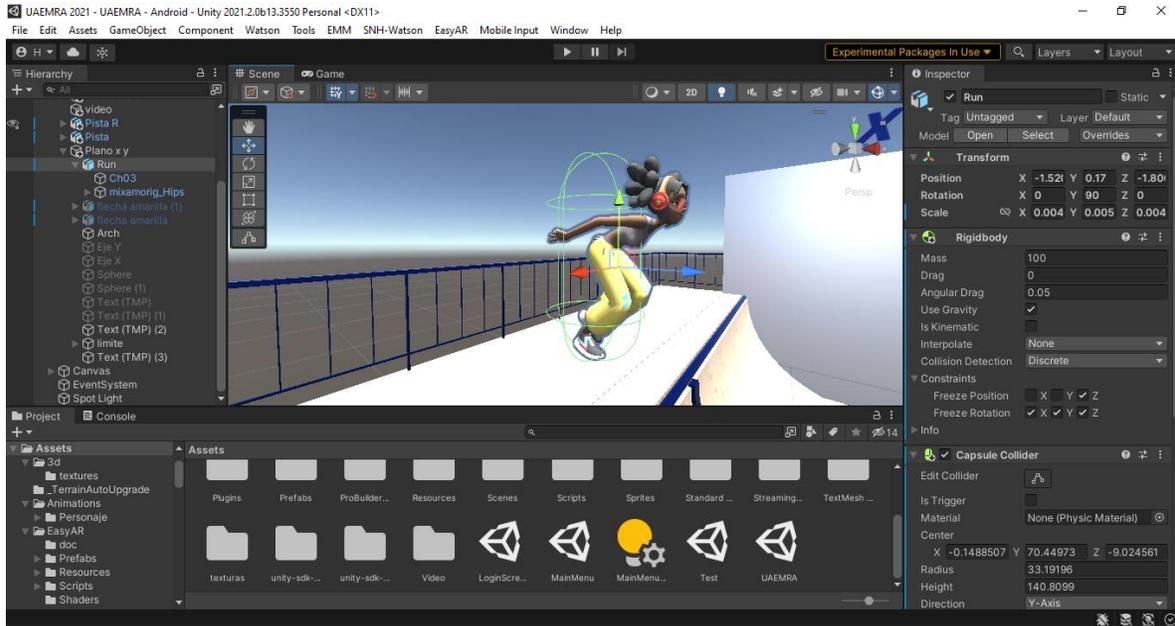


Figura 26. Configuración de físicas en Unity

Usando EasyAR para proyectar la realidad aumentada, internamente el plugin hace un reconocimiento, una vez identificado el marcador se realiza una serie de cálculos matemáticos para ubicar la posición y orientación de la cámara respecto a la imagen detectada utilizando un sistema de matrices para representar el marcador y realizar las transformaciones necesarias adaptándolo al sistema de coordenadas de la cámara. Una vez reconocido el marcador se dibuja el modelo 3D de manera que tenga la misma orientación y posición, el objeto queda superpuesto en la imagen del video real, creando así la realidad aumentada todo este proceso se realiza en tiempo real mientras se procesa el flujo de video que llega de la cámara.

La API de EasyAR Sense en la versión 3.0/4.0 se reestructura en componentes basados en el flujo de datos, lo que facilita la conexión con otros sistemas utilizando la estructura en la figura 21.

Architecture

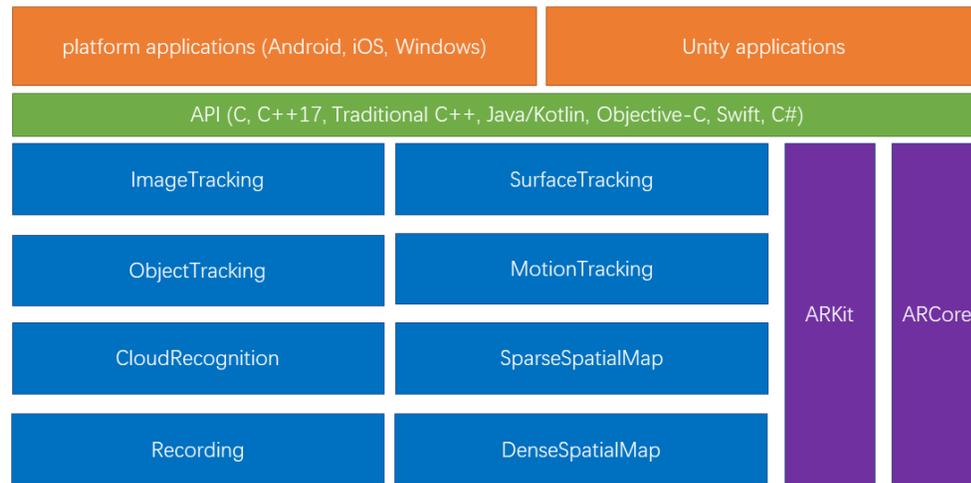


Figura 27. Arquitectura API EasyAR

- La implementación predeterminada de ARKit en iOS.
- La implementación predeterminada de ARCore en Android.
- Implementa el seguimiento de movimiento, que calcula las coordenadas 6DOF del dispositivo de la fusión multisensor. (Solo Android)

Los componentes del algoritmo son síncronos de retroalimentación es decir generan resultados con cada fotograma de entrada de la cámara y requieren los resultados más recientes del fotograma de salida para evitar interferencias mutuas.

- ImageTracker: Implementa la detección y el seguimiento de objetivos de imagen.
- ObjectTracker Implementa la detección y el seguimiento de objetivos de objetos en 3D.
- Componentes síncronos: Emiten resultados con cada fotograma de entrada de la cámara.
- SurfaceTracker: Implementa el seguimiento con superficies ambientales.
- SparseSpatialMap: Implementa un mapa espacial disperso, que proporciona la capacidad de escanear el espacio físico y generar un mapa de nubes de puntos para la localización en tiempo real.
- Componentes asíncronos: No generan resultados con cada fotograma de entrada de la cámara.
- CloudRecognizer : Implementa el reconocimiento en la nube.
- DenseSpatialMap: Implementa un mapa espacial denso, que se puede utilizar en la detección de colisiones, oclusión, etc. (funcionalidad de la versión 4.0)

Una vez implementadas las herramientas en Unity comienza el desarrollo del ejercicio donde el objetivo es utilizar la patinadora y el recorrido que realiza en la pista de skateboarding dibujando la función de la trayectoria que sigue, colocando elementos que ayuden a los alumnos a tener un mejor entendimiento de la definición intuitiva de límites.

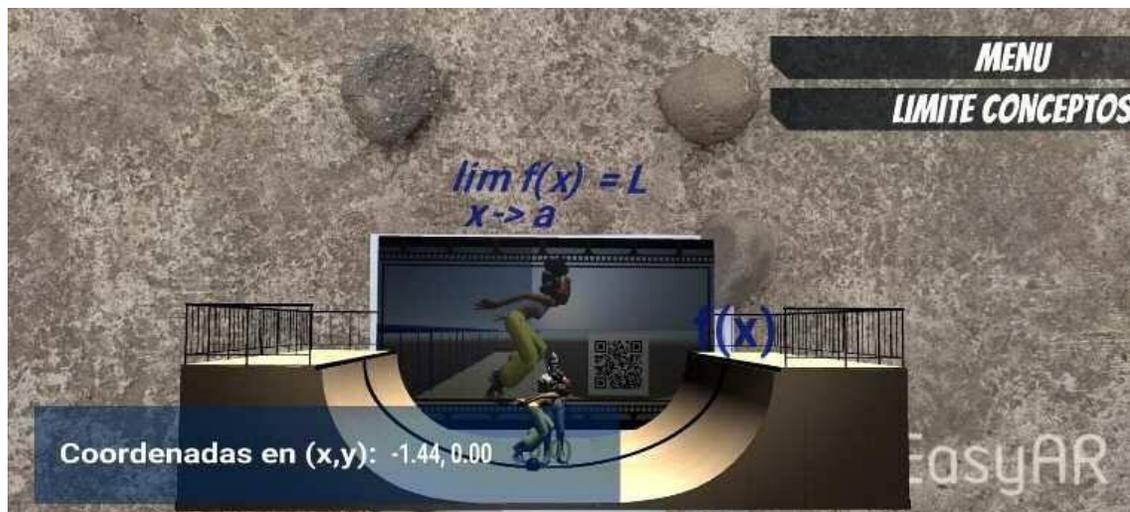


Figura 28. Implementación de ejercicio RA

El inicio de sesión en el sistema es indispensable no solo por cuestiones de seguridad sino para guardar el historial de cada individuo además de sus privilegios a los apartados necesario, será según el tipo de usuario, no será lo mismo lo que ve el alumno que el profesor.

The image shows a login form with a light gray background. It features two input fields: the first is labeled 'Usuario' and contains the placeholder text 'Numero de Usuario'; the second is labeled 'Contraseña'. Below the input fields is a blue button with the text 'INICIAR' in white capital letters.

Figura 29. Inicio de sección.

El modelo unión permite conectar y comunicar los apartados entre las aplicaciones y las diferentes tecnologías, solo en apariencia sino en intercambio de información técnicamente funciona conectando código JavaScript al SDK de Watson para Unity y la conexión para CodeIgniter Web Framework.

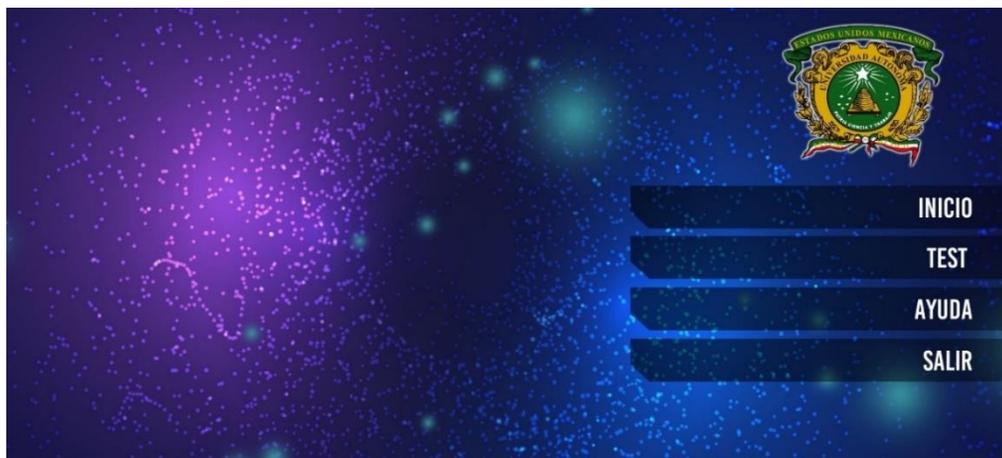


Figura 30. Menú inicial

Seguimiento del profesor. Este módulo se enfoca en el profesor, le permite conocer el historial de los estudiantes, sus avances en el tema, problemáticas, revisión de conceptos, administrar tareas asignadas con la aplicación, así como recomendaciones para los alumnos en la figura 22.

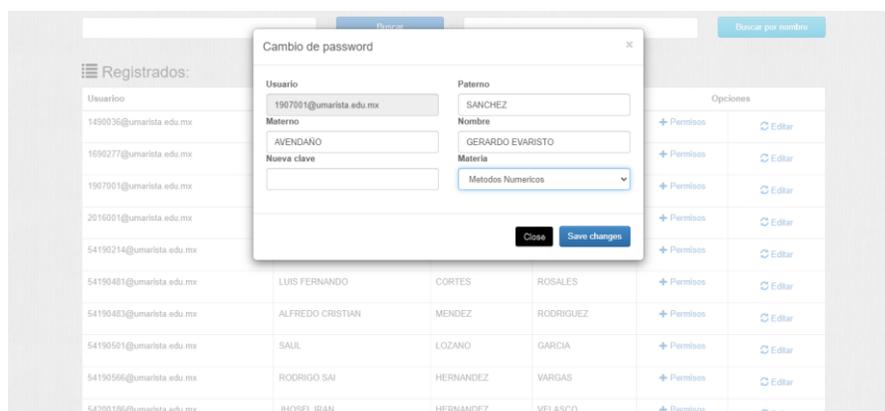


Figura 31. Historial del alumno

Ayuda. Este módulo funciona como asistente, en el uso de la herramienta para todos los usuarios retroalimentando en formatos de audio, video y sugerencias para conseguir la mejor experiencia de usuario en la figura 23.



Figura 32. Modulo ayuda

Seguimiento al alumno. Proporciona al alumno recomendaciones y estrategias que le permitan mejorar en el uso de la aplicación y de su entendimiento del tema, sugeridas por el profesor y por el mismo sistema, además de presentar contenidos multimedia recomendados por el profesor, aplicaciones prácticas del tema, recomendaciones de concientización sobre la importancia del tema, experiencias de estudiantes con buenos y malos resultados en el tema de límites. Para todas estas sugerencias se utilizan los servicios de inteligencia artificial de Watson de IBM, en este caso Watson Assistant que, mediante la carga de intenciones, entidades y señalar el flujo de diálogo permite al algoritmo dirigido por el profesor, aprender sobre las interacciones de cada estudiante y las sugerencias.

Las intenciones ocupan el primer paso. El reconocimiento del lenguaje natural es decir la forma en que el algoritmo interpretara la comunicación humana en este caso el texto, de esta manera el algoritmo interprete la intención. En esta parte es donde se entrena y retroalimentara la inteligencia artificial un ejemplo sería una pregunta de un alumno ¿Qué es la RA? Pero también podría escribir ¿RA? o “que es realida aumentada” la inteligencia deberá interpretar la intención y responder en contexto en caso que no logre interpretar el profesor contestara agregando entidades enseñando a la inteligencia artificial, rompiendo las ambigüedades para una mejor comunicación.

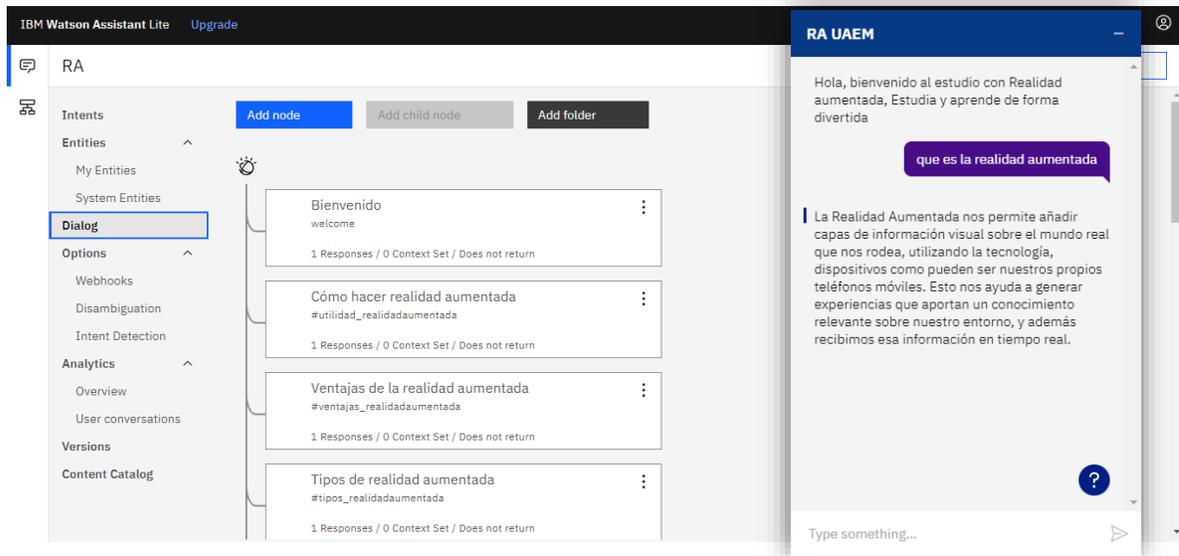


Figura 33. Intenciones, flujo de dialogo en Watson Assistant

Las respuestas del pre-post test son capturadas en la interface de Unity como se muestra en el siguiente código y son enviadas utilizando Json, procesado por las clases de Codeigniter, permite guardar las respuestas de cada usuario para su posterior análisis.

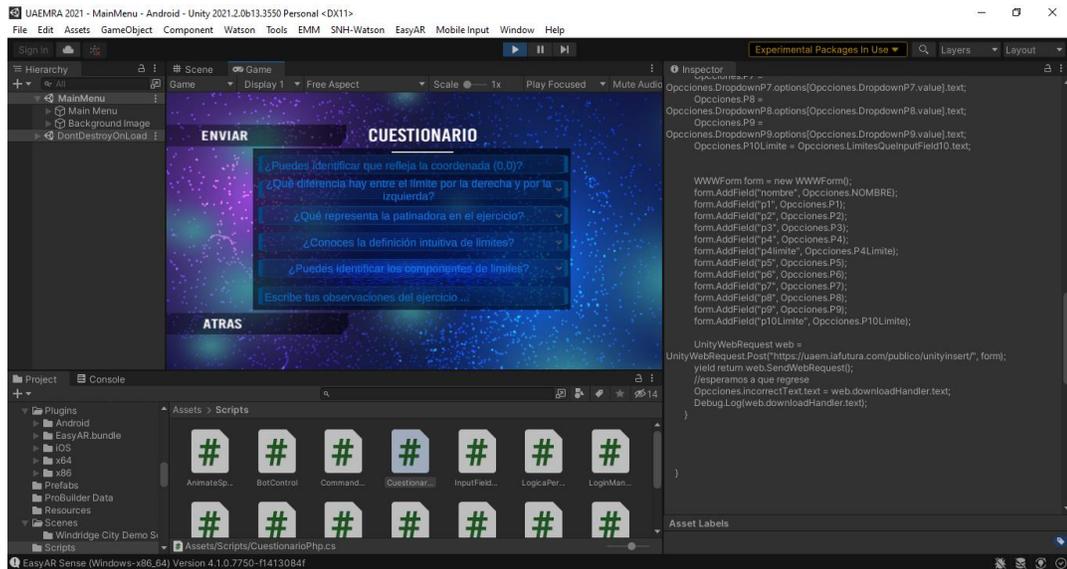


Figura 34. Pre – post test

6 EXPERIMENTACIÓN/EXPERIMENTO

Con la finalidad de identificar problemas con la aplicación es importante además de la etapa de depuración, plantear pruebas controladas con estudiantes que llevan esta materia en su plan de estudios, además de involucrar al profesor en estos experimentos. Los usuarios finales usando la aplicación aportaran mejoras desde sus diferentes perspectivas.

6.1 SELECCIÓN DEL ESCENARIO/CONTEXTO

Los alumnos que estudien en la carrera de ingeniería que lleven en su temario las materias de cálculo diferencial e integral, calculo infinitesimal, entre otras en las cuales se enseñe el tema de límites.

Los estudiantes deberán tener dispositivos móviles con Android 4.4 o superior con al menos 1 GB RAM, 200 MB de almacenamiento y un procesador que corra a 1.2 GH o superior.

Para una investigación podemos hacer uso de los diseños, estos pueden ser experimentales y no experimentales. Los experimentales nos otorgan cierto control de medición ante nuestra variable, esto nos facilita conocer los resultados más precisos pues nos permite observar los efectos que tiene nuestra variable sobre otras. [1]

En el presente caso permitirá ver la influencia de la Realidad Aumentada (RA) en la enseñanza de límites relacionando la influencia de la variable de Realidad Aumentada en el mejor o no aprendizaje. Se determinará así la causa de si ha habido una mejora en la enseñanza de límites por la influencia de la RA. Dentro de los diseños experimentales encontramos tres casos más comunes según Campbel I, D. & Stanley, J. (1 978), el de una sola medición, el de pre-test y post-test de un solo grupo y el de comparación entre grupos.

Cuando sólo hay una medición se limita a describir rasgos de un determinado grupo en un momento preciso, esto no sería suficiente para saber si la Realidad Aumentada es la que está facilitando o no la enseñanza de límites ya que al hacer un solo test al final de la experimentación no podremos saber si los conocimientos previos de los sujetos tuvieron alguna influencia en sus evaluaciones de test finales,[1] así podrían haber mejorado el aprendizaje sobre los límites con la RA o podrían ya haber tenido un buen desempeño en el tema de límites.

El diseño de medición por pre-test y post-test está considerado como mejor que el diseño anterior puesto que nos permite considerar los cambios en el grupo que un tratamiento le ha provocado considerando una observación inicial en el mismo [1]. Esto nos permitiría saber los conocimientos previos sobre el tema de límites y poder observar sus mejoras después de utilizar la RA en su enseñanza.

6.2 CARACTERÍSTICAS DEL GRUPO DE CONTROL

El último diseño de comparación entre dos grupos, en el que a uno se le aplica el tratamiento experimental mientras que al otro no, no permitiría resolver los problemas de la investigación puesto que no es una investigación comparativa, sino que se busca determinar si la RA es o no un factor para el mejor aprendizaje de los límites. [1]

Por lo que se tomaron dos grupos de las carreras de ingeniería industrial e ingeniería mecánica en segundos semestres de la universidad Marista campus ciudad de México ubicada en la delegación Tláhuac.

Se probó con 25 alumnos de segundo semestre de ingeniería mecánica y 20 de ingeniería industrial que lleven en su temario las materias de cálculo diferencial e integral, cálculo infinitesimal, u otras en las cuales se enseñe el tema de límites.

6.3 REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

Para probar la aplicación el profesor necesita tener una guía que le ayude a identificar el propósito y los alcances de la aplicación, así como la forma recomendada de uso, como se muestra en la Tabla 3. Aplicando la siguiente secuencia didáctica a los grupos de control, que arrojen los primeros resultados que ayuden en la mejora de la app y su aplicación en los alumnos.

Tabla 5. Secuencia didáctica. Elaboración Propia usando la guía de Tobón, S.

Secuencia Didáctica	
Asignatura	Calculo diferencia e integral I (Primer semestre de Ingeniería)
	Desarrollo de una herramienta didáctica con realidad aumentada para la enseñanza de límites Skate Limit.
Finalidad	Ayudar al alumno con su comprensión de conceptos básicos con respecto a límites aplicándolo en problemas prácticos.
Propósito	Que la herramienta didáctica sirva como facilitador y motivador abordando los conceptos básicos de los límites, como un tema complejo y al profesor en conseguir aprendizajes significativos.
Duración	Se realizó en 2 sesiones en un tiempo máximo de 20 min.
Tema general	Enseñanza de límites en cálculo diferencial e integral.
Contenido	Planteamiento de los conceptos básicos de los límites, así como la retroalimentación de experiencias de estudiantes previos, marcado como muy importante la retroalimentación del profesor.
Línea de secuencia didáctica	

Secuencia Didáctica

Apertura	Presentación de la herramienta, los motivos de la misma y el ejemplo que se utilizará.
Desarrollo	<p>Se le invitó al alumno a iniciar el recorrido de la patinadora y observar las fuerzas involucradas, como es la función, los valores de entrada y salida con las variables (x, y), identificándolos en la definición intuitiva de límites</p> $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = L$ <p>El alumno observó los valores en el ejemplo y escribió su experiencia.</p>
Cierre	Se aplicó un test a los alumnos para identificar los sus progresos en los aprendizajes esperados.
Producto de aprendizaje	<p>La evaluación se realizó a partir de la revisión de las experiencias de los alumnos por parte del profesor y con el llenado del test que contiene las siguientes nueve preguntas de opción múltiple y dos preguntas abiertas:</p> <ul style="list-style-type: none">• Opción múltiple preguntas de post test ¿Te ha sido fácil la navegación en el software? ¿El ejercicio planteado fue claro? ¿Conocías la tecnología de realidad aumentada? ¿Aprendiste algo nuevo sobre el tema de límites? ¿Qué representa la patinadora en el ejercicio? Escribe tus observaciones del ejercicio ... Escribe ¿Qué aprendiste? ...• Preguntas de pre test y post test ¿Qué diferencia hay entre el límite por la derecha y por la izquierda? ¿Puedes identificar que refleja la coordenada (0,0)? ¿Conoces la definición intuitiva de límites? ¿Puedes identificar los componentes de límites? Y las siguientes preguntas abiertas que evalúa el profesor Con el fin de verificar el aprendizaje de los conceptos, así como su experiencia con la actividad.

6.4 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Una vez que se realizó esta prueba controlada, se pudieron observar diferentes resultados. Con respecto a la aplicación, se pudieron observar algunas dificultades técnicas con la instalación por lo que será importante agregar una guía que ayude con este propósito. Por otra parte, la importancia del profesor se convirtió en más que evidente, guiando a los alumnos dentro de la aplicación y explicando el ejercicio práctico.

Por lo tanto, la utilización de un pre-test y un post-test permitiría observar en las gráficas las mejoras antes y después de la implementación de un Software educativo, en este caso de la Realidad Aumentada para la enseñanza de límites [3]. Estos ejemplos vistos son muy parecidos al de esta investigación, pero no son aislados, en la enseñanza de las matemáticas y para considerar los avances o mejoras de los estudiantes antes y después de implementar algún recurso de aprendizaje, suelen utilizarse el pre-test y el post-test.

Cuando utilizamos este diseño de experimentación tenemos mayor control de los datos y podemos observar de una manera más clara la mejora o no en el aprendizaje utilización de test antes y después de utilizar un Software educativo o en este caso antes de utilizar la Realidad Aumentada para el aprendizaje de las matemáticas, en específico de los límites, por lo que los pre-test y post-test son un auxilio eficaz para este tipo de investigaciones al darnos resultados anteriores y posteriores del aprendizaje esperado. [1]

Con la aplicación del pre test se puede observar las dudas de los alumnos con respecto a los conceptos de límites, donde la mayoría de ellos responden no tener conocimiento de estos.

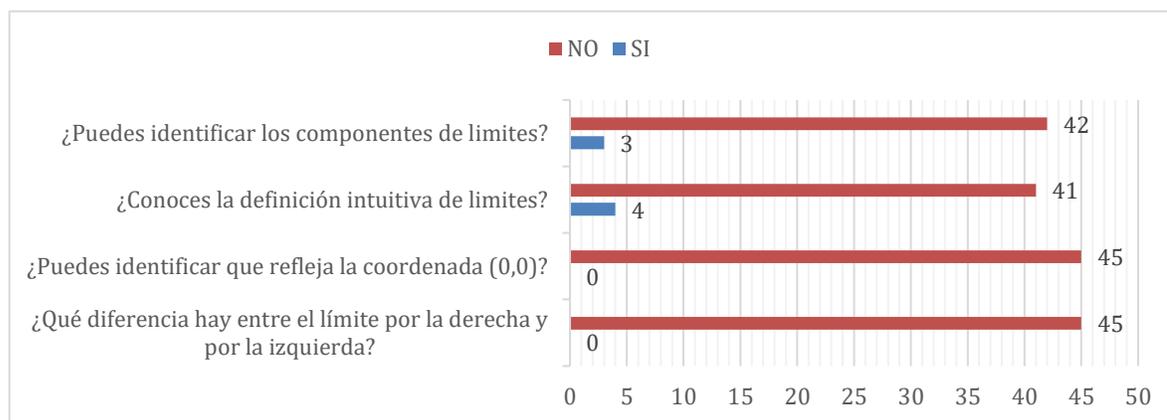


Figura 35. Resultados de Pre test.

En contraste las respuestas de los alumnos después de utilizar la aplicación fueron en la gran mayoría de claridad en los conceptos de límites además de una buena aceptación de la aplicación y la tecnología de realidad aumentada.

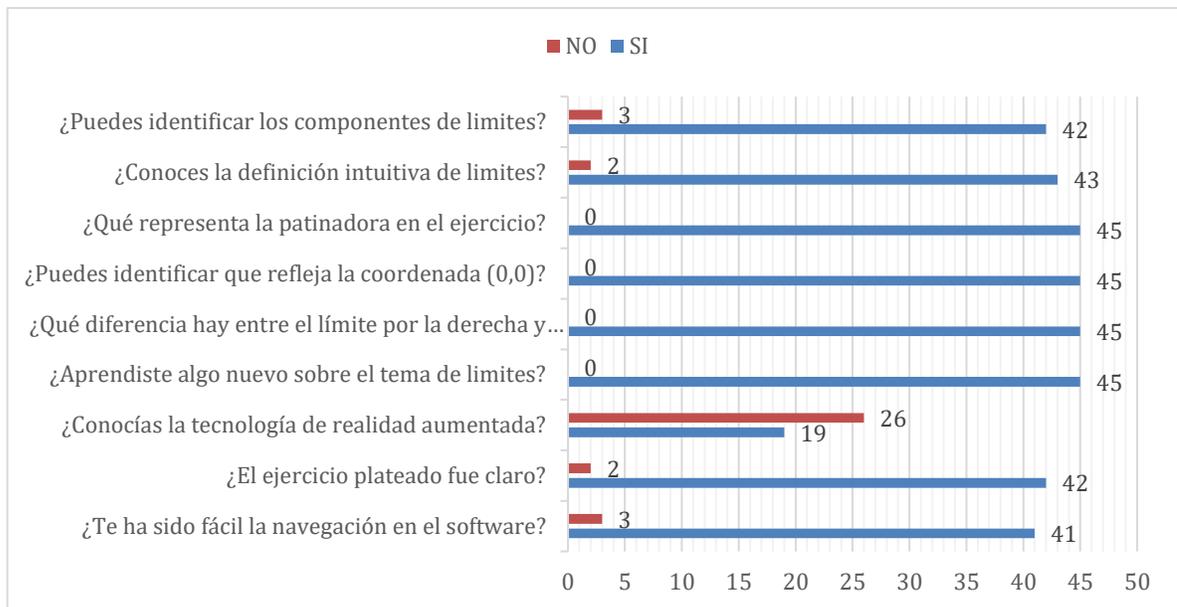


Figura 36. Resultados de Post test.

Ademas de los resultados de las preguntas hechas a los alumnos resulto enriquecedor el ejercicio para realizar correcciones sobre las preguntas que se realizarían, la compatibilidad de la app con dispositivos, el conocer la opinión de un profesor sobre la propuesta ayudo mucho ha identificar mejoras en trabajos futuros y mantener las fortaleces que posee, como el sacar de la rutina a los alumnos para explicar un tema abstracto y complejo utilizando nuevas tecnologías es de mucha ayuda para el profesor para mantener cautivos a los estudiantes.

7 CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

Con base a los resultados obtenidos en la prueba controlada de la herramienta didáctica con tecnología de realidad aumentada, se puede observar, que en la etapa en la que se encuentra el software, permite mantener el interés de los alumnos, generando un impacto positivo en estudiantes y profesores ya que la app les parece atractiva interesante desde su diseño hasta el uso realidad aumentada que facilita visualizar de los conceptos intuitivos de límites utilizando esta incorporación de elementos virtuales en la realidad. Se comprueba la aceptación con la tecnología de Realidad Aumentada por parte de los estudiantes. Se reafirma la importancia de la guía del profesor hacia sus alumnos por lo que será importante mejorar las instrucciones e incluir un manual de usuario para darle al profesor formas de uso de la aplicación para incluirse en trabajos posteriores. Los resultados del pretest y postest son alentadores por mostrar mejoras en los conocimientos de los estudiantes en una experiencia más lúdica.

En trabajos posteriores, se podrían analizar los datos obtenidos, para usarlos como retroalimentación mejorando el proceso de aprendizaje, además se pueden tomar como historial para un diseño de investigación experimental que genere resultados aún más confiables.

La implementación de inteligencia artificial en la app hace evidente el potencial que esta puede tener en aplicaciones enfocadas en la educación por esta razón el diseño se inspiró en un sistema tutor inteligente el cual se podría incorporar en los módulos de la aplicación, aprovechando el SDK de Watson que se encuentra presente en el desarrollo

8 GLOSARIO

Un código QR (quick response code, «código de respuesta rápida»): Es un módulo útil para almacenar información en una matriz de puntos o un código de barras bidimensional creado en 1994 por la compañía japonesa Denso Wave, subsidiaria de Toyota. Se caracteriza por los tres cuadrados que se encuentran en las esquinas y que permiten detectar la posición del código al lector

La realidad virtual: es un entorno de escenas u objetos de apariencia real, generado mediante tecnología informática, que crea en el usuario la sensación de estar inmerso en él. Dicho entorno es contemplado por el usuario a través normalmente de un dispositivo conocido como gafas o casco de realidad virtual.

La realidad aumentada (RA): es el término que se usa para definir una visión a través de un dispositivo tecnológico, directa o indirecta, de un entorno físico del mundo real, cuyos elementos se combinan con elementos virtuales para la creación de una realidad mixta en tiempo real.

Software: Se conoce como software al equipamiento lógico o soporte lógico de un sistema informático, que comprende el conjunto de los componentes lógicos necesarios que hacen posible la realización de tareas específicas, en contraposición a los componentes físicos que son llamados hardware.

Una imagen en mapa de bits o imagen ráster (un calco del inglés): es una estructura o fichero de datos que representa una rejilla rectangular de píxeles o puntos de color, denominada matriz, que se puede visualizar en un monitor, papel u otro dispositivo de representación.

El término gráficos 3D por computadora: se refiere a trabajos de arte gráfico que son creados con ayuda de software y programas especiales en general, o de términos, de técnicas y tecnología relacionadas con los gráficos de dimensiones altamente concentradas pueden ser grises o azul con rojo.

Un gráfico 3D difiere de uno bidimensional principalmente por la forma en que ha sido generado. Este tipo de gráficos se originan mediante un proceso de cálculos matemáticos sobre entidades geométricas tridimensionales producidas en un ordenador, y cuyo propósito es conseguir una proyección visual en dos dimensiones para ser mostrada en una pantalla o impresa en papel.

Realidad mixta: o MR (sigla del inglés, Mixed Reality) consiste en combinar mundos virtuales con el mundo real (físico) a tiempo real. Esta combinación permite crear nuevos espacios en los que interactúan tanto objetos y/o personas reales como virtuales. Es decir, se puede considerar como una mezcla entre la realidad, realidad aumentada, virtualidad aumentada y realidad virtual.

Inteligencia artificial (IA) : es un área multidisciplinaria que, a través de ciencias como las ciencias de la computación, la lógica y la filosofía, estudia la creación y diseño de entidades capaces de resolver cuestiones por sí mismas utilizando como paradigma la inteligencia humana

Casco de realidad virtual (en inglés Head-mounted Display o HMD): también llamado gafas de realidad virtual, es un dispositivo de visualización similar a un casco, que permite reproducir imágenes creadas por ordenador sobre una pantalla muy cercana a los ojos o proyectando la imagen directamente sobre la retina de los ojos. En este segundo caso el casco de realidad virtual recibe el nombre de monitor virtual de retina.

Arquitectura cliente/servidor: es un modelo para el desarrollo de sistemas de información, en el que las transacciones, o tareas, se dividen en procesos independientes que cooperan entre sí para intercambiar información, servicios o recursos. Se denomina cliente al proceso que inicia el diálogo o solicita los recursos, y servidor al proceso que responde a las solicitudes.

Autenticar: significa brindar datos, generalmente un usuario y una contraseña, o certificado, para que un software pueda verificar la identidad de quien lo solicite.

Browser: ver navegador.

Código binario: es un sistema para representar datos. El alfabeto del sistema binario se compone solo de dos caracteres, el cero y el uno. Es el código que utilizan las computadoras para procesar internamente la información.

Comando: es una orden que le damos a la PC para que realice una operación o tarea específica.

E-Learning: este término se utiliza para señalar el uso de las tecnologías informáticas en el desarrollo de nuevas herramientas y estrategias de enseñanza. Comúnmente se relaciona al e-learning con la capacitación formal o no formal por medio de Internet.

Interfaz gráfica: es el tipo de interfaz de un software que está compuesta por un conjunto de elementos gráficos –como los íconos, imágenes, ventanas, botones y bordes–que permite representar los datos de una forma elegante y práctica.

MySQL: servidor de base de datos; es software libre.

Objeto: elemento que posee atributos que le son propios y una forma específica de operar.

Página Web: documento creado en formato HTML, que es parte de un grupo de documentos disponible en la Web.

Portal Web: está integrado por varios sitios Web – relacionados por medio de alguna temática en común–y ofrece una variedad más amplia de servicios que un sitio.

Programador: persona que se dedica al desarrollo de software.

Protocolo: conjunto de reglas y acuerdos que permite que computadoras y programas con distinta arquitectura se puedan comunicar entre sí.

Servidor Web: software específico para gestionar (servir) páginas Web a los clientes o navegadores.

Servidor: ver arquitectura cliente/servidor.

Sistema operativo: conjunto de programas que se encarga de gestionar y administrar eficientemente los recursos físicos (hardware) y no físicos (software) del dispositivo donde se encuentra instalado.

Sitio Web (Web Site): lugar en la red en donde se encuentra información publicada. Cada sitio Web está compuesto por varias páginas.

Smartphone (comunicador): dispositivo que es una mezcla entre el teléfono celular y el PDA. Permite hablar por teléfono, enviar mensajes de texto y ejecutar tareas propias de una agenda electrónica.

Software: componentes no tangibles o lógicos que contiene una computadora. Comúnmente se los conoce como programas.

Software de aplicación: programas que ayudan al usuario a realizar una determinada tarea, como un procesador de texto o una planilla de cálculo.

Software de base: programas básicos necesarios para que una computadora funcione. El sistema operativo es un ejemplo de este tipo de software.

Software de desarrollo: programas que ayudan a los desarrolladores de software, analistas y programadores, a crear software de base, de aplicación u otros programas de desarrollo.

Software libre: software que puede ser distribuido, copiado y modificado libremente.

TICs: se denomina tecnologías de la información y la comunicación (TICS) a aquellas tecnologías que permiten el almacenamiento, procesamiento y transmisión de datos, brindando una gran variedad de formas comunicativas.

9 ANEXOS

10 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arcos V. J. y De Dios, O. J., Fuentes, L. M. (2006) diseño y aplicación de un instrumento de medición post-test. Para determinar la eficiencia de las actividades cognitivas, que alcanzan los estudiantes sobre las ecuaciones diferenciales. México: Universidad Autónoma de Baja California. Disponible en: https://repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/123456789/3897/1/10ocongreso_1.pdf
- Badillo, E. y Azcárate, C. (2001), Discusión sobre los instrumentos metodológicos y teóricos utilizados en el análisis de las concepciones de los profesores en ejercicio sobre la derivada, I Seminario de Investigación de Didáctica del Análisis Matemático de la SEIEM, Madrid.
- Basogain, X., Olabe, M., Espinosa, K., Rouèche, C., & Olabe, J. C. (2007). Realidad Aumentada en la Educación: una tecnología emergente. Escuela Superior de Ingeniería de Bilbao, EHU. Recuperado de <http://bit.ly/2hpZokY>.
- Biazus, G. (2012). Utilização da Realidade Aumentada em Dispositivos Móveis: Implementação na Plataforma Android. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Tecnologia Java) Pato Branco (Brasil). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 91 p.
- Blink Learning. (2018). Estudio sobre el uso de la tecnología en educación. España-Colombia-México-Perú-Chile. Informe de resultados México.
- Bosch, E. (2020). Realidad Aumentada. Consultado el 26 noviembre 2020, de <https://www.boschaftermarket.com/es/es/equipos-y-diagnos/soluciones/realidad-aumentada/>
- Botero, C., Osorio, J., & Sánchez, J. (2012). Algunos aspectos de la difusión de la Innovación en la Universidad Tecnológica de Pereira. *Scientia Et Technica*, 2(51), 81-86. <https://doi.org/10.22517/23447214.1669>
- Brousseau, G. (1997). *Theory of Didactical Situations in Mathematics*. Kluwer Academic Publishers.
- Cabada, M. T. (2001). Estudio del paradigma tecnológico y su repercusión en la formación de los profesionales de la información. *ACIMED*, 9(3), 224-228. Recuperado en 14 de marzo de 2021, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352001000300008&lng=es&tlng=es.
- Cabero, J.; y Barroso, J. (2016). Posibilidades educativas de la Realidad Aumentada. *New approaches in educational research*, 5(1), 46-52

- Campbell, D. & Stanley, J. (1978). Diseños experimentales y cuasiexperimentales en la investigación social. Buenos Aires: Amorrortu Editores.
- CEUR-WS.org, 2012. (CEUR Workshop Proceedings).
- COCKBURN, A. (2001) Agile Software Development. Primera edición. Editorial Addison-Wesley Professional.
- Cruz, R., Martínez, M, Castro, G. y Soberanes, A. (2018). Propuesta de una aplicación móvil con realidad aumentada para la enseñanza del cálculo: Caso particular de límites. En: Prieto, M. Tecnologías y Aprendizaje: Investigación y Práctica. Costa Rica: Ciata.org.
- Cultuar | Destinos Turísticos Inteligentes. (2020). Consultado el 11 de septiembre de 2020 en <https://cultuar.es/>
- D'Amore B. (2005). Bases filosóficas, pedagógicas, epistemológicas y conceptuales de la didáctica de la matemática. Barcelona
- EARL W. SWOKOWSKI Cálculo 2a Edición Wadsworth Internacional IBEROAMERICANA México versión en español de la obra 1975
- EasyAR. (2021). Consultado el 26 junio 2021, de <https://www.easyar.com/> Educación | AR Vision. (2021). Consultado el 14 de diciembre 2020, de <https://arvision.es/educación>
- Esparza, R & Rubio, J. E. (2016). ¿Qué es Tecnología? Una aproximación desde la Filosofía: Disertación en dos movimientos. Revista Humanidades, 6(1),243-285. [fecha de Consulta 3 de febrero de 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=498054743009>
- Espinoza, A. (2013). Manual para elegir una metodología de desarrollo de software dentro de un proyecto informático (Tesis de pregrado no publicado en Ingeniería Industrial y de Sistemas). Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería. Programa Académico de Ingeniería Industrial y de Sistemas. Piura, Perú.
- Esteban, P.; Restrepo, J.; Trefftz, H.; Jaramillo, J. E. & Álvarez, N. (2012). La realidad aumentada: un espacio para la comprensión de conceptos del cálculo en varias variables
- Fabregat, R. (2012). Combinando la realidad aumentada con las plataformas de e-learning adaptativas. Enl@ce Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento, 9(2), 69-78.
- Fitzgerald, E.; Adams, A.; Ferguson, R.; Gaved, M.; Mor, Y. & Thomas, Rhodri (2012). Augmented reality and mobile learning: the state of the art [online]. In: 11th World Conference on Mobile and Contextual Learning, mLearn 2012

- Fitzgerald, E.; Adams, A.; Ferguson, R.; Gaved, M.; Mor, Y. & Thomas, Rhodri (2012). Augmented reality and mobile learning: the state of the art [online]. In: 11th World Conference on Mobile and Contextual Learning, mLearn 2012 (16-18/10/2012),
- Fonseca, C, Y Gascón, J. (2000), Reconstrucción de las Organizaciones Matemáticas en las Instituciones Didácticas, XIV Jornadas del SIIDM, Cangas do Morrazo (Pontevedra)
- Galeano, S. (2020). Zara AR: así funciona la app que llevará a partir de mañana la realidad aumentada a 130 tiendas Zara. Consultado 19 de agosto 2020, de <https://marketing4ecommerce.net/zara-ar/>
- Granja, D. O. (2015). El constructivismo como teoría y método de enseñanza. Sophia, (19), 93-110. Recuperado de sitio web <https://sophia.ups.edu.ec/index.php/sophia/article/download/19.2015.04/195>
- Guadamuz, A., 2021. Pokémon Go: la realidad aumentada pone a prueba la propiedad intelectual. [online] Wipo.int. Available at: <https://www.wipo.int/wipo_magazine/es/2017/01/article_0005.html> [Consultado el 16 febrero 2021].
- Isaías Santana (2015). Diseño Cuasi-experimental (pre test/post test) Aplicado a la Implementación de Ticsen el Grado de Inglés Elemental: Caso Universidad Tecnológica de Santiago Recinto Santo Domingo en el Cuatrimestre Mayo-Agosto 2015-2(Tesis maestría en Metodología de la Investigación Científica) República Dominicana Universidad Tecnológica de Santiago
- L. Castañeda, J. Salinas y J. Adell, «Towards a contemporary vision of educational technology. [Hacia una visión contemporánea de la tecnología educativa],» Digital Education Review, (37),, pp. 240-268, 2020.
- La tecnología en la educación. (2021). Consultado el 7 Mayo 2021, de <https://pruebat.org/Inicio/ConSesion/Breves/verBreve/1595-la-tecnologia-en-la-educacion>
- Leitão, R.; Brito, A. & Rodrigues J. (2012). A aplicação da Realidade Aumentada no ensino de sólidos geométricos: um projeto em desenvolvimento. In: 6th International Conference on Digital Arts – ARTECH 2012 (08-09/11/2012), Faro (Algarve, Portugal): University of Algarve
- Leiva, C. (2005). Conductismo, cognitivismo y aprendizaje. Revista tecnología en marcha, 18(1). Recuperado de sitio web: https://181.193.125.13/index.php/tec_marcha/article/download/442/370
- León, A. (2007). Qué es la educación. Educere, 11(39), 595-604. Recuperado en 30 de enero de 2021, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-49102007000400003&lng=es&tlng=es.

- Maribe, R. (2009). Instructional Design: The ADDIE Approach. doi: 10.1007/978-0-387-09506-6
- Martín Herrera, B. (2012) El móvil en la educación: un nuevo paradigma. Ventajas y desventajas de su uso. Trabajo fin de máster. Madrid. Universidad Internacional de la Rioja
- Martínez, A. (2021). Gglassday - VR / AR / XR. Consultado el 23 marzo 2021, de <https://gglassday.com/>
- M-Learn 2012: Mobile and Contextual Learning: Proceedings of the 11th International Conference on Mobile and Contextual Learning 2012. / Specht, Marcus (Editor); Sharples, Mike (Editor); Multisilta, Jari (Editor).
- Monaghan, J., Trouche, L., & Borwein, J. (2016). Tools and Mathematics (1st ed., p. 483). Suiza: Springer International Publishing, Softcover ISBN 978-3-319-79132-6, eBook ISBN 978-3-319-02396-0, Series ISSN 0924-4921.
- Morales, A. (2020). La realidad aumentada podría cambiar la moda tras el coronavirus. Consultado el 10 septiembre 2020, de <https://www.vogue.mx/moda/articulo/la-realidad-aumentada-en-la-industria-de-la-moda-luego-del-coronavirus>
- Moran, M. (2021). Educación. Consultado el 3 mayo 2021, de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/education/>
- Muñoz, J. M. (2013). Realidad Aumentada, realidad disruptiva en las aulas Boletín SCOPEO N° 82. 15 de abril de 2013. En línea: <http://scopeo.usal.es/realidad-aumentada-realidad-disruptiva-en-las-aulas/> [Consultado el 18 de febrero de 2020].
- Ospina A, Martinez(2014). "Realidad Aumentada En Interiores (Guiar) “, España, Editorial Academica Espanola
- Palacio, J. (2007) Flexibilidad con Scrum. Segunda Edición. Editorial Safe Creative.
- Piskunov, N. (1977). Cálculo diferencial e integral (3ª edición). Mir. Moscú p. 28
- Prendes, M. (2018). La Tecnología Educativa en la Pedagogía del siglo XXI: una visión en 3D. Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa, (4). <https://doi.org/10.6018/riite/2018/335131>
- Rovio, 2019. Rovio y Resolution Games llevan Angry Birds AR. Isle of Pigs a Android. Rovio. Recuperado de: <https://www.rovio.com/articles/rovio-and-resolution-games-bring-angry-birds-ar-isle-of-pigs-to-android/> [Consultado el 20 de mayo de 2020].
- Sabulsky, G., & Danieli, M. E. (2016). La formación en tecnología en la era inteligente de la técnica. Espacios en Blanco. Revista de Educación, (26),59-80.[fecha de Consulta

3 de febrero de 2021]. ISSN: 1515-9485. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=384547076004>

- Salas, A. L. C. (2001). Implicaciones educativas de la teoría sociocultural de Vigotsky. *Revista educación*, 25(2), 59-65. Recuperado de sitio web
<https://www.redalyc.org/pdf/440/44025206.pdf>
- Sangi NA (2008) Electronic assessment issues and practices in Pakistan: A case study. *Learning, Media and Technology* 33(3): 191–206
- Saxe, E. B., & Murillo, A. C. (2004). Construccinismo: objetos para pensar, entidades públicas y micromundos. *Revista Electrónica" Actualidades Investigativas en Educación"*, 4(1), 0. Recuperado de sitio web
<https://www.redalyc.org/pdf/447/44740104.pdf>
- Siemens G and Baker R (2012) Learning analytics and educational data mining: towards communi-cation and collaboration. In: *Proceedings of the 2nd international conference on learning analytics and knowledge*, pp. 252–254, ACM, New York, USA.
- Silva, R. (2021). Principios de la secuencia didáctica | Objetos Digitales de Aprendizaje. Consultado el 6 abril de 2021, del sitio web: http://campus-virtual.ler.uam.mx/clasesEnLinea/oda-uam/principios_de_la_secuencia_didctica.html
- Soualah-Alila F, Nicolle C and Mendes F (2013) Towards a methodology for semantic and context-aware mobile learning. In: *The Encyclopedia of Information Science and Technology*. 3rd ed. IGI
- Specht, M, Sharples, M & Multisilta, J (eds) 2012, *mLearn 2012: Mobile and Contextual Learning: Proceedings of the 11th International Conference on Mobile and Contextual Learning 2012*. CEUR Workshop Proceedings, CEUR-WS.org.
- Tarco, T. D.(2019) El software geogebra en el aprendizaje de trigonometría con los estudiantes de décimo grado de educación básica Paralelo “c” en la unidad educativa Isabel de Godin en el Periodo académico marzo – julio. Ecuador: UNC disponible en <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/6241/1/UNACH-EC-FCEHT-TG-C.EXAC-2019-000013.pdf>
- Thomas, Jr., George B. (2006) *Cálculo. Una variable*. Undécima edición PEARSON EDUCACIÓN, México, ISBN: 970-26-0643-8 Área: Universitarios
- Winner, L., Cardín A., Font R. (1979). *Tecnología autónoma. La técnica incontrolada como objeto del pensamiento político*. Gustavo Gili. España. ISBN: 84-252-0919-6.