

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA**  
**INSTITUTO DE INGENIERÍA**

**MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS E INGENIERÍA**



***“Desarrollo e implementación de realidad aumentada en secundaria y preparatoria del sector público en Baja California”***

**TESIS**

***para obtener el grado de:  
DOCTOR EN INGENIERIA***

***Presenta:  
JUAN GABRIEL LÓPEZ HERNÁNDEZ***

***Director:  
DR. GABRIEL ALEJANDRO LÓPEZ MORTEO***

***Mexicali, Baja California, México. Junio de 2021***



## Tabla de contenido

<b>Capítulo 1. Introducción</b> .....	1
1.1 Fundamentación y alcance de la investigación.....	3
1.1.1 Antecedentes.....	3
1.1.2 Planteamiento del problema .....	5
1.1.3 Justificación .....	6
1.1.3.1 Pertinencia disciplinar .....	7
1.1.3.2 Pertinencia socio-educativa .....	8
1.1.4 Descripción del área de estudio .....	10
1.2 Contextualización educativa por PLANEA en zonas urbanas, comunitarias y rurales .....	16
1.2.1 Situación actual de México y Baja California en cuanto a canales de educación que se aplican y sus áreas de oportunidad .....	16
1.2.2 Resultados educativos según nivel de marginación sector y urbano o rural.....	19
1.3 Objetivos .....	21
1.3.1 Objetivo General .....	21
1.3.2. Objetivos específicos .....	21
1.4. Preguntas de investigación.....	22
1.4.1. Pregunta General.....	22
1.4.2. Preguntas de Investigación.....	22
1.5 Estructura del documento de tesis.....	23
<b>Capítulo 2. Metodología</b> .....	25
Etapas de la metodología.....	26
a). Análisis del estado del arte .....	27
b). Selección de sujetos de estudio.....	27
b.1) Criterios de selección de la muestra o sujetos de estudio.....	28
c). Diseño de instrumentos para la recopilación de información.....	29
d). Diseño de lección didáctica y aplicación móvil RA.....	34
e). Fase de implementación y/o experimentación de lección didáctica .....	34
f). Evaluación de la implementación.....	35
f.1). Opinión de estudiantes sobre actividad escolar realizada .....	36
f.2). Opinión de maestros sobre actividad escolar realizada .....	36
<b>Capítulo 3. Realidad Aumentada en Tecnología Educativa</b> .....	38

3.1 Definiciones de Realidad Aumentada.....	38
- <i>Tecnologías de aprendizaje adaptativo</i> .....	39
3.2 Antecedentes de la realidad aumentada .....	40
3.2.1 Ventajas y desventajas observadas en proyectos con realidad aumentada.....	44
3.3 Tendencias de Realidad Aumentada a corto y mediano plazo .....	51
3.3.1 <i>Situación actual mundial sobre desarrollos educativos y sus tendencias</i> .....	53
Mobile learning .....	54
El Internet de las cosas (Iot) .....	54
Inteligencia Artificial .....	55
<i>Interfaces naturales de usuario (Natural User Interfaces)</i> .....	56
3.3.2 Sistema de Gestión del Aprendizaje (LMS) .....	57
3.4 Impacto de los medios audiovisuales en la educación de los estudiantes .....	58
3.4.1 <i>Realidad Aumentada como instrumento de apoyo en la educación</i> .....	61
3.4.2 Parámetros de evaluación y su impacto en los canales de aprendizaje y efecto cognitivo .....	63
3.5 Alternativas interactivas de educación en distintos medios .....	68
3.6 Escenarios educativos de RA para potenciar el aprendizaje .....	69
3.6.1 <i>Aplicaciones y software de RA en la educación</i> .....	70
3.6.2 <i>Aplicaciones o productos de RA educativos en móviles y su uso</i> .....	70
<b>Capítulo 4. Modelo de Realidad Aumentada en Educación (MRAE)</b> .....	<b>74</b>
4.1. Categorías del MRAE.....	75
4.1.1. Área.....	75
4.1.2. Rol de apoyo.....	76
4.1.3. Recursos móviles.....	76
Tipos de escenarios de trabajo.....	77
4.1.5. Aprendizaje orientado a metas:.....	78
4.1.6. Recursos educativos interactivos.....	78
4.1.7. Disciplinas.....	79
4.1.8. Parámetros de análisis.....	80
4.2. Esquema final del MRAE.....	81
4.3 Metodología del Modelo educativo de realidad aumentada propuesto en Ensenada y Mexicali .....	83
4.3.1 Selección de infraestructura.....	83
4.3.2 Selección del tópico curricular.....	84
4.3.3 Tipos de escuelas, grupos voluntarios y fuente económica.....	86

4.3.4 Producto de la actividad.....	86
4.3.5 Parámetros de análisis, seguimiento o de evaluación .....	87
4.4 Conclusiones sobre el MRAE .....	88
<b>Capítulo 5. Desarrollo de la aplicación.....</b>	<b>90</b>
5.1. Selección del tema educativo y objetivos de la aplicación .....	90
5.1.1 Enfoque del Aprendizaje Basado en Problemas en el desarrollo .....	92
5.1.2 Descripción de la actividad .....	93
5.2 Diseño de realidad aumentada como una herramienta docente .....	94
5.2.1 Estudio piloto en Mexicali - Información general de dispositivos .....	94
5.2.2 Estudio diagnóstico en Vicente Guerrero, Ejido Padre Kino y Mexicali .....	95
5.2.3 Características de equipos móviles y prioridades en uso en escuelas de San Quintín y Mexicali .....	96
5.3 Arquitectura.....	99
5.3.1 Entorno de infraestructura tecnológica .....	99
5.3.2 Requisitos mínimos de software .....	100
5.3.3 Requisitos mínimos hardware .....	101
5.3.4 Imágenes patrón (marcadores) .....	103
5.3.5 Plataforma Unity / Android .....	103
5.3.6 Diagrama Rol – Actividad.....	105
5.4 Logística y agenda de la implementación didáctica con MobiAppRA2D .....	107
5.4.1 Esquema de la aplicación MOBIAPPRA2D en escuelas .....	108
5.4.2 Modelado de la aplicación.....	109
5.4.3 Esquema gestión de la implementación .....	109
<b>Capítulo 6. Resultados .....</b>	<b>111</b>
6.1 Implementación de la actividad en escuelas de San Quintín .....	111
6.1.1 <i>Proporcionar introducción a los estudiantes sobre el tema (Día 1 - Introducción)</i> .....	111
6.1.2. <i>Implementación de las estrategias de aprendizaje (Día 2 – Actividad de pruebas y descarga de aplicación MobiAppRA2D)</i> .....	113
6.1.3 <i>Desarrollo de actividad didáctica (Día 3 - Problema de diseño de salones de clase por actividad didáctica y distribución de mobiliario)</i> .....	114
6.1.4 <i>Presentación de estudiantes. (Día 4 - Documentación en Cartulina reconociendo cada marcador a través de la aplicación)</i> .....	118
6.1.5 <i>Evaluación de la percepción sobre las actividades realizadas (Día 5 – Reporte final-Presentación)</i> .....	120
6.2 Discusión de resultados .....	129

<b>Capítulo 7. Conclusiones y trabajo futuro</b> .....	134
7.1 Análisis sobre diseño del entorno de RA y alcance didáctico-pedagógico .....	134
7.2 Productos académicos realizados durante el proceso doctoral .....	137
7.3 Trabajo futuro en Realidad Aumentada aplicada en educación .....	138
Referencias .....	140
Anexos .....	154
Anexo 1. Levantamiento en celulares Secundaria (MobApp-2RA) .....	155
Anexo 2. Evaluación por estudiantes de actividad de Realidad aumentada educativa	160
Anexo 3. Actividad de Realidad aumentada con propósito educativo Diseñando el espacio educativo .....	163

## Índice de figuras

Figura 1: Ubicación de escuela A (Grupo 1 y Grupo 2) en Vicente Gro.....	10
Figura 2: Ubicación de escuela B (Grupo 3) ej. Padre Kino. ....	11
Figura 3: Ubicación de escuela B (Grupo 3). ....	11
Figura 4: Media nacional de Matemáticas y resultados de escuelas de Baja California en 3er grado. ....	18
Figura 5. Resultados obtenidos según el nivel de marginación (INEE, 2018). ....	19
Figura 6. Nivel alcanzado por estudiantes por sector urbano o rural (INEE, 2018). ....	20
Figura 7: Fases que integran la metodología del ambiente de RA y su implementación ...	26
Figura 8. Línea de tiempo en desarrollo sobre percepción 3D hasta la realidad aumentada .....	42
Figura 9. Sensorama de Heilig.....	43
Figura 10. Visores montables de realidad aumentada. ....	44
Figura 11. Tendencias de RA y RV en niveles de inmersión y aspectos técnicos de 2016 a 2027. ....	47
Figura 12: Tipos de inmersión de VR / AR por dispositivo y por percepción visual. ....	49
Figura 13: Conceptos técnicos involucrados en VR y RV. ....	67
Figura 14: Prototipo de entrenamiento de un almacén con realidad aumentada.....	74
Figura 15: Categorías de Área, Rol de apoyo y Recursos en el diseño del MRAE.....	77
Figura 16. Categorías sobre alternativas de Escenarios, Aprendizaje orientado a metas y Recursos educativos.....	79
Figura 17: Categorías sobre <i>Disciplinas</i> en áreas terminales y <i>Parámetros de análisis</i> . ..	80
Figura 18: Componentes y variables del Modelo de Realidad Aumentada en Educación (MRAE).....	82
Figura 19: Disciplinas terminales y parámetros de medición en análisis o seguimiento. ..	87
Figura 20: Ubicación panorámica de Escuelas A, B y C. Fuente: Google Earth.....	96
Figura 21: Caracterización de equipos disponibles. ....	97
Figura 22: Disponibilidad de redes y preferencias en uso. ....	98
Figura 23: Elementos de tecnología y roles. ....	100
Figura 24: Marcadores elaborados con <i>Pixlr</i> e imágenes aumentadas con <i>Unity</i> .....	103
Figura 25: Secuencia de prototipos trabajados hasta lograr operatividad en <i>2MobiAppRA2D</i> .....	104
Figura 26: Secuencia de instrucción descarga y pruebas de <i>MobiAppRA2D</i> . ....	105

Figura 27: Dinámica de análisis y diseño del mobiliario en cartulina. ....	106
Figura 28: Secuencia de instalación, uso y funcionamiento de la aplicación. ....	108
Figura 29: Diseño de lección, aplicación móvil e implementación basándose en MRAE. ....	109
Figura 30: Ciclo de implementación de actividad didáctica de realidad aumentada en educación básica. ....	110
Figura 31: Ubicación estilo auditorio. ....	115
Figura 32: Ubicación circular, cuadrada o en forma de 'U'. ....	116
Figura 33: Alumnos organizados en grupos pequeños. ....	117
Figura 34: Comparten mesa sin estar enfrentados. ....	117
Figura 35: Trabajo previo en cartulina organizando distribución del mobiliario. ....	118
Figura 36 :Producto final diseñando la distribución con criterio de prevención. ....	119
Figura 37. Producto de actividad desarrollada con RA mediante celulares. ....	119
Figura 38. Productos en modalidad de auditorio. ....	119
Figura 39. Diseño de marcadores y elementos en modalidad de Seminario. ....	120
Figura 40. Diseño de marcadores y elementos en modalidad convencional. ....	120
Figura 41: Opinión sobre el aspecto de prevención en el desarrollo de la actividad. ....	131

Índice de Tablas

Tabla 1: Categorías de aprendizaje y porcentaje de alumnos por nivel escolar en secundaria. ....	17
Tabla 2: Instrumento diagnóstico en equipos, uso y redes públicas. ....	32
Tabla 3: Instrumento de percepción por estudiantes en experiencia didáctica con RA. ...	32
Tabla 4: Instrumento de percepción por maestros en entorno didáctico con RA. ....	33
Tabla 5: Ventajas y desventajas sobre realidad aumentada aplicada en la educación.....	45
Tabla 6: Especificaciones técnicas por niveles de inmersión. ....	48
Tabla 7: Comparación entre el modelo tradicional educativo y usando RA .....	64
Tabla 8: Trabajos y Desarrollos de RA y su beneficio al aprendizaje. ....	65
Tabla 9. Desarrollos de software en realidad aumentada para celulares. ....	71
Tabla 10: Proyectos y aplicaciones de realidad aumentada y sus beneficios al aprendizaje. ....	72
Tabla 11: Información de las escuelas y grupos voluntarios que participaron. ....	86
Tabla 12: Relación de objetivos educativos y técnicos de la actividad didáctica (Fuente: Elaboración propia).....	91
Tabla 13: Especificaciones técnicas por niveles de inmersión. ....	102
Tabla 14: Opinión sobre el desarrollo de la actividad con RA .....	123
Tabla 15: Preparación del contexto áulico y uso de las TICs con realidad aumentada ..	125
Tabla 16: Actitud al uso de las TICs en procesos de enseñanza – aprendizaje. ....	126
Tabla 17: Actitudes de los alumnos hacia el trabajo individual y en equipo.....	127
Tabla 18: Formación y valores y datos de opinión sobre Navegabilidad y uso del ambiente de aprendizaje. ....	128

## Capítulo 1. Introducción

En la actualidad el uso del celular o tabletas como parte de la tecnología educativa móvil, se les considera distractores de la atención (Borroto Cruz & Hidalgo Hernández, 2015a); aunado a que existe una brecha en la disponibilidad de infraestructura tecnológica en uso de internet del 73.1% en zona urbana, contra el 40.6% de la población en zonas rurales (ENDUTIH et al., 2019), este escenario no facilita los medios necesarios para abordar los talleres o clases con equipos de cómputo con igualdad de circunstancias entre comunidades urbanas, rurales y con algún índice de marginación. PLANEA prueba que se aplica en primaria y secundarias de México, proporciona diferentes resultados de alcance en las pruebas efectuadas en 2015 y 2017, confirmando que existe una correlación indirectamente proporcional entre índice de marginación y los resultados alcanzados en la prueba PLANEA en Matemáticas del 2017 de Secundaria, al obtenerse una puntuación de 473 en zonas de muy alta y Alta, contra 519 puntos obtenidos para comunidades con Baja y Muy Baja marginación. En lo que respecta a los estudiantes que hablan un dialecto indígena o nativo en escuelas comunitarias obtuvieron 370 puntos, contra estudiantes que hablan una lengua nativa en escuela general pública obtuvieron 451 puntos y que hablan alguna lengua indígena en escuelas privadas con 511 puntos (INEE, 2018). Los resultados de la prueba posicionaron a Baja California en el lugar número 24 entre los demás estados. El propósito general que conlleva la realización de este proyecto de investigación, es diseñar y elaborar un entorno educativo audiovisual con Realidad Aumentada (RA o AR por sus siglas en inglés), para analizar la percepción y efectos en estudiantes y docentes en un contexto rural y otro semi-urbano, a través de la implementación de una lección didáctica en escuelas públicas del estado.

Es pertinente señalar que la zona rural de Vicente Guerrero y Ejido Padre Kino donde se implementó en 2018, presenta condiciones técnicas adversas; en contraste con la zona semi-urbana de la escuela secundaria de Mexicali donde se desarrolló la actividad educativa. Esta implementación se llevó a cabo a través del diseño, desarrollo y experimentación de una aplicación en tecnología móvil, en base a un análisis de publicaciones científicas que permitió una articulación de realidad aumentada en el área educativa, utilizando el enfoque del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP o PBL por sus siglas en inglés). Este método educativo ha sido recomendado por expertos con el cual el

rendimiento educativo ha mejorado (Kicken et al., 2009). El desarrollo del estudio consiste en evaluar las condiciones de las escuelas involucradas en el análisis, así como características de infraestructurales de las mismas con los cuales se diseña una aplicación de RA y una intervención educativa que impactan en distinto grado en las actividades de enseñanza-aprendizaje (González Cruz & Martínez Reyes, 2020).

El trabajo se realiza en distintas fases, primero se realiza una revisión de trabajos científicos en RA, contextualizando el estado del arte de RA en la educación; donde se enfocó en el análisis de proyectos desarrollados en la educación desde los niveles básico hasta el superior, además de otras áreas de instrucción y capacitación. Las estrategias utilizadas en el proceso de enseñanza-aprendizaje, en los alumnos donde se elaboró la investigación sobresalen el estilo de aprendizaje de manera visual, auditivo, kinestésico o mixto, en un contexto educativo (Díaz Barriga & Hernández, 2002).

Sin embargo, aunque se presenten distintos beneficios de RA como parte de las tecnologías emergentes en diversos grados sobre los canales de aprendizaje (Radu, 2014a; Sommerauer & Müller, 2018) y que poco a poco ha reemplazado a la realidad virtual (RV o VR por sus siglas en inglés), en el ámbito educativo y otros sectores (Bellini et al., 2015; Cabero Almenara & Fernández Robles, 2018); se ha demorado mucho en generalizar esta implementación de RA en el sistema de educación pública en México y el mundo, si esta reticencia sobre la tecnología educativa, se generaliza a regiones semi-urbanas, rurales o pesqueras más aislados de los núcleos urbanos donde el uso y aplicación de tecnología educativa es menos factible por las carencias tecnológicas de celulares y cobertura de redes (ENDUTIH et al., 2019), aunado a que el uso de celulares en los salones de clase se perciben como un distractor del aprendizaje (Borroto Cruz & Hidalgo Hernández, 2015a) .

## **1.1 Fundamentación y alcance de la investigación**

### **1.1.1 Antecedentes**

El constante cambio que se presenta en los distintos niveles educativos de la escuela pública, es el resultado de una articulación estratégica que se planea a nivel federal, para reflejar un impacto significativo en el aprendizaje esperado y competencias alcanzadas de cada estudiante (SEP, 2017), en entornos de desarrollo económico y sociales diversos para desarrollar un profesional crítico, involucrado y activo en los fenómenos o situaciones en que se encuentre inmerso. Todo esto a partir de una evaluación y reflexión que lo ayuden a determinar siguiendo la metodología constructivista flexible que propone el Aprendizaje Basado en Problemas (Travieso Valdés & Ortiz Cárdenas, 2018).

El tipo de aprendizaje que sobresale con el mayor número de canales sensoriales activados, es la dinámica de tipo kinestésico, porque en este proceso el estudiante observa, analiza e interioriza los conceptos para posteriormente interactuar con sus compañeros cooperando y colaborando en actividades con un interés común (Vigotsky, 1987). A partir de esto último, la dinámica de RA con el ABP, encamina y propone un andamiaje predefinido para que el estudiante logre un dominio conceptual en forma gradual a través de procesos de interpretación, análisis y asimilación de la información evaluada a través de una serie de estrategias, que parten de un diagnóstico previo sobre necesidades y características educativas, cognitivas, personales y socioculturales de la región o comunidad donde se desenvuelven.

La aplicación de la realidad aumentada, así como otros ambientes virtuales de aprendizaje, presenta distintas variables de análisis como lo son la motivación individual del estudiante, la interacción con los demás compañeros, una actitud activa y propositiva en el aprendizaje basado en problemas, además de la apertura hacia la opinión de los demás cuando se buscan las mejores alternativas de solución (Travieso Valdés & Ortiz Cárdenas, 2018). En los maestros, esta dualidad propone escenarios de indagación sobre situaciones de los estudiantes, ambientes de aprendizaje prediseñados, herramientas de tecnologías emergentes flexibles que se combinan con RV o RA, balance de tiempos para distintos niveles de aprovechamiento y distintas tareas que varían entre cada tipo de grupo (Cabero Almenara & Fernández Robles, 2018).

Derivando hacia una capacidad de expandir las herramientas educativas y alternativas tecnológicas, apoyándose en el uso de software de soporte, celulares y diseño de ambientes de aprendizaje enriquecidos dentro del paradigma constructivo, se propone un esquema lógico y estructurado para el desarrollo de habilidades y competencias de la nueva escuela mexicana, orientado enriquecer tanto el aprovechamiento de los estudiantes en el dominio de las habilidades (INEE, 2019b, p. 6), como en los conocimientos y valores propuestos en los programas formativos de la Secretaría de Educación Pública (SEP), y para determinar la metodología de enseñanza-aprendizaje acorde a la zona urbana y contexto educativo.

Entre las tareas clave que se realizan dentro de la gestión educativa, se continúan realizando estudios para que algunos contenidos sean adecuadas o complementados en el mayor grado posible por programas computacionales, es decir se conceptualiza y modela para ubicar el problema y encontrar su mejor solución por parte de sistemas. Entre estas soluciones se plantea el desarrollo de juegos o aplicaciones lúdicas que tengan un propósito que se haya fundamentado y experimentado previamente. Este tipo de aplicaciones se les llama GWAP significando “Juegos con un propósito” por sus siglas en inglés (Dabbish et al, 2008).

Cuando estas aplicaciones alcanzan el propósito para las cuales fueron diseñadas, llegan a alcanzar horas de utilización por usuario, que ni los programadores pudieron predeterminar o mejorar. Según estudios por la Asociación de Software de Entretenimiento (THESA), los usuarios llegan a totalizar 200 millones de horas por día, de lo cual se promedia unas diez horas por día que equivalen a cinco años jugando cada persona 40 horas a la semana durante toda su vida, destinando el uso responsable del celular hacia “Juegos con propósito” o aplicaciones de celular con propósito educativo (Dabbish et al, 2008), se justificaría el uso de celulares en clase en vez de ser considerados como un distractor (Borroto Cruz & Hidalgo Hernández, 2015a); replanteando actividades a través de tecnología educativa en dispositivos móviles, se pueden utilizar los celulares como herramienta para abordar, desarrollar, complementar y/o evaluar actividades educativas (Caro, 2017), según lo consideren pertinente cada maestro en sus actividades de planeación en escenarios restrictivos o adversos (Freire, 2008). Especialmente en el contexto de San Quintín que ofrece una amplia variedad de pueblos indígenas muy diversos, de acuerdo a la última actualización del anuario estadístico de Baja California

(Ciaia, 2016). En ésta área geográfica tiene una de las mayores densidades de etnias indígenas del país, ya que se hablan 53 dialectos de los 68 que se hablan en todo México, según lo externó Justino Herrera, Delegado de San Quintín por el Instituto Mexicano de Pueblos Indígenas (IMPI) en 2019.

Es importante señalar que las materias que se seleccionaron en el desarrollo de la aplicación didáctica de RA son derivadas de un modelo en educación definido durante el desarrollo de esta tesis, aplicado en el área de ciencias y lógica matemática. Con estas materias, se abordan situaciones propias del ABP, donde a partir de situaciones prácticas, se involucra un análisis de la situación, trabajo en equipo y determinación de alternativas de solución, con el objetivo de que estas acciones generen un efecto positivo en el aprendizaje de los alumnos de la manera más adecuada (INEE, 2015).

### ***1.1.2 Planteamiento del problema***

Las diferentes características en disponibilidad de infraestructura tecnológica entre las zonas semi-urbanas y comunitarias o rurales, causan un bajo aprovechamiento en los estudiantes de escuelas públicas según evaluaciones de PLANEA efectuadas en 2017, especialmente en el área matemática y el sector lingüístico que tiene un menor índice de la evaluación es el que habla al menos un dialecto indígena como lengua materna (INEE, 2018); es pertinente señalar que existen limitantes técnicas operativas que restringen la implementación distintas modalidades de entornos audiovisuales en comunidades rurales o de difícil acceso (ENDUTIH et al., 2019); en el uso de RA se refieren como imperfecciones técnicas, visores incómodos y mal diseñados e incertidumbre sobre qué valor agregado añaden sobre las demás alternativas tecnológicas (Ryzhonkov, 2015).

Para planear el diseño de una implementación, es importante definir cuáles son los elementos que intervienen en el diseño de un ambiente de RA educativo (Cuendet et al., 2013); así como cuáles son los efectos esperados en los estudiantes al realizar una actividad didáctica con RA (Radu, 2014a), previo a la intervención educativa se considera necesario realizar un estudio de factibilidad con un instrumento diagnóstico para asegurar que la actividad educativa se pueda realizar tanto en zonas urbanas, semi-urbanas, rurales

o comunitarias. Al proceder a la implementación, es menester analizar la opinión de estudiantes y docentes mediante instrumentos de recopilación de información, así como de los productos obtenidos o realizados por los estudiantes para poder establecer una comparación objetiva. Ya que a pesar de ser conceptualizada en los noventas (Milgram et al., 1995), realizado estudios donde se plantean los principios para el diseño de RA con sus ventajas y desventajas (Cuendet et al., 2013), validado en cuanto a los beneficios en los distintos canales de aprendizaje que proporciona en actividades didácticas articuladas con RA, que demuestran en el campo educativo desde el 2010 (Sommerauer & Müller, 2018), no se han generalizado un volumen significativo de intervenciones en los distintos niveles educativos para desarrollar aprovechar los efectos motivacionales, de interés y enganche cognitivo en entornos audiovisuales preestablecidos.

Implementar una lección educativa de RA por medio de tecnología móvil en escuelas de una zona rural en Baja California, propone alternativas de acción ante el uso del celular no como una variable de ruido o dispersión de la atención; sino para su uso como alternativa de tecnologías digitales emergentes orientado a complementar la demanda local en equipo de cómputo de las escuelas, empleando dispositivos celulares o tabletas en redes escolares públicas en escuelas semi-urbanas, comunitarias, rurales o en zonas de difícil acceso. El uso del celular en clase puede potenciar el proceso de enseñanza – aprendizaje a través del uso de RA en dispositivos móviles para diseñar lecciones didácticas que coadyuven a la formación de estudiantes críticos, con habilidades y competencias para afrontar distintos escenarios potenciales en su comunidad a través del ABP. Es esta finalidad formativa, la cual se encuentra inscrita dentro de los campos de formación cívica y ética, una de las metas más significativas que persigue la educación a través de los distintos niveles educativos, contribuyendo en la formación de profesionales útiles a la sociedad y comunidades (INEE, 2019a, p. 48).

### **1.1.3 Justificación**

En esta sección del documento, se analizan aspectos de interés para el uso de la realidad aumentada en el área educativa, además de cuál es el propósito de estudiar con RA, que se explican enseguida.

### **1.1.3.1 Pertinencia disciplinar**

Estudios y desarrollos de RA en el campo educativo sugieren que la aplicación de la realidad aumentada en la educación favorece un mejor dominio de los temas al utilizar medios audiovisuales y/o trabajos de campo (Cheng & Tsai, 2012), por ejemplo, Ángulos con RA en Matemáticas impacta en el interés hacia conceptos teóricos de esta materia (Purnama et al., 2014); *AuGeo* (Geodesia) tiene efectos positivos en la percepción Geo-Espacial (Delić et al., 2014), *Music AR* e *Inglés RA* aumentan la motivación y eficiencia, contrarrestando la falta de interés y de espacios de trabajo para tareas tecnológicas educativas, además de que se trabaja con simbología e imágenes abstractas (Chen et al., 2017; Nunes et al., 2015); *Flex AR* es una implementación en medicina que ejemplifica con mayor claridad el beneficio en el área de medicina, ya que aporta actividades educativas que facilita el aprendizaje de tipo kinestésico (Saenz et al., 2015), cualidad que es aprovechada en los distintos campos.

Otros estudios científicos, consideran que el uso de la RA, ayuda a disminuir el nivel de complejidad en la utilización y planeación percibido por los estudiantes y maestros involucrados en este estudio (Radu et al., 2015), un estudio sistemático donde se combinan RA con aprendizaje basado en problemas para resolver situaciones reales, sirve como base para determinar campos donde se puede implementar RA con mayor éxito (Palmarini et al., 2017), también una revisión sistemática en la opinión de estudiantes y maestros sobre las experiencias de aprendizaje que tuvieron con RA proponiendo una rúbrica para reducir la carga de orquestación o planeación para implementar una actividad educativa (Neven Drljevic et al., 2017), lo cual puede resultar útil en escenarios con las condiciones propias de las comunidades rurales.

Se enfoca en analizar, identificar y evaluar las ventajas de aplicar la tecnología de RA en los procesos de enseñanza-aprendizaje de nivel básico del noroeste de la República Mexicana, en particular en un entorno pesquero y agricultor que presentan dos o más carencias en servicios básicos (Ciaia, 2016; INEGI, 2016), lo cual los hace caer en la categoría de alta marginación (CONAPO, 2012, p. 61,62). El estudio se desarrolla para abordar temáticas de distintas asignaturas aprovechando la disponibilidad de celulares y tabletas propiedad del estudiante o de su familia; esto con la autorización de padres de familia. Entre lo que se busca conocer, es cuál es la percepción que tiene el empleo de RA en la impartición de clases, y tanto los maestros como los estudiantes pudieran abordar la

temática de clase de una manera más flexible y dinámica. También se busca que, con la aplicación de este tipo de tecnología, sea más atractiva para los estudiantes la asistencia a clases en salones visualizando la vida real para el desarrollo de nuevas ideas en todas las áreas de la vida cotidiana. Con esto se presentó una variante en el uso de tecnologías emergentes (Caro, 2017) para cubrir la variable disponibilidad de equipos de cómputo en el salón de clases, facilitada por el uso, manejo y la movilidad del dispositivo móvil, abordando situaciones contextuales de los estudiantes que involucren el aprendizaje basado en problemas.

### **1.1.3.2 Pertinencia socio-educativa**

La aplicación de RA en el campo educativo, ha sido de gran utilidad como un modelo conceptual en ambientes formales o informales, siendo una alternativa muy completa dentro de la enseñanza y el aprendizaje (Sommerauer et al., 2018). Distintos análisis de este tema, consideran que la utilización de la realidad aumentada es un escenario educativo de importancia con el uso de celulares o tabletas de manera adecuada para contrarrestar la falta de interés que resulta en un bajo rendimiento de aprendizaje (Chen et al., 2017). Además de los efectos que tiene el diseño tecno-pedagógico de realidad aumentada con las experiencias de aprendizaje (Neven Drljevic et al., 2017). Siendo muy apreciado por alumnos y maestros de nivel secundaria y preparatoria para optimizar el rendimiento educativo de los estudiantes de este nivel básico (Borroto Cruz et al., 2015).

La densidad estudiantil en escuelas de San Quintín Baja California, que se presenta en el nivel básico fluctúa entre 35 a 40 estudiantes en el nivel de secundaria y de 35 a 45 estudiantes en preparatoria por salón (dependiendo del semestre), lo cual impacta en la disponibilidad de equipos de cómputo y uso de software educativo principalmente en secundaria, atención de los maestros en situaciones particulares de cada estudiante y se complica más cuando la demanda en el uso de tecnología educativa es cada vez más creciente por estudiantes, maestros y escuelas (Sarnier et al, 2015). En la práctica se manejan dos sesiones con la mitad de cada grupo y la 2ª sesión con el resto para cubrir actividades programadas para la asignatura de Computación y Ofimática; esta situación tiene consecuencias en la extensión del periodo lectivo para poder cubrir los contenidos del

programa educativo y situaciones extraordinarias con alumnos de bajo aprovechamiento, indisciplina o estudiantes con necesidades educativas especiales (NEE).

Este análisis se lleva a cabo para explorar situaciones de aprendizaje y percepción experimentada por estudiantes y maestros voluntarios, los resultados permiten detectar áreas de mejora y evaluar futuras implementaciones, relacionadas con el área de tecnología educativa y los efectos al desarrollar RA y ABP, cuidando la confidencialidad de los estudiantes, así como de los maestros involucrados en el estudio.

En el sistema educativo mexicano se trabaja con proyectos de realidad aumentada en el campo educativo. Se desarrolló la plataforma de Eduteka, la cual es una aplicación creada por la empresa de software y consiste en recrear imágenes y animaciones en 3D, videos y juegos interactivos. Esta combinación de elementos audiovisuales despierta la curiosidad y el ingenio de los niños y a su vez un ambiente más agradable para los estudiantes. El proceso para acceder y descargar la aplicación consiste en acceder a una dirección de la SEP donde está disponible para Android, una vez descargada cuando a través de la aplicación se enfocan en las páginas de los libros de la SEP, se puede recrear el contenido multimedia aumentado (Beltrán, 2016).

### 1.1.4 Descripción del área de estudio

La población de Ensenada tenía un total de 486,639; cuando estaba incluido el nuevo municipio de San Quintín. Mexicali por su parte cuenta con 988,417 de un total de 3,219,032 habitantes en Baja California (INEGI, 2015), las comunidades de Vicente Guerrero y Ejido Padre Kino, son demarcaciones rurales cuyas actividades principales son agrícola y acuícola de tipo artesanal (Ciaia, 2016, pp. 47, 48). En cuanto a datos educativos de Ensenada en Secundaria había 30,533 y en Bachillerato tecnológico 13,550 (Ciaia, 2016, p. 195).

#### 1.1.4.1 Contexto de las escuelas donde se implementó

En Vicente Guerrero, localidad de semi-desértica de San Quintín, se implementó la actividad didáctica en una escuela secundaria (Escuela A, ver figura 1), cuyos 2 grupos (Grupo 1 y Grupo 2) comparten la misma docente titular en la asignatura de Matemáticas; en la preparatoria localizada en Ejido Padre Kino (Ver figura 2), un grupo de 3 semestre (Escuela B, Grupo 3) y su maestra participaron en la actividad, finalmente en Mexicali (Ver figura 3), participó otra escuela (Escuela 3), con otro grupo de estudiantes (Grupo 4).



Figura 1: Ubicación de escuela A (Grupo 1 y Grupo 2) en Vicente Gro.

Fuente: Google Earth.



Figura 2: Ubicación de escuela B (Grupo 3) ej. Padre Kino.

Fuente: Google Earth.



Figura 3: Ubicación de escuela B (Grupo 3).

Fuente: Google Earth.

### ***1.1.4.2 Caracterización Geo-demográfica***

#### ***Escuela A – Vicente Guerrero***

Cuenta con una población de 11455 habitantes, de los cuales se dividen en 5647 hombres y 5808 mujeres. La proporcionalidad en el sexo de sus habitantes ó razón de mujeres por hombre es 1.029, y la tasa de fecundidad es 2.47 niños por mujer. Es la ciudad más poblada

en el puesto # 4 de todo el municipio; Vicente Guerrero está a 23 metros de altitud (Giovannelli, 2015c).

#### *Escuela B – Ejido Padre Kino*

Hay 735 habitantes, 374 hombres y 361 mujeres, la relación mujeres / hombres es de 0,965, con una tasa de fecundidad es de 2,37 hijos por mujer; ocupa en la lista de las ciudades más pobladas de todo el municipio, el número 49 del ranking, su altitud sobre el nivel del mar es de 12 metros de altitud (Giovannelli, 2015b).

#### *Escuela C – Mexicali*

En 2015, el municipio de Mexicali contaba con 988 mil 417 habitantes, de los cuales el 49.7% corresponden al sexo masculino, mientras que el 50.3% son mujeres, con 99 varones por cada 100 mujeres, la población de 10 a 24 años ocupa el 26.72% de la población de Baja California y es el 2º. Municipio más poblado de Baja California, superado sólo por Tijuana (EBCO, 2018).

### ***1.1.4.3 Caracterización socio-cultural***

#### *Escuela A – Vicente Guerrero*

Considerando la distribución étnica, 40,88% de la población es indígena, y el 20,24% de los habitantes habla una lengua indígena. El 0,89% de la población habla uno de los idiomas indígenas, pero no el español. El 7,66% de los habitantes son analfabetos (5,19% de los hombres y 10,07% de las mujeres). La tasa de matrícula escolar promedio es de 7.13, de los cuáles 7.39 dentro de los hombres y 6.87 dentro de las mujeres (Giovannelli, 2015c).

#### *Escuela B – Ejido Padre Kino*

Los inmigrantes de fuera del estado, de Baja California representan el 41.50% de la población total La dispersión étnica en esta región, es de 20,41% de la población es indígena y el 11,84% de los habitantes habla una lengua indígena. El 0,68% de la población

habla uno de los idiomas indígenas, pero no el español. El 5,85% de los habitantes son analfabetos (5,35% de los hombres y 6,37% de las mujeres). La tasa promedio de matriculación escolar es de 7.25, para un rango promedio de 7.16 dentro de los hombres y 7.34 dentro de las mujeres (Giovannelli, 2015b).

#### *Escuela C – Mexicali*

En el área geográfica que ocupa el municipio de Mexicali, 7200 personas viven en hogares indígenas. 3696 personas mayores de 5 años hablan un idioma indígena. El número de personas que solo hablan un idioma indígena es 4 y 3494 hablan tanto un idioma indígena como español (Giovannelli, 2015a). Clasificando asistencia escolar por edades, de 3 a 14 años asisten el 85.70% a la escuela; de 15 a 17 años acuden el 77.99% y de 18 a 29 años acuden el 24.08% a centros de estudio (EBCO, 2018).

#### **I.1.4.4 Caracterización económica**

##### *Escuela A – Vicente Guerrero*

42,47% de los habitantes (más de 12 años) son económicamente activos, dividiéndose en 52,49% de los hombres y 32,73% de las mujeres (Giovannelli, 2015c).

##### *Escuela B – Ejido Padre Kino*

42,31% de los habitantes (más de 12 años) son económicamente activos, de los cuales el 55,35% son hombres y el 28,81% son mujeres (Giovannelli, 2015b).

##### *Escuela C – Mexicali*

Los habitantes que tienen algún tipo de derechohabencia son el 84.27%, de los cuales el 58.78% están dentro del IMSS, el 26.91 tiene Seguro Popular y el 11.45% tiene ISSSTE. Referente al índice de participación económica es de 54.73%, de los cuáles el 70.42% son hombres y el 41.8% son mujeres. El salario que se percibe en Mexicali se clasifica en 67.95% que percibe más de 2 salarios mínimos, con 18.97% que gana 1 o 2 salarios

mínimos; lo cual representa que Mexicali no posee perfiles de pobreza extrema, sino por el contrario, tiene condiciones favorables para su población (EBCO, 2018).

#### ***1.1.4.5 Caracterización técnica – infraestructural***

##### *Escuela A – Vicente Guerrero*

En Vicente Guerrero hay 3290 viviendas. El 95.48% de las viviendas tiene electricidad, el 85.61% tiene agua corriente, el 96.41% tiene inodoro o baño, el 71.39% tiene un receptor de radio, el 86.43% un televisor, el 69.20% un refrigerador, el 61.23% una lavadora, el 60.19% un automóvil o una camioneta, 27.10% una computadora personal, 31.51% un teléfono fijo, 71.43% teléfono móvil y 19.85% acceso a Internet (Giovannelli, 2015c).

##### *Escuela B – Ejido Padre Kino*

Hay 237 viviendas. El 97.96% de las viviendas tienen electricidad, el 97.96% tiene agua corriente, el 97.45% tiene inodoro o baño, el 69.39% tiene un receptor de radio, el 83.67% un televisor, el 72.96% un refrigerador, el 68.88% una lavadora, el 60.20% un automóvil o una camioneta, 25.51% una computadora personal, 30.10% un teléfono fijo, 72.96% teléfono móvil y 17.35% acceso a Internet (Giovannelli, 2015b).

##### *Escuela C – Mexicali*

En cuanto a las viviendas, 229590 de estos hogares son casas o apartamentos, 5805 no tienen piso y aproximadamente 7974 consisten en una sola habitación. 209780 de los hogares normales tienen instalaciones sanitarias, 206796 están conectados al suministro público de agua, 211350 tienen acceso a la electricidad. La situación económica permite que 63367 hogares posean una computadora, 186902 posean una lavadora y 210107 hogares estén equipados con uno o más televisores (Giovannelli, 2015a).

#### ***1.1.4.6 Actividades económicas principales de la zona***

El contexto diario de las personas y estudiantes que viven en la zona rural Sur de Ensenada ahora municipio de San Quintín, es limitado estructuralmente en los servicios públicos como el agua, luz eléctrica, teléfono y conexión a Internet (INEGI, 2016, p. 106); los cuales en ocasiones son intermitentes para complementar la rutina diaria. La actividad económica principal de la cual dependen los padres de familia pasó de ser la pesca, ya que Baja California ocupa el 13.33% de extensión marítima nacional (INEGI, 2003), a la agricultura que es propicia para distintos variedades de cultivos (INEGI, 2016, p. 293).

## **1.2 Contextualización educativa por PLANEA en zonas urbanas, comunitarias y rurales**

En esta sección se incluyen datos de la situación educativa en México y Baja California, tipos de implementaciones de realidad aumentada en distintos países y los efectos obtenidos, la situación mundial sobre proyectos educativos con el apoyo de tecnología y sus tendencias.

### ***1.2.1 Situación actual de México y Baja California en cuanto a canales de educación que se aplican y sus áreas de oportunidad***

En los distintos niveles educativos una de las preocupaciones principales es que los estudiantes logren los aprendizajes esperados de cada ciclo lectivo, estos aprendizajes se pueden clasificar en las siguientes categorías:

- Adquisición de nuevos aprendizajes.
- Dominio de la asignatura.
- Prevalencia a pesar de los cambios curriculares.
- Enfatizar más en las habilidades que en los conocimientos.

A nivel nacional se instituyó PLANEA, como un instrumento para evaluar las 4 áreas que se acaban de mencionar, estas evaluaciones se realizan al final de cada ciclo escolar y los candidatos a aplicar el examen lo comprenden estudiantes del 6o. año de primaria y del 3o. de secundaria. Según los resultados obtenidos en 2015 para 6º de Primaria en Matemáticas, el 60.5% de los estudiantes de obtienen el nivel elemental: “Escriben y comparan números naturales. Sin embargo, no resuelven problemas con números naturales”, esto se considera un aprendizaje muy deficiente. En ese mismo ciclo (2015), en el área de lenguaje y comunicación el 49.5% de los estudiantes se encuentra en el nivel más elemental, es decir, “Seleccionan información sencilla que se encuentra explícitamente en textos descriptivos” (INEE, 2015).

Los resultados observados del 2017 en el área de 3er grado en Matemáticas (Ver tabla 1), el 64.5% tienen el nivel más elemental, de acuerdo al cual: “Resuelven problemas

que implican comparar o realizar cálculos con números naturales”. Correspondiente a Lenguaje y comunicación, las  $\frac{3}{4}$  partes se ubican en los niveles I y II, en el Nivel I (el 29.4%) “Identifican definiciones y explicaciones en artículos de divulgación científica”; en el nivel II (46.0%), “Reconocen las tramas y el conflicto de un cuento. Identifican el propósito, el tema, la opinión y las evidencias en textos argumentativos” (INEE, 2018).

Tabla 1: Categorías de aprendizaje y porcentaje de alumnos por nivel escolar en secundaria.

<b>Nivel IV</b>	Resolver problemas que implican combinar números fraccionarios y decimales. Emplear ecuaciones para encontrar valores desconocidos en problemas verbales.	<b>5.1</b>
<b>Nivel III</b>	Resolver problemas con fracciones, números enteros o potencias de números naturales. Describir en lenguaje coloquial una expresión algebraica.	<b>8.6</b>
<b>Nivel II</b>	Resolver problemas que implican sumar, restar, multiplicar y dividir con números decimales. Expresar con letras una relación numérica sencilla que implica un valor desconocido.	<b>21.7</b>
<b>Nivel I</b>	Resolver problemas que implican comparar o realizar cálculos con números naturales.	<b>64.5</b>

Tomado de PLANEA: Plan Nacional para la Evaluación de los Aprendizajes (INEE, 2018).

En 6o. de primaria, a nivel nacional, Baja California ocupa el 6o. lugar (509.6) en cuanto a Lenguaje y comunicación en resultados globales de los 4 niveles mientras que la media nacional fue de 500; en Matemáticas Baja California se ubica en el lugar 19 considerando los 4 niveles de ubicación (INEE, 2015).

Dela misma evaluación del 2015, en 3o. de secundaria a nivel nacional, en Lenguaje y Comunicación Baja California ocupa la 7a. mejor posición con 506.8 puntos globales en los 4 niveles. Por su parte en Matemáticas se ubica Baja California en el lugar 18.

Los resultados obtenidos por PLANEA confirman el bajo rendimiento en primaria y secundaria que ya habían reflejado otros estudios, dicho estudio refleja también que hay una disparidad en cuanto a aprovechamiento escolar según el grupo social donde se

desenvuelve el estudiante, además que la desigualdad entre hombres y mujeres para el campo de matemáticas ha disminuido.

En cuanto a los resultados nacionales, la media alcanza 64.5% en NI, 21.7 en NII, 8.6% en NIII y 5.1% en NIV. Al relacionarlos con el NI (Comparar o realizar cálculos con números naturales), las escuelas privadas (37%), General pública (66.2%) y General Técnica (66.8%) se posicionan por debajo al margen de la media nacional. En cuanto al NII (sumar, restar, multiplicar y dividir con números decimales. Expresar con letras relación numérica sencilla) con 21.7%) en la media nacional, se puede observar que las instituciones privadas tienen un índice superior a la media nacional (29.1%), mientras que las públicas (General y Técnica) de 0 a 0.5% debajo de la media. En cuanto al Nivel III la escuela privada en Baja California es el doble con 17.8% y en el Nivel IV la privada contabiliza el 16% que es el triple de la media nacional. En los niveles III y IV la escuela pública general y técnica están medio punto porcentual y un punto respectivamente por debajo de la media nacional (INEE, 2018, p. 18). El puntaje se alcanzado se puede ver con mayor claridad en la figura 4.

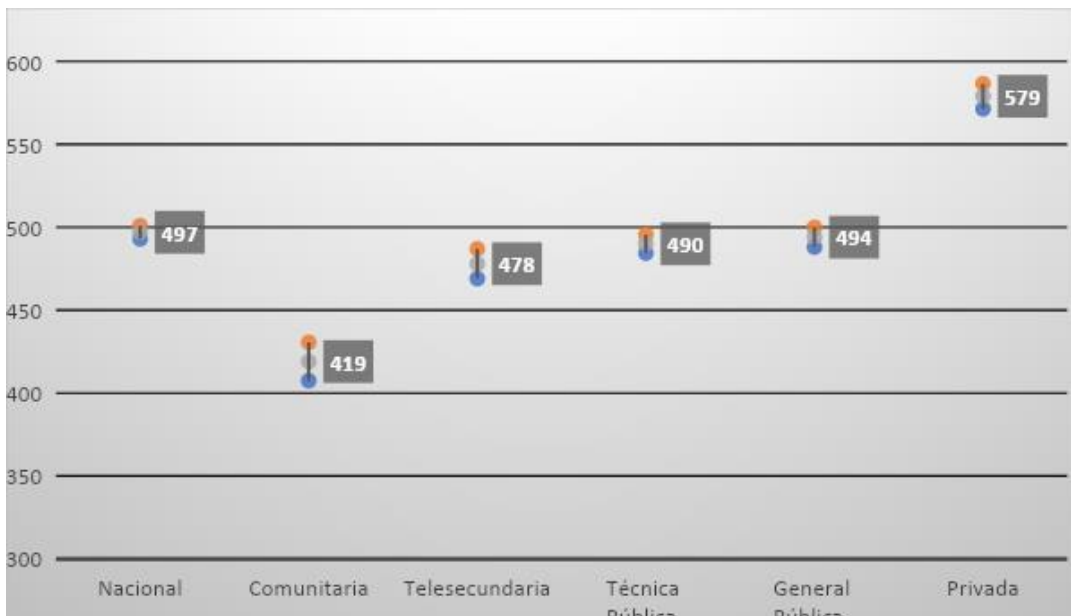


Figura 4: Media nacional de Matemáticas y resultados de escuelas de Baja California en 3er grado.

### 1.2.2 Resultados educativos según nivel de marginación sector y urbano o rural

Tomando en cuenta sí tiene un impacto el grado de marginación existente en la comunidad, entre los resultados obtenidos en la evaluación realizada (ver figura 5), se puede apreciar que no hubo variación significativa en la evaluación realizada en 2015 en los 3 sectores, 504-Alta marginación y muy baja marginación); Sin embargo la marginación fue más plausible en la evaluación alternando de 473-Muy alta marginación a 482-Media marginación y 493-Muy baja marginación, es decir, si hubo correlación con el grado de marginación en el ciclo 2017.

#### Puntaje promedio de los estudiantes, según marginación Comparativo 2015 vs 2017

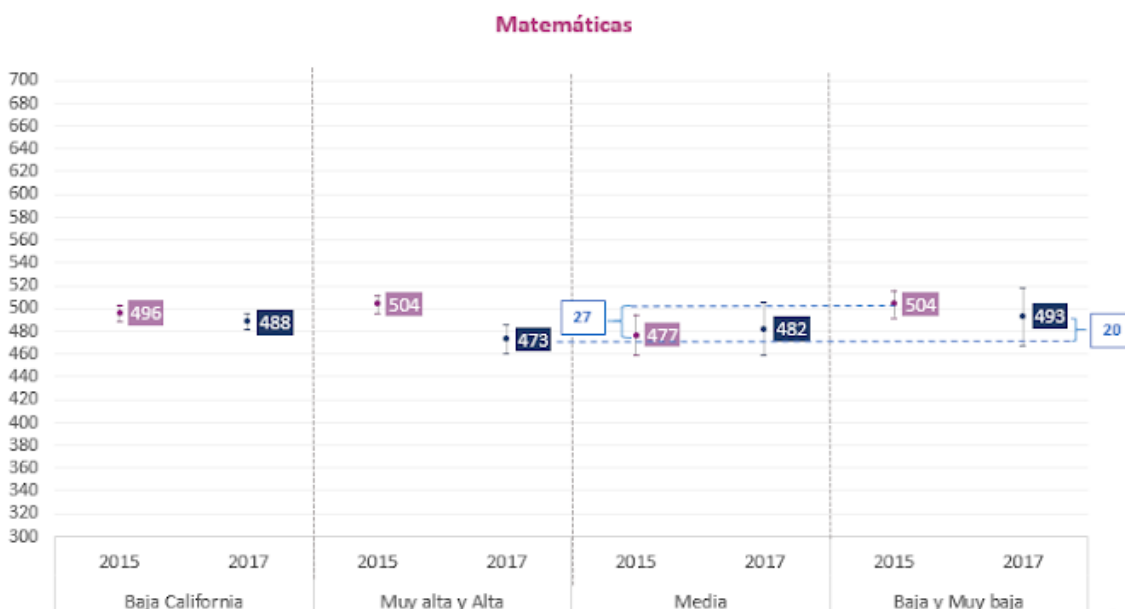


Figura 5. Resultados obtenidos según el nivel de marginación (INEE, 2018).

Comparando los sectores rural y urbano (ver figura 6), se puede observar una correlación significativa, si se compara dentro del Nivel I, se puede observar que en el área Urbana el 67.1% alcanzó esa categoría, mientras que el sector rural fue superior por 10 puntos porcentuales al alcanzar 77.6%. En el Nivel II el sector rural alcanzó 16.7% mientras que el sector urbano tuvo un 20.2%; el Nivel III tuvo un 4.5% en el sector rural y 7.9% en el sector urbano; por último, en el Nivel IV fue más marcada la diferencia, al alcanzar un 1.2 en el sector rural por un 4.8% para el sector urbano. Con lo cual se puede concluir que sí existe una correlación en el aprendizaje obtenido si se contrasta el área urbana con la rural.

Porcentaje de estudiantes en cada nivel de logro educativo, según rural/urbano  
2017  
Matemáticas

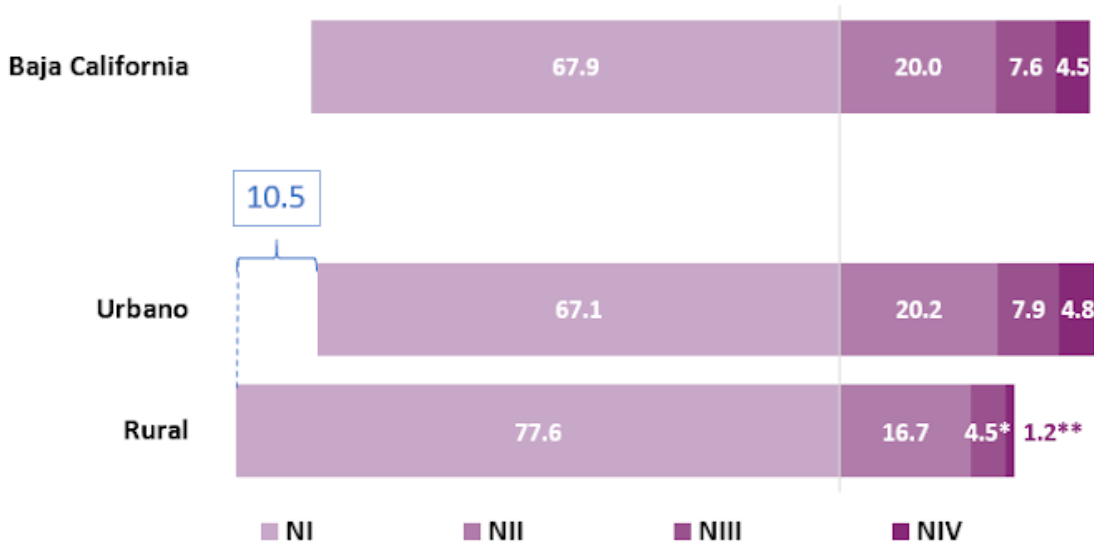


Figura 6. Nivel alcanzado por estudiantes por sector urbano o rural (INEE, 2018).

Entre los principios que persigue PLANEA en cuanto a la evaluación de la educación en las áreas que competen dentro del nivel básico según las prioridades mencionadas con anterioridad, se encuentran en la rendición de cuentas a nivel nacional y en el uso pedagógico a nivel escolar; también busca alcanzar un uso eficiente de los recursos dentro de las acciones evaluativas coordinándose con las autoridades educativas. Por lo que es importante señalar que los resultados de las evaluaciones del logro escolar no tienen consecuencias negativas para los mismos estudiantes, profesores o escuelas (INEE, 2015).

### **1.3 Objetivos**

A continuación, se presentan el objetivo general y sus objetivos específicos.

#### ***1.3.1 Objetivo General***

Diseñar un entorno didáctico-audiovisual con Realidad Aumentada para evaluar la percepción que estudiantes y maestros de educación pública, tienen al realizar una actividad educativa con el enfoque de Aprendizaje Basado en Problemas, en el salón de clases empleando sus propios dispositivos móviles en escuelas públicas con algún grado de marginación en un municipio de Baja California.

#### ***1.3.2. Objetivos específicos***

Para llevar a cabo el estudio se contemplaron los siguientes aspectos:

*I. Analizar, identificar y evaluar factores educativos que influyen en el proceso de enseñanza aprendizaje durante la implementación de una actividad didáctica con Realidad Aumentada.*

*II. Implementar Realidad Aumentada tomando en cuenta criterios didácticos y contextuales durante el desarrollo de la actividad educativa.*

*III. Promover aspectos colaborativos individuales y en equipo propios del proceso del Aprendizaje Basado en Problemas de los estudiantes que desarrollaron la actividad.*

*IV. Analizar y evaluar factores que limitan la implementación de actividad didáctica con RA como herramienta educativa en esta o futuras implementaciones, basado en la opinión de estudiantes y maestros.*

## **1.4. Preguntas de investigación**

Se elaboraron diversos cuestionamientos que generaron las actividades de desarrollo de la investigación, siendo las siguientes:

### **1.4.1. Pregunta General**

¿Cuál es la percepción de estudiantes y maestros al trabajar con realidad aumentada y aprendizaje basado en problemas en escuelas públicas de zona rural al sur de San Quintín y Mexicali, Baja California?

### **1.4.2. Preguntas de Investigación**

1. *¿Cuáles son los elementos que forman parte de la planeación del contexto áulico en la actividad educativa con RA?*
2. *¿Cuáles factores educativos de RA y TICs influyen en el proceso de enseñanza aprendizaje?*
3. *¿Cuál es el impacto de RA en aspectos individuales y de equipo de los estudiantes que desarrollaron la actividad?*
4. *¿Qué conceptos de formación y valores de los estudiantes se potenciaron o fueron inducidos a través de la lección con RA?*
5. *¿Cuáles son los factores que limitan la implementación de actividades RA en el ámbito educativo en zonas rurales y semi-urbanizadas?*

## 1.5 Estructura del documento de tesis

El proceso de trabajo que siguió esta tesis se desglosa de la siguiente manera:

**Capítulo 2 – Metodología:** Consiste en establecer un andamiaje o estructura en la cual se van a abordar las distintas etapas de trabajo en este estudio e implementación. Selección de sujetos de estudio, donde se determina, la asignatura y grupos a los cuales dirigir el estudio e intervención didáctica; Diseño de instrumentos para la recopilación de información; Diseño de propuesta de la aplicación; aplicación y de la propuesta con la realidad aumentada. y análisis de datos recopilados en el proceso de la clase modelo.

**Capítulo 3 – Realidad Aumentada en Tecnología Educativa:** Consulta de referencias bibliográficas para analizar y evaluar el impacto alcanzado por realidad aumentada, desde los primeros trabajos realizados, los dispositivos con los que se puede crear realidad aumentada y sus efectos percibido en el ámbito educativo. Los periodos tomados en cuenta fueron tres; ciclos anteriores del 2014, lapso del 2014 al 2016 y estudios que se realizaron posteriores al 2016.

**Capítulo 4 – Estructura del Modelo:** El análisis del marco teórico permitió construir paulatinamente distintas categorías o componentes de realidad aumentada que preestablecen y conforman un diseño holístico y sistemático de la lección didáctica con la aplicación que también se define a partir del modelo educativo de realidad aumentada.

**Capítulo 5 – Desarrollo de la aplicación:** En este capítulo se toman en cuenta cuáles son las características de los equipos celulares que poseen los estudiantes, requerimientos técnicos de la aplicación, tipo de reconocimiento o marcadores plataforma en la aplicación.

**Capítulo 6 – Resultados:** Información obtenida de los estudiantes y maestros a través de instrumentos de recopilación de opinión, estos instrumentos se aplicaron en estudiantes y maestros posterior a la realización de la actividad. En este apartado se realiza un análisis estableciendo una comparación entre el estado del arte y lo que se obtuvo durante la implementación de la actividad educativa con realidad aumentada.

**Capítulo 7 – Conclusiones y trabajo futuro:** Aquí se divide en distintos apartados, empezando por discusiones para contrastar resultados, conclusiones para evaluar las aportaciones en relación con el objetivo principal, productos obtenidos y recomendaciones a futuro. En la sección de discusiones se analizan cuáles fueron los resultados observados con los antecedentes observados del estudio del arte. En el apartado de conclusiones, se resaltan cuáles fueron las aportaciones más significativas para las distintas etapas del proceso de Tesis, haciendo énfasis en la aportación de la actividad educativa en los estudiantes, maestros voluntarios y a la vez en su contexto, además de cuáles son las áreas de oportunidad o tendencias a futuro sobre este tipo de implementaciones en el área de tecnología educativa.

## Capítulo 2. Metodología

La metodología con la que se fundamenta para desarrollar la investigación, es de Investigación – Acción, porque es donde el investigador forma parte de la intervención (Crotty, 1998), el enfoque que se utiliza es mixto con un alcance exploratorio; ya que se considera un análisis como base para futuras intervenciones o proyecciones. Convergiendo elementos de tipo cuantitativo, enriquecidos por aspectos cualitativos (Díaz Barriga & Hernández, 2002). El análisis se relaciona con la aplicación de RA en el terreno educativo, la investigación permite analizar a través de una evaluación diagnóstica, con qué elementos de software y hardware disponen los estudiantes. Posterior a la implementación de RA con un propósito didáctico, se utiliza un instrumento para evaluar la percepción de los estudiantes y maestros involucrados. La metodología que se articula para organizar el estudio y la implementación se preestableció de la siguiente forma (ver figura 7 en la siguiente hoja).

## Etapas de la metodología

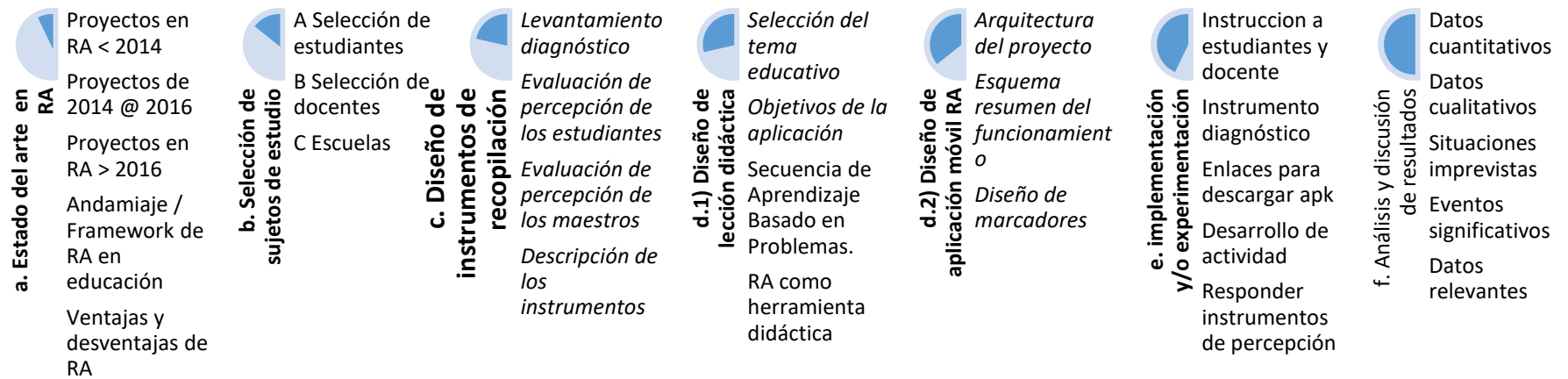


Figura 7:Fases que integran la metodología del ambiente de RA y su implementación

**a). *Análisis del estado del arte***

A través de una amplia revisión documental sobre trabajos y estudios científicos sobre RA, subdividiéndose en proyectos y estudios anteriores al 2014, desarrollo de trabajos del 2014 al 2016 y trabajos posteriores al 2016, así como sus tendencias en distintas ramas, tales como aplicación de RA en el sector educativo y sus efectos en los estudiantes (Montecé et al., 2017; Radu, 2014b; Radu et al., 2015). Los criterios de inclusión establecidos en esta etapa fueron aquellas publicaciones como artículos, reportes, libros de revistas arbitradas en los periodos mencionados anteriormente y los criterios de exclusión se definieron como en aquellas obras en las cuáles no se trabajó con realidad aumentada.

**b). *Selección de sujetos de estudio***

Se tomaron en cuenta factores contextuales de las comunidades de diversa índole para caracterizar mejor a cada escuela como características culturales, económicas, políticas, sociales, técnicas e infraestructurales. El estudio se realizó en tres comunidades situadas en el estado de Baja California en México que es un estado cuya frontera norte es limítrofe con Estados Unidos; se centró en las comunidades de Vicente Guerrero y Ejido Padre Kino del Municipio de San Quintín y de Mexicali, cabecera municipal del estado de Baja California.

La región de San Quintín, circundante a Vicente Guerrero y Ejido Padre Kino, al tener 2 o más carencias en los servicios básicos se le considera como de alta marginación (Ciaia, 2016); esto impacta en el acceso a equipos de cómputo, aplicaciones educativas de soporte en el aula y de cobertura adecuada (Borroto Cruz & Hidalgo Hernández, 2015b; Caro, 2017; Pérez & Crespo, 2014); estos grados de disponibilidad contrastan significativamente sí se comparan con Mexicali.

La población de Ensenada (Incluyendo la extensión del nuevo municipio de San Quintín), tiene un total de 486,639 y Mexicali por su parte cuenta con 988,417 de un total de 3,219,032 habitantes en Baja California (INEGI, 2015), Es una zona rural cuyas actividades principales son agrícola y acuícola de tipo artesanal (Ciaia, 2016, pp. 47, 48).

En cuanto a datos educativos de Ensenada en Secundaria había 30,533 y en Bachillerato tecnológico 13,550 (Ciaia, 2016, p. 195). En las localidades de Vicente Guerrero el número promedio de años que estudian es de 6 años (Giovannelli, 2015c) y en Ejido Padre Kino es de 7 años es de 4 (Giovannelli, 2015b).

De acuerdo a estudios realizados sobre Vicente Guerrero (Giovannelli, 2015c), la población es de un total de 11,455 habitantes, con una población indígena del 40.88% (Giovannelli, 2015c); la oferta educativa en esta demarcación territorial se caracteriza por 3 escuelas primarias, 2 secundarias y 2 telesecundarias (Opción educativa vía proyección en televisión a través de una señal recibida por el satélite en un centro escolar, con ejercicios asistidos por un maestro). Se cuenta también con un colegio particular cuya oferta educativa se centra en estudios de nivel medio superior, universidad y de posgrado para nivel maestría. En la demarcación de la comunidad rural del Ejido Padre Kino (Giovannelli, 2015b), se contabilizan 735 habitantes, de los cuales el 20.41% es indígena; las opciones educativas constan de 2 primarias, 2 telesecundarias, una preparatoria pública y una universidad técnica también pública. La distancia de traslado en la Secundaria en Vicente Guerrero, cubre un radio de hasta 6 km a la redonda, mientras que la preparatoria cubre hasta un radio de 95 km (San Vicente) al Norte y 74.7 km (El Rosario) hacia el Sur.

Por su parte en Mexicali, la población es de casi un millón, del cual 7,200 personas son indígenas (Giovannelli, 2015a); por niveles educativos de 3 a 14 años acuden a la escuela el 85.7%, de 15 a 17 años 77.99% van a una escuela preparatoria y el 29% de los jóvenes de 18 años están matriculados en alguna universidad.

### ***b.1) Criterios de selección de la muestra o sujetos de estudio***

Los sujetos de la investigación fueron seleccionados bajo los siguientes criterios:

#### **A. Selección de estudiantes:**

- A.1. Estudiantes activos de secundaria o preparatoria.
- A.2. Tener un rango de edad de 12 a 17 años.
- A.3. Género: Indistinto.
- A.4. Raíces étnicas: Indistintas.

A.5. Idioma: Español ya sea como lengua materna o segunda lengua (Dominio intermedio del español).

A.6. Necesidades educativas especiales: Indistintas.

B. Selección de maestros:

B.1. Maestros activos frente a grupo.

B.2. Experiencia docente: 2 años de antigüedad en adelante.

B.3. Género: Indistinto

B.4. Raíces étnicas: Indistintas

B.5. Idioma: Español ya sea como lengua materna o segunda lengua (Dominio intermedio del español).

B.6. Formación: Licenciatura ciencias exactas y experimentales.

C. Escuelas:

C.1. Localidad: La escuela debe estar situada en cualesquiera de los 5 municipios de Baja California.

C.2. Económica: Estar ubicada dentro de una comunidad urbana o rural de media o alta marginación.

C.3. Que exista una correspondencia directa entre el currículo de la escuela y la temática computacional.

C.4. Qué sea posible implementar una situación didáctica con alta sensibilidad a la instrucción en una de las asignaturas

C.5. Tipo de sostenimiento: Escuela pública.

**c). Diseño de instrumentos para la recopilación de información**

Ya que el objetivo 3 que se estableció en este trabajo: *“Promover aspectos colaborativos individuales y en equipo...”* a través del método de ABP, esto permitirá potenciar el aprendizaje mediante el uso de RA como alternativa de las tecnologías emergentes (Beltrán, 2016; Prieto & Pech, 2016; Sarracino, 2014), diversificando las alternativas de tecnología educativa en contextos rurales que cuentan con limitaciones técnicas. Se desarrollaron herramientas de tipo diagnóstico y valorativa de apreciación de la implementación para la lección didáctica con RA, con el efecto de analizar la factibilidad y el alcance logrado en el proceso de enseñanza-aprendizaje en los grupos de las escuelas

que participaron. Los tres instrumentos de recopilación que se diseñaron para soporte del estudio fueron los siguientes:

*c.1. Levantamiento diagnóstico previo a la actividad por los estudiantes.*

Para conocer las características de sus celulares, disponibilidad de redes en la escuela y experiencia previa con software educativo, y principales usos que se da al celular.

*c.2. Evaluación de percepción de los estudiantes hacia la actividad didáctica de realidad aumentada.*

Conocer su opinión sobre el grado de complejidad al instalar la aplicación, el grado de interactividad que desarrolló con la aplicación y sus compañeros de equipo. Tiempos de reconocimiento y soluciones aportadas a la situación del tema en cuestión.

*c.3. Evaluación de percepción de los maestros hacia la actividad didáctica de realidad aumentada.*

Obtener una retroalimentación sobre las distintas fases de implementación, así como que les pareció la actitud de los estudiantes al interactuar con realidad aumentada y el aprendizaje basado en problemas. Obtener sugerencias de tipo metódico - cognitivas que faciliten alguna de las fases de implementación, desarrollo y culminación de la actividad.

*c.4. Descripción de los instrumentos de recopilación utilizados.*

En este estudio los instrumentos diseñados corresponden a diversos momentos de la investigación (ver tabla 2); el primer instrumento (ver tabla 8), es el de *Levantamiento en celulares de escuelas públicas (MobAppRA2D)*; el cual consiste en 29 elementos distribuidos en 6 módulos: Identificación, seguridad y riesgo, información sobre el dispositivo, caracterización de señal, Uso de dispositivo e Instalación de la App. Se utilizaron ítems en respuesta cerrada y escala de Likert. La aplicación fue en línea, tomando en cuenta las indicaciones para las evaluaciones de ejecución típica a gran escala, así como la identificación de sujetos clave, quienes fueron los estudiantes y docentes de escuelas públicas de Baja California; este instrumento se aplica al dar una introducción sobre la actividad con RA.

Tabla 2: Instrumento diagnóstico en equipos, uso y redes públicas.

Levantamiento en celulares de escuelas públicas (MobAppRA2D)		
<b>Descripción</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Roles involucrados</b>
<i>Levantamiento diagnóstico previo a la actividad por los estudiantes</i>	-Caracterizar equipos móviles disponibles. -Conocer opinión de seguridad. -Conocer preferencias en uso y opciones de red local. -Factibilidad para instalar la aplicación.	Para ser llenada por estudiantes
Escala Likert	Preguntas cerradas	Preguntas abiertas
17	24	5
No. De módulos o categorías	Seis	
Momento de aplicación:	El primer día de contacto, previo a la actividad educativa	

Fuente: elaboración propia.

El segundo instrumento: *Evaluación por estudiantes de actividad de Realidad Aumentada educativa* (ver tabla 3); contiene 28 elementos distribuidos en cinco módulos; Identificación, Educación y prevención, Software educativo, Experiencia en el uso de MobAppRA2D y Reconocimiento de los marcadores y arquitectura educativa. Este instrumento consta de respuestas cerradas, escala de Likert y 2 ítems de respuesta abierta para recopilación de experiencias de los alumnos en el uso de la aplicación móvil tipo Android; este instrumento se aplica posterior a realizar la intervención didáctica en el último día.

Tabla 3: Instrumento de percepción por estudiantes en experiencia didáctica con RA.

<i>Evaluación por estudiantes de actividad de Realidad Aumentada educativa</i>		
<b>Descripción</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Roles involucrados</b>
<i>Instrumento de percepción para conocer la opinión de estudiantes sobre la actividad de RA</i>	-Caracterizar conceptos de educación y prevención -Contextualizar la experiencia de estudiantes con software educativo.	Para ser llenada por estudiantes

	-Conocer experiencia sobre actividad realizada. --Medir el tiempo de reconocimiento por marcadores.	
<b>Escala Likert</b>	<b>Preguntas cerradas</b>	<b>Preguntas abiertas</b>
7	21	6
No. De módulos o categorías	Cinco	
<b>Momento de aplicación:</b>	El quinto o ultimo día de presentaciones	

Fuente: Elaboración propia.

El tercer instrumento: *Actividad de Realidad Aumentada con propósito educativo Diseñando el espacio educativo* (ver tabla 4); contiene 36 elementos distribuidos en 8 módulos; Identificación, Contexto áulico, Actividad App, Uso de TICs, Aceptación de la RA, Actitud hacia la RA, Aprendizaje utilizando RA y Amigabilidad de la RA. En este último instrumento se incluyeron preguntas abiertas sobre el desarrollo de la actividad desde la perspectiva del maestro, así como algunas preguntas de respuesta cerrada, aunque la mayoría fueron establecidas en escala de *Likert*; este instrumento se entrega a los maestros al terminar la actividad para ser llenado en la siguiente semana después de finalizar la intervención didáctica.

Tabla 4: Instrumento de percepción por maestros en entorno didáctico con RA.

<i>Actividad de Realidad Aumentada con propósito educativo Diseñando el espacio educativo</i>		
<b>Descripción</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Roles involucrados</b>
<i>Instrumento de percepción para conocer la opinión de maestros voluntarios sobre la actividad de RA</i>		Para ser llenada por maestros voluntarios
<b>Escala Likert</b>	<b>Preguntas cerradas</b>	<b>Preguntas abiertas</b>
27	27	9
No. De módulos o categorías	Ocho	
<b>Momento de aplicación:</b>	A ser llenada por el maestro la siguiente semana después de realizar la actividad educativa.	

Fuente: Elaboración propia.

***d). Diseño de lección didáctica y aplicación móvil RA***

Se tomó en consideración la estructura del PBL para resolver o prevenir alguna situación de contingencia en su entorno cercano. Por lo tanto se vislumbró el escenario de la disposición del mobiliario como variable de trabajo y la prevención de riesgos como el tema a trabajar en el área de oportunidad (González & Sáiz, 2014); derivado de lo anterior se planearon objetivos educativos, técnicos, en RA y BPL respectivamente (Cruz Flores & López-Morteo, 2017). En el diseño de la actividad educativa y desarrollo de la aplicación móvil, se tomaron en cuenta la estructura sugerida por el Modelo de Realidad Aumentada en Educación (MRAE).

***e). Fase de implementación y/o experimentación de lección didáctica***

A partir del Análisis diagnóstico se validó la implementación de realidad aumentada en los planteles educativos voluntarios, este análisis recopiló información sobre las condiciones y disponibilidad en equipos celulares, características, preferencias y alternativas de uso en las redes de internet disponibles, experiencia y conocimientos técnicos de estudiantes en temas de tecnología educativa.

***Fases de implementación de la lección en grupos***

La realización de la lección con realidad aumentada se planeó inicialmente para realizarse en una semana, en la cual las actividades lectivas se planearon de la siguiente forma:

*Primer día:* Introducción en actividad educativa, temas de RA y PBL, agenda y entrega de Instrumento diagnóstico.

*Segundo día:* Organización de la actividad en base a la metodología del PBL, facilitación de recursos materiales de la actividad y tipos de distribuciones por actividad educativa con sus propósitos, ventajas y desventajas. También se les proporcionó el enlace para descargar la aplicación de RA en su celular y los marcadores para reconocimiento visual.

*Tercer día:* Puesta en marcha y ejecución del diseño de la distribución del mobiliario en cartulinas con el equipo pertinente, todo esto conforme a los pasos sugeridos por la metodología PBL, situación actual, información disponible, posibles situaciones en contingencias, características de los estudiantes y posibles necesidades de apoyo, proponer elementos adicionales no tomados en cuenta.

*Cuarto día:* Documentación y elaboración del reporte, los estudiantes comparten su alternativa propuestas a compañeros y docentes, justificando los elementos empleados, así como su ubicación.

*Quinto día:* Discusión en plenaria sobre las actividades realizadas intercambiando opiniones e ideas con fines de retroalimentación acerca de la planeación y prevención en la escuela, en la casa y en la comunidad cercana para vislumbrar alternativas de acción ante posibles eventos atmosféricos y/o psico-sociales imprevistos. Al finalizar se les entrega un instrumento de percepción, uno elaborado para estudiantes y el otro diseñado para el maestro.

#### ***f). Evaluación de la implementación***

Esta valoración parte de la propuesta con realidad aumentada, la cual se diseñó siguiendo la estructura del MRAE, cuyas principales ramas se mencionan a continuación:

1. Área.
2. Rol de apoyo.
3. Recursos móviles.
4. Tipo de escenarios.
5. Aprendizaje orientado a metas.
6. Recursos didácticos interactivos.
7. Disciplinas.
8. Evaluación de resultados.

La actividad educativa se estructuró definiendo cada categoría de una revisión, las primeras cuatro categorías, se determinaron a partir de consideraciones propuestas al diseñar realidad aumentada para un salón de clases para recursos móviles (Cuendet et al., 2013). En esas categorías se desglosan distintos recursos que pueden ser integrados dependiendo la finalidad y alcances de la actividad educativa; dichos recursos no son excluyentes o restrictivos entre sí. Los tipos de escenarios, herramientas de software, dispositivos físicos de soporte, dependieron de los equipos y dispositivos disponibles que arroje el instrumento diagnóstico. La definición de la estrategia didáctica se desglosa en las categorías 5. Aprendizaje orientado a metas y 6. Recursos didácticos interactivos, persiguiendo el mismo fin de diversificar y proponer distintas dinámicas acordes a la planeación de la actividad (Kicken et al., 2009; Sommerauer & Müller, 2018; von Ahn & Dabbish, 2008). Por último en la categoría 8, destaca un estudio comparativo entre escenarios educativos convencionales sin realidad aumentada y escenarios didácticos planeados con elementos de realidad aumentada; aquí se analizó cual fue el impacto en los distintos canales de aprendizaje de los estudiantes (Radu, 2014b), por tal motivo se utilizó como referencia para proponer parámetros de medición en el Modelo.

#### ***f.1). Opinión de estudiantes sobre actividad escolar realizada***

Los instrumentos para evaluar la percepción de estudiantes y maestros se enfocan en caracterizar el entorno escolar y el ambiente escolar observado por el estudiante durante la actividad, además de algunos criterios técnicos como el nivel de complejidad de la actividad con realidad aumentada y los tiempos de reconocimientos para los marcadores con la herramienta en línea *Vuforia* para construir RA.

#### ***f.2). Opinión de maestros sobre actividad escolar realizada***

Por otra parte, en el instrumento elaborado para los maestros se elaboró con preguntas abiertas y cerradas, esto con el objetivo de obtener más información sobre el enfoque sobre la preparación del contexto aúlico, cual fue la actitud de los estudiantes al uso de *TICs* en los procesos de enseñanza – aprendizaje, aspectos de desenvolvimiento individuales y en

equipo durante las etapas de la lección didáctica, además de observar si durante la actividad se contribuyó a desarrollar criterios de formación y valores.

### **Capítulo 3. Realidad Aumentada en Tecnología Educativa**

El desarrollo y aplicación de realidad aumentada en distintos campos, ha sido paulatino y proporcional a los avances tecnológicos en los distintos equipos de cómputo, dispositivos móviles, a las políticas educativas nacionales en los distintos niveles escolares y métodos educacionales; que se van integrando a las distintas tecnologías emergentes con el propósito de hacerlo más flexible y dinámico según lo estipulado en el Servicio Educativo Estatal del periodo de 2015 a 2019 (SEE, 2016, pp. 14, 15).

#### **3.1 Definiciones de Realidad Aumentada**

RA se refiere a la percepción visual de un escenario físico por medio de un aparato celular dispositivos portables como Tablet, mediante los cuales se proyectan imágenes en tiempo real acompañados por objetos previamente pre construidos con un objetivo específico (greenHAT, 2016).

El primer concepto sobre RA se debe a un Investigador de Boeing al trabajar sobre sus tediosos tableros al proponer anteojos especiales y tableros virtuales sobre un tablero real genérico, indicando que estaba “aumentado” en la realidad del usuario (Caudell & Mizell, 1992). Otro concepto de RA es “Aumentar la retroalimentación natural para el operador con ideas simuladas” (Milgram et al., 1995). “Una forma de realidad virtual donde el dispositivo montado en la cabeza del participante es transparente, lo que permite una visión clara de la realidad” (Milgram et al., 1995, p. 283).

Otros autores como Azuma, conceptualizan de RA como: “Sistema que cumple tres funciones básicas: una combinación de mundos reales y virtuales , la interacción en tiempo real, y el registro 3D precisa de objetos virtuales y reales” (Azuma, 1997).

En el ámbito europeo, en un reporte comparativo entre RV y RA desde el punto técnico y práctico, por una empresa de desarrollo alemana: “Realidad Mixta o realidad disminuida, combina objetos e informaciones reales utilizando la virtualidad aumentada, es decir superponer la realidad en un mundo virtual” (Ryzhonkov, 2015).

Es una tecnología que permite adicionar entes virtuales como imágenes, video, multimedia, audio, texto y otros, los cuales se superponen en un mundo real, a través de la

utilización de un dispositivo móvil como tableta o celular con la cámara que estos dispositivos portan, la imagen es interpretada por una aplicación o software y la información leída a través de marcadores visuales o de posicionamiento generan o activan el objeto multimedia aumentado en una pantalla (López Moreno, 2014).

A partir de las anteriores definiciones, se construyó una definición de realidad aumentada en la educación, la cual es la siguiente: “Ambiente de percepción sensorial que combina el mundo real con información o herramientas sobrepuestas para generar un ambiente interactivo con los objetos educativos y lograr los aprendizajes esperados de manera kinestésica que permitan alcanzar un nivel metacognitivo en la temática planeada”.

#### ***-Tecnologías de aprendizaje adaptativo***

Se basan en la correlación de datos, los cuales son manejados por equipos de cómputo para poder determinar objetivamente el avance o aprendizaje desarrollado de los estudiantes (Becker et al., 2017, pp. 14, 41), esto permite ajustar el tipo de nivel o contenido didáctico en los cursos ofrecidos al estudiante, ajustando el nivel o tipo de contenido del curso a la habilidad del individuo, de manera que aceleran el desempeño del alumno con intervenciones automatizadas y pedagógicas.

### 3.2 Antecedentes de la realidad aumentada

Como en este trabajo de realidad aumentada se optó por aumentar información de la realidad con imágenes bidimensionales (Marcadores) y tridimensionales (Elementos del mobiliario; se empezará por hacer una reseña a partir de la visión estereoscópica (Ver Ilustración 4). Las imágenes superpuestas o tridimensionales parten del principio de visión estereoscópica las cuales se derivan etimológicamente de los vocablos griegos *stereo* y *opsis* (visión sólida), esta es una capacidad cerebral que tiene la visión ya que la conforman los dos hemisferios cerebrales percibida respectivamente por cada ojo y este fenómeno es transformado visualmente como una imagen de 3 dimensiones ya que cada ojo percibe una imagen distinta por su posición, es así que percibe la distancia, la cual matemáticamente se conoce como el 3er eje o eje 'z' utilizando como referencia a los ejes 'x' y 'y' (Eclectico, 2013).

300 años antes de Cristo fue abordada por el Matemático y Geómetra Euclides, el cual derivado de sus estudios concluyó que, una vez percibidas las dos imágenes por los ojos, el cerebro las fusiona en una sola imagen, pero añadiéndole un sentido de profundidad o 3ª dimensión. Posteriormente 5 siglos después (II d.c) el astrologo Claudio Ptolomeo relacionó la diplopía fisiológica con la binocularidad y de esta manera justificar que cada ojo percibe una imagen distinta por la ubicación y separación que hay entre los mismos. Alhacén (965 – 1040) físico musulmán retomó estos estudios y relacionó la sensación de profundidad con la percepción que existe en la binocularidad, validando los estudios realizados por Euclides 3 siglos antes de Cristo (Mir Sánchez, 2016).

Se atribuye a Leonardo Da-Vinci crear la obra en estereografía (1503) en colaboración con el pintor florentino Jacopo Chimeneti da Empoli al reproducir una segunda versión de La Gioconda (Mona Lisa) a la misma distancia, pero con un ligero desplazamiento lateral para crear la ilusión óptica de 3 dimensiones derivado de la binocularidad. Francois de Aguillion (1613) fue el articulador y creador del concepto stereoscopique para definir a este fenómeno de solidez visual que es transformado por el cerebro después de recibir la imagen por el nervio óptico. Fue así como se llegó a la invención del estereoscopio (ver figura por Charles Wheastone (1838).

En 1840 se inventó un prototipo que permitía visualizar un objeto en tres dimensiones, más allá de una forma plana, a este aparato se le denominó *Estereoscopio*

(Wheatstone,1838); posteriormente se fueron haciendo otros intentos por presentar aspectos visuales (Ver figura 8).

En el cine “The power of Love” en 1923, fue la primera película que utilizó una doble tira en formato anáglifo: rojo / verde; al utilizar dos colores da la impresión que es tridimensional. Al presentar ante una audiencia en vivo utilizando gafas anáglifo (Southern, 2011). Posteriormente en 1930 se desarrolla un simulador aéreo, con el objetivo de simular las condiciones de vuelo en forma presencial y en tiempo real, para que el entrenamiento de los pilotos fuera lo más cercano a la realidad, este desarrollo fue patentado en Estados Unidos (Link, 1931).

Se considera la holografía y a su creador Dennis Gabor (1900-1979) el precursor de la realidad virtual o aumentada en 1938, al corregir una imagen reflejada de un microscopio electrónico, con distorsión visual a causa de sus lentes, esto lo hizo después con otros efectos visuales de imágenes reales para corregir esas deformaciones ópticas.

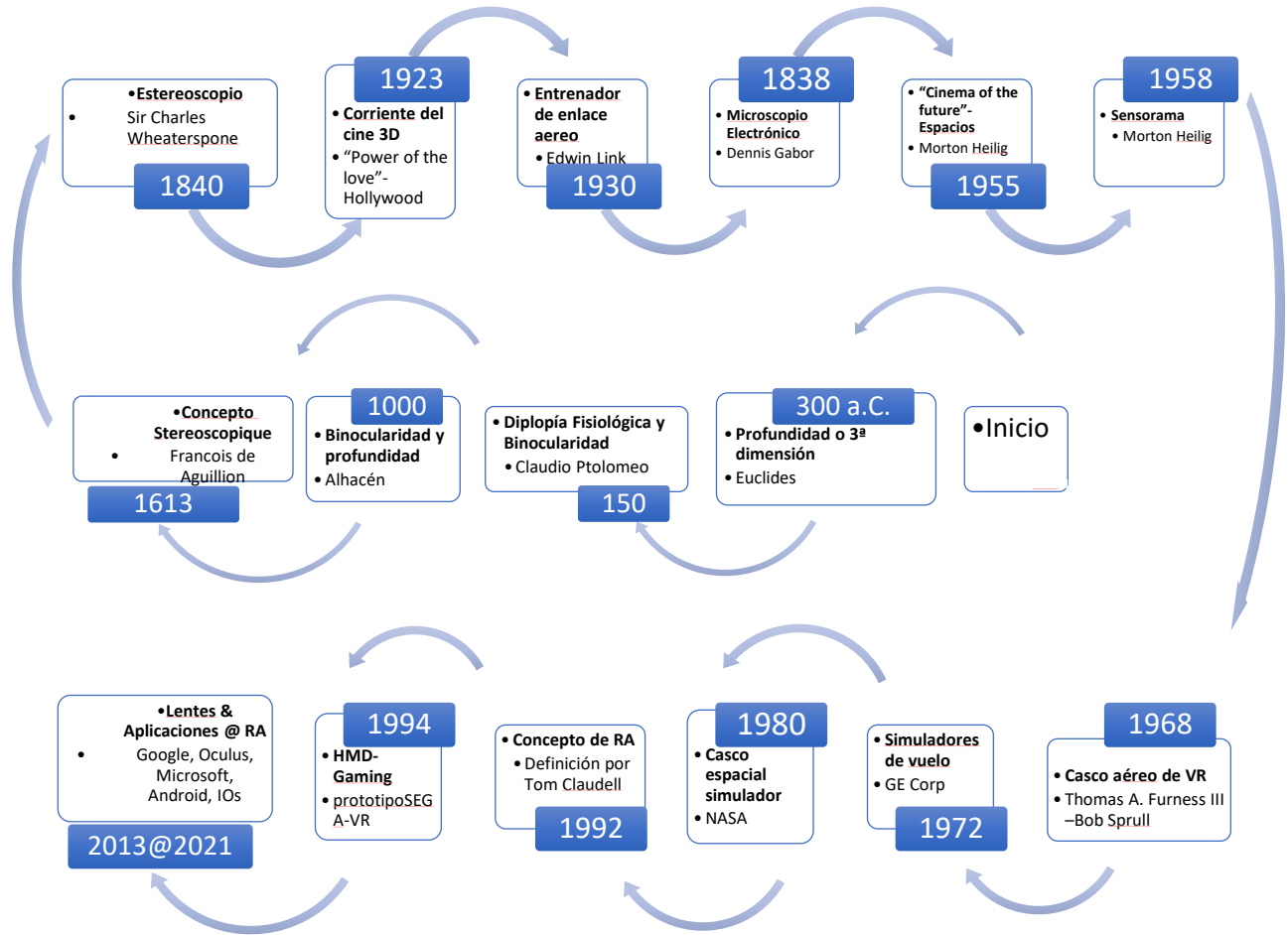


Figura 8. Línea de tiempo en desarrollo sobre percepción 3D hasta la realidad aumentada

(Bobcotton, 2014; Caudell & Mizell, 1992; Gabor, 2015; Heilig, 1962; Link, 1931; Prieto & Pech, 2016; Southern, 2011; Sutherland & Sproull, 1968; Wheatstone, 1838).

2 años después que se inventó un aparato con fines recreativos que proyectará el cine de otra forma distinta al Cinema convencional de esa época, En 1950 Morton Heilig presentó un artículo titulado “Cine de Experiencia”; esto lo llevó a diseñar y crear un prototipo llamado por el “Sensorama” (ver figura 9):

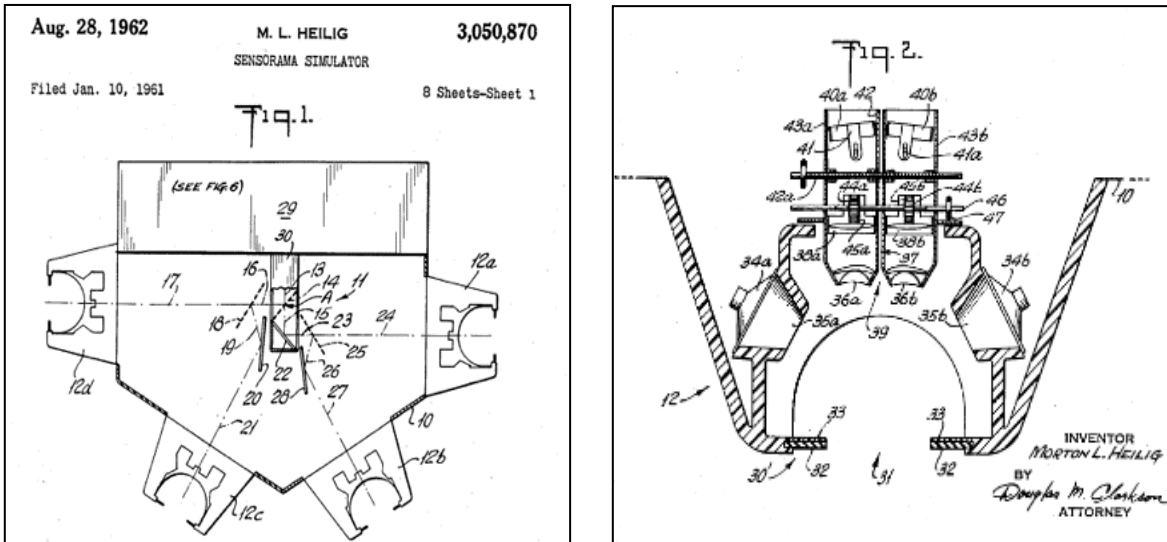


Figura 9. Sensorama de Heilig.

Fuente: Patents – US3050870.

El aparato consistía en la proyección de 5 filmes cortos que aumentaban la percepción del espectador por los sentidos. El modelo del diseño anterior fue de tipo fijo, sin embargo a consideración de Iván Sutherland en colaboración con su estudiante Bob Sproull, diseñó un prototipo portable que permitiera utilizar el primer visor montable en la cabeza o HMD por sus siglas en Inglés (Bobcotton, 2014).

La flexibilidad en el uso, continuo avance y asequibilidad de equipos como lo son los lentes y aparatos celulares tipo Smartphone han propiciado que los desarrollos de aplicaciones en Realidad aumentada se incrementen día con día propiciando beneficios en distintas áreas de aprendizaje a través de aplicaciones educativas en celulares (Prieto & Pech, 2016, p. 143).

En el futuro próximo se plantean significativas áreas de oportunidad en el campo de desarrollo y aplicación de RA a través de dispositivos móviles (figura 10) como lo son las siguientes:



Figura 10. Visores montables de realidad aumentada.

Fuente: (Microsoft, 2017; Samsung, 2017)

### ***3.2.1 Ventajas y desventajas observadas en proyectos con realidad aumentada.***

Las temáticas educacionales que se les presentan a los estudiantes en los diferentes niveles educativos, adquieren matices distintos acordes a la personalidad de cada maestro y la peculiar forma de interactuar con los estudiantes para generar un ambiente propicio en cuanto a distintos estímulos que pueden ser percibidos por el canal de aprendizaje que se consideró adecuado abordar, en ocasiones los maestros tienden a utilizar videos y textos instruccionales, el soporte computacional se ha ido incrementando en las últimas décadas y con estos, la oportunidad de interactuar con simulaciones en juegos educacionales. Los pizarrones digitales y las computadoras de escritorio aunadas a teléfonos móviles inteligentes, pantallas portables, proyectores y otros medios móviles que son adaptables a las extremidades. Existen también limitantes y desventajas entre sistemas que combinan la realidad aumentada y otros que no las combinan (Ver Tabla 5), a continuación, se enlistan estos beneficios o restricciones cualitativos y prácticos:

Tabla 5: Ventajas y desventajas sobre realidad aumentada aplicada en la educación.

<i>Realidad Aumentada en la educación</i>		
<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>	<b>Fuente</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Incrementa comprensión del contenido.</li> <li>2. Mejora el entendimiento simbólico.</li> <li>3. Incrementa la retención en memoria de largo periodo.</li> <li>4. Incrementa la mejora en el rendimiento físico.</li> <li>5. Mayor colaboración interactiva.</li> <li>6. Mejora motivación del estudiante.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Desviación de la atención (Tunneling).</li> <li>2. Dificultades en utilización.</li> <li>3. Integración del salón de clases inefectiva.</li> <li>4. Diferencias en canales de aprendizaje.</li> </ol>	<p><i>“Augmented reality in education”</i>: a meta-review and cross-media analysis” (Radu, 2014b).</p>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ayuda a los docentes a participar en experiencias y exploraciones en el mundo real</li> <li>2. Facilita percibir eventos o circunstancias</li> <li>3. Aumenta la motivación y satisfacción de los estudiantes</li> <li>4. Ayuda en adquisición de habilidades investigativas</li> <li>5. Creación de entornos de aprendizaje con elementos reales y virtuales</li> <li>6. Fomento y desarrollo del pensamiento crítico y capacidad en resolución de problemas</li> <li>7. Favorece la comunicación en base a tareas colaborativas</li> <li>8. Aumento de actitudes positivas en asignatura</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dificultades y problemas técnicos en el uso.</li> <li>2. Necesaria una correcta y detallada guía de la actividad para que no sea demasiado complicada para los alumnos.</li> <li>3. Una gran cantidad de lectura previa es imprescindible para un correcto uso.</li> </ol>	<p><i>“La trascendencia de la Realidad Aumentada en la motivación estudiantil. Una revisión sistemática y meta-análisis”</i> (Gómez García et al., 2020).</p>

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Los campos de aplicación son multidisciplinarios.</li> <li>2. Se abarcan un amplio espectro de objetivos y métodos.</li> <li>3. Son más los beneficios que experimentan los estudiantes que las desventajas.</li> <li>4. Existe interacción en el contexto real.</li> <li>5. Se pueden ver elementos de realidad aumentada con marcadores en tiempo real.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sobrecarga o saturación cognitiva.</li> <li>2. Distracción.</li> </ol>	<p><i>“Augmented reality for teaching and learning – a literature review on theoretical and empirical foundations”</i> (Sommerauer &amp; Müller, 2018).</p>
--	--	---

(Fuente: cita en la tercer columna).

Otra de las ventajas observadas es que los costos de aparatos móviles están tendiendo a disminuir debido a la actualización y modernización constante en cuanto a componentes de los mismos, de esto se derivará que los aparatos móviles que utilicen realidad aumentada tengan una mejor definición, accesibilidad y el costo competitivo sea cada vez más reducido (Radu, 2014b).

Identificar las ventajas y desventajas de la realidad aumentada ayuda a potenciar en qué sectores o áreas de conocimiento se puede desarrollar mejor, además que sirve como referencia la sección anterior para conocer a que disciplina se aplicó y cuáles son los efectos que se esperan de dicha implementación. Pero antes de determinar si es una ventaja o desventaja, es necesario establecer hacia donde son las tendencias actuales y futuras de AR así como una caracterización de las mismas (Ver figura 11) en la imagen se puede apreciar que del 2016 al 2019 las prácticas se orientaron a la optimización y mejoras de las clases de software y hardware que se tenía en ese periodo; en cuanto al mediano y largo plazo (2020 al 2027) se observan mejoras significativas en la calidad de pantalla en su definición, de cámara en su gama de pixeles, capacidad de memoria y algunas otras novedades pendientes a desarrollar.

**Niveles de inmersión con realidad aumentada y realidad**

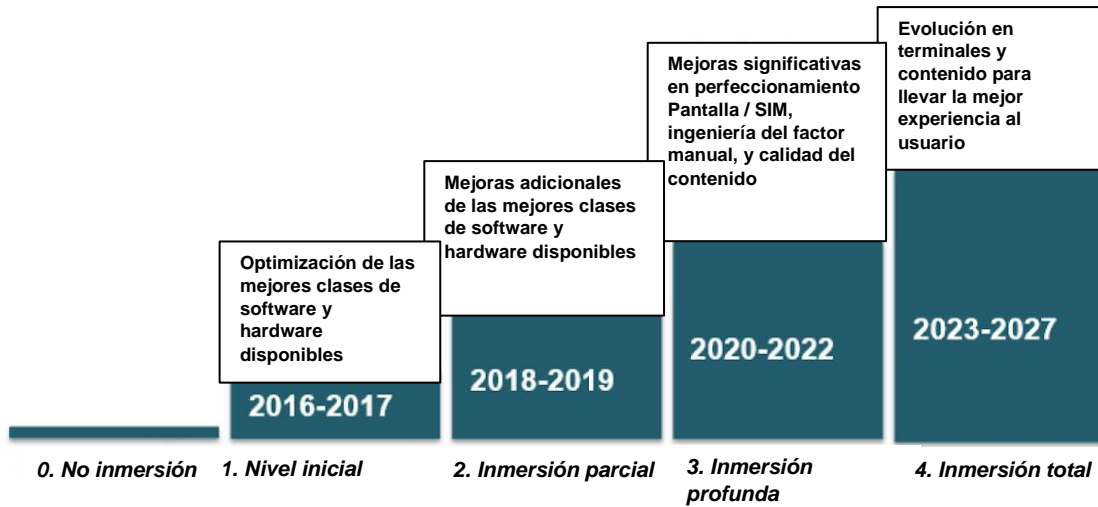


Figura 11. Tendencias de RA y RV en niveles de inmersión y aspectos técnicos de 2016 a 2027.

Fuente: "Virtual Reality/Augmented Reality White Paper" (2017).

Para las anteriores categorías de inmersión, se especifican una serie de características técnicas importantes a considerar (Ver Tabla 5), en la siguiente tabla se valorar en la primer columna los alternativas en grados de inmersión, y en la fila superior las características técnicas necesarias para alcanzar ese grado de inmersión en forma adecuada, dichas especificaciones son límite de video de resolución, límite de resolución monocular, requerimiento típico de ancho de banda y TIV (Tiempo de Ida y Vuelta o RTT por sus siglas en inglés).

Tabla 6: Especificaciones técnicas por niveles de inmersión.

Nivel Especificación	Límite de video-resolución	Límite de resolución monocular	Requerimiento típico en ancho de banda	Requerimiento típico en TIV (RTT) de red
<i>1. Inmersión Nivel inicial</i>	Visión total 4K en video 2D (Resolución total de pantalla 3840*1920)	960*960 FOV 100° (~20 PPD)	20 a 50 Mbps	< 40 ms
<i>2. Inmersión parcial</i>	Visión total 8K en video 2D (Resolución total de pantalla 7680*3840)	1920*1920 FOV 110° (~20 PPD)	50 a 200 Mbps	< 30 ms
<i>3. Inmersión profunda</i>	Visión total 12K en video 2D (Resolución total de pantalla 11520*5760)	3840*3840 FOV 120° (~20 PPD)	200 Mbps a 1 Gbps	< 20 ms
<i>4. Inmersión total</i>	Visión total 4K en video 2D (Resolución total de pantalla 23040*11520)	7680*7680 FOV 130° (~20 PPD)	2 a 5 Gbps	< 10 ms

Fuente: "Virtual Reality/Augmented Reality White Paper" (2017).

Retomando los usos actuales de realidad aumentada, los equipos a través de los cuales es posible experimentar estos niveles de inmersión se pueden catalogar en dos ramas distintas (Ver figura 12), la primera por tipo de forma o hardware utilizado y la segunda por características visuales variando del tipo monocular al binocular. En la primera categoría sobresalen *DeePoon M2 (VR)* y *HoloLens (RA)* por facilitar la opción de tener todo en uno, inclusive la opción de lente de contacto (*iOptic*) se presenta como una alternativa flexible.



Figura 12: Tipos de inmersión de VR / AR por dispositivo y por percepción visual.

Adaptado de Huawei iLab (CAICT, 2018).

Para ciertos temas relacionados con la distancia, el espacio y otros aspectos visuales (Geometría, estructuras químicas, mecánica y maquinaria, configuraciones astronómicas, configuración espacial de órganos humanos); la realidad aumentada resultó más efectiva. El aprendizaje simbólico es también más efectivo cuando se involucran animaciones en realidad aumentada, se ha aplicado inclusive en cursos de inglés; la retención de la memoria en largo plazo es beneficiada cuando se han comparado aprendizajes donde se utiliza realidad aumentada en contraste con otros donde no se utiliza, ya que el aprendizaje que se tuvo donde se utilizó, no disminuyó significativamente después de reevaluarse una semana después. En Tareas físicas el trabajo de mantenimiento es realizado con una mayor exactitud y de igual manera, los estudiantes pueden transmitir sus conocimientos de una manera más rápida y fácil a otros compañeros; cuando se colabora entre otros estudiantes para realizar una práctica, al final de la evaluación se percibió que la ayuda entre los mismos era mejor, así como su motivación.

Sin embargo, no todo resulta del efectivo al 100 por ciento, existen otros factores que se descubrieron al hacer estudios sobre realidad aumentada y que se consideraron como negativos, como el desviar la atención de los participantes de la tarea objetivo, ya que el sentido visual tiende a ocupar la mayor atención sobre los otros canales de aprendizaje, por lo cual el estudiante ignora algunos contenidos de importancia durante la práctica experimental, los mismos estudiantes comentan que tienen que tener más cuidado al poner atención para no distraerse de la tarea objetivo.

Cuando se trata de utilizar por algún medio físico los dispositivos que interactúan con la realidad aumentada, por ejemplo, mapeo basado en RA con mayor dificultad de interpretar, un dispositivo montado en la cabeza también se consideró más difícil de utilizar que su contraparte donde no se utiliza RA, aparte que algunos lo consideraron incómodo en ciertos aspectos.

Cuando se aplica en un salón de clase, los estudiantes estuvieron más interesados en el rol de juego y la exploración que en alcanzar los objetivos de aprendizaje. Existen también distintos grados de apreciación, así como niveles de aprendizaje, por lo cual estudiantes que sobresalen en la mayoría de las áreas, no observaron un incremento significativo en sus beneficios inclusive los estudiantes con un bajo rendimiento escolar no aprendieron de las partes que se experimentaron con RA. Sin embargo, la retroalimentación obtenida indica que estos tipos de juego deben combinarse con un seguimiento en las capacidades de su audiencia.

### **3.3 Tendencias de Realidad Aumentada a corto y mediano plazo**

Derivado de los avances tecnológicos en dispositivos móviles, capacidad de datos y aplicación de tecnologías emergentes en la educación y los demás campos, RV y RA será el tema en tecnología de punta y tecnologías emergentes (Caro, 2017; Sarnier & McGuire, 2015). Es de tal grado el avance y demanda de aplicaciones con RV y RA, que se compara el estado actual, con la salida de los teléfonos móviles hace 15 años (greenHAT, 2016).

Existen adaptaciones de RA y RV en dispositivos portables como lentes y portacelulares Google, Oculus, Mega, Cardboard; lo cual hace más flexible y amigable el uso de RA, sin embargo, la interface para manipular los controles de los celulares sigue siendo algo incómodo y limitado, se espera que haya avances en estas interfaces para eliminar estas restricciones.

Tomará aproximadamente una década antes de que la corriente principal pueda ser asimilada, así como que los precios de adquisición sean accesibles. Según predicciones de Gartner, la RV se extenderá por 7 años y durante ese lapso se intercalará con RA, siendo sustituida RV en la mayoría de los campos, en la actualidad RV es significativamente mayor en comparación con RA (Ryzhonkov, 2015).

Nuevos dispositivos RA, como RA a manos libres, reconocimiento de gestos y posturas, captura de audio y video, en un reporte de Goldman and Sachs (2015) propone plataformas de RV y RA, ya que facilita la operación de aplicaciones a través de teléfonos inteligentes, satisfaciendo necesidades de mercadeo, juegos y aplicaciones educativas ó de capacitación, calculando un mercado de 80 billones en reventas para el 2025 (45 millones en hardware y 35 billones en software); sin embargo, no basta con crear la aplicación y descargarla en los celulares, ya que se necesita tener un modelo metodológico lo más completo posible para realizar una evaluación previa, la planeación e implementación educativa y una evaluación de los resultados obtenidos en la implementación. Distintos modelos educativos de implementación se están proponiendo para tener un mejor éxito en el desarrollo de actividades didácticas con realidad aumentada con realidad aumentada que toman en cuenta distintos aspectos cognitivos (Bellini et al., 2015; Sommerauer & Müller, 2018, p. 13).

La tendencia natural en RA es agregar otros elementos sensoriales además de los visuales y auditivos; en 2015 Sarner A. propone como tendencias que los clientes manejan la mayoría de sus interacciones a través del celular y redes sociales y propone el uso de la inteligencia artificial (IA o AI por sus siglas en inglés) e interacción en tiempo real (Real time marketing) para interpretar tendencias y adelantarse a las preferencias de los clientes. Ambientes de RA relacionados publicidad, mercadotecnia, video juegos y educación están teniendo un impacto muy significativo en tecnologías de la información y la comunicación innovando en el proceso de enseñanza-aprendizaje potenciando en la interacción, entretenimiento y motivación educativo (Montecé et al., 2017; Sanderink et al., 2018; Sarner & McGuire, 2015).

La demanda en los distintos tipos de aparatos para proyectar RV o RA, pueden ser todo en uno (Mega2, HoloLens) los cuales no necesitan conectarse a una computadora u aparato adicional, Basado en PC.

### ***3.3.1 Situación actual mundial sobre desarrollos educativos y sus tendencias***

Si bien el factor humano es uno de los elementos más difíciles de reemplazar o predecir, se considera RA como una herramienta para la educación, ya que las características en los distintos canales de aprendizaje van más orientadas a lo visual (Radu, 2014a). Por su parte en la XXVI Conferencia Europea de sistemas informativos (ECIS2018 por sus siglas en inglés), se propone que las experiencias de aprendizaje en el modelo educativo formal y los ambientes informales de aprendizaje como los museos, consolidan o refuerzan los fundamentos teóricos y evidencia empírica de utilizar realidad aumentada para diseñar planes de enseñanza y aprendizaje (Sommerauer & Müller, 2018). Es así como el teléfono celular puede pasar de ser un problema para el profesor durante las horas de clase a un medio de enseñanza, que aprovecha los adelantos tecnológicos para uso de aplicaciones de soporte a la educación con un precio más económico que algunas computadoras y una facilidad de utilizar y maniobrar en distintas actividades educativas, estos avances en equipos móviles y de cómputo deriva en proponer las siguientes 6 tecnologías emergentes en el área educativa.

### ***Mobile learning***

Los dispositivos móviles permiten un aprendizaje más profundo y conectado y un mayor acceso a la educación en general, “las puertas de entrada a entornos de trabajo y aprendizaje personalizados que facilitan el estudio de nuevos temas a los usuarios”, Western Sídney University ofrece recursos en línea a educadores que les permitan mejorar o evolucionar su práctica docente ofreciendo recursos para adecuar los dispositivos móviles que les permitan introducir nuevas actividades, así como la retroalimentación respectiva y soporte para salones de clase activos. También se menciona como el uso planeado de celulares reduce la distracción de los estudiantes, además del soporte y falta de claridad en las instrucciones de los facilitadores sobre lo anterior se recomienda una preparación y entrenamiento previo a efectos de evitar en las reglas y soporte en el desarrollo de las actividades educativas.

### ***El Internet de las cosas (IoT)***

Objetos dotados de poder computacional a través de procesadores o sensores integrados capaces de transmitir información a través de redes; acorde a la evolución del internet a nivel mundial, la interrelación entre equipos electrónicos, redes informativas, inteligencia artificial en la predicción de necesidades, respuestas y soluciones educativas, específicamente sobre los niveles de aprendizajes alcanzados o medidos, de lo cual se propone un crecimiento muy significativo y que implica revisión y establecimiento de normas de privacidad y seguridad pertinentes; el área o disciplina educativa donde se prevé un mayor impacto del IoT (por sus siglas en inglés) es en las áreas ingenieriles (Becker et al., 2017, p. 42,43) Inclusive los desarrolladores y las empresas de soporte tecnológico se están enlazando ya con las instituciones educativas para equipar con dispositivos que permitan llevar la experiencia en laboratorios y salones de clase que permita reducir ese dominio práctico y nivel de experiencia que los lugares de trabajo o industria está demandando de la mano de obra profesional. El impacto que se prevé en los procesos de enseñanza - aprendizaje es facilitar la innovación y el desarrollo de equipo, todo esto orientado a proveer los conocimientos y prácticas educativas más actualizados.

Entre las implementaciones que ya se están desarrollando sobresale la iniciativa de la comisión europea *Erasmus* que provee educación en línea que les permite a sus

estudiantes conectarse desde un espacio o laboratorio remoto para acceder a recursos abiertos de aprendizaje.

### ***Inteligencia Artificial***

El término de Inteligencia artificial procede del propósito de hacer la inteligencia de las máquinas lo más cercana posible a simular la percepción, aprendizaje y toma de decisiones; al discernir entre categorías, relaciones y características entre distintas entidades informativas se asemeja y en algunas capacidades, y rapidez al cerebro humano. La cantidad creciente de datos sobre el aprendizaje de los estudiantes, también necesitan herramientas para extraerlas y analizarlas a escala, interpretar fuentes de datos y determinar tendencias de los mismos, ayudan a predecir para disminuir la tasa de abandono de los estudiantes, mejorar los programas de ayuda financiera y predecir futuras tasas y volúmenes de inscripción. Las tendencias que siguen es optimizar acciones hacia el aprendizaje autónomo, con lo que los científicos o expertos desarrollaran redes neuronales artificiales y secuencias complejas de aprendizaje profundo basándose en la asimilación e interpretación del comportamiento orgánico (Bini, 2018).

El propósito general es que la inteligencia artificial continúe desarrollándose, tiene el potencial de mejorar la educación *online*, el software de aprendizaje adaptativo y los procesos de investigación. Se considera a IBM como el líder en muchas áreas de AI, se han desarrollado tutores virtuales, herramientas de aprendizaje adaptativo, sin embargo, sin importar las capacidades de memoria, rapidez de procesamiento, lo divertido o entretenido que puedan ser algunas aplicaciones de AI, aún no se puede sustituir o igualar a un educador humano (Alrashidi et al., 2016a; Becker et al., 2017; Caro, 2017).

Los desarrollos en AI a nivel mundial son los siguientes: Laboratorio de Inteligencia Artificial de la Universidad de Michigan: Tecnología de asistencia para asistir discapacidad visual física y cognitiva, ajustando el margen de falla en la percepción visual. El laboratorio de inteligencia artificial de Stanford (SAIL) se asoció con la empresa automotriz de origen japonés Toyota para trabajar en el desarrollo de vehículos inteligentes involucrando a campos de robótica, aprendizaje de máquinas, y procesamiento natural de lenguaje; el tercer más importante desarrollo en AI es el proyecto de inteligencia artificial de la

Universidad de Cambridge (AIG), el cual es un proyecto multidisciplinario que abarca Genoma, Teoría computacional del aprendizaje y razonamiento informal, identificando fuertes algoritmos que determinan patrones de reconocimiento para posteriormente ubicar aplicaciones para esas tendencias. En el área educativa AI propone beneficios a las universidades como entrenar estudiantes para el trabajo, y los trabajadores pueden decidir donde la inteligencia humana puede ser aumentada en las máquinas. A pesar que se considera que la RA está retardando su desarrollo en el campo educativo, Cornell University y Brown University avanzan creando robots que mejoran pequeñas tareas. Existen estudios en el 2016 que coinciden en que las máquinas alcanzaran los niveles de RA que están empatados con la inteligencia humana (Becker et al., 2017, pp. 46, 47).

### ***Interfaces naturales de usuario (Natural User Interfaces)***

Una de las mayores limitantes que tiene la maniobrabilidad de RA con los dispositivos montables, HMD por sus iniciales en inglés, son las interfaces para manipular estos dispositivos con los celulares; prácticamente cualquier movimiento de alguna extremidad o reconocimiento facial, gesto físico o reconocimiento de voz puede ser interpretado como un comando o instrucción a lo que el equipo asimilaba realizando una o varias tareas lo que aumenta el nivel de interacción las tabletas y los teléfonos inteligentes. La importancia que surge para el proceso de enseñanza - aprendizaje, es que el Laboratorio de mecatrónica de la Universidad de Rice está trabajando con neurología para tratar pacientes de infarto y desarrollar extremidades robotizadas para ganar movimiento o rehabilitación de las extremidades. La Universidad de Stanford, desarrolló Wolverine, un dispositivo que simula la manipulación de objetos físicos virtuales; en el Instituto politécnico de Hong Kong, estudiantes de enfermería trabajan con información obtenida de un tubo nasogástrico el cual procesa o drena alimento. Otros avances para incrementar la motivación en un modelo de enseñanza por contacto (háptico), además de implementaciones de RV y RA en los espacios de trabajo se dan con mayor frecuencia (Alrashidi et al., 2016a; Becker et al., 2017; Caro, 2017).

### **3.3.2 Sistema de Gestión del Aprendizaje (LMS)**

De próxima generación (en los próximos 2-3 años) En este concepto se refiere a medios de aprendizaje virtuales los cuales son recursos o herramientas prefabricados a los cuales se puede acceder para administrar u organizar las actividades educativas y en la actualidad se orienta más hacia la ejecución o realización práctica; idealmente debe ser componente digital de la mayoría de todas las tareas de enseñanza y aprendizaje, además versar sobre el aprendizaje estructurado en un entorno o ecosistema: una comunidad dinámica, interconectada y en constante evolución de alumnos, docentes, herramientas y contenidos. Menciona la publicación que los sistemas educativos en línea son principalmente: Canvas, Blackboard, Moodle, Edmodo, Desire2Learn y Sakai, de los cuales existen esfuerzos para expandir los proveedores de sistemas de gestión del aprendizaje, inclusive se subraya que gamificación, aprendizaje adaptativo y otros recursos educativos están siendo empleados por escuelas para potenciar el aprendizaje y hacerlo más accesible en sus costos.

Algunos recursos de LMS que están siendo puestos en marcha son los siguientes: Domine of One's Own para facilitar la escuela y los estudiantes registrar su propio nombre de dominio y asociarlo con algún sitio web alojado de una universidad. *My Open Math* es una solución de aprendizaje que ha mejorado la adquisición de los materiales del curso para mejora de estudiantes en el desarrollo de cursos de matemáticas; *Osmosis at Johns Hopkins University* diseñado para ayudar al aprendizaje de estudiantes de medicina el cual está montado en una aplicación de celular.

### **3.4 Impacto de los medios audiovisuales en la educación de los estudiantes**

El uso de tecnología móvil en el sector educativo va muy asociado con la utilización de elementos multimedia en las distintas asignaturas que los alumnos cubren diariamente, estos medios han enriquecido y diversificado el contenido didáctico proporcionando herramientas educativas que permiten alcanzar los aprendizajes esperados y las competencias específicas que se pretenden formar en los alumnos (Cruz Flores & López-Morteo, 2017, p. 99). Es aquí donde el medio ambiente debe poseer una estructura flexible que permita adecuarse a las distintas necesidades y procesos cambiantes del entorno escolar. Es por eso que se considera pertinente analizar cómo se han moldeado estos ambientes de educativos donde se diseñó una integración del medio ambiente flexible utilizando técnicas de trabajo grupal, complementado por un entorno de soporte en escritorio y finalmente gestionando espacios interactivos para creatividad e innovación.

#### *Integración del medio ambiente flexible.*

Existen factores clave que se deben identificar para determinar principios los modelos para el desarrollo de aplicaciones colaborativas capaces de alcanzar las necesidades de los usuarios, en el caso académico existen características de cada estudiante muy singulares que al interactuar en grupo presentan cambios significativos desde su perspectiva individual; esta dinámica intergrupala propicia que cada modelo posea características adaptativas para que se trabaja con cada bloque de estudiantes, ya que se deben estar modulando distintas técnicas o metodologías de trabajo grupal para conseguir los objetivos de clase (Kamarainen et al., 2013).

#### *Un entorno de soporte en escritorio*

La dinámica de aprendizaje que se da dentro de un salón, ya no es solamente de maestro-alumno, alumno-maestro, trabajando en dinámicas de grupo con su respectiva retroalimentación; con los avances que se han ido implementando paulatinamente en el campo de la tecnología así como de la vida diaria herramientas de soporte como las aulas de medios o talleres de informática en secundaria y preparatoria, los estudiantes también están siendo atraídos hacia dispositivos móviles y visuales donde les es más atractivo el contenido, así como que facilite su interactividad y donde los contenidos temáticos sean

prediseñados con antelación permitiendo que el producto escolar se alcance con un mayor grado de interés y corresponsabilidad por parte del estudiante. Es así que el modelo de realidad aumentada plantea aprovechar este interés por la tecnología desarrollada en dispositivos móviles, así como audiovisuales para abordar distintas temáticas educativas. Además del ambiente de aprendizaje intraclase, es factible explotar otro tipo de reuniones informales o desinteresadas, según Piazza en 1966, que multipliquen el tratamiento de los contenidos educativos, tales situaciones desinteresadas pueden ser clasificadas en las siguientes 4 categorías:

1. Planeadas: Reuniones pre-acordadas.
2. Intencionadas: Enfoque explícito de una persona.
3. Oportunista: Anticipada por alguna de las personas.
4. Espontánea: Sin anticipar por ninguna parte.

En el estudio que refiere a los cuatro escenarios anteriores, se discriminó entre tipos de reuniones planeadas y no planeadas, con una razón que en el 52% de las interacciones que se presentaron, su 92% no fueron pre-acordadas por los involucrados. (Isaacs et al., 1996).

En el mismo estudio, a pesar de las ventajas que presentan los sistemas en línea para el trabajo colaborativo no presencial que puede ser realizado por estudiantes, sus limitaciones son las siguientes:

- Requiere previa cita en un sitio específico (en línea).
- No hay un contexto que ayude a generar las interacciones.
- No facilita la transición de vista a interacción.
- El grupo de gente involucrada es pre-establecido.

#### *Espacios interactivos para creatividad e innovación*

En un estudio para determinar espacios colaborativos con necesidades cambiantes (i-LAND), provee aspectos y consideraciones muy interesantes entre el usuario ó un grupo de usuarios a espacios de trabajo compartidos. En este prototipo se implementan diversos tipos de equipamiento denominados como “Roomware” donde se combinan dispositivos

montados en alguna extremidad corporal para poder desarrollar actividades de forma audiovisual en espacios desarrollados para RA, los enfoques que se consideran para poder llevar a cabo este tipo de desarrollos son los siguientes conceptos:

- Relación entre objetos físicos en el espacio de arquitectura y la información digital.
- Implicaciones de nuevas prácticas del Trabajo colaborativo asistido por computadora (CSCW por sus siglas en Inglés).
- Estructura tecnológica derivada del desarrollo en RA.
- Estudio de requerimientos empíricos.

El ambiente resultante de una combinación equilibrada de los anteriores enfoques conforma un medio interactivo muy atractivo para cualquier estudiante de cualquier edad, en esta dinámica los objetos reales tienden a ser reemplazados al aumentar el espacio físico tomando en cuenta criterios de igualdad, flexibilidad y ambientes de trabajo móvil. Entre los objetivos principales que persigue i LAND es el de proporcionar un margen de movilidad y flexibilidad, derivado de lo anterior se desarrollaron los siguientes escenarios:

*-Un pasillo con un muro electrónico interactivo o cubierto por papel electrónico de alta resolución.*

*-Apoyo por IT para que las reuniones desde la misma sala: operador, técnico, supervisor y director. Un 2º grupo discute las metas, un 3er grupo a través de un largo pizarrón, dibuja diagramas.*

*-Escenarios en realidad aumentada ya se han implementado como:*

*\*Electronic Wall (Dina Wall), \*Interactive table (InteracTable)*

*\*Chairs with integrated interactive devices (CommChairs).*

La implementación de un escenario de RA involucra un estudio previo, en el cual se puedan establecer especificaciones en el diseño de los mismos, así como los resultados obtenidos durante la fase de experimentación de los ambientes propuestos, con lo cual pueden ser replicados con un grado de confiabilidad aceptable (Streitz-iland, 1999)

### **3.4.1 Realidad Aumentada como instrumento de apoyo en la educación**

La alternativa de recrear imágenes, textos, videos y otros elementos que se consideren pertinentes por medio de RA enriquecen los ambientes de aprendizaje en el aula, generando un ambiente interactivo de aprendizaje con alto grado de interactividad donde la curiosidad detona la exploración en cada estudiante, esta exploración que se presenta de manera innata en una temprana edad, que les permite conocer su realidad más cercana. Asimismo, provee una motivación adicional, la cual incrementa el aprendizaje por descubrimiento (greenHAT, 2016).

Hirokazu Kato, que fue el desarrollador de la librería ARToolKit, que sirve para crear aplicaciones de RA, proporciona el siguiente argumento sobre realidad aumentada en la formación:

*“Creo que la realidad aumentada es la mejor forma de conexión entre el mundo real y los contenidos digitales, esta característica permite al usuario reforzar el aprendizaje de los contenidos educativos mediante su asociación con el mundo real”.*

Los elementos de RA aportan objetos más dinámicos y atractivos, desde el enfoque visual, kinestésico, de competencias y cognitivo con apoyo de las tecnologías emergentes y aprovechando las redes de internet público y celulares que cada vez es mayor en las escuelas transformándolo en un dispositivo de apoyo a las actividades de aprendizaje en vez de un obstáculo y distractor de la atención (Taketomi et al., 2014).

Proyectar escenarios con objetos digitales hacia sujetos del mundo real, facilita interactuar con situaciones tales como símbolos y espacios predefinidos. La utilización de dispositivos como unidades tangibles de interface (TUI's por sus siglas en inglés), se han diseñado para disminuir las restricciones de uso y portabilidad acoplado la cognición y la experiencia física, tal como lo propone Vigotsky (1995) al referir la orquestación del salón de clases con un escenario multi plano que maximiza la cognición discriminando intra individuos, entre individuos y lugares sociales (Cuendet et al., 2013).

RA ha ganado la atención de los expertos en los últimos años, se propone ser más efectiva para los educadores con distintas formas de abordar y aplicar RA en clase, por

ejemplo, en ubicuidad y aprendizaje en dispositivos móviles; aquí el diseño tecnológico, alcance institucional y experiencias prácticas son muy importantes. Así como la organización de roles, tareas y locaciones, lo cual representa un reto muy significativo para educadores, aplicaciones en química, biología, odontología, física, arquitectura, geometría, etc. El diseño de estos medios audiovisuales incluye aprendizaje basado en juegos, juegos de rol (Wu et al., 2013)

### **3.4.2 Parámetros de evaluación y su impacto en los canales de aprendizaje y efecto cognitivo**

Se han realizado distintos estudios sobre el impacto que tiene RA en la motivación, interacción y trabajo grupal, entre los cuales sobresale una evaluación que se realizó a dos distintos grupos en una asignatura de Matemáticas; dicha evaluación fue realizada por Iulian Radu y las categorías de comparación fueron *Aplicación no interactiva* (Libros o videos), *Aplicación Interactiva* (PC de escritorio, teléfono inteligente, Pizarrón superficial) y por último *Aplicación Interactiva RA* las cuales se pueden recrear por medio de Teléfono y GPS con ó sin cámara, cámara de PC ó proyector y dispositivo de visión montable con cámara. Se realizó un análisis para cada canal de aprendizaje y actividad educativa, los canales de aprendizaje y dinámicas que se evaluaron fueron los siguientes:

- ✓ Auditiva, Texto visual, Visual en 2D, visual en 3D y experiencia kinestésica
- ✓ Espacial u otro contenido relacionado.
- ✓ Temporal relevante a la actividad del estudiante.
- ✓ Interacción con fenómeno visual.
- ✓ Accesibilidad a un gran número de usuarios.
- ✓ Aplicación facilita la colaboración.

Cabe señalar que uno de los pocos aspectos donde no fue favorecida es en cuanto a:

- Falta de apoyo corporal por imitación de movimientos.
- Aprender de metáforas al combinarse con formas abstractas.
- Hace falta aplicar en forma amplia un cuestionario completo y sistemático para identificar áreas donde se maximice el potencial de RA como medio.

En la siguiente hoja (ver Tabla 7), se hace una comparación de situaciones donde se aplica RA y otras donde no se aplica, observándose en su mayoría una “Fuerte” correlación entre los procesos didácticos que emplean realidad aumentada con los distintos canales de aprendizaje que se describen en la primera columna de la tabla.

**Factores que influyen en el aprendizaje al experimentar RA**

Tabla 7: Comparación entre el modelo tradicional educativo y usando RA

Práctica educacional	Aplicación no Interactiva		Aplicación Interactiva No-RA				Aplicación interactiva RA			
	Libros	Video	PC de escritorio No-RA	Telefono inteligente No-RA	Superficial: Pizarron / Pantallas	Wii/Kinect No-RA	Telfono + GPS No-camara	Telfono + GPS + camara	Webcam PC / Proyector	Dispositivo en cabeza + Camara
<b>Multiple representación</b>										
Auditoría	Débil	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte
Texto visual	Fuerte	Ok	Fuerte	Ok	Fuerte	Fuerte	Ok	Ok	Fuerte	Débil
Visual en 2D	Ok	Fuerte	Fuerte	Ok	Fuerte	Fuerte	Ok	Ok	Ok	Ok
Visual en 3D	Débil	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Fuerte	Fuerte	Fuerte
Kinestésico	Débil	Débil	Débil	Débil	Ok	Fuerte	Débil	Fuerte	Fuerte	Fuerte
<b>Alineación de representaciones múltiples</b>										
Espacial: Mismo espacio u otro contenido relacionado.	Ok	Fuerte	Ok	Ok	Ok	Ok	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte
Temporal: Contenido relevante a la actividad del estudiante.	Débil	Débil	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte
<b>Apoyo corporal</b>										
Espacial por el movimiento del cuerpo	Débil	Débil	Débil	Débil	Ok	Ok	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte
Sentir entidades físicas por imitación del movimiento	Débil	Débil	Débil	Débil	Ok	Fuerte	Débil	Débil	Fuerte	Ok
Aprender de entidades abstractas al interactuar con metáforas	Débil	Débil	Débil	Débil	Ok	Fuerte	Débil	Débil	Fuerte	Ok
<b>Atención dirigida</b>										
Aplicación resalta contenido específico en forma constructiva	Débil	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte
<b>Simulación Interactiva</b>										
Interacción con fenómeno visual	Débil	Débil	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte
Aplicación es accesible a un gran número de usuarios	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Ok	Débil	Débil	Ok	Ok	Ok	Débil
Aplicación facilita la colaboración	Débil	Débil	Débil	Ok	Fuerte	Débil	Débil	Ok	Ok	Fuerte

Fuente: Adaptado de "Augmented reality in education: a meta-review and cross-media analysis"

En estudios más recientes sobre trabajos en RA y sus efectos en la educación, es decir, en el proceso de enseñanza – aprendizaje (ver Tabla 8), se puede observar que los efectos positivos observados en los distintos trabajos y proyectos de realidad fueron significativamente superiores con el 93.75% (30/32) a los que consideraron “Ninguno” (1/32) o “No se” (1/32). posteriores Revisión literaria: “*Augmented reality for teaching and learning – a literature review on theoretical and empirical foundations*” (Sommerauer & Müller, 2018).

Tabla 8: Trabajos y Desarrollos de RA y su beneficio al aprendizaje.

	ID	Origen	Año	Efecto Positivo / Negativo	Formal / Informal	Metodo empírico	Comportamiento	Cognitivo		Constructivo			
								CTML	Cognitivism aplicado	Aprendizaje situado	Aprendizaje basado en contexto	Aprendizaje colaborativo	Otro
1	1	Conferencia	2017	Positivo	Formal	Salon			1				
2	3	Conferencia	2013	Ninguno	Informal	Campo					1		
3	4	Revista	2016	Positivo	Informal	Campo					1		
4	6	Revista	2015	Positivo	Formal	Laboratorio				1	1		
5	7	Revista	2013	Positivo	Formal	Campo			1		1		
6	8	Revista	2016	No dice	Informal	Laboratorio			1	1			
7	15	Revista	2014	Positivo	Informal	Campo	1						
8	17	Revista	2017	Positivo	No dice	Rev.Literaria	1						
9	19	Revista	2014	Positivo	No dice	Rev.Literaria	1					1	
10	20	Revista	2012	Positivo	Informal	Campo			1	1			
11	26	Revista	2014	Positivo	Formal	Campo				1			
12	27	Conferencia	2017	Positivo	Formal	Laboratorio						1	
13	28	Conferencia	2012	Positivo	Informal	Literatura		1					1

Maestría y Doctorado en Ciencias e Ingeniería

14	29	Conferencia	2015	Positivo	Informal	Campo				1	1		
15	40	Revista	2012	Positivo	Informal	Campo					1		1
16	41	Revista	2015	Positivo	Formal	Laboratorio						1	1
17	44	Disertación/Tesis	2015	Positivo	No dice	Observación				1			
18	45	Revista	2016	Positivo	Formal	Laboratorio		1					
19	51	Revista	2015	Positivo	Informal	Campo				1			
20	52	Revista	2013	Positivo	Formal	Laboratorio						1	1
21	54	Revista	2012	Positivo	Formal	Observación							1
22	75	Revista	2013	Positivo	Formal	Laboratorio				1			
23	77	Revista	2007	Positivo	Informal	Campo					1		
24	86	Revista	2014	Positivo	Informal	Campo			1				
25	104	Revista	2003	Positivo	No dice	Cuestionario							1
26	105	Conferencia	2012	Positivo	Informal	Observación		1					
27	106	Conferencia	2014	Positivo	Informal	Campo				1			
28	109	Revista	2010	Positivo	Informal	Laboratorio					1		
29	110	Revista	2012	Positivo	Informal	Laboratorio				1			1
30	112	Revista	2005	Positivo	Informal	Observación					1		
31	113	Reporte	2013	Positivo	Informal	Campo				1			
32	114	Revista	2012	Positivo	Informal	Campo				1		1	
33	115	Revista	2015	Positivo	Formal	Laboratorio					1		
34	117	Revista	2013	Positivo	Informal	Campo					1		
35	1172	Conferencia	2010	Negativo	Formal	Laboratorio		1					
36	1173	Revista	2010	Positivo	Formal	Investigación						1	

Suma							7	1	12	11	10	7
------	--	--	--	--	--	--	---	---	----	----	----	---

Adaptado de “Augmented reality for teaching and learning – a literature review on theoretical and empirical foundations”.

En la figura 13 se pueden observar las variables técnicas que se consideran en VR) y RA según CAICT (2018), así como los campos donde se aplican, donde las principales categorías son *Pantalla cercana* (1), *Creación de contenido* (2), *Red de comunicación* (3), *Procesamiento de representación* (4) y *Percepción e interacción* (5) y además se mencionan los elementos por los cuales están compuestos cada subsistema.

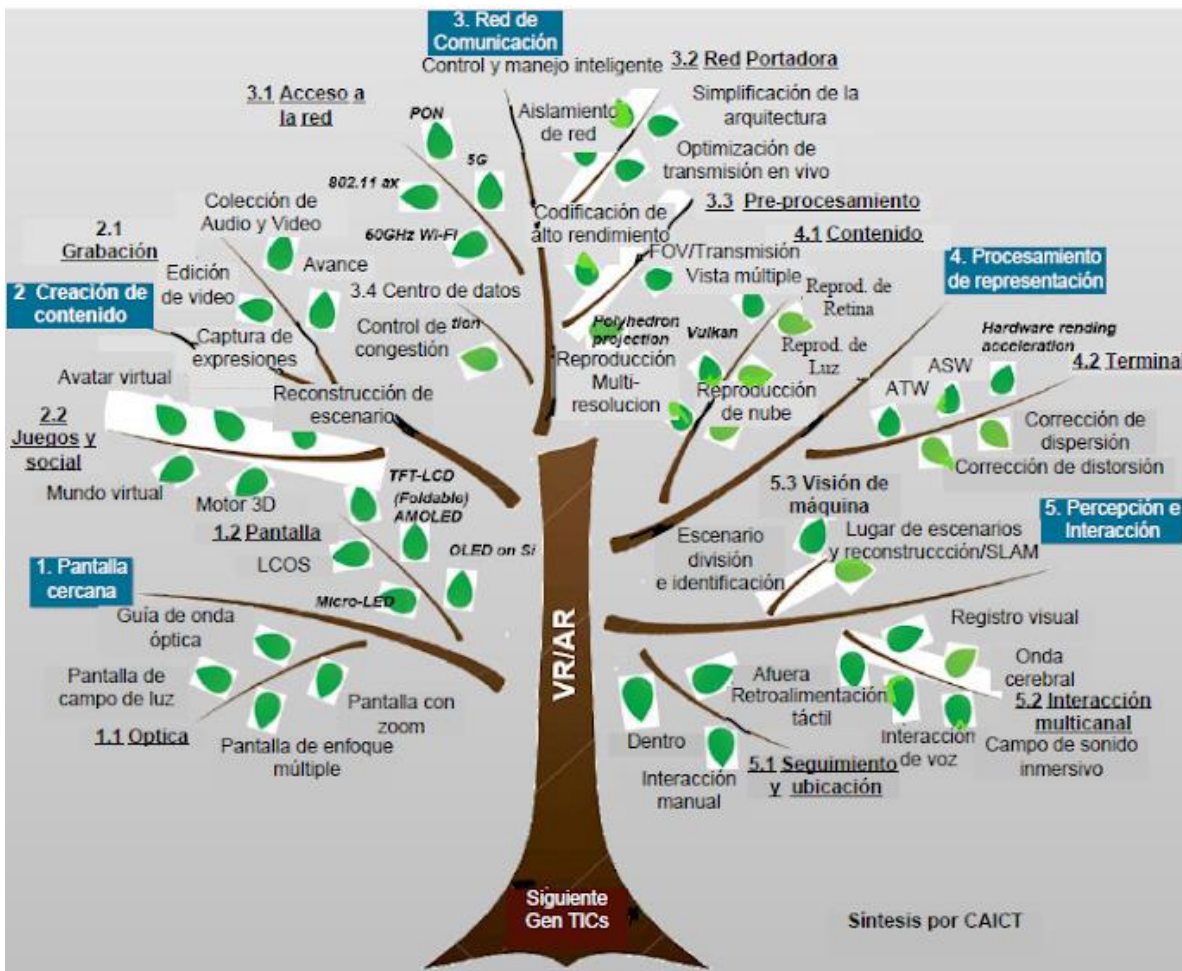


Figura 13: Conceptos técnicos involucrados en VR y RV.

Adaptado de Huawei iLab (CAICT, 2018).

### 3.5 Alternativas interactivas de educación en distintos medios

El ambiente y/o la influencia social influyen más que las creencias y las actitudes, este aprendizaje se da en distintos niveles:

1. Nivel interactivo inmediato: individuos con los que el niño interactúa.
2. Nivel estructural: mediante estructuras sociales las cuales influyen directa e indirectamente en las actitudes del niño (Ejemplo: familia, escuela y trabajo).
3. El nivel cultural o social en general: cuestiones abstractas que rodean al individuo, como lo son el lenguaje, el sistema numérico, etc. (Vigotsky, 1987).

Hablando de la aplicación de tecnologías, la distribución de un salón debe de ser prediseñada con equipo.

#### *Diseño y evaluación en el desarrollo de un portafolio*

Son alternativas se han están aplicando como herramienta para apoyar la educación en la modalidad de aprendizaje auto dirigido, se denomina *e-portafolio* con el propósito de facilitar a los estudiantes el desarrollo de este recurso o modalidad de aprendizaje, y de esta manera poder revisar la calidad y el grado de mejoramiento alcanzado, también especificar cuáles son las necesidades del aprendizaje y establecer las tareas de aprendizaje futuras (Kicken et al., 2009).

#### *Aprendizaje basado en problemas y enseñanza por proyectos en la didáctica*

Denominado en sus inicios como Técnica Problémica ó Método de solución de problemas, el ABP, proporciona esquemas alternativos de solución a través del método científico, constando de elementos tales como planteamiento del problema, establecimiento de las hipótesis y determinación de las posibles soluciones, que permiten arribar a un proceso de validación o verificación, o un replanteamiento del enunciado del problema. Los elementos principales de este método radican en el descubrimiento y la construcción por el grupo de estudiantes involucrados, el papel del profesor en esta técnica es de orientador, pero quién estructura el proceso para llegar a la solución es el estudiante (Travieso Valdés & Ortiz Cárdenas, 2018; Trujillo & Moscardó, 2018).

El aprendizaje centrado en el estudiante es similar al estimulado por problemas en distintos aspectos. ABP centrado en el estudiante coincide en metas, pero incluye el fomento de competencias de aprendizaje permanentes. Los conocimientos adquiridos en toda se vida por un estudiante son muy importantes, especialmente sí se trata de un estudiante que se desarrollará en el campo de las ciencias.

¿Cómo es el proceso del aprendizaje basado en problemas centrado en el estudiante?

1. El estudiante analiza el ambiente(factores) del problema.
2. El grupo de estudiantes se enfocan en trabajar sobre el problema en grupos por proyecto.
3. Los estudiantes son evaluados en múltiples formas por instructores compañeros y ellos mismos.

Durante este proceso de aprendizaje centrado en el alumno, las responsabilidades del estudiante serán:

- ✓ Identificar los problemas que deseen explorar.
- ✓ Especificar que contenidos deben ser dominados.
- ✓ Determinar y localizar los recursos necesarios para realizar las tareas.

En síntesis, los mismos alumnos definirán los temas de aprendizaje acordes al problema analizado, de igual manera los estudiantes tomarán sus propias decisiones de cómo utilizar apropiadamente los nuevos conocimientos adquiridos y así poder proporcionar una solución práctica al problema de estudio.

### **3.6 Escenarios educativos de RA para potenciar el aprendizaje**

*Evaluación de distintos escenarios combinando agentes virtuales.*

Construir ambientes audiovisuales con elementos diseñados con ayuda de RA, es una fase inicial de la elaboración de este trabajo, a partir de este ambiente permitirá evaluar situaciones experimentales del proceso de aprendizaje llevado a cabo por estudiantes del nivel medio-superior. Aplicaciones de RA se han implementado para facilitar estudios médicos, fabricación, visualización, planificación de trayectorias y aplicaciones militares,

donde el registro y detección de errores son los principales problemas identificados al desarrollar sistemas efectivos de realidad aumentada (Agut Nieto et al., 2011).

### *Interacción lúdica en ambientes de RA - Aspectos del entorno convencional y RA en la motivación*

Conseguir la motivación o encontrar aquellos factores que propician la motivación en los estudiantes, es una de las tareas y/o propósitos fundamentales de los programas de educación. En un estudio realizado un grupo de estudiantes de arte visual donde se evaluaron factores motivacionales que en el modelo de motivación de RA, ARCS (Yacob et al., 2014), fueron los ambientes audiovisuales de aprendizaje que fueron más favorablemente apreciados por los estudiantes contra un entorno de aprendizaje convencional basado en diapositivas. Ya en forma separada se analizaron los mismos entornos y el de RA fue el que tuvo una mayor puntuación en cuanto a 'atención' y 'confianza' (Delgado et al., 2012).

#### **3.6.1 Aplicaciones y software de RA en la educación**

Una de las ventajas más sobresalientes RA sobre RV, es que la información, imágenes, videos y otros elementos agregados, se superponen en un entorno real, lo cual facilita que la distracción o el tiempo de desconexión con el mundo real sea significativamente menor o nulo. Las aplicaciones o software desarrollados trabajan con una base de datos de elementos multimedia almacenados en plataformas remotas, lo cual permite que solo se necesite una conexión temporal de internet, ya sea el mismo teléfono o de una señal inalámbrica, para recrear elementos aumentados a través de multimedia en tabletas, celulares y otros dispositivos móviles (Alegría, 2017; Posada, 2014).

#### **3.6.2 Aplicaciones o productos de RA educativos en móviles y su uso**

A continuación, referente a software educativo de RA, en las siguientes tablas (ver tabla 9), se presenta un listado de algunas aplicaciones que se han desarrollado para ejecutar realidad aumentada en teléfonos móviles:

Tabla 9. Desarrollos de software en realidad aumentada para celulares.

No.	Aplicaciones de RA en dispositivos móviles	Área de desarrollo
1	<b>AumentatyAuthor</b>	Dibujo técnico en la axiometría
2	<b>BuildAR</b>	Construir RA en segundos en tiempo real
3	<b>ARSpot</b>	Dirigida a niños para crear medios audiovisuales
4	<b>Augment</b>	Visualizar modelos 3D, en Android y iOS
5	<b>Aurasma</b>	Opción de crear contenidos para ayudas visuales
6	<b>Hoppala</b>	Permite establecer una serie de puntos geolocalizados
7	<b>EspiRA</b>	Permite a profesores y alumnos crear sus propias rutas geolocalizadas y visualizarlas posteriormente

(Fuente: Elaboración propia).

Además de las aplicaciones se han desarrollado otras implementaciones de realidad aumentada en el área educativa o de capacitación laboral (Ver tabla 10), las cuales ofrecen un panorama más amplio de las variables que intervienen en su proceso, además de las implicaciones y responsabilidades que tienen para cada uno de los actores del proceso enseñanza – aprendizaje. En la siguiente tabla se estructuró por el tipo de proyecto en la primera columna, en la segunda columna se detallan cuáles fueron los beneficios obtenidos en algún campo de aprendizaje y por último en la tercera columna se presenta la referencia que puede ser consultada para mayor detalle.

De los estudios contenidos en la tabla, los más sobresalientes se consideraron *Comparación de dos grupos de matemáticas: Con AR y sin AR* por el análisis que se hace con respecto al nivel de aprendizaje obtenido por los distintos canales de percepción cognitivos, esto permite escalar los resultados tentativos a obtener en alguna actividad educativa similar; *Cyberchase Shape quest* propone mejoras en la memoria espacial visualización y habilidades logísticas o de planeación, la cual está planeada para ser ejecutada en forma kinestésica con figuras Geométricas (Radu et al., 2015), lo que hace más significativo el aprendizaje; *PVM– Máquina para armar un robot* propone la perspectiva de capacitación o entrenamiento que se da en el sector industrial o de procesos de manufactura (Alrashidi et al., 2016b), por último *Revisión del estado actual en el diseño tecno-pedagógico* presenta una revisión de artículos científicos sobre la percepción de estudiantes y maestros con respecto a las distintas etapas de implementación de realidad

aumentada y así conocer de primera mano cuál es su punto de vista sobre este tipo de actividades orientadas al aprendizaje (Neven Drljevic et al., 2017), porque a partir del mismo se pueden conocer las fortalezas y debilidades de actividades didácticas articuladas con realidad aumentada.

Tabla 10: Proyectos y aplicaciones de realidad aumentada y sus beneficios al aprendizaje.

<b>Proyecto</b>	<b>Beneficios al aprendizaje</b>	<b>Referencia</b>
<b><i>AuGeo (Geodesia)</i></b>	Percepción, motivación, conciencia y posicionamiento espacial.	<i>“A geolocation-based augmented reality application for vocational geodesy education”</i> (Delić et al., 2014)
<b><i>Vuforia (Anatomía humana)</i></b>	Motivación al aprendizaje, atención interactiva.	<i>“Using Mobile Devices, for Learning Human Anatomy”</i> (Juanes et al., 2014)
<b><i>mARble (Medicina)</i></b>	Mayor eficiencia en el proceso de aprendizaje.	<i>“An application for dermatology”</i> (Noll et al., 2014)
<b><i>Medición de ángulos con RA. (Geometría)</i></b>	Interés en las matemáticas y rapidez en el proceso de aprendizaje.	<i>“Geometry learning tool for elementary school using augmented reality”</i> (Purnama et al., 2014)
<b><i>iARBook (Educación en general)</i></b>	Interés del estudiante hacia los temas de estudio.	<i>“iARBook: An Immersive Augmented Reality system for education”</i> (Bazzaza et al., 2014)
<b><i>Comparación de dos grupos: con y sin RA. (Matemáticas)</i></b>	Resultados significativos en el logro de aprendizaje de los contenidos.	<i>“Augmented Reality in Education: A Meta-review and Cross-media Analysis”</i> (Radu, 2014b)
<b><i>Music-AR (Aprendizaje musical)</i></b>	Motivación e impacto positivo en el proceso de enseñanza aprendizaje.	<i>“Open educational resources to support musical education”</i> (Nunes et al., 2015)
<b><i>Cyberchase shape quest (Geometría)</i></b>	Mejora de la memoria espacial, visualización y habilidades de planeación.	<i>“Cyberchase Shape Quest: Pushing Geometry Education Boundaries with Augmented Reality”</i> (Radu et al., 2015)
<b><i>Flex AR (Medicina / anatomía)</i></b>	Estudiantes de medicina experimentan kinestésicamente disección post mortem.	<i>“Anatomy Education Through Kinetic Tangible Augmented Reality”</i> (Saenz et al., 2015)
<b><i>ARAVET (Ind. textil, electrónica e informática).</i></b>	Comprensión de contenidos y procesos más fácilmente.	<i>“Improving educational experience with augmented reality (AR)”</i> (Kraut & Jeknić, 2015)

<b><i>PVM. Máquina para armar robot. (Robótica)</i></b>	Tiempo de ensamblaje, efectividad en el aprendizaje.	<i>“A Pedagogical Virtual Machine for Assembling Robot Using Augmented Reality” (Alrashidi et al., 2016b)</i>
<b><i>Método de enseñanza en inglés con realidad aumentada para niños</i></b>	Contrarrestar la falta de interés, baja eficiencia al estudiar, carencia de espacios para enseñanza.	<i>“Application of Augmented Reality for Early Childhood English Teaching” (Chen et al., 2017)</i>
<b><i>Tecnología en línea para ser desarrollada como medio instruccional</i></b>	Visualización de estructuras tridimensionales de microorganismos y sus ciclos evolutivos	<i>“Design computer-assisted learning in an online Augmented Reality environment based on Shneiderman's eight Golden Rules” (Aottiwerch &amp; Kokaew, 2017)</i>
<b><i>Revisión del estado actual en el diseño tecno-pedagógico en experiencias de aprendizaje</i></b>	Perspectivas de los estudiantes y maestros en 59 casos de experiencias de aprendizaje.	<i>“Where does my Augmented Reality Learning Experience (ARLE) belong? A student and teacher perspective to positioning” (Neven Drljevic et al., 2017)</i>
<b><i>Revisión de aplicaciones en mantenimiento</i></b>	Aprendizaje basado en problemas al resolver situaciones cotidianas reales	<i>“A systematic review of augmented reality applications in maintenance” (Palmarini et al., 2017)</i>

Fuente: Elaboración propia a partir de referencia que se cita en la tercer columna.

## Capítulo 4. Modelo de Realidad Aumentada en Educación (MRAE)

Investigaciones acerca de cómo diseñar recursos educativos interactivos para un salón de clases con RA fueron conducidos en 2013, estos trabajos fueron planeados y ejecutados por maestros creando ambientes de aprendizaje después de un periodo de pre-diseño e implementación de los prototipos educativos propuestos, entre los cuales se denominó como ThinkerLamp (Sistema de realidad aumentada para diseñar logística por su interpretación del inglés). Se puede observar la figura 14 para mayor detalle (Cuendet et al., 2013).

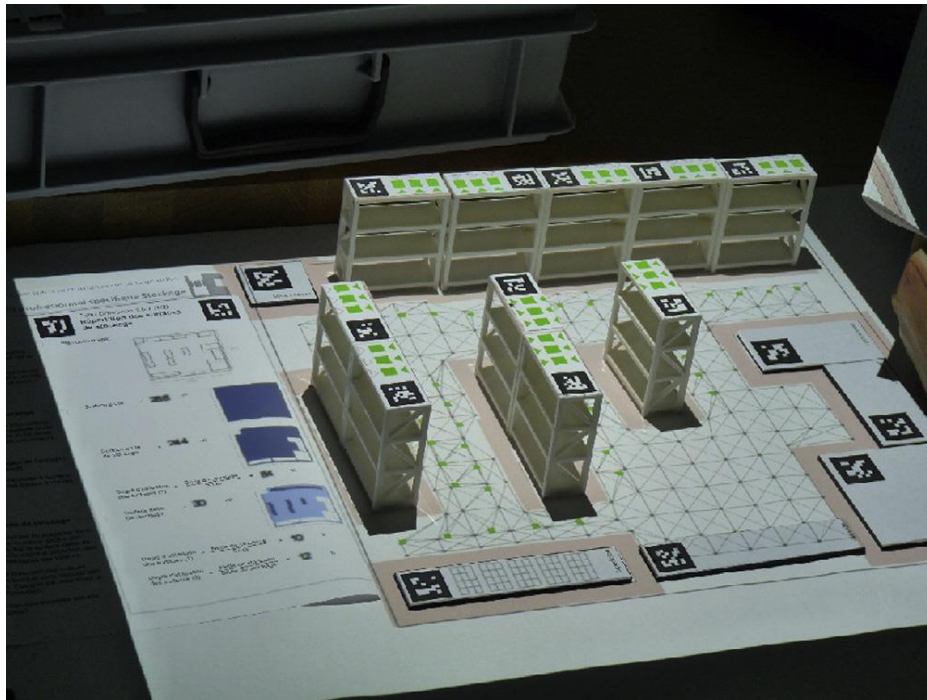


Figura 14: Prototipo de entrenamiento de un almacén con realidad aumentada

Fuente: (Cuendet et al., 2013).

#### 4.1. Categorías del MRAE

Las principales categorías consideradas para desarrollar la aplicación de RA para esta investigación fueron Integración, flexibilidad, empoderamiento y minimalismo. A partir de consultar distintas fuentes y publicaciones se determinó la importancia de construir un modelo que especifique las distintas variables y procesos inmersos en la planeación, desarrollo, implementación y evaluación de actividades educativas con realidad aumentada (CAICT, 2018; Radu, 2014b; Sommerauer & Müller, 2018).

Existen diversos estudios científicos de RA en el campo educativo de acuerdo a su aplicación, como el uso de recursos móviles (Cuendet et al., 2013), la utilización de recursos educativos interactivos (Dabbish & Von, 2008), del uso de parámetros de medición de realidad aumentada en educación básica (González & Sáiz, 2014), en aspectos cognitivos incrementando el aprendizaje auto dirigido. Además de proporcionar principios para el desarrollo de recursos en la educación (Kicken et al., 2009), con finalidades terapéuticas focalizándose en utilizar alternativas de tratamiento con realidad virtual a pacientes con algún trastorno clínico (Rothbaum et al., 2012). Así como de otras categorías que se consideraron pertinentes como área, rol de apoyo, tipos de escenarios, canales de aprendizaje y disciplinas (Radu, 2014a).

La aplicación de RA en esta investigación fue determinada de acuerdo a los recursos que se tenían al momento de elaborar las actividades con los estudiantes. Las características y variables que conforman cada categoría del MRAE (ver figura 15), en las categorías (1) *Área*, (2) *Rol de Apoyo* y (3) *Recursos móviles* se detallan y explican a continuación:

**4.1.1. Área.** Es la primera etapa del modelo, definiendo el lugar donde se desarrolló la actividad, ya sea en el salón de clases, laboratorio o en campo (exterior del salón de clases o de la escuela). La actividad de este estudio científico fue elaborada en cuatro fases, como se indica enseguida.

a) Exploración. Consistió en evaluar la información con la materia de geometría analítica, con el tema de figuras geométricas, para en base a esto, elaborar un diseño óptimo de un salón de clases en donde se aplicó la tecnología de realidad

aumentada.

b) Uso de la tecnología. Los alumnos experimentaron el uso de dispositivos móviles (celulares) para búsqueda de información relevante para su actividad desarrollada.

c) Desarrollo de lluvia de ideas. En base a la información obtenida, se desarrollaron lluvia de ideas para la elaboración del diseño óptimo del salón de clases aplicando la realidad aumentada.

d) Aplicación de la realidad aumentada. Se analizó este proceso en un campo experimental, fuera del salón de clases (patio de la escuela evaluada), para evaluar la vinculación del aspecto visual de realidad virtual con el mundo real y elaborar un análisis comparativo.

**4.1.2. Rol de apoyo.** Representa el segundo paso, que plantea la manera de elaborar la actividad llevada a cabo por el maestro o facilitador, pudiendo ser de tres formas: (a) de manera libre, que consiste en la actividad es auto dirigida por el estudiante en coordinación con sus compañeros; (b) de manera dirigida siendo cuando el maestro puede instruir en distintas etapas y (c) presencial, que ocurre al momento que un maestro dirige la clase ante un grupo de estudiantes en el salón de clases, donde el facilitador monitorea por observación la actividad con los estudiantes. El principal factor de importancia considerado en este estudio científico, fueron los estatutos, reglamentos y modelo educativo desarrollado por la SEP, de acuerdo a la reforma educativa del 2011 (SEP, 2011). Esta etapa de la investigación se fundamentó en base a la tesis de Rodrigo Alberto Duran Rodríguez, que evalúa diversos métodos de enseñanza en un aula de clases o salas audiovisuales en el sector educativo. En esta fase, el maestro explicó a los estudiantes las figuras más esenciales para el diseño del salón de clases (Durán Rodríguez, 2015; noticias.universia.net.mx, 2018).

**4.1.3. Recursos móviles.** Indica la tercera etapa, donde se proponen alternativas para trabajar con la tecnología de realidad aumentada, con aplicaciones móviles, plataformas o programas, dispositivos móviles alternativos y dispositivos portables adaptativos (HMD). El investigador Julio Cabero y su colaboradora (Cabero Almenara &

Fernández Robles, 2018), en su estudio explican el uso de los principales recursos utilizados en la tecnología de realidad aumentada y virtual, evaluando sus diferencias y considerando a la realidad aumentada como la mejor opción para su aplicación en el sector educativo de cualquier nivel escolar. En esta investigación, se utilizaron celulares de papás de estudiantes de primaria y secundaria, para visualizar a detalle las figuras geométricas utilizadas en el diseño del aula de clases optimo utilizando la realidad aumentada. En la figura 15 se pueden observar con mayor detalle los elementos que conforman las categorías antes descritas.

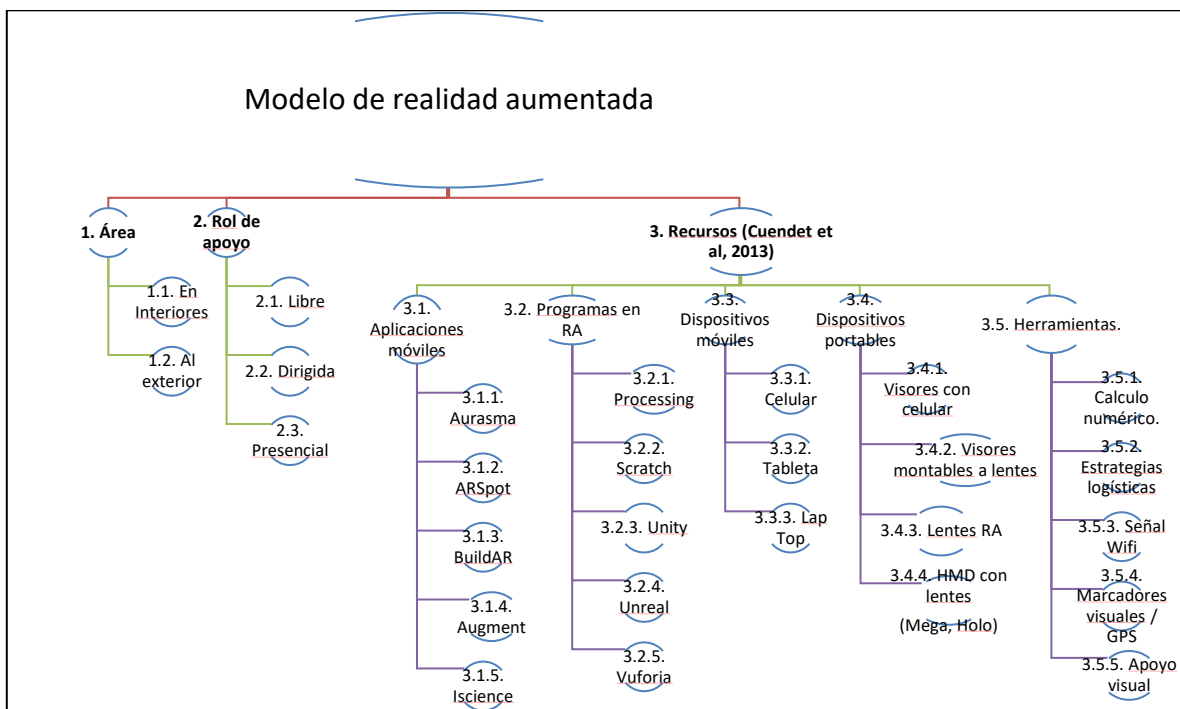


Figura 15: Categorías de Área, Rol de apoyo y Recursos en el diseño del MRAE.

Fuente: Elaboración propia.

**Tipos de escenarios de trabajo.** En 2013 se realizó un diseño del ambiente o entorno para utilizar realidad aumentada en el Aula se propusieron alternativas para agilizar la orquestación de la actividad (Cuendet et al., 2013). Esto llegó a la determinación que pueden ser videos, imágenes, audio, por geolocalización y/o por realidad virtual, las cuales no son excluyentes entre sí. Según Julio Cabero y colaboradores (Cabero Almenara & Fernández Robles, 2018), los tipos de escenarios dependen de la actividad a desarrollar aplicando la tecnología de realidad aumentada (Cruz Flores & López-Morteo, 2017, p. 99).

En este estudio científico, se utilizaron videos, imágenes, audio e información textual de las figuras geométricas.

**4.1.5. Aprendizaje orientado a metas:** Representa la quinta rama, con recursos educativos en sitio que se pueden utilizar dentro del aprendizaje orientado a metas que forman parte del paradigma o escuela educativa constructivista. Estos aspectos fueron considerados para un efectivo diseño de realidad aumentada ya sea en la enseñanza ó el aprendizaje, el estudio realizado por Sommerauer (Sommerauer et al, 2018), donde representa un análisis de estudios teóricos y experimentales; que fue similar a la actividad elaborada en ésta investigación, tomando en cuenta estudios previos del uso de la geometría analítica en diseño de estructuras y edificaciones. Las ramas o subdivisiones para esta categoría fueron (5.1) Mundos simulados, (5.2) Juegos de roles, (5.3) Debates, (5.4) Aprendizaje colaborativo y (5.5) Aprendizaje basado en tareas auto dirigido.

**4.1.6. Recursos educativos interactivos.** Indica la sexta sección del modelo (ver figura 16), en donde se observan diversas estrategias educativas colaborativas e interactivas, lúdicas o basado en problemas, siendo útiles en el nivel educativo donde se implemente. Las subdivisiones contempladas para esta categoría del modelo fueron: 6.1 Aprendizaje colaborativo (von Ahn & Dabbish, 2008), 6.2 E-portafolio (Kicken et al., 2009), 6.3 Juegos con propósito – GWAP (von Ahn & Dabbish, 2008), 6.4 Juegos serios (Rothbaum et al., 2012) y 6.5 Aprendizaje basado en problemas (González & Sáiz, 2014; Travieso Valdés & Ortiz Cárdenas, 2018). Estudios previos a esta investigación, como el de Roux y colaboradores (Roux et al., 2015), muestran el uso de diversos recursos interactivos, utilizados según la temática de la actividad, basado en una infinidad de estudios previos. Para este estudio científico, se utilizó el proceso descriptivo con evaluación de variables de los estudiantes (aspectos personales y cualidades).

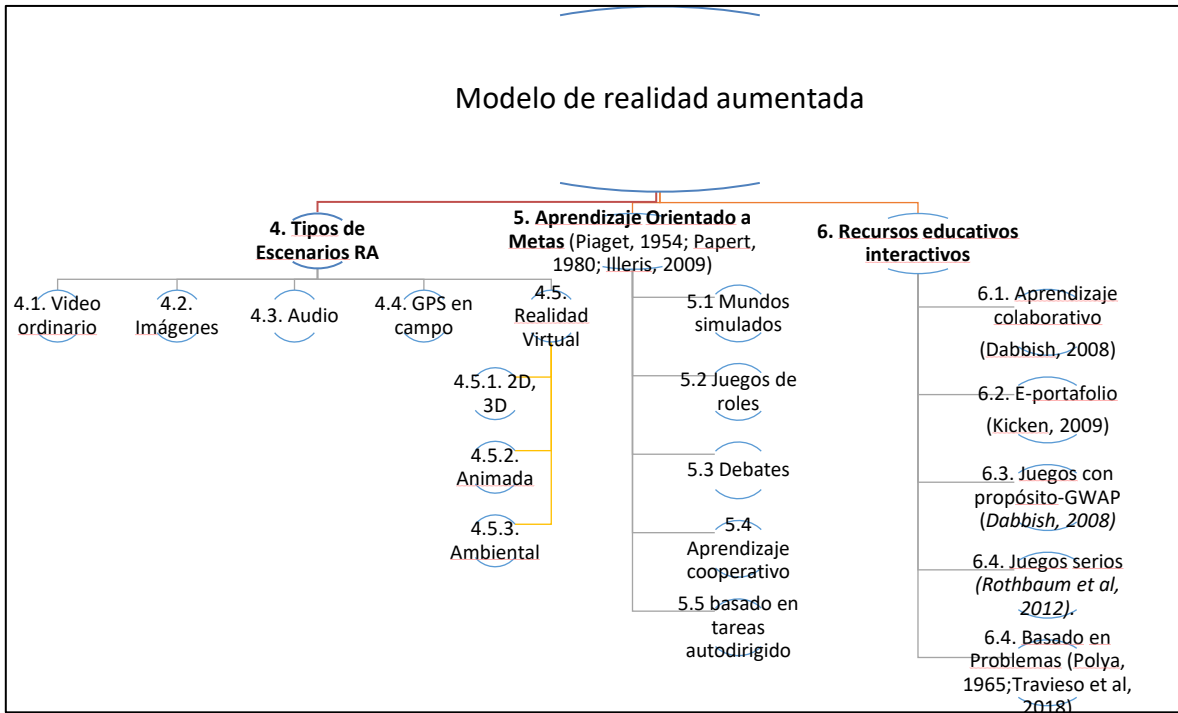


Figura 16. Categorías sobre alternativas de Escenarios, Aprendizaje orientado a metas y Recursos educativos.

Fuente: Elaboración propia.

**4.1.7. Disciplinas.** Esta parte del modelo (ver figura 17), presenta distintas disciplinas de formación terminal donde se ha implementado la realidad aumentada, las cuales son un proceso a implementar en una de las áreas de estas disciplinas que se van subdividiendo en los niveles de preparatoria y secundaria. Existe una gran variedad de análisis de esta fase haciendo referencia a la Tabla 3 (*“Proyectos y aplicaciones de realidad aumentada y sus beneficios al aprendizaje”* del Marco Teórico), siendo uno de importancia el de la investigadora Alegría Blázquez (Alegría, 2017), mencionando que la realidad aumentada ha sido aplicada a diversas asignaturas y temáticas, adecuando y contextualizando las variables inmersas en el aula para obtener resultados ideales. Para este estudio científico, se evaluó la realidad aumentada en el área de las matemáticas de la materia de geometría analítica (SEP, 2017), para el análisis de figuras geométricas alternativas en el diseño de un salón de clases (Radu et al., 2015), orientado hacia el uso de realidad aumentada con aprendizaje basado en problemas.

**4.1.8. Parámetros de análisis.** La última etapa es de evaluación o medición de la percepción del estudiante y maestros involucrados en la actividad (ver figura 17), para observar distintos aspectos a evaluar para monitorear el aprendizaje o efecto de la implementación en distintos canales de aprendizaje (Radu, 2014b). Esta fase es un poco similar a la etapa 6, donde se evalúan las estrategias de aprendizaje con los parámetros necesarios para la actividad desarrollada, basándose esencialmente esta fase para la investigación desarrollada en el estudio previo de Roux y colaboradores (Roux et al., 2015).

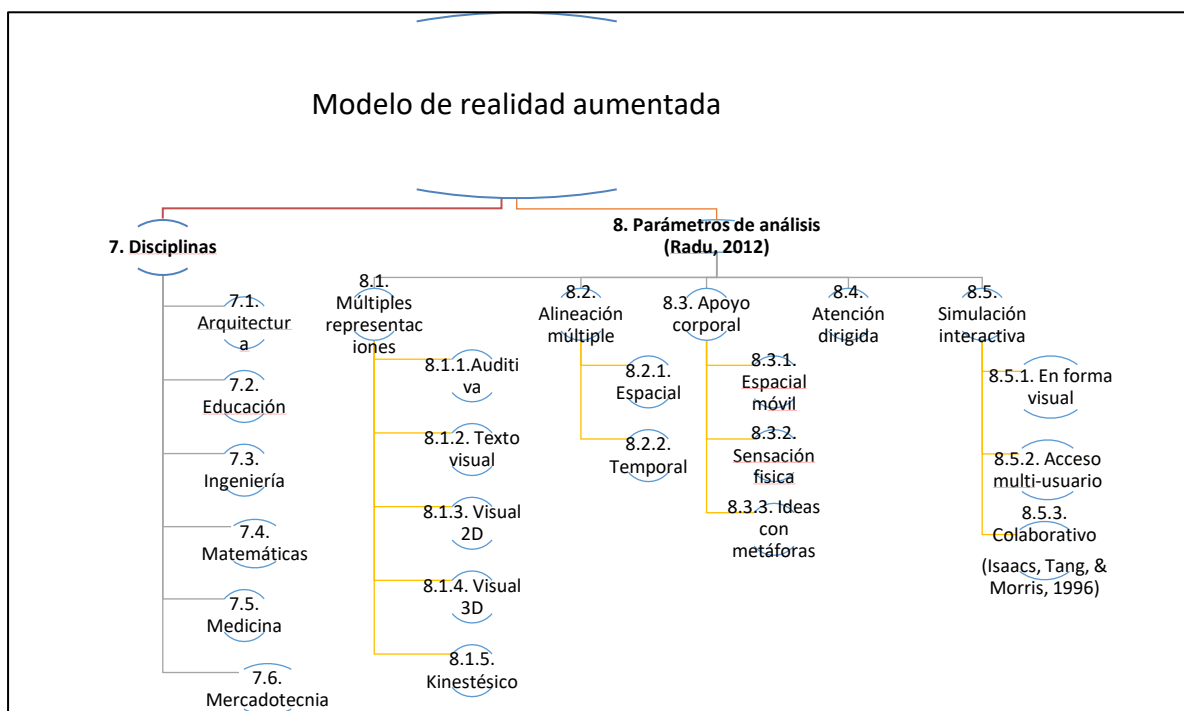


Figura 17: Categorías sobre *Disciplinas* en áreas terminales y *Parámetros de análisis*.

Fuente: Elaboración propia.

## 4.2. Esquema final del MRAE

Existe una diversidad de investigaciones hacia el uso de la RA en el sector educativo, esencialmente en áreas urbanas con los equipos adecuados para la aplicación de esta tecnología, el hecho que se haya implementado en una zona rural, añadió un grado de dificultad mayor porque intervienen limitantes técnicas que son menores a las de una zona urbana. Para esta investigación, (ver figura 18 de la siguiente página) se puede observar las condiciones consideradas cuando se desarrolló la intervención planeada en las dos ciudades como las siguientes: (1) área en la que se va a realizar la actividad educativa, (2) rol de apoyo del docente, facilitador, entrenador o capacitador, (3). recursos necesarios para utilizar la tecnología de realidad aumentada, (4) tipos de escenarios que representen el mundo real, que depende de la actividad educativa según la temática del conocimiento (5) aprendizaje orientado a metas definiendo la manera de alcanzar el aprendizaje esperado, (6) recursos interactivos educativos planeados para organizar el desarrollo individual y en equipo usado por estudiantes, (7) disciplinas que determinan la actividad educativa desarrollada en un área formativa y (8) análisis que mide el grado de aprendizaje alcanzado en alguno de los canales de aprendizaje (Radu, 2014a). Estos puntos se desglosarán con mayor detalle en la Metodología del modelo.

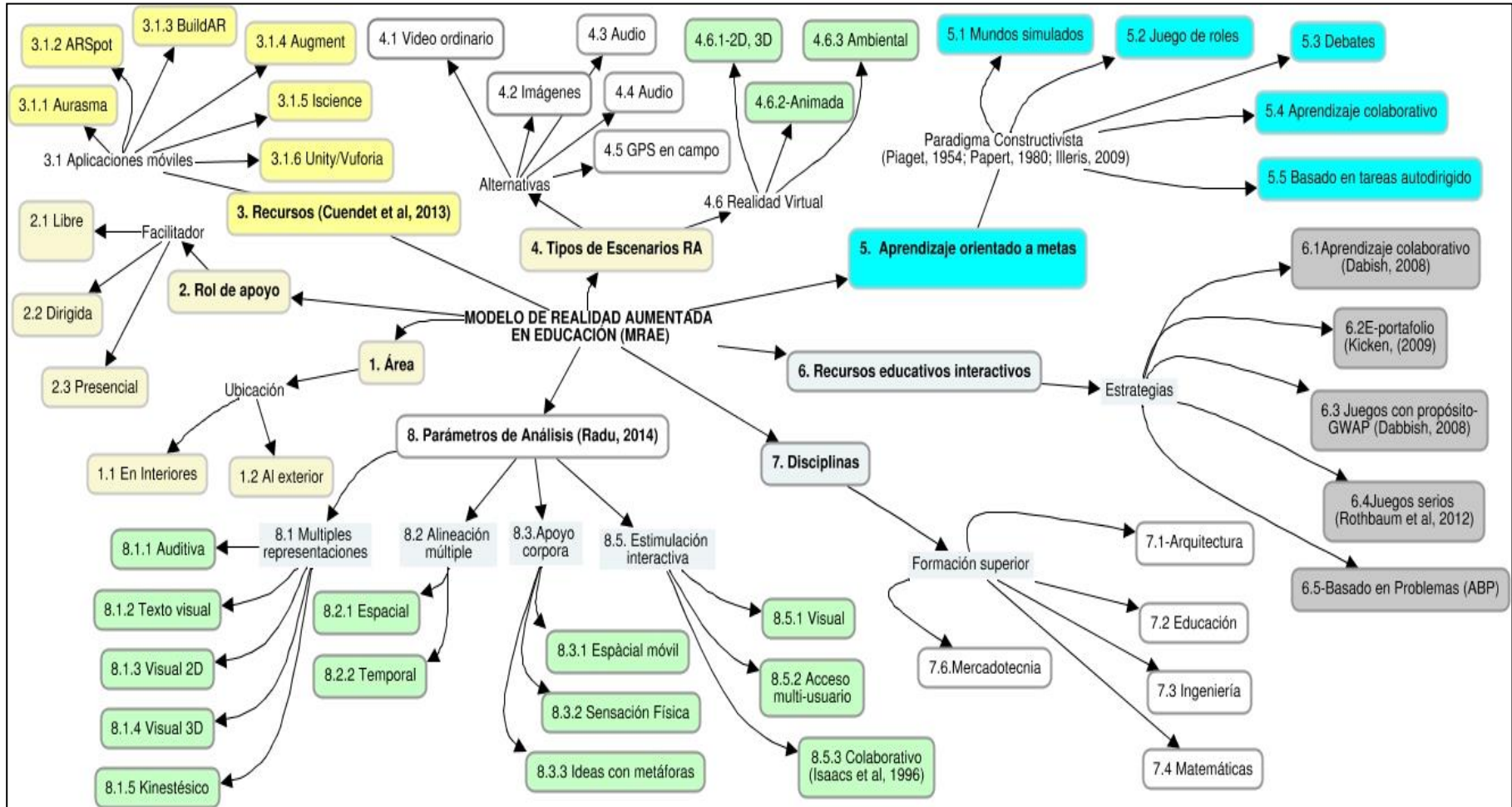


Figura 18: Componentes y variables del Modelo de Realidad Aumentada en Educación (MRAE).

Fuente: Elaboración propia con herramienta Cmaps.

### **4.3 Metodología del Modelo educativo de realidad aumentada propuesto en Ensenada y Mexicali**

Una vez establecido el modelo MRAE, la implementación se realizó en distintas escuelas del valle de Mexicali y otras de la zona urbana para evaluar resultados obtenidos en escenarios rurales y urbanos, debido a que las características contextuales y técnicas son diferentes entre ambos sectores. Además, que se evalúe que otras limitantes o mejoras se pueden realizar en el modelo. A continuación, se desglosa como se realizó la aplicación de realidad aumentada a nivel de secundaria y preparatoria en Baja California.

Se observó que no todos los estudiantes poseen un celular propio y que las alternativas de red son intermitentes en su funcionalidad, también que el software educativo que utilizan en su mayoría es la paquetería de office, también que existe un significativo uso de redes sociales y esa es la razón principal porque se prohíbe su uso dentro de los salones de clase, ya que resulta un distractor en el ambiente de enseñanza – aprendizaje.

Los anteriores resultados sentaron las bases para diseñar la aplicación de realidad aumentada *MobiAppRA2D*. Además de pedir los permisos pertinentes tanto a la zona educativa como a la dirección del centro escolar y así aplicarla en la zona rural sur de San Quintín, la cual, por su situación geográfica, cultural tecnológica presenta restricciones técnicas similares a las escuelas rurales del Valle de Mexicali.

El proceso consistió en explicar al director de cada institución educativa la manera de aplicar el modelo de este estudio con la realidad aumentada para el mejoramiento de la impartición de clases. Posteriormente, se le comunicó al titular de la materia y finalmente explicar a los estudiantes en que consiste la aplicación de la realidad aumentada en el sector educativo, y explicar cómo descargar la aplicación en sus teléfonos celulares o tabletas tipo Android, porque la aplicación fue desarrollada en esta plataforma de equipo móvil.

#### **4.3.1 Selección de infraestructura**

Las zonas geográficas rurales y urbana muestran discrepancias en cuanto a la intensidad de señal de red y la uniformidad de la señal inalámbrica, de igual manera las actividades

económicas de las familias, sin embargo, el estudio diagnóstico sirvió para evaluar cuantos estudiantes disponen de celular y el tipo de celular para realizar la actividad. Conforme a la estructura del MRAE, se consideró el área interior para realizar la actividad (1.Área) y en cuanto a los recursos para realizar la actividad, se determinó que el celular o tableta (3.3 Dispositivo móvil); en la plataforma de Android sería el más adecuado de utilizar de acuerdo al estudio diagnóstico; inicialmente se trabajó con la aplicación *Aurasma* (3.1.1) para después desarrollar una aplicación en Android a partir de Unity / Vuforia (3.2 programas para recrear RA), además del Internet inalámbrico, los marcadores visuales y el apoyo visual (3.5. Herramientas).

#### **4.3.2 Selección del tópico curricular**

En los grupos de Matemáticas de nivel secundaria y módulo de componente profesional técnico en nivel medio superior, se trabajó RA con ABP; se escogió “Determinar distribución del mobiliario escolar por actividad educativa”, ya que la secuencia determinaba como uno de los aprendizajes clave esperados: *“Relaciona figuras geométricas con el cálculo de área”*, por lo tanto se manejó la actividad como una inducción al uso y aplicación de figuras geométricas en un entorno cercano; esto se realizó con la ayuda de marcadores prediseñados que representan el mobiliario de cada salón (Elemento 3.5.4 del Modelo) y que a la vez los estudiantes visualizaran situaciones de riesgo y compañeros con características distintas o especiales en caso de alguna contingencia de seguridad escolar (González & Sáiz, 2014; Travieso Valdés & Ortiz Cárdenas, 2018; Trujillo & Moscardó, 2018). Los objetivos que persigue la actividad didáctica (Ver tabla 5.1) se clasifican en educativos que se encuentran inmersos en el Programa 2011: “adquirir las habilidades de pensamiento cruciales en el manejo y procesamiento de información y uso consciente y responsable de las TICs” (SEP, 2011, p. 32); Para desarrollar la actividad educativa se planeó lo siguiente:

- Desarrollo de actividad didáctica: “Problema de adecuación en distribución de mobiliario de salones de clase por actividad didáctica”.
  
- ✓ Escenario del problema: Se planteó en la planeación de ingreso, interacción en la

distribución y condiciones de ingreso en situaciones normales y/o desalojo haciendo énfasis en situaciones de riesgo. Listar lo que ya se conoce. Conocimientos previos o iniciales sobre el contexto local.

- ✓ Enunciado inicial del problema: ¿Cuál es el problema principal en la distribución actual del salón en caso de presentarse una contingencia?
  
- ✓ Lista lo que necesita ser conocido y donde se va a consultar. Tipo de mobiliario involucrado, tipos de riesgos escolares en la comunidad, actividad educativa a realizar, cantidad de estudiantes, compañeros con características especiales. Información consultada sobre distribución de conferencias, cursos, presentaciones en escuelas y sus horarios en la escuela. Es en esta etapa del MRAE (4 y 5), donde se vinculan (4) los tipos de escenarios de RA, (5) Aprendizaje orientado a metas y (6) Recursos educativos interactivos. En (4) escenarios RA fueron del tipo de 2 dimensiones (2D) y 3 dimensiones (3D); dentro del Aprendizaje orientado a Metas se desarrolló (5.1) Mundos simulados al presentar el esquema de una distribución en un diseño práctico, en (5.4) Aprendizaje cooperativo al interactuar estudiantes en equipo para lograr un fin o meta y de (5.5) Aprendizaje basado en tareas.
  
- ✓ Esta aplicación o *Recurso interactivo* (Dabbish & Von, 2008; Teichner, 2014), se desarrolló con *Unity* y *Vuforia* con la finalidad que de experimentar un aprendizaje colaborativo en una variante de juegos serios y aprendizaje basado en problemas (Berrocoso & Horacek, 2013), destinado a construir una conciencia preventiva; finalmente dentro de los Recursos educativos interactivos se tomó el Aprendizaje basado en problemas que a través de una situación de oportunidad, se presentan alternativas de acción en un escenario real.

#### 4.3.3 Tipos de escuelas, grupos voluntarios y fuente económica

Las características de las escuelas se pueden observar en la siguiente tabla (Ver Tabla 11), en la descripción viene el nivel y zona en los grupos viene el grado y la asignatura; en el sector económico es en cual lugar o entidad trabajan sus padres y por último cuantos alumnos tiene ese grupo. Al respecto de la tabla se puede observar qué se implementó la actividad en 3 grupos de Enseñada de los cuales 2 son de 1er grado de secundaria y el otro de nivel medio superior, a su vez en Enseñada se puede observar una cantidad significativa de trabajadores del campo, pesca y autoempleo.

Tabla 11: Información de las escuelas y grupos voluntarios que participaron.

Características	Grupo	Asignatura	Sector económico	Alumnos
<b>Escuelas</b>				
<b>A</b>	Grupo 1 - Primer Grado,	Clase de Matemáticas	Campo(5), Pesca(0), Público(6), Privado(12) y Autoempleo(11)	34
<b>A</b>	Grupo 2 -Primer Grado,	Clase de Matemáticas	Campo (4), Pesca(1), Público(8), Privado(1) y Autoempleo (7)	32
<b>B</b>	Grupo 3 - Tercer Grado,	Clase de Módulo	Campo(7), Pesca(2), Público(8), Privado(4) y Autoempleo(7)	40
<b>C</b>	Grupo 4 - Primer Grado,	Clase de Matemáticas	Público (14), Privado (6) y Autoempleo (2)	36

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.3.4 Producto de la actividad

El esquema final (ver figura 16) que complementa el MRAE, lo conforman las disciplinas terminales (7) involucradas en la actividad son (7.1) Arquitectura, (7.2) Educación, (7.3) Ingeniería, (7.4) Matemáticas sólo por señalar a las más significativas el Modelo de Realidad Aumentada en Educación (ver figura 19), las *Competencias* de la vida en las que impacta la actividad son para el aprendizaje permanente, el manejo de la información, el

manejo de situaciones, para la convivencia y para la vida en sociedad (SEP, 2011, p. 9). Posteriormente cuando los estudiantes usan los *Recursos* donde proponen su distribución de mobiliario finalizando con una actividad libre, cuando ellos explicaron el porqué de sus trabajos utilizando la aplicación *MobiAppRA2D* sus opiniones, así como las de los maestros son consideradas producto de la dinámica implementada. Los productos finales pueden clasificarse con la ayuda de 8. Parámetros de análisis

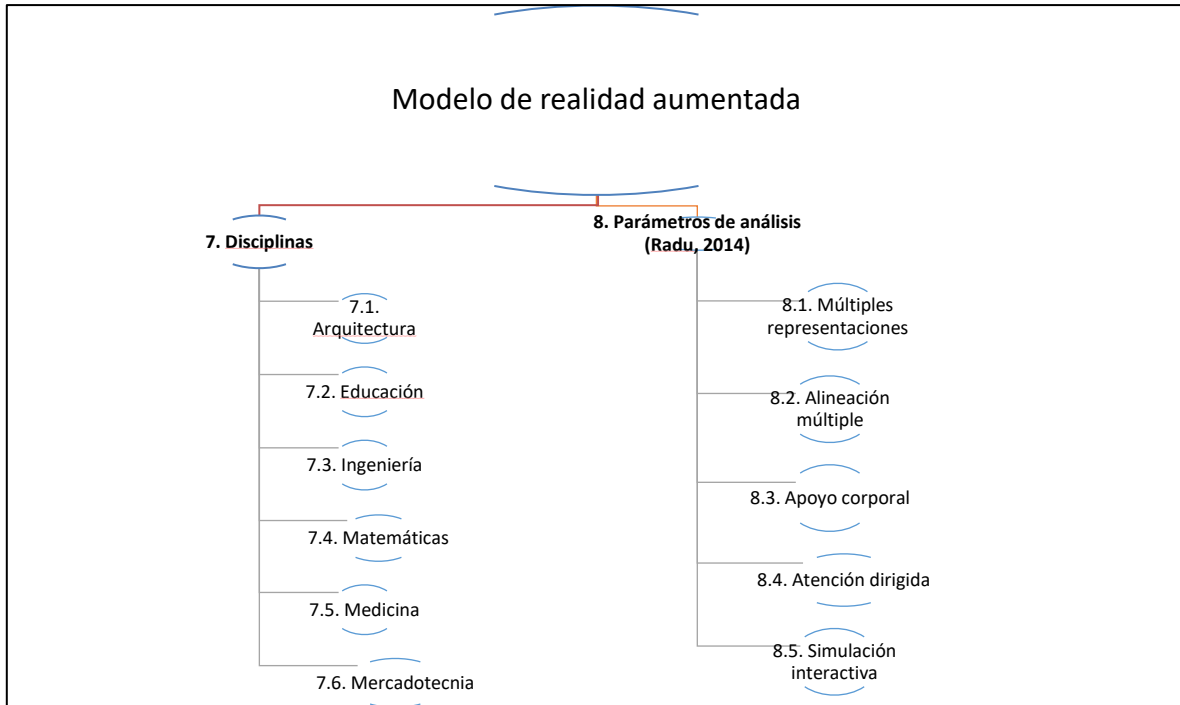


Figura 19: Disciplinas terminales y parámetros de medición en análisis o seguimiento.

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.3.5 Parámetros de análisis, seguimiento o de evaluación

Se aplicó realidad aumentada con un enfoque en el aprendizaje basado en problemas, en el cual los estudiantes vislumbran escenarios de riesgo en su escuela o contexto cercano y trabajan planteando alternativas de acción. Específicamente se seleccionó la distribución del mobiliario como variable a trabajar (González & Sáiz, 2014; Travieso Valdés & Ortiz Cárdenas, 2018; Trujillo & Moscardó, 2018) porque es precisamente cuando los estudiantes participan en una actividad kinestésica o de discusión, cuando el objeto de aprendizaje es discutido y justificado con más profundidad por los estudiantes que se afianzan y dominan

en un mayor grado al combinarse con realidad aumentada, como lo hizo Julián Radu (2014) al comparar distintas modalidades de clase, la clase tradicional, una clase con realidad virtual y otra con realidad aumentada, encontrando en la última un impacto significativo mayor en los canales de aprendizaje que las dos anteriores.

#### **4.4 Conclusiones sobre el MRAE**

Partiendo de una revisión del estado del arte del tema de la realidad aumentada en la educación, se fueron identificando las variables o componentes de software y hardware inmersos en distintos proyectos con RA, a su vez también se identificaron cuáles son sus ventajas y limitantes. Como todo proyecto inicial se presentan distintos grados de incertidumbre sobre cómo y por donde iniciar, además de las distintas etapas que se deben cumplir para realizarlo. La estructura del modelo presentó distintas categorías, las cuales se establecieron para delimitar, adecuar y facilitar la realización de la lección educativa por una parte y por la otra diseñar la aplicación de realidad aumentada para instalarla en los celulares, tableta o computadora según la visión y alcance de la implementación (SEP, 2011, p. 32).

En la lección didáctica, la realización del estudio diagnóstico proporcionó información importante para la metodología que consistió en realizar la selección de la infraestructura, esto ante a los distintos grados de cobertura en el sur de Baja California que en lo general suelen ser desfavorables. En cuanto a la selección del tópico curricular se seleccionó un tema horizontal que fuera de interés para las distintas escuelas como la distribución del mobiliario en actividades educativas con fines de prevención y planeación en situaciones de riesgo. Los sujetos de estudio lo conformaron los estudiantes y maestros que participaron en la actividad y sus opiniones se derivaron de su experiencia individual en la implementación. El producto de la actividad va desde la lección didáctica planeada, la opinión y/o retroalimentación de estudiantes y maestros, los estudiantes activos en las alternativas de solución a través del aprendizaje basado en problemas (Travieso Valdés & Ortiz Cárdenas, 2018), el impacto en la comunidad escolar de asociar lecciones escolares con realidad aumentada como tecnología emergente y el impacto en la familia y comunidad cercana de los estudiantes (Borroto Cruz & Hidalgo Hernández, 2015a). En cuanto a los parámetros de análisis, seguimiento y validación se derivaron de los Instrumentos

diagnóstico a estudiantes, de evaluación de la percepción a estudiantes y maestros que permitirán evaluar a la lección didáctica, la aplicación de realidad aumentada para el celular, el MRAE propuesto y la valoración de los productos educativos obtenidos, todo esto se desglosará más adelante en la sección de resultados.

El MRAE es flexible, dinámico y perfectible para futuras mejoras metodológicas que se pudieran suscitar en las categorías de Recursos móviles, Escenarios de trabajo, Aprendizaje orientado a metas, Recursos educativos interactivos o tipos de variables sensoriales u organolépticas a aumentar. Fue la base para planear la lección didáctica, aplicación para dispositivo móvil y efectos esperados de la implementación, así como modificaciones cuando las situaciones fueron imprevistas.

## **Capítulo 5. Desarrollo de la aplicación**

En este capítulo se presenta la secuencia de desarrollo para la implementación de la aplicación *MobiAppRA2D*, partiendo desde la definición tema educativo: “Determinar distribución del mobiliario escolar por actividad educativa” y objetivos de la aplicación (ver tabla 9). También se determinó pertinente realizar un estudio piloto de RA en tres escuelas de Mexicali (dos urbanas y una en el valle), para probar distintas variables del MRAE, la validación permitió desarrollar un instrumento de levantamiento diagnóstico e instrumento de evaluación de la percepción de los estudiantes. La información obtenida con estos instrumentos permitió validar requisitos de la aplicación, uso en la actividad educativa de realidad aumentada y grado de interacción con la aplicación y compañeros de equipo.

### **5.1. Selección del tema educativo y objetivos de la aplicación**

El tema que se trabajó fue el de Realidad Aumentada en la prevención de riesgos con un enfoque en el Aprendizaje Basado en Problemas, en el cual los estudiantes vislumbran escenarios de riesgo en su escuela o contexto cercano y trabajan planteando alternativas de acción. Específicamente se seleccionó la distribución del mobiliario como variable a trabajar (González & Sáiz, 2014; Polya, 1965; Travieso Valdés & Ortiz Cárdenas, 2018; Trujillo & Moscardó, 2018). Los objetivos que persigue la actividad didáctica (Ver tabla 9) se clasifican en educativos, técnicos, Aprendizaje Basado en Problemas y de Realidad Aumentada en la educación.

Los objetivos educativos van enlazados estrechamente con actividades de aprendizaje autónomo y grupal que el estudiante interpreta de las actividades que realiza en un contexto social interactivo (Cruz Flores & López-Morteo, 2017; Vigotsky, 1987), los objetivos técnicos son elementos operativos relacionados con la funcionalidad de la aplicación. También se identificaron objetivos a cubrir relacionados con el Aprendizaje Basado en Problemas (Ver Tabla 12).

Tabla 12: Relación de objetivos educativos y técnicos de la actividad didáctica (Fuente: Elaboración propia).

Descripción de la Estrategia didáctica	Objetivos educativos	Objetivos técnicos	Objetivos del Aprendizaje Basado en Problemas	Objetivos educativos de la Realidad Aumentada	Herramientas de software / Dispositivos
<p><i>1. Ubicar mobiliario del salón de acuerdo a la actividad educativa.</i></p> <p><b>a. Listar las distintas clases que llevan en ese salón.</b></p> <p><b>b. Colocar marcadores por Mesabancos, plegables, colchones de Yoga, Sillas, etc.</b></p> <p><b>c. Identificar que tipo de mobiliario y distribución del mismo resultan más cómodos.</b></p> <p><b>d. Colocar la distribución del mobiliario por clase, incluyendo rutas de acceso, circulación y salida.</b></p> <p><b>e. Especificar ubicación para estudiantes con necesidades especiales.</b></p>	<p>-Relaciona conceptos teóricos en campo.</p> <p>-Identifica aplicación de Geometría en localización y distribución de equipos.</p> <p>-Relaciona variables de figuras para el cálculo de área y perímetro.</p> <p>-Realiza trabajo en equipo.</p>	<p>-Definir aplicación para recrear RA.</p> <p>-Que la aplicación sea fácil de descargar y utilizar en dispositivo.</p> <p>-Proporcionar soporte Wifi.</p> <p>-Elaborar videos descriptivos.</p> <p>-Alternativas para calcular área y perímetro.</p>	<p>-Roles definidos en trabajo en equipo.</p> <p>-Plantear estrategias diferentes y elige la más conveniente de acuerdo con sus posibilidades</p> <p>-Genera soluciones a un problema práctico.</p> <p>-El estudiante dirige su proceso de aprendizaje.</p>	<p>-Diseñar el ambiente adecuado de RA.</p> <p>-Evaluar el tipo de apoyo didáctico necesario (Coaching).</p> <p>-Realizar actividades educativas en campo.</p> <p>-Utilizar el software/programa de RA acorde con su contexto.</p> <p>-Determinar el tipo de escenario pertinente al aprendizaje.</p> <p>Especificar las opciones educativas interactivas.</p> <p>-Aumentar información de elementos con fines educativos.</p> <p>-Aumenta herramientas para realizar cálculos en geometría.</p> <p>-Reconocimiento de marcadores.</p>	<p>*Determinar el tipo de Recursos necesarios</p> <p>-Aplicación / Programa.</p> <p>-Señal de Internet.</p> <p>-Dispositivo para compartir datos.</p> <p>-Aparato celular tipo SmartPhone.</p> <p>-Tableta / Computadora.</p> <p>-Audífonos.</p> <p>-Software compatible para realizar actividad.</p> <p>-Head Mounted Display.</p> <p>-Diseñar marcadores.</p>

### **5.1.1 Enfoque del Aprendizaje Basado en Problemas en el desarrollo**

La metodología que sigue el aprendizaje basado en problemas se basa en los siguientes pasos:

1. *Escenario del problema. ¿Cuál es la distribución actual del salón de clases?*
2. *Lista sobre lo que ya se conoce. (Conocimientos previos o iniciales).*
3. *Enunciado inicial del problema. (¿Cuál es el problema principal en la distribución actual del salón?).*
4. *Lista lo que necesita ser conocido y dónde se va a consultar. (Información consultada sobre distribución de conferencias, cursos, presentaciones en escuelas y sus horarios en la escuela).*
5. *Acciones a seguir (Recomendaciones en tipo de distribución por tipo de asignatura).*
6. *Evaluar información recopilada (Conclusiones sobre resultados obtenidos).*
7. *Retroalimentación (opinión de compañeros de clase).*

Desarrollo de actividad didáctica: Se partió de la siguiente temática para articular la actividad y en forma paralela la aplicación y sus elementos “Problema de adecuación en distribución de mobiliario de salones de clase por actividad didáctica”.

Escenario del problema: Se planteó en la planeación de ingreso, interacción en la distribución y condiciones de ingreso en situaciones normales y/o desalojo haciendo énfasis en situaciones de riesgo. Listar lo que ya se conoce. Conocimientos previos o iniciales sobre el contexto local.

Enunciado inicial del problema: ¿Cuál es el problema principal en la distribución actual del salón en caso de presentarse una contingencia? Lista lo que necesita ser conocido y donde se va a consultar. Información consultada sobre distribución de conferencias, cursos, presentaciones en escuelas y sus horarios en la escuela.

### **5.1.2 Descripción de la actividad**

Se propone visitar a cada una de las escuelas para pedir autorización a la autoridad educativa del centro escolar; una vez logrado la autorización, platicar con los estudiantes sobre los riesgos de seguridad en las escuelas y el papel que juegan ellos. El plan de ejecución de la actividad fue el siguiente:

1. Proporcionar introducción a los estudiantes sobre el tema (Día 1 - Introducción).
2. Los estudiantes las siguientes instrucciones sobre las estrategias de aprendizaje (Día 2 – Descarga de aplicación *MobiAppRA2D* y pruebas de aplicación en campo): ¿Cómo puedo mejorar el área en qué están distribuidos los salones de clase?
3. Desarrollo de actividad didáctica (Día 3): “Problema de adecuación en distribución de mobiliario de salones de clase por actividad didáctica”.
4. Rendimiento del estudiante (Día 4 – Documentación y elaboración de reporte).
5. Presentará un reporte final (Día 5 – Reporte final-Presentación).

Se propuso distintos tipos de distribución de mobiliario escolar (Egea, 2016) y se les proporcionó enlaces para descargar la aplicación, así como los marcadores, cartulinas, tijeras y plumones. Se les pidió también seguir consideraciones de protección civil y de compañeros con necesidades especiales o capacidades distintas (Consejo Estatal de Protección Civil, 2018). Al final compartir su distribución y experiencia con los demás.

## **5.2 Diseño de realidad aumentada como una herramienta docente**

Para determinar los elementos de la herramienta de realidad aumentada, es decir, las características de los elementos que debe reunir la aplicación. Se empezará por revisar el modelo MRAE, que se trabajó en el capítulo 4, para analizar las necesidades o requerimientos que se van a integrar en la aplicación, para alcanzar este propósito se realizó un pilotaje o estudio previo en 3 escuelas de Mexicali (2 urbanas y una en el valle de Mexicali).

### **5.2.1 Estudio piloto en Mexicali - Información general de dispositivos**

En el levantamiento diagnóstico para realizar la etapa de pre-investigación con *Aurasma*, se desarrolló la actividad educativa en 2 escuelas de la ciudad de Mexicali, de las cuales eran 3 grupos de aproximadamente de 35 estudiantes y una en el valle de Mexicali también con 35 estudiantes, una vez autorizada la visita se coordinó con el maestro titular de la asignatura para compartir una descripción de la actividad, así como de sus alcances. Se acordó realizar la actividad en una semana y previo a la actividad se le entregó un instrumento de levantamiento de información diagnóstico para conocer las características de red los resultados que se obtuvieron del cuestionario diagnóstico. A continuación, se desglosan los pasos que se realizaron para alcanzar a desarrollar la actividad con la aplicación *Aurasma*:

Paso I. Contacto y confirmación con secundaria (1er semana).

I.a-Contacto con Secundaria.

I.b-Información y Logística de la lección didáctica

Paso II. Preparación de Material didáctico (1er semana).

II.a Análisis de Riesgo en Secundaria.

II.b Vinculación de Marcadores con video en Aurasma

II.c Elaboración de Mapa y formato de registro de riesgos.

Paso III. Desarrollo de actividad educativa (2ª semana)

1. Proporcionar introducción a los estudiantes sobre el tema (Día 1).

2. Instalación de Aurasma – Prueba y recorrido de campo en zonas de riesgo (Día 2).
3. Los estudiantes trabajan en equipos para realizar el Proyecto, proponen causas, consecuencias y soluciones que alcanzan los objetivos de la planeación (Día 3).
4. Preparación de reporte por estudiantes. Documentación en Formulario Google y Presentación (Día 4 – Documentación y elaboración de reporte).
5. Presentará un reporte final donde plantee todo el trabajo realizado (Día 5).

#### Paso IV. Evaluación y Análisis de Resultados

La información que se obtuvo fue que la mayoría usa celular con 86.7% (65 de 75), así como que la plataforma Android con 66.7%(50 de 75), es la frecuencia que sobresale significativamente sobre la alternativa de Apple IOs al 32% (24 de 75), durante el desarrollo de la actividad, el tiempo de reconocimiento del celular a los megapíxeles de los celulares caen dentro del rango de 3 a 12 megapíxeles en su definición de cámara frontal. Sobre capacidad en Mega píxeles de la cámara principal, el estudio piloto con reflejó que tiene de 3 a 6 Mega píxeles el 38.1% (24 de 63), sobresaliendo de 7 o más Megapíxeles por 61.9% (39 de 63). En cuanto al tiempo de reconocimiento, los datos obtenidos determinan que el tiempo de reconocimiento en el marcador o imagen patrón de los celulares, tardaron de 4 a 6 segundos el 31.8% (21 de 66), y que el resto que tardo 7 o más segundos fueron el 68.2% (45 de 66).

#### ***5.2.2 Estudio diagnóstico en Vicente Guerrero, Ejido Padre Kino y Mexicali***

La actividad fue desarrollada en la zona rural de la costera central del Pacífico y Norte de Baja California; por las condiciones rurales de la comunidad y limitantes infraestructurales de esta región agrícola – pesquera de la costa, se determinó la justificación de realizar un levantamiento diagnóstico, esto ayudo a determinar el contexto tecnológico previo a realizar la actividad didáctica con realidad aumentada. La ejecución de las actividades se desarrolló en los siguientes centros escolares (ver figura 20), en una escuela secundaria de Vicente Guerrero (Escuela A), una preparatoria del ejido Padre Kino (Escuela B) y en una secundaria de Mexicali (Escuela C). En este apartado se informa sobre los resultados que proporcionaron los estudiantes a través de instrumentos de percepción mixtos.

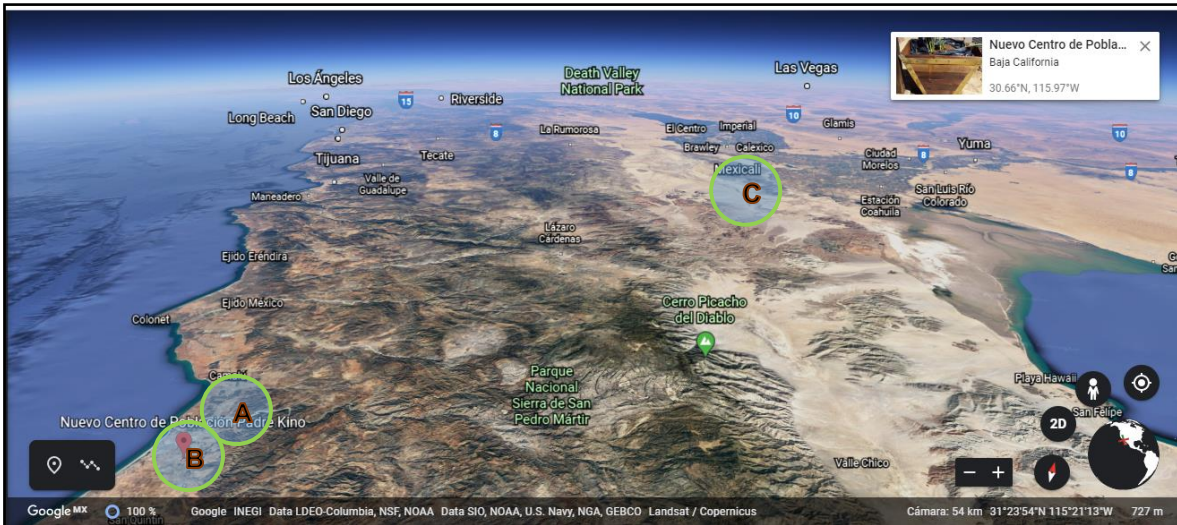


Figura 20: Ubicación panorámica de Escuelas A, B y C. Fuente: Google Earth.

### **5.2.3 Características de equipos móviles y prioridades en uso en escuelas de San Quintín y Mexicali**

La información que arrojó el Instrumento diagnóstico sobre tipos de equipos disponibles y su utilización, se presenta en las siguientes imágenes. En la figura 21, se puede observar que la mayoría de estudiantes en la zona sur de Vicente Guerrero y Ejido Padre Kino no tiene celular, los porcentajes fluctuaron del 55.9% (19 de 34) al 75% (30 de 40). En cuanto al sistema operativo de sus equipos, se tomaron en cuenta la suma de los celulares y tabletas disponibles de cada grupo, así se pudo determinar que la opción *Android* fue la que tuvo mayor frecuencia al fluctuar entre desde un 40% (24 de 60) hasta un 100% (13 de 13). En la tercera categoría sobre las versiones de *Android* disponibles, la figura muestra que las mayores frecuencias fluctúan entre *Android 5.0* a *Android 7.0*, con una frecuencia acumulada de 42 unidades.

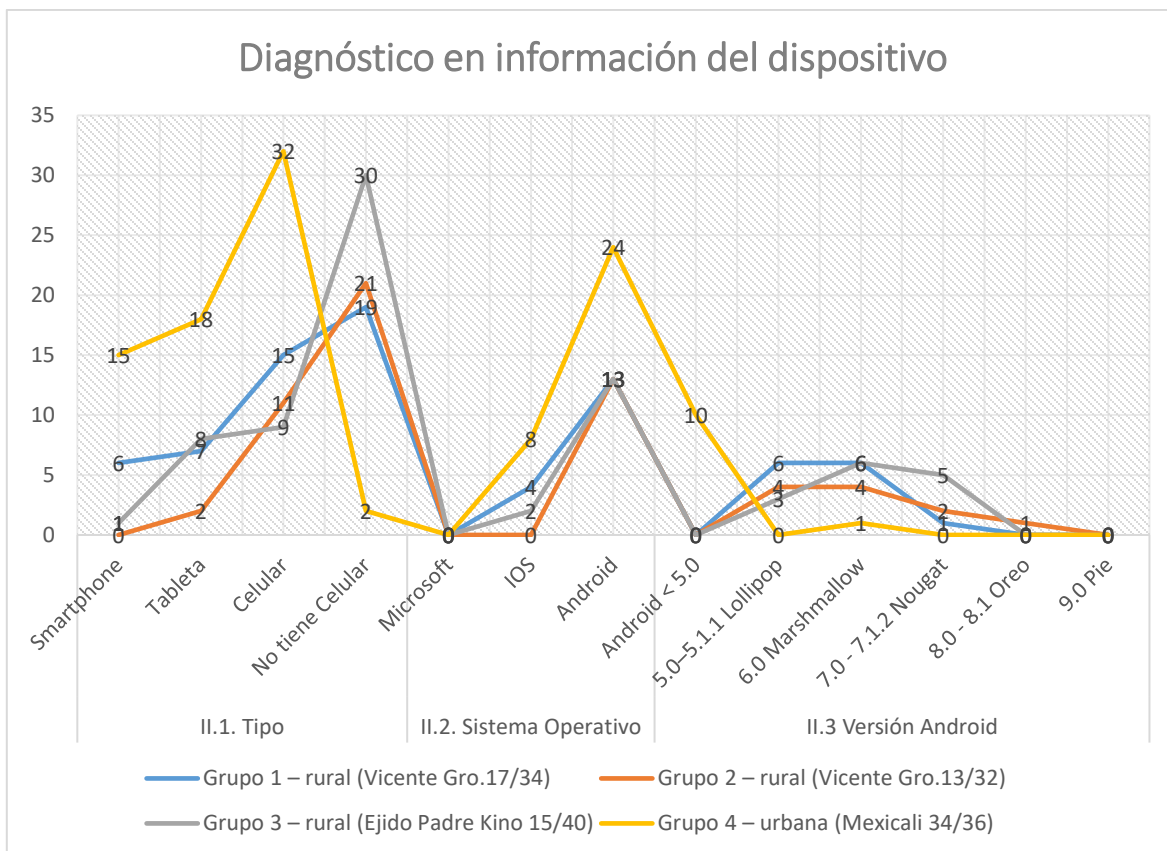


Figura 21: Caracterización de equipos disponibles.

(Fuente: Elaboración propia).

En cuanto al uso que dan a los mismos aparatos celulares (ver figura 22), la mayor utilización de los mismos es en: “Con mis amigos” 21 (41.18%) y “Mi familia” 21 (41.18%). Cabe señalar que la tendencia de la información obtenida en las 3 escuelas sigue el mismo comportamiento, aunque con distintos valores. Por otra parte, también se muestra una opinión sobre las disponibilidades de red (Ver Tabla 13); en el Aula de medios, tiene preferencias del 46% (6 de 13) al 59% (10 / 17) y 64.7% (22/34); en Mexicali; los estudiantes que no saben de cuanto es la capacidad de red son del 46% (7 / 15) hasta el 77% (10 / 13) o el 47% en Mexicali. Por último, en Biblioteca se tiene la mayor intensidad de la señal, pues hay una preferencia del 38% (5 / 13) al 100% (15 / 15) y 50% (17/34) en Mexicali.

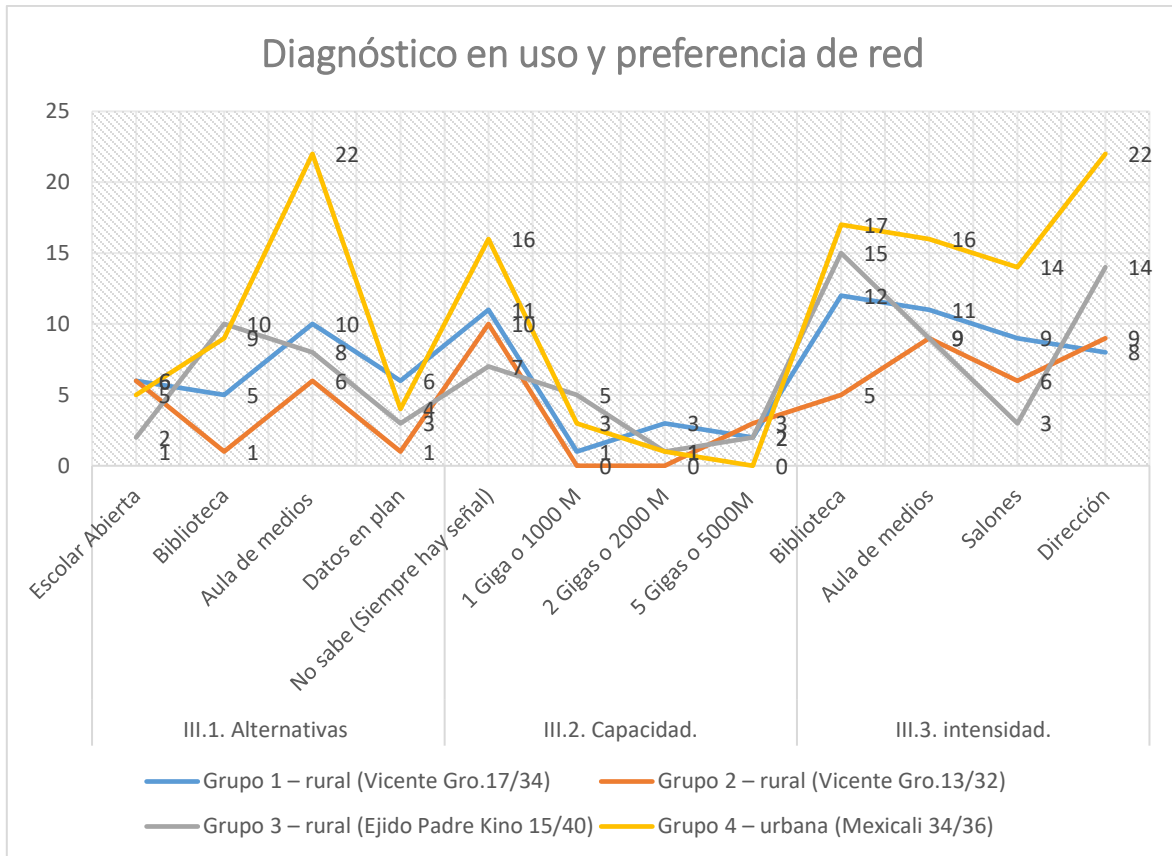


Figura 22: Disponibilidad de redes y preferencias en uso.

Fuente: Elaboración propia.

### **5.3 Arquitectura**

En esta sección se presentan los elementos tales como el entorno de desarrollo, así como los requisitos mínimos del software y hardware. Seguido por una descripción de cómo se desarrollaron los marcadores; continuando con características de la plataforma y finalizando con el proceso de interacción con el usuario. El nombre de la aplicación móvil en que se articuló *MobiAppRA2D* se deriva de las frases Mobi: Mobiliario, App: Aplicación, RA: Realidad aumentada y 2D: por sus marcadores o patrones de reconocimiento diseñados en 2D.

#### **5.3.1 Entorno de infraestructura tecnológica**

En los estudios realizados en Mexicali y su valle en 2017, se pudo observar que la red local de internet es intermitente y que los equipos de cómputo, así como los programas de software difieren entre las distintas escuelas. Se consideró primordial aprovechar los equipos celulares que ya utilizan los estudiantes tanto en la ciudad como en el campo y aprovechar las capacidades de software y hardware ya disponibles en cada equipo, con un aumento en sus capacidades y disminución en sus costos al paso del tiempo (ver figura 23).

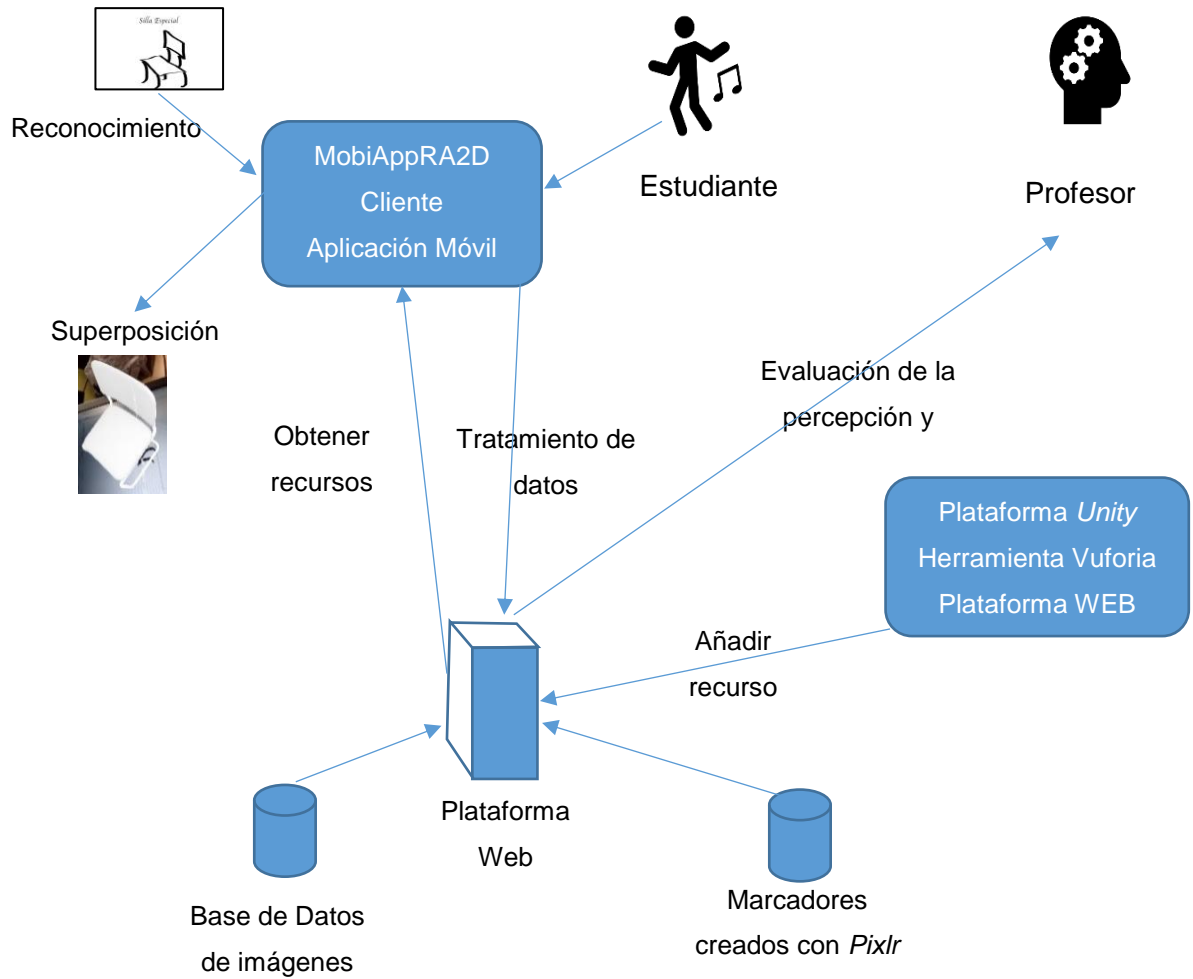


Figura 23: Elementos de tecnología y roles.

Fuente: Elaboración propia.

### 5.3.2 Requisitos mínimos de software

Entre los campos necesarios para hacer posible que se ejecute la aplicación se revisó que sistemas operativos tuvieron mayor predilección en los celulares de los estudiantes, entre las alternativas de Android, IOs y Microsoft, el que tuvo una mayor frecuencia fue el de Android con un 70% según el sondeo.

En la tercera categoría del MRAE que corresponde a recursos, se trabajó con las alternativas de Unity (3.2.3) y Vuforia (3.2.5), los cuales necesitan como mínimo una versión

de Android 5.0 para articular realidad aumentada en aparatos celulares o Smartphones, el programa pesa MobiAppRA2D que se creó pesa 52.5 MB para producir RA.

### **5.3.3 Requisitos mínimos hardware**

También se tomaron en cuenta los requisitos mínimos del hardware para hacer posible que la aplicación funcione de manera correcta; para poder lograr esto se aprovechó de la red inalámbrica de Internet en las escuelas, además se llevaron dos celulares con datos adicionales como puntos de conexión para compartir internet y que los estudiantes pudieran descargar la aplicación. La plataforma de desarrollo Unity permite generar aplicaciones compatibles en Android y IOs y es compatible con Vuforia para generar ambientes de realidad aumentada, sin embargo, una parte crucial que se estuvo trabajando fueron los marcadores, los marcadores elaborados con *Pixlr* son los que lograron mejor reconocimiento por Vuforia.

Para justificar los requisitos del hardware se tomará la ilustración 23. Donde se puede ver qué del 2018 al 2027 se presentan las categorías de Inmersión parcial (2018-2019), inmersión profunda (2020-2022) presentando mejoras en definición de la pantalla, operatividad y capacidad de memoria;

Para presentar las capacidades de hardware necesarias se aprovechará la siguiente tabla con especificaciones técnicas por nivel de inmersión (Ver Tabla 13). Y como se había referido en el anterior apartado sobre los niveles de inmersión actuales y con el paso del tiempo. Se tomará como referencia la inmersión Inicial y profunda que abarca desde el 2016 al 2022. En estas categorías el límite de video fluctúa entre 4k y 8K; en límite de resolución monocular cubre de 960\*960 y campo de vista (FOV) a 100° hasta 1920\*1920 y campo de vista (FOV) a 120°; en cuanto al requerimiento de banda ancha existe una fluctuación de 20 a 200 Mega bytes por segundo; y por último el RTT (Tiempo de ida y vuelta) pasa de un máximo de 40 microsegundos a un máximo de 20 microsegundos.

Tabla 13: Especificaciones técnicas por niveles de inmersión.

<b>Nivel</b>	<b>Límite de resolución monocular</b>	<b>Límite de video-resolución</b>	<b>Requerimiento típico en ancho de banda</b>	<b>Requerimiento típico en TIV (RTT) de red</b>
<b>1. Inmersión Nivel inicial</b>	Visión total 4K en video 2D (Resolución total de pantalla 3840*1920)	960*960 FOV 100° (~20 PPD)	20 a 50 Mbps	< 40 ms
<b>2. Inmersión parcial</b>	Visión total 8K en video 2D (Resolución total de pantalla 7680*3840)	1920*1920 FOV 110° (~20 PPD)	50 a 200 Mbps	< 30 ms
<b>3. Inmersión profunda</b>	Visión total 12K en video 2D (Resolución total de pantalla 11520*5760)	3840*3840 FOV 120° (~20 PPD)	200 Mbps a 1 Gbps	< 20 ms

(fuente: CAICT, 2018).

### 5.3.4 Imágenes patrón (marcadores)

Inicialmente se utilizaron unos marcadores de 2 dimensiones elaborados en power point, que en combinación con *Aurasma* resultaron funcionales. Sin embargo, al utilizar la combinación del motor de juegos *Unity* y la Herramienta en línea para crear RA *Vuforia*, el grado de reconocimiento visual en *Vuforia* era muy bajo e inestable, *Vuforia* identifica los “puntos de función” en la imagen destino y asocia de 1 a 5 estrellas, según el tiempo de reconocimiento de los “puntos de función”. Se estuvo trabajando con otras alternativas de software para generar marcadores hasta que al utilizar *Pixlr* se logró un reconocimiento más estable y alto grado de reconocimiento (de 3 a 5 estrellas en la escala del 1 al 5).

Una vez validado cada marcador se procedió a buscar dentro de *Unity* la imagen asociada a cada marcador para ser aumentada con la aplicación del celular; los marcadores creados y las imágenes aumentadas fueron las siguientes (ver figura 24).

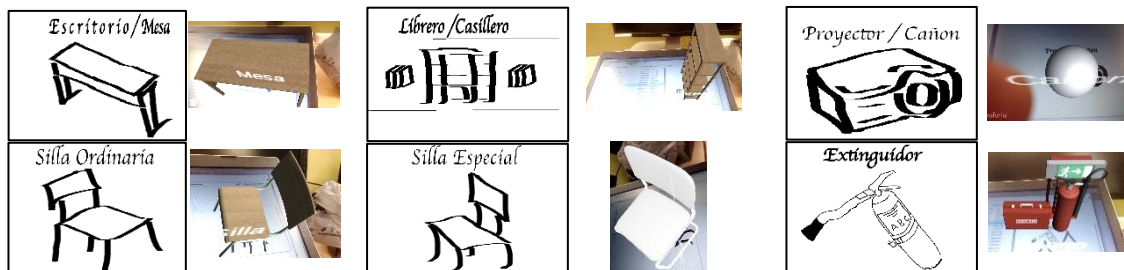


Figura 24: Marcadores elaborados con *Pixlr* e imágenes aumentadas con *Unity*.

Fuente: Elaboración propia.

### 5.3.5 Plataforma *Unity* / *Android*

La plataforma *Unity* se vincula con *Android* para crear un paquete (*APK*), como aplicación para descargar y ejecutar en teléfonos de este sistema operativo. Utiliza el código *C-Sharp* o *C#* como código de programación para principiantes y el procedimiento para desarrollar la aplicación pasó por distintas fases, desarrollando un total de 11 aplicaciones con el fin de ir depurando en funcionalidad y calidad hasta llegar a la aplicación final (ver figura 25). A continuación, se desglosa por nombre cada prototipo del programa:

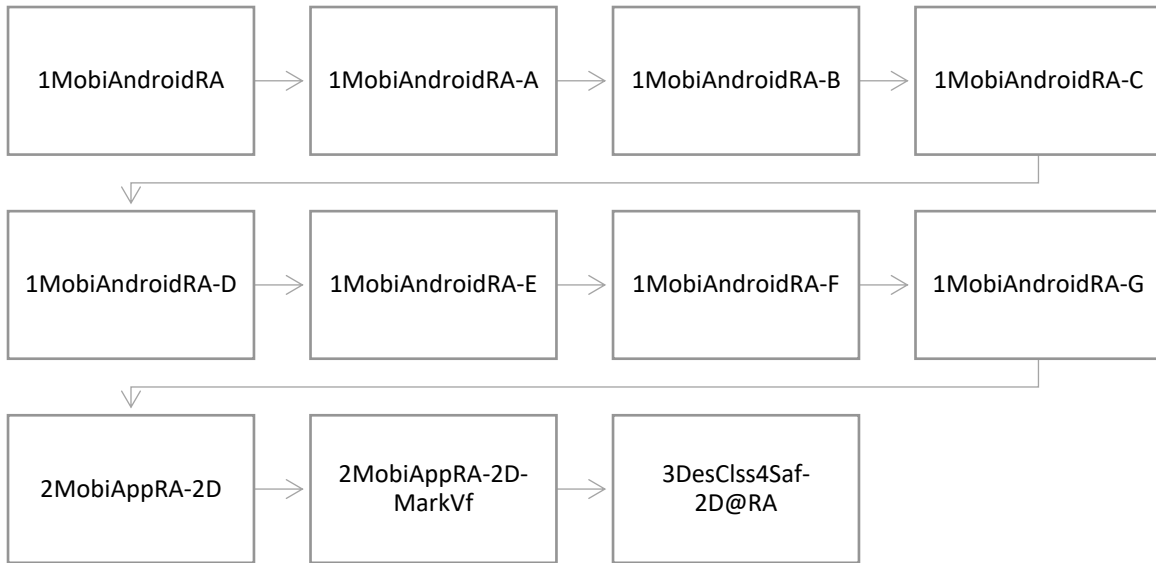


Figura 25: Secuencia de prototipos trabajados hasta lograr operatividad en *2MobiAppRA2D*

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se describe las modificaciones que se fueron realizando por cada prototipo de la aplicación:

- I. 1MobiAndroidRA: Marcadores utilizados en AURASMA, se congelaba pantalla en la primera ejecución.
- II. 1MobiAndroidRA-A: Mismos marcadores con distinto tipo de letra modificados, pero se seguía congelando pantalla en la ejecución.
- III. 1MobiAndroidRA-B: Se agregaron líneas en marcadores para adicionar puntos de reconocimiento, se seguía congelando pantalla al ejecutar.
- IV. 1MobiAndroidRA-C: Se probó con generador de QR, se pasó a dos iteraciones de reconocimiento positivo con RA
- V. 1MobiAndroidRA-D: Se probó con imágenes, el tiempo de reconocimiento era mayor a seis segundos o se confundía con otros marcadores.
- VI. 1MobiAndroidRA-E: Se crearon marcadores con *Pixlr*, fáciles de crear y con un reconocimiento de 3 a 5 estrellas dentro de un rango de 1 a 5 que tiene la herramienta para clasificar el grado de calidad en el reconocimiento de la imagen patrón.

VII. 1MobiAndroidRA-F: De 4 marcadores se incrementó a 6 marcadores con seis imágenes de mobiliario

VIII. 1MobiAndroidRA-G: Se eliminaron otros marcadores e imágenes que no se utilizaron.

IX. 2MobiAppRA-2D: Se instalaron imágenes de mobiliario de librería en Unity.

X. 2MobiAppRA-2D-MarkVf: Espacio de memoria ocupado por la aplicación quedó en 52 Megabytes.

XI. 3DesClss4Saf-2D@RA: Cambio de nombre a DessClassRA2D pero siguió apareciendo MobiAppRA2D.

### 5.3.6 Diagrama Rol – Actividad

El proceso de uso por el estudiante (ver figura 26) inicia con descargar la aplicación, para lo cual se les proporcionó un link de descarga, se activó el Bluetooth de la computadora para compartir el archivo APK, procediendo a la descarga como se puede observar en la 2ª. Imagen, una vez descargado el archivo y ejecutado el uso de la aplicación, se procede a orientar la cámara hacia los marcadores objetivo, alcanzando el reconocimiento que se puede observar en la 3ª. Imagen o en las imágenes aumentadas por cada marcador en la anterior sección de marcadores.



Figura 26: Secuencia de instrucción descarga y pruebas de MobiAppRA2D.

Una vez descargada la aplicación, se siguen las siguientes actividades (ver figura 27): (1) Se revisan las distribuciones recomendadas, comentando cuál prefieren utilizar acorde a sus ventajas, desventajas y actividad a realizar en clase. (2) Los compañeros proceden a recortar los marcadores o patrones, mientras que otro (3) los ubica con cuidado

en la cartulina; una vez pegado en la posición acordada (4) otro compañero realiza una prueba de reconocimiento con la cámara del celular, donde se puede observar el reconocimiento de una “silla especial”.



1.Revisar distribuciones 2.Recortar marcadores 3.Pegar marcadores 4.Reconocer marcador

Figura 27: Dinámica de análisis y diseño del mobiliario en cartulina.

#### **5.4 Logística y agenda de la implementación didáctica con MobiAppRA2D**

En esta sección se presentará la secuencia que siguió el desarrollo del modelo con respecto al modelo de realidad aumentada que se trabajó en el Capítulo 4 (MRAE), posteriormente se presentara el plan de gestión para implementar la actividad y recopilar la información sobre la actividad, finalizando con un esquema donde se muestra como se implementó la utilización con realidad aumentada en cada grupo de las escuelas participantes. A los estudiantes se les compartió por distintos medios, opciones para descargar la aplicación MobiAAppRA2D en su equipo celular o tableta; para ello, algunos tuvieron que habilitar la descarga de terceros o fuentes desconocidas en la configuración del celular; una vez descargada, se enfoca la cámara del celular o tableta a la imagen patrón o marcador para realizar pruebas de funcionalidad y tiempo de reconocimiento del marcador, el ángulo en que se coloque la cámara con respecto a la horizontal del marcador, debe estar preferentemente entre  $90^\circ$  a  $100^\circ$  para una mayor rapidez en el tiempo de reconocimiento, ó en su defecto en un rango de  $45^\circ$  a  $135^\circ$  pero incrementara el tiempo de reconocimiento. Al reconocer la imagen la aplicación a través de la cámara del celular, generará un tipo de mobiliario en 3D de la librería de Unity que se usó para este fin, esta actividad de reconocimiento se realizará una vez que los estudiantes hayan diseñado su cartulina con los marcadores del mobiliario que se les proporcionó, distribuyendo los elementos cómo ellos lo hayan acordado con su equipo de trabajo.

### 5.4.1 Esquema de la aplicación MOBIAPPRA2D en escuelas

Finalmente se presenta un esquema donde se observa la secuencia de instalación y uso de la aplicación, así como del funcionamiento de la aplicación (ver figura 28). En la parte superior que corresponde al ciclo de instalación y uso se presenta las opciones de descarga, instrucción, ejecución y producto de la actividad.

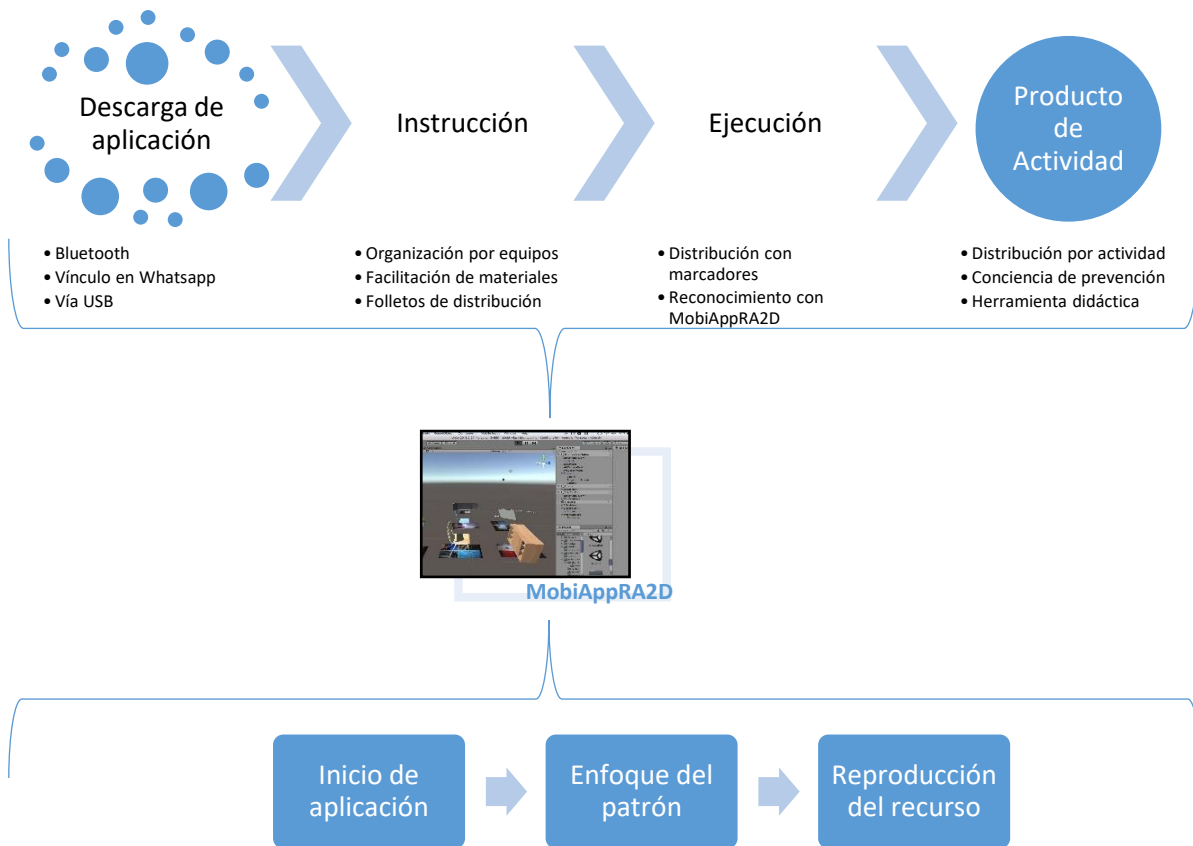


Figura 28: Secuencia de instalación, uso y funcionamiento de la aplicación.

Fuente: Elaboración propia.

### 5.4.2 Modelado de la aplicación

En esta sección se muestran distintos campos ó elementos que se utilizaron del modelo MRAE (ver figura 29), aquí se tomaron en cuenta cada una de las categorías para tomar aquellos campos que se consideraron pertinentes en la actividad.

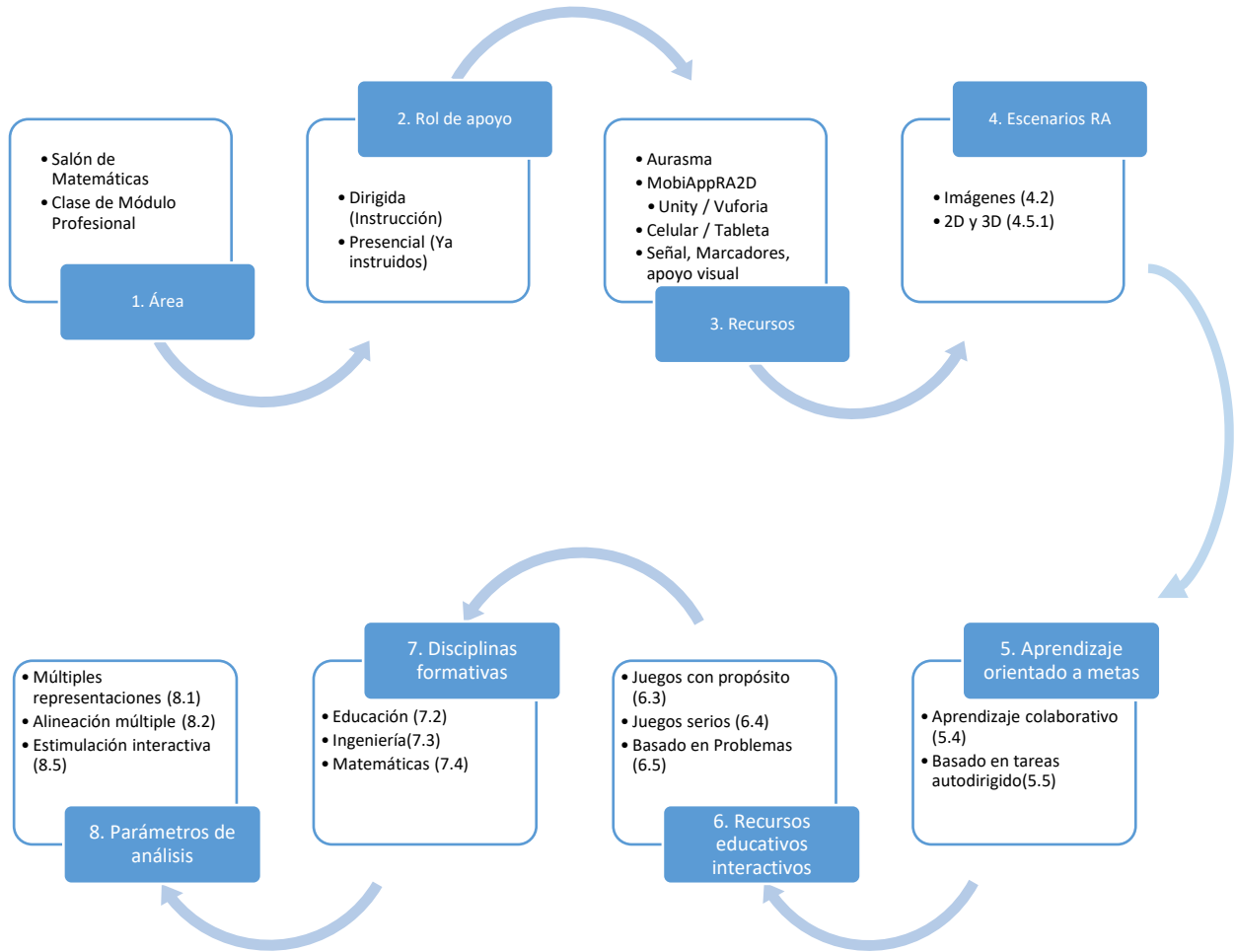


Figura 29: Diseño de lección, aplicación móvil e implementación basándose en MRAE.

Fuente: Elaboración propia.

### 5.4.3 Esquema gestión de la implementación

En este apartado se presenta un esquema completo de las tareas previas para solicitar autorización a las autoridades escolares (ver figura 30), así como el desarrollo de la actividad en cada grupo, documentación de los instrumentos de recolección, finalizando con la organización y clasificación de la información recopilada.



Figura 30: Ciclo de implementación de actividad didáctica de realidad aumentada en educación básica.

## **Capítulo 6. Resultados**

En esta sección se presentan los efectos que tuvo la implementación de la actividad didáctica con RA en sus distintas fases, así como la opinión que reflejaron los estudiantes y maestros con respecto a las acciones realizadas.

### **6.1 Implementación de la actividad en escuelas de San Quintín**

La actividad de realidad aumentada tiene componentes del aprendizaje basado en problemas para abordar la situación real que vive cada adolescente, a partir de esto se definieron los siguientes componentes. Como actividad de apertura, se realizó un sondeo con los estudiantes con el Instrumento diagnóstico para caracterizar sus celulares y el uso que le dan a los mismos, además de una Inducción a la actividad quedando de la siguiente manera: El primer día se les proporcionó una introducción sobre realidad aumentada, aprendizaje basado en problemas, situaciones de riesgo y prevención; el segundo día se propuso la descarga de la aplicación y realizar pruebas de la misma. Además, que se orientó a estudiantes sobre las actividades y recursos necesarios para abordar el problema y presentar esquemas de solución, el tercer día se compartieron distintos tipos de distribuciones y se desarrolló la actividad con la aplicación, marcadores y demás elementos que los estudiantes consideraron pertinentes, se les compartió en forma gráfica diversas distribuciones con ventajas y desventajas. El cuarto día presentaron cada grupo de estudiantes sus alternativas sobre mobiliario por actividad educativa y el quinto día fue el cierre de la actividad donde se les entregó un instrumento de evaluación de la actividad y compartió en plenaria su opinión con los demás estudiantes. A continuación, se detallan cada una de las etapas realizadas durante la implementación.

#### ***6.1.1 Proporcionar introducción a los estudiantes sobre el tema (Día 1 - Introducción)***

En este día se preguntó a los estudiantes sobre el tipo de distribución qué más les gustaba, además sí consideraban a compañeros con capacidades especiales en el flujo y desalojo del salón. Posterior a esto se les cuestionó sobre los tipos de riesgos que más les preocupaban ya sea en su hogar o en la escuela. El instrumento diagnóstico fue muy útil en este momento ya que ayudó a establecer situaciones desconocidas que viven los

estudiantes y también su grado de preocupación. A continuación, se presentan los tópicos tratados en esta plática introductoria:

- a.1 Tipos de eventualidades y riesgos que se presentan en la comunidad y escuelas.
- a.2 Presentar los tipos de distribuciones en mobiliario que se pueden plantear.  
(¿Cuáles son las dimensiones del salón de la escuela?)
- a.3 Explicar componentes del aprendizaje basado en problemas (ABP).
- a.4 Características de la Realidad Aumentada (RA) en la Educación.
- a.5 Reforzar conocimientos previos: Buscar en distintas fuentes de información tipos de distribución para clases, exposiciones, presentaciones y conferencias.

El instrumento diagnóstico que se desarrolló para recopilar información tiene varios campos, inicialmente los datos de identificación y la apreciación de su contexto de seguridad, posteriormente en el tercer campo se les cuestiona sobre los tipos de celulares que utilizan para conocer con más detalle los equipos y sus características técnicas; en el cuarto campo se aborda sobre los tipos y condiciones de la señal de red, la cual se considera importante para correr cualquier tipo de aplicación; en el quinto campo se pregunta a los estudiantes en que actividades utilizan sus celulares y por último se explora el tema de instalación de aplicaciones en el celular.

**6.1.2. Implementación de las estrategias de aprendizaje (Día 2 – Actividad de pruebas y descarga de aplicación MobiAppRA2D)**

El segundo día en la escuela se propuso descargar la aplicación tomando en cuenta la información proporcionada por los estudiantes en el levantamiento diagnóstico y además se les compartió estrategias de trabajo con aprendizaje basado en problemas de la siguiente forma:

a. Problema: ¿Cómo puedo mejorar el área en que están distribuidos los salones de clase?

a.1 Cada estudiante tiene un rol en el equipo: 1 líder, facilitador (plurinacional-multitareas), secretario (registro), miembros de equipo (2/3).

a.2 Tiempo asignado a cada proyecto es fijo.

a.3 El equipo agenda sus propias actividades y decide como ajustar el tiempo total del Proyecto.

b. Lista de los objetivos a alcanzar durante la realización de la actividad:

**Competencia de la Unidad:** Resolución de problemas que impliquen calcular el diseño y el área de polígonos regulares.

**Aprendizajes esperados:**

Forma, espacio y medida

- ✓ Resuelve problemas que implican construir círculos y polígonos regulares con base en información diversa, y usa las relaciones entre sus puntos y rectas notables.

Actitudes hacia el estudio de la asignatura:

c. Comparten e intercambian ideas sobre los procedimientos y resultados al resolver problemas. Socializando puntos de vista y percepción del tema en discusión.

c.1. Lista de referencia con los materiales básicos para alcanzar los objetivos de la tabla.

- I. Visor montable de realidad Virtual.
- II. Celular o Tablet de 6" a 7".
- III. Aplicación de Realidad aumentada instalada en celular MobiAppRA2D.
- IV. Marcadores prediseñados por cada elemento en salón de clase.
- V. Materiales visuales a activarse con cámara de celular (Textos informativos, Imágenes 2d / 3d, videos).
- VI. Formatos electrónicos preestablecidas para documentar información.

c.2 Mediante una Cartulina, plumones y marcadores: Evalúe las variables de diseño a considerar en un salón de clase: Sillas ordinarias, Escritorio, Pizarrón, Proyector, Equipo contra incendios, librero, Equipo contra incendios u otras que considere pertinente. Tome nota en cuadernillo.

c.3 Señale ubicación de la distribución del mobiliario ideal con apoyo de los marcadores.

- d. De la actividad 1.4 (tipos de distribución en mobiliario) identificará la distribución que más se adecúe a cada clase y su duración.
- e. Presentará mediante un video con apoyo de marcadores y aplicación instalada en el celular la distribución recomendada, tomando en cuenta: Tipo de la materia a desarrollar, número de alumnos que toman la clase, los tipos de actividades o dinámicas de estudio que se realizan en el salón.

### ***6.1.3 Desarrollo de actividad didáctica (Día 3 - Problema de diseño de salones de clase por actividad didáctica y distribución de mobiliario)***

Siguiendo la metodología de resolución de problemas, los estudiantes identifican que conocen y que desconocen para ir construyendo alternativas de solución concretas, se recomendó abordar los siguientes puntos para facilitar la actividad.

- Listar las distintas clases que llevan en ese salón.
- Colocar marcadores por Mesabancos, plegables, colchones de yoga, sillas, etc.

- Identificar qué tipo de mobiliario y distribución del mismo resultan más cómodos.
- Colocar la distribución del mobiliario por clase, incluyendo rutas de acceso, circulación y salida.

Las siguientes disposiciones se recomendaron por actividad educativa.

*Estilo auditorio (los alumnos se sientan frente al profesor - ver figura 31):*

**Ventajas:** Crear espacios en los laterales, en el centro o en la parte trasera por los que se pueda mover el profesor, útil cuando se trata de dar una conferencia ya que es más fácil repartir la mirada entre los asistentes y centrar su atención en tu exposición. También cuando los alumnos tienen que presentar un trabajo ante el resto y al aumentar la presión que siente el expositor del tema.

**Desventajas:** Impide el contacto cara a cara entre los alumnos pues ven directamente a el profesor que está situado frente a ellos, en la primera fila se les da la espalda a los de las filas de atrás y en las últimas sólo se ven las espaldas de los compañeros de enfrente. También hay una menor interacción entre los estudiantes. Propone una postura de superioridad del maestro o estudiante que expone al frente (Egea, 2016).



Figura 31: Ubicación estilo auditorio.

Adaptado de: "5 maneras diferentes de organizar el espacio en el aula" (Egea, 2016).

*Estilo seminario (los alumnos se sientan con el profesor - ver figura 32):*

**Ventajas:** Incrementa la participación de los alumnos en discusión, crítica, lluvia de ideas. En un ambiente homogéneo que fomenta el intercambio de ideas en un esquema democrático. En este esquema el profesor se sitúa jerárquicamente a la par de los estudiantes en el proceso de enseñanza aprendizaje. Las normas de disciplina son más relajadas porque en esta distribución existe una autorregulación y corrección.

**Desventajas:** No es muy útil cuando la cantidad de alumnos es muy grande, el mobiliario tradicional de las escuelas en nivel básico se complica para adecuar la distribución (Egea, 2016).

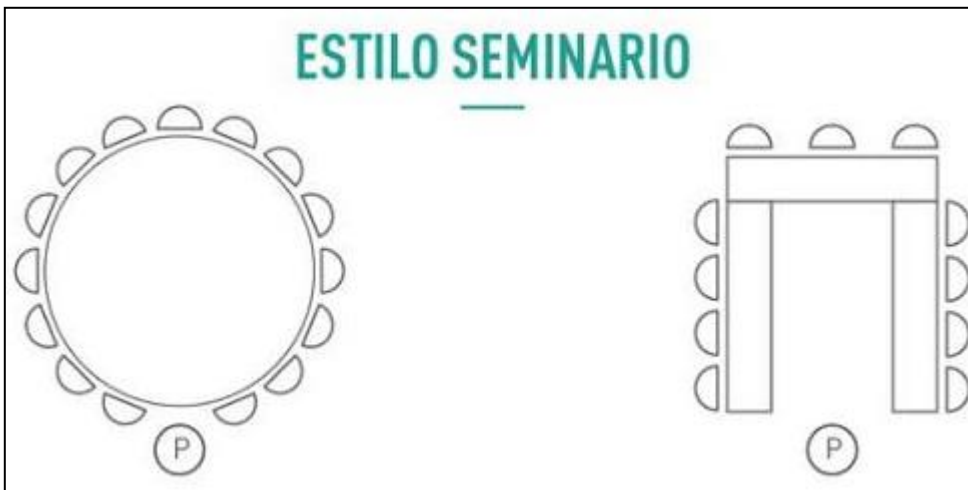


Figura 32: Ubicación circular, cuadrada o en forma de 'U'.

Adaptado de: "5 maneras diferentes de organizar el espacio en el aula" (Egea, 2016).

*Estilo cara a cara entre alumnos (en figura 33):*

**Ventajas:** Incrementa la discusión y debates por estar situados frente a frente, esto deriva en qué enriquezca el aprendizaje y el espíritu crítico de los involucrados. Permite fácilmente organizar equipos por parejas o cuartetos y de esta manera encaminarlos hacia el trabajo en equipo.

**Desventajas:** Se distraen fácilmente y generan temas diversos que por lo regular no tienen relación con el contenido de la clase. Se necesita más tiempo para estarlos disciplinando en que se genere el proceso de comunicación ideal dentro de cada equipo. La interacción con otros equipos es menor porque algunos les toca estar de espaldas.



Figura 33: Alumnos organizados en grupos pequeños.

Adaptado de: “5 maneras diferentes de organizar el espacio en el aula” (Egea, 2016).

*Estilo ubicación cruzada (Alumnos sentados en grupos sin estar enfrentados entre ellos - ver figura 34):*

**Ventajas:** Tienen menos distracciones que sí se sientan frente a frente, el trabajo en equipo y actividades de aprendizaje cooperativo es mayor, los espacios creados facilitan la interacción con otras mesas.

**Desventajas:** Debilita el sentimiento de pertenencia al “Gran grupo” y aumenta la competitividad entre las islas, se refuerzan los lazos de compañerismo con el mismo equipo, pero no tanto con los demás grupos.

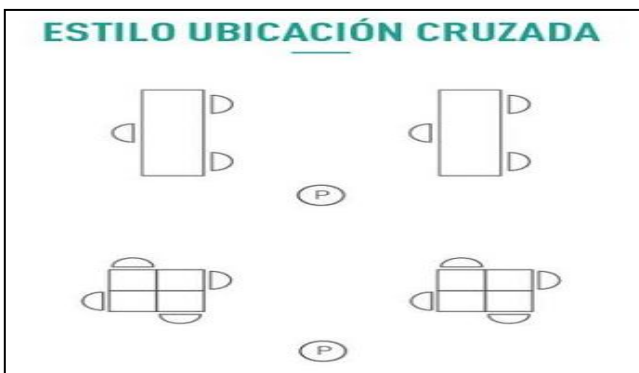


Figura 34: Comparten mesa sin estar enfrentados.

Adaptado de: “5 maneras diferentes de organizar el espacio en el aula” (Egea, 2016).

#### **6.1.4 Presentación de estudiantes. (Día 4 - Documentación en Cartulina reconociendo cada marcador a través de la aplicación)**

La presentación de estudiantes es evaluada por instructores, pares, o auto cuestionarios, entrevistas, observación, y otros métodos de asesoría. En las siguientes imágenes (ver figura 35) se puede observar como realizaron sus cartulinas los estudiantes. Los estudiantes debían pegar un mapa con el tipo de distribución recomendada y los resultados obtenidos en la encuesta de percepción de los alumnos y opinión del Maestro. Algunos estudiantes no pudieron finalizar su cartulina, porque la sesión de clases es de 50 minutos la hora, ya que dedicaron un tiempo máximo de 40 minutos; por lo cual se llevaron la cartulina y elementos para finalizarla en su casa, es así como en el 4º día trajeron la cartulina ya finalizada y con los detalles adicionales antes descritos, en este día los estudiantes explicaron porque habían determinado tal distribución y con la ayuda del celular recrearon con realidad aumentada los marcadores organizados en la cartulina.



Figura 35: Trabajo previo en cartulina organizando distribución del mobiliario.

Fuente: Elaboración propia.

Al finalizar el Bimestre se propone a estudiantes externar su opinión que cambios hubo en el ambiente escolar, aprovechamiento en cada clase, puntualidad al arribar y salir de clases y finalmente, la opinión del Maestro sobre los resultados obtenidos.

En las siguientes imágenes (ver figura 36) se pueden contemplar los productos realizados por los estudiantes. Como actividad final se hizo una lluvia de ideas y de opiniones retomando el tema de los riesgos más frecuentes en la zona y aquellos que más les preocupan, además se les entregó una encuesta de percepción de la actividad para que reflejaran como se sintieron durante el transcurso de cada etapa; al profesor en turno también se le entregó una encuesta de opinión, pero con más preguntas abiertas por sí había necesidad de ser más específicos.

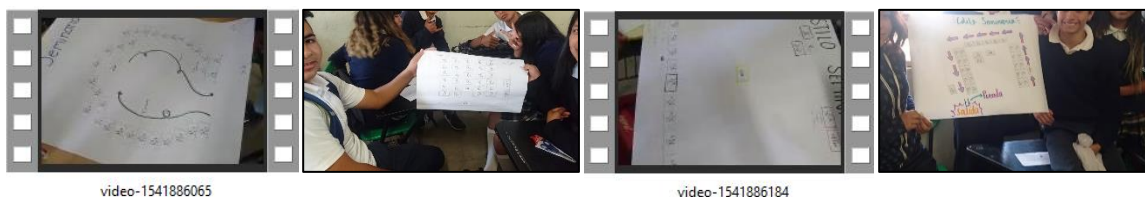


Figura 36 :Producto final diseñando la distribución con criterio de prevención

Fuente: Elaboración propia.

En el producto final de los estudiantes explican a sus compañeros las características de su organización del mobiliario (Ilustración 37), así como la justificación de ubicaciones especiales o recomendaciones para una escuela más segura.

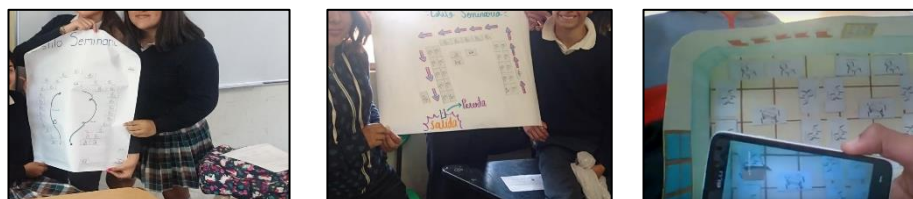


Figura 37. Producto de actividad desarrollada con RA mediante celulares.

Agrupando por tipo de distribución se obtuvieron los siguientes trabajos en tipo auditorio (ver figura 38), donde se tomaron en cuenta 2 sillas para estudiantes especiales, la segunda cartulina considero 3 y la tercera considero, 3; las anteriores ubicaciones están frente al profesor y en las tres se considera equipo contra incendios, así como rutas de acceso y salida del salón, en la segunda cartulina se puede observar una puerta de acceso y otra de salida.



Figura 38. Productos en modalidad de auditorio.

En tipo seminario se pueden observar los siguientes trabajos creados con los marcadores (ver ilustración 39), donde los tres consideraron ubicación de las tres sillas para estudiantes especiales, cerca de una salida, inclusive en la tercera cartulina se tomó en cuenta una

salida de emergencia; los tres trabajos consideraron equipo contra incendios en distintas ubicaciones, así como rutas de acceso o circulación.



Figura 39. Diseño de marcadores y elementos en modalidad de Seminario.

En la siguiente distribución (ver figura 40), se puede observar un producto en modalidad tradicional con cuatro estudiantes en alguna situación o condición especial cerca del docente ; una puerta de acceso y una de salida.

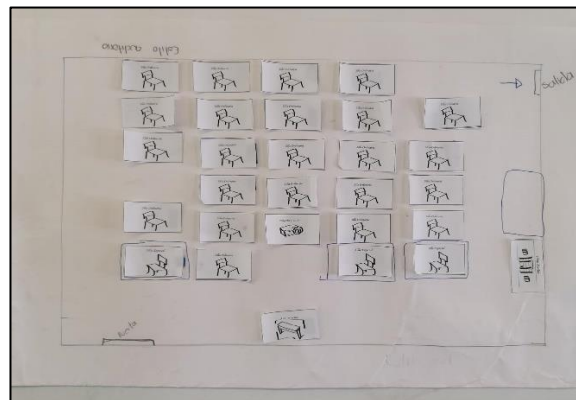


Figura 40. Diseño de marcadores y elementos en modalidad convencional.

### 6.1.5 Evaluación de la percepción sobre las actividades realizadas (Día 5 – Reporte final-Presentación)

Se realizó una evaluación de la percepción sobre las actividades realizadas y en plenaria se revisaron los siguientes puntos:

- I. Escenario del problema.
- II. Lista sobre lo que ya se conoce. (Conocimientos previos o iniciales).
- III. Enunciado inicial del problema. (¿Cuál es el problema principal en la distribución actual del salón?).
- IV. Lista lo que necesita ser conocido y donde se va a consultar. (Información consultada sobre distribución de conferencias, cursos, presentaciones en escuelas y sus horarios en la escuela).
- V. Acciones a seguir (Recomendaciones en tipo de distribución por tipo de asignatura Tabla en 3.5).
- VI. Evaluar información recopilada (Conclusiones sobre resultados obtenidos).
- VII. Retroalimentación (opinión de compañeros de clase).

### 6.1.5.1 Evaluación en la percepción del estudiante

Para documentar la opinión de los estudiantes se desarrolló un instrumento que permitiera expresar al estudiante su punto de vista durante el desarrollo de la actividad didáctica. El contenido del instrumento se divide en una sección que explora los conceptos que entiende por educación y prevención, la experiencia que tiene con software u aplicaciones educativas, los sentimientos experimentados durante la lección de mapeo y finalmente el producto obtenido de la actividad educativa.

Los resultados proporcionados por estudiantes en cuanto a percepción de la actividad, se pueden observar en distintas categorías (Tabla 14); por ejemplo en la opinión sobre “Seguridad y prevención”, donde hubo una consideración de “Útil” y “Muy útil del 93% (25 / 27) al 94% (31 / 33) en San Quintín y 73.5% (25 / 34) en Mexicali; en cuanto a estudiantes que interactúan con estudiantes de necesidades educativas especiales (NEE), respondieron que “Sí” y “En ocasiones” del 20.5% (17 / 83) al 21.7% (18 / 83) en San Quintín y 23.5% (8 / 34) en Mexicali; mientras que “No me he dado cuenta” y “No” del 28.9% (13 / 83) al 38.5% (32 / 83) para San Quintín y 50% (17 / 34) en Mexicali.

Sobre la complejidad entre “Muy fácil” y “Fácil” opinaron entre 9.6% (8/83) a 84.3% (70 / 83) En escuelas de San Quintín y 53% (18 / 34) Mexicali respectivamente, en relación a quienes mencionaron como “Difícil” y “Muy difícil” con una margen de 1.2% (1 / 83) en San Quintín y un 47% (16 / 34) Mexicali. Para el tiempo de reconocimiento del marcador de “1 a 3 segundos” tuvo 20.5% (17 / 83) y 9% (3/34), “4 a 6” fue el tiempo de mayor incidencia con 32.5% (27 / 83) en San Quintín y 20.6% (7 / 34) en Mexicali, de “7 a 10” fueron 20.5% (17 / 83) en San Quintín pero en Mexicali un 20.6% (7 / 34) o y por último “Más de 11” fueron 21.7% (18 / 83) en San Quintín.

A su vez entre las opciones que les gustaría reconocimiento por realidad aumentada en “GPS” fueron el 7.2% (6 / 83), “Audio video animado” fueron 10.8% (9 / 83), “Imágenes 3D” 68.7% (57 / 83) y “Video sobrepuesto” 8.4% (7 / 83).

Tabla 14: Opinión sobre el desarrollo de la actividad con RA

IV. Experiencia en lección de mapeo																	
	II.1. Prevención		II.2. Interactúa con NEE				IV.2 Complejidad			IV.3 Reconocimiento marcador				IV.4 Opción preferente reconocimiento RA			
	Muy útil	Útil	Si	En ocasiones	No me he dado cuenta	No	Muy fácil	Fácil	Difícil	1-3 segundos.	4-6 segundos	7-10 segundos	Más de 11 seg.	Reconocimiento por GPS	Audio video	Imagen 3D	Imagen de video
Grupo 1 – rural (Vicente Gro. 33/34)	9	22	3	11	7	12	4	29	1	5	11	7	9	3	3	24	3
	27%	67%	9%	33%	21%	37%	12%	88%	3%	15%	33%	21%	27%	9%	9%	73%	9%
Grupo 2 – rural (Vicente Gro. 20/32)	6	13	8	4	2	6	1	19	1	3	9	4	4	0	3	15	1
	30%	65%	40%	20%	10%	30%	5%	95%	5%	15%	45%	20%	20%	0%	15%	75%	5%
Grupo 3 – rural (Ejido Padre Kino 28/40)	14	11	6	3	4	14	3	22	3	9	7	6	5	3	3	18	3
	50%	39%	21%	11%	14%	50%	11%	79%	11%	32%	25%	21%	18%	11%	11%	64%	11%
Grupo 4 – urbana (Mexicali 34/36)	15	10	4	4	11	6	3	15	9	3	7	7	8	2	3	16	9
	44%	29%	12%	12%	32%	18%	9%	44%	26%	9%	21%	21%	24%	6%	9%	47%	26%

Fuente: Elaboración propia.

#### 6.1.5.2 Evaluación de la percepción del maestro de la asignatura

El apoyo proporcionado por los maestros para la realización de esta actividad fue muy importante, también se consideró importante documentar su opinión sobre la metodología de la actividad desarrollada durante cada etapa. El instrumento desarrollado para este fin constó de las siguientes secciones: *Preparación del contexto áulico* como parte de crear un ambiente propicio para el aprendizaje, también en la percepción del *Aprendizaje basado en problemas* en cuanto al grado de integración de los alumnos y realización de *actividades en forma autónoma y búsqueda de situaciones alternativas*.

En la sección de *TICs en las actividades del aula* se consulta sobre la apreciación de dispositivos celulares dentro del salón de clase. En la sección *Actitud de los alumnos*, se preguntó a los profesores sobre el grado de motivación y seguridad que observan en los estudiantes para conducirse durante las actividades. La sección que se refiere a *Respecto al aprendizaje* trata sobre la equidad, diversidad, valores y conceptos preventivos. Finalmente, en el campo de *Navegabilidad y uso del ambiente de aprendizaje* se enfoca a evaluar como fue el grado de funcionalidad, complejidad de la actividad y si fue atractivo para los estudiantes. Cabe señalar que se consideró pertinente manejar preguntas abiertas en este instrumento, para extender su respuesta cada maestro. Algunas de las opiniones de los maestros fueron:

*“La actividad resultó interesante para los alumnos porque se planeó como un juego donde ellos visualizan potenciales situaciones de riesgo y se les plantea a ellos como pueden formar parte de la solución de un problema real, de igual manera el diseño de la distribución del aula era abierto a otras situaciones y elementos que los estudiantes consideraran pertinentes. Los maestros opinaron que los estudiantes se mostraron entusiasmados al trabajar en cartulinas”.*

*“Durante el desarrollo de la actividad el estudiante desarrolla la conciencia de prevención y participación en forma activa y los maestros coincidieron en que fomenta el empoderamiento individual combinando elementos didácticos con creatividad”.*

En el tema sobre preparación del contexto áulico, las opiniones vertidas sobre el tiempo de instrucción, información proporcionada, material impreso y dominio del facilitador sobre la temática de la actividad, seleccionaron con una frecuencia alta la alternativa “Completamente de acuerdo” (ver Tabla 15). De igual manera se puede analizar sobre el uso de las TICs que los profesores que participaron coinciden que fue un apoyo para la práctica docente (100%) y que la actividad con realidad aumentada no fue un distractor para sus estudiantes (100%).

Tabla 15: Preparación del contexto áulico y uso de las TICs con realidad aumentada

VIII.1 Preparación del contexto áulico							
Tiempo de Instrucción		Información suficiente y adecuada		Material impreso adecuado		Dominio conceptual del facilitador	
Adecuado	Inadecuado	Completamente de acuerdo	De acuerdo	Completamente de acuerdo	En Desacuerdo	Completamente de acuerdo	De acuerdo
A, B y C	-	A y B	C	A, B y C	-	A, B y C	-

Fuente: Elaboración propia.

Otros aspectos como el grado de percepción de los maestros titulares hacia la actividad, se contemplaron como preguntas abiertas, que permitieran analizar aspectos cualitativos sobre la actividad, las opiniones fueron las siguientes:

*"La actividad planteada fue interesante para los alumnos, utilizó un aprendizaje previo, que fue atrapar un Pokemon".*

*"1. se presentó en forma general los distintos tipos de distribuciones. 2. Se compartió link de descarga para la aplicación. 3. Se proporcionó cartulina y marcadores. 4. Cada grupo de 6 presentó su distribución seleccionada interactuando con la aplicación."*

*Les comento el propósito, objetivo, importancia y descripción de la actividad...*

La opinión sobre el comportamiento de los estudiantes antes y durante la actividad, fue la siguiente:

*"El comportamiento de los alumnos fue con respeto y entusiasmo ya que es de interés para ellos, porque hacen uso de las TICs".*

*"Se mostraron muy atentos y participativos".*

*"La mayoría se interesó mucho, pero solamente cerca del 70% la llevo a cabo de manera puntual."*

Haciendo referencia al uso de las TICs en el proceso de enseñanza -aprendizaje (Ver Tabla 16), se pudo constatar lo siguiente: La actividad de realidad aumentada fomentó la participación, la utilización de marcadores fue efectiva, los profesores involucrados recomendarían al menos una vez a la semana actividades con realidad aumentada en un catálogo previamente definido; esos momentos serían para reforzar un tema o evaluar un tema y por último la utilización de RA dependerá mucho del coordinador de tecnologías en el centro educativo.

Tabla 16: Actitud al uso de las TICs en procesos de enseñanza – aprendizaje.

VIII.2 Actitud al uso de TICs en procesos de Enseñanza-Aprendizaje			
TICs+Celular apoya práctica docente		Actividad con RA fue un distractor para alumnos	
Completamente de acuerdo	Completamente en desacuerdo	Completamente de acuerdo	Completamente en desacuerdo
A, B y C	-	-	A, B y C

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a las opiniones de opción abierta sobre TICs, los profesores las recomiendan porque se pueden utilizar “Con un fin didáctico y creativo” y al igual “Favorece el empoderamiento y autodirección de estudiantes”, un maestro recomendó que se puede

utilizar “Para conceptos abstractos como en geografía en mapas y otros”. En cuanto a la posición que asumió el profesor al implementar la actividad opinaron lo siguiente: Se consideró positiva como “una herramienta para la enseñanza” además lo percibieron como “Instructivo al inicio y de apoyo durante el desarrollo” el cual facilita la fundamentación del trabajo por el estudiante; concluyendo como “muy adecuada” la postura del maestro con el último docente entrevistado.

Opinando sobre la formación docente necesaria para realizar la actividad se comentó necesario:

*“Recibir asesoría sobre el uso de esta herramienta” añadiendo otro maestro que “Se necesita un conocimiento y dominio técnico aceptable en cuanto al uso de las TICs”.*

Por último, se cuestionó sobre distintas posturas de los alumnos cuando realizaron la actividad. En la Tabla 17, en las categorías de IX.1 Aspectos individuales y en equipo, los profesores optaron por las subcategorías “Completamente de acuerdo” en qué hubo “Motivación al diseñar mapa con RA”, “Fomentó el trabajo autónomo”, se observó “Seguridad en estudiantes al responder preguntas”, el resto opinó “Completamente de acuerdo” y “De acuerdo” sobre “Fomentar la participación” e “Indujo hacia la prevención y organización”.

Tabla 17: Actitudes de los alumnos hacia el trabajo individual y en equipo

IX.1 Aspectos individuales y en equipo									
Motivación al diseñar mapa con RA		Fomentó participación la actividad		Actividad indujo hacia prevención y organización		Actividad fomentó el trabajo autónomo		Seguridad en estudiantes al responder preguntas	
Completamente de acuerdo	De acuerdo	Completamente de acuerdo	De acuerdo	Completamente de acuerdo	De acuerdo	Completamente de acuerdo	De acuerdo	Completamente de acuerdo	Completamente en desacuerdo
A, B y C	-	A, B y C	-	A y B	C	A, B y C	-	A, B y C	-

Fuente: Elaboración propia.

Acerca de los campos IX.2 Formación y valores (Ver tabla 18) las opiniones fueron: *“los estudiantes tomaron en cuenta conceptos de equidad y diversidad sobre estudiantes con necesidades educativas especiales (NEE)”*, *“Visualizaron o reforzaron valores y conceptos preventivos”*, también consideraron *“RA como medio tecnológico para potenciar el aprendizaje”* lo cual habilita otras competencias, habilidades e inteligencias múltiples. Por último, el enfoque de los profesores hacia la experiencia de los estudiantes sobre navegabilidad y uso del ambiente educativo (Ver Tabla 20), fue que *“El grado de dificultad en la actividad es sencillo”* y que el ambiente RA *“Con marcadores es fácil de usar”* y además que *“La actividad de RA fue atractiva visualmente”*.

Tabla 18: Formación y valores y datos de opinión sobre Navegabilidad y uso del ambiente de aprendizaje.

IX.2 Formación y valores								IX.3 Navegabilidad y uso del ambiente de aprendizaje					
Fomentó equidad y diversidad hacia NEE		Reafirma valores y conceptos preventivos		RA medio tecnológico para potenciar el aprendizaje		El ambiente fomentó la adquisición de conocimientos		El Grado de dificultad en la actividad es sencillo		Ambiente educativo con marcadores es fácil de usar		La actividad de RA resultó atractiva visualmente	
Completamente de acuerdo	Completamente en desacuerdo	Completamente de acuerdo	De acuerdo	Completamente de acuerdo	De acuerdo	Completamente de acuerdo	De acuerdo	Completamente de acuerdo	De acuerdo	Completamente de acuerdo	Completamente en desacuerdo	Completamente de acuerdo	Completamente en desacuerdo
A, B y C	-	A, B y C	-	A, B y C	-	A, B y C	-	A, B y C	-	B y C	A	A, B y C	-

Fuente: Elaboración propia.

## 6.2 Discusión de resultados

Para hacer posible la investigación, desarrollo e implementación educativa de la aplicación de realidad aumentada en las escuelas; se estructuraron las actividades didácticas en el MRAE, diseñando un entorno educativo con fines formativos (Travieso Valdés & Ortiz Cárdenas, 2018); al sustentar la actividad en RA aprovechando el auge y flexibilidad de las tecnologías emergentes en el aula (Cabero Almenara & Fernández Robles, 2018), se siguió la metodología del PBL para alcanzar aprendizajes significativos en el entorno cercano de los estudiantes.

Las características socio-económicas e infraestructurales de las escuelas de Vicente Guerrero y Ejido Padre Kino, derivaron en situaciones no esperadas aumentando el grado de complejidad por condiciones tecnológicas limitadas típicas en una zona rural sub-urbana; dentro del contexto de estas escuelas y del sistema educativo al que pertenecen se deben considerar criterios laborales, sociales, económicos y por supuesto técnicos (dispositivos y comunicaciones), como la intermitencia de señales de red pública y carencia de equipos móviles (Celulares o tabletas) de los estudiantes de las escuelas de San Quintín, la planeación inicial de la actividad con 35 estudiantes promedio no era factible por el tiempo de duración y espacio predefinido para cada equipo. Sin embargo, se facilitaron con el apoyo de directivos e inspectores de las zonas escolares, los maestros voluntarios, además del apoyo económico de la beca del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) para cubrir gastos personales de viáticos, durante las estancias en Mexicali y las localidades del municipio de San Quintín ya mencionadas. El modelo MRAE facilitó diseñar y modificar las actividades didácticas ya que propone un enfoque holístico, presentando alternativas de acción en cada categoría permitiendo potenciar el aprendizaje con el uso de tecnologías emergentes (CAICT, 2018; Prieto & Pech, 2016); por ejemplo, proporcionando dos celulares extras, con datos para compartir señal de internet en la parte tecnológica, en el área didáctica se cambió de una actividad a realizarse originalmente en los patios de la escuela, a realizarse dentro del salón con cartulinas y marcadores con el propósito de disminuir los tiempos de realización global de la actividad, además de facilitar la instrucción, control y aclaración de dudas.

Los resultados obtenidos durante la implementación confirmaron las hipótesis de que el uso de RA con propósito educativo, estimula y motiva a los estudiantes según

respuestas de los maestros, puesto que un maestro opinó qué: “Favorece el empoderamiento y autodirección de estudiantes” y esta es una de las características especiales que tiene el ABP. Con respecto a los conceptos de ‘empoderamiento’ y ‘autodirección’, otro docente opinó qué lo percibieron “Instructivo al inicio y de apoyo durante el desarrollo” el cual facilita la fundamentación del trabajo autónomo por el estudiante; También consideraron sencillo el plan de actividades educativas con el uso responsable del celular debido a que indican que se organizaron en base al horario de clase de cada docente; al planear actividades en el aula usando RA a partir de un previo análisis del contexto de las escuelas y su tipo de sostenimiento: y al considerar también criterios laborales, sociales, económicos y por supuesto técnicos (dispositivos móviles y medios que facilitan las comunicaciones).

lo percibieron como “Instructivo al inicio y de apoyo durante el desarrollo” el cual facilita la fundamentación del trabajo por el estudiante;

Considerando a la aplicación móvil, se diseñaron cinco versiones de la aplicación móvil en la plataforma de *Unity* hasta llegar a la definitiva a fin de bajar el tamaño y que los marcadores indicaran un adecuado reconocimiento por las cámaras de los celulares, ya que inicialmente se trabajó con marcadores diseñados en ‘Power point’ con el propósito de que la aplicación se pudiera instalar en equipos celulares de menor capacidad de memoria y que *Vuforia* tuviera un reconocimiento de entre 4 y 5 estrellas, disminuyendo el tiempo de reconocimiento por marcador con una mayor calidad en el grado de definición; comparado con las alternativas de aplicaciones para generar marcadores como Power point, generador de QR, la aplicación de *Pixlr* fue de gran ayuda para lograr este propósito; ya que con trazos simples se pudieron diseñar los marcadores alcanzando más puntos de reconocimiento para incrementar el nivel de calidad de 4 a 5 estrellas.

Durante la implementación no todos los estudiantes tenían celulares o tabletas asociado a las características socioeconómicas que predominan en los núcleos de poblacionales de tipo rural (ENDUTIH et al., 2019); por este motivo se tuvo que consultar las alternativas de trabajo incluidas en el MRAE, así como los equipos disponibles y los tipos de dinámicas grupales con las que se podría reformular la actividad educativa, posteriormente se procedió a organizar la actividad por equipos donde al menos uno o 2 integrantes tuviera un celular. Una vez resuelta la disponibilidad mínima de un celular por

equipo, fue posible observar que la actividad escolar facilitó el aprendizaje por descubrimiento realizando actividades de campo o kinestésicas (Lledó & Galiano, 2018). El problema de señal intermitente o nula de internet en redes públicas de cada escuela que arrojó el Instrumento diagnóstico, se disminuyó en forma significativa compartiendo datos con la ayuda de dos celulares base; como también se les dificultaba la descarga e instalación de la aplicación en el celular, se optó por llevar un cable USB, activando la opción de vínculo vía Bluetooth para transmitir y poder descargar la aplicación.

Otro aspecto de interés fue la promoción de los valores y principios de formación, con un impacto en la igualdad y trabajo en equipo, Los estudiantes respondieron al campo II.1 (¿Cómo considera el concepto de prevención?). Datos recopilados de Tabla 16: Opinión sobre el desarrollo de la actividad con RA, en los cuales se puede observar que consideraron al aspecto trabajado de prevención como de gran utilidad, el rango varía del 73% al 95% de los alumnos que contestaron el instrumento (ver figura 40).

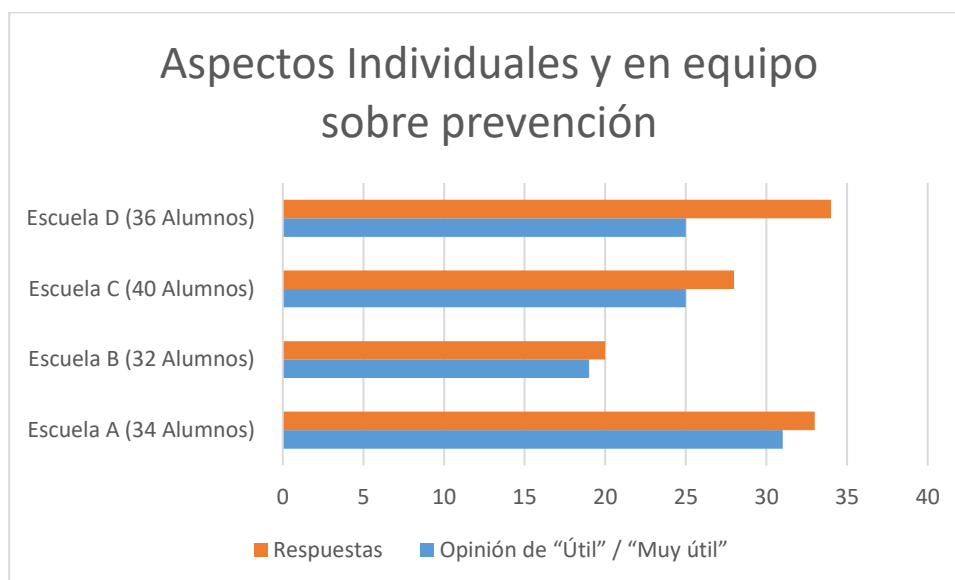


Figura 41: Opinión sobre el aspecto de prevención en el desarrollo de la actividad

Fuente: Elaboración propia

También esto se visualiza a través de la opinión de un maestro: "La actividad resultó interesante para los alumnos porque se planeó como un juego donde ellos visualizan potenciales situaciones de riesgo y se les plantea a ellos como pueden formar parte de la

solución de un problema real, de igual manera el diseño de la distribución del aula era abierto a otras situaciones y elementos que los estudiantes consideraran pertinentes”.

Los maestros participantes estuvieron de acuerdo que hubo “Motivación al diseñar mapa con RA”, “Fomentó participación la actividad”, que la “Actividad indujo hacia prevención y organización”, además que la “Actividad fomentó el trabajo autónomo” y que hubo “Seguridad en estudiantes al responder preguntas” (Ver Tabla 16 en Capítulo 6).

De esta manera se puede concluir que el desarrollo del estudio fue importante para generar una inspiración en los maestros y alumnos en elaborar las actividades con un mayor interés y aplicar sus ideas en equipo de manera integral para entender los conceptos de un tema en específico de forma fácil y rápida y despertar pensamientos innovadores que puedan ser parte de un proceso de un emprendedor en un futuro.

En el análisis de la aplicación se observó cómo la realidad aumentada es una tecnología que tiene un potencial importante para auxiliar a las actividades del sector educativo, porque es una fuente de inspiración para los maestros y alumnos de estar en constante proceso de aprendizaje y evaluando técnicas de enseñanza óptimas para el mejor rendimiento operativo de los alumnos de nivel básico y permitiendo ser evaluada esta tecnología en otros niveles del área educativa.

El uso de esta tecnología, tanto en el área rural como en la urbana, genera los efectos catalogados como ventajas en otras implementaciones, previstos en la tabla 5 como ‘interés’, ‘motivación’, ‘actitudes positivas’, ‘Fomento y desarrollo del pensamiento crítico en resolución de problemas’ y ‘otros beneficios positivos’ (Gómez García et al., 2020; Radu, 2014a; Sommerauer & Müller, 2018), además de la curiosidad y enganchamiento natural que se genera al saber que van a utilizar el celular en la clase, lo anterior fue reportado por los maestros en las opciones abiertas del instrumento de percepción de la actividad, reportando que mostraron un marcado interés al realizar la actividad con elementos simples como cartulinas y marcadores; evidenciando su propia iniciativa al proponer elementos adicionales en la cartulina sobre la opción de diseño de mobiliario escogida por ellos.

Esta actividad empoderó a los estudiantes al generar una conciencia preventiva sobre situaciones de riesgo y posibles desalojos del salón y la escuela, si bien la actividad

educativa consistía en diseñar la distribución de mobiliario por actividad educativa, resultó interesante que los estudiantes propusieran rutas de circulación en sus cartulinas, rutas de evacuación e inclusive salidas de emergencia, además que en las cartulinas posicionaron las 'sillas especiales' (estudiantes con alguna necesidad especial), cerca de las puertas; alcanzando una correlación con la realidad que viven los estudiantes en su comunidad y despertando interés hacia distintas situaciones potenciales de inseguridad siguiendo los protocolos de seguridad, especialmente sí se trata de estudiantes con algún tipo de necesidad especial (SEP, 2015).

Esto es la finalidad que persigue la SEP a través de los distintos niveles del sistema educativo, que tiene el objetivo de desarrollar planes de estudio centrados en los intereses de los estudiantes, haciendo referencia al acuerdo número 12/10/17 (DOF, 2020), que consiste en iniciativas que promueven el desarrollo de habilidades digitales en tecnología educativa para estudiantes y maestros, cuyos principios y lineamientos se emiten en el acuerdo 605 (DOF, 2011), con una agenda para abordar esta brecha tecnológica que tienen los distintos sectores (rurales y urbanos) con los estudiantes, maestros y padres de familia (ADE.MX, 2020). Es por esto que hay un gran potencial en el uso de la tecnología de realidad aumentada en el sector educativo, en particular con grandes expectativas de desarrollo tecnológico e innovación en estudiantes desde nivel básico, pero integrando desde el principio de la planeación de actividades al contexto regional y socioeconómico de cada escuela en donde se llevaría a cabo cada actividad, los resultados obtenidos por los instrumentos de percepción son similares entre las escuelas de la comunidad de San Quintín y la escuela semi-urbana de Mexicali, por el uso de los equipos celulares que ya disponían los estudiantes, no reflejo un costo adicional la implementación; únicamente la previsión de llevar dos aparatos celulares extras para compartirles datos en la descarga de la aplicación. Se mejoró en los tiempos de reconocimiento obtenidos en el estudio piloto (mayor a 8 segundos por marcador), pues las mayores frecuencias relativas fluctuaron de 4 a 6 segundos por reconocimiento, los estudiantes y maestros consideraron "fácil" o "muy fácil" la actividad y tienen un interés por conocer más actividades planeadas con RA que se puedan utilizar con los celulares o tabletas que ya cuentan, para diversificar e incrementar las herramientas o alternativas tecnológicas que poseen la mayoría de las escuelas urbanas, pero que se pueden aplicar con apoyo de la tecnología móvil en zonas semi-urbanas, de difícil acceso, con variables grados de marginación, en beneficio de los estudiantes, docentes y sus comunidades.

## **Capítulo 7. Conclusiones y trabajo futuro**

En esta sección se presentan las aportaciones del diseño del entorno didáctico con RA en base a las distintas etapas, productos obtenidos durante el periodo de estudio del Doctorado y tendencias sobre RA en aspectos técnicos y en la educación.

### **7.1 Análisis sobre diseño del entorno de RA y alcance didáctico-pedagógico**

El uso de realidad aumentada en las instituciones de educación de nivel básico y medio - superior donde se elaboró la investigación, generó un significativo interés al desarrollar actividades kinestésicas en equipos celulares o tabletas, tanto en los estudiantes que la aplicaron como prueba piloto, como en los alumnos por utilizar la tecnología en los salones de clase y visualizar los temas de clase con una relación en la vida real con situaciones prácticas de su entorno cercano.

La información recopilada por los instrumentos de percepción sobre la actividad con realidad aumentada proporcionada por estudiantes y docentes, externó aspectos importantes como la experiencia vivencial de estudiantes y docentes, además de sus aportaciones al proceso enseñanza-aprendizaje, donde se les invitó a los alumnos a desarrollar actividades con los temas de prueba piloto, como los temas del área de las matemáticas y su contexto cercano, se generaron ideas de los estudiantes como el análisis de organización y planeación de materiales de papelería ordinarios, así como el mobiliario utilizado en un salón de clases generando un espíritu participativo en la solución y prevención de situaciones de oportunidad, lo que ayudó a reforzar el uso del celular como herramienta docente haciendo uso responsable del mismo.

El análisis desarrollado se enfocó en el diseño y utilización de entornos individuales, de una manera amigable, que puede ser aceptado y aplicado por los maestros y alumnos de una forma muy sencilla y rápida. La construcción del MRAE fue muy útil para analizar las herramientas de hardware y software necesarias para generar RA, también se contemplaron los tipos de intervenciones ya realizadas en la educación con sus ventajas y desventajas con respecto a otras intervenciones con RV o tecnologías de multimedia, el punto de vista didáctico y pedagógico también fue tomado en cuenta en el modelo, ya que

se proponen recursos cognitivos orientado al aprendizaje por metas y recursos interactivos; el modelo también propone que parámetros pueden ser evaluados en una intervención didáctica, con lo cual se facilita el proceso de diseño del entorno de RA y la planeación educativa a implementar, así como la forma en que intervendrá el docente durante la implementación; durante la intervención didáctica se tuvo que recurrir a una aplicación que no estaba contemplada como *Pixlr*, para rediseñar los marcadores y con esto disminuir el tiempo de reconocimiento en los marcadores.

La opinión vertida por los docentes voluntarios, plantearon que la actividad desarrollada fue sencilla, pero que sí es necesario estar actualizado sobre aspectos técnicos de la tecnología móvil, nociones básicas sobre RA del docente, así como el material de apoyo con el cual los estudiantes realizan la actividad; con respecto a este punto, en las preguntas abiertas se expresó lo siguiente:

- *“Recibir asesoría sobre el uso de esta herramienta”*
- *“Se necesita un conocimiento y dominio técnico aceptable en cuanto al uso de las TICs”*

Con el progreso de la tecnología móvil, tiene un efecto positivo en capacidades operativas como mejor velocidad del procesador y capacidad de memoria, mayor definición en las cámaras de los equipos que se miden en Mega-píxeles; además que por la competitividad existente entre las distintas marcas en dispositivos de alta gama, se obtiene un costo significativamente más bajo que facilita la elección para los usuarios o estudiantes. Estos avances y condiciones de adquisición de equipos, permite modelar los ambientes inmersivos de RA y RV de una *Profunda inmersión* (2020 a 2022), transitando hacia una *Total inmersión* de 2023 a 2027 (CAICT, 2018). Estos escenarios y niveles de inmersión, permite explorar otras alternativas para aumentar con los sentidos sensoriales que poseen los seres humanos; tal como lo propusiera Morton Heilig con su *Sensorama*, para reproducir las distintas experiencias sensoriales (Bobcotton, 2014; Heilig, 1962). Otra línea de desarrollo muy interesante, es la incorporación de IA en los desarrollos de RA y RV, permitiendo reducir la curva de aprendizaje al estimar patrones, tendencias y modelos de enseñanza aprendizaje diferenciados o adecuados a un segmento de usuarios, estudiantes o trabajadores recibiendo capacitación o algún tipo de instrucción (Becker et al., 2017, pp. 46, 47). El ambiente educativo con RA diseñado para las escuelas, la preparación y dominio de tecnologías, no es de gran complejidad la exigencia en el nivel de dominio o preparación, ya que se pueden proporcionar las aplicaciones con prediseñadas con RA acompañadas

con un Instructivo y recomendaciones para su implementación y desarrollo, cómo se realizó en las escuelas públicas donde se implementó.

Durante la etapa de pilotaje con *Aurasma* en Mexicali y su Valle, se observó la variabilidad que tienen las opciones de Internet a través de la red pública. Esta inconsistencia en la señal fue significativamente mayor en San Quintín tal vez por las características geográficas de la región. La alternativa de llevar equipos celulares adicionales con datos para compartir se consideró como actividad correctiva en Mexicali y preventiva en la zona costa de San Quintín, dando buenos resultados en la descarga de la aplicación. Modificaciones como el cambio de un escenario externo en los patios de la escuela a una actividad dentro de los salones de clase, alternativas de descarga adicionales, cambio a una actividad en equipo, se dieron en base a los resultados de celulares disponibles y revisión del MRAE para ver que opción o alternativa resultaría más factible para desarrollar la actividad en todas sus fases. Esta experiencia resulta muy enriquecedora, puesto que en una conferencia del 2do Encuentro Estatal sobre Enseñanza de las Matemáticas en Diciembre 2020, en plenaria los maestros de distintas escuelas normales y de formación pedagógica, concluyeron que los estudiantes de las carreras de educación se preparan para escenarios ideales, pero no para escenarios restrictivos como son los que se viven en escuelas comunitarias, regionales y de difícil acceso, dependiendo de la creatividad, voluntad y empeño de los maestros para avanzar en estas situaciones.

A pesar de la brecha tecnológica entre las escuelas de Mexicali y San Quintín, los resultados y tendencias fueron positivos y muy similares, lo cual justifica el uso de RA como tecnología emergente en celulares o tabletas (Moreno Martínez & Leiva Olivencia, 2017), lo cual justifica una inclusión de equipos móviles con mayor volumen en procesos escolares dentro y fuera del aula, además que pueden ser implementadas tanto en zonas rurales, semi urbanas y urbanas, esperando los mismo efectos de participación, motivación en escuelas de distintos niveles de enseñanza.

## 7.2 Productos académicos realizados durante el proceso doctoral

Las actividades realizadas durante el avance gradual del estudio de doctorado, permitió consolidar el andamiaje y desarrollo de varios productos académicos, los cuales se dieron partiendo de una revisión de publicaciones científicas en RA en la educación por distintos periodos, proporcionando distintas alternativas para construir intervenciones en distintas escuelas. A continuación se ordenan los productos académicos alcanzados y cuales están pendiente de consolidar.

- a. En la fase de revisión del estado del arte y antecedentes de la realidad aumentada, se desarrolló un Capítulo: “La Realidad aumentada en el ámbito educativo. Análisis de experiencias y casos de estudio”. Autores: 1. Juan Gabriel López Hernández, 2. Paloma Rodríguez Valenzuela y 3. Gabriel Alejandro López Morteo (2016). Del Libro: “La tecnología como instrumento para potenciar el Aprendizaje”, (2016) Prieto, M.E; y Pech,S.J. Eds. Amazon USA. ISBN: 978-1533431110. México.
- b. Derivado de esta revisión de artículos, obras y productos científicos, se construyó el “Modelo de Realidad Aumentada”. Autores: 1. Juan Gabriel López Hernández, 2. Gabriel Alejandro López Morteo y 3. Paloma Rodríguez Valenzuela. No. De registro INDAUTOR: 03-2017-020711432200-01. México. A partir del Modelo de Realidad aumentada se implementó la lección de realidad aumentada con aprendizaje basado en problemas: “Distribución de mobiliario de clases por actividad didáctica”.
- c. Artículo aceptado para revista indexada (TecnoLógicas): “Realidad aumentada como alternativa didáctica en escuelas públicas de Baja California, México”. DOI: <https://dx.doi.org/10.22430/issn.2256-5337>, ISSN: 0123-7799 ISSN-e: 2256-5337.

Productos académicos pendientes de registro.

- d. “Manual de realidad aumentada en escuelas rurales”. Autores: 1. Juan Gabriel López Hernández, 2. Gabriel Alejandro López Morteo, 3. Araceli Celina Justo-López y 4. Octavio Lázaro Mancilla (2021). Con registro INDAUTOR en proceso”.

- e. Registro INDAUTOR pendiente para aplicación “*MobiAppRA2D*” construida en las plataformas Unity / Vuforia. Autores: 1. Juan Gabriel López Hernández, 2. Gabriel Alejandro López Morteo, 3. Araceli Celina Justo-López y 4. Octavio Lázaro Mancilla.

Y finalmente, tal vez la más importante de todas, la experiencia didáctica y opinión vertida por estudiantes y maestros de las zonas involucradas y que hicieron posible estos memorables momentos en la zona rural semi-urbana de Vicente Guerrero, Ejido Padre Kino y periferia urbana de Mexicali, que sientan las bases para futuras intervenciones en beneficio de la juventud y docentes. San Quintín, región geográfica con una de las más ricas variedades en dialectos indígenas, costumbres culturales, y una riqueza de distintos recursos naturales, presenta un limitado desarrollo infraestructural y cuyas oportunidades de trabajo se derivan principalmente del campo y la pesca. Donde la educación y trabajo son las mejores herramientas para apuntalar el desarrollo socio-económico y humano.

### **7.3 Trabajo futuro en Realidad Aumentada aplicada en educación**

En la implementación se pudo observar que los estudiantes participaron en forma interactiva al resolver o plantear alternativas de solución sobre la distribución de mobiliario, siguiendo la recomendación de los maestros se puede utilizar actividades con realidad aumentada para distintas temáticas y especialmente para aquellas materias en las que los estudiantes tienen un bajo rendimiento en secundaria y preparatoria como Matemáticas, Química, Inglés y Español, sólo por mencionar algunas. El control y apoyo del docente es crucial durante todo el proceso para hacer un uso consiente y responsable de los celulares, explotando las mejoras en las capacidades técnicas de los equipos, flexibilidad de la operación, continuos avances tecnológicos y oferta creciente en todos los aspectos (ENDUTIH et al., 2019). Escenarios alternativos adicionales a imágenes y videos se pueden aumentar con GPS y hacer que la aplicación tenga un reconocimiento por zona geográfica (Agut Nieto et al., 2011), así mismo se debe aprovechar la disponibilidad que los estudiantes tienen sobre los dispositivos móviles para diversificar las opciones en la utilización de computadoras por tabletas y celulares convirtiendo las dinámicas de clase, más flexibles y divertidas como lo externaron alumnos y maestros (Borroto Cruz & Hidalgo Hernández, 2015).

El nivel de dominio en futuras intervenciones o variantes educativas es básico, ya que se pueden proponer aplicaciones prediseñadas de realidad aumentada para las distintas asignaturas, así como que talleres y/o cursos de capacitación se les pueda proporcionar a los docentes interesados en crear sus propios recursos educativos, con efecto proporcionalmente directo en la motivación, interés y la retención de los aprendizajes (Gavilanes et al., 2018; Gómez García et al., 2020).

Las tendencias de aspectos técnicos sobre RA en corto plazo (2020 a 2022), son de incrementarse significativamente la calidad de los contenidos, debido al perfeccionamiento en definición de las pantallas, capacidad de memoria; reingeniería en la operatividad o manejo de dispositivos celulares; estas mejoras impactarán en el largo plazo (2022 al 2027), produciendo la mejor experiencia posible para los usuarios (CAICT, 2018). Esto permitirá que los equipos celulares, tabletas y proyectores de última generación, sean más accesibles a los estudiantes y docentes, permitiendo suavizar o disminuir la brecha tecnológica existente entre escuelas rurales, semi urbanas y urbanas.

## Referencias

- ADE.MX. (2020). *Agenda Digital Educativa* (p. 96).  
[https://infosen.senado.gob.mx/sgsp/gaceta/64/2/2020-02-05-1/assets/documentos/Agenda\\_Digital\\_Educacion.pdf](https://infosen.senado.gob.mx/sgsp/gaceta/64/2/2020-02-05-1/assets/documentos/Agenda_Digital_Educacion.pdf)
- Agut Nieto, S., Peris Pichastor, R., Grandío Botella, A., & Lozano Nomdedeu, F. A. (2011). Presencia social en entornos virtuales de aprendizaje: Adaptación al español de la Networked Minds Social Presence Measure. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 43(2). <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=80521287006>
- Alegría, B. S. (2017). "Realidad aumentada en Educación". *Gabinete de Tele-Educación (GATE)*. [http://oa.upm.es/45985/1/Realidad\\_Aumentada\\_\\_Educacion.pdf](http://oa.upm.es/45985/1/Realidad_Aumentada__Educacion.pdf)
- Alrashidi, M., Alzahrani, A., Gardner, M., & Callaghan, V. (2016a). A Pedagogical Virtual Machine for Assembling Mobile Robot Using Augmented Reality. *Proceedings of the 7th Augmented Human International Conference 2016*, 43:1-43:2.  
<https://doi.org/10.1145/2875194.2875229>
- Alrashidi, M., Alzahrani, A., Gardner, M., & Callaghan, V. (2016b). A Pedagogical Virtual Machine for Assembling Mobile Robot Using Augmented Reality. *Proceedings of the 7th Augmented Human International Conference 2016*, 43:1-43:2.  
<https://doi.org/10.1145/2875194.2875229>
- Aottiwerch, N., & Kokaew, U. (2017). Design computer-assisted learning in an online Augmented Reality environment based on Shneiderman's eight Golden Rules. *2017 14th International Joint Conference on Computer Science and Software Engineering (JCSSE), Computer Science and Software Engineering (JCSSE), 2017 14th International Joint Conference on*, 1. edseeee.  
<https://doi.org/10.1109/JCSSE.2017.8025926>

- Azuma, R. T. (1997). A Survey of Augmented Reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355-385. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>
- Bazzaza, M. W., Delail, B. A., Zemerly, M. J., & Ng, J. W. P. (2014). iARBook: An Immersive Augmented Reality system for education. *2014 International Conference on Teaching, Assessment and Learning (TALE)*, 495-498. <https://doi.org/10.1109/TALE.2014.7062576>
- Becker, A., S., C., Giesinger, C., Ananthanarayanan, V., Davis, M., Freeman, A., & Hall, A. (2017). *Horizon report—2017 Higher Education Edition*. <https://library.educause.edu/-/media/files/library/2017/2/2017horizonreporthe.pdf>
- Bellini, H., Chen, W., Sugiyama, M., Shin, M., Shateel, A., & Takayama, D. (2015). *Goldman Sachs VR & AR report 2015* [Empresariales]. [https://es.slideshare.net/VRyzhonkov/goldman-sachs-vr-ar-report-2015?from\\_action=save](https://es.slideshare.net/VRyzhonkov/goldman-sachs-vr-ar-report-2015?from_action=save)
- Beltrán, A. (2016, enero 22). Empresa mexicana crea app de realidad aumentada para fomentar la educación. *Techne Mexico*. <https://www.technemexico.com/empresa-mexicana-crea-app-de-realidad-aumentada-para-fomentar-la-educacion/>
- Berrocoso, V., & Horacek, G. A. E. (2013). *El oxímoron «Serious Games»*. 8.
- Bini, S. A. (2018). Artificial Intelligence, Machine Learning, Deep Learning, and Cognitive Computing: What Do These Terms Mean and How Will They Impact Health Care? *The Journal of Arthroplasty*, 33(8), 2358-2361. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2018.02.067>
- Bobcotton, A. (2014, junio 3). Morton Heilig: Sensorama 1957. *media+art+innovation*. <https://mediartinnovation.com/2014/06/03/morton-heilig-sensorama-1957/>
- Borroto Cruz, C. E. R., & Hidalgo Hernández, R. (2015a). ¿El uso del celular, un problema para el profesor en el aula o un medio de comunicación convertido en medio de enseñanza? *Is the use of the cell phone a problem for the professor in the*

- classroom or is a communication means turned into a teaching aid?*, 29(4), 682-684.
- Borroto Cruz, C. E. R., & Hidalgo Hernández, R. (2015b). ¿El uso del celular, un problema para el profesor en el aula o un medio de comunicación convertido en medio de enseñanza? *Is the use of the cell phone a problem for the professor in the classroom or is a communication means turned into a teaching aid?*, 29(4), 682-684.
- Cabero Almenara, J., & Fernández Robles, B. (2018). "Las tecnologías digitales emergentes entran en la Universidad: RA y RV". 21 (2), 119-138.  
<http://dx.doi.org/10.5944/ried.21.2.20094>
- CAICT. (2018). «Virtual Reality/Augmented Reality White Paper» (2017). *China Academy of Information and Communications Technology (CAICT)*, 38.
- Caro, M. (2017, abril 27). *Seis tecnologías educativas emergentes*. Ideas que inspiran.  
<https://ideasqueinspiran.com/2017/04/27/seis-tecnologias-educativas-emergentes-que-se-usaran-masivamente-en-los-proximos-anos/>
- Caudell, T., & Mizell, D. (1992). *Augmented reality: An application of heads-up display technology to manual manufacturing processes* (Vol. 2).
- Chen, Y., Zhou, D., Wang, Y., & Yu, J. (2017). Application of Augmented Reality for Early Childhood English Teaching. *2017 International Symposium on Educational Technology (ISET), Educational Technology (ISET), 2017 International Symposium on, ISET*, 111. edsee. <https://doi.org/10.1109/ISET.2017.34>
- Cheng, K.-H., & Tsai, C.-C. (2012). Affordances of Augmented Reality in Science Learning: Suggestions for Future Research. *Journal of Science Education and Technology*, 22(4), 449-462. <https://doi.org/10.1007/s10956-012-9405-9>
- Ciaia. (2016). *Anuario estadístico y geográfico de Baja California 2016*. 427.

- CONAPO. (2012). *Índice de marginación por localidad—Gobierno de México*.  
[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/112592/Indice\\_de\\_marginacion\\_por\\_localidad\\_2010.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/112592/Indice_de_marginacion_por_localidad_2010.pdf)
- Consejo Estatal de Protección Civil. (2018). *Ley de Protección Civil y Gestión Integral de Riesgos del Estado de Baja California*. 62.
- Crotty, M. (1998). *The foundations of social research, meaning and perspective*. SAGE.  
<https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.4324/9781003115700/foundations-social-research-michael-crotty>
- Cruz Flores, R., & López-Morteo, G. (2017). *Tecnologías Emergentes en la Educación* (Primera edición). Pearson.
- Cuendet, S., Bonnard, Q., Do-Lenh, S., & Dillenbourg, P. (2013). Designing augmented reality for the classroom. *Computers & Education*, 68, 557-569.  
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.02.015>
- Dabbish, L., & Von, L. (2008). *Designing Games With a Purpose*. 51(8).  
<https://doi.org/10.1145/1378704.1378719>
- Delgado, C., Pardo, A., Ibáñez, M. B., Muñoz, P. J., Fernández, C., Crespo, R. M., José J., G., de la Fuente, L., Pérez-Sanagustín, M., Parada, H. A., & Leony, D. (2012). *Gradient, UC3M*.  
[http://www.it.uc3m.es/pedmume/publications/others/postprint\\_gradient.pdf](http://www.it.uc3m.es/pedmume/publications/others/postprint_gradient.pdf)
- Delić, A., Domanić, M., Vujević, P., Drljević, N., & Botički, I. (2014). AuGeo: A geolocation-based augmented reality application for vocational geodesy education. *Proceedings ELMAR-2014*, 1-4. <https://doi.org/10.1109/ELMAR.2014.6923372>
- Díaz Barriga, F., & Hernández, G. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: Una interpretación constructivista*. McGraw-Hill.
- DOF. (2011, diciembre 30). ACUERDO NUMERO 605 POR EL QUE SE EMITEN LAS REGLAS DE OPERACION DEL PROGRAMA HABILIDADES DIGITALES PARA

TODOS.

[https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5228657&fecha=30/12/2011](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5228657&fecha=30/12/2011)

DOF. (2020, enero 1). *Acuerdo número 11/10/2017.*

<https://sidof.segob.gob.mx/notas/5584617>

Durán Rodríguez, R. A. (2015). *“La Educación Virtual Universitaria como medio para mejorar las competencias genéricas y los aprendizajes a través de buenas prácticas docentes”* [Programa de Doctorado de Ingeniería de Proyectos: Medio Ambiente, Seguridad, Calidad y Comunicación, Universidad Politécnica de Cataluña].

<https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/397710/TRADR1de1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

EBCO. (2018). *Estudio Básico Comunidad Objetivo (EBCO 2018).*

<http://www.cij.gob.mx/ebco2018-2024/9661/9661CSD.html>

Eclectico, E. coleccionista. (2013, marzo 24). *Estereoscopios: La ilusión de la imagen tridimensional—EL COLECCIONISTA ECLÉCTICO: Artículos e ideas originales para sorprender regalando* [<https://elblogdelcoleccionistaeclectico.com/>]. El Coleccionista Ecléctico.

<https://elblogdelcoleccionistaeclectico.com/2013/03/24/estereoscopios-la-ilusion-de-la-imagen-tridimensional/>

Egea, R. (2016, noviembre 3). 5 maneras diferentes de organizar el espacio en el aula.

*Con los pies en el aula.* <https://www.conlospiesenelaula.es/5-maneras-diferentes-organizar-espacio-aula/>

ENDUTIH, INEGI, & IFT. (2019). *Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares 2018.* 19.

Gabor, D. (2015, junio 5). *Dennis Gabor, “padre de la holografía”—OpenMind copia—Dennis-Gabor-* [OpenMind]. <https://rua.ua.es>.

<http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/47989/1/Dennis-Gabor-OpenMind-05-06-2015-ESP.pdf>

Gavilanes, W., Abásolo, M. J., & Cuji, B. (2018). *Resumen de revisiones sobre Realidad Aumentada en Educación*. 18.

Giovannelli, N. M.-C. (2015a). *Mexicali*. Nuestro Mexico. <http://www.en.nuestro-mexico.com/Baja-California/Mexicali>

Giovannelli, N. M.-C. (2015b). *Nuevo Centro de Población Padre Kino*. Nuestro Mexico. <http://www.en.nuestro-mexico.com/Baja-California/Ensenada/Nuevo-Centro-de-Poblacion-Padre-Kino/>

Giovannelli, N. M.-C. (2015c). *Vicente Guerrero*. Nuestro Mexico. <http://www.en.nuestro-mexico.com/Baja-California/Ensenada/Vicente-Guerrero/>

Gómez García, G., Rodríguez Jiménez, C., & Marín Marín, J. A. (2020). La trascendencia de la Realidad Aumentada en la motivación estudiantil. Una revisión sistemática y meta-análisis. *Alteridad*, 15(1), 36-46. <https://doi.org/10.17163/alt.v15n1.2020.03>

González Cruz, R. G., & Martínez Reyes, M. (2020). *Aportaciones al diseño de actividades educativas con realidad aumentada* (Asociación Mexicana de Profesionales de la Edición, AC (PEAC)). <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/110316/Libro%20a%20formacion-1.pdf?sequence=1>

González, S. G., & Sáiz, Á. R. (2014). Implementación de la metodología ABP (Aprendizaje Basado en Problemas) en la enseñanza de los materiales bituminosos para los estudiantes de Arquitectura de Interiores. *Historia y Comunicación Social*, 19, 413-425. [https://doi.org/10.5209/rev\\_HICS.2014.v19.45038](https://doi.org/10.5209/rev_HICS.2014.v19.45038)

greenHAT. (2016, mayo 21). Realidad Aumentada en el aula (AR). *GreenHat*. <http://www.greenhat.mx/realidad-aumentada-en-el-aula-ar/>

- Heilig, M. (1962). *Sensorama simulator* (Patent N.º US3050870 A).  
<http://www.google.com/patents/US3050870>
- INEE. (2015). *Plan Nacional para la Evaluación de los Aprendizajes (Planea)*.  
[http://planea.sep.gob.mx/content/general/docs/2015/difusion\\_resultados/1\\_Resultados\\_nacionales\\_Planea\\_2015.pdf](http://planea.sep.gob.mx/content/general/docs/2015/difusion_resultados/1_Resultados_nacionales_Planea_2015.pdf)
- INEE. (2018). *Planea Resultados nacionales 2017*. <https://www.inee.edu.mx/wp-content/uploads/2019/02/P2A336-secundaria2017.pdf>
- INEE. (2019a). *Evaluación del currículo de educación ciudadana en la educación obligatoria: Vol. Primera edición*. Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación. <https://www.inee.edu.mx/wp-content/uploads/2019/08/P1F232.pdf>
- INEE. (2019b, agosto). *Hacia una escuela mexicana. Red - Revista de educación para docentes y directivos, Año 5, 96.*
- INEGI. (2003). *Economía. Pesca*.  
<http://cuentame.inegi.org.mx/economia/primarias/pesca/default.asp>
- INEGI. (2016). *Anuario estadístico y geográfico de Baja California 2016. 1. Baja California - Condiciones económicas - Estadísticas. 2. Baja California - Condiciones sociales - Estadísticas. 2. Geografía física - Baja California., 427.*
- Isaacs, E. A., Tang, J. C., & Morris, T. (1996). *Piazza: A desktop environment supporting impromptu and planned interactions*. 315-324.
- Juanes, J. A., Hernández, D., Ruisoto, P., García, E., Villarrubia, G., & Prats, A. (2014). *Augmented Reality Techniques, Using Mobile Devices, for Learning Human Anatomy. Proceedings of the Second International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality, 7-11.*  
<https://doi.org/10.1145/2669711.2669870>
- Kamarainen, A. M., Metcalf, S., Grotzer, T., Browne, A., Mazzuca, D., Tutwiler, M. S., & Dede, C. (2013). *EcoMOBILE: Integrating augmented reality and probeware with*

- environmental education field trips. *Computers & Education*, 68, 545-556.  
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.02.018>
- Kicken, W., Brand-Gruwel, S., Van Merriënboer, J., & Slot, W. (2009). Design and Evaluation of a Development Portfolio: How to Improve Students' Self-Directed Learning Skills. *Instructional Science: An International Journal of the Learning Sciences*, 37(5), 453-473. <https://doi.org/10.1007/s11251-008-9058-5>
- Kraut, B., & Jeknić, J. (2015). Improving education experience with augmented reality (AR). *2015 38th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO)*, 755-760.  
<https://doi.org/10.1109/MIPRO.2015.7160372>
- Link, E. A. (1931). *Patent for: Combination training device for student aviators and entertainment apparatus* (1,825,462). United States Patent Office.  
<https://digcollections.lib.fit.edu/files/original/74219bb026109f6ef7ae912054dd5f20.pdf>
- Lledó, G. L., & Galiano, C. S. (2018). Revisión bibliométrica sobre la realidad aumentada en Educación. *Revista General de Información y Documentación*, 28(1), 45-60.  
<http://dx.doi.org/10.5209/RGID.60805>
- López Moreno, M. (2014, julio 14). *Nubemia*. <https://www.nubemia.com/realidad-aumentada-en-la-educacion/>
- Microsoft. (2017). *Microsoft HoloLens | Tecnología de realidad mixta para las empresas*.  
<https://www.microsoft.com/es-mx/hololens>
- Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A., & Kishino, F. (1995). *Augmented reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum*. 2351, 282-292.  
<https://doi.org/10.1117/12.197321>
- Mir Sánchez, E. (2016). *La piel de la luz. Soportes de proyección en la obra intermedia*. [Universitat Politècnica de València]. <https://doi.org/10.4995/Thesis/10251/62185>

- Montecé, F., Verdesoto, A., Montecé, C., & Caicedo, C. (2017). *Impacto De La Realidad Aumentada En La Educación Del Siglo XXI*. ResearchGate.  
[https://www.researchgate.net/publication/320219906\\_Impacto\\_De\\_La\\_Realidad\\_Aumentada\\_En\\_La\\_Educacion\\_Del\\_Siglo\\_XXI](https://www.researchgate.net/publication/320219906_Impacto_De_La_Realidad_Aumentada_En_La_Educacion_Del_Siglo_XXI)
- Moreno Martínez, N. M., & Leiva Olivencia, J. J. (2017). Experiencias formativas de uso didáctico de la realidad aumentada con alumnado del grado de educación primaria en la Universidad de Málaga. *edmetic Revista de Educación Mediática y TIC*, 81-104. <https://org.doi/10.21071/edmetic.v6i1.5809>
- Neven Drljevic, Lung-Hsiang Wong, & Ivica Boticki. (2017). Where Does My Augmented Reality Learning Experience (ARLE) Belong? A Student and Teacher Perspective to Positioning ARLEs. *TLT*, 4, 419. edsdbl.  
<https://doi.org/10.1109/TLT.2017.2690426>
- Noll, C., Häussermann, B., von Jan, U., Raap, U., & Albrecht, U.-V. (2014). Demo: Mobile Augmented Reality in Medical Education: An Application for Dermatology. *Proceedings of the 2014 Workshop on Mobile Augmented Reality and Robotic Technology-based Systems*, 17-18. <https://doi.org/10.1145/2609829.2609833>
- noticias.universia.net.mx. (2018, octubre 3). *¿Quieres incorporar la tecnología a tus clases?* Noticias Universia México.  
<https://noticias.universia.net.mx/educacion/noticia/2018/10/03/1161825/4-formas-introducir-realidad-aumentada-clase.html>
- Nunes, S. S., Martins, V. F., & Corrêa, A. G. D. (2015). Open educational resources to support musical education. *2015 10th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*, 1-6. <https://doi.org/10.1109/CISTI.2015.7170522>
- Palmarini, R., Erkoyuncu, J. A., Roy, R., & Torabmostaedi, H. (2017). *A systematic review of augmented reality applications in maintenance*. edsbas.

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.13158A59&lang=es&site=eds-live>

- Pérez, M., & Crespo, L. V. (2014). Aplicaciones de tecnologías y su adaptación al aula. *CISTI (Iberian Conference on Information Systems & Technologies / Conferência Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação) Proceedings*, 1, 414-417.
- Polya, G. (1965). (21) (PDF) *George Polya (1965). Cómo plantear y resolver problemas [título original: How To Solve It?]. México: Trillas. 215 pp.* ResearchGate.  
[https://www.researchgate.net/publication/305993559\\_George\\_Polya\\_1965\\_Como\\_plantear\\_y\\_resolver\\_problemas\\_titulo\\_original\\_How\\_To\\_Solve\\_It\\_Mexico\\_Trillas\\_215\\_pp](https://www.researchgate.net/publication/305993559_George_Polya_1965_Como_plantear_y_resolver_problemas_titulo_original_How_To_Solve_It_Mexico_Trillas_215_pp)
- Posada, F. (2014, enero 18). *Realidad Aumentada en el aula – canalTIC.com*.  
<http://canaltic.com>. <http://canaltic.com/blog/?p=1859>
- Prieto, M., & Pech, S. . (2016). *La tecnología como instrumento para potenciar el aprendizaje* (1.ª ed., Vol. 1).  
[https://www.researchgate.net/publication/323542701\\_La\\_Tecnologia\\_como\\_instrumento\\_para\\_potenciar\\_el\\_Aprendizaje](https://www.researchgate.net/publication/323542701_La_Tecnologia_como_instrumento_para_potenciar_el_Aprendizaje)
- Purnama, J., Andrew, D., & Galinium, M. (2014). Geometry learning tool for elementary school using augmented reality. *2014 International Conference on Industrial Automation, Information and Communications Technology (IAICT)*, 145-148.  
<https://doi.org/10.1109/IAICT.2014.6922112>
- Radu, I. (2014a). Augmented Reality in Education: A Meta-review and Cross-media Analysis. *Personal Ubiquitous Comput.*, 18(6), 1533-1543.  
<https://doi.org/10.1007/s00779-013-0747-y>
- Radu, I. (2014b). Augmented Reality in Education: A Meta-review and Cross-media Analysis. *Personal Ubiquitous Comput.*, 18(6), 1533-1543.  
<http://dx.doi.org/10.1007/s00779-013-0747-y>

- Radu, I., Doherty, E., DiQuollo, K., McCarthy, B., & Tiu, M. (2015). Cyberchase Shape Quest: Pushing Geometry Education Boundaries with Augmented Reality. *Proceedings of the 14th International Conference on Interaction Design and Children*, 430-433. <https://doi.org/10.1145/2771839.2771871>
- Rothbaum, B. O., Garcia-Palacios, A., & Rothbaum, A. O. (2012). Tratamiento de los trastornos de ansiedad con terapia de exposición a realidad virtual. *Revista de Psiquiatría y Salud Mental*, 5(2), 67-70. <https://doi.org/10.1016/j.rpsm.2011.05.003>
- Roux, R., Elva, E., & González, A. (2015). "Estrategias de aprendizaje y su relación con el rendimiento académico en estudiantes de una escuela privada de educación media superior". *Actualidades Investigativas en Educación*, 15, 18.
- Ryzhonkov, V. (2015). *The rise of AR & VR: Why this time is different?* (p. 58). Mobile Tech Center. <https://es.slideshare.net/VRyzhonkov/the-rise-of-vr-ar-era-why-this-time-is-different>
- Saenz, M., Strunk, J., Maset, K., Seo, J. H., & Malone, E. (2015). FlexAR: Anatomy Education Through Kinetic Tangible Augmented Reality. *ACM SIGGRAPH 2015 Posters*, 21:1-21:1. <https://doi.org/10.1145/2787626.2792629>
- Samsung. (2017). *Gear VR desarrollado por Oculus: Visor de VR portátil con smartphone | Oculus*. [https://www.oculus.com/gear-vr/?locale=es\\_LA](https://www.oculus.com/gear-vr/?locale=es_LA)
- Sanderink, C., Baeten, S., Kooij, R. J., Doornik, D., de Witt, B., Schardijn, J., Leenhouts, J., & Dias, R. V. (2018). "Virtual reality—Augmented reality: Hype? Or serious business? (2017 report; Bravant Development Agency (BOM), p. 34). [www.bom.nl](http://www.bom.nl)
- Sarner, S., & McGuire, M. (2015). *Top Emerging Trends in Digital Marketing*. [http://www.gartner.com/imagesrv/marketing/misc/gml1-b4-gml1\\_b4\\_118\\_sarner\\_mcguire\\_os.pdf](http://www.gartner.com/imagesrv/marketing/misc/gml1-b4-gml1_b4_118_sarner_mcguire_os.pdf)
- Sarracino, F. (2014). ¿MEJORA LA REALIDAD AUMENTADA EL APRENDIZAJE DE LOS ALUMNOS? UNA PROPUESTA DE EXPERIENCIA DE MUSEO

- AUMENTADO. *Profesorado, Revista de curriculum y formación del profesorado*.  
<https://www.ugr.es/~recfpro/rev183ART10.pdf>
- SEE. (2016). *Programa de Educación de Baja California 2015—2019* (p. 143).  
<http://www.educacionbc.edu.mx/see/programasectorial/pebc20152019.pdf>
- SEP. (2011). *Plan de Estudios 2011—Educación básica* (p. 92). Secretaría de Educación Pública, Subsecretaría de Educación Básica, Dirección General de Desarrollo Curricular, Dirección General de Desarrollo de la Gestión e Innovación Educativa, Dirección General de Educación Indígena.  
[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/20177/Plan\\_de\\_Estudios\\_2011\\_f.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/20177/Plan_de_Estudios_2011_f.pdf)
- SEP. (2015). *Protocolos de Seguridad para los Centros Educativos Federales de Educación Media—Superior*.  
<https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/184619/Protocolos-de-Seguridad.pdf>
- SEP. (2017). *Aprendizajes Clave para la educación integral—Matemáticas Secundaria*. En *Plan y programas de estudio, orientaciones didácticas y sugerencias de evaluación: Vol. LPM* (1.ª ed., p. 272).  
<https://www.planyprogramasdestudio.sep.gob.mx/descargables/biblioteca/secundaria/mate/1-LPM-sec-Matematicas.pdf>
- Sommerauer, P., & Müller, O. (2018). AUGMENTED REALITY FOR TEACHING AND LEARNING – A LITERATURE REVIEW ON THEORETICAL AND EMPIRICAL FOUNDATIONS. *Research Papers*. [https://aisel.aisnet.org/ecis2018\\_rp/31](https://aisel.aisnet.org/ecis2018_rp/31)
- Southern, M. (2011). *First 3D Movie: What Was The First 3D Movie*.  
<https://web.archive.org/web/20110602044014/http://www.3d-tv-and-movies.com/first-3d-movie.html>

- Streitz-iland.pdf*. (s. f.). Recuperado 27 de noviembre de 2015, de <http://www.cc.gatech.edu/~keith/classes/ubicomplexity/pdfs/apps/streitz-iland.pdf>
- Sutherland, I., & Sproull, B. (1968). *A HEAD-MOUNTED THREE-DIMENSIONAL DISPLAY\**—*Sutherland\_1968\_A head-mounted-three-dimensional-display.pdf*. [http://faculty.utpa.edu/fowler/VR-papers/Sutherland\\_1968\\_A%20head-mounted-three-dimensional-display.pdf](http://faculty.utpa.edu/fowler/VR-papers/Sutherland_1968_A%20head-mounted-three-dimensional-display.pdf)
- Taketomi, T., Okada, K., Yamamoto, G., Miyazaki, J., & Kato, H. (2014). Camera pose estimation under dynamic intrinsic parameter change for augmented reality. *Computers & Graphics, 44*, 11-19. edselp.
- Teichner, A. M. (2014). Augmented Education: Using Augmented Reality to Enhance K-12 Education. *Proceedings of the 2014 ACM Southeast Regional Conference*, 45:1-45:3. <https://doi.org/10.1145/2638404.2638519>
- Travieso Valdés, D., & Ortiz Cárdenas, T. (2018). Aprendizaje basado en problemas y enseñanza por proyectos: Alternativas diferentes para enseñar. *Learning Based on Problems and Teaching by Projects: Different Alternatives for Teaching.*, 37(1), 125-133. <https://doi.org/10.15366/tp2021.37.008>
- Trujillo, A. D., & Moscardó, E. de J. (2018). EVALUACIÓN DEL DISEÑO, PROCESO Y RESULTADOS DE UNA ASIGNATURA TÉCNICA CON APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS. *Educación XX1*, 21(2). <https://doi.org/10.5944/educxx1.19415>
- Vigotsky, L. S. (1987). *Historia del desarrollo de las funciones psíquicas superiores: Vol. Tomo 3*.
- von Ahn, L., & Dabbish, L. (2008). Designing games with a purpose. *Communications of the ACM*, 51(8), 57. <https://doi.org/10.1145/1378704.1378719>
- Wheatstone, C. (1838). Stereoscopy.com—The Library: Wheatstone Paper 1838. *Philosophical Transactions, Vol. 128*, 371-394.

Wu, H.-K., Lee, S. W.-Y., Chang, H.-Y., & Liang, J.-C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, 62, 41-49. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.024>

Yacob, A., Fazamin, A., Aji Ali, N., & et al. (2014). (21) (PDF) *Enhancement of the ARCS model for gamification of learning*. ResearchGate. [https://www.researchgate.net/publication/301410321\\_Enhancement\\_of\\_the\\_ARCS\\_model\\_for\\_gamification\\_of\\_learning](https://www.researchgate.net/publication/301410321_Enhancement_of_the_ARCS_model_for_gamification_of_learning)

## **Anexos**

## Anexo 1. Levantamiento en celulares Secundaria (MobApp-2RA)

Levantamiento diagnóstico para utilizar aplicación en Centro educativo.

EN EL DESARROLLO DE LA PRESENTE ACTIVIDAD ME COMPROMETO A HACER UN BUEN USO DEL CELULAR CON INTERES EN PROTEGER MIS DERECHOS Y LOS DE LOS COMPAÑEROS, ASÍ COMO EL BUEN NOMBRE DE LA ESCUELA Y SU COMUNIDAD.

1. **Dirección de correo electrónico** dirección de correo valida: \_\_\_\_\_

### I. Datos de identificación

La información proporcionada es confidencial y se utiliza solo para documentación y evaluación en distintos aspectos de la implementación en campo de la aplicación. ¡Gracias por tu cooperación!

2. **Nombre de la escuela:** \_\_\_\_\_

3. **Turno:**  Matutino  Vespertino

4. **Grado:**  1º  2º  3º

5. **Grupo:**  A  B  C  D  E

6. **Nombre:** \_\_\_\_\_ *No es necesario por fines de confidencialidad*

7. **Sexo \***

*Marca solo un óvalo.*

Hombre  Mujer  Prefiero no decirlo  Otro

8. **¿Cuál es tu número de lista?** Como aparece en lista de asistencia

9. **¿Qué edad tienes?** *Marca solo un óvalo.*

11  12  13  14  15  16  17

### II. Contexto de seguridad

Reflexiona sobre situaciones de riesgo que pudieras haber tenido en tu casa o escuela.

10. **¿Que tipos de riesgos son más frecuentes en tu comunidad?**

*Marca los que apliquen.*

Sismos  Incendios  Lluvias  Inseguridad  Violencia

11. **De los riesgos en la seguridad, ¿Cuáles te preocupa que ocurriera menos del 1 al 5? Numera por orden de importancia del 1 el más importante hasta 5 o menos de.**

Sismos  Incendios  Lluvias  Inseguridad  Violencia

12. **¿Has recibido platicas o talleres sobre la prevención de desastres o situaciones de inseguridad en tu comunidad?**

*Marca solo un óvalo.*

Siempre  Casi siempre  A veces si, a veces no  Casi nunca  Nunca

13. **¿Sobre qué temas has recibido estas pláticas, ejercicios y/o talleres?**

Sismos  Incendios  Lluvias  Inseguridad  Violencia

### III. Información sobre Dispositivos móviles

Lee el campo y selecciona la información más adecuada.

14. ¿Qué tipo de dispositivos sabe usar o utiliza?

Marca los que apliquen.

Tableta  Celular  Smartphone

15. ¿Qué marca de celular o tableta tienes? \* Marca solo un óvalo.

ZTE  BlackBerry  Oppo  Asus  Huawei  Nokia  
 Motorola  HTC  Sony  Lenovo  Xiaomi  Microsoft  
 Apple  LG  Lanix  Lenovo  Samsung  Meizu

Otro: \_\_\_\_\_

16. ¿Cual Modelo es?

\_\_\_\_\_

17. ¿Qué tipo de Sistema operativo Tienes?

1. Microsoft (Lumia); 2. IOS (iPhone); 3. Android (Samsung, Motorola, HTC, LG, Google-Nexus, Sony, Pantech – Vega, Huawei, Coolpad, Meizu, Oppo, ZTE, Lenovo, Xiaomi). Marca solo un óvalo.

Microsoft  IOS  Android

18. Si tu opción fue IOS ¿Que versión tienes? <https://www.youtube.com/watch?v=pE8Ux63Mf6g>

1. Click en Configuración - 2. Click en General - 3. Click en información

Marca solo un óvalo.

2.1 iPhone OS 1.0  2.2 iPhone OS 2.0  2.3 iPhone OS 3.0  2.4 iOS 4  2.5 iOS5  
 2.6 iOS 6  2.7 iOS 7  2.8 iOS 8  12.0 iphone OS

19. Si tu respuesta fué Android ¿Que versión tienes? (<https://www.youtube.com/watch?v=RR561 MOE-Y>)

1. Menú - 2. Ajustes - 3. Acerca del dispositivo - 4. Versión del Dispositivo. Fuente:

<http://histinf.blogspot.com/files/2012/12/android-trabajo.pdf>



Marca solo un óvalo.

- 1.1 Petit Four    1.5 Cupcake    1.6 Donut    2.0/2.1 Eclair    2.2 Froyo    2.3 Gingerbread  
 3.0Honeycomb    4.0 Ice Cream Sandwich    4.1.2 Jelly Bean    4.4W.2 KitKat    5.0–5.1.1 Lollipop  
 6.0–6.0.1 Marshmallow    7.0 - 7.1.2 Nougat    8.0 - 8.1 Oreo    9.0 Pie

#### IV. Caracterización escolar en señal de red.

Lee el campo y selecciona la información más adecuada.

20. Alternativas de uso de red disponibles en secundaria. \* Selecciona todos los que correspondan.

- Escolar Abierta    Biblioteca    Aula de medios / Computación    Datos en plan

21. ¿Qué capacidad en uso de datos tiene? \* Marca solo un óvalo.

- No sabé, siempre hay señal.    Menos de 1 Gb    1 Giga o 1000 M    2 Gigas o 2000 M  
 5 Gigas o 5000 M    10 Gb    50 Gb    100 Gb    Más de 100 Gb

22. Variabilidad en intensidad de la señal por zonas Selecciona todos los que correspondan.

	Muy buena	Buena	Mala	Muy mala	No hay
Salones	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Biblioteca	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aula de medios Exteriores	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Baños	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
dirección y prefectura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cafetería	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Campos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**V. Características de uso en dispositivo móvil**

Cuestionario de información del Dispositivo móvil

**Lee el campo y selecciona la información más adecuada.**

**23. Alternativas de uso en Multimedia que más utiliza. \***

*Selecciona todos los que correspondan.*

- Reproducción de audio  
  Reproducción de video  
  Grabación de Video  
  Cámara externa  
 Grabación de audio  
  Cámara frontal

**24. ¿Qué capacidad tiene la cámara? \* Marca solo un óvalo.**

- 1 a 2 Megapíxeles  
  3 a 4 Megapíxeles  
  5 a 6 Megapíxeles  
  7 a 8 Megapíxeles  
 9 a 10 Megapíxeles  
  11 a 12 Megapíxeles  
  13 a 14 Megapíxeles  
  15 Megapíxeles o mayor

**25. Por importancia de actividades, ¿Como ordenarías tus actividades por prioridad de uso? Empezando por 1 como el más importante y así sucesivamente (1, 2, 3, 4, )**

*Marca solo un óvalo por fila.*

- Búsqueda de información  
  Recreativo  
  Actividades educativas  
 Comunicación con Maestros  
  Redes Sociales  
  Comunicación  
 Asistencia personal  
  Ubicación satelital y direccionamiento

**26. Con respecto al tiempo de uso ¿Dónde utilizas más el celular? Empezando por 1 como el más importante y así sucesivamente (1, 2, 3, 4, ) Marca solo un óvalo por fila.**

- En la casa  
  En la escuela  
  Con mis amigos  
  Con mis compañeros de clase  
 Con mi familia

**27. ¿Cuánto costo el aparato? Marca solo un óvalo.**

- Cero Pesos    100-500    500-2,000    2,000 a 3,000  
 3,000 a 6,000    6,000 a 10,000    Mayor de 10,000

#### VI. Instalación de aplicación

Lee el campo y selecciona la información más adecuada.

28. ¿Puedes instalar una aplicación de Android? \* Marca solo un óvalo.

- Si    No    No es compatible    Otro: \_\_\_\_\_

29. ¿Puedes instalar una aplicación de 80 Megas? \* Marca solo un óvalo.

- Si    No    No es compatible    Otro: \_\_\_\_\_

**! Gracias por tu tiempo, tu información es muy importante !**

Este formulario fue elaborado con la tecnología de



**Anexo 2. Evaluación por estudiantes de actividad de Realidad aumentada educativa**

Actividad desarrollada con para planeación de espacio educativo

1. Dirección de correo electrónico \*Dirección de correo válida

\_\_\_\_\_

**Sección 1: Información del Alumno**

2. Nombre de la escuela: \_\_\_\_\_

3. Turno: Matutino  Vespertino

4. Grupo: (Marca solo uno). A B C D

5. Nombre: \* \_\_\_\_\_

6. Sexo \*

Hombre  Mujer  Prefiero no decirlo

7. ¿Cuál es tu número de lista? \_\_\_\_\_

8. ¿Qué edad tienes? \_\_\_\_\_

9. ¿En qué sector económico labora uno de tus padres? (a.Campo, b.Pesca, c.Sector público, d.Sector privado, e. Autoempleo).\_\_\_\_\_

**Sección 2: Educación y prevención** Cuestionario de información disciplinaria

10. ¿Qué tan útil considera la prevención de desastres o contingencias en el entorno escolar?

Muy útil  Útil  Me da igual  Inútil

11. ¿Comparte clases con estudiantes de capacidades distintas? \*

Limitaciones visuales, auditivas o de desplazamiento

Si  En ocasiones  No me he dado cuenta  No

12. ¿En qué espacio le gusta más estudiar?

(del 1 al 5, empezando por 1 en el que más le guste)

En Laboratorio	En Aula de Medios	En campo	En la Biblioteca	En el Salón de clas	En la comunidad
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Sección 3: Aplicaciones / Software educativo.**

13. ¿Has utilizado con anterioridad actividades con realidad aumentada o realidad virtual? \*

Si.  No.  No sé.

**14.** ¿Qué software educativo ó aplicaciones utilizas para estudiar en alguna materia? (Marca los que utilizas)

Selecciona todos los que correspondan.

Prezi  EdModo  Power point  Emaze  Excel  Html  Scratch  Word

**15.** ¿En qué materia la has utilizado? (Marca los que conozcas) \*

Selecciona todos los que correspondan.

Español  Computación  Geografía  Historia  Biología

**16.** ¿Qué Software distinto al software con propósito educativo has utilizado en tu celular? (Marca los que utilizas) \* Selecciona todos los que correspondan.

Angry Birds  Snap Chat  Twitter  Instagram  WhatsApp  Facebook

**17.** ¿Cómo te pareció la forma de instalar MobiAppRA2D? (Marca los que utilizas) \*

Marca solo un óvalo.

Muy fácil  Fácil  Difícil  Muy Difícil

**Sección 4: Experiencia en lección de mapeo.** Información sobre flexibilidad y usabilidad.

**Lee el campo y selecciona la información más adecuada.**

**18.** ¿Cómo fue tu experiencia con la señal inalámbrica (Wifi)? \*

Marca solo un óvalo.

Muy buena  Buena  Mala  Muy Mala

**19.** ¿Cómo fue el grado de complejidad de la actividad? \*

Marca solo un óvalo.

Muy fácil  Fácil  Difícil  Muy Difícil

**20.** ¿Cómo fue tu experiencia con el video aumentado? \*

Muy buena  Buena  Mala  Muy Mala

**21.** ¿Cómo fue tu experiencia con el reconocimiento del marcador? \*

Marca solo un óvalo.

Muy buena  Buena  Mala  Muy Mala

**22.** ¿Cuánto tiempo te llevo en promedio el reconocimiento por marcador? \*

Marca solo un óvalo.

1-3 segundos  4-6 segundos  7-10 segundos  Más de 11 segundos

23. ¿Qué opción de reconocimiento pudiste observar? \*Selecciona todos los que correspondan.

Imagen 3D virtual  GPS  Audio video animado  Imagen de video sobrepuesta

**Sección 5: Actividad educativa - producto.**

Cuestionario de información para evaluar aprendizajes desarrollados.

**Lee el campo y selecciona la información más adecuada.**

24. ¿Cuántas imágenes distintas pudiste detectar con los marcadores? \*

Marca solo un óvalo.

1  2  3  4  5  6

25. ¿Señala los elementos de clase que ubicaste con los marcadores? (Marca las que apliquen) \*

Escritorio  Flujos de circulación  Silla ordinaria  Proyector  Puertas de acceso   
Silla especial  Equipo y señalamiento contra incendios

26. ¿Cuál tipo de distribución elegiste? Marca solo un óvalo.

Tipo Auditorio  Estilo Seminario  Cara  cara  Estilo  grupado  Estilo  icación  zada

28. ¿Por qué consideraste ese tipo de arreglo en la distribución?

---

**! Gracias por tu tiempo, tu información es muy importante y confidencial !**

### **Anexo 3. Actividad de Realidad aumentada con propósito educativo Diseñando el espacio educativo**

Opinión de los Maestros

*\*Obligatorio*

1. Nombre del Maestro: \_\_\_\_\_ 2. Asignatura: \_\_\_\_\_

3. Nombre de la Escuela: \_\_\_\_\_ 4. Fecha: \_\_\_\_\_

#### **Respecto a la preparación del contexto aúlico.**

5. El tiempo utilizado para informarle en cuanto al uso del Ambiente de Aprendizaje fue adecuado. *\* Marca solo un óvalo.*

Completamente desacuerdo  En desacuerdo  Neutral  De acuerdo  Completamente de acuerdo

6. La información proporcionada fue suficiente y adecuada. *\**

Completamente desacuerdo  En desacuerdo  Neutral  De acuerdo  Completamente de acuerdo

7. El material impreso proporcionado fue el adecuado para desarrollar la actividad. *\**

*Marca solo un óvalo.*

Completamente desacuerdo  En desacuerdo  Neutral  De acuerdo  Completamente de acuerdo

#### **Distribución de mobiliario por actividad didáctica, aplicado en Aprendizaje Basado en Problemas (ABP).**

8. El facilitador tiene un concepto claro de los tipos de distribución y posibles contingencias.

*\*Marca solo un óvalo.*

Completamente desacuerdo  En desacuerdo  Neutral  De acuerdo  Completamente de acuerdo

9. Describa como desarrollo el facilitador la actividad de instrucción previa 9. con los alumnos *\**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

10. ¿Como observó el comportamiento de los estudiantes antes y durante la realización de la actividad? *\**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Actitud respecto al uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en las actividades del Aula, es decir en procesos de enseñanza-aprendizaje.**

*Lee el campo y escribe la opción más adecuada.*

11. Considera que utilizar actividades con celular en su práctica docente fue un apoyo a su clase. \* *Marca solo un óvalo.*

Completamente desacuerdo  En desacuerdo  Neutral  De acuerdo  Completamente de acuerdo

12. La utilización en clase del diseño de mapa con marcadores de Realidad Aumentada fue un distractor para los alumnos. \*

Completamente desacuerdo  En desacuerdo  Neutral  De acuerdo  Completamente de acuerdo

13. La utilización del diseño de mapa con marcadores de Realidad Aumentada fomentó la participación del grupo. \**Marca solo un óvalo.*

Completamente desacuerdo  En desacuerdo  Neutral  De acuerdo  Completamente de acuerdo

14. Los alumnos pudieron describir las secciones del mapa con marcadores. \*

*Marca solo un óvalo.*

Completamente desacuerdo  En desacuerdo  Neutral  De acuerdo  Completamente de acuerdo

15. ¿Con que fines recomendaría la utilización de aplicaciones móviles?

---

16. De existir un catálogo de Aplicaciones móviles con Realidad aumentada para los diferentes grados de secundaria, las recomendaría? \**Marca solo un óvalo.*

Completamente desacuerdo  En desacuerdo  Neutral  De acuerdo  Completamente de acuerdo

17. Frecuencia con la que utilizaría el Ambiente de Aprendizaje en su práctica docente. \*

*Marca solo un óvalo.*

Diario  2 veces a la semana  1 vez a la semana  1 al mes  al Bimestre

18. Momentos en que preferiría utilizar el Ambiente de Aprendizaje con Realidad aumentada

\**Selecciona todos los que correspondan.*

Para introducir un tema  Reforzar un tema  Evaluar un tema  Motivar un tema  Durante todo el tema

19. ¿Como considera la postura del maestro hacia la implementación de aplicaciones con

realidad aumentada? \*

---

---

20. ¿Como considera el nivel de formación docente para implementar realidad aumentada como tecnología móvil? \*

---

21. El trabajo activo y el impulso del coordinador de Tecnología Educativa de la Escuela y de la zona escolar es un factor clave que favorece la utilización de las TICs por parte del Proceso para el Docente en el Proceso de enseñanza-aprendizaje. \*  
Marca solo un óvalo.

Completamente desacuerdo  En desacuerdo  Neutral  De acuerdo  Completamente de acuerdo

22. Después de la familiarización con el Ambiente de Realidad aumentada se siente preparado para introducir a un grupo para modelar su salón siguiendo criterios de prevención, diversidad e interactividad. \* *Marca solo un óvalo.*

Completamente desacuerdo  En desacuerdo  Neutral  De acuerdo  Completamente de acuerdo

### **Actitud de los alumnos**

*Lee el campo y escribe la opción más adecuada.*

23. Los alumnos se motivaron en la clase al diseñar mapa con marcadores de Realidad Aumentada. \**Marca solo un óvalo.*

Completamente desacuerdo  En desacuerdo  Neutral  De acuerdo  Completamente de acuerdo

24. Se fomentó la participación de los alumnos durante la actividad de ubicación de mobiliario con Realidad Aumentada. \**Marca solo un óvalo.*

Completamente desacuerdo  En desacuerdo  Neutral  De acuerdo  Completamente de acuerdo

25. Trabajar con realidad aumentada en celulares fomentó en sus alumnos el gusto por actividades de prevención y organización. \**Marca solo un óvalo.*

Completamente desacuerdo  En desacuerdo  Neutral  De acuerdo  Completamente de acuerdo

26. La estrategia didáctica con realidad aumentada permitió que los alumnos trabajaran de forma Autónoma. \**Marca solo un óvalo.*

Completamente desacuerdo  En desacuerdo  Neutral  De acuerdo  Completamente de acuerdo

27. Observó seguridad en sus alumnos al responder una pregunta durante o después de utilizar Realidad aumentada. *\*Marca solo un óvalo.*

Completamente desacuerdo  En desacuerdo  Neutral  De acuerdo  Completamente de acuerdo

### **Respecto al Aprendizaje**

*Lee el campo y escribe la opción más adecuada.*

28. El utilizar un mapa con marcadores de Realidad Aumentada ayudó a los alumnos a comprender algunos conceptos de equidad y diversidad para estudiantes con capacidades distintas y características especiales. *\*Marca solo un óvalo.*

Completamente desacuerdo  En desacuerdo  Neutral  De acuerdo  Completamente de acuerdo

29. El utilizar mapa con marcadores de Realidad Aumentada ayudó a los alumnos a visualizar conceptos preventivos. *\*Marca solo un óvalo.*

Completamente desacuerdo  En desacuerdo  Neutral  De acuerdo  Completamente de acuerdo

30. El utilizar mapa con marcadores de Realidad Aumentada ayudó a los alumnos a reafirmar valores y conceptos preventivos. *\*Marca solo un óvalo.*

Completamente desacuerdo  En desacuerdo  Neutral  De acuerdo  Completamente de acuerdo

31. El Ambiente del diseño de mapa con marcadores de Realidad Aumentada es un medio tecnológico adecuado para potenciar el aprendizaje de factores preventivos *\*Marca solo un óvalo.*

Completamente desacuerdo  En desacuerdo  Neutral  De acuerdo  Completamente de acuerdo

32. El Ambiente del diseño de mapa con marcadores de Realidad Aumentada fomentó la adquisición de conocimientos en sus alumnos. *\*Marca solo un óvalo.*

Completamente desacuerdo  En desacuerdo  Neutral  De acuerdo  Completamente de acuerdo

### **Aspectos de navegabilidad y uso del ambiente de aprendizaje**

*Lee el campo y escribe la opción más adecuada.*

33. Aprender cómo funciona el Ambiente del diseño de mapa con marcadores de Realidad Aumentada es sencillo. *\*Marca solo un óvalo.*

Completamente desacuerdo  En desacuerdo  Neutral  De acuerdo  Completamente de acuerdo

34. El Ambiente del diseño de mapa con marcadores de Realidad Aumentada es fácil de usar.

*\*Marca solo un óvalo.*

Completamente desacuerdo  En desacuerdo  Neutral  De acuerdo  Completamente de acuerdo

35. El Ambiente del diseño de mapa con marcadores de Realidad Aumentada es atractivo visualmente. *\*Marca solo un óvalo.*

Completamente desacuerdo  En desacuerdo  Neutral  De acuerdo  Completamente de acuerdo

36. Con la tecnología de la actividad del diseño de mapa con marcadores de Realidad Aumentada fomentó la adquisición de conocimientos en sus alumnos. *\*Marca solo un óvalo.*

Completamente desacuerdo  En desacuerdo  Neutral  De acuerdo  Completamente de acuerdo