

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
INSTITUTO DE INGENIERÍA  
MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS E INGENIERÍA**



**“MODELO DE SOLUCIONES BASADAS EN JUEGOS PARA EL APRENDIZAJE  
CON REALIDAD AUMENTADA”**

TESIS QUE PRESENTA:

**ING. KARLA MICHELLE MEDINA MOTA**

PARA OBTENER EL GRADO:

**MAESTRA EN CIENCIAS**

Director de tesis:

**DR. GABRIEL ALEJANDRO LÓPEZ MORTEO**

Co-Director de tesis:

**DR. RENÉ GUADALUPE CRUZ FLORES**

Mexicali, Baja California, enero del 2023

## AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por brindarme la oportunidad de avanzar en mis estudios académicos con la beca académica de número #1057569 otorgada durante mis estudios, y con ello concluir este capítulo de mi vida.

A la Universidad Autónoma de Baja California y al Instituto de Ingeniería por aceptarme como cimarrona, llevando en alto el honor de formar parte de tan distinguida institución.

Al doctor Gabriel Alejandro López Morteo, que si no escribo su nombre completo se indigna. Aún así, su apoyo es incondicional, siempre vio el brillo, la luz y talento en mi persona, en mis ideas disparatadas. Como mi padre académico, se tomó en serio su papel, y en la salud y enfermedad cuidó de su hija-alumna.

Al doctor René Cruz Flores por su tiempo, dedicación y adopción de todo el laboratorio a mitad del semestre entre la adversidad, tras su estadía en la ciudad.

A todos los integrantes del Instituto de Ingeniería con los que tuve la dicha de hablar, trabajar, apoyar, ser alumna, compañera y amiga.

A las doctoras del MyDCI que me brindaron tanto apoyo, su hospitalidad se sintió como un abrazo en un espacio donde de niñas apenas soñábamos estar y ahora somos integrantes.

A la doctora Brenda Flores Ríos del MyDCI, por su comprensión, hospitalidad y apoyo en los momentos difíciles y de soledad, su voz y consejos fue un abrazo maternal durante la adversidad.

A mis compañeras y compañeros de laboratorio, por los dolores de cabeza y risas, recordándonos que somos humanos y hay que disfrutar de cada momento, incluso mientras aprendemos.

## **AGRADECIMIENTOS (CONTINUACIÓN)**

A mi familia, mis padres y mi nana por siempre confiar en mí y apoyarme en mis ideas disparatadas, soportar mis extensas pláticas sin final, dudas eternas y crisis existenciales. Sin su sabiduría y dedicación a mi crecimiento, jamás me hubiera interesado en la lectura, la investigación para acercarme a la ciencia e ingeniería.

Al ingeniero Edgar Alberto García Aguilar, por ser mi compañero de vida y mi apoyo como programador principal. Con un ingenio maravilloso, que conectaba como pieza de rompecabezas a mis ideas por tantas noches a la madrugada. Fueron tiempos difíciles y de madurez, pero siempre buscó mi bien y formas de equilibrar mi vida en tiempos pandémicos y de crisis de adultez.

## DEDICATORIA

ESTA TESIS ESTÁ HECHA CON MUCHO AMOR, DEDICACIÓN Y, SOBRETUDO, LÁGRIMAS, ANGUSTIA Y DOLOR. LA PANDEMIA ME QUITÓ MUCHA PAZ, AMOR, SERES QUERIDOS Y, A VECES, CASI HASTA LA LUZ... PERO SIEMPRE HUBO UNA RAZÓN PARA AVANZAR, UNA PROMESA:

“SERÉ MEJOR PERSONA”

FUERON DOS LARGOS AÑOS DE CRECIMIENTO ACADÉMICO Y PERSONAL DONDE MI SALUD MENTAL SE PONÍA EN JUEGO Y AFECTABA LA FÍSICA, LA DIFICULTAD DE HACER LO QUE AMAS, SIN MOTIVACIÓN. SIN EMBARGO, LO LOGRÉ. Y NO LO HUBIERA LOGRADO SIN EL APOYO DE TODOS QUIENES ME AMAN. AQUELLOS QUE ME AMAN, NO SOLO EN LA TIERRA, SINO EN EL CIELO Y LA ETERNIDAD.

ESTA TESIS SE LOGRÓ GRACIAS A TÍ, IVÁN SOTO SALAICES, POR TU APOYO Y AMOR INCONDICIONAL. TUS ENSEÑANZAS EN VIDA ME DEMOSTRARON QUE NO ESTOY SOLA Y QUE PUEDO CON LA ADVERSIDAD, FUISTE UN PILAR MUY IMPORTANTE EN MI VIDA Y EL HERMANO MAYOR QUE SIEMPRE HABÍA NECESITADO, PERO AHORA ME TOCA CUIDARME POR MI PARTE Y ABRIRME A LA COMPAÑÍA DE LOS DEMÁS. EN ESTOS MOMENTOS MIS LOGROS SE ACUMULAN, MIS METAS SE CUMPLEN, TRABAJO EN MIS SUEÑOS Y SOY UNA MEJOR VERSIÓN DE MÍ.

LA PANDEMIA ME QUITÓ TU PRESENCIA FÍSICA, PERO JAMÁS LOS RECUERDOS Y ESTE AMOR ETERNO. Q.E.P.D.

-----

AL MEJOR DOCTOR, TODOLOGO, PADRE ADOPTIVO, TÍO, JEDI, HÉROE DE SUS PADAWANS. NO HUBO DÍA QUE NO PENSARA EN USTED, REZANDO, PIDIENDO POR SU BIENESTAR Y PRONTA RECUPERACIÓN. DICEN QUE NO SABES LO QUE TIENES HASTA QUE LO PIERDES, Y AHORA EXTRAÑO DISCUTIR POR HORAS SOBRE TEMAS AL AZAR O RELACIONADOS A LA TESIS, PARA DESPUÉS IRNOS A COMER COMO SI NADA.

FUE REPENTINO Y MUY DIFÍCIL TENER LEJOS A NUESTRO DOCTOR Y ASESOR, EL LABORATORIO SE SENTÍA TRANQUILO... PERO EL TIEMPO, EL AMOR Y EL ESFUERZO SON SABIOS, PRONTO TENDREMOS NUESTRO CAMPAMENTO NERD Y NOS VEREMOS EN MÁS ETAPAS DE MI NERD VIDA.

LAS PALABRAS NO BASTAN PARA DESCRIBIR MI APRECIO Y AGRADECIMIENTO AL DOCTOR GABRIEL ALEJANDRO LÓPEZ MORTEO, PERO SI MIS ACCIONES.  
ESTA TESIS ES NUESTRA.

**RESUMEN** de la Tesis de **Karla Michelle Medina Mota**, presentada como requisito parcial para la obtención del grado de MAESTRA EN CIENCIAS en CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN. Mexicali, Baja California, México. Agosto de 2022.

## **MODELO DE SOLUCIONES BASADAS EN JUEGOS PARA EL APRENDIZAJE CON REALIDAD AUMENTADA**

Resumen aprobado por:



Dr. Gabriel Alejandro López Morteo  
Director de tesis

En este trabajo se presenta la creación de un modelo de soluciones basadas en juegos para el aprendizaje (SBJ-A) con realidad aumentada, usando como referencia el Estándar 1589TM-2020 (ARLEM) de la IEEE y xAPI de ADL para la adaptación de actividades de aprendizaje a experiencias de aprendizaje a desarrollarse específicamente con el uso de realidad aumentada, y las bases de soluciones lúdicas de Karl Kapp y Andrzej Marczewski, creando primeramente el modelo de Soluciones Basadas en Juegos para Aprendizaje (SBJ-A) basadas en el contexto, motivación e intención como factores clave para implementar soluciones de aprendizaje lúdico en el aula. El modelo final adopta los factores de análisis del modelo de SBJ-A para obtener una contextualización y definir que SBJ-A es la ideal para el aprovechamiento de un aprendizaje basado en la observación y manipulación como la educación STEAM, que hace uso de elementos gráficos y visuales a partir del arte y la creatividad. En complementación para el desarrollo de soluciones con realidad aumentada, se utiliza como base el proceso de statements o estancias de xAPI y los triggers o interacciones con la aplicación aumentada con la delimitación del espacio de trabajo y de la actividad como indica ARLEM. Por motivos de este trabajo el enfoque de contextualización adapta una actividad de aprendizaje existente, con el objetivo de organizar el mobiliario de

clases a partir de los estilos de disposición y de las medidas de seguridad post COVID-19. La evaluación se realiza con una muestra de 41 estudiantes universitarios de la carrera Ingeniería en Animación y Efectos Visuales, en un promedio de 18 a 21 años. Estos hacen uso de una aplicación móvil lúdica basada en gamificación con un visualizador aumentado, que les permite concluir la actividad de organización del mobiliario del aula de acuerdo a las medidas de seguridad. La actividad se lleva a cabo en un laboratorio de cómputo, donde se evalúan aspectos de la actividad, percepción de la realidad aumentada y recepción de la información para el aprendizaje a partir de un cuestionario basado en la escala Likert. Con el análisis de los resultados se obtiene una respuesta positiva, mayormente de acuerdo o muy de acuerdo, hacia el uso de realidad aumentada, los alumnos incluso logran ubicar posibles aplicaciones, usos e ideas en su vida cotidiana. También hay preferencia a diferentes medios diferentes para el aprendizaje, pero destaca la observación y manipulación. Sin embargo, hay una baja comprensión sobre el uso de juegos para el aprendizaje, probablemente por la división de los juegos como uso de ocio y que no tienen una perspectiva clara de su uso para un aprendizaje, no pudiendo identificar exactamente qué era la gamificación dentro de la aplicación. Esto podría solucionarse o mejorar con exposiciones enfocadas totalmente a actividades e interacciones basadas en juego y a partir de esto evaluar nuevamente la percepción de los estudiantes. Otro factor destacado es que este tipo de soluciones pueden funcionar en el aula, pero en grupos más pequeños, sobre todo cuando no se tiene control de todos los dispositivos por cuestiones de red, rendimiento, compatibilidad, situación que se presentó en el momento y determina que hubo fallas de contextualización en el momento de implementación, pero permite la adaptación con lo que ya se tiene. Por la parte didáctica, la información resulta muy extensa para el tiempo y los alumnos perdían interés eventualmente y se mantenía el ansia por hacer uso de la aplicación. Al llegar a su uso, los alumnos estaban

totalmente participativos y atentos, con una percepción favorable hacia la realidad aumentada y su uso como medio de aprendizaje en el aula, obteniendo respuestas libres que capturan adecuadamente las ideas y definiciones de la realidad aumentada y sus aplicaciones. La realidad aumentada permite realizar la actividad en contextos simplificados sin tener que modificar el entorno físico y con esto introducir aspectos molestos como ruido, posibles accidentes o daño al mobiliario.

En cuanto al estándar existe valor futuro con la bitácora de interacciones (triggers) que se van registrando en la base de datos (LRS) para un posible seguimiento detallado de uso o interacción del alumno. Satisfactoriamente, es posible decir que el uso de realidad aumentada en el aula, y sobre todo en México, es viable. Esto no solo se comprueba con la experimentación de esta tesis, que es un concepto urbano y universitario, sino también con el fundamento de la tesis de López (2021) que realiza una implementación de la realidad aumentada en un concepto rural y de educación básica.

**Palabras clave:** *Realidad aumentada, aprendizaje basado en juegos, estándar IEEE 1589, experiencias de aprendizaje, e-learning*

**ABSTRACT** of the Thesis, presented by **Karla Michelle Medina Mota**, in order to obtain the MASTER of SCIENCE degree in COMPUTER SCIENCE. Mexicali, Baja California, México. August 2022.

**MODELO DE SOLUCIONES BASADAS EN JUEGOS PARA EL APRENDIZAJE  
CON REALIDAD AUMENTADA**

Approved by:



---

Dr. Gabriel Alejandro López Morteo  
Thesis Advisor

This work presents the creation of a game-based solutions for learning with augmented reality framework, using as a reference the IEEE Std 1589TM-2020 (ARLEM) and xAPI from ADL for the adaptation of learning activities to augmented reality learning experiences, based on game thinking and game-based solutions from Karl Kapp and Andrzej Marczewski, which helped to create the Game-Based Solutions for Learning (GBS-L) Framework, based on context, motivation and intention as key factors to implement game thinking solutions into the classroom. This final framework adopts the analysis factors of the GBS-L model to obtain a contextualization of the situation and define which GBS-L is ideal for better learning approaches, based on observation and manipulation like STEAM education using graphic and visual elements from the application of art and creativity. In complementation of the development of solutions with augmented reality, it is used xAPI's statement process and triggered interactions into the augmented reality application with workplace and activity contextuality as ARLEM standard indicates.

For this work, the contextualization approach adapts an existing learning activity, with the objective to organize the classroom furniture based on the classroom styles and post-

COVID-19 security measures. It is evaluated with the participation of 41 university students of Animation and Visual Effects Engineering career, under an average age of 18 to 21 years. The students use a game thinking mobile application based on gamification with an augmented viewer, which allows them to complete the activity of organizing the classroom furniture according to security measures. The activity takes place in a computer laboratory, where aspects of the activity, perception of augmented reality and reception of information for learning are evaluated from a questionnaire based on the Likert Scale. The results are on a positive view, with mostly agree or strongly agree answers, towards the use of augmented reality, they even manage to find possible applications, uses and ideas in their daily lives. There is also a preference for different types of learning but are very fond to observation and manipulation of things. However, there is a low understanding of the use of games for learning, probably due to the fact that games are mostly tagged as leisure use and they do not have a clear perspective of their use for learning, which did not help them to identify what exactly gamification is. This could be solved or improved with total exposure and focus just on game-based activities and interactions, and then re-evaluate the perception of the students. Another notable factor is that this type of solutions can work in the classroom, but it is preferable to work in smaller groups, especially when you do not have control of all the devices due to network, performance, compatibility and any other situation that arose at the time. In fact, in this evaluation were contextualization failures at the time of implementation, but this model allows to adapt with what we have available under the contextualization. Regarding the didactic part, students find the information presented as very extensive for the time, losing interest with a big desire to use the application as soon as possible. When they had the chance to use it, students were completely participative and attentive, with a favorable perception towards augmented reality and its use as a learning way in the classroom,

obtaining answers that adequately capture the ideas and definitions of augmented reality and its applications via their perception. Augmented reality allows the activity to be carried out in simplified contexts without having to modify the physical environment and thereby introduce annoying aspects such as noise, possible accidents or damage to furniture.

Regarding the standard, there is future value with the log of interactions (triggers) that are recorded in the database (LRS) for a possible detailed monitoring of use or interaction of the students. Satisfactorily, it is possible to say that the use of augmented reality in the classroom, and especially in Mexico, is viable. This is not only verified with the experimentation of this thesis, which is in an urban and university concept, but also with the foundation of the thesis of López (2021) that implements augmented reality in a rural and basic education concept.

**Keywords:** *Augmented reality, game-based learning, IEEE 1589 standard, learning experiences, e-learning.*

## ÍNDICE GENERAL

|  |             |
|--|-------------|
| <b>GLOSARIO</b>  | <b>XVII</b> |
| <b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN</b>                                | <b>1</b>    |
| <b>1.1. ANTECEDENTES</b>                                       | <b>4</b>    |
| <b>1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>                         | <b>10</b>   |
| <b>1.3. JUSTIFICACIÓN Y USO DE LOS RESULTADOS</b>              | <b>12</b>   |
| <b>1.4. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN</b>                         | <b>16</b>   |
| <b>1.5. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN</b>                         | <b>17</b>   |
| <b>1.5.1. OBJETIVO PRINCIPAL.</b>                              | <b>17</b>   |
| <b>1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.</b>                           | <b>17</b>   |
| <b>1.6. HIPÓTESIS</b>  | <b>18</b>   |
| <b>CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA</b>                                 | <b>19</b>   |
| <b>CAPÍTULO 3. MARCO TEÓRICO</b>                               | <b>22</b>   |
| <b>3.1. LOS JUEGOS</b>   | <b>22</b>   |
| <b>3.1.1. ¿QUÉ ES UN JUEGO?</b>                                | <b>22</b>   |
| <b>3.1.2. PENSAMIENTO LÚDICO.</b>                              | <b>24</b>   |
| <b>3.1.3. APRENDIZAJE CON VIDEOJUEGOS</b>                      | <b>25</b>   |
| <b>3.2. EL ARTE Y LA TECNOLOGÍA, IMPULSANDO LA CREATIVIDAD</b> | <b>27</b>   |
| <b>3.2.1. ¿QUÉ ES STEM? ¿Y STEAM?</b>                          | <b>27</b>   |
| <b>3.2.2. INCORPORACIÓN DEL ARTE Y STEM: EDUCACIÓN STEAM</b>   | <b>27</b>   |
| <b>3.2.3. SERIOUS GAMING (JUEGOS SERIOS)</b>                   | <b>29</b>   |
| <b>3.2.4. GAMIFICACIÓN</b>                                     | <b>29</b>   |
| <b>3.2.5. CATEGORÍAS DE APRENDIZAJE CON STEAM</b>              | <b>29</b>   |
| <b>3.3. ¿QUÉ ES LA CREATIVIDAD Y CÓMO INFLUYE?</b>             | <b>31</b>   |
| <b>3.3.1. DEFINICIONES</b>                                     | <b>31</b>   |
| <b>3.3.2. ¿CREATIVIDAD = CREAR?</b>                            | <b>32</b>   |
| <b>3.3.3. ANÁLISIS DE LA CREATIVIDAD</b>                       | <b>32</b>   |
| <b>3.3.4. ELEMENTOS DE LA CREATIVIDAD</b>                      | <b>33</b>   |
| <b>3.3.5. LA IMAGINACIÓN Y LA CREATIVIDAD</b>                  | <b>35</b>   |
| <b>3.4. LA REALIDAD AUMENTADA</b>                              | <b>36</b>   |
| <b>3.4.1. LOS INICIOS</b>                                      | <b>36</b>   |
| <b>3.4.2. EL SENSORAMA DE MORTON HEILIGH</b>                   | <b>36</b>   |
| <b>3.4.3. LA REALIDAD VIRTUAL Y LA REALIDAD MIXTA</b>          | <b>37</b>   |
| <b>3.4.4. EVOLUCIÓN DE LA REALIDAD AUMENTADA</b>               | <b>37</b>   |
|  | <b>X</b>    |

|   |           |
|---|-----------|
| 3.4.5. LA IMPORTANCIA DE LA REALIDAD AUMENTADA  | 38        |
| 3.4.6. USOS Y FUNCIONES   | 39        |
| 3.4.7. EDUCACIÓN Y APRENDIZAJE  | 40        |
| 3.4.8. REALIDAD AUMENTADA Y LOS TIPOS DE APRENDIZAJE  | 41        |
| 3.4.9. ARTE   | 42        |
| 3.4.10. CREATIVIDAD E IMAGINACIÓN EN LA REALIDAD AUMENTADA  | 43        |
| 3.5. LA REALIDAD AUMENTADA Y LOS VIDEOJUEGOS  | 44        |
| 3.5.1. HISTORIA   | 44        |
| 3.5.2. MINECRAFT EARTH  | 45        |
| 3.5.3. JUEGOS SERIOS CON REALIDAD AUMENTADA   | 45        |
| 3.6. ENTIDADES AUMENTADAS   | 46        |
| <b>CAPÍTULO 4. MODELO DE SOLUCIONES BASADAS EN JUEGOS PARA APRENDIZAJE CON REALIDAD AUMENTADA</b>                   | <b>48</b> |
| 4.1. SOLUCIONES BASADAS EN JUEGO  | 48        |
| 4.2. SOLUCIONES BASADAS EN JUEGO PARA EL APRENDIZAJE  | 51        |
| 4.2.1. GAMIFICACIÓN   | 51        |
| 4.2.2. GAMIFICACIÓN Y JUEGOS SERIOS   | 53        |
| 4.2.3. APRENDIZAJE BASADO EN JUEGOS.  | 54        |
| 4.2.4. MODELO DE SOLUCIONES BASADAS EN JUEGOS PARA EL APRENDIZAJE.  | 55        |
| 4.3. PROPUESTA  | 57        |
| 4.3.1. EL CONTEXTO  | 58        |
| <u>4.3.1.1. DEFINICIÓN DE CONTEXTO</u>  | 59        |
| 4.3.2. LA MOTIVACIÓN  | 59        |
| 4.3.3. LA INTENCIÓN   | 60        |
| 4.4. MODELO BASADO EN EL CONTEXTO, INTENCIÓN Y MOTIVACIÓN   | 60        |
| <b>CAPÍTULO 5. IMPLEMENTACIÓN DE UNA ACTIVIDAD DE REALIDAD AUMENTADA CON EL ESTÁNDAR DE LA IEEE EN UN PROTOTIPO</b> | <b>63</b> |
| 5.1. IEEE STD 1589-2020   | 63        |
| 5.2. XAPI   | 66        |
| 5.3. IDENTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD DE APRENDIZAJE Y SITUACIÓN.   | 68        |
| 5.3.1. NECESIDAD DE APRENDIZAJE Y LAS SBJ-A   | 70        |
| 5.4. PLANEACIÓN DE LA ACTIVIDAD   | 71        |
| 5.4.1. INFORMACIÓN DE TEMA PARA LA ACTIVIDAD  | 71        |
|   | XI        |

|   |            |
|---|------------|
| <b>5.4.2. CONTEXTUALIZACIÓN: DELIMITACIÓN Y ESPECIFICACIONES PARA LA ACTIVIDAD</b>  | <b>80</b>  |
| <b>5.5. ADAPTACIÓN DE ACTIVIDAD A ARLEM-XAPI</b>  | <b>84</b>  |
| <b>5.5.1. PORCIÓN DE ACTIVIDAD ADAPTADA EN FORMATO JSON</b>   | <b>87</b>  |
| <b>5.6. DESARROLLO DEL PROTOTIPO</b>  | <b>90</b>  |
| <b>5.6.1. ARQUITECTURA DEL SOFTWARE</b>   | <b>91</b>  |
| <b>5.6.2. DISEÑO DE INTERFAZ</b>  | <b>93</b>  |
| <b>5.6.3. CONECTIVIDAD Y AUTENTICACIÓN</b>  | <b>95</b>  |
| <b>5.6.4. DESARROLLO DE APLICACIÓN EN UNITY</b>   | <b>96</b>  |
| <b>5.6.5. VÍDEO INTRODUCTORIO</b>   | <b>98</b>  |
| <b>5.6.6. SIMULACIÓN AUMENTADA</b>  | <b>98</b>  |
| <b>5.6.7. DESARROLLO DE LA PLANEACIÓN DE CLASE PARA LA ACTIVIDAD</b>  | <b>99</b>  |
| <b>CAPÍTULO 6. RESULTADOS Y DISCUSIONES</b>   | <b>114</b> |
| <b>6.1. ALCANCES ESPERADOS Y LOGRADOS EN LAS ETAPAS METODOLÓGICAS DE LA ACTIVIDAD.</b>  | <b>114</b> |
| <b>6.1.1. ETAPA 1: CONOCIENDO LA REALIDAD AUMENTADA (RA) Y EL USO DE JUEGOS PARA EL APRENDIZAJE.</b>                                      | <b>117</b> |
| <b>6.1.2. ETAPA 2: INTRODUCCIÓN A LA ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE “ORGANIZAR EL MOBILIARIO EN UN CONTEXTO DESIGNADO”.</b>                     | <b>119</b> |
| <b>6.1.3. ETAPA 3: USO DE LA APLICACIÓN PARA REALIZAR LA ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE “ORGANIZAR EL MOBILIARIO EN UN CONTEXTO DESIGNADO”.</b> | <b>119</b> |
| <b>6.1.4. ETAPA 4: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE “ORGANIZAR EL MOBILIARIO EN UN CONTEXTO DESIGNADO”.</b>      | <b>122</b> |
| <b>6.2. RESULTADOS DE MEDICIÓN</b>  | <b>123</b> |
| <b>6.2.1. PREGUNTAS DE EVALUACIÓN</b>   | <b>124</b> |
| <b>6.2.2. PREGUNTAS DE SATISFACCIÓN</b>   | <b>134</b> |
| <b>6.2.3. PREGUNTAS LIBRES</b>  | <b>136</b> |
| <b>6.2.4. PROMEDIOS DE RESULTADOS A PARTIR DE LOS TIPOS DE PREGUNTAS.</b>   | <b>144</b> |
| <b>CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES</b>   | <b>147</b> |
| <b>REFERENCIAS</b>  | <b>153</b> |
| <b>APÉNDICES</b>  | <b>160</b> |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Figura 1. Elementos del pensamiento lúdico de Amy Jo Kim (2017)</b>   | <b>24</b> |
| <b>Figura 2. Mapa de diferencias del aprendizaje y arte (Elaboración propia).</b>  | <b>30</b> |
| <b>Figura 3. Diagrama de aspectos que conforman la creatividad según Runco.</b>  | <b>34</b> |
| <b>Figura 4. Matriz de soluciones basadas en juego de Marczweski (2018).</b>   | <b>49</b> |
| <b>Figura 5. Traducción y extensión de los tipos de gamificación de Kapp y Marczewski.</b>                                     | <b>53</b> |
| <b>Figura 6. Proceso de análisis para el diseño de una SBJ-A.</b>  | <b>61</b> |
| <b>Figura 7. Factores del modelo de SBJ-A basado en contexto, motivación e intención, que cubre una necesidad.</b>             | <b>62</b> |
| <b>Figura 8. Traducción de modelos de lenguaje de ARLEM.</b>   | <b>64</b> |
| <b>Figura 9. Estructura y elementos de una actividad.</b>  | <b>65</b> |
| <b>Figura 10. Metadatos y datos de actividad en xapi.</b>  | <b>67</b> |
| <b>Figura 11. Portada de la presentación gráfica del tema.</b>   | <b>78</b> |
| <b>Figura 12. Diapositiva del proceso de la actividad.</b>   | <b>79</b> |
| <b>Figura 13. Diapositiva de medidas de seguridad e inclusión.</b>   | <b>79</b> |
| <b>Figura 14. Diagrama de representación de pasos de la actividad (Medina-Mota &amp; López-Morteo, 2022).</b>                  | <b>86</b> |
| <b>Figura 15. Ejemplo de diagrama de proceso de desglose JSON de metadatos de los usuarios alumnos.</b>                        | <b>89</b> |
| <b>Figura 16. Diagrama de clases del proceso de conexión entre el API y el runtime (Medina-Mota &amp; López-Morteo, 2022).</b> | <b>92</b> |
| <b>Figura 17. Diagrama de caso-uso de la interacción inicial de la aplicación (Medina-Mota &amp; López-Morteo, 2022).</b>      | <b>93</b> |
| <b>Figura 18. Pantallas de diseño de interfaz.</b>   | <b>94</b> |
| <b>Figura 19. Simulación de diseño de interfaz.</b>  | <b>94</b> |
| <b>Figura 20. Autenticación del usuario.</b>   | <b>95</b> |
| <b>Figura 21. Simulación de Firebase Realtime Database.</b>  | <b>96</b> |
| <b>Figura 22. Simulación de aplicación en escena.</b>  | <b>98</b> |
| <b>Figura 23. Arcscene.</b>  | <b>98</b> |
| <b>Figura 24. Escena del vídeo introductorio.</b>  | <b>98</b> |
| <b>Figura 25. Pantalla de posicionamiento de objetos en el entorno real.</b>   | <b>99</b> |

|  |            |
|--|------------|
| <b>Figura 26 y 27. Impartición de la clase para la actividad.</b>                    | <b>118</b> |
| <b>Figura 28. Lluvia de ideas de la RA, elaborada por los alumnos.</b>               | <b>118</b> |
| <b>Figura 29. Listado de equipos entre los alumnos.</b>                              | <b>120</b> |
| <b>Figura 30. Apoyo del TI al uso de la aplicación.</b>                              | <b>121</b> |
| <b>Figura 31 y 32. Alumnos utilizando la aplicación.</b>                             | <b>121</b> |
| <b>Figura 33. Gestión de interacciones en el LRS.</b>                                | <b>122</b> |
| <b>Figura 34. Resultados de rango de edad entre los alumnos participantes.</b>       | <b>124</b> |
| <b>Figura 35. Resultados de género entre los alumnos participantes.</b>              | <b>124</b> |
| <b>Figura 36. Pregunta 1 de evaluación.</b>  | <b>125</b> |
| <b>Figura 37. Pregunta 2 de evaluación.</b>  | <b>126</b> |
| <b>Figura 38. Pregunta 3 de evaluación.</b>  | <b>127</b> |
| <b>Figura 39. Pregunta 4 de evaluación.</b>  | <b>128</b> |
| <b>Figura 40. Pregunta 5 de evaluación.</b>  | <b>128</b> |
| <b>Figura 41. Pregunta 6 de evaluación.</b>  | <b>129</b> |
| <b>Figura 42. Pregunta 7 de evaluación.</b>  | <b>130</b> |
| <b>Figura 43. Pregunta 8 de evaluación.</b>  | <b>131</b> |
| <b>Figura 44. Pregunta 9 de evaluación.</b>  | <b>131</b> |
| <b>Figura 45. Pregunta 10 de evaluación.</b>   | <b>132</b> |
| <b>Figura 46. Pregunta 11 de evaluación.</b>   | <b>133</b> |
| <b>Figura 47. Pregunta 12 de evaluación.</b>   | <b>133</b> |
| <b>Figura 48. Pregunta 13 de evaluación.</b>   | <b>134</b> |
| <b>Figura 49. Gráfico con resultados del grado de satisfacción de la aplicación.</b> | <b>135</b> |
| <b>Figura 50. Gráfico con resultados del grado de satisfacción de la aplicación.</b> | <b>136</b> |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |            |
|--|------------|
| <b>TABLA 1. Tabla de análisis de comparación de resultados de los 21 artículos de Realidad Aumentada consultados.</b>  | <b>4</b>   |
| <b>TABLA 2. Tabla de análisis de comparación de resultados de búsqueda (País y palabras clave) de los seis artículos de arte visual con tecnología.</b>            | <b>8</b>   |
| <b>TABLA 3. Traducción y extensión del modelo de las soluciones basadas en juegos de Marczweski (2018).</b>  | <b>50</b>  |
| <b>TABLA 4. Diferencias entre soluciones basadas en juegos para el aprendizaje extendido y tomado de Kapp (2012).</b>  | <b>55</b>  |
| <b>TABLA 5. Relaciones explícitas e implícitas entre SBJ de Kapp y Marczewski (Medina-Mota &amp; López-Morteo, 2021).</b>  | <b>56</b>  |
| <b>TABLA 6. Tabla de contexto de la actividad de aprendizaje.</b>  | <b>69</b>  |
| <b>TABLA 7. Tabla de pasos para finalizar la actividad.</b>  | <b>70</b>  |
| <b>TABLA 8. Tabla de aspectos útiles y no útiles del estilo auditorio (Egea, 2016).</b>  | <b>75</b>  |
| <b>TABLA 9. Tabla de aspectos útiles y no útiles del estilo seminario (Egea, 2016).</b>  | <b>76</b>  |
| <b>TABLA 10. Tabla de aspectos útiles y no útiles del estilo cara a cara (Egea, 2016).</b>   | <b>76</b>  |
| <b>TABLA 11. Tabla de aspectos útiles y no útiles del estilo agrupado (Egea, 2016).</b>  | <b>77</b>  |
| <b>TABLA 12. Tabla de aspectos útiles y no útiles del estilo ubicación cruzada (Egea, 2016).</b>   | <b>77</b>  |
| <b>TABLA 13. Tabla de especificaciones técnicas.</b>   | <b>81</b>  |
| <b>TABLA 14. Tabla de ESPECIFICACIONES CONTEXTUALES</b>  | <b>82</b>  |
| <b>TABLA 15. Tabla de enunciados y actores involucrados en la actividad de acuerdo a la adaptación de actividad a xAPI (Medina-Mota &amp; López-Morteo, 2022).</b> | <b>85</b>  |
| <b>TABLA 16. Tabla de requerimientos del prototipo.</b>  | <b>91</b>  |
| <b>TABLA 17. Tabla de resultados esperados de la etapa 1.</b>  | <b>101</b> |
| <b>TABLA 18. Tabla actividades de aprendizaje de la etapa 1.</b>   | <b>102</b> |
| <b>TABLA 19. Tabla actividades de soporte de la etapa 1.</b>   | <b>102</b> |
| <b>TABLA 20. Tabla de resultados esperados de la etapa 2.</b>  | <b>103</b> |
| <b>TABLA 21. Tabla actividades de aprendizaje de la etapa 2.</b>   | <b>104</b> |
| <b>TABLA 22. Tabla actividades de soporte de la etapa 2.</b>   | <b>105</b> |
| <b>TABLA 23. Tabla de resultados esperados de la etapa 3.</b>  | <b>106</b> |
| <b>TABLA 24. Tabla actividades de aprendizaje de la etapa 3.</b>   | <b>106</b> |
| <b>TABLA 25. Tabla actividades de soporte de la etapa 3.</b>   | <b>107</b> |
| <b>TABLA 26. Tabla de resultados esperados de la etapa 4.</b>  | <b>108</b> |

|   |            |
|---|------------|
| <b>TABLA 27. Tabla actividades de aprendizaje de la etapa 4.</b>                                | <b>108</b> |
| <b>TABLA 28. Tabla actividades de soporte de la etapa 4.</b>                                    | <b>109</b> |
| <b>5.6.8. Desarrollo de la medición final del prototipo.</b>                                    | <b>110</b> |
| <b>TABLA 29. Preguntas de evaluación para medición Likert.</b>                                  | <b>111</b> |
| <b>TABLA 30. Preguntas de encuesta de satisfacción de aplicación y actividad.</b>               | <b>112</b> |
| <b>TABLA 31. Preguntas libres de percepción.</b>  | <b>112</b> |
| <b>TABLA 32. Preguntas de evaluación para medición Likert, separadas por tipos.</b>             | <b>113</b> |
| <b>TABLA 33. Primera respuesta libre de los alumnos participantes.</b>                          | <b>137</b> |
| <b>TABLA 34. Segunda respuesta libre de los alumnos participantes.</b>                          | <b>141</b> |
| <b>TABLA 35. Tabla de resultados porcentuales de las preguntas de evaluación según el tipo.</b> | <b>146</b> |

## GLOSARIO

- **Realidad aumentada.** Una tecnología que permite aumentar la experiencia y los sentidos trabajando en dos dimensiones: La dimensión en la que vivimos, la vida real, y la dimensión aumentada, la alterna (Zlatovski et al. 2019).
- **STEM.** STEM es la educación de habilidades y temas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas aplicados a la vida real. STEM es importante ya que les enseña a los estudiantes a entender y utilizar las áreas STEM en áreas de trabajo/cotidianas en conjunto, ya que es raro que un trabajo requiera de una sola habilidad (Steam Powered Family, 2018).
- **STEAM.** Se define como "educación para aumentar el interés y la comprensión de los estudiantes en la tecnología científica y para aumentar la alfabetización STEAM basada en tecnología científica y la capacidad de resolver problemas en el mundo real" (Kofac, 2017).
- **Juegos.** Un juego es un sistema donde los jugadores participan en un desafío abstracto, definido por reglas, interactividad y retroalimentación que dan un resultado cuantificable que suele generar una reacción emocional (Kapp, 2012).
- **Juegos serios.** Una experiencia diseñada usando mecánicas de juego y pensamiento lúdico para educar individuos en un dominio de contenido específico. (Kapp, 2012)
- **Pensamiento lúdico.** Una estrategia para enganchar al usuario en experiencias atractivas, haciendo uso de juegos y enfoques de juego para lograr un entendimiento y dominio de la experiencia. (Medina-Mota & López-Morteo, 2021)

- **Contexto.** Información de la situación de recursos, entorno y de los usuarios para obtener requerimientos base.
- **Creatividad.** Según la RAE, es la capacidad de crear. De Human Motivation, 3a ed., Robert E. Franken: La creatividad se define como la tendencia a generar o reconocer ideas, alternativas o posibilidades que pueden ser útiles para resolver problemas, comunicarnos con los demás y entretenernos a nosotros mismos ya los demás. La creatividad está presente cada vez que imaginamos, combinamos, alteramos y creamos algo nuevo (Vygotsky, 2004).
- **Imaginación.** Actividad/Proceso creativo del cerebro para combinar y recrear creativamente elementos de experiencias pasadas, y las usa para generar nuevas proposiciones y comportamientos (Vygotsky, 2004).
- **Crear.** Establecer, fundar, introducir por vez primera algo; hacerlo nacer o darle vida, en sentido figurado (RAE).
- **Innovación.** Mudar o alterar algo, introduciendo novedades. (RAE) La innovación se distingue de la creatividad por la implementación de ideas, no generarlas (Rosing et al, 2011).

- **Conocimiento.** Facultad del ser humano para comprender por medio de la razón la naturaleza, cualidades y relaciones de las cosas (RAE).
- **Absorción del conocimiento.** El conocimiento se genera como emisor y se absorbe al ser receptores, la capacidad de absorción como la capacidad para aprender conocimiento externo a través de los procesos de identificación, asimilación y explotación del mismo (Percia David et al, 2020).
- **Actividad de aprendizaje.** Son las distintas tareas o ejercicios que una persona o un grupo de ellas llevan a cabo con el propósito de hacer avanzar el proceso de aprendizaje (Inter\_ECODAL).
- **Experiencia de aprendizaje.** Una actividad de aprendizaje que “vives” o “experimentas” para completar (ADL, 2020).
- **Experiencia aumentada.** Una experiencia cualquiera que vives bajo la inmersión aumentada.

# CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

Con los avances de la tecnología digital crece el interés público a los dispositivos móviles y con ello la oportunidad de aprovechar sus beneficios para proponer y aplicar alternativas para actividades cotidianas, de entretenimiento o educativas con nuevas herramientas. Sin embargo, para implementar alternativas con tecnologías digitales, en especial de aprendizaje, es necesario investigar, analizar, experimentar y comparar los resultados de diferentes propuestas, conocer los fundamentos y sus definiciones. Entre las varias alternativas de tecnologías digitales y la demanda de los dispositivos móviles, se amplía el panorama y se apuesta por la inmersión de las realidades alternas en la búsqueda de aplicar la realidad aumentada como una experiencia y herramienta de varios usos en diferentes áreas y, sobretodo, con accesibilidad y facilidad de uso para los usuarios de dispositivos móviles con una cámara. Como Michael Nebeling (2020) menciona en su curso “Extended Reality for Everybody”: La realidad aumentada mejora e intensifica la realidad del mundo físico, combinando objetos reales y ficticios de manera tridimensional. Al agregar información adicional en el mundo real, se producen resultados de uso que activan la creatividad e imaginación, causado por la inmersión en la experiencia aumentada (Herpich et al., 2018) a partir de material visual tridimensional por lo cual Thuneberg et al (2018) plantean que la unión del arte y las tecnologías digitales resulta un salto muy importante para STEAM (ciencia, tecnología, ingeniería, arte, educación matemática), que se puede definir como "educación para aumentar el interés y la comprensión de los estudiantes en la tecnología científica y para aumentar la alfabetización STEAM basada en tecnología

científica y la capacidad de resolver problemas en el mundo real" (Kofac, 2017) (Medina-Mota & López-Morteo, 2021). Es importante mencionar no solo la educación STEAM, sino el aprendizaje a distancia o e-learning, siendo una alternativa obligatoria para sostener la interacción educativa en la pandemia del COVID-19 en 2020.

Conociendo desde los fundamentos de la realidad aumentada (RA), sus alcances y las aplicaciones en tres áreas de interés: la educación, el aprendizaje y el arte, se estudia cómo funciona la realidad aumentada en diferentes contextos y cómo genera el impacto inmersivo para su aplicación, para motivos de esta investigación en el aprendizaje, donde el uso de herramientas de arte visual digital impulsa el interés de los usuarios y los motiva a seguir aprendiendo, analizando y observando. Por consiguiente, y debido al gran impacto del e-learning durante la pandemia por COVID-19, ya es “normal” utilizar las palabras tecnología y aprendizaje juntas, e incluso se siguen buscando alternativas, herramientas y/o plataformas que puedan mejorar y hacerlo cada vez más ameno. Docentes apuestan a las alternativas que impliquen el uso de “juegos” e interacción en el aula, o como Marczewski (2018) las llama: Soluciones basadas en juego (SBJ), ya que la capacidad de concentración, resolución de problemas y de crear mejores experiencias es mayor, obteniendo alumnos motivados y creativamente activos. Sin embargo, la simple implementación no basta, como menciona Videnovik et al (2019) para integrar la tecnología es necesario seguir un proceso pedagógico ideal para lograr obtener un interés mayor, no solo como entretenimiento, sino como un aprendizaje. Por lo cual, se realiza un análisis de soluciones basadas en juegos, desde la perspectiva estadounidense de Karl Kapp (2012), un pionero de la gamificación y las soluciones de aprendizaje basadas en juegos y la perspectiva británica de Andrzej Marczewski (2018), experto en gamificación, investigador y diseñador de modelos de

gamificación y soluciones basadas en juego. Con esto obteniendo un modelo de soluciones basadas en juegos para el aprendizaje (SBJ-A), compuesto por la gamificación, el aprendizaje basado en juegos y los juegos serios, agregando el contexto, la intención y motivación como factores clave para la comprensión de soluciones basadas en juego para el aprendizaje y como guía para su diseño (Medina-Mota & López-Morteo, 2021).

Tras la creación del modelo SBJ-A (Medina-Mota & López-Morteo, 2021), se continuó la aplicación en ambientes aumentados, por lo cual, tras una revisión bibliográfica actualizada a los años 2020-2021, se encontró un estándar de realidad aumentada desarrollado en el 2020, siendo en el 2021 publicado: el estándar 1589 IEEE (**IEEE Std 1589TM-2020**) “Estándar IEEE para Modelos de Aprendizaje con Realidad Aumentada (ARLEM)” por el Comité de Estándares para las Tecnologías Educativas, grupo 1589. El estándar ARLEM (2021) proporciona un mejor entendimiento del correcto uso y aplicación de la realidad aumentada más allá del entretenimiento y de una actividad de entrenamiento, en contextos específicos de aprendizaje.

En esta tesis de posgrado se presenta, finalmente, la creación de un sistema de gestión de aprendizaje con realidad aumentada, basado en el estándar 1589 IEEE y xAPI, que conectan entre una base de datos (servidor de registro de aprendizaje) y un cliente, siendo una aplicación móvil como herramienta para desarrollar una actividad de aprendizaje existente seleccionada para el prototipado, comenzando por la adaptación, el análisis de necesidad de aprendizaje y de contexto con el modelo SBJ-A, la adaptación de la actividad a partir de la estructuración de xAPI (ADL, 2020), hasta el uso de los metadatos y

estructuración de IEEE ARLEM para la interacción aumentada. Un modelo de uso de juegos con realidad aumentada en dispositivos móviles a partir de la inmersión y atracción que conllevan los elementos de un juego, aportando a la exploración creativa y la resolución de problemas a través del pensamiento lúdico.

## 1.1. ANTECEDENTES

En una revisión bibliográfica, realizada para encontrar fundamentos y antecedentes de la realidad aumentada, se consultaron 21 artículos. Los proyectos de relevancia se identificaron y separaron entre áreas o categorías en comparativa con palabras en común entre cuatro términos: Fundamentos, Educación, Aprendizaje y Arte. En la tabla 1 se presenta el resultado gráfico del análisis, separado entre categorías, los artículos que las conforman, autor y palabras clave de sus títulos.

TABLA 1. Tabla de análisis de comparación de resultados de los 21 artículos de Realidad Aumentada consultados.

| Realidad aumentada aplicada en diferentes áreas |   |   |                |       |   |
|---|---|---|----------------|-------|---|
| Categoría                                       | # | Artículo  | Autor          | País  | Palabras clave                            |
| Fundamentos                                     | 1 | <i>What Are Augmented Reality Development And Their Uses?</i> | Rawat, (2019)  | India | Realidad Aumentada & Desarrollo & Usos    |
|   | 2 | <i>Fundamentals of Wearable Computers</i>                     | Tecchia (2016) | USA   | Realidad Aumentada & Computadoras Usables |

|                    |    |  |                          |           |   |
|--------------------|----|--|--------------------------|-----------|---|
|                    |    | <i>and Augmented Reality, Second Edition</i>   |                          |           |   |
|                    | 3  | <i>The History of Mobile Augmented Reality</i>   | Arth, et al (2015)       | Austria   | Realidad Aumentada & Móvil & Historia                             |
|                    | 4  | <i>What Wearable Augmented Reality Can Do for You</i>  | Thomas, Sandor (2009)    | Alemania  | Realidad Aumentada & Usable                                       |
| <b>Educación</b>   | 5  | <i>Development of an Educational AR application</i>  | Ristevski, et.al. (2019) | Serbia    | Realidad Aumentada & Desarrollo & Aplicación educativa            |
|                    | 6  | <i>Design Thinking Methodology for Increasing Quality of Experience of AR educational Games</i>                      | Videnovik, et.al. (2019) | Macedonia | Realidad aumentada & Metodología & Diseño de pensamiento          |
|                    | 7  | <i>Augmented Reality in Education Inclusion</i>  | Quintero, et. Al. (2019) | España    | Inclusión & Eduación & Realidad aumentada                         |
|                    | 8  | <i>How the Type of Content in Educative AR application affects the learning experience</i>                           | Herpich, et al., (2019)  | Colombia  | Experiencia & Aprendizaje   |
| <b>Aprendizaje</b> | 9  | <i>Probability learning in mathematics using augmented reality: impact on student's learning gains and attitudes</i> | Cai, et al. (2020)       | España    | Realidad Aumentada & Impacto & Aprendizaje                        |
|                    | 10 | <i>Mobile AR impact in Student Engagement: An analysis of the Focused Attention dimension</i>                        | Herpich et. Al., (2018)  | Brazil    | Realidad Aumentada & Compromiso/atención del estudiante & Impacto |

|             |    |   |                                 |          |  |
|-------------|----|---|---------------------------------|----------|--|
|             | 11 | <i>Augmenting Reality and Formality of Informal and Non-Formal Settings to Enhance Blended Learning</i>                           | Pérez-San Agustín, et al (2014) | España   | Realidad aumentada & Realidad virtual & Aprendizaje mixto                        |
|             | 12 | <i>Mobile Serious Game Using Augmented Reality for Supporting Children's Learning About Animals</i>                               | Zarzuela et. Al. (2013)         | España   | Realidad Aumentada & Juego serio & Dispositivos móviles                          |
|             | 13 | <i>An Interactive Mobile Augmented Reality Magical Playbook: Learning Number with the Thirsty Crow</i>                            | Tomi, Rambli (2013)             | Malaysia | Realidad Aumentada & Aplicación móvil & Libro interactivo                        |
|             | 14 | <i>Affordances of Augmented Reality in Science Learning: Suggestions for Future Research</i>                                      | Cheng, Tsai (2012)              | Taiwan   | Enseñanza de Ciencia & Realidad Aumentada  |
| <b>Arte</b> | 15 | <i>Exploring Imaginative Capability and Learning Motivation Difference Through Picture E-Book</i>                                 | Lin, et al (2018)               | Taiwan   | Realidad aumentada & Imaginación & Aprendizaje & Motivación & Imágenes digitales |
|             | 16 | <i>Desenho de Recursos de Realidade Aumentada na articulação de diferentes contextos educacionais no Ensino das Artes Visuais</i> | Monteiro, Quintas-Mendes (2018) | Brazil   | Realidad aumentada & Artes visuales  |
|             | 17 | <i>The Aesthetic Experience of AR</i>   | Qu (2017)                       | Japón    | Realidad aumentada & Experiencia estética & Interacción                          |

|  |    |  |                      |        |   |
|--|----|--|----------------------|--------|---|
|  | 18 | <i>Challenges and Possibilities of Use of Augmented Reality in Education Case Study in Music Education</i> | Martins et al (2015) | Brazil | Realidad aumentada & Educación & Música |
|--|----|--|----------------------|--------|---|

En la sección de fundamentos, los artículos se basan en hablar de la historia actual, concentrándose en los usos y desarrollo, de la realidad aumentada y su aplicación en las tecnologías móviles y usables. Según Arjun Rawat (2019), la Realidad Aumentada se ha convertido en una de las tecnologías emergentes, creando nuevas tendencias en el campo del desarrollo de software. Aunque mucha gente lo considera solo para entretenimiento, en realidad se utiliza para una gran variedad de tareas en diferentes áreas y conceptos.

En educación se presentan diversos proyectos cuyo enfoque de desarrollo es para educar a los estudiantes, de generar aplicaciones móviles accesibles con una metodología y diseño de aprendizaje esencial para obtener resultados positivos en sus experiencias con la realidad aumentada, como Ristevski et al (2019) indican.

El aprendizaje con la realidad aumentada se concentra, principalmente, en el impacto que genera en los estudiantes o usuarios, sus experiencias antes, durante y después del uso de la realidad aumentada. A esto se le llama un aprendizaje mixto al utilizar la unión y alternativa de herramientas físicas y aumentadas. (Pérez-San Agustín, et al, 2014).

En la categoría del arte, a pesar de contar con menor cantidad de resultados a comparación de las demás, su aplicación en la realidad aumentada gira en torno al

aprovechamiento y exploración de la imaginación, la interacción y con ello obtener un aprendizaje. Qu (2020) en “*The Aesthetic Experience of Augmented Reality*”, explica la importancia de las experiencias y el impacto en la realidad aumentada generan un valor agregado con el uso de las artes y la estética, sea implementándola o adaptando un método de forma de arte con una aplicación. Es muy importante lo que se ve y se experimenta, como la inmersión y percepción para tener un buen impacto en la RA. Posteriormente, en la tabla 2, se presentan algunos títulos de aplicaciones móviles utilizando arte para la educación y aprendizaje STEAM.

TABLA 2. Tabla de análisis de comparación de resultados de búsqueda (País y palabras clave) de los seis artículos de arte visual con tecnología.

|                            | # | Artículo  | Autor                   | País      | Palabras clave   |
|----------------------------|---|---|-------------------------|-----------|--|
| <b>Arte con tecnología</b> | 1 | <i>Virtual gallery as a media to simulate painting appreciation in art learning</i>               | Sugiarto, et. Al (2019) | Indonesia | Galería virtual & Aprendizaje de arte & Arte visual & Apreciación de pintura     |
|                            | 2 | <i>Exploring Imaginative Capability and Learning Motivation Difference Through Picture E-Book</i> | Lin, et al (2018)       | Taiwan    | Realidad aumentada & Imaginación & Aprendizaje & Motivación & Imágenes digitales |
|                            | 3 | <i>The artist emerges: Visual art learning alters neural structure and function</i>               | Schlegel, et al (2015)  | EUA       | Arte & Cognición creativa & Arte visual  |

|   |   |                        |           |  |
|---|---|------------------------|-----------|--|
| 4 | <i>The Role of Interactive Visual Art Learning in Development of Young Children's Creativity</i>                                    | Stavidri (2015)        | Egipto    | Arte & Creatividad & Arte Visual & Tecnología        |
| 5 | <i>How creativity, autonomy and visual reasoning contribute to cognitive learning in a STEAM hands-on inquiry-based math module</i> | Thuneberg et al (2018) | Finlandia | Arte& STEAM & Motivación & Razonamient & Aprendizaje |
| 6 | <i>Learning to Think Critically: A Visual Art Experiment</i>  | Bowen et al. (2014)    | EUA       | Arte & Educación                                     |

La tecnología digital apoya la exploración artística y creativa debido a la libertad que muchos de los dispositivos móviles brindan. La falta de la visualización presencial, como el caso de una galería de arte en el artículo de “Virtual gallery as a media to simulate painting appreciation in art learning”, donde Sugiarto et. Al (2019) utilizan galerías virtuales en línea para apoyar los trabajos de artistas del mundo, accesibles en cualquier navegador conectado a internet. También la falta de herramientas a la mano del usuario son la limitante para el proceso creativo (Stavidri, 2015).

## 1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La tecnología digital es el día a día del usuario promedio desde la exitosa llegada de los dispositivos móviles y sus vastas posibilidades por su tamaño y precio, que la sociedad adapta muchas de sus actividades de la manera tradicional, por ejemplo, hacer notas, comunicarse, dibujar, incluso leer las noticias. Comparando precios y especificaciones, se puede deducir que obtener una computadora personal, una laptop, una tablet o un smartphone es factible dependiendo de las funciones y usos del usuario, sin provocar una competencia o comparativa entre dispositivos. Y si los dispositivos actuales brindan tantas posibilidades, ¿Cómo sería posible aprovecharlos como una herramienta en distintas áreas? Por ejemplo, en la pintura, la posibilidad de pintar sin necesidad de un lienzo y brocha, sin nada más que, por su movilidad y accesibilidad, un dispositivo móvil.

Para el usuario moderno sería ideal un entorno libre y que requiera el menor gasto o saturación de herramientas para n actividades y, sobre todo, un buen medio de visualización de lo que estamos haciendo, viendo, experimentando. Una alternativa ideal para lograr esto es la realidad aumentada, tecnología que en la última década se convirtió en “realidad aumentada en dispositivos móviles” (Arth et al., 2015), y que permite aumentar la experiencia y los sentidos trabajando en dos dimensiones: La dimensión en la que vivimos, la vida real, y la dimensión aumentada, la alterna. La capacidad multi-espacial que la realidad aumentada ofrece, genera un impacto en el usuario, viviendo experiencias aumentadas, cuyos resultados positivos son aprovechables como herramienta de aprendizaje en la fusión de esta tecnología y las soluciones basadas en juegos. Sin embargo, ¿Qué percepción hay respecto al uso de juegos con realidad aumentada? La realidad aumentada produce resultados de uso

que activan la creatividad e imaginación de los estudiantes, causado por la inmersión en la experiencia aumentada, diferente de los métodos tradicionales, cuya influencia en el aprendizaje es menor a una influencia por realidad aumentada y el despertar creativo (Herpich et al, 2018) (Qu, 2017). Con este impulso creativo en los usuarios estudiantes, ¿cómo se aprovecha la inmersión con la realidad aumentada?

Es común que en una era donde la implementación del estudio de las áreas del STEAM, los métodos tradicionales no sean suficientes para los estudiantes y en su defecto pierdan el interés, por ejemplo, después de la lectura de un libro de texto de ciencia sin imágenes o monótono, y no despierte algún motivo para continuar aprendiendo (Herpich et al, 2018) (Oblinger, 2005). Esto provoca que el estudiante tampoco logre desarrollar la creatividad e imaginación en ellos para indagar en el tema y buscar modelar a su mejor entendimiento el conocimiento adquirido. Es más sencillo comprender un tema con un libro con imágenes, pero, si al agregarle lo aumentado, esa imagen logra ser manipulable o visible en todos sus ángulos, estimulando con mayor fuerza a la creatividad y aumenta la respuesta de aprendizaje, ¿Qué alcances se logran utilizando la realidad aumentada para el aprendizaje? ¿De qué manera se podrían realizar actividades de aprendizaje basadas en realidad aumentada?

Con la implementación de juegos basados en realidad aumentada, es posible que los estudiantes estén, no estrictamente concentrados, sino inmersos en el multiespacio aumentado que los empuja a querer conocer más y echar la imaginación a volar (Kapp, 2012) (Marczewski, 2018) (Nebeling, 2020), y si en este espacio se logra pasar de un estado no creativo a uno creativo, ¿Qué tan efectivo es el uso del modelo de diseño de actividades de

aprendizaje para el desarrollo de una herramienta aumentada? ¿Qué resultados se obtienen con el uso de un juego basado en una herramienta aumentada?

En el proyecto de investigación que se presenta es importante elaborar un modelo de diseño de actividades de aprendizaje aplicables con entornos aumentados, y posteriormente estudiar la percepción del uso de juegos con herramientas de realidad aumentada para lograr brindar una experiencia de aprendizaje y obtener alternativas accesibles para el estudiante con el uso y aprovechamiento de los dispositivos móviles.

### **1.3. JUSTIFICACIÓN Y USO DE LOS RESULTADOS**

La realidad aumentada es un área bastante investigada para su desarrollo en la última década, esto se puede notar con una búsqueda en internet al respecto. Sin embargo, sus usos se suelen enfocar en el aspecto comercial, de publicidad y entretenimiento, obteniendo como resultado una experiencia aumentada (McGarrigle, 2014). Los estudios y propuestas de avance en la implementación de tecnologías digitales como la realidad aumentada se concentran principalmente en las áreas de Ciencia, en la educación y aprendizaje de ella (Cheng & Tsai, 2012), como en la educación STEM, que ha sacado provecho a estas alternativas digitales (Restivo et al, 2014). Esto agrega a la A de arte, convirtiéndose en STEAM, ya que utilizan arte como medio de atracción para el usuario/estudiante en la educación (Steam Powered Family, 2018). Justamente este impacto, y gran diferencia entre los métodos convencionales y el método con las tecnologías digitales, es muy importante para aprovecharlo en la realidad aumentada.

La realidad aumentada produce resultados de uso que activan la creatividad e imaginación de los estudiantes, causado por la inmersión en la experiencia aumentada a diferencia de los métodos tradicionales, cuya influencia en el aprendizaje y el despertar creativo es menor. Esto lo demuestran Herpich et al en “Mobile Augmented Reality impact in Student Engagement: an Analysis of the Focused Attention dimension”, donde realizan pruebas de medición de ondas cerebrales con sensores EEG para estudiar el nivel de atención durante la interacción de estudiantes entre tecnologías educativas y métodos tradicionales, dando resultados altos en la atención (concentración) del estudiante con una aplicación de RA. (Herpich et al., 2018). Tomando otro caso de estudio, Schlegel et al en 2015 analizaron los cambios neuronales en el aprendizaje de arte, determinando que tanto los estudiantes de arte como los no-artísticos, aprendían y comprendían mejor a través de la observación.

Los estudios anteriores demuestran, a nivel neurológico, los alcances del impacto en el cerebro de los usuarios y la respuesta de atención y concentración, haciendo evidente que hay componentes emotivos que se ven alterados de manera positiva en el uso de la realidad aumentada, y estos pueden medirse por métodos cualitativos para demostrar su impacto emocional. Incluso, demuestran que el aprendizaje a partir de la observación, como aprenden los infantes, es favorable para la mayoría de los estudiantes.

Hablar del arte y la creatividad en el aprendizaje es importante pues, según el Instituto de la integración de las artes y STEAM, en su integración, las artes son una vía a través de la cual los estudiantes aplican y conectan el contenido enseñado previamente. Tanto el área de contenido como el área de artes están interconectados. Ahora, si a esta perspectiva se le agrega un alcance interactivo de mecánicas de juego, a través del pensamiento lúdico, la

atención y recepción de aprendizaje del estudiante podría mejorar gradualmente, agregando el extra de la observación y la inmersión aumentada haciendo uso de elementos gráficos tridimensionales.

Según Karl Kapp (2012) la gamificación es el uso de mecánicas basadas en juegos, estética y pensamiento lúdicos para fidelizar a las personas, motivar acciones y resolver problemas (Medina-Mota & López-Morteo, 2021). Con la implementación de juegos basados en elementos de creatividad e imaginación, es posible que los estudiantes estén, no estrictamente concentrados, sino inmersos en el multi-espacio aumentado que los empuja a querer conocer más y echar la imaginación a volar (Lin et al, 2018).

Así mismo, la simple implementación no basta, como menciona Videnovik et al (2019), para integrar la tecnología es necesario seguir un proceso pedagógico ideal para lograr obtener un interés mayor, no solo como entretenimiento, sino como una enseñanza (Medina-Mota & López-Morteo, 2021). El cómo se maneje el arte y cómo se realice la planeación pedagógica es importante para una alternativa aumentada. Es impresionante el estudio y aceptación del arte dentro de STEM, que evidentemente se implementa como STEAM en la realidad aumentada. Sin embargo, el estudio único de la aplicación de la realidad aumentada para desarrollar alternativas de carácter artístico y creativo es muy poco. Las bases para poder trabajar una aplicación educativa existen, pero se concentran en su orientación hacia las ciencias y matemáticas, utilizando las representaciones gráficas como un medio de visualización y no como una justificación del uso del material creativo-artístico en experiencias de aprendizaje: El uso de herramientas de arte digital impulsa el interés de los usuarios y los motiva a seguir aprendiendo (Lin et al, 2018).

La realidad aumentada en la actualidad brinda experiencias que el ser humano antes solamente imaginaba. No solo activa nuestra imaginación, sino la visión más allá de lo que podemos tocar en la realidad que vivimos (Sibley, 2019). Podemos plantear experiencias como leer un libro, jugar un videojuego, pero con una experiencia inmersiva a la acción que modifica la percepción.

Tomando en cuenta lo anterior, la justificación para la resolución del problema presentado es que se encuentra la posibilidad de crear un modelo que guíe en el desarrollo de herramientas aumentadas basadas en juegos, haciendo uso de las mecánicas y alcances creativo-visuales de los juegos (como el storytelling o contar historias), a partir de material gráfico complementario tridimensional para las experiencias de aprendizaje.

## 1.4. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

Para motivos de esta investigación se presentan las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Qué percepción se tiene respecto al uso de juegos para el aprendizaje?
2. ¿Qué percepción se tiene respecto al uso de juegos con realidad aumentada para el aprendizaje?
3. ¿Cómo se aprovecha la inmersión con la realidad aumentada?
4. ¿Qué alcances se logran utilizando la realidad aumentada para el aprendizaje?
5. ¿De qué manera se podrían realizar actividades de aprendizaje basadas en realidad aumentada?
6. ¿Qué tan efectivo es el uso del modelo de soluciones basadas en juego para el aprendizaje con realidad aumentada?

## **1.5. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN**

El proyecto se concentra en el uso de la realidad aumentada como herramienta o medio para el aprendizaje a través de la inmersión y elementos aumentados basado en mecánicas de juego para la atracción y enganche del usuario.

### **1.5.1 Objetivo principal.**

Crear un modelo para crear soluciones basadas en juegos para el aprendizaje con realidad aumentada y valorar su uso en experiencias de aprendizaje.

### **1.5.2 Objetivos específicos.**

1. Estudiar los alcances de aprendizaje en el aula a través de la realidad aumentada.
2. Utilizar este modelo para diseñar y desarrollar un prototipo aumentado para dispositivos móviles.
3. Evaluar la percepción y experiencia de aprendizaje del uso del prototipo aumentado.

## 1.6. HIPÓTESIS

Las hipótesis que se plantean en el proyecto son:

- La realidad aumentada es una buena alternativa para el aprendizaje y la educación para todas las edades.
- La realidad aumentada puede despertar el interés y una respuesta positiva en los usuarios debido a la estética y el sumergimiento en la experiencia alterna, experimentando mundos aumentados aún en el propio espacio, con las posibilidades de ver material creado y personalizado en diferentes dimensiones y realidades, de manera accesible y fácil de manejar.
- La implementación de juegos brinda resultados positivos en la interpretación y absorción de un conocimiento en los estudiantes al permitirles interactuar en un ambiente gamificado de aprendizaje.
- El uso de un modelo de soluciones basadas en juego para el aprendizaje con realidad aumentada mejora los resultados de aprendizaje y ayudan a entrar en un estado creativo para motivar a los estudiantes a conocer más del tema.

## **CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA**

Para el proceso de investigación de este proyecto, se comienza con una investigación documental del estado del arte de la realidad aumentada en la educación, aprendizaje, arte y el impacto emotivo en los usuarios. Así como un marco teórico de los conceptos y fundamentos de la realidad aumentada, la creatividad, juegos y soluciones basadas en juego para el aprendizaje. Con esta información y basado en una metodología experimental:

Se realiza una propuesta de un modelo de referencia de soluciones basadas en juego para aprendizaje, agregando el contexto, la motivación y la intención como factores clave para diseñar actividades lúdicas.

En el transcurso de la realización y revisión del modelo de referencia se plantean preguntas de investigación y, a través de historias de caso, se valida la completez. Este proceso se realiza de manera constante a lo largo de los avances y modificaciones del marco de referencia. Se realiza una segunda revisión bibliográfica del marco teórico de la realidad aumentada y la educación STEAM para conocer la perspectiva de aprendizaje aumentada.

Se realiza una revisión bibliográfica de estandarizaciones para la implementación del modelo de soluciones basadas en juego para el aprendizaje con realidad aumentada como medio.

En la última revisión bibliográfica se encuentra la estandarización IEEE 1589 basada en xAPI, de manera que el modelo de soluciones basadas en juegos para el aprendizaje con realidad aumentada se comienza a basar de las estandarizaciones de 1589, que trabaja en el lenguaje xAPI.

Tras el desarrollo del marco de referencia, se trabaja en la adaptación de una actividad existente: “Organización de mobiliario en el aula en un contexto designado” impartido por Juan Gabriel López (López Hernández & López Morteo, 2021). A partir de este punto, la metodología se divide en tres etapas:

1. Identificación de la necesidad de aprendizaje y la situación de contexto.
2. Adaptación de actividad a ARLEM-xAPI.
3. Desarrollo del prototipo: Aplicación para realizar la actividad.

Se realiza la planeación de la actividad, determinando la contextualización con especificaciones técnicas, de aprendizaje, objetivos y resultados esperados. El desarrollo del prototipo será para plantear una necesidad de aprendizaje, basados en el marco de referencia, y desarrollar la experiencia de aprendizaje con el estándar 1589 y xAPI. Posteriormente, se planea el desarrollo del prototipo a partir de las especificaciones de prototipo y realizando la arquitectura del software, diseño de interfaz, conectividad, desarrollo en Unity y una animación informativa. Para su aplicación en el aula, se realiza una planeación de la semana para con los objetivos, roles y resultados esperados, dividido en cuatro etapas:

La metodología de proceso de la actividad se divide en cuatro etapas:

- Etapa 1: Conociendo la realidad aumentada (RA) y el uso de juegos para el aprendizaje.
- Etapa 2: Introducción a la actividad de aprendizaje “Organizar el mobiliario en un contexto designado”.
- Etapa 3: Uso de la aplicación para realizar la actividad de aprendizaje “Organizar el mobiliario en un contexto designado”.

- Etapa 4: Presentación de resultados de la actividad de aprendizaje “Organizar el mobiliario en un contexto designado”.

El prototipo se utiliza para evaluar el grado de funcionalidad y completez del marco referencial aplicado.

La evaluación del grado de funcionalidad es a partir de una experimentación con el uso de la aplicación como medio para realizar la actividad de aprendizaje, los resultados son evaluados en una muestra de 41 alumnos universitarios de la carrera de Ingeniería en Animación y Efectos Visuales, de un rango de edad entre 18 y 35 años de género femenino, masculino y otros, divididos en tres grupos (salones): 4AM y 4BM, de cuarto cuatrimestre; y 5AM de quinto cuatrimestre. La forma de evaluación es a partir de una escala Likert con cuestionarios realizados en Google Forms con 5 opciones diferentes de respuesta cerrada, de acuerdo con el contexto de la pregunta y su connotación, pudiendo ser positiva o negativa. Estas preguntas se dividen en tres tipos:

1. Preguntas de evaluación.
2. Preguntas de satisfacción.
3. Preguntas libres.

Finalmente, se realiza un análisis gráfico y de resultados porcentuales de las respuestas cerradas para reconocer las diferencias de grupos y sus posibles situaciones a solucionar. También se presentan resultados de respuesta libre, destacando las ideas y aportes principales de los alumnos en su participación.

## CAPÍTULO 3. MARCO TEÓRICO

### 3.1. LOS JUEGOS

#### 3.1.1. ¿Qué es un juego?

Es importante comprender qué es un juego y qué lo conforma, sobre todo en un ambiente educativo. Karl Kapp (2012) sintetizó una definición de juego a partir de la definición de Katie Salen y Eric Zimmerman (2003), y la adición de las reacciones emocionales de Raph Koster (Medina-Mota & López-Morteo, 2021):

*“Un juego es un **sistema** donde los **jugadores** participan en un **desafío abstracto**, definido por **reglas**, **interactividad** y **retroalimentación** que dan un **resultado cuantificable** que suele generar una **reacción emocional**.”*

Cada elemento resaltado en negritas es parte de la definición de un juego, que en conjunto crean un evento enorme, donde trabajan enlazados y son necesarios los unos a los otros. Citando a Kapp (2012), en conjunto es: “Un jugador enganchado en un juego por la retroalimentación instantánea y la interacción constante, relacionada al desafío del juego, que es definido por las reglas que trabajan dentro del sistema para provocar una reacción emocional y, finalmente, obtener un resultado cuantificable dentro de una versión abstracta de un sistema más grande.” (Medina-Mota & López-Morteo, 2021).

Un juego tiene reglas y objetivos definidos, hay posibilidad de perder y simplemente el jugarlo puede ser recompensante, ya que el contenido está creado para encajar en la historia, la trama y escenografía del juego. Sin embargo, suelen ser difíciles y caros de desarrollar (en cualquiera de sus presentaciones). Aparte de sus elementos, los juegos cuentan con “mecánicas de juego” para hacer el juego placentero o cómodo para el usuario en el transcurso de este. Las mecánicas de juego pueden pensarse como las reglas y los ciclos de retroalimentación que le dan sentido, por ejemplo: puntos, bonus, cuentas regresivas, niveles, metas, estatus y progreso. Pero, para un juego se necesita más que mecánicas de juego, se necesita el pensamiento lúdico (game thinking) para enganchar al usuario, inmerso en la trama y situación del juego con historias, retos, tareas, personajes e incluso avatares (Medina-Mota & López-Morteo, 2021).

### 3.1.2. Pensamiento lúdico.

El pensamiento lúdico tiene diferentes definiciones, de las cuales se enlistan algunas (Medina-Mota & López-Morteo, 2021):

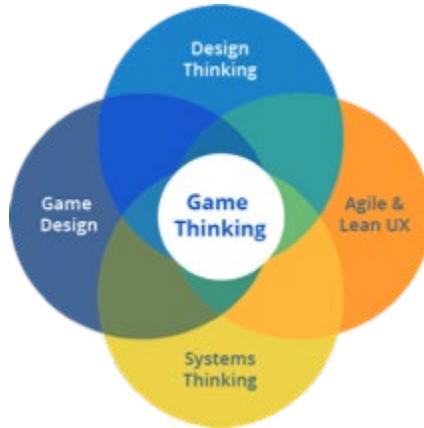


Figura 1. Elementos del pensamiento lúdico de Amy Jo Kim (2017)

- El pensamiento lúdico es el uso de juegos y enfoques de juego para resolver problemas y crear mejores experiencias (Marczewski, 2018)
- El pensamiento lúdico es el arte y ciencia de enganchar y atraer a los usuarios en un camino convincente para dominar, utilizando diseño de juego, pensamiento sistemático, UX ágil y pensamiento de diseño para ayudarle a construir experiencias profundamente atractivas y acelerar su camino hacia el ajuste producto / mercado. (Jo, 2017)
- Game Thinking es un sistema de innovación basado en técnicas de juegos exitosos. (Game Thinking, 2019)

Tomando como referencia las definiciones, para esta propuesta se plantea el pensamiento lúdico como: *“Una estrategia para enganchar al usuario en experiencias atractivas, haciendo uso de juegos y enfoques de juego para lograr un entendimiento y dominio de la experiencia”* (Medina-Mota & López-Morteo, 2021). El pensamiento lúdico es importante por la inmersión del usuario, o jugador en este caso, en lo que está sucediendo. Un juego que solo implemente mecánicas de juego puede ser aburrido (Enders, 2013), y a partir de aquí es donde surgen las soluciones basadas en juego, que toman elementos y mecánicas de juego, o en algunos casos toman un juego completo para lograr una experiencia atractiva en actividades cotidianas, sean de aprendizaje o no.

### **3.1.3. Aprendizaje con videojuegos**

Los videojuegos con un sistema de simulación social y de juego de rol son muy populares en el siglo XXI, ya que cuentan con una forma de interactuar con lo que el usuario crea y convive. En estos modelos existen funciones como la economía, el cumplimiento de tareas o trabajos, recompensas, interacción real o de AI, lo cual le asigna una responsabilidad de mantener en buen estado a su creación, su entorno y/o compañeros dentro de este. Bainbridge (2015) empleó el famoso juego de rol World of Warcraft, sosteniendo que este tiene un alto potencial para el aprendizaje por medio de la jugabilidad online de rol, por el sistema de guilds, los jugadores desarrollan habilidades interpersonales, administración de finanzas, arbitraje, navegación y obtienen recompensas por el trabajo duro y dedicación. Es necesario aprender a colaborar y conectar con otros, adaptándose a un mundo nuevo con cambios constantes (Por actualizaciones, expansiones, etc, que optimizan y mejoran la

jugabilidad y experiencia dentro del juego. o la franquicia Final Fantasy, de la más famosa en el género del Role Playing Gaming, cuyos juegos cuentan con el sistema de farming, es decir la recolección repetitiva de algo, a cambio de una recompensa, como el de World of Warcraft, con una amplia historia y personajes predeterminados que eventualmente son personalizables, hasta su título Final Fantasy XIV que es un sistema masivo multijugador online.

Según el estudio de (Tychsen et al., 2008) “*Motivations for play in computer role-playing games*”, el género de role playing en los videojuegos es muy popular debido a que las motivaciones para jugar no son simples construcciones, sino que están compuestas por múltiples motivadores que están fuertemente interrelacionados y actúan en conjunto. La singularidad del personaje, el descubrimiento y la inmersión fueron las categorías motivacionales mejor clasificadas entre las razones, siendo los motivadores generales el juego mecánico/táctico y el juego basado en personajes/social.

Videojuegos de simulación social y de rol con estas características muy similares a la referencia principal que se explica en el apartado de justificación, Animal Crossing (Nintendo, 2020), Harvest Moon (Nintendo, 2019), Stardew Valley (ConcernedApe, 2020) Nintendogs, Roblox (Roblox, 2020), cuyo propósito dentro de los juegos es cuidar de algo o de un espacio, crearlo, mantenerlo y darle la propia esencia en una simulación social y de juego de rol.

## **3.2. EL ARTE Y LA TECNOLOGÍA, IMPULSANDO LA CREATIVIDAD**

### **3.2.1. ¿Qué es STEM? ¿Y STEAM?**

STEM es la educación de habilidades y temas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas aplicados a la vida real. STEM es importante ya que les enseña a los estudiantes a entender y utilizar las áreas STEM en áreas de trabajo/cotidianas en conjunto, ya que es raro que un trabajo requiera de una sola habilidad (Steam Powered Family, 2018)

### **3.2.2. Incorporación del arte y STEM: Educación STEAM**

Como menciona Thuneberg et al (2018) la unión del arte y las tecnologías digitales resulta un salto muy importante para las áreas STEM (ciencia, tecnología, ingeniería, educación y matemáticas), que con su complementación se convierte en STEAM (ciencia, tecnología, ingeniería, arte, educación matemática), que se puede definir como "educación para aumentar el interés y la comprensión de los estudiantes en la tecnología científica y para aumentar la alfabetización STEAM basada en tecnología científica y la capacidad de resolver problemas en el mundo real" (Medina-Mota & López-Morteo, 2021). Esta definición se opera en educación practica con dos términos clave: 1. Educación basada en tecnología científica, y 2. Habilidad de resolver problemas en el mundo real. (Kofac, 2017)

En la integración de las artes en STEM, son una vía a través de la cual los estudiantes aplican y conectan el contenido enseñado previamente. Tanto el área de contenido como el área de artes están interconectados. (Instituto de la integración de las artes y STEAM)

La integración de la A en STEM es incorporar el pensamiento creativo y aplicar las artes en situaciones reales (Steam Powered Family, 2018)

Aprender arte con tecnología evidentemente toma los métodos tradicionales y los fusiona y adapta con herramientas digitales, por ejemplo, el modelado 3D con realidad aumentada, o la apreciación de obras artísticas, desde la perspectiva del arte y su historia, por medio de la realidad aumentada (Qu, 2017). En el caso de la educación STEAM se busca aprovechar el apoyo visual con los sentidos para comprender un tema. Puede ser de dos maneras, aprendiendo con arte con el apoyo de imágenes para conocer, por ejemplo, un animal (Lin, et al, 2018) y no es necesario tener un conocimiento o habilidad del arte, o aprendiendo haciendo arte (También se le podría llamar “aprendiendo creando”), alternativa que permite aprender un tema, sea artístico o no, por medio de la creación (independientemente de la disciplina o método de creación), por ejemplo, Stavidri (2015) que analiza el uso de artes visuales como el dibujo, pintura, escultura y arquitectura para crear contenido en aplicaciones móviles, sea para aprender y practicar estas disciplinas, o para aprender de ciencia. También plantea que la práctica artística es una herramienta indispensable para fortalecer la conciencia imaginativa y desarrollar la creatividad, la conciencia, la comprensión y el conocimiento visual.

### **3.2.3. Serious gaming (Juegos serios)**

Juegos que no tienen el entretenimiento, el disfrute o la diversión como su propósito principal (Michael & Chen, 2005). Un concurso mental, jugado contra una computadora siguiendo reglas específicas usando el entretenimiento para promover la capacitación, educación, etc. (Zyda, 2005)

### **3.2.4 Gamificación**

Según Karl Kapp (2012) la gamificación con juegos serios es la utilización de mecánicas basadas en juegos, estética y pensamiento lúdicos para fidelizar a las personas, motivar acciones y resolver problemas. Con la implementación de juegos serios basado en elementos de creatividad e imaginación, es posible que los estudiantes estén, no estrictamente concentrados, sino inmersos en el multi-espacio aumentado que los empuja a querer conocer más y echar la imaginación a volar. (Lin et al, 2018)

### **3.2.5. Categorías de aprendizaje con STEAM**

Para facilitar la comprensión del aprendizaje utilizando arte o herramientas basadas en métodos artísticos, se plantearon las categorías de I) aprender arte, II) aprender con arte y III) aprender haciendo arte (Figura 2), obtenidos a partir de la revisión y gestión de artículos

varios de aprendizaje STEAM y de arte. Dichos tipos parecen muy confusos e incluso similares. Sin embargo, se les diferencia por el qué se hace, con qué objetivo y cómo se logra. Aprender arte con tecnología evidentemente toma los métodos tradicionales y los fusiona y adapta con herramientas digitales, por ejemplo, el modelado 3D con realidad aumentada, o la apreciación de obras artísticas, desde la perspectiva del arte y su historia, por medio de la realidad aumentada (Qu, 2017).

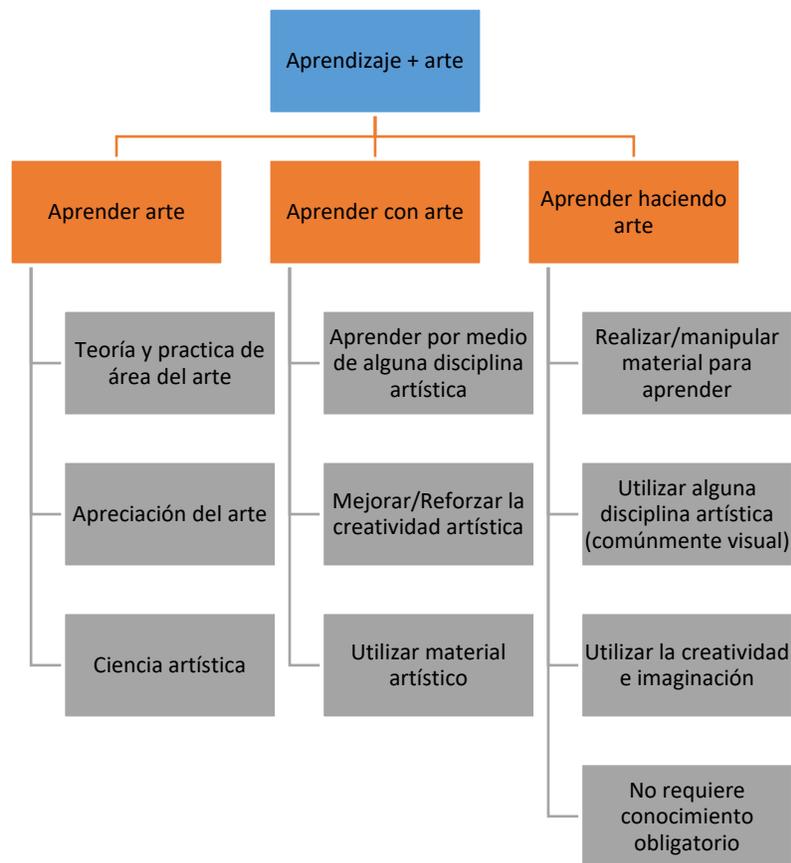


Figura 2. Mapa de diferencias del aprendizaje y arte (Elaboración propia).

### **3.3. ¿QUÉ ES LA CREATIVIDAD Y CÓMO INFLUYE?**

Según la RAE, es la capacidad de crear. De *Human Motivation*, 3a ed., Robert E. Franken: La creatividad se define como la tendencia a generar o reconocer ideas, alternativas o posibilidades que pueden ser útiles para resolver problemas, comunicarse con los demás y entretener a uno mismo y a los demás.

La realidad aumentada produce resultados de uso que activan la creatividad e imaginación de los estudiantes, causado por la inmersión en la experiencia aumentada a diferencia de los métodos tradicionales, cuya influencia en el aprendizaje y el despertar creativo es menor. Esto lo demuestran Herpich et al en “*Mobile Augmented Reality impact in Student Engagement: an Analysis of the Focused Attention dimension*”, donde realizan pruebas de medición de ondas cerebrales con sensores EEG para estudiar el nivel de atención durante la interacción de estudiantes entre tecnologías educativas y métodos tradicionales, dando resultados altos en la atención (concentración) del estudiante con una aplicación de RA.

#### **3.3.1 Definiciones**

*Creativity & Mental Growth* (Lownfield y Brittain, 1987), se plantea que en el arte creativo y en el crecimiento mental uno de los puntos básicos es la relación entre el artista y su entorno. Las personas utilizan sus 5 sentidos para aprender, y entre mayor sea el alcance

a desarrollar una sensibilidad a lo que estamos experimentando, serán más conscientes de sus sentidos, por lo tanto la oportunidad de aprender o absorber un conocimiento será mayor.

En todos los niveles de desempeño creativo, los niños necesitan tener el estímulo para progresar más allá de sus capacidades actuales y acercarse a un espíritu genuinamente creativo.

### **3.3.2 ¿Creatividad = crear?**

Tomando como referencia a la Real Academia Española, se utiliza la definición de crear de su diccionario ya que es la más concreta, mientras otros autores se desglosan directamente en sus áreas. La definición de crear es: establecer, fundar, introducir por vez primera algo; hacerlo nacer o darle vida, en sentido figurado. <sup>(RAE)</sup>

Posteriormente, tomando la definición de Vygotsky (2004) la creatividad está presente cada vez que imaginamos, combinamos, alteramos y creamos algo nuevo.

### **3.3.3. Análisis de la creatividad**

En el artículo “Creativity and Art Education: A personal journey in four facts”, Zimmerman (2010) cita y se fundamenta a partir de Lowenfeld y Brittain en su libro *Creativity & Mental Growth*. Ellos se concentran en el arte y una crítica del método educativo, y la utilidad de la creatividad en la educación y el arte. Realizan una crítica a la

educación de los 40s, sistema muy similar a la actualidad, apuntando que se busca crear personas hábiles para mantener información o memorizar, sin impulsar la capacidad de creación. Plantean que lo que una persona sepa o no sepa puede no tener relación con la acción de crear, pues trabajamos con la interacción. La acción de crear puede proveer nuevas visiones y conocimiento para futuras acciones. *“Para un niño, la oportunidad de crear, con su conocimiento actual, constantemente es la mejor preparación para futuras acciones creativas”*.

En el primer y segundo capítulo de *Creativity & Mental Growth* se plantea que en el arte creativo y en el crecimiento mental uno de los puntos básicos es la relación entre el artista y su entorno. Las personas utilizan sus 5 sentidos para aprender, y entre mayor sea el alcance a desarrollar una sensibilidad a lo que estamos experimentando, serán más conscientes de sus sentidos, por lo tanto, la oportunidad de aprender o absorber un conocimiento será mayor.

### **3.3.4. Elementos de la creatividad**

Mark Runco (2012) que en *“The Standard Definition of Creativity”*, indica que en efecto la creatividad es crear, y la definición estándar dicta que la creatividad requiere originalidad y efectividad en conjunto (Figura 3). Sin embargo, discute sobre la veracidad de dichas palabras, ¿a qué se refieren con originalidad y qué tan necesarias son estas dos partes? Se cita a sí mismo en un escrito de 1988, explicando la factibilidad de la originalidad en la creatividad, ya que la originalidad es vital, pero no suficiente por sí misma: *“La originalidad es vital, pero debe ser balanceada con el ajuste y adecuación”*. En sus conclusiones cita a dos

autores: Barron y Stein, como los principales de la definición estándar. En este escrito se discute el criterio de creatividad, donde se habla de la posibilidad de un tercer punto: Sorpresa, y de la posibilidad de uso de un solo criterio.

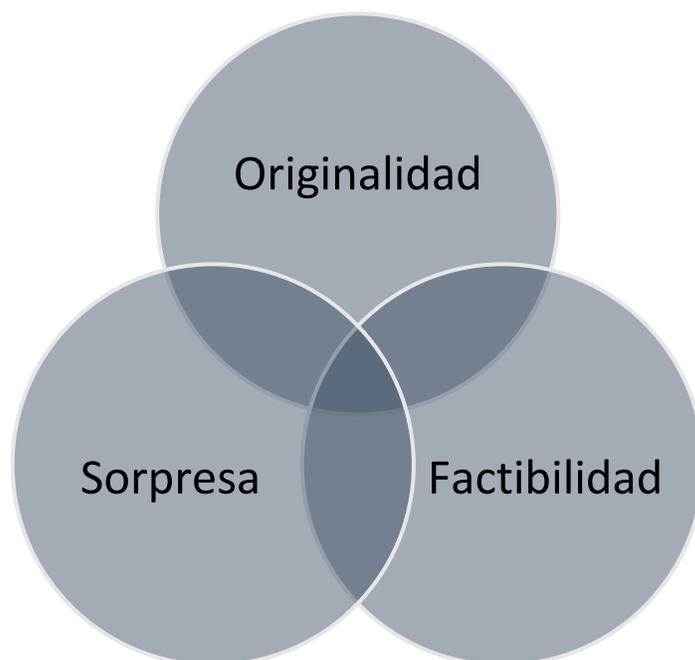


Figura 3. Diagrama de aspectos que conforman la creatividad según Runco.

Ahora, a pesar de ser información un tanto antigua, Lowenfield (1987) plantea algunos factores involucrados en el proceso creativo importantes que se manejan actualmente. Ocho aspectos básicos de la creatividad han surgido de los estudios en las artes y en las ciencias.

1. Sensibilidad: La capacidad de usar los ojos no solo para ver sino para observar, los oídos no solo para oír sino también para escuchar, y las manos no solo para tocar sino también para sentir.

2. Fluidez: La capacidad de producir una gran cantidad de ideas en un corto período de tiempo, para poder pensar rápida y libremente.
3. Flexibilidad: La capacidad de adaptarse rápidamente a situaciones nuevas o de cambiar rápidamente el pensamiento.
4. Originalidad: La capacidad de pensar en respuestas nuevas o novedosas y es lo contrario de lo habitual o aceptado.
5. Capacidad de redefinir o reorganizar: Ser capaz de reorganizar ideas y cambiar los usos y funciones de los objetos, o verlos bajo una nueva luz
6. Habilidad de abstracción: La habilidad de analizar las diversas partes de un problema o ver relaciones específicas
7. Habilidad de sintetizar: La capacidad de combinar varios elementos en una nueva forma o todo
8. Habilidad de organizar: La capacidad de unir piezas de manera significativa.

### **3.3.5. La imaginación y la creatividad**

De acuerdo a Lowenfield y Brittain (1987), cada vez que una persona imagina, combina, altera y crea algo nuevo, por pequeña que sea una gota en el cubo, esta cosa nueva parece comparada con las obras de los genios.

Cualquier acto humano que dé lugar a algo nuevo se denomina acto creativo, sin importar si lo que se crea es un objeto físico o algún constructo mental o emocional que vive dentro de la persona que lo creó y solo él lo conoce. (Vigotsky, 2004)

### **3.4. LA REALIDAD AUMENTADA**

#### **3.4.1. Los inicios**

Se hizo mención de características que ahora se conocen como parte de la realidad virtual o la aumentada en algunas publicaciones, la mayoría de la ciencia ficción o fantasía, en las que destaca la novela de L. Frank Baum (Baum, 1901); De acuerdo con el autor, describe la aventura de un joven de 15 años que recibe de regalo unas gafas llamadas “Marcador de personajes”, que le brindaban el poder de visualizar e identificar si los personajes eran buenos, malos, amables, entre otras características, que aparecían sobre la frente de ellos, a través de estas gafas.

#### **3.4.2. El sensorama de Morton Heiligh**

Los inicios del transcurso e implantación de las realidades alternas, la Realidad Virtual y la Realidad Aumentada, nacen de la visión de un cine multi-sensorial del cineasta americano Morton Heiligh, quien en 1957 crea el primer prototipo de cine inmersivo, mecánico y multi-sensorial, llamado y patentado como “Sensorama Simulator” en 1962.

El Sensorama Simulator se presentó como un dispositivo con una forma totalmente nueva de comunicación, que crea una ilusión de estar presente en diferentes entornos. Combina imágenes en movimiento tridimensionales, visión periférica, sonido binaural y sensaciones táctiles. Esta unidad era “portable” y fácil de instalar en su tiempo, aunque medía casi lo que una persona, siendo sus dimensiones .76m de ancho, 1.5m de profundidad y 1.8m de alto y 317.5 kg de peso (Heilig, 1962) que es aproximadamente el peso de 4 personas.

### **3.4.3. La realidad virtual y la realidad mixta**

La aparición de la realidad aumentada se apoya de la realidad virtual y la idea de la inmersión a otros mundos o sentir, de alguna manera, lo que vemos. Sin embargo, la realidad aumentada y su interpretación evolucionó a lo largo de la última década con la transformación y miniaturización de dispositivos físicos y pantallas, para convertirse en “*Realidad Aumentada en dispositivos móviles*”. (Arth et al., 2015)

En “Affordances of Augmented Reality in Science Learning: Suggestions for Future Research” Cheng y Tsai (2012) identifican los dos tipos de aplicaciones de RA, basados en marcadores/imágenes y basados en locación, como mencionaba Rawat (2019) anteriormente.

### **3.4.4. Evolución de la realidad aumentada**

Con una historia evolutiva de aproximadamente 50 años, y un enfoque móvil a la realidad aumentada, es inmensa la cantidad de funciones y alcances que esta alternativa puede brindar en la vida cotidiana. Siendo tiempos en los que una gran parte de la población cuenta con algún dispositivo electrónico, la educación y el entretenimiento son las áreas que más enfoque tienen y sobre todo la fusión de estas para aprovechar la tecnología digital y electrónica que rodea al humano de la actualidad, hasta los años que vienen (Arth, et al (2015).

#### **3.4.5. La importancia de la realidad aumentada**

Para el usuario moderno sería ideal un entorno libre y que requiera el *menor gasto o saturación* de herramientas para diferentes actividades y sobre todo un buen *medio de visualización* de lo que estamos haciendo, viendo, experimentando.

Una alternativa para lograr esto es la realidad aumentada, ya que es una tecnología que permite aumentar la experiencia y los sentidos trabajando en dos dimensiones: La dimensión en la que vivimos, la vida real, y la dimensión aumentada, la alterna. (Zlatovski et al. 2019)

La capacidad multi-espacial que la realidad aumentada ofrece, genera un impacto en el usuario, viviendo experiencias aumentadas, cuyos resultados positivos son aprovechables como herramienta de aprendizaje en la fusión de esta tecnología y la modalidad de juegos serios. (Qu, 2017)

### 3.4.6. Usos y funciones

Según Arjun Rawat (2019) en su artículo: “What are augmented reality development and their uses?”, la Realidad Aumentada se ha convertido en una de las tecnologías emergentes, creando nuevas tendencias en el campo del desarrollo de software. Aunque mucha gente lo considera solo para entretenimiento, en realidad se utiliza para una gran variedad de tareas en diferentes áreas y conceptos.

También describe algunos puntos de la importancia de la Realidad Aumentada:

- El potencial es transparente y muchas empresas ya lo usan para proveer al usuario una magnífica experiencia.
- Es muy útil en el desarrollo de publicidad interactiva, demos de productos y proveen de información en tiempo real.
- Hay dos tipos de desarrollo de RA, uno son las aplicaciones basadas en la ubicación, diseñadas para detectar la locación desde un GPS o una brújula digital, y las aplicaciones basadas en marcadores, diseñadas en base a reconocimiento de imagen.
- Crece rápidamente y tiene un gran potencial en el mercado.

La realidad aumentada es accesible. Existen diferentes dispositivos especiales para visualizarla, uno de los más populares siendo los Google Glasses. Sin embargo, cualquier dispositivo con una pantalla y una cámara es funcional, mientras cumpla con los

requerimientos de la aplicación a usar. Un Smartphone, una Tablet, incluso Smart TVs, la aplicación instalada y contar con los marcadores, pueden cumplir la función. Esto aplica tanto en la educación como en los videojuegos, aunque en algunos se pudiera recomendar o incluir algún accesorio físico para aumentar la experiencia, como en la aplicación AR Bow, que incluye un arco, donde se posiciona el celular sobre este y detecta el movimiento del arco.

### **3.4.7. Educación y aprendizaje**

Según el análisis entre diferentes artículos consultados, en los últimos 10 años la educación con realidad aumentada resulta muy llamativa tanto para niños, jóvenes y adultos, consiguiendo aprendizaje de largo plazo (Zarzuela et al., 2013). Es un medio apto para todas las edades para poder desarrollar y experimentar sin “perdersse en la fantasía” al combinar información física y virtual, volviendo la experiencia más atractiva para el usuario. Permite superponer capas de información virtual en la vida real, aumentando la percepción de la realidad. En la educación, la realidad aumentada genera un mayor compromiso de aprendizaje y mayor comprensión de algunos temas, especialmente cuando se trata de habilidades espaciales. (Diaz et al., 2015)

El uso de tecnologías como la Realidad Aumentada para mejorar las experiencias de enseñanza y aprendizaje permite el superponer capas de información virtual en la vida real, aumentando la percepción de la realidad. Los resultados del proyecto de investigación “How the Type of Content in Educative Augmented Reality Application Affects the Learning Experience” concluyen que la aplicación desarrollada, usando contenido dinámico y estático

complementado con audio y texto es efectivo para enseñar conceptos fundamentales, existiendo una diferencia del nivel de aprendizaje de estudiantes cuando usan dichos contenidos, a percepción de ellos es más fácil con los dinámicos que estáticos.

Según Quintero, Baldiris, Rubira, Cerón y Velez (2019) en “Augmented Reality in Educational Inclusion. A Systematic Review on the Last Decade” el uso de la Realidad Aumentada para obtener inclusión educativa no se ha investigado tan profundamente en todas las áreas. Sin embargo, la gran parte de estudios realizados al respecto han sido en el área de las ciencias. A pesar de la variedad de problemas por abordar con la RA, se reportan pocos marcos para la atención de diversidad en la educación considerada en dicho estudio. Se identifican, también, problemáticas abiertas a dar lugar a nuevas investigaciones en el tema del uso de la RA para la creación de escenarios de aprendizaje inclusivo.

Las aplicaciones de aprendizaje con RA pueden resultar en diferentes posibilidades para el aprendizaje de las ciencias. Sin embargo, según Cheng y Tsai (2012) la habilidad espacial, práctica y el entendimiento conceptual de los estudiantes es proporcionado por RA basada en imágenes; mientras la RA basada en locación apoya a las actividades de investigación.

#### **3.4.8. Realidad aumentada y los tipos de aprendizaje**

Según Avendaño, et al., 2012, las ventajas de la educación virtual resultan en ser autodidactas y promueve hábitos de estudio, y la gestión del conocimiento es a través del rol

del “facilitador del aprendizaje” que toma el profesor y por parte del alumno (autodidacta). Ahora, las ventajas del modelo constructivista complementan a un alumno autodidacta, con la capacidad de poder analizar y cuestionar. Sin embargo, la gestión del conocimiento es a través de los trabajos en equipo con la observación, reflexión y análisis. (Soler, 2006) (Gaubeca, 2008) Las desventajas en común de estos dos modelos, en conjunto o por separado, es la falta de apoyo administrativo y gubernamental, así como cuestiones culturales y sociales, que impiden la entrada de esta gestión del conocimiento en la educación.

Un modelo con realidad aumentada aplicada a la educación funciona como puente de la teoría y la práctica real, llevando a una gestión del conocimiento utilizando los medios informativos del ámbito educativo, vinculada al mundo real. Es decir, una unión entre la información y los objetos del mundo real, sin perder contacto de lo real al interactuar con él. Igualmente, este modelo y su gestión presenta una desventaja derivada del apoyo y perspectiva social, que requiere de herramientas para poder apropiarle un espacio en el ámbito educativo. (Avendaño, et al., 2012)

#### **3.4.9. Arte**

En el arte, la realidad aumentada es un valor agregado para la creatividad y la experiencia de la creación. Según Qu (2020) en *The Aesthetic Experience of Augmented Reality*, un escrito que analiza la estética en la realidad aumentada define que la experiencia estética en nuestro entorno se redefine a través de nuestra percepción y realización con la RA. Llegando a tres conclusiones:

1. El evento de interacción multi-espacio en tiempo real es la manera estética.
2. El evento de inmersión difusa de límites es la distancia estética.
3. El evento de realización aumentada es el propósito estético.

Estas características transforman al artista, de alguien que crea obras de arte, a alguien que crea experiencias y eventos.

La tecnología digital apoya la exploración artística y creativa debido a la libertad que muchos de los dispositivos móviles brindan. La falta de la visualización presencial, como el caso de una galería de arte en el artículo de “Virtual gallery as a media to simulate painting appreciation in art learning”, donde Sugiarto et. Al (2019) utilizan galerías virtuales en línea para apoyar los trabajos de artistas del mundo, accesibles en cualquier navegador conectado a internet. También la falta de herramientas a la mano del usuario, como colores, lápices y pinceles, son la limitante para el proceso creativo. (Stavidri, 2015)

#### **3.4.10. Creatividad e imaginación en la realidad aumentada**

La realidad aumentada produce resultados de uso que activan la creatividad e imaginación de los estudiantes, causado por la *inmersión en la experiencia aumentada a diferencia de los métodos tradicionales*, cuya influencia en el aprendizaje y el despertar creativo es menor (Herpich et al., 2018) (Schlegel et al., 2015).

## 3.5. LA REALIDAD AUMENTADA Y LOS VIDEOJUEGOS

### 3.5.1. Historia

En los videojuegos con realidad aumentada se comenzó a inicios de la última década con plataformas como PS Vita y Nintendo DS, que ofrecían marcas para videojuegos varios y ver a personajes populares a través de las cámaras frontales y traseras de dichos dispositivos. En la segunda mitad de la década pasada aparecen títulos populares, ahora para dispositivos con iOS y Android, destacando Pokémon Go <sup>1</sup>, The Walking Dead Our World <sup>2</sup> y Jurassic World Alive <sup>3</sup>. Estos tienen un sistema similar, necesitas ir por el mundo para conseguir ciertos objetos, elementos o personajes, para cumplir con tareas y obtener recompensas dentro del juego. Sin embargo, no puedes interactuar en tiempo real con los cercanos y se está inmerso en un mundo totalmente virtual y alterno, aunque se utilicen las dimensiones y espacios terrestres. No cumple con la inmersión entre ambas dimensiones y la experiencia aumentada de lo que ya vemos. Sumerge completamente a otro mundo, a una realidad virtual, contrario a crear un entorno aumentado virtual de la realidad misma.

<sup>1</sup> <https://www.pokemongo.com/en-us/>

<sup>2</sup> <https://www.thewalkingdeadorworld.com>

<sup>3</sup> <https://www.jurassicworldalive.com>

### **3.5.2. Minecraft Earth**

El videojuego con realidad aumentada más reciente es Minecraft Earth<sup>1</sup>, del famoso videojuego para PC y consolas, donde construyes con bloques y dejas volar la creatividad, o en su modo de supervivencia, donde debes crear tus propias herramientas con materiales del mundo, construir un hogar, pescar, entre otras tareas, que con ARKit de iOS brinda libertad de crear, construir y explorar en tu espacio y con tus amigos, al igual que en el juego original, por lo tanto, es más abierto a la experiencia aumentada y a la libertad de personalización creativa con la construcción de espacios. Minecraft Earth funciona para comprobar que la realidad aumentada puede despertar la creatividad y la imaginación. Sin embargo, se limita a elementos y texturas, aunque muy variadas, predeterminadas y a un estilo de juego libre, con obstáculos para hacerlo entretenido, pero no con tareas o propósitos determinados. No hay una libre personalización acorde a lo que uno desea, sino creación únicamente.

### **3.5.3. Juegos serios con realidad aumentada**

Otros proyectos interesantes son Wonderscope (Wonderscope, 2020), una aplicación de lectura que *“combina el poder de la realidad aumentada, reconocimiento de voz y el diseño de historia espacial para sumergir a los niños en historias atrayentes, poderosas y educativas. Wonderscope: Para exploradores de historias”*. Y también las diferentes aplicaciones de la empresa QuiverVision (QuiverVision 2016), presentando 4 productos: Quiver, Quiver Education, Quiver Fashion y Quiver Masks. Todos son aplicaciones que

<sup>1</sup> <https://www.minecraft.net/es-es/about-earth/>

transforman impresiones 2D en 3D, las cuales son personalizables en la vida real. El usuario imprime ciertas imágenes, en la vida real las personaliza coloreándolas y el personaje, espacio, elemento coloreado aparecerá en 3D tal cual como el usuario los personalice. Lo interesante de estas aplicaciones son la posibilidad de personalizar en la vida real y transformar un elemento existente 2D a 3D, no solamente una marca. Sin embargo, la personalización es muy limitada al no permitir crear, o personalizar otros personajes u objetos aparte de los que se les ofrecen.

La realidad aumentada cuenta con un notable progreso, cuya evolución no va a parar en mucho tiempo. Las posibilidades son infinitas, pero siguen existiendo limitaciones entre realidades. La educación es de una manera “indirecta” dado que captura primero la atención del usuario por lo cautivador de la experiencia aumentada por lo cual se obtiene una buena respuesta como método de aprendizaje; el arte y la creatividad se encuentran en aplicaciones como Minecraft, Wonderscope y la de Quiver, sin embargo no tienen un método directo de creación artística para aprovechar y desarrollar las habilidades artísticas con una libre personalización y creación de lo que te rodea, no solo el cambiar colores o construir.

### **3.6. Entidades aumentadas**

La realidad aumentada se ha aprovechado en medios interactivos como proyecciones en parques recreativos, en conciertos, o la televisión. Proyectos populares en la cultura pop como las bandas o cantantes virtuales como la cantante virtual japonesa, por Crypton, Hatsune Miku<sup>1</sup>; KDA y True Damage (Riot Games, 2019), dos grupos musicales virtuales

<sup>1</sup> [https://ec.crypton.co.jp/pages/prod/vocaloid/cv01\\_us](https://ec.crypton.co.jp/pages/prod/vocaloid/cv01_us)

del videojuego League of Legends de Riot Games; Estos presentan conciertos con una alternativa aumentada, pues son entidades virtuales, que coexisten entre ambas realidades. Un proyecto más reciente de este tipo es el grupo virtual de pop chino RiCHBOOM<sup>1</sup> que publican vlogs sobre su carrera en nuestra realidad. Otro proyecto similar es la video-blogger Ami Yamato<sup>2</sup>, un personaje 3D virtual, que vive y convive con los humanos. Todo esto nació de las posibilidades que los videojuegos y el auge del 3D brindan a la realidad aumentada, una alternativa, y posibilidad de convivir con entidades, personajes que no son de nuestra realidad.

<sup>1</sup> [https://www.iqiyi.com/a\\_19rrhr57vh.html](https://www.iqiyi.com/a_19rrhr57vh.html)

<sup>2</sup> <https://www.youtube.com/user/yamatoami>

# **CAPÍTULO 4. MODELO DE SOLUCIONES BASADAS EN JUEGOS PARA APRENDIZAJE CON REALIDAD AUMENTADA**

## **4.1. SOLUCIONES BASADAS EN JUEGO (Medina-Mota & López-Morteo, 2021)**

Desde la perspectiva británica, Marczweski (2018) se concentra en el pensamiento lúdico para entender las diferentes soluciones basadas en juego (juegos o con enfoque de juego) en contextos que no son un juego (non-game). Marczweski define el pensamiento lúdico como “el uso de juegos y enfoques de juego para resolver problemas y crear mejores experiencias”, y aterriza con un modelo de cinco soluciones basadas en juego (Figura 4): diseño lúdico, gamificación, simulación, juegos serios y juegos.

Debido a la confusión entre lo que realmente es un juego y lo que es un enfoque de juego entre estas soluciones, la figura 4 muestra las cinco soluciones basadas en juego y las respectivas características que cubren para tener un mejor entendimiento de qué son y cómo trabaja cada uno.

| <b>Game Based Solutions Matrix</b> |   |   |   |  |   |
|------------------------------------|---|---|---|--|---|
|                                    | Game Aesthetics   | Game Elements   | Virtual World   | Game Play  | Entertainment   |
| Playful Design                     |  |   |   |  |   |
| Gamification                       |  |  |   |  |   |
| Simulation                         |  |  |  |  |   |
| Serious Game                       |  |  |  |  |   |
| Game                               |  |  |  |  |  |

Figura 4. Matriz de soluciones basadas en juego de Marczweski (2018).

Tomando como referencia el modelo de soluciones basadas en juego de Marczweski, se realizó la traducción e implementación de otras definiciones para hacerlo más completo, por motivos de esta investigación (Medina-Mota & López-Morteo, 2021). El contenido define brevemente cada una de las soluciones en la Tabla 3.

TABLA 3. Traducción y extensión del modelo de las soluciones basadas en juegos de Marczewski (2018).

|                    |                      |   |   |
|--------------------|----------------------|---|---|
| <b>Estética</b>    | <i>Diseño lúdico</i> | Embellecimiento del diseño, inspirado en los de juegos sin utilizar elementos de juego, que no altera la experiencia física.  | Interfaces de usuario <ul style="list-style-type: none"> <li>· Estética</li> <li>· Narrativa</li> </ul>           |
|                    | <i>Gamificación</i>  | Uso de mecánicas basadas en juegos, estética y pensamiento lúdico para fidelizar a las personas, motivar acciones y resolver problemas (Kapp, 2012).  | Gamificación Intrínseca (Motivación, modelo RAMP*)<br>Gamificación Extrínseca (Elementos de juego)                |
| <b>Estructura</b>  | <i>Simulación</i>    | Representación virtual de algo real.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Física</li> <li>· Digital</li> </ul>                                     |
| <b>Jugabilidad</b> | <i>Juegos serios</i> | Una experiencia designada usando mecánicas de juego y pensamiento lúdico para educar individuos en un dominio de contenido específico (Kapp, 2012). Son juegos que no tienen el entretenimiento como su propósito principal, sino el del aprendizaje (Michael et al, 2006). | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Educativos</li> <li>· Significativos</li> <li>· Con propósito</li> </ul> |
|                    | <i>Juegos</i>        | Un juego diseñado con el propósito del entretenimiento.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Entretenimiento</li> <li>· Arte</li> </ul> Ficción interactiva           |

La manera que Marczewski clasifica este modelo basado en el pensamiento lúdico es gracias al espectro del pensamiento lúdico (Game Thinking Spectrum) que se visualiza en la columna izquierda de la tabla 4. Este espectro ayuda a comprender cuándo usar cada solución

y para qué nos podría servir, pudiendo usarse por sí mismas o en conjunto entre sí (Medina-Mota & López-Morteo, 2021). Separado entre tres relaciones, se plantean:

- **Estética.** El extremo de la estética se concentra en la vista y/o dar la sensación visual de un juego, sin ser, necesariamente, un juego.
- **Estructura.** El punto medio no solo tendrá la vista o sensación visual de un juego, también la estructura y mecánicas de uno.
- **Jugabilidad.** El extremo de la jugabilidad, siendo un juego con una jugabilidad real acorde al propósito de juego deseado (Marczewski, 2018).

## 4.2. SOLUCIONES BASADAS EN JUEGO PARA EL APRENDIZAJE

### 4.2.1. Gamificación

Desde la perspectiva estadounidense se toman los aportes del pionero de la gamificación Karl Kapp, cuyo enfoque es en soluciones de aprendizaje basadas en juegos, principalmente la gamificación y el concepto de juegos serios (Medina-Mota & López-Morteo, 2021).

Karl Kapp (2012) define a la gamificación como *“El uso de mecánicas basadas en juegos, estética y pensamiento lúdico para fidelizar a las personas, motivar acciones y resolver problemas”*.

Con estos elementos la gamificación tiene el poder de enganchar, informar y educar cuando se emplea adecuadamente, sus resultados positivos y cambios de comportamiento en las actividades lúdicas son el resultado de este proceso (Medina-Mota & López-Morteo, 2021). Cabe aclarar que la gamificación no es únicamente puntos y recompensas, los alcances que el pensamiento lúdico brinda son enormes, con una vasta cantidad de mecánicas de juego, siendo el enganche, storytelling, visualización de personajes y resolución de problemas las más características para tomar el aprendizaje a otro nivel (Kapp, 2012).

La gamificación no se trata de diseñar juegos desde cero, sino del uso de elementos, mecánicas de juego y pensamiento lúdico en contextos fuera de juego (non-game context) para hacer las actividades cotidianas más amenas (Enders, 2013). Utilizar la gamificación puede ayudar a lograr metas relacionadas al aprendizaje. Es especialmente efectiva cuando es usada para fomentar a los aprendices a progresar a través del contenido, motivar la acción, influir en el comportamiento e impulsar la motivación (Kapp, 2012).

De la gamificación se conocen dos tipos: Los tipos de Karl Kapp (Figura 5), gamificación estructural y la gamificación de contenido, que pueden trabajar en conjunto o por separado, pero son más impactantes en conjunto; Y los de Marczewski, basados en Kapp (2012), la intrínseca y extrínseca.

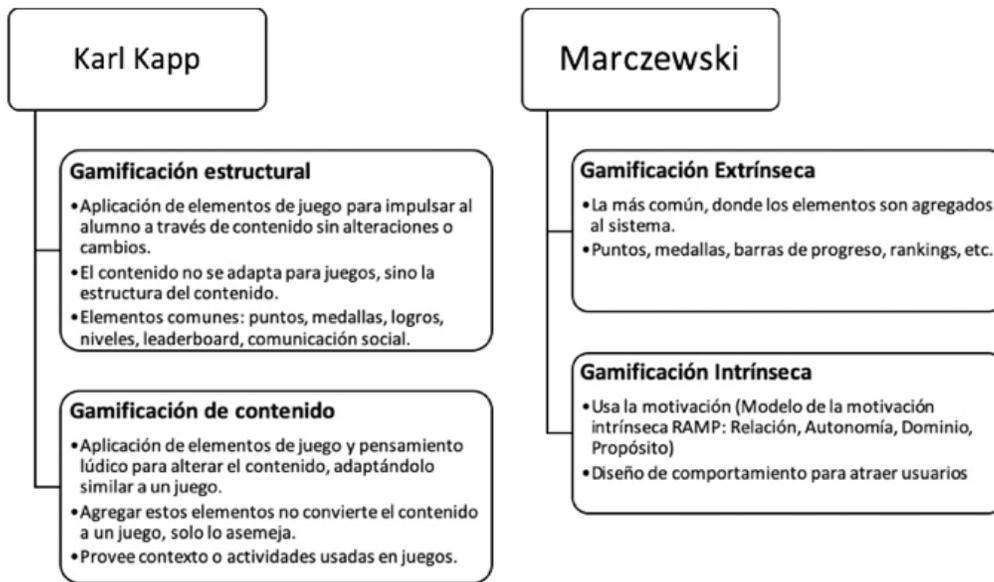


Figura 5. Traducción y extensión de los tipos de gamificación de Kapp y Marczewski.

#### 4.2.2. Gamificación y juegos serios

Evidentemente, el enfoque de Karl Kapp es en el aprendizaje, razón por la que es necesario diferenciar la gamificación de los juegos serios: Juegos que son creados con un propósito diferente al entretenimiento por sí mismo. Existen 3 tipos planteados por Marczewski:

- **Educativo** (Juegos para aprendizaje). Juegos donde se le enseña al usuario cómo hacer algo mientras juega.
- **Significativos** (Juegos para el bien). Juegos que brindan un mensaje y promueven el cambio con él.

- Con propósito. Juegos que brindan como resultado directo algo, un uso, en el mundo real.

Un juego serio, a diferencia de la gamificación, es creado desde cero y utiliza mecánicas de juego, estética y pensamiento lúdico para fomentar el aprendizaje, pero comparte el objetivo de atraer, motivar y resolver problemas con la gamificación. Específicamente, un juego serio es creado a través de la gamificación de contenidos y actividades tradicionales de aprendizaje (Kapp, 2012), por ejemplo, el aprender los elementos de la tabla periódica y sus reacciones a través de la mezcla de elementos en un juego serio virtual, con herramientas virtuales, a partir de una jugabilidad. La meta de ambos es relativamente la misma, pero la gamificación hace uso de mecánicas de juego, fuera de un espacio de juego definido, aplicado a objetos, actividades cotidianas, etc. (Kapp, 2012) (Kapp, 2013) (Medina-Mota & López-Morteo, 2021).

#### **4.2.3. Aprendizaje basado en juegos.**

Una tercera solución se incluye: el aprendizaje basado en juegos, que es necesario, al igual que los juegos serios, identificar y diferenciar como destacan Kapp (2012) en su libro “The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education” y Grendel Games (2020), desarrolladora de soluciones basadas en juego para el aprendizaje, en su tabla de comparación (Medina-Mota & López-Morteo, 2021).

#### 4.2.4. Modelo de soluciones basadas en juegos para el aprendizaje.

Finalmente, el modelo de soluciones basadas en juegos identificado de la perspectiva estadounidense de Kapp (2012) es un modelo de soluciones basadas en juegos para el aprendizaje con tres soluciones muy similares, pero totalmente diferentes en su desarrollo y aplicación: la gamificación, aprendizaje basado en juegos y juegos serios (Tabla 4). Se presentan sus definiciones, diferencias y ejemplos de cada una, acorde a la aplicación del autor (Medina-Mota & López-Morteo, 2021).

TABLA 4. Diferencias entre soluciones basadas en juegos para el aprendizaje extendido y tomado de Kapp (2012).

| <b>Gamificación</b>   | <b>Aprendizaje basado en juegos</b>  | <b>Juegos serios</b>  |
|---|--|---|
| Uso de mecánicas basadas en juegos, estética y pensamiento lúdico para fidelizar a las personas, motivar acciones y resolver problemas. | El proceso y práctica de aprender utilizando y re-proponer juegos existentes, cuyo propósito no es el aprendizaje.<br>Es una metodología de aprendizaje. | Una experiencia designada usando mecánicas de juego y pensamiento lúdico para educar individuos de un dominio de contenido específico.<br>Son juegos que no tienen el entretenimiento como su propósito principal, sino el del aprendizaje. |
| Incrementa la motivación y enganche de aprendizaje o entrenamiento.   | Incrementa la motivación, transfiere conocimiento, desarrolla habilidades y conocimiento abstracto.  | Incrementa la motivación intrínseca y extrínseca, transfiere conocimiento, desarrolla y entrena nuevas habilidades y conocimiento abstracto.  |
| <b>Ejemplo:</b> Starbucks, Recompensas BBVA, Zombie! Run!, Duolingo.  | <b>Ejemplo:</b> Juegos de rol (RPG, MMORPG), Fifa, Portal, Minecraft.  | <b>Ejemplo:</b> QuiverVision, Minecraft Education Edition, Learn with Portals.  |

En un análisis final de la relación entre las dos perspectivas de modelo de soluciones basadas en juego, se realizó una tabla entre las conexiones implícitas y explícitas (Tabla 5)

entre las soluciones basadas en juego de Marczewski (renglón superior) y las soluciones basadas en juego para aprendizaje de Kapp (primera columna). Esta tabla esclarece la integración de elementos y similitud de las 5 soluciones que Marczewski plantea en su modelo, dentro de las 3 soluciones que Kapp presenta, categorizándolas como explícitas o implícitas en el uso de alguno de los modelos y soluciones, es decir, si una solución y sus elementos es o puede estar integrada en otra (Medina-Mota & López-Morteo, 2021).

TABLA 5. Relaciones explícitas e implícitas entre SBJ de Kapp y Marczewski (Medina-Mota & López-Morteo, 2021).

| <b>Marczewski<br/>Kapp</b>                  | <b>Diseño<br/>lúdico</b> | <b>Gamificación</b>           | <b>Simulación</b> | <b>Juegos<br/>Serios</b>      | <b>Juego</b> |
|---|--------------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------------------|--------------|
| <b>Gamificación</b>                         | Explicito                | Son<br>soluciones<br>en común | Explicito         | Explicito                     | Explicito    |
| <b>Aprendizaje<br/>basado en<br/>juegos</b> | Implícito                | Explicito                     | Explicito         | Explicito                     | Implícito    |
| <b>Juegos<br/>serios</b>                    | Implícito                | Implícito                     | Explicito         | Son<br>soluciones<br>en común | Implícito    |

En la gamificación, el diseño lúdico, la simulación, juegos serios y juegos son explícitos, ya que podrían o no incluir un enfoque en ello, ya que esta solo requiere de mecánicas de juego acorde a las necesidades de la actividad. Sin embargo, puede apoyarse y funcionar en conjunto con otras soluciones.

En el aprendizaje basado en juegos, la gamificación, la simulación y juegos serios son explícitos debido a que se deben especificar las características y usos de apoyo con otras soluciones. Por ejemplo, se puede tomar un juego existente, como FIFA, para aprender estadística, lo cual requiere que el alumno juegue para adquirir lo necesario al realizar una actividad lúdica externa al juego, es decir, una gamificación más allá del aprendizaje, que puede ser una recompensa por parte del docente. Por otro lado, el diseño lúdico y juegos son implícitos, ya que es un hecho que es un juego y se les da un enfoque estético para la atracción del jugador.

En los juegos serios el diseño lúdico, la gamificación y el juego es implícito ya que un juego es estético para la atracción del jugador, y resulta ser un juego conformado por actividades de aprendizaje tradicionales gamificadas dentro de un sistema de juego. La simulación es explícita ya que puede o no ser un juego serio de simulación, como un simulador de vuelo (Medina-Mota & López-Morteo, 2021).

### **4.3. PROPUESTA**

Aplicar una Solución Basada en Juegos para el Aprendizaje (SBJ-A) satisfactoriamente requiere de un proceso de análisis previo respecto a cuál sería el más factible tanto en factores de atracción, recursos, conocimiento y facilidad de manejo para alumnos e instructores en caso de haberlo, no solamente implementar el más vistoso o el más barato. El análisis de relaciones (Tabla 6) entre los modelos de Kapp y Marczewski apoya en

la comprensión de cada solución, sus elementos y qué incluyen o no de acuerdo a las necesidades de aprendizaje dentro del modelo de solución basada en juegos para aprendizaje, estando implícito el pensamiento lúdico en todos los casos (Kapp, 2013) (Marczewski, 2018). Tomando esto como referencia se crea una propuesta para guiar la comprensión y el diseño de SBJ-A, con la adición de tres factores clave a considerar: contexto, intención y motivación, donde una necesidad es requerida (Medina-Mota & López-Morteo, 2021).

#### **4.3.1. El contexto**

El contexto tiene diferentes definiciones que lo conforman y todas son válidas, dependiendo de su aplicación. Comúnmente se le definiría como la situación alrededor del usuario o punto de interés, como su ubicación, entorno, identidad y tiempo (Ryan et al, 1998). Sin embargo, resulta ser más complejo el cómo afecta el contexto en cuanto al diseño de una SBJ-A que no solo pueda atraer a los alumnos y lograr un aprendizaje, sino facilitar la actividad para el docente o instructor y darle un uso adecuado sin una sobreexplotación de recursos o estar bajo una limitación de recursos. Dey et al (1998) define el contexto como el estado físico, social, emocional o informativo del usuario y Schilit et al (1994) define el dónde estás, con quién estás, y qué recursos hay cerca como los aspectos importantes del contexto. También, Dey et al (1998) define al contexto como cualquier información que pueda usarse para caracterizar la situación de una entidad. Una entidad es una persona, lugar u objeto considerado relevante a la interacción entre el usuario y una aplicación, incluyéndose a sí mismos (Medina-Mota & López-Morteo, 2021).

#### **4.3.1.1. Definición de contexto**

Tomando como referencia las definiciones obtenidas, y considerando que en un ambiente de aprendizaje el ambiente cambia, es dinámico, se adecua, se planea y se diseña con base en el proceso de aprendizaje del alumno, pues el desarrollo cognitivo, las costumbres y creencias modulan el ambiente (García-Chato, 2014), el contexto en el diseño de una SBJ-A se enfoca en los alcances tanto de entorno como del usuario. Por ello se crea la definición siguiente:

*“El contexto es toda información obtenida de la situación de recursos, el entorno y de los usuarios que ayude en el diseño de una Solución Basada en Juegos para el Aprendizaje para solucionar las necesidades de aprendizaje.”* (Medina-Mota & López-Morteo, 2021)

#### **4.3.2. La motivación**

Para solucionar la necesidad, la motivación resulta un factor importante para determinar qué diseño de SBJ-A se adapta para el aprendizaje esperado. La motivación en el ámbito educativo se define como la energía para lograr metas de aprendizaje, para iniciar y mantener la participación de los alumnos en el proceso de aprendizaje (Ghergulescu & Muntean, 2010). Sin embargo, un error común es tomar la solución que vean más “divertida” o “atrayente” visualmente o por el simple hecho de ser un juego, creyendo que los alumnos lo comprenderán, aunque no genere ningún tipo de motivación útil a aprender (Kapp, 2013). La motivación se debe concentrar en cómo lograr atraer al alumno al realizar actividades con

enfoque lúdico sea motivación intrínseca o extrínseca (Medina-Mota & López-Morteo, 2021).

### **4.3.3. La intención**

El factor de la intención determina hacia dónde se va a dirigir y/o con qué fin será la aplicación del diseño de la SBJ-A a partir de un diseño o metodología educativa. Es decir, qué enfoque se tomará y qué se espera al final, como desarrollar una habilidad, coordinar, etc (García-Elskamp, 1984) (Medina-Mota & López-Morteo, 2021).

## **4.4. MODELO BASADO EN EL CONTEXTO, INTENCIÓN Y MOTIVACIÓN**

En conjunto, los factores mencionados anteriormente conforman un proceso no lineal dividido en dos conceptos: el concepto externo, siendo el contexto (¿qué tengo? ¿qué hay?), y el concepto interno, siendo los factores personales de la motivación, intención y una necesidad requerida (¿qué busco? ¿para qué? ¿qué debo hacer? ¿cómo lograrlo?). Esto, con apoyo de los conocimientos obtenidos de las SBJ-A, para realizar un análisis y selección previa al diseño de una SBJ-A (Figura 6):

- Necesidad real. Una necesidad real de aprendizaje que se presente.
- Contexto. Información de la situación de recursos, entorno y de los usuarios para obtener requerimientos base.
- Motivación. Las maneras y/o elementos para lograr atraer a los usuarios.

- Intención. Qué enfoque se tomará y qué se espera al final, como desarrollar una habilidad, coordinar, etc.
- Modelo SBJ-A. La solución que se considere para enganchar a los alumnos y realizar las actividades lúdicas. (Medina-Mota & López-Morteo, 2021)



Figura 6. Proceso de análisis para el diseño de una SBJ-A.

El proceso se llevaría a cabo teniendo una necesidad real de aprendizaje, definir una intención con la actividad lúdica y analizar el contexto en el que se encuentra el área, lugar, tiempo, recursos, situación social, forma de aplicación, situación social y cualquier información relevante para adecuar el diseño. Posteriormente, considerando elementos o maneras de lograr atraer a los alumnos por medio de la motivación. Con esta información y conociendo la composición de una SBJ-A, gamificación, aprendizaje basado en juego y juegos serios, de acuerdo a las tablas comparativas y de relación (Tablas 5 y 6), se podría determinar un diseño ideal para la necesidad e intención que cumpla con los requerimientos dentro del contexto y características motivacionales (Figura 7).



Figura 7. Factores del modelo de SBJ-A basado en contexto, motivación e intención, que cubre una necesidad.

## **CAPÍTULO 5. IMPLEMENTACIÓN DE UNA ACTIVIDAD DE REALIDAD AUMENTADA CON EL ESTÁNDAR DE LA IEEE EN UN PROTOTIPO**

En este capítulo se muestra la metodología establecida para la realización del modelo, el prototipo y sus determinaciones, comenzando por una revisión bibliográfica a partir de estándares oficiales de la IEEE.

### **5.1. IEEE STD 1589-2020**

Tras la creación del modelo SBJ-A, en la planeación de aplicación en realidad aumentada, se realizó una revisión bibliográfica del marco teórico para actualizar con información del 2020-2021. Durante la revisión, se encontró un estándar de realidad aumentada desarrollado en el 2020, siendo en el 2021 publicado el estándar 1859 IEEE (IEEE Std 1589TM-2020) “Estándar IEEE para Modelos de Aprendizaje con Realidad Aumentada (ARLEM)” por el Comité de Estándares para las Tecnologías Educativas, grupo 1859 (Wild et al, 2020).

El IEEE ARLEM Standard es un modelo conceptual integrado con las especificaciones de datos para representar actividades, contexto de aprendizaje y de entorno (espacio de trabajo, “workplace”), enlazando estos datos a otro modelo de datos necesario para las actividades de aprendizaje con realidad aumentada. Los modelos de datos se definen con Extensible Markup Language (XML) y JavaScript Object Notation (JSON) con descripciones de entorno para guiar paso a paso los datos de constante cambio.

Su objetivo es describir la Realidad Aumentada a partir de un modelo conceptual (Activity ML) con un aprendiz (trainee/usuario) y un modelo de datos (WorkplaceML) en un área de trabajo. De esta manera simplifica el proceso de crear contenido de training AR.

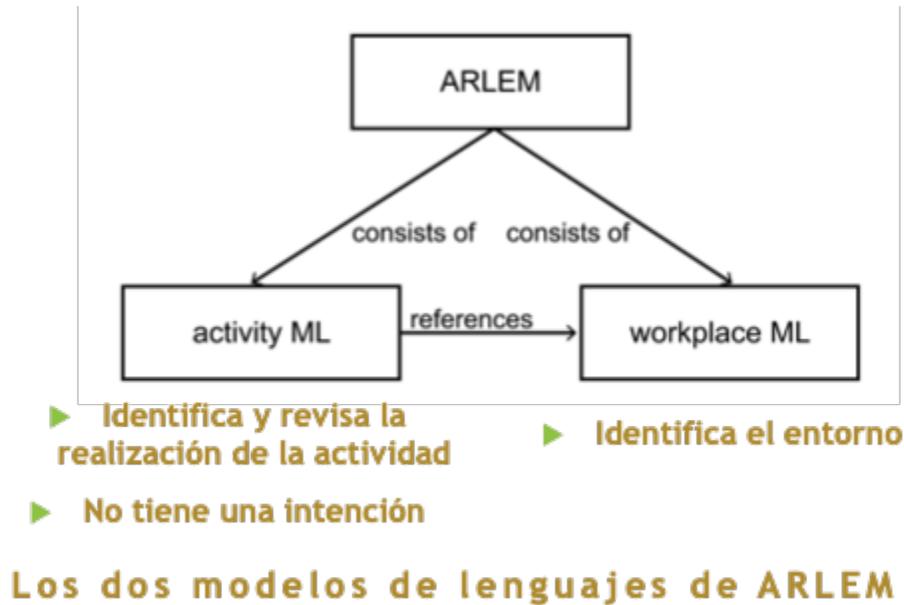


Figura 8. Traducción de modelos de lenguaje de ARLEM.

ARLEM se divide en dos partes:

La primera parte, conocida como Activity Modeling Language (AML) es un lenguaje de descripción de actividad con la información de interacción de un aprendiz con objetos reales y virtuales. Define un sistema de acciones del proceso de aprendizaje, donde los eventos pueden definir qué contenido aumentado es activado y desactivado.

En la descripción de una actividad, el AML sigue una estructura y elementos cuyo objetivo es cubrir

- Activación y/o desactivación de aumentaciones: Datos de especificación y configuración de multimedia.
- Triggers: Referencia y configuración de liberar mecanismos de cambio en entrada y salida.
- Mensajes (Opcional): Comunicación con otros dispositivos
- Reglas-If: Especificaciones lógicas para analizar y reaccionar al comportamiento del usuario.



Figura 9. Estructura y elementos de una actividad.

La segunda parte, conocida como Workplace Modeling Language (Figura 9), es un lenguaje de descripción de un espacio de trabajo que define qué elementos están presentes en la experiencia de aprendizaje (Elementos reales, personas, lugares, entorno) y el uso y conexión con hardware, sensores y dispositivos, marcadores y aumentaciones virtuales.

## **5.2. xAPI**

En la actualidad se utilizan diferentes estándares en plataformas de e-learning, siendo de interés para esta tesis el modelo xAPI, del que se basa IEEE STD 1589-2020 (ARLEM) para la recopilación y almacenamiento de metadatos. xAPI permite recolectar datos de las experiencias de los usuarios en todo y cualquier momento sin la necesidad de estar ligado a un LMS, si no requiere de análisis y gestión de datos a profundidad.

El “Experience API” (xAPI) (ADL, 2020) es una especificación técnica que facilita la documentación y comunicación de experiencias de aprendizaje. Especifica una estructura para describir experiencias de aprendizaje y define cómo se intercambian digitalmente. Recolecta actividades y brinda datos cuantificables, compatibles, registrables de manera simple y flexible. En el proceso, el aprendiz o alumno tiene una experiencia de aprendizaje en algún contexto específico. A esta experiencia se le da seguimiento con un “Learning Record Provider (LRP)”, el cual es responsable de la relación experiencia-aprendiz/alumno, creando registros de aprendizaje y enviándolos a uno o más Learning Record Stores (LRSs) que almacenan los registros y los hace accesibles para Clientes autorizados, como el Learning Record Consumer (LRC). Este accede a los registros de aprendizaje y los utiliza (ADL, 2020).

Para propósitos de esta investigación, se crea una actividad de aprendizaje a partir de experiencias de aprendizaje basadas en juegos en un ambiente aumentado, las cuales son registradas y almacenadas en una base de datos. Esto basado en el modelo xAPI, que se compone de declaraciones o “statements” (Figura 10) u oraciones en un formato “actor-verbo-objeto” (ADL, 2016) (ADL, 2020), las cuales pasan a ser adaptados al listado de metadatos seleccionados y activados por “triggers” entre interacciones aumentadas, como indica el estándar ARLEM (Wild et al, 2020).

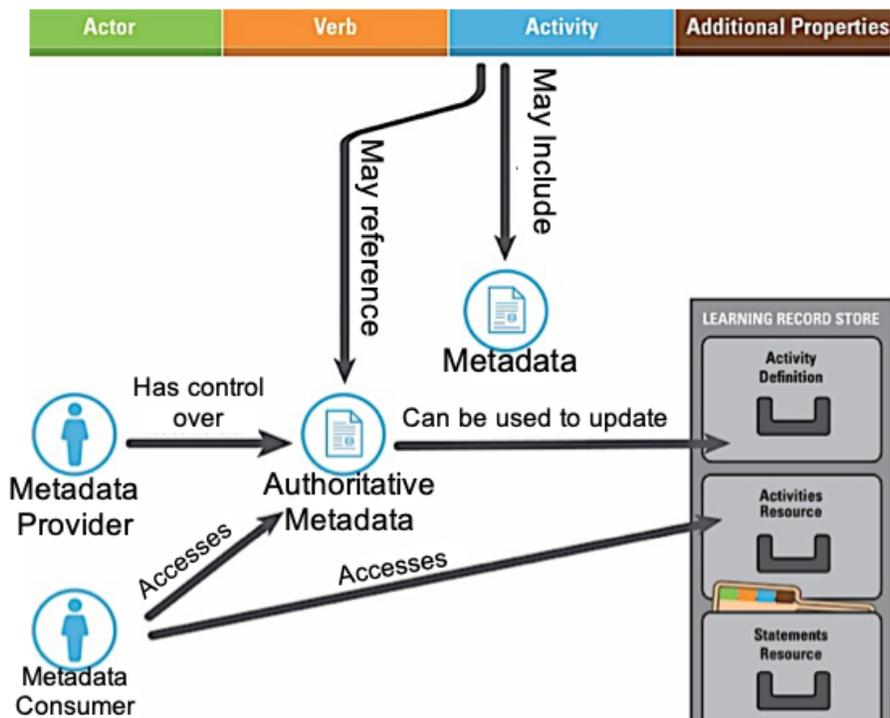


Figura 10. Metadatos y datos de actividad en xAPI.

Se utiliza un escenario de actividad de aprendizaje existente: “Organización de mobiliario en el aula en un contexto designado” impartido por Juan Gabriel López (López Hernández & López Morteo, 2021). Por lo tanto, la metodología se dividirá en tres etapas, la identificación de la necesidad de aprendizaje y la situación de contexto, la adaptación de

actividad a ARLEM-xAPI y el desarrollo del prototipo: Runtime y aplicación para realizar la actividad (Medina-Mota & López-Morteo, 2022).

### **5.3. IDENTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD DE APRENDIZAJE Y SITUACIÓN.**

Como primer paso, se debe identificar la necesidad de aprendizaje, la intención y el motivo para la creación de soluciones para este prototipo (Medina-Mota & López-Morteo, 2022). En este caso, la necesidad de aprendizaje es el conocer y comprender los diferentes estilos de disposición del aula según el contexto, de acuerdo a las normas de seguridad del aula. La intención es que los alumnos, con esta información, organicen el aula de manera que les parezca factible y exponer sus razones. El motivante, en este caso, es el uso de la realidad aumentada, con el uso de objetos tridimensionales aumentados, que puedan posicionarse sin necesidad de alterar el espacio físico real. En la tabla 6 se organiza el contexto en el que se realizará la actividad posteriormente.

TABLA 6. Tabla de contexto de la actividad de aprendizaje.

|   |
|---|
| <i><b>Actividad General:</b> Organizar el mobiliario en un contexto designado de acuerdo a medidas de seguridad.</i>  |
| <i><b>Plantear la situación:</b> Trabajo en grupo. Alumnos y docentes.</i>  |
| <i><b>¿Qué tiene que hacer?:</b> Planear la organización del mobiliario del aula.</i>   |
| <i><b>¿Cómo?:</b> Posicionando un modelo tridimensional aumentado de mobiliario en el espacio real y en conjunto arman el esquema de trabajo para el contexto que escogieron.</i> |

Comparado con modelos de e-learning basados en SCORM (ADL, 2020), este no exige más que la terminación de la actividad y una posible evaluación. Sin embargo, xAPI y la complementación aumentada con ARLEM requieren de especificaciones para considerar una actividad como finalizada, brindando datos acordes a los resultados y acciones del usuario que, posteriormente, puedan ser analizados acorde a las cuestiones que se deseen evaluar por los administradores, docentes o encargados del LMS (ADL, 2016) (ADL, 2016). Por ello, es esencial la identificación de los pasos a realizar, véase la tabla 7, para llevar a cabo la actividad general, como un algoritmo (Medina-Mota & López-Morteo, 2022).

TABLA 7. Tabla de pasos para finalizar la actividad.

| <i>Pasos para finalizar la actividad general:</i> |  |
|---|--|
| 1.  | Planear la organización del mobiliario en un salón de clases cumpliendo el esquema acorde al contexto que escogió el alumno y siguiendo las normas de seguridad del aula.  |
| 2.  | Formar equipos de alumnos  |
| 3.  | Tener un smartphone o tablet con la aplicación móvil como herramienta para la actividad.   |
| 4.  | Utilizar la aplicación visualizadora móvil y organizar, de manera virtual a partir de un ambiente aumentado, el mobiliario del aula (Silla, Silla para discapacitados, escritorio, mesabanco, extinguidor, proyector). |
| 5.  | Visualizar la organización de mobiliario con RA.   |
| 6.  | Corroborar que no hay colisiones o problemas con el acomodo acorde al contexto escogido.   |
| 7.  | Presentar al docente y la clase.   |

### **5.3.1. Necesidad de aprendizaje y las SBJ-A**

El protagonismo de los juegos y el aprendizaje basado en juegos en esta actividad se considera tomando el pensamiento lúdico (Kim, 2017), del que se basa el modelo de Soluciones Basadas en Juegos para Aprendizajes (figura 3), las cuales buscan la inmersión, enganche y fomentar la resolución de problemas del usuario (Medina-Mota & López-Morteo, 2021) (Kim, 2017).

La solución se convierte en basada en juegos al utilizar elementos de juego que puedan ser favorables al usuario para obtener una mejor comprensión y motivante al tema de la actividad (Medina-Mota & López-Morteo, 2021) (Kapp, 2012). En este caso se considera el uso de la narrativa visual (storytelling) como atrayente, convirtiéndola en una herramienta de actividad gamificada a la aplicación, ya que el desarrollo de un juego serio o el uso de un juego existente obstruyen los objetivos y pasos para finalizar la actividad.

## **5.4. PLANEACIÓN DE LA ACTIVIDAD**

Es necesario realizar la planeación de la actividad con los procedimientos, elementos, rúbricas y normas para llevarla a cabo, de acuerdo al análisis previo en el capítulo 5.3 con la identificación de la necesidad, para ello, primero se realiza una investigación bibliográfica y recopilación de información de acuerdo al tema de interés, en este caso: *conocer y comprender los diferentes estilos de disposición del aula según el contexto, de acuerdo a las normas de seguridad del aula.*

### **5.4.1. Información de tema para la actividad**

*Medidas de seguridad e inclusión escolar en situación post-covid:*

*¿QUÉ ES LA PROTECCIÓN CIVIL?*

Primeramente, es importante comprender qué es la protección civil y qué aporta para las instalaciones estudiantiles. De acuerdo con la Ley General de Protección Civil se define y comprende como:

*“La acción solidaria y participativa de todos los miembros de la comunidad, en coordinación con las autoridades municipales, estatales y federales, con el fin de crear un conjunto de acciones como planes, programas para salvaguardar la vida, integridad y salud de la población, así como sus bienes; la infraestructura, la planta productiva y el medio ambiente. Estos programas nos dicen qué debemos hacer antes, durante y después de un desastre.”*

De esta manera, la protección civil, en conjunto con la seguridad escolar permiten conservar la armonía, prevención y cuidado de la vida y bienestar de los integrantes de las instituciones y comunidad educativa de estas. (Secretaría de Educación, 2018)

Según el Manual y Protocolos de Seguridad Escolar de la Secretaría de Educación de Nuevo León, el mejor sistema de seguridad es la prevención. En complemento con la prevención se enlistan algunas reglas básicas en seguridad, como: mantener la calma, actuar con prontitud y apegarse a un plan de acción previamente establecido y ensayado. Estas reglas apoyan a la disminución de riesgos causados por estrés ante la situación, como la frase coloquial “por actuar sin la mente fría”, situación que puede incluso agravar un accidente. (Garza, 2021)

Agregando a la información de protección civil, según “Protocolos de seguridad para los centros de educación del gobierno del estado de Tamaulipas” (2021), existe un decálogo de reglas básicas de seguridad escolar, siendo las principales:

- Respeto a la Constitución y a la comunidad escolar
- No discriminación
- Organización para identificar, prevenir, atender, gestionar y resolver la crisis

- Comunicación entre la comunidad escolar
- Coordinación entre autoridades competentes
- Corresponsabilidad como base para generar las mejores condiciones para el desarrollo colectivo
- Participación de todos los miembros de la comunidad escolar
- Disciplina para activar e institucionalizar procesos de formación de hábitos y actitudes de convivencia colectiva.
- Justicia para generar condiciones para convivencia equitativa
- Autocuidado

Teniendo conciencia y uso de estas reglas, se practica la prevención a partir de la información, comunicación y participación colectiva, con lo que se puede proceder asertivamente a seguir las indicaciones de protección civil ante accidentes y alertas.

En complementación con estas reglas básicas, se asimilan también, agregando las medidas de seguridad de La Ley General de Protección Civil (Cámara de diputados del H. Congreso de la unión, 2012), de acuerdo a la UMPC en coordinación con el Subcomité de Prevención.

- Atención a personas con discapacidad.
- Reglamento preventivo para cocinas y comedores (cuando aplique).
- Reglamento para el uso de estacionamientos (cuando aplique).
- Reglamento para el personal de vigilancia (cuando aplique).
- Control de acceso al plantel.

- Control en el uso de aparatos eléctricos y electrónicos.
- Control de acceso a áreas especiales y de alto riesgo.
- Capacitación a la comunidad escolar sobre el uso adecuado de extintores.
- Cumplimiento de normas mínimas de seguridad en el caso de producción, transporte, uso, almacenamiento y disposición final de materiales o sustancias peligrosas, contando con la señalización adecuada, hojas de registro de seguridad, así como evidencia de capacitación y entrenamiento adecuado (cuando aplique).

Finalmente, ante el regreso a clases presenciales después de la pandemia y aislamiento causado por el COVID-19 en el 2020 y 2021, se implementaron medidas sanitarias esenciales para la prevención de enfermedades respiratorias y reducir los contagios entre los diferentes responsables académicos y alumnado.

A continuación, se enlistan algunas de las medidas sanitarias por la secretaría de salud del gobierno de México (Secretaría de salud, 2022):

- Contribuir en la limpieza e higiene escolar.
- Apoyar en la implementación de indicaciones sanitarias y protocolos de higiene y limpieza de la escuela.
- Pasar por un filtro sanitario al ingresar a la escuela, el cual incluye la medición de temperatura y sanitización.
- Aplicarse gel antibacterial.
- Mantener la sana distancia de 1.5 metros en sus cuatro lados en todo momento, incluyéndose en el acomodo del mobiliario escolar.

- Uso de cubrebocas obligatorio en espacios reducidos y al presentar cualquier síntoma.
- Promover el lavado de manos y de higiene personal.
- Vacunar al personal académico.

Posterior a conocer la información de medidas de seguridad, es importante conocer los estilos del aula para responder la pregunta: ¿Cómo mejorar el área en qué están distribuidos los salones de clase?

TABLA 8. Tabla de aspectos útiles y no útiles del estilo auditorio (Egea, 2016).

| <b>ESTILO AUDITORIO – Los alumnos se sientan frente al profesor</b>   |
|---|
| <p><i>Aspectos útiles:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Espacios en los laterales, en el centro o en la parte trasera por los que se pueda mover el profesor.</li> <li>● Puede ser 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.</li> </ul>   |
| <p><i>Aspectos no útiles:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Impide el contacto cara a cara entre los alumnos ya que lo único que ven es al profesor directamente (si están en primera fila) o al profesor y las espaldas de sus compañeros (cuando están en las filas traseras).</li> <li>● Se reduce la interacción y participación entre los miembros del grupo ya que adoptan un rol preferentemente de escucha.</li> </ul> |

TABLA 9. Tabla de aspectos útiles y no útiles del estilo seminario (Egea, 2016).

| <b>ESTILO SEMINARIO – Alumnos sentados en círculo, cuadrado o forma de U</b>   |
|--|
| <p><i>Aspectos útiles:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Aumenta notablemente la participación de los alumnos en cualquier tipo de actividad, debate, que les propongas.</li> <li>● El aula se vuelve un espacio más democrático en el que no se marcan diferencias de estatus sino que tanto profesor como alumno forman parte del proceso de enseñanza-aprendizaje.</li> <li>● No se necesitan tantas normas a nivel de disciplina y respeto ya que entre ellos mismos se autorregulan. Es decir, si un alumno está hablando y molestando al resto, es el propio grupo el que le hace gestos para que respete el turno de palabra de los compañeros.</li> </ul> |
| <p><i>Aspectos no útiles:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Cuando la cantidad de alumnos es excesivamente grande puede ser muy difícil encontrar un aula que nos permita que todos estén situados en forma de U.</li> <li>● El mobiliario de muchas aulas no suele permitir que se puedan colocar en círculo las mesas sin quitar mucho espacio de movimiento.</li> </ul>  |

TABLA 10. Tabla de aspectos útiles y no útiles del estilo cara a cara (Egea, 2016).

| <b>ESTILO CARA A CARA – Alumnos sentados frente a frente</b>   |
|--|
| <p><i>Aspectos útiles:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Al ser una posición “enfrentada” también provoca muchas más discusiones y debates que pueden enriquecer el aprendizaje y el espíritu crítico de los alumnos.</li> <li>● Permite fácilmente realizar trabajos por parejas o cuartetos, creando así también la posibilidad de iniciarse en el trabajo en equipo.</li> </ul>  |
| <p><i>Aspectos no útiles:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Es una disposición que permite fácilmente las distracciones ya que surgen muchos temas dentro del grupo que a veces no tienen que ver con el contenido de la sesión.</li> <li>● El tiempo invertido en crear la disciplina suficiente para que se respeten los turnos de palabra, para que se escuche a los compañeros, etc. suele ser mucho mayor.</li> <li>● En algunas disposiciones, unos alumnos dan la espalda a otros y esto dificulta la comunicación e interacción con compañeros que tienen en la espalda.</li> </ul> |

TABLA 11. Tabla de aspectos útiles y no útiles del estilo agrupado (Egea, 2016).

| <b>ESTILO AGRUPADO – Alumnos sentados en pequeños grupos</b>   |
|--|
| <p><i>Aspectos útiles:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Permite el desarrollo de actividades de aprendizaje colaborativo y potencia habilidades de trabajo en equipo: colaboración, coordinación, distribución de tareas y roles, etc.</li> <li>● Los alumnos que tienen más dificultad de trabajar ante grandes grupos, se sienten más tranquilos en pequeño grupo y puede aumentar así su integración en el mismo.</li> <li>● Se refuerza el sentimiento de grupo internamente ya que no solo llegan a compartir aspectos relativos al aula sino que aumenta el conocimiento mutuo entre ellos.</li> </ul> |
| <p><i>Aspectos no útiles:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● En algunas ocasiones puede debilitar el sentimiento de pertenencia al “Gran grupo” y aumentar la competitividad entre las diferentes islas creadas.</li> <li>● Desde algunas disposiciones puede ser más difícil observar al profesor, a un compañero que está hablando o incluso las explicaciones que se dan en la pizarra.</li> </ul>  |

TABLA 12. Tabla de aspectos útiles y no útiles del estilo ubicación cruzada (Egea, 2016).

| <b>ESTILO UBICACIÓN CRUZADA- Alumnos sentados en grupos, pero sin estar enfrentados entre sí.</b>   |
|---|
| <p><i>Aspectos útiles:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Causa menos distracciones que las ubicaciones en las que los alumnos están cara a cara unos con otros.</li> <li>● Permite desarrollar actividades de aprendizaje cooperativo y de trabajo en equipo.</li> <li>● Al crearse espacios vacíos, se aumenta la visibilidad de otros compañeros que están situados en otras mesas.</li> </ul> |
| <p><i>Aspectos no útiles:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Puede debilitar el sentimiento de pertenencia al “Gran grupo” y aumentar la competitividad entre las diferentes islas creadas.</li> <li>● Al estar en pequeños grupos, es más fácil que refuercen los vínculos con los compañeros del mismo grupo pero no se refuerzan tanto con los compañeros de otros grupos.</li> </ul>          |

Derivado de la información de medidas de seguridad y las tablas anteriores, se crea contenido gráfico y visual a partir de diapositivas (Figura 11).

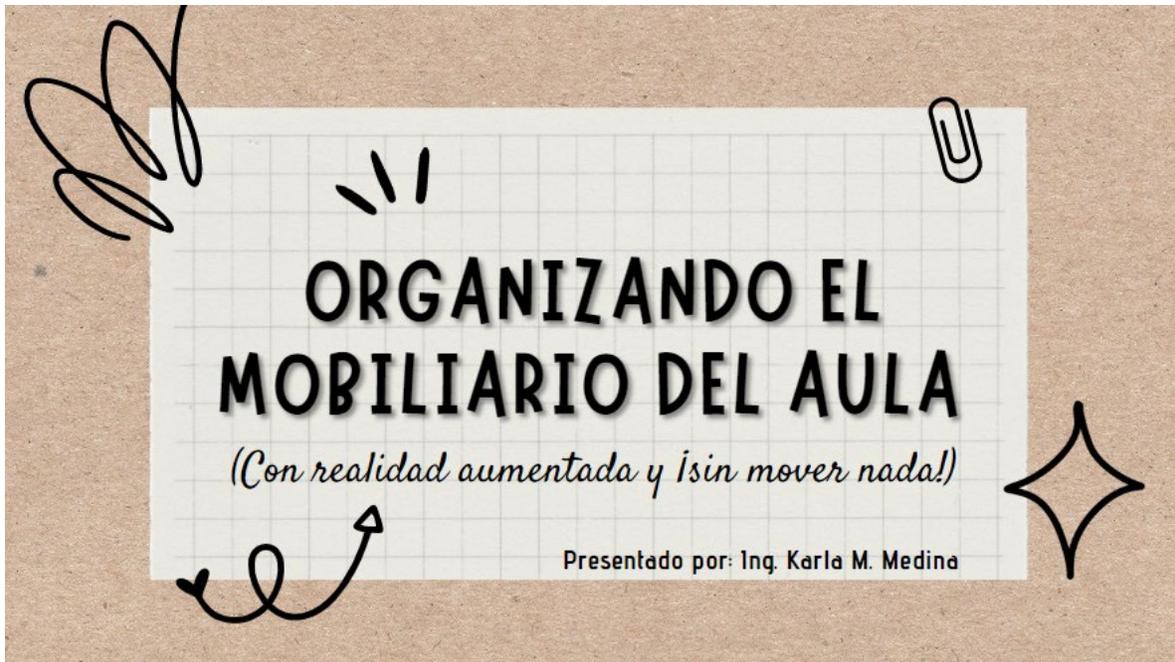


Figura 11. Portada de la presentación gráfica del tema.

Con la presentación se resume la información para hacerla digerible para los alumnos y se da introducción a la actividad y sus pasos (Figura 12 y 13).

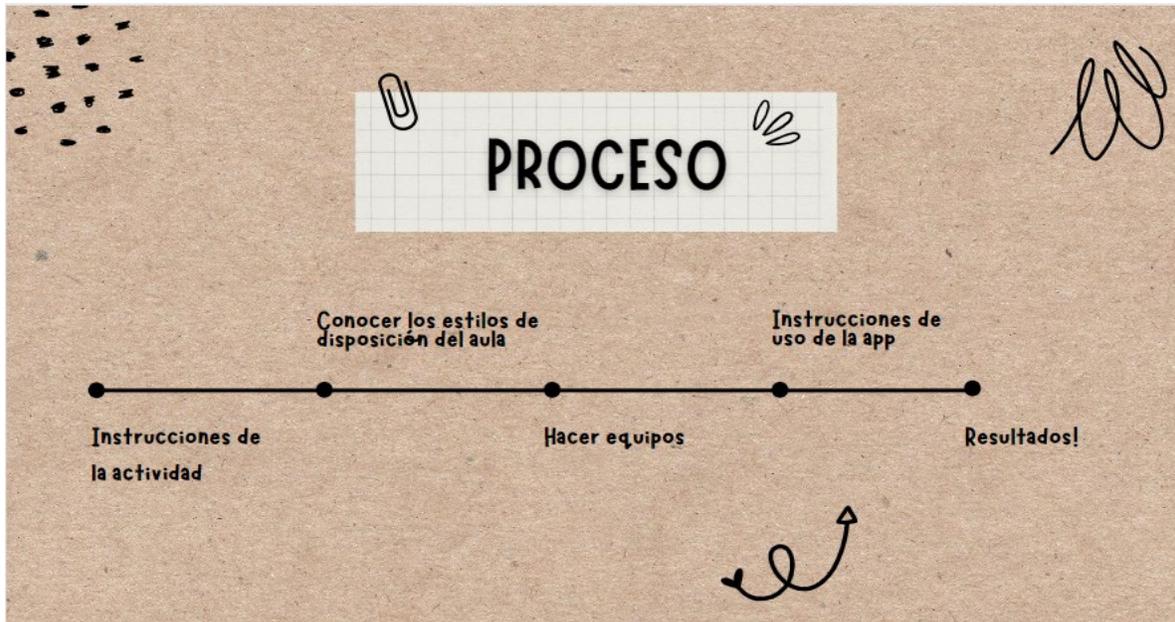


Figura 12. Diapositiva del proceso de la actividad.



Figura 13. Diapositiva de medidas de seguridad e inclusión.

#### **5.4.2. Contextualización: Delimitación y especificaciones para la actividad**

En esta sección se realiza la contextualización de caso, un análisis de las delimitaciones, especificaciones, ideales y con lo que se cuenta para proceder a la planeación de actividad en el contexto final. En este caso, la experimentación se especifica a realizar en la Universidad Politécnica de Baja California para la carrera de Ingeniería en Animación y Efectos Visuales, teniendo en cuenta a los sujetos de prueba en este caso, como estudiantes universitarios de un rango de edad entre 18 y 35 años, por lo que a partir de estas especificaciones se determinará el resto de la contextualización.

#### **ESPECIFICACIONES DE EXPERIMENTACIÓN**

- **ÁREA DE EXPERIMENTACIÓN:** Estudiantes universitarios.
- **GRUPOS:** 4BM, 4AM y 5AM.
- **CARRERA:** Ingeniería en Animación y Efectos Visuales.
- **RANGO DE EDAD:** 18-35 años.
- **IMPARTIDO POR:** *PROFESORA DE ASIGNATURA (PA)*.
- **ASISTENTE TÉCNICO:** (TI).
- **DURACIÓN:** Aproximado de 3 HORAS.
- **INTERVALO DE DOCUMENTACIÓN:** 1 SEMANA.

En las especificaciones técnicas es necesario determinar los dispositivos y herramientas que serán de uso durante la actividad (Tabla 13).

TABLA 13. Tabla de especificaciones técnicas.

| # U | EQUIPO              | ESPECIFICACIONES         |
|-----|---------------------|--------------------------|
| 1   | Smartphone          | XIAOMI REDMI NOTE 11 PRO |
| 1   | Laptop              | ASUS NITRO 5             |
| 1   | Red local           | ROAMING                  |
| 1   | Proyector           | -                        |
| 1   | Cámara de grabación | IPAD AIR GEN 4           |
| 1   | Cámara fotográfica  | IPHONE 11                |

**ÁREA DE TRABAJO:** (CS) Salón de clases.

Podría requerirse el uso y alteración de posición de los objetos físicos dentro del aula de clase para la adaptación del espacio.

Se les pedirá consentimiento y posibilidad de utilizar equipo personal al cual se le instalará la aplicación, levantar censo de características de equipos y de sistema operativo, etc. Se especificará cuales funcionaron, cuáles no y las limitantes tecnológicas.

La aplicación contará con las especificaciones técnicas de instrucciones de la aplicación en cada pantalla y a partir de instructivos y manuales (Apéndice B) según sea el caso como:

- *Manual de usuario*
- *Instructivo de uso de la aplicación*
- *Instructivo de uso de la actividad con la aplicación*

TABLA 14. Tabla de ESPECIFICACIONES CONTEXTUALES

| <b>SOCIOECONÓMICA</b>  | <b>INFRAESTRUCTURAL</b>  | <b>ORGANIZACIONAL</b>                        |
|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>· Edad</li> <li>· Género</li> <li>· Clase social</li> </ul> | Se realiza en una universidad pública de carácter y apoyo gubernamental. | Tener al menos dos registros de interacción. |

## **ESPECIFICACIONES DE ACTIVIDAD**

La actividad será desarrollada en un ambiente mixto, utilizando apoyos gráficos, información por lectura y una aplicación móvil. La actividad de aprendizaje tiene como objetivo conocer los diferentes modelos de organización del aula y la implementación de normas de seguridad escolar dentro de este, en un contexto post-pandemia (COVID-19).

La actividad de aprendizaje se desarrolla en un ambiente de aprendizaje basado en juegos llamado gamificación, haciendo uso de elementos de juego como el storytelling, la obtención de puntos en su progreso (leaderboard y recompensas), un sistema, una meta, reglas y retroalimentación (Kapp, 2012).

Por cuestiones de recursos, los elementos a organizar en la actividad por medio de la aplicación móvil serán los siguientes:

1. Mesabanco.
2. Mesa.
3. Silla para discapacitados.
4. Extinguidor.
5. Pizarrón.

Sin embargo, los alumnos tendrán la libertad creativa de implementarlos a su percepción, posterior a la adquisición del conocimiento, e indicar elementos extra que pudieran ser implementados en futuras versiones a través de la participación o bocetaje externo a la aplicación (uso de materiales físicos para representar la idea de ser necesario).

La meta de los alumnos será finalizar la actividad de acomodo espacial en el ambiente aumentado. Sin embargo, obtendrán puntos extras al respetar reglamentos y protocolos de seguridad como:

- Espacio entre mesabancos
- Espacio para la mesa del docente
- Generar un espacio ideal para silla de discapacitados.
- Posicionamiento del extinguidor
- Posicionamiento de pizarrón

## **5.5. ADAPTACIÓN DE ACTIVIDAD A ARLEM-XAPI**

Una vez identificando el contexto, intención, motivación dentro de la necesidad de aprendizaje, tras la determinación de pasos para finalizar la actividad general, se debe adaptar al lenguaje de tipo declaraciones (statements) que maneja xAPI (2020), en un formato de “actor-verbo-objeto” o enunciados del tipo “Yo hice esto” (I did this). xAPI no funciona si existen incongruencias en la implementación, razón por la cual maneja el uso de los verbos, los cuales son definidos y referidos en el registro oficial de xAPI:

<https://registry.tincanapi.com/>

En la tabla 15 se enlista una adaptación especializada utilizando statements de tipo xAPI, e incluyendo sub statements. Donde los actores son el docente (de tipo Agente) y el estudiante (de tipo grupo, conformado por un conjunto de agentes).

TABLA 15. Tabla de enunciados y actores involucrados en la actividad de acuerdo a la adaptación de actividad a xAPI (Medina-Mota & López-Morteo, 2022).

|   |                 |
|---|-----------------|
| Actor(s):   | Teacher (Agent) |
|   | Student (Group) |
| Statements  |                 |
| Juan created an AR activity   |                 |
| Juan gave instructions to Students  |                 |
| Students made teams for “Juan created an AR Activity”                           |                 |
| Juan gave materials to Students   |                 |
| Students prepare a smartphone   |                 |
| Students installed an ARapp on “Students prepare a smartphone”                  |                 |
| Students worked with “Juan gave materials to Students”                          |                 |
| Students worked on “Juan created an AR activity”                                |                 |
| Students created a classroom model  |                 |
| Students checked “Students created a classroom model”                           |                 |
| Students presented “Students created a classroom model” to Juan                 |                 |
| Juan reviewed “Students presented “Students created a classroom model” to Juan” |                 |

Posteriormente y acorde a las reglas de xAPI, estas oraciones deben ser adaptadas al lenguaje JSON con los metadatos requeridos para realizar la actividad para que sea comprendida por la máquina y el usuario (ADL, 2020). Obteniendo como resultado las figuras 4 y 5, donde se aprecia la representación gráfica, lineal y de proceso de la traducción del archivo JSON.

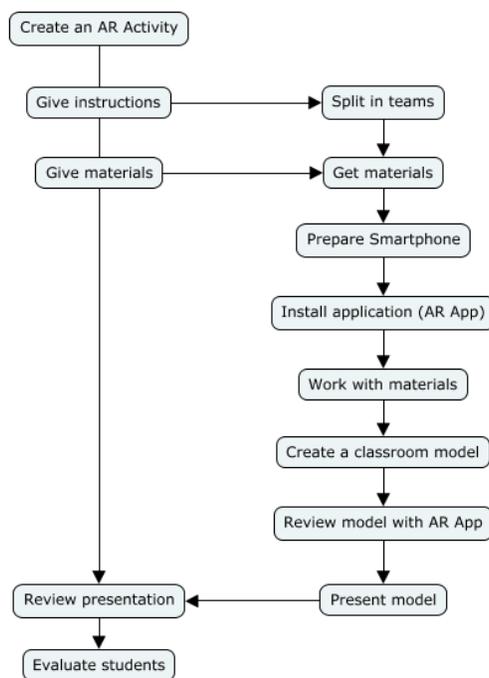


Figura 14. Diagrama de representación de pasos de la actividad (Medina-Mota & López-Morteo, 2022).

### 5.5.1. Porción de actividad adaptada en formato JSON

```
{
  "id": "001",
  "name": "Organizar el mobiliario en un contexto designado",
  "description": "** Plantear la situación: trabajo en grupo Que tiene que hacer: planear la organización del mobiliarioCómo: poniendo un marcador del tipo de mobiliario en una posición que en su conjunto armen el esquema de trabajo para el tipo de situación que escogieron Los marcadores van a reconocer el tipo de mobiliario ",
  "language": "en",
  "workplace":
  "http://ejemploAR.com/workplace.json",
  "start": "step1",

  "actions": [{
    "id": "step1",
    "viewport": "actions",
    "type": "actions",
    "device": "smartdevice",
    "location": "salon",
    "predicate": "rotate",
    "instruction": {
      "title": "Intro",
      "description": "El salon de clases tiene que ser reconstruido. Tu objetivo: Posicionar los muebles y objetos en su lugar logicamente correspondiente. Se te guiara a lo largo de tu progreso"
    },
    "enter": {
      "removeSelf": "false",
      "activates": [ {
        "target": "librero1",
        "type": "predicate",
        "augmentation": "point",
        "poi": "top",
        "option": "down"
      } ],
      "deactivates": [ {
        "target": "librero1",
        "type": "primitive",
        "augmentation": "label",
        "poi": "default"
      } ],
      "messages": [ {
        "target": "jake",
        "type": "person",
        "text": "First find the control panel.Then activate rover brakes by removingthe red key from the control panel."
      } ],
      "if": [ {
```

```

        "url":
        "http://example.com/xAPI/statements?verb=passed&activity=id ",
        "min": 2,
        "max": 10,
        "then": "startAction",
        "else": "prohibitAction"
      } ]
    },

    "exit": {
      "removeSelf": "false",
      "activates": [ {
        "target": "librero1",
        "type": "predicate",
        "augmentation": "point",
        "poi": "top",
        "option": "down"
      } ],
      "deactivates": [ {
        "target": "librero1",
        "type": "primitive",
        "augmentation": "label",
        "poi": "default"
      } ],
      "messages": [ {
        "target": "pepe",
        "type": "person",
        "text": "Busca el marcador para luego colocar el mueble correspondiente"
      } ],
      "if": [ {
        "url":
        "http://example.com/xAPI/statements?verb=passed&activity=id ",
        "min": 2,
        "max": 10,
        "then": "startAction",
        "else": "prohibitAction"
      } ]
    }
  ]
},

"triggers": [
  {
    "mode": "click",
    "type": "action",
    "viewport": "actions",
    "id": "start"
  }, {
    "mode": "voice",
    "type": "action",
    "viewport": "actions",
    "id": "start"
  }
]
}
```

```
}
```

JSON Workplace:

```
{
  "id": "ep",
  "name": "Escuela Primaria",
  "origin": "001",
  "things": [{
    "id": "librero",
    "name": "Librero",
    "detectable": "marker",
    "pois": [{
      "id": "default",
      "x-offset": "1.15",
      "y-offset": "-1.45",
      "z-offset": "0.85",
      "x-rotation": "359.15",
      "y-rotation": "289.62",
      "z-rotation": "1.23"
    }]
  }],
  "places": [{
    "id": "classroom",
    "name": "Classroom",
    "detectable": "floormarkerclassroom",
    "pois": [{
      "id": "default",
      "x-offset": "1.15",
      "y-offset": "-1.45",
      "z-offset": "0.85",
      "x-rotation": "359.15",
      "y-rotation": "289.62",
      "z-rotation": "1.23"
    }]
  }],
  "persons": [{
    "id": "fridolin",
    "name": "Fridolin Wild",
    "twitter": "fwild",
    "mbox": "wild@brookes.ac.uk",
    "detectable": "002",
    "persona": "learner",
    "pois": [{
      "id": "default",
      "x-offset": "1.15",
      "y-offset": "-1.45",
      "z-offset": "0.85",
      "x-rotation": "359.15",
      "y-rotation": "289.62",
      "z-rotation": "1.23"
    }]
  }]
}
```

```
}},
```

```
"sensors": [{
  "id": "black_samurai",
  "url": "mqtt://test.mosquitto.org:1883",
  "username": "wekit",
  "password": "*****",
  "data": {
    "key": "adjust_o_matic",
    "type": "float"
  }
}],
"devices": [{
  "id": "22ffdab321",
  "type": "tablet",
  "name": "Smart Device",
  "owner": "Pepe",
  "url": "mqtt://test.mosquitto.org:1883",
  "topic": "Clase2B",
  "username": "",
  "password": ""
}],
"apps": [{
  "id": "rating",
  "type": "widget",
  "name": "Feedback",
  "url": "http://wekit.eu/rating.wdgt"
}],
"detectables": [{
  "id": "001",
  "type": "marker",
  "url": "http://wekit.eu/marker.asset"
}],
"primitives": [{
  "id": "object",
  "x-size": "0.01",
  "y-size": "0.01",
  "z-size": "0.01"
}],
"predicates": [{
  "id": "point",
  "type": "animation",
  "scale": "1",
  "url": "http://wekit.eu/point.fbx"
}],
"warnings": [{
  "id": "M004",
  "type": "image",
  "symbol": "eyeprotection",
  "scale": "2.00"
}]
}
```

El fragmento anterior se traduce de manera gráfica a un diagrama ejemplificando la situación de la actividad como se ve en la figura 15.

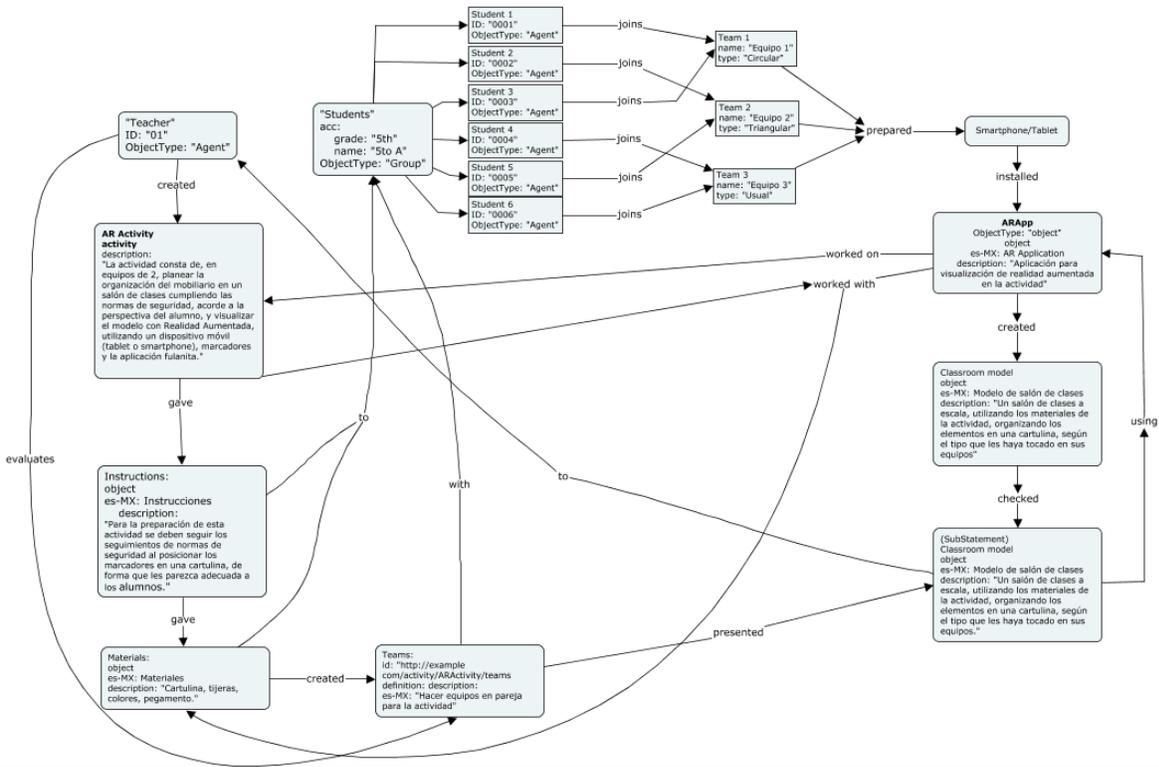


Figura 15. Ejemplo de diagrama de proceso de desglose JSON de metadatos de los usuarios alumnos.

## 5.6. DESARROLLO DEL PROTOTIPO

El prototipo depende del uso de cliente-servidor dispositivo donde está la app (client) y el servidor son los datos (LRS) es el servidor donde se hace wrap a los metadatos del xAPI, siendo un trigger. Wrap es un estándar para mandar datos de la app al LRS (Rustici Software, 2020).

El desarrollo del prototipo requiere de un conjunto de componentes para crear un sistema de gestión de aprendizaje (LMS). Se incluye una interfaz para acceder, gestionar y autenticar las experiencias de aprendizaje (LRS) y el progreso del alumno, registrado durante la actividad en gestión a partir de interacciones (triggers) del alumno con el ambiente aumentado usando la aplicación móvil como herramienta de apoyo (Wild et al, 2020) (ADL, 2020) (Rustici Software, 2020).

La aplicación móvil está desarrollada para sistemas operativos Android, en idioma español mexicano (es-MX), desarrollada en el motor de juego Unity por el acceso a librerías especializadas y certificadas para ambientes de juego y herramientas aumentadas, que permiten que haya un posicionamiento espacial de elementos tridimensionales diseñados para el aula, en el entorno real sin necesidad de marcadores o sensores externos al dispositivo.

Por otra parte, para que haya un registro de las experiencias de aprendizaje, debe haber un registro de perfiles de usuario y una autenticación previa a la actividad, dentro del sistema de aprendizaje, siendo los roles disponibles: estudiantes, docentes y administradores (Medina-Mota & López-Morteo, 2022).

TABLA 16. Tabla de requerimientos del prototipo.

| <i>Requerimientos del prototipo para la actividad:</i>                     |
|--|
| 1. El diseño de la interfaz amigable (UI/UX)                               |
| 2. Tipos de dispositivo en los que se pueda usar: Android                  |
| 3. Desarrollo de aplicación móvil gamificada en Unity.                     |
| 4. Idiomas disponibles: Español Mexicano (ES-MX)                           |
| 5. Registro de perfil del usuario (ESTUDIANTES Y DOCENTES)                 |
| 6. Un LRS (Learning Record Store)  |
| 7. Api LMS Learning Management System (basado en XAPI, adaptado con ARLEM) |
| 8. Documentación (Arquitectura de Software, Mock-up, Diagramas)            |

### **5.6.1. Arquitectura del software**

Para el desarrollo del sistema y la aplicación se realizan diagramas UML que describen y representan el proceso de autenticación y conexiones entre sistemas y el API. La figura 16 representa en clases la conexión entre la actividad (activity), el inicio de sesión, los alumnos, el cliente, tutor y espacio de trabajo (workplace) como lo define ARLEM (Wild et al, 2020). Como referencia del espacio y metadatos necesarios para el desarrollo y finalización de la actividad.

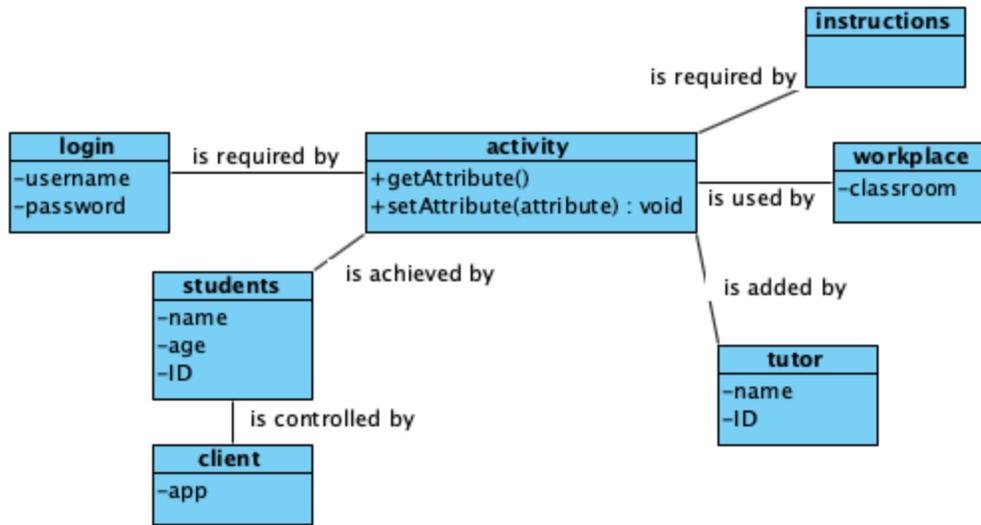


Figura 16. Diagrama de clases del proceso de conexión entre el API y el runtime (Medina-Mota & López-Morteo, 2022).

La actividad en cuestión es la mencionada en los apartados anteriores, y el workplace es el espacio de trabajo, es decir, el salón de clases donde se realizará la visualización y organización espacial tridimensional aumentada (Wild et al, 2020).

En la figura 17, en cambio, se muestra el proceso en un diagrama de caso uso de la interacción inicial en la aplicación, durante el proceso de inicio de sesión y de menú, previo a la inicialización de la actividad.

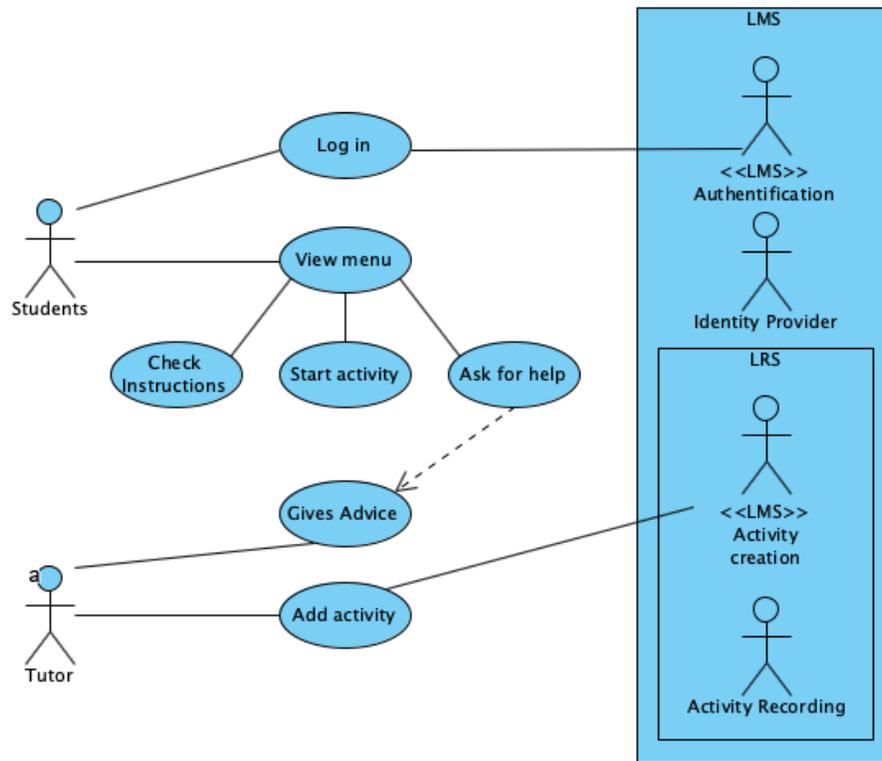


Figura 17. Diagrama de caso-uso de la interacción inicial de la aplicación (Medina-Mota & López-Morteo, 2022).

### 5.6.2. Diseño de interfaz

El diseño fue creado y simulado utilizando las herramientas Adobe Photoshop, Adobe Illustrator y Adobe XD. Tomando en cuenta que es un material didáctico, se utilizan colores llamativos, no saturados y sin un excedente de elementos para crear una armonía y arquitectura de diseño de interfaz ideal para UI/UX (Figura 18) y que el usuario no se abrume con la sobreexposición de elementos en la visualización aumentada (Wild et al, 2020) (Zlatkovski et al, 2019).

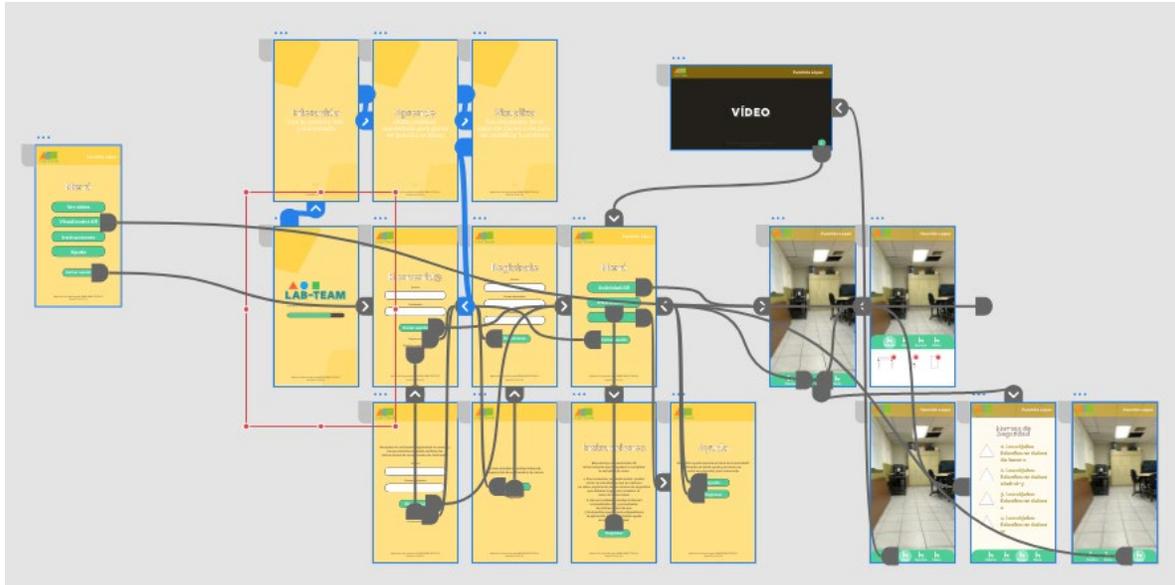


Figura 18. Pantallas de diseño de interfaz.

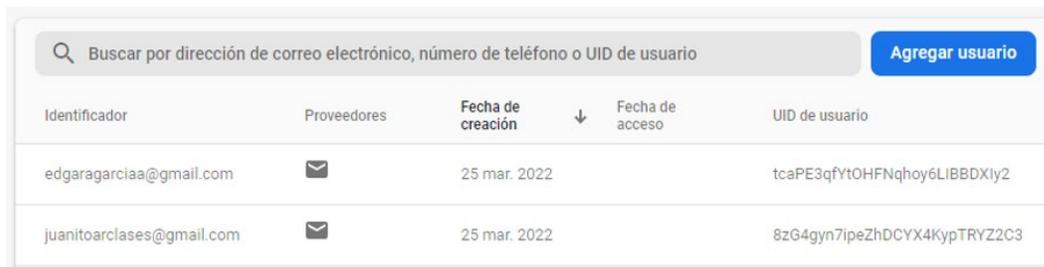
La simulación del diseño de la aplicación se realiza con herramientas de prototipado de Adobe XD (Figura 19) para planear la implementación de triggers y las redirecciones de las pantallas con la interacción táctil.



Figura 19. Simulación de diseño de interfaz.

### 5.6.3. Conectividad y Autenticación

En el sistema de gestión de aprendizaje es necesario que el usuario se registre y cree una cuenta para poder conectarse y acceder al sistema. El sistema y la aplicación solicitarán un correo, usuario y contraseña con el propósito de cumplir con el filtro de autenticación, ya que los roles de usuario registrados tendrán diferentes experiencias e interacciones al accionar las declaraciones (statements) definidas. Es decir, un docente podrá apoyar y asesorar a un alumno durante la actividad y revisar los resultados. Sin embargo, el rol del alumno es realizar la actividad y obtener un aprendizaje.



The screenshot shows a user management interface. At the top, there is a search bar with the placeholder text "Buscar por dirección de correo electrónico, número de teléfono o UID de usuario" and a blue button labeled "Agregar usuario". Below the search bar is a table with the following columns: "Identificador", "Proveedores", "Fecha de creación", "Fecha de acceso", and "UID de usuario". The table contains two rows of user data.

| Identificador             | Proveedores   | Fecha de creación | Fecha de acceso | UID de usuario               |
|---------------------------|---|-------------------|-----------------|------------------------------|
| edgaragarciaa@gmail.com   |  | 25 mar. 2022      |                 | tcaPE3qfYtOHFNqhoy6LIBBDXly2 |
| juanitoarclases@gmail.com |  | 25 mar. 2022      |                 | 8zG4gyn7ipeZhDCYX4KypTRYZ2C3 |

Figura 20. Autenticación del usuario.

El estándar ARLEM y xAPI, en los que se basa el proyecto, requieren de una base de datos donde sea posible ingresar y administrar los metadatos y registros de aprendizaje, las cuales existen muchas opciones. Sin embargo, por cuestiones de accesibilidad, rapidez y simpleza Firebase de Google Cloud Services hospeda la Rest Api del sistema, utilizando cryptojs para codificar en base64 los usuarios y contraseñas.

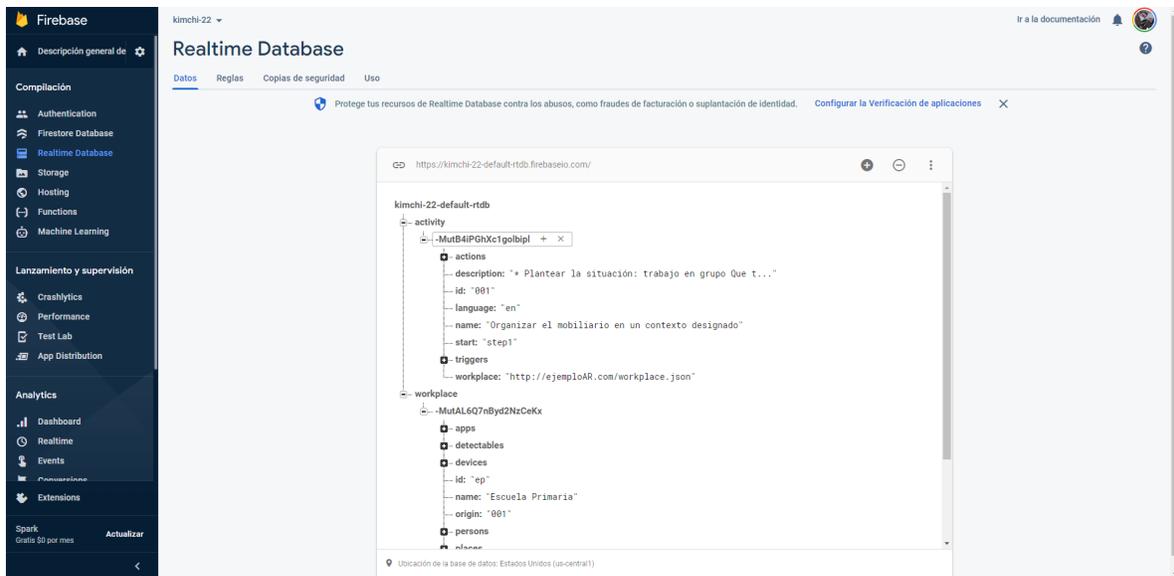


Figura 21. Simulación de Firebase Realtime Database.

Para simplificar el proceso de conectividad y comunicación hacia un LRS, se utiliza xApiWrapper, un archivo de javascript que permite encapsular un objeto bajo los estándares del ADL (Advanced Distributed Learning).

<https://github.com/adlnet/xAPIWrapper>

#### 5.6.4. Desarrollo de aplicación en Unity

El desarrollo de la aplicación se realiza dentro del motor de juego Unity utilizando C# como lenguaje de programación.

El proyecto incluye un conjunto de escenas definidas para las secciones de menú, actividad y realidad aumentada (Figura 22 y 23). Cada una incluye scripts, ejecutados a través de objetos. Los principales scripts cumplen con las siguientes funciones:

- MenuNavigationManager: Deshabilita capas del UI y cambia de páginas.
- Authentication: Se encarga de la conectividad con el servidor en Firebase y autenticación del usuario dentro de la escena de inicio de sesión.
- BotonScript: Incluye todo tipo de métodos ligados a botones como iniciar, salir, registrarse, ayuda, etc.
- SpawnObjectOn: Se encarga de tomar los datos espaciales del entorno real al tocar la pantalla para anclar el objeto deseado.
- XAPI: Se encarga de la conectividad con el LRS y cumple la función de desglose de declaraciones (statements).

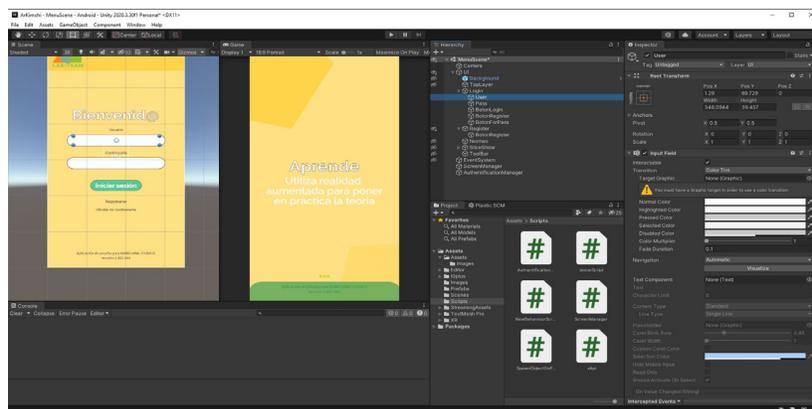


Figura 22. Simulación de aplicación en escena.

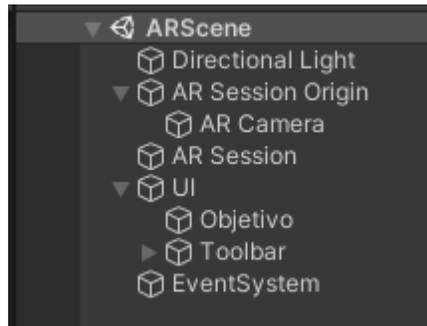


Figura 23. ARScene.

### 5.6.5. Vídeo introductorio

Previo a la introducción de la experiencia aumentada, los alumnos visualizarán un material de apoyo audiovisual con una narrativa (Medina-Mota & López-Morteo, 2022) (Kapp, 2012) acerca del tema de la actividad (Figura 25). Este es introducido en la aplicación en un formato .mp4 y resolución 720p acorde al ratio 16:9 de diseño.



Figura 24. Escena del vídeo introductorio.

### 5.6.6. Simulación aumentada

La simulación aumentada se desarrolla en el entorno real con la selección de objetos tridimensionales virtuales y su posicionamiento en un eje tridimensional (XYZ) a través de la interacción táctil del alumno (Figura 25).

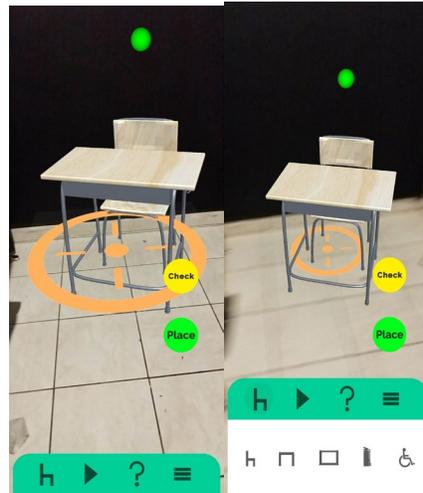


Figura 25. Pantalla de posicionamiento de objetos en el entorno real.

### 5.6.7. Desarrollo de la planeación de clase para la actividad

En esta sección se muestra la metodología y rúbrica para llevar a cabo la actividad dentro del salón de clase a partir de la contextualización realizada en el capítulo 5.4.2. En el apéndice C se presentan los avisos de privacidad, términos y condiciones para quien sea docente o guía, los encargados y los participantes (estudiantes). Como se mencionó anteriormente, la experimentación se especifica a realizar en la Universidad Politécnica de Baja California para la carrera de Ingeniería en Animación y Efectos Visuales con estudiantes universitarios de un rango de edad entre 18 y 35 años de los grupos de 4AM, 4BM y 5AM.

La metodología de proceso de la actividad se divide en cuatro etapas:

- *Etapa 1: Conociendo la realidad aumentada (RA) y el uso de juegos para el aprendizaje.*
- *Etapa 2: Introducción a la actividad de aprendizaje “Organizar el mobiliario en un contexto designado”.*
- *Etapa 3: Uso de la aplicación para realizar la actividad de aprendizaje “Organizar el mobiliario en un contexto designado”.*
- *Etapa 4: Presentación de resultados de la actividad de aprendizaje “Organizar el mobiliario en un contexto designado”.*

Cada etapa presenta sus objetivos y, por consiguiente, sus respectivas sub-actividades para cumplir el o los objetivos, los resultados esperados y el aporte o participación esperada entre el alumnado, el docente y el asistente técnico.

**DURACIÓN: Aproximado de 3 HORAS.**

**INTERVALO DE DOCUMENTACIÓN: 1 SEMANA**

*Etapa 1: Conociendo la realidad aumentada (RA) y el uso de juegos para el aprendizaje.*

- **Objetivo 1: Informar a los alumnos de las herramientas y los medios que se utilizarán en clase, para comprender el para qué y por qué de su uso en esta actividad.**

TABLA 17. Tabla de resultados esperados de la etapa 1.

| <b>Resultados esperados del Objetivo</b> |  |
|--|--|
| <b>Conocimiento</b>                      | Que los alumnos conozcan nuevas herramientas y modelos de aprendizaje para sí mismos y para comprender qué es RA antes de adentrarse a la actividad. |
| <b>Desempeño</b>                         | Interés que lleve a preguntas o ideas.   |
| <b>Actitud</b>                           | Atención e interés al tema.  |
| <b>Producto</b>                          | Lluvia de ideas.   |

TABLA 18. Tabla actividades de aprendizaje de la etapa 1.

| <b>Actividades de aprendizaje para lograr el Objetivo</b> |  |
|---|--|
| <b>PA:</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Presentar ante la clase un conjunto de diapositivas con apoyos gráficos y visuales respecto a la RA y el aprendizaje basado en juegos.</li> <li>- Presentar un vídeo animado (acorde al área de experimentación), realizado para EDUMAT LAB (Ahora LABTEAM), sobre qué es la RA.</li> <li>- Aterrizar el concepto y establecer ejemplos que puedan aplicarse en su vida diaria o académica.</li> <li>- Fomentar la participación elaborando una lluvia de ideas tipo mapa mental respecto a la RA.</li> </ul> |
| <b>Alumnado:</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prestar atención.</li> <li>- Elaborar preguntas.</li> <li>- Participar en la lluvia de ideas.</li> </ul>  |

TABLA 19. Tabla actividades de soporte de la etapa 1.

| <b>Actividades de soporte para lograr el Objetivo</b> |  |
|---|--|
| <b>PA:</b>  | - La profesora deberá tener al alcance los conceptos del uso de realidades alternas, ya que es un tema nuevo para los estudiantes. |
| <b>TI:</b>  | N/A  |

*Etapa 2: Introducción a la actividad de aprendizaje “Organizar el mobiliario en un contexto designado”.*

- **Objetivo 1: Presentar las instrucciones e información relevante a partir de diapositivas, para realizar la actividad.**
- **Objetivo 2: Indicar los pasos para preparar el equipo y área de trabajo.**

TABLA 20. Tabla de resultados esperados de la etapa 2.

| <b>Resultados esperados del Objetivo</b> |  |
|--|--|
| <b>Conocimiento</b>                      | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Que los alumnos reciban la información a partir de diferentes medios, primeramente, de diapositivas estáticas, posteriormente en un vídeo, finalmente al alcance personal desde su aplicación.</li> <li>2. Que los alumnos realicen las mejores prácticas para preparar el equipo con el que realizarán la actividad.</li> </ol> |
| <b>Desempeño</b>                         | Interés que lleve a preguntas o ideas.   |
| <b>Actitud</b>                           | Asertividad, atención e interés al tema.   |
| <b>Producto</b>                          | N/A  |

TABLA 21. Tabla actividades de aprendizaje de la etapa 2.

| <b>Actividades de aprendizaje para lograr el Objetivo</b> |   |
|---|---|
| <b>PA:</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Presentar ante la clase un conjunto de diapositivas con apoyos gráficos ESTÁTICOS, acompañados de texto.</li> <li>- Presentar ante la clase una repetición de la información a partir de una animación.</li> <li>- Dar las instrucciones de configuración y uso del equipo para trabajar.</li> <li>- Indicar la existencia de apoyo gráfico en la aplicación.</li> <li>- Guiar en el transcurso de la absorción del conocimiento a través de diferentes medios.</li> </ul> |
| <b>Alumnado:</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prestar atención.</li> <li>- Elaborar preguntas.</li> <li>- Analizar la mejor manera de absorber la información (personalmente).</li> <li>- Participar.</li> </ul>   |

TABLA 22. Tabla actividades de soporte de la etapa 2.

| <b>Actividades de soporte para lograr el Objetivo</b> |  |
|---|--|
| <b>PA:</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Deberá tener al alcance los conceptos del uso de realidades alternas, ya que es un tema nuevo para los estudiantes.</li> <li>- Deberá hacer énfasis en el apoyo y seguimiento de instrucciones del TI en cuanto al manejo del equipo.</li> </ul>  |
| <b>TI:</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Deberá apoyar en la preparación del equipo móvil para trabajar en la actividad de aprendizaje utilizando la herramienta con RA.</li> <li>- Deberá apoyar al PA y a los alumnos con dificultades técnicas.</li> <li>- Podrá agregar información relevante al tema, bajo el consentimiento y permiso del PA.</li> </ul> |

*Etapa 3: Uso de la aplicación para realizar la actividad de aprendizaje “Organizar el mobiliario en un contexto designado”.*

- **Objetivo 1: Presentar una muestra de la actividad y los resultados esperados.**
- **Objetivo 2: Conocer la interfaz de la aplicación para su uso e indicar sus accesos.**
- **Objetivo 3: Llevar a cabo la actividad de aprendizaje utilizando el visualizador aumentado.**
- **Objetivo 4: Obtener los resultados de la actividad de aprendizaje.**

TABLA 23. Tabla de resultados esperados de la etapa 3.

| <b>Resultados esperados del Objetivo</b> |  |
|--|--|
| <b>Conocimiento</b>                      | Inmersión en un ambiente aumentado para lograr la actividad de aprendizaje, que alimenta la percepción de (un) uso de la realidad aumentada. |
| <b>Desempeño</b>                         | Dinámico y fluido al trabajar en equipo.   |
| <b>Actitud</b>                           | Asertividad, atención e interés al tema.   |
| <b>Producto</b>                          | Resultados de interacción en una base de datos local.<br>Imagen en formato .jpg.   |

TABLA 24. Tabla actividades de aprendizaje de la etapa 3.

| <b>Actividades de aprendizaje para lograr el Objetivo</b> |  |
|---|--|
| <b>PA:</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Presentar ante la clase una muestra predeterminada del uso de la aplicación, los elementos aumentados, un posible resultado y cómo generarlo.</li> <li>- Presentar la interfaz de aplicación.</li> <li>- Guiar en el transcurso de la actividad de aprendizaje.</li> </ul>  |
| <b>Alumnado:</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Trabajar en equipos.</li> <li>- Elaborar preguntas.</li> <li>- Analizar la información.</li> <li>- Participar.</li> <li>- Retroalimentación.</li> <li>- Realizar la actividad de aprendizaje de acuerdo a las instrucciones e indicaciones establecidas.</li> <li>- Obtener resultados al finalizar la actividad en el visualizador aumentado.</li> </ul> |

TABLA 25. Tabla actividades de soporte de la etapa 3.

| <b>Actividades de soporte para lograr el Objetivo</b> |  |
|---|--|
| <b>PA:</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Deberá tener al alcance los conceptos del uso de realidades alternas, ya que es un tema nuevo para los estudiantes.</li> <li>- Deberá hacer énfasis en el apoyo y seguimiento de instrucciones del TI en cuanto al manejo del equipo.</li> </ul>  |
| <b>TI:</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Deberá apoyar en la preparación y muestras de la actividad de aprendizaje utilizando la herramienta de aplicación móvil con el visualizador aumentado.</li> <li>- Deberá apoyar en el monitoreo de la actividad de aprendizaje cuando los alumnos hagan uso de la aplicación móvil.</li> <li>- Deberá gestionar el registro de datos de interacción (triggers).</li> <li>- Deberá gestionar la obtención de resultados de los usuarios (Alumnos).</li> <li>- Podrá agregar información relevante al tema, bajo el consentimiento y permiso del PA.</li> </ul> |

*Etapa 4: Presentación de resultados de la actividad de aprendizaje “Organizar el mobiliario en un contexto designado”.*

- **Objetivo 1: Presentar los resultados obtenidos dentro de la actividad.**
- **Objetivo 2: Realizar cuestionario (escala Likert) de uso de la aplicación y percepción de RA.**
- **Objetivo 3: Analizar los resultados de interacción y de uso de los alumnos para documentación.**

TABLA 26. Tabla de resultados esperados de la etapa 4.

| <b>Resultados esperados del Objetivo</b> |  |
|--|--|
| <b>Conocimiento</b>                      | Inmersión en un ambiente aumentado para lograr la actividad de aprendizaje, que alimenta la percepción de (un) uso de la realidad aumentada. |
| <b>Desempeño</b>                         | Dinámico y fluido al trabajar en equipo.   |
| <b>Actitud</b>                           | Asertividad, atención e interés al tema.   |
| <b>Producto</b>                          | Resultados de interacción en una base de datos local.<br>Respuestas en Google Forms.   |

TABLA 27. Tabla actividades de aprendizaje de la etapa 4.

| <b>Actividades de aprendizaje para lograr el Objetivo</b> |  |
|---|--|
| <b>PA:</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Presentar ante la clase los resultados.</li> <li>- Indicar las posibilidades a partir de los resultados.</li> <li>- Fomentar la participación de experiencias de los alumnos.</li> <li>- Proveer y presentar el cuestionario a contestar.</li> </ul>                          |
| <b>Alumnado:</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Presentar sus resultados y por qué, cómo sirvió la información para ellos y la experiencia aumentada.</li> <li>- Requerir retroalimentación.</li> <li>- Expresar su experiencia durante la actividad.</li> <li>- Publicar sus resultados al drive de la actividad.</li> </ul> |

TABLA 28. Tabla actividades de soporte de la etapa 4.

| <b>Actividades de soporte para lograr el Objetivo</b> |  |
|---|--|
| <b>PA:</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Deberá tener al alcance los conceptos del uso de realidades alternas, ya que es un tema nuevo para los estudiantes.</li> <li>- Deberá guiar a los alumnos en cuanto a dónde y cómo responder el cuestionario y adjuntar su trabajo.</li> </ul>  |
| <b>TI:</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Deberá retroalimentar en cuanto al uso de la aplicación y tomar nota de los comentarios de uso de los usuarios (alumnos).</li> <li>- Deberá gestionar el registro de datos de interacción (triggers).</li> <li>- Deberá gestionar la obtención de resultados de los usuarios (Alumnos).</li> <li>- Podrá agregar información relevante al tema, bajo el consentimiento y permiso del PA.</li> </ul> |

### **5.6.8. Desarrollo de la medición final del prototipo.**

Para motivos de la evaluación del prototipo se hace uso de la escala Likert (Apéndice D) como medición de los resultados de uso y efectividad del prototipo, también midiendo la satisfacción y percepción posterior de los estudiantes ante la realidad aumentada. Esto da la funcionalidad y uso de los resultados para poder definir la factibilidad del proceso, de los enfoques de atención de los estudiantes y su percepción hacia la realidad aumentada, de manera que, no solo es evaluar que el prototipo, siendo la aplicación, cumpla su función de acuerdo a los modelos estipulados, sino obtener material de análisis para una mejor implementación de la realidad aumentada al salón de clases o, en su defecto, revisar y mejorar las fallas que hayan llevado a un resultado insatisfactorio.

En este caso de experimentación, se plantean preguntas de carácter personal para delimitar la contextualización del caso, siendo *grupo, género, rango de edad*. Posteriormente, es necesario indicar qué dispositivo fue utilizado para la actividad, incluyendo especificaciones técnicas como: *modelo, marca, sistema operativo*. Ahora, obteniendo información contextual de los usuarios (estudiantes) y dispositivos, para la medición se plantean las siguientes preguntas:

TABLA 29. Preguntas de evaluación para medición Likert.

| <b>ID</b>  | <b>Pregunta</b>  |
|------------|--|
| <b>P1</b>  | ¿Crees que la actividad fue lo suficientemente preparada para llevarse a cabo?   |
| <b>P2</b>  | ¿Qué te pareció el proceso para realizar la actividad?   |
| <b>P3</b>  | ¿Qué tanta dificultad tuviste al realizar la actividad?  |
| <b>P4</b>  | ¿Te parece interesante el uso del aprendizaje basado en juegos?  |
| <b>P5</b>  | ¿Consideras útil el uso de Realidad Aumentada para ti?   |
| <b>P6</b>  | ¿Consideras accesible PARA TI el uso de la realidad aumentada?   |
| <b>P7</b>  | ¿Consideras importante el uso de realidad aumentada como herramienta para aprender?  |
| <b>P8</b>  | En esta actividad, ¿prefieres aprender manipulando objetos tridimensionales (ficticios 3D)?  |
| <b>P9</b>  | En esta actividad, ¿prefieres aprender de la manera convencional? (Texto e imágenes)?  |
| <b>P10</b> | En esta actividad, ¿qué tan de acuerdo estás con utilizar la aplicación, en vez de mover los objetos físicamente?                          |
| <b>P11</b> | En esta actividad, ¿consideras que la aplicación nos ayuda a comprender mejor los objetivos de la actividad?                               |
| <b>P12</b> | En esta actividad, ¿consideras el contenido gráfico y visual como un apoyo de mayor valor de aprendizaje, que usar solo material de texto? |
| <b>P13</b> | ¿Te gustaría seguir experimentando con realidad aumentada en clase?  |
| <b>P14</b> | ¿Crees que la realidad aumentada tenga alguna función en tu carrera?   |

Estas preguntas se plantean derivado de las preguntas de investigación, los objetivos, el enfoque lúdico que se va manejando en esta tesis, el enfoque STEAM como base del uso de diferentes formas de aprendizaje como el de observación (apoyado por gráficos bidimensionales y posteriormente por la inmersión aumentada con gráficos tridimensionales), manipulación y apoyos visuales atractivos.

Posteriormente, para obtener una retroalimentación de diseño y desarrollo, se hace requerimiento la respuesta directa del usuario, en este caso de los alumnos, planteando dos preguntas de satisfacción de la actividad y la aplicación (Tabla 30).

TABLA 30. Preguntas de encuesta de satisfacción de aplicación y actividad.

| ID  | Pregunta  | Opciones |                                 |
|-----|---|----------|---------------------------------|
|     |   | ID       | Opción de encuesta              |
| ES1 | Ayúdanos indicando tu grado de satisfacción de la aplicación. | OE1.1    | Funcionamiento de la aplicación |
|     |   | OE1.2    | Facilidad de uso                |
|     |   | OE1.3    | Atractivo visual                |
|     |   | OE1.4    | Interfaz amigable               |
|     |   | OE1.5    | Reconocimiento del espacio      |
|     |   | OE1.6    | Animación                       |
|     |   | OE1.7    | Muestra de la información       |
| ES2 | Ayúdanos indicando tu grado de satisfacción de la actividad.  | OE2.1    | Presentación de la información  |
|     |   | OE2.2    | Planteamiento de los objetivos  |
|     |   | OE2.3    | Apoyo de los instructores       |
|     |   | OE2.4    | Alternativas de información     |
|     |   | OE2.5    | Proceso amigable                |
|     |   | OE2.6    | Diversión y entretenimiento     |

Finalmente, como valor agregado, se agregan dos preguntas de carácter libre y respuesta abierta (Tabla 31), para obtener una respuesta de perspectiva y percepción directa de los estudiantes, siendo PL1 y PL2 la identificación de las Preguntas Libres.

TABLA 31. Preguntas libres de percepción.

| ID  | Pregunta  |
|-----|---|
| PL1 | Desde este momento, ¿cuál es tu percepción, idea, concepto o visión de la realidad aumentada?   |
| PL2 | Para ti, ¿de qué manera crees que pueda influir o servir la realidad aumentada? (Vida cotidiana, académicamente, trabajo, futuro, etc.) |

Tomando como referencia las tablas anteriores, las preguntas se dividirán en tres secciones para su análisis: *Preguntas de evaluación, preguntas de satisfacción y preguntas libres*. Las *preguntas de evaluación* tendrán una categorización a partir de los enfoques siendo: Actividad, RA y Aprendizaje.

De esta manera, la división de las preguntas, para un mejor orden y enfoque de análisis, se plantea de la siguiente manera en la tabla 32:

TABLA 32. Preguntas de evaluación para medición Likert, separadas por tipos.

| Tipo                      | ID   | Pregunta   |
|---------------------------|------|--|
| <b>ACTIVIDAD</b>          | PA1  | ¿Crees que la actividad fue lo suficientemente preparada para llevarse a cabo?   |
|                           | PA2  | ¿Qué te pareció el proceso para realizar la actividad?   |
|                           | PA3  | ¿Qué tanta dificultad tuviste al realizar la actividad?  |
| <b>REALIDAD AUMENTADA</b> | PRA1 | ¿Consideras útil el uso de Realidad Aumentada para ti?   |
|                           | PRA2 | ¿Consideras accesible PARA TI el uso de la realidad aumentada?   |
|                           | PRA3 | ¿Consideras importante el uso de realidad aumentada como herramienta para aprender?  |
|                           | PRA4 | ¿Te gustaría seguir experimentando con realidad aumentada en clase?  |
|                           | PRA5 | ¿Crees que la realidad aumentada tenga alguna función en tu carrera?   |
| <b>APRENDIZAJE</b>        | PAP1 | ¿Te parece interesante el uso del aprendizaje basado en juegos?  |
|                           | PAP2 | En esta actividad, ¿prefieres aprender manipulando objetos tridimensionales (ficticios 3D)?  |
|                           | PAP3 | En esta actividad, ¿prefieres aprender de la manera convencional? (Texto e imágenes)?  |
|                           | PAP4 | En esta actividad, ¿qué tan de acuerdo estás con utilizar la aplicación, en vez de mover los objetos físicamente?                          |
|                           | PAP5 | En esta actividad, ¿consideras que la aplicación nos ayuda a comprender mejor los objetivos de la actividad?                               |
|                           | PAP6 | En esta actividad, ¿consideras el contenido gráfico y visual como un apoyo de mayor valor de aprendizaje, que usar solo material de texto? |

## **CAPÍTULO 6. RESULTADOS Y DISCUSIONES**

Tomando en cuenta el proceso de desarrollo, tanto de actividad de aprendizaje dentro de un ambiente educativo, de la experiencia aumentada (la adaptación de la actividad a xAPI y ARLEM) y el desarrollo técnico y de programación de la aplicación y el sistema, el capítulo anterior apoya en la comprensión del trabajo previo a la implementación del prototipo y los procedimientos a realizar para la medición de los resultados y sus datos. Ahora, en este capítulo, se presentarán los alcances logrados a partir de la metodología de planeación del capítulo 5.6.7, los resultados de la rúbrica y planeación de la actividad, presentando la medición de los datos, su análisis y promedios de cada pregunta.

### **6.1. ALCANCES ESPERADOS Y LOGRADOS EN LAS ETAPAS METODOLÓGICAS DE LA ACTIVIDAD.**

Los alcances logrados se revisan de acuerdo a la sección 5.4.2. “Contextualización: Delimitación y especificaciones para la actividad”, donde se realiza la contextualización de caso.

Con los permisos requeridos, efectivamente se pudo dar la experimentación en la Universidad Politécnica de Baja California, como caso de muestra a algunos alumnos de la carrera de Ingeniería en Animación y Efectos Visuales. Siendo estudiantes universitarios de un rango de edad entre 18 y 35 años, sumando la cantidad total de 41 participantes de género femenino, masculino y otros, divididos en tres grupos (salones): 4AM y 4BM, de cuarto cuatrimestre; y 5AM de quinto cuatrimestre. Como auxiliares, se mantuvo el apoyo del docente o guía, como

*PROFESORA DE ASIGNATURA (PA)* y un *ASISTENTE TÉCNICO (TI)* para la gestión y apoyo del manejo de la aplicación. La duración cumplió la meta de tres horas. Sin embargo, un agregado de clase extra brindaría mejor retroalimentación desde la perspectiva del estudiante, hacia la PA. Por cuestiones de tiempo y administración, este tiempo extra no pudo cumplirse.

En cuanto a las especificaciones técnicas de la tabla 13 se determinaba un estándar predeterminado, de acuerdo con el equipo con el que se ha trabajado el desarrollo de la aplicación. En este caso, la institución brindó el espacio en un laboratorio de cómputo (*ÁREA DE TRABAJO [CS]*) y proyector. Por otro lado, los dispositivos electrónicos, móviles y de grabación fueron de uso personal de la docente.

Por la prestación del laboratorio de cómputo, no se requirió la alteración de posición de los objetos físicos dentro del CS para trabajar con la actividad.

Debido a problemas de recursos y compatibilidad, resultó mayormente complejo el instalar la aplicación de formato .apk en los diferentes dispositivos del alumnado, razón por la cual, aunque se les pidió consentimiento de utilizar su equipo personal, no se les dio uso ni se pudo levantar censo de características de equipos. La limitante tecnológica aquí surge de la cantidad de sujetos dentro de la muestra, siendo 41, con una gran variedad de dispositivos, pero sobre todo, la limitante del tiempo para realizar la actividad en tiempo y forma con todos los involucrados.

Por cuestiones de tiempo y recursos, los elementos a organizar en la actividad por medio de la aplicación móvil solo fueron los siguientes en carácter ilimitado:

1. Mesabanco.
2. Mesa.

3. Silla para discapacitados.
4. Extinguidor.
5. Pizarrón.

Estos objetos se organizarían de acuerdo a la información establecida. Sin embargo, al disponer de un solo dispositivo para tantos alumnos, aún divididos en equipos, resulta complicado que cada equipo trabajase al pie de la norma al ser expuestos a una nueva herramienta. Como solución, los alumnos tuvieron la libertad creativa de implementarlos a su percepción, posterior a la adquisición del conocimiento, asignando al menos un objeto de cada uno para obtener una puntuación de 100 para su equipo. Finalmente, ya que el tiempo no alcanzaba para su presentación individual frente al grupo, los equipos indicaban su proceso de asignar los objetos e indicaban elementos o dinámicas extra que pudieran ser implementadas en futuras versiones a través de la participación. Entre las sugerencias de los alumnos destacan la obtención de puntos extras al respetar otros reglamentos y protocolos de seguridad como:

- Espacio entre mesabancos y puertas.
- Espacio para caminar.
- Espacio para asignar mochilas.
- Estantes.
- Mediciones estandarizadas para el equipo de cómputo.

La contextualización espacial y socioeconómica, en comparativa es de carácter urbano una institución universitaria, a diferencia de la primera planeación de este tema por Juan Gabriel López (2021) con estudiantes de una primaria en zona rural de San Quintín, Baja California. Derivado del nivel académico, el enfoque creativo y artístico de la carrera y una generación mayormente

apegada a la tecnología, siendo la generación Z la llamada nativos digitales, permite trabajar bajo una perspectiva y visión más interesada a las realidades y los alcances de las alternativas de nuevos mundos o entidades entre la vida real o en mundos virtuales. Los tres grupos participantes, 4AM, 4BM y 5AM, conocen, se adentran y trabajan desde cuarto cuatrimestre en el desarrollo y diseño tridimensional, razón por la que mayormente se tomó la decisión de seleccionarlos para la experimentación y exponerlos a una experiencia aumentada, mostrando una función/propósito para los conocimientos obtenidos a lo largo de su carrera. El estatus socioeconómico de los alumnos al ser de carácter de clase media baja a media, y ante las exigencias de equipo de la carrera a una gama media o alta de dispositivos computacionales, brinda accesibilidad a trabajar con equipo de gama media (Apéndice E) y en un espacio ambientado por la institución para el mejor desarrollo de la actividad. Sin embargo, esto no impide la actualización y optimización de las versiones de la aplicación para utilizarse en diferentes ámbitos espaciales y socioeconómicos, pues, aun contando con los equipos del alumnado, resultó factible hacer uso de un solo dispositivo en este caso.

### **6.1.1. Etapa 1: Conociendo la realidad aumentada (RA) y el uso de juegos para el aprendizaje.**

En la primera etapa de trabajo, se lograron los alcances establecidos en la metodología de la actividad, donde se presenta una introducción de la PA, se presenta al LABTEAM (Laboratorio de Tecnología Educativa y de Aprendizaje Móvil), expertise en RA y al TI.

A partir de una presentación realizada en Canva, en un conjunto de diapositivas se presentan apoyos gráficos y visuales de la realidad aumentada y el aprendizaje basado en juegos,

incluyendo un video animado y el aterrizaje de los conceptos con ejemplos y una lluvia de ideas (Figura 26, 27 y 28).



Figura 26 y 27. Impartición de la clase para la actividad.

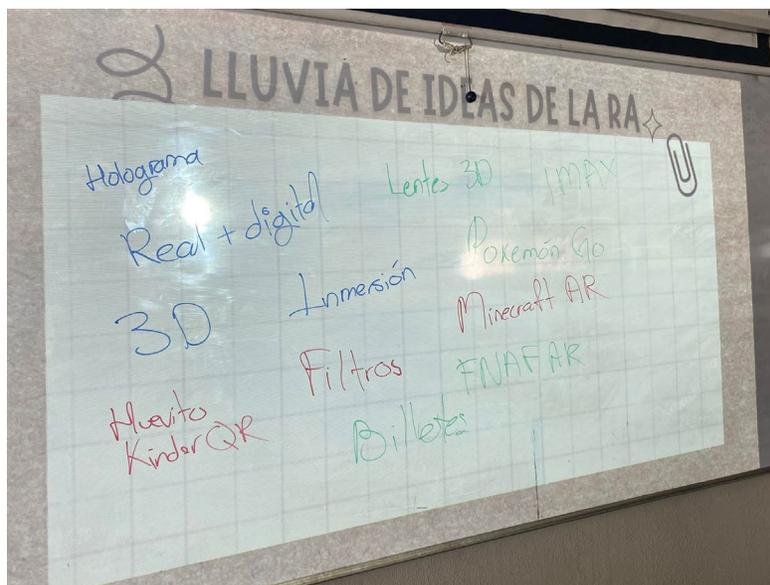


Figura 28. Lluvia de ideas de la RA, elaborada por los alumnos.

### **6.1.2. Etapa 2: Introducción a la actividad de aprendizaje “Organizar el mobiliario en un contexto designado”.**

En la segunda etapa de trabajo, se lograron los alcances establecidos en la metodología de la actividad a partir de una presentación realizada en Canva, en un conjunto de diapositivas se presentan apoyos gráficos y visuales de la organización del mobiliario, los diferentes estilos y las medidas de seguridad, agregando medidas post-COVID. Sin embargo, la cantidad de información fue bastante y resultó tediosa para los alumnos, quienes perdían interés y expresaron la inconformidad al parecer una clase de un tema externo y extenso. Aún así, las diferentes formas de obtener esta información, sea de manera visual, de lectura o vídeo, ayudó bastante a la comprensión al tener diferentes estilos de aprendizaje, mayormente concentrados en la observación.

Algunos alumnos se mostraban interesados y participativos en cómo esta información podía servir en zonas sísmicas y en el aula, así mismo de cómo se puede implementar esta información a la aplicación.

### **6.1.3. Etapa 3: Uso de la aplicación para realizar la actividad de aprendizaje “Organizar el mobiliario en un contexto designado”.**

En la tercera etapa de trabajo, se logró llevar a cabo la metodología de introducción y trabajo con la aplicación. Sin embargo, se debieron realizar modificaciones del modo de trabajo con los alumnos, siendo estas el uso de un solo dispositivo a disposición, la creación de equipos

grandes de trabajo, de 4 a 5 personas (Figura 29), los cuales pasaban uno por uno a realizar la actividad e interactuar con la aplicación con apoyo del TI y la PA. Por cuestiones de tiempo y recursos, los alumnos no podían realizar el objetivo designado de la organización del aula dejando como objetivo nuevo el posicionar cada uno de los objetos presentados, dividiendo la participación entre los 4 o 5 integrantes, posterior a la visualización de la animación tipo storytelling de la información resumida (30, 31 y 32). Este posicionamiento le daba 20 puntos por cada objeto, logrando una calificación final de 100.

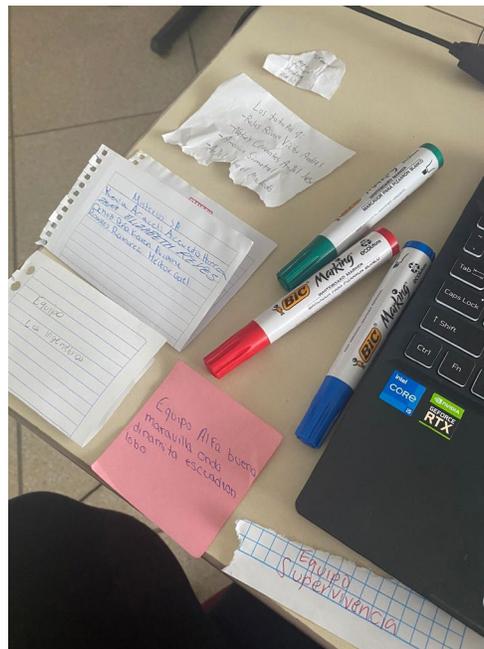


Figura 29. Listado de equipos entre los alumnos.



Figura 30. Apoyo del TI al uso de la aplicación.

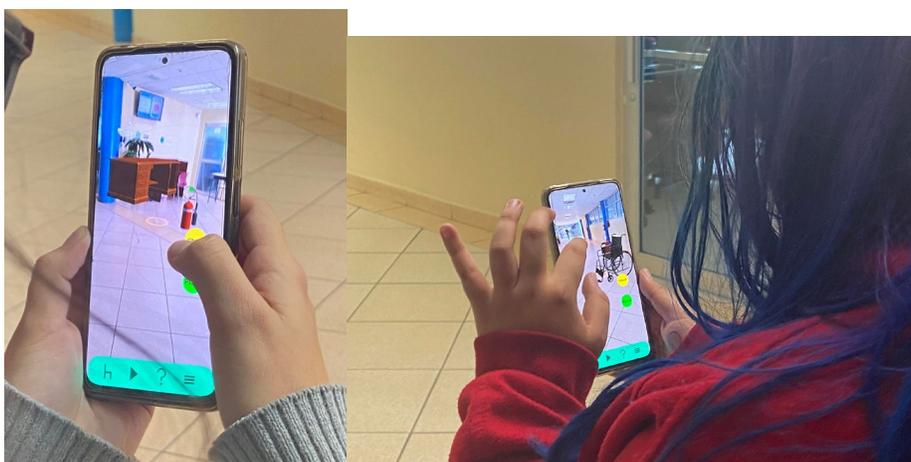


Figura 31 y 32. Alumnos utilizando la aplicación.

En el transcurso de la interacción, en el LRS se registraba en una base de datos cada interacción realizada por los alumnos en la aplicación (Imagen 8), la cual se puede consultar en su totalidad en el Apéndice F. Estas interacciones, conocidas como triggers en el estándar ARLEM, sirven para reconocer las acciones establecidas en la metadata json, del alumno durante la experiencia aumentada.

#### 6.1.4. Etapa 4: Presentación de resultados de la actividad de aprendizaje “Organizar el mobiliario en un contexto designado”.

En la cuarta etapa de trabajo, se lograron algunos alcances establecidos en la metodología de la actividad, ya que por la limitante de tiempo no se logró la presentación de los resultados obtenidos frente al salón de clases. Sin embargo, los alumnos presentaban a la PA y TI sus resultados en el tiempo que se les brindaba de interacción con la aplicación. Antes de retirarse realizaban el cuestionario formulado en Google Forms, con respuestas que van de 1 a 5 de satisfacción, utilidad y de acuerdo o desacuerdo. Posteriormente se realizan los análisis de datos, gráficos y estadísticas que se presentan en los puntos siguientes.

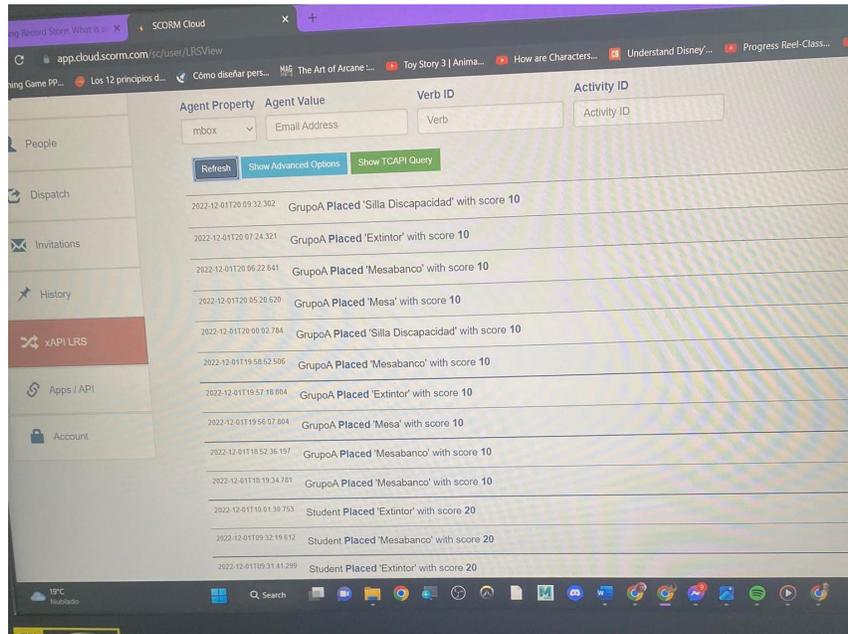


Figura 33. Gestión de interacciones en el LRS.

## 6.2. RESULTADOS DE MEDICIÓN

Para comenzar con la especificación de los resultados de medición a partir de la actividad y la información obtenida en los capítulos anteriores, se presenta primeramente los resultados de participación en el ámbito social-personal. Recordando que el caso de muestra es en un contexto universitario, con estudiantes universitarios en la práctica, se les preguntó su rango de edad y género, esto con el fin de establecer las delimitaciones y alcances en cada caso aplicable y aportar en las cuestiones sociales de interés en la realidad aumentada.

En el caso de esta experimentación, con un total de 41 participantes, se establece que un 68.3% se encuentra en un rango de 18 a 21 años de edad, cumplidos antes del mes de diciembre 2022; 24.4% se encuentra en un rango de 22-25 años, mientras el 4.9% es de 30 o más años y un 2.4% entre 26 a 29 años (Figura 34). Esto demuestra una predominante en el rango de edad de 18-21 años, siendo en su mayoría estudiantes adolescentes y jóvenes adultos.

Rango de edad  
41 respuestas

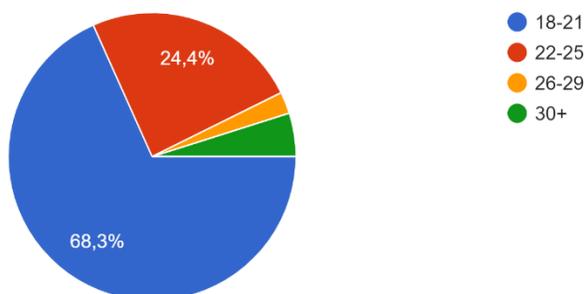


Figura 34. Resultados de rango de edad entre los alumnos participantes.

Por otro lado, de los 41 participantes, un 58.5% es de género masculino, procediendo el género femenino con un 34.1%, restando un 7.3% que prefiere no especificar su género o comparte una identidad diferente (Figura 35).

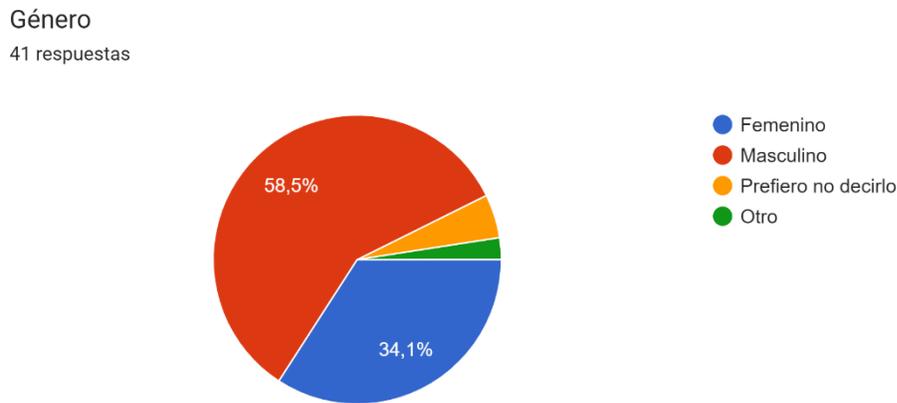


Figura 35. Resultados de género entre los alumnos participantes.

Obteniendo los resultados sociales, por consiguiente, se presentan los resultados de las preguntas realizadas, las cuales se dividen en tres partes: *Preguntas de evaluación*, *preguntas de satisfacción* y *preguntas libres*.

### 6.2.1. Preguntas de evaluación

La primera parte a revisar es la de preguntas de evaluación, preguntas específicas en formato de escala Likert con cinco opciones de respuesta cerrada que varían según el contexto de la pregunta y pueden tener connotación negativa o positiva. En los gráficos se presenta del 1 al 5, representando las respuestas como no muy útil a muy útil, totalmente en desacuerdo a totalmente de acuerdo, entre otras.

La primera pregunta (Figura 36) se enfoca en la preparación de la actividad, y se responde a partir de: Totalmente en desacuerdo a Totalmente de acuerdo, la cual obtiene resultados positivos con un 56.1% en totalmente de acuerdo o 5, y 31.7% en de acuerdo o 4, dando abertura a mejorar en la preparación específica del tema de la actividad, realizando las mejores prácticas a partir de los casos de éxito y las fallas de esta muestra.

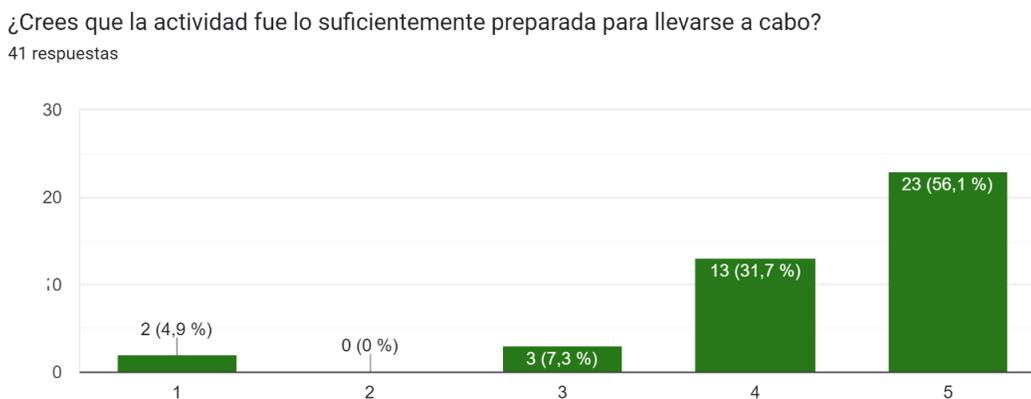


Figura 36. Pregunta 1 de evaluación.

La segunda pregunta (Figura 37) se enfoca en la satisfacción del proceso de la actividad, y se responde a partir de: Nada interesante a Muy interesante, la cual obtiene resultados positivos

con un 65.9% en muy interesante o 5, y 22% en interesante o 4, dando abertura a mejorar identificando las posibles deficiencias de atracción, y que áreas fueron de carencia, de los 5 estudiantes restantes.



Figura 37. Pregunta 2 de evaluación.

La tercera pregunta (Figura 38) se enfoca en la dificultad durante la actividad y se responde a partir de: Nada de dificultad a Bastante dificultad, la cual obtiene resultados de baja dificultad con un 58.5% en Nada de dificultad o 5, y 26.8% en no mucha dificultad o 4. La comprensión de los alumnos, en general, es bastante rica y promueve la participación en la actividad. Sin embargo, probablemente la anticipación al uso de la aplicación genera una necesidad de saltar los pasos, o la exposición a ella es lo que les causó conflicto en su uso en los 2 estudiantes que respondieron 5 y 4 (Bastante dificultad).

¿Qué tanta dificultad tuviste al realizar la actividad?  
41 respuestas

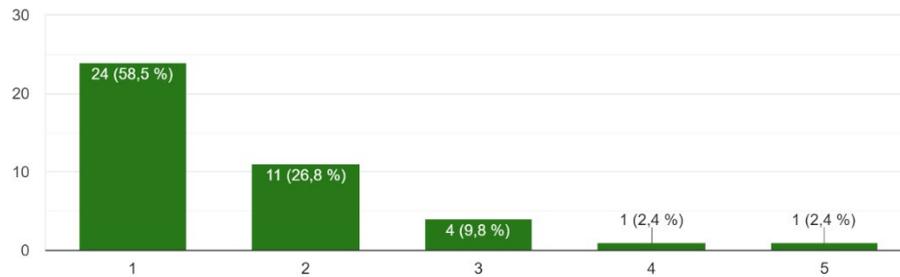


Figura 38. Pregunta 3 de evaluación.

La cuarta pregunta (Figura 39) se enfoca en el interés del aprendizaje lúdico y se responde a partir de: Nada interesante a Muy interesante, la cual obtiene resultados positivos con un 80.5% en Muy interesante con una gran mayoría. La respuesta al interés lúdico se ve reflejado en las interacciones, ideas y acercamientos de la generación nativo digital. Sin embargo, dos de los estudiantes respondieron que no les interesaba, esto pudiera ser por el sentido de las definiciones que le confundan, o por preferencias personales de juegos, ya que es un término bastante utilizado para el entretenimiento y diversión, y no para mezclarlo en actividades de aprendizaje. La interacción con otro tipo de soluciones basadas en juego para aprendizaje y la adaptación de actividades para su uso podrían favorecer la respuesta o dar un valor agregado en cuanto al desinterés de algunos alumnos.

¿Te parece interesante el uso del aprendizaje basado en juegos?

41 respuestas

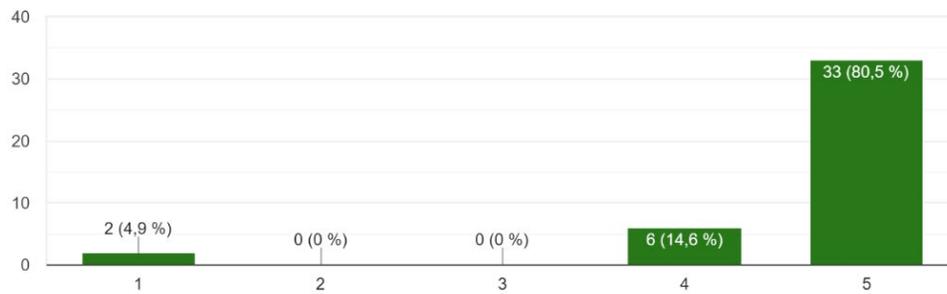


Figura 39. Pregunta 4 de evaluación.

La quinta pregunta (Figura 40) se enfoca en la idea de utilidad de la realidad aumentada y se responde a partir de: No muy útil a Muy útil, la cual obtiene resultados positivos con un 61% en muy útil o 5, y 31.7% en útil o 4 de acuerdo a los conceptos, ejemplos e interacción aumentada presentada durante el proceso de la actividad.

¿Consideras útil el uso de Realidad Aumentada para ti?

41 respuestas

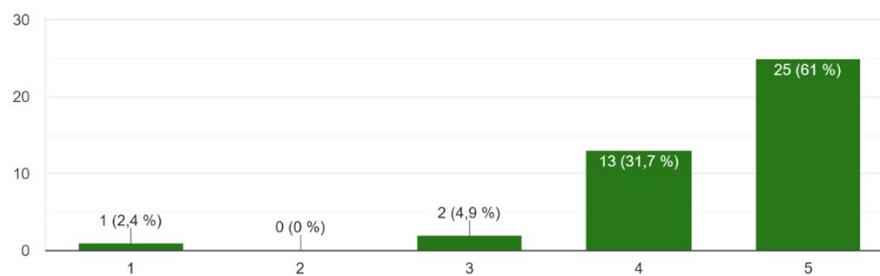


Figura 40. Pregunta 5 de evaluación.

La sexta pregunta (Figura 41) se enfoca en la accesibilidad personal de la realidad aumentada y se responde a partir de: Nada accesible a Bastante accesible, la cual obtiene resultados positivos y cercanos a la neutralidad con un 41.5% en totalmente de acuerdo o 5, y 31.7% en de acuerdo o 4. De acuerdo a algunos resultados que se recopilaron del tipo de dispositivos con el que cuentan los estudiantes, agregando las posibilidades contextuales de la institución, es posible adaptar otros escenarios para interactuar con la realidad aumentada. En algunas ejemplificaciones y comentarios del alumnado, mencionan interacciones con realidad aumentada previas a la exposición de la experiencia aumentada de esta investigación, lo cual permite una mejor comprensión y accesibilidad a la realidad aumentada. En el caso de los alumnos restantes, es útil recalcar que con el hecho de que un dispositivo soporte alguna aplicación de realidad aumentada, pueden tener todos la accesibilidad e interacción de ella. Tal vez en grupos más pequeños y compartidos, para una mejor inmersión.

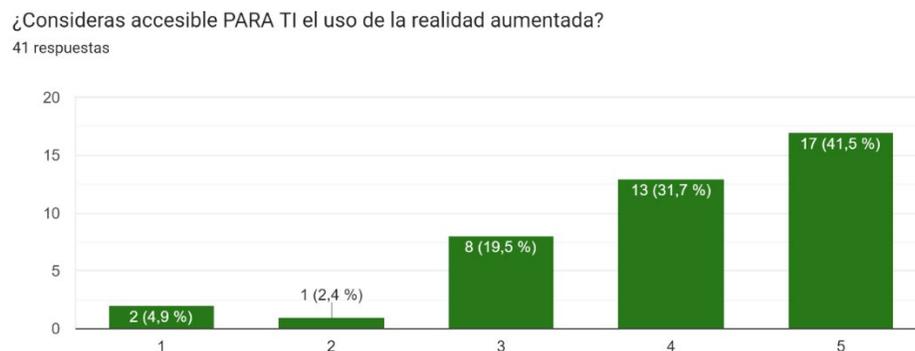


Figura 41. Pregunta 6 de evaluación.

La séptima pregunta (Figura 42) se enfoca en la importancia del uso de la realidad aumentada como herramienta de aprendizaje y se responde a partir de: No importante y Muy importante, la cual obtiene resultados positivos con un 61% en totalmente de acuerdo o 5, y 24.4% en de acuerdo o 4.



Figura 42. Pregunta 7 de evaluación.

La octava pregunta (Figura 43) se enfoca en la forma de realizar la actividad y se responde a partir de: Totalmente en desacuerdo a Totalmente de acuerdo, en este caso por la manipulación de objetos tridimensionales, la cual obtiene resultados positivos con un 56.1% en totalmente de acuerdo o 5, y 36.6% en de acuerdo o 4. Esto apoya la definición y función del enfoque STEAM, de aprender a través de la observación y el acercamiento al tema o elemento de enfoque.

En esta actividad, ¿prefieres aprender manipulando objetos tridimensionales (ficticios 3D)?  
41 respuestas

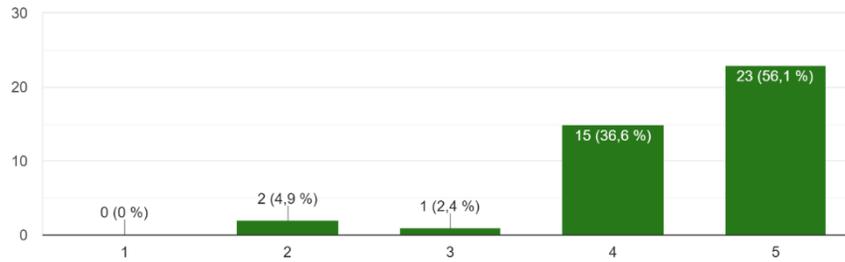


Figura 43. Pregunta 8 de evaluación.

La novena pregunta (Figura 44) se enfoca en la forma de realizar la actividad, en este caso en las preferencias de aprendizaje a partir de la manera convencional y se responde a partir de: Totalmente en desacuerdo a Totalmente de acuerdo. Esta pregunta tuvo una mayor cantidad de opiniones mixtas, con una mayoría de neutralidad en 34.1%, lo cual demuestra las diferentes formas de aprendizaje presentes en los 41 estudiantes.

En esta actividad, ¿prefieres aprender de la manera convencional? (Texto e imágenes)?  
41 respuestas

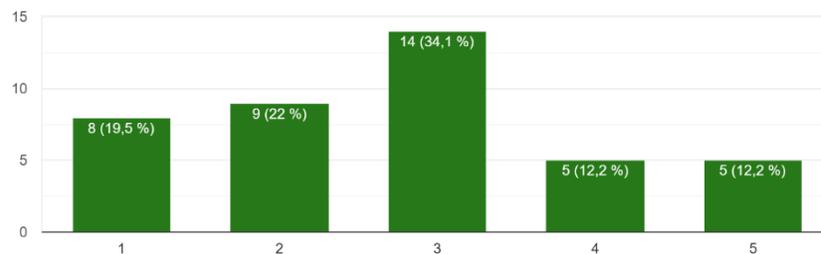


Figura 44. Pregunta 9 de evaluación.

La décima pregunta (Figura 45) se enfoca en la forma de realizar la actividad, en este caso el uso de la aplicación en lugar de mover objetos reales y se responde a partir de: Totalmente en desacuerdo a Totalmente de acuerdo, la cual obtiene resultados positivos con un 56.1% en totalmente de acuerdo o 5, y 34.1% en de acuerdo o 4. Complementando la pregunta anterior, a pesar de las diferencias de tipo de aprendizaje y los enfoques de cada estudiante, no hay opiniones contrarias hacia el uso de elementos aumentados a través de una aplicación, a diferencia de usar los objetos reales, moverlos, acomodar y desacomodar uno por uno.

En esta actividad, ¿qué tan de acuerdo estás con utilizar la aplicación, en vez de mover los objetos físicamente?

41 respuestas

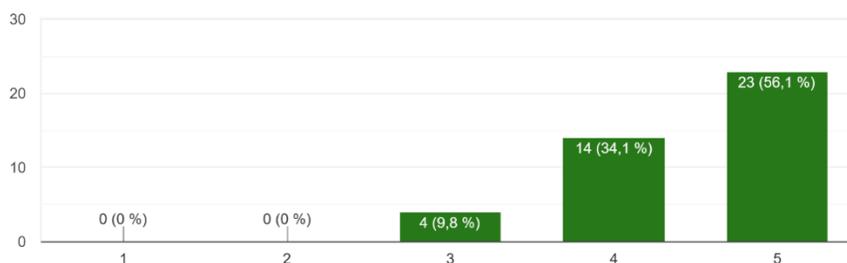


Figura 45. Pregunta 10 de evaluación.

La décimo primera pregunta (Figura 46) se enfoca en la forma de realizar la actividad y se responde a partir de: Totalmente en desacuerdo a Totalmente de acuerdo, en este caso el apoyo de comprensión que da el uso de la aplicación, la cual obtiene resultados positivos con un 61% en totalmente de acuerdo o 5, y 29.3% en de acuerdo o 4, complementando las dos preguntas anteriores.

En esta actividad, ¿consideras que la aplicación nos ayuda a comprender mejor los objetivos de la actividad?

41 respuestas

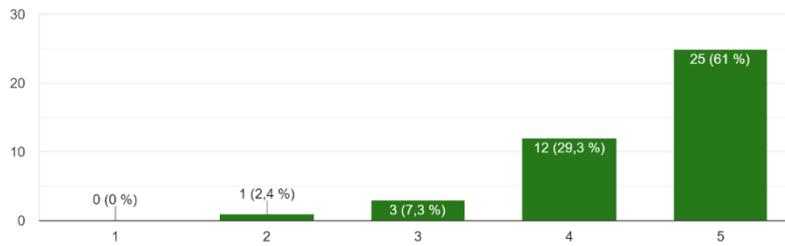


Figura 46. Pregunta 11 de evaluación.

La décimo segunda pregunta (Figura 47) se enfoca en la forma de realizar la actividad, en este caso el apoyo gráfico y visual y se responde a partir de: Totalmente en desacuerdo a Totalmente de acuerdo, la cual obtiene resultados positivos con un 70.7% en totalmente de acuerdo, complementando las preguntas anteriores.

En esta actividad, ¿consideras el contenido gráfico y visual como un apoyo de mayor valor de aprendizaje, que usar solo material de texto?

41 respuestas

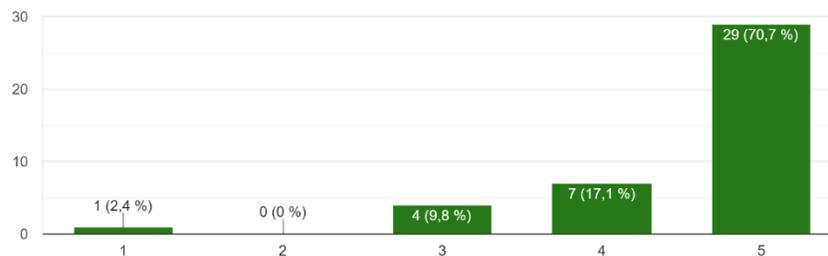


Figura 47. Pregunta 12 de evaluación.

La décimo tercera pregunta (Figura 48) se enfoca en encontrar alguna función dentro de la carrera que estudian los alumnos con realidad aumentada y se responde a partir de: Totalmente en desacuerdo a Totalmente de acuerdo, la cual obtiene resultados positivos con un 73.2% en totalmente de acuerdo o 5. Esta pregunta se agrega con el propósito de que los estudiantes puedan encontrar funciones y usos de la realidad aumentada más allá del que se les presenta en la actividad o en sus interacciones previas (en caso de haber), para lo cual las respuestas son positivas y se demuestra el interés e ideas en las preguntas libres.

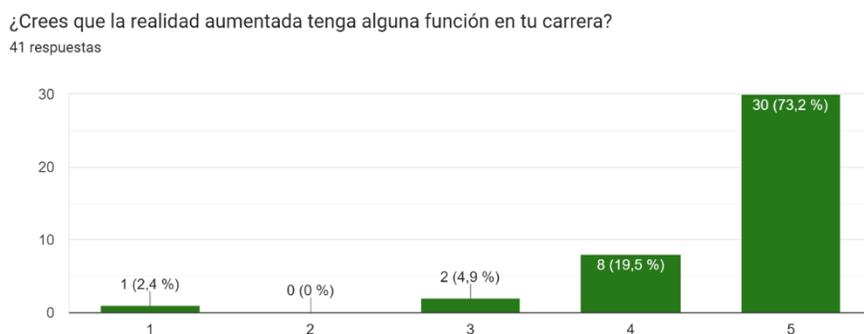


Figura 48. Pregunta 13 de evaluación.

### 6.2.2. Preguntas de satisfacción

Para esta sección de preguntas, se presentan dos preguntas en escala Likert con un valor de 1 a 5 calificando cada aspecto planteado referente a la actividad y la aplicación.

En la figura 49 se presenta el grado de satisfacción de la actividad entre los 41 alumnos participantes, donde en su mayoría hay una buena respuesta en las opciones *planteamiento de los objetivos, proceso amigable, diversión y entretenimiento y apoyo de los instructores*, destacando

esta última. Sin embargo, la presentación de la información y las alternativas brindadas no fueron claras o suficientes para capturar la atención de los estudiantes y absorber el conocimiento antes de acceder a la experiencia aumentada con la aplicación. De acuerdo a comentarios de alumnos que participaron en retroalimentación personal, la información era bastante y ajena a lo que ven, lo cual lo hacía tedioso aun obteniendo diferentes medios de obtener este aprendizaje.

Ayúdanos indicando tu grado de satisfacción de la actividad:

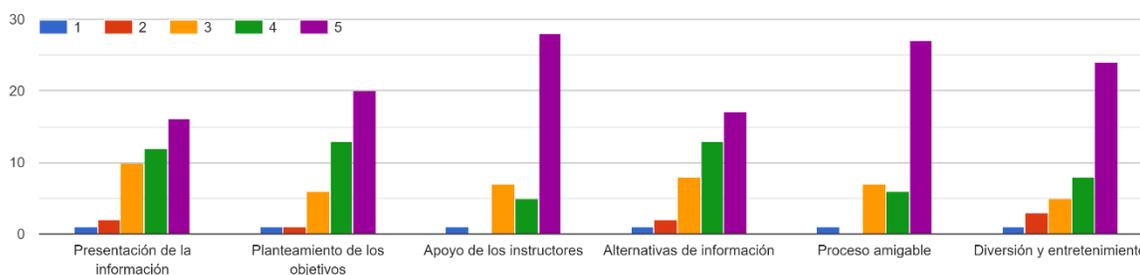


Figura 49. Gráfico con resultados del grado de satisfacción de la aplicación.

En la figura 50 se presenta el grado de satisfacción de la aplicación entre los 41 participantes, donde en general hay una respuesta positiva, en su mayoría con las opciones muestra de la información, facilidad de uso, interfaz amigable, reconocimiento del espacio y animación. El problema que se muestra en esta gráfica es en el funcionamiento de la aplicación y el atractivo visual, ya que al estar en una fase alfa y por la cuestión de recursos y diseño, tuvo algunas carencias en las calificaciones más altas. Posiblemente pueda ser un valor agregado de exigencia visual al exponer una aplicación de desarrollo a un nivel no experto de UI/UX ante estudiantes de carácter creativo artístico.

Ayúdanos indicando tu grado de satisfacción de la aplicación:

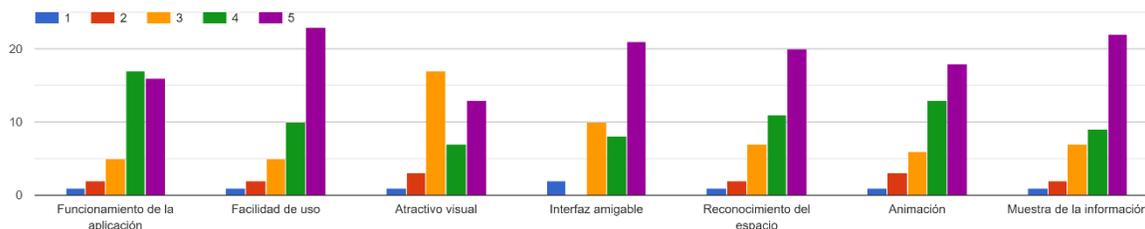


Figura 50. Gráfico con resultados del grado de satisfacción de la aplicación.

### 6.2.3. Preguntas libres

Finalmente, y posterior a las preguntas de satisfacción, se busca la retroalimentación personal de los alumnos hacia la actividad, posterior a su interacción con una experiencia aumentada. Las respuestas resultan en un optimismo, disposición y visión favorable ante la inmersión aumentada de una actividad que podían realizar con métodos usuales como mover los objetos en el salón de clases.

Para motivos de esta sección, se decide mantener las respuestas de los alumnos sin modificación, por lo cual existirán algunas falla gramaticales u ortográficas, manteniendo la idea y esencia de sus respuestas.

En la primera pregunta, “Desde este momento, ¿cuál es tu percepción, idea, concepto o visión de la realidad aumentada?” se busca que los alumnos se abran y den su propia definición o perspectiva, con sus palabras, de lo que es la realidad aumentada posterior a la experiencia aumentada. A partir de esta experiencia, en qué se convierte la RA para ti, qué te hizo sentir, pensar, idear, o si no surgió nada de valor emocional o agregado a tu experiencia en la actividad.

Entre las respuestas, de carácter positivo, optimista y con mucho interés a la RA, algunos lo ven mayormente como una herramienta, herramienta de apoyo y alternativa para realizar otras acciones que tal vez no podemos hacer fácilmente al alcance humano. También, reconocen la posición espacial y que existe una tridimensional la cual podemos manipular o interactuar con ella, es decir la información o elementos aumentados.

La percepción de los 41 participantes, finalmente, resulta positiva, entretenida, atrayente, interesante y útil para actividades de la vida cotidiana, entretenimiento y aprendizaje. De acuerdo a sus comentarios, es la primera vez que se exponen a un ambiente de aprendizaje utilizando realidad aumentada, ya que los usos comunes que le conocen son a base de entretenimiento, visualizaciones de objetos sin función (como en el 3DS) y diversión con fines lúdicos. Los alumnos están abiertos a nuevas tendencias, el uso de tecnologías diferentes como herramientas de apoyo y a su capacitación para aprender a darles el mejor uso.

TABLA 33. Primera respuesta libre de los alumnos participantes.

| <i>Desde este momento, ¿cuál es tu percepción, idea, concepto o visión de la realidad aumentada?</i>                                |
|---|
| 1. Tiene gran potencial para el estudio, pero hace falta implementarlo para acostumbrarnos a usarlo                                 |
| 2. Es una tecnología muy interesante  |
| 3. La realidad aumentada, es utilizar la realidad con lo digital, por medio de un celular agregar cosas que en la realidad no están |

|  |
|--|
| 4. De que la realidad aumentada puede considerarse una herramienta   |
| 5. Creo que es una herramienta que está en constante evolución y que terminará siendo muy útil, así como utilizada para diversos indoles debido a que las personas cada vez más adaptan su vida al uso de dispositivos y tecnología. |
| 6. Es un concepto con muchas posibilidades, falta que haya más expansión en ella.  |
| 7. Se me hace algo muy interesante   |
| 8. Una herramienta que nos ayuda a comprender y manipular los objetos 3D de un modo más divertido  |
| 9. pues, puede ser algo que se puede explorar bastante, tiene el potencial de desarrollarse y crear muchas formas de aprender o desarrollar muchas cosas   |
| 10. Es muy útil, ojalá más clases la implementaran   |
| 11. Una herramienta bastante útil para la vida de cualquiera que tenga fácil accesibilidad a este, no importa en qué ámbito se desea envolver, considero que ayuda y entra en cualquiera de ellos                                    |
| 12. Es estándar me agrada la idea de interactuar con el mundo de una manera distinta...  |
| 13. Ya estaba familiarizado con el concepto, pero jamás lo había considerado como lo comentare en la siguiente pregunta  |
| 14. Muy buena percepción, la RA es un buen apoyo visual.   |
| 15. Es un concepto divertido que tiene muchas utilidades tanto en la escuela como en los juegos o aplicaciones sociales.   |
| 16. Me parece super entretenido y divertido. Hay muchas posibilidades interesantes:0   |
| 17. Una manipulación virtual del mundo real  |
| 18. Que es una forma muy buena de aprendizaje.   |
| 19. Es divertida, e interesante el hecho de usarla   |
| 20. Son las bases para implementar la tecnología de esta manera en la educación, no debe de descartarse por qué esto hará mucho la diferencia en el futuro.  |
| 21. Que es bastante util   |
| 22. Buena para experimentar y muchas aplicaciones a la vida diaria y muchas áreas  |
| 23. Se me hace muy divertido y creí que es el futuro de las escuelas   |
| 24. Real + digital   |

|  |
|--|
| 25. Es algo potencialmente genial  |
| 26. Me parece novedoso tanto para el entretenimiento como para el aprendizaje  |
| 27. Es un concepto interesante que me gustaría seguir explorando   |
| 28. Es bastante útil, para si en decoraciones o para trabajos dentro de la carrera   |
| 29. Que, como cualquier tecnología emergente, parece tener buen futuro   |
| 30. Siento que es la interacción del usuario con la realidad y los objetos virtuales, por medio de un dispositivo.   |
| 31. Ya sea un teléfono ves un objeto que los vez en el dispositivo, pero no en la vida real  |
| 32. Es una tecnología que siempre me ha parecido interesante y que se le puede dar muy buen uso para la educación para hacerla más interesante.  |
| 33. Me parece muy interesante y divertido, bueno para la vida cotidiana  |
| 34. Me parece una tecnología muy interesante y funcional que puede ayudar a futuro para el trabajo, vida diaria y la escuela.  |
| 35. Agregar algo no existente a la realidad.   |
| 36. Me parece que es una técnica en la que se a estado explorando más a fondo últimamente, me parece que será muy útil en diferentes campos, tanto en entretenimiento y ocio como en educación y ámbito laboral.   |
| 37. Es muy divertida, una herramienta fácil de usar y muy útil   |
| 38. Yo conocía la realidad aumentada debido a mi 3ds que lo utilizaba en una aplicación interna. Lo nuevo que he visto es en no depender de un objeto físico para que este fijo el objeto virtual. Además de mostrar en pantalla un objeto digital interactúe en lo físico gracias a una aplicación. |
| 39. La visualización de la realidad aumentada es muy interesante ya que nos permite ver objetos que no están físicamente en el lugar, puede ser útil a la hora de ver modelos 3D de objetos antiguos u objetos fantásticos   |
| 40. Tener objetos 3D a la realidad   |
| 41. Es una buena herramienta para implementar, dando ejemplos de su aplicación, podría aplicar para poder poner muebles en una casa, o tener una idea de cómo sería un cuarto, llegar a colaborar con empresas de muebles, de escritorios, etc, todo lo que sea para poder poner muebles a una casa. |

En la segunda pregunta, “*Para ti, ¿de qué manera crees que pueda influir o servir la realidad aumentada? (Vida cotidiana, académicamente, trabajo, futuro, etc.)*” se busca, ahora, que los alumnos planteen visiones y utilidades de la realidad aumentada en su vida, futuro o incluso trabajo como diseñadores 3D y artistas.

Entre las respuestas, igualmente de carácter positivo, optimista y con mucho interés a la RA, destacan las ideas y posibilidades que plantean en su vida diaria, laboral y académica. Los alumnos permiten la entrada de la realidad aumentada, a partir de esta actividad, para que los ayude, acompañe y complemente en sus tareas artísticas, personales, de entretenimiento y en proyectos futuros.

La percepción de los 41 participantes, finalmente, resulta positiva y con una apertura a la realidad aumentada en diversas tareas, escenarios y actividades de aprendizaje. De acuerdo a sus comentarios, propone facilitar trabajos y la visualización de estos, en especial para la planeación de proyectos; En la perspectiva del artista, sobre todo en el ambiente académico, proponen una facilidad a la enseñanza de materias didácticas y artísticas con la interacción y manipulación de ilustraciones que en los libros quedarían estáticas, también abre un mercado a los animadores y creadores de contenido artístico para generar los elementos; En la vida cotidiana proponen la facilidad de realizar tareas con dificultades de espacio, como el diseño o visualización de interiores, de acomodo de mobiliario, iluminación, muestras de maquillaje, accesorios, etc. Un ejemplo de esto son los populares filtros aumentados que se utilizan en las redes sociales.

Los alumnos están abiertos a nuevas tendencias y conscientes de las tecnologías emergentes, su visión y creatividad brinda propuestas de uso e influencia en sus vidas con la realidad aumentada.

TABLA 34. Segunda respuesta libre de los alumnos participantes.

| <i>Para ti, ¿de qué manera crees que pueda influir o servir la realidad aumentada? (Vida cotidiana, académicamente, trabajo, futuro, etc.)</i>   |
|--|
| 1. Puede facilitar el trabajo en modelado 3D   |
| 2. Trabajo   |
| 3. Aprender de mejor manera, ya que será algo diferente y más divertido/entretenido.   |
| 4. Podría influir en la vida cotidiana y en el trabajo   |
| 5. Para realizar actividades, ver o presentar animaciones o trabajos de manera remota y que queden para la posteridad siendo que cualquier persona pueda experimentarlo.   |
| 6. Creo que nos puede ayudar a ver las cosas físicas de una manera distinta. Sería muy útil para cosas como ver dónde o cómo acomodar los muebles de una habitación, por ejemplo.  |
| 7. En el área laboral  |
| 8. En el trabajo/elaboración de un videojuego  |
| 9. facilitar trabajos, visualizar y planear proyectos antes de que comience  |
| 10. Más fácil la comprensión de los temas o actividades, facilitación del acomodo de objetos   |
| 11. En el ambiente académico, serviría para facilitar la enseñanza en materias didácticas o incluso artísticas. En el día a día, cuando desea realizar modificaciones en su área de estar o trabajo, también sería de mucha ayuda. |
| 12. En agradable, me imagino un progreso abismal en algunos años para ayudar tanto profesionalmente como al momento de diseñar un espacio propio   |
| 13. Creo que como artista es muy útil para crear referencias de fondos para ilustraciones y cosas así sin tener que buscar un espacio y materiales   |

|  |
|--|
| 14. se puede utilizar de forma útil porque ayuda a visualizar objetos que hemos modelado en 3D, dentro de la carrera nos sirve pues al realizar trabajos podríamos utilizar esta aplicación para verlos visualmente en un área definida. |
| 15. Podría ser útil al momento de hacer tareas o prácticas.  |
| 16. Suena genial poder organizar tus espacios, y sería divertido en el proceso   |
| 17. Para facilitar el conocimiento y lo accesible que puede ser para uno mismo   |
| 18. Claro que sí, sobre todo en empresas e instituciones de aprendizaje.   |
| 19. Podría servir para saber cómo decorar habitaciones, tener en cuenta como un entorno puede ayudarnos  |
| 20. Nos ayudará de manera práctica en muchas cosas donde no podemos contar con objetos físicos   |
| 21. Probablemente para poder observar las cosas desde tu casa, o por si compras un objeto saber que tamaño tendría en tu hogar   |
| 22. acomodar cuartos, diseño de interiores, simulación de proyectos de animación, etc.   |
| 23. Mirar al mundo de otra manera y tener más acceso a cosas que necesitábamos   |
| 24. En si en todo ya que nos puede ayudar a ver las cosas en otra forma  |
| 25. En trabajo más que nada  |
| 26. Académicamente y en el trabajo   |
| 27. Podría servir para las infraestructuras o para el modelado en 3 dimensiones.   |
| 28. Pues como en diseño de una animación o modelado 3d para ver como quedaría y también en mi vida cotidiana divirtiéndome en como decoraría mi cuarto   |
| 29. Mayormente en áreas creativas y de entretenimiento, aunque tendrá buen uso en áreas de trabajo   |
| 30. Ayudaría académicamente, al hacer objetos 3D e implementarlos en la vida real, por ejemplo.  |
| 31. Puede servir para hacer pruebas de modelado, acomodo de cosas antes de hacerlo realmente etc.  |
| 32. Podría ayudar a visualizar modelos 3D tanto en el área laboral como proyectos de escuela. Un lado negativo sería que ocupas tener el teléfono frente a ti para poder verlos.   |

|   |
|---|
| 33. Cotidianamente por si quieres, comprar algo puedes visualizar antes de comprarlo  |
| 34. Para previsualizar objetos, previsualizar modelados en 3D, trabajar de una manera más cómoda y eficaz.  |
| 35. Los diseñadores de interiores podrían hacer uso de esta herramienta para saber el resultado final de sus diseños sin necesidad de hacer algo físicamente que probablemente después se tenga que descartar.  |
| 36. Será una buena herramienta práctica en los estudios, a la hora de mostrar particularmente algo que en libros se queda en una ilustración y de a los alumnos la opción de interactuar con ellos, aún hay mucho que explorar en el resto de ámbitos, como publicidad personalizada sin tener que hacer uso de pancartas.    |
| 37. Es muy útil en la vida cotidiana para algún proyecto en el hogar, es una herramienta fácil para aprender y aún más útil en el<br>Ámbito laboral para desarrollar proyectos  |
| 38. Se puede sacar provecho de las mediciones de tamaño para darse una idea de la longitud de los objetos.  |
| 39. Académicamente: considero que puede ser útil para materias de historia, de geografía para que sean más prácticas y no tan tedioso.<br>Cotidianamente: puede ser útil en la carrera para ver todos los modelos 3D realizados anteriormente y ver los efectos de más cerca.   |
| 40. en cuanto a animación para futuro trabajos  |
| 41. Para muchas cosas, como en entretenimiento también cuenta, y pues en el futuro, puede aplicar como para un GPS, o dar direcciones, como en la película de Free guy, donde los jugadores tienen unos lentes que indica donde hay misiones, tiendas, precios, etc, todo eso, y para dar direcciones no será la excepción :) |

La exposición de una generación nativa digitalmente, como es la generación Z, puede producir resultados favorables en la práctica de estos en las tecnologías emergentes. El interés que despertó en su experiencia, no solo les pareció agradable y entretenida, sino útil y una manera de absorber y comprender mejor el conocimiento adquirido. Pero esto despierta el pensar creativo al brindarles dos preguntas libres, con libertad de expresión. Con preguntas que pudieran haber

contestado con desinterés, limitarse a una oración, en mayoría se muestran respuestas extensas y con buenas propuestas a un futuro, lo cual indica un gran valor agregado como motivante para interesarse en la actividad y la realidad aumentada.

#### **6.2.4. Promedios de resultados a partir de los tipos de preguntas.**

Una vez obteniendo los resultados en cuestionario, las gráficas y tabulaciones, para analizar los resultados obtenidos se realizan tablas de resultados porcentuales a partir de las preguntas de evaluación divididas en tipos: Actividad, Realidad Aumentada y Aprendizaje, con respuestas cerradas de 1 a 5 en grado de satisfacción, utilidad o acuerdo y desacuerdo. En la tabla siguiente se presentan los 3 grupos de alumnos: 4AM con una muestra  $N = 13$ , 4BM, con una muestra  $N = 16$ , y 5AM, con una muestra  $N = 12$ . Estos porcentajes son para determinar las tendencias de los alumnos en sus respuestas de acuerdo al tipo de pregunta y encontrar las dificultades, faltantes, o las ventajas y utilidad de la actividad (Tabla 35). Estos sirven, también para analizar las diferencias de porcentaje de respuesta de acuerdo a las preguntas realizadas por tipo y comparar los porcentajes con mayores valores de diferencia en cantidades decimales o unitarias. Sin embargo, las diferencias varían de un alrededor de 3 décimas o menos, por lo que no resulta alarmante en su totalidad, pero si pudiera mejorar la elaboración de preguntas y de enfoques en los tipos.

En el caso de PA1 y PA2, las preguntas son de connotación positiva. Sin embargo, se ve una diferencia de respuesta entre los 3 grupos participantes, reduciéndose en el grupo 4BM y 5AM.

En PA3, la pregunta es de connotación negativa, donde responden ante la dificultad de la actividad. En los grupos 4AM y 4BM se presentan resultados de poca dificultad, mientras que el 5AM presenta mayor dificultad.

En la sección de realidad aumentada se presentan las preguntas PRA1, PRA2, PRA3, PRA4 y PRA5 con connotación positiva. Las diferencias que se presentan entre los tres grupos es de un

mayor entendimiento y percepción de los alumnos de 5AM, esto pudiera ser ya que tienen mayor conocimiento e interacción con la tridimensionalidad en su entorno académico. Mientras que los grupos 4AM y 4BM obtienen un mejor porcentaje en sus respuestas positivas hacia la utilidad y accesibilidad para ellos, pero no pierden el interés de seguir experimentando si se les da la oportunidad.

En la sección de aprendizaje se presentan las preguntas PAP1, PAP2, PAP4, PAP5 y PAP6 con connotación positiva. Entre las diferencias que presentan los tres grupos, la primera es el interés del aprendizaje basado en juegos, donde el grupo 4AM y 5AM comparten una respuesta positiva alta, pero el grupo 4BM reduce su porcentaje de interés. Esto podría derivar de sus intereses y por ser un grupo mayor. El resto de las preguntas muestran bastantes diferencias en las preferencias de aprendizaje y de medios, siendo el grupo 4AM el que mantiene una respuesta mayormente positiva ante otras alternativas, como el uso de la aplicación aumentada como medio de realizar la actividad de acomodo del mobiliario. Por último, la pregunta PAP3 es de connotación negativa, es decir su valor es a partir de las opciones menores. En este caso, el grupo con mayor preferencia a aprender utilizando otros medios (aparte de texto e imágenes) como la experiencia aumentada es 4BM, mientras 4AM y 5AM obtuvieron altos porcentajes en la neutralidad. Esto puede darse debido a la oportunidad de acercamiento y de recepción del conocimiento a partir de otros medios y podría solucionarse brindando más tiempo y libertad de obtener la información, sea o no con realidad aumentada, ya que en la actividad se mostraron imágenes en movimiento, vídeos y la experiencia aumentada como complemento de aprendizaje a lo convencional, es decir el uso de texto e imágenes. Con el valor agregado del enfoque lúdico, se implementan incentivos para que los estudiantes se interesen cada vez más en la participación con agregados del tipo contar

historias o storytelling a partir de vídeo-animaciones, un sistema de recompensas que les da puntajes de acuerdo a los objetos a posicionar y la interacción de lluvia de ideas.

TABLA 35. Tabla de resultados porcentuales de las preguntas de evaluación según el tipo.

| Opciones | ACTIVIDAD |      |      | REALIDAD AUMENTADA |      |      |      |      | APRENDIZAJE |      |      |      |      |      | Grupo:<br>4AM<br>N = 13 |
|----------|-----------|------|------|--------------------|------|------|------|------|-------------|------|------|------|------|------|-------------------------|
|          | PA1       | PA2  | PA3  | PRA1               | PRA2 | PRA3 | PRA4 | PRA5 | PAP1        | PAP2 | PAP3 | PAP4 | PAP5 | PAP6 |                         |
| 1        | 0         | 0    | 61.5 | 7.7                | 15.4 | 7.7  | 7.7  | 7.7  | 7.7         | 0    | 7.7  | 0    | 0    | 7.7  |                         |
| 2        | 0         | 0    | 23.1 | 0                  | 0    | 0    | 0    | 0    | 0           | 7.7  | 30.8 | 0    | 7.7  | 0    |                         |
| 3        | 15.4      | 0    | 7.7  | 7.7                | 15.4 | 15.4 | 0    | 7.7  | 0           | 0    | 23.1 | 7.7  | 0    | 15.4 |                         |
| 4        | 7.7       | 15.4 | 7.7  | 38.5               | 23.1 | 30.8 | 15.4 | 15.4 | 0           | 15.4 | 23.1 | 7.7  | 0    | 0    |                         |
| 5        | 76.9      | 84.6 | 0    | 46.2               | 46.2 | 46.2 | 76.9 | 69.2 | 92.3        | 76.9 | 23.1 | 69.2 | 84.6 | 76.9 |                         |
| 1        | 6.3       | 0    | 62.5 | 0                  | 0    | 0    | 0    | 0    | 6.3         | 0    | 18.8 | 0    | 0    | 0    |                         |
| 2        | 0         | 6.3  | 18.8 | 0                  | 6.3  | 0    | 0    | 0    | 0           | 0    | 31.3 | 0    | 0    | 0    |                         |
| 3        | 0         | 18.8 | 12.5 | 0                  | 25   | 6.3  | 0    | 6.3  | 0           | 0    | 37.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 |                         |
| 4        | 50        | 18.8 | 0    | 43.8               | 43.8 | 31.3 | 18.8 | 18.8 | 31.3        | 62.5 | 0    | 31.3 | 43.8 | 18.8 |                         |
| 5        | 43.8      | 56.3 | 6.3  | 56.3               | 25   | 62.5 | 81.3 | 75   | 62.5        | 37.5 | 0    | 56.3 | 43.8 | 68.8 |                         |
| 1        | 8.3       | 0    | 50   | 0                  | 0    | 0    | 0    | 0    | 0           | 0    | 33.3 | 0    | 0    | 0    |                         |
| 2        | 0         | 0    | 41.7 | 0                  | 0    | 0    | 0    | 0    | 0           | 8.3  | 0    | 0    | 0    | 0    |                         |
| 3        | 8.3       | 8.3  | 8.3  | 8.3                | 16.7 | 16.7 | 0    | 0    | 0           | 8.3  | 25   | 8.3  | 8.3  | 0    |                         |
| 4        | 33.3      | 33.3 | 0    | 8.3                | 25   | 8.3  | 16.7 | 25   | 8.3         | 25   | 25   | 50   | 33.3 | 33.3 |                         |
| 5        | 50        | 58.3 | 0    | 83.3               | 58.3 | 75   | 83.3 | 75   | 91.7        | 58.3 | 16.7 | 41.7 | 58.3 | 66.7 |                         |

## CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES

El uso de la realidad aumentada, como otras investigaciones estipulan, tiene un gran potencial y valor agregado como atractivo y motivante para realizar actividades cotidianas. No solo funciona, ni se le debe enfocar como una herramienta, sino como un medio de lograr los objetivos establecidos en un aprendizaje. En este caso, se demuestra en el proceso de llevar a cabo la experiencia de aprendizaje con realidad aumentada. Pero no solo es la implementación de la realidad aumentada la que hace el trabajo, pues un error común es creer que es un factor de diversión y una alternativa para crear contenido de entretenimiento es una buena forma de implementación de realidad aumentada de acuerdo con el contexto en el que se desea se basa a partir de estándares y estudios desde el ámbito de aprendizaje convencional, hasta ambientes de aprendizaje digital y normas educativas. Si no se hiciera uso de la contextualización en este caso, el motivante y la intención estarían, probablemente, al aire o cayendo a un objetivo no específico o inconcluso, ya que podrán existir factores que afecten nuestra implementación, incluso aún en la realización de una contextualización específica como la de este trabajo, que llevaron a una adaptación inmediata derivada a las limitantes temporales al momento de la realización de la actividad. Tomando este aspecto en cuenta, es importante analizar cualquier alternativa que se piense implementar, sobre todo en un ambiente educativo. Por ejemplo, en el aula el tiempo es un factor importante para que los estudiantes realicen las actividades establecidas en tiempo y forma, en este caso, por imprevistos de última hora como son fallos de red, puntualidad, dudas previas, organización del sistema y la cantidad de estudiantes que se presentaron, no fue suficiente el tiempo para brindar más enfoque y atención a la interacción aumentada. Agregando, también, que la información brindada era bastante para tres horas, pues primeramente se les daba una introducción a las realidades alternas, sus diferencias, el concepto de la realidad aumentada y

procede a el tipo de acomodo en el aula y la introducción a las normas de seguridad post COVID-19, cubriendo mayor tiempo de dar información y resolver dudas de temas diferentes, a pesar de ello los estudiantes fueron participativos y brindaban aportes al tema, comentando que, en efecto, les hubiera parecido más digerible e interesante conocer más de la realidad aumentada y realizar interacciones con ella en clases extra. Una problemática más fue la falta de instalación de la aplicación en los dispositivos disponibles del alumnado, esto no fue posible ya que la instalación individual tomaría más tiempo del establecido y perdería el interés de los presentes por la tardanza. Aun así, trabajando con un solo dispositivo, los alumnos se turnaron y ordenaron para tener una pequeña interacción con la realidad aumentada, mientras los que esperaban aprovechaban para realizar preguntas respecto al tema. Comentarios destacados se enfocan en como la interacción del acomodo aumentado es factible para conocer las reglas de acomodo y de seguridad, con la muy conocida norma de 1.5m de distancia (Susana Distancia), ya que así no tienen que alterar el aula con prevención de realizar modificaciones físicas que les expongan a accidentes personales o del mobiliario.

Este tipo de soluciones efectivamente se pueden llevar al aula. Sin embargo, de acuerdo con los resultados y alcances obtenidos, lo ideal sería comenzar en grupos más pequeños y con un mejor análisis de las horas esperadas de clase para un proceso satisfactorio, y sobre todo cuando no se tiene control de todos los dispositivos por cuestiones de red, rendimiento o compatibilidad. En efecto, se comprende y demuestra que el contexto es una parte vital del modelo, ya que, si no se hubiera realizado la contextualización previa y la determinación de motivación, intención e identificación de la necesidad de aprendizaje, las problemáticas pudieran surgir en mayor cantidad o dificultaría la forma de solucionar la situación. Una palabra importante derivada de las

situaciones presentadas es la adaptación, pues se contaba con las especificaciones y pasos a seguir con la actividad, al resultar una faltante o falla de contextualización se tienen herramientas para adaptarse y no solo improvisar algo que no se tiene planeado. En este caso se adaptó el uso de la aplicación a un solo dispositivo ya que no fue posible realizar la instalación en cada uno, pudo haberse instalado en una cantidad mínima de dispositivos, pero la decisión se mantuvo en que se cumpliera la necesidad de aprendizaje de organizar el aula en un ambiente aumentado, conocer y obtener una percepción de algo nuevo. Por el sentido que le da la palabra adaptación es que se considera útil y valioso el realizar una contextualización, que puede tener fallas en la marcha, pero la adaptación nos permite recontextualizar y/o analizar qué, cómo y por qué resultó esta falla, siendo o no una desconsideración al propio contexto.

Determinar las SBJ-A brinda una definición de las soluciones basadas en juego y a aprender a diferenciarlas o implementarlas en conjunto, de manera que no todo sea “jugar” o “hacer juegos serios para todo” cuando el contexto no es el indicado. Puede ser una cuestión de recursos, economía, disposición, situación espacial, entre muchas otras, razón por la que la contextualización es muy importante. Ahora, el enfoque lúdico es muy atrayente y motivante para las nuevas generaciones, pues son nativos digitales y participan de actividades basadas en educación STEAM durante su desarrollo, la observación, la manipulación, el tropezarse, mancharse o incluso romper por accidente alguna herramienta. La realidad aumentada abre las puertas a la inmensidad de la inmersión y las experiencias aumentadas que, con una adecuada implementación, puede servir como herramienta complementaria para nuestro día a día, cuando hacen falta herramientas físicas, o no se tiene al alcance un escenario específico, por ejemplo, el

pintar sin pinceles ni pintura, el tener que reconocer un animal exótico de un país lejano, sin querer estar inmerso en su ecosistema, entre otros casos.

El implementar el modelo SBJ-A en complemento para crear el modelo de soluciones basadas en juego para el aprendizaje usando realidad aumentada a partir de las estandarizaciones de ARLEM y xAPI permite definir los metadatos que solicita la actividad para generar los pasos a seguir, que con una base de datos es posible analizar y revisar, sin el espectro SCORM de terminado o no. xAPI y ARLEM tienen una mayor estructura y especificación que ayudan a generar y gestionar datos de interacción aumentada con los que el docente puede realizar una evaluación personalizada a sus estudiantes y comprender qué es lo que está sucediendo en el proceso y en los resultados de aprendizaje. Resumiendo, a través del análisis de las interacciones en la actividad puedes ver cómo el estudiante se comporta con el entorno y sus resultados en un seguimiento puntual. Parte de la evaluación puede servir para uso del docente sobre los resultados del estudiante, por ejemplo, para crear o modificar rúbricas, retroalimentaciones a partir de los resultados, deficiencias, entre otras. Con esto, se cumple el objetivo principal con la creación del modelo, y los objetivos específicos de diseño de un prototipo a partir del modelo y su evaluación, con un estudio de alcances de aprendizaje en el aula a partir de la realidad aumentada en los resultados presentados de la escala Likert.

Derivado de las limitaciones contextuales durante la investigación, y ante la situación pandémica, la línea se vio notablemente afectada, disminuyendo la oportunidad de aplicación a diferentes contextos, dentro y fuera de una institución de aprendizaje. Como trabajo futuro es de interés continuar con la revisión y análisis de los estándares que a lo largo de 2021 y 2022 han

continuado en desarrollo, actualización y nacimiento. Con el anuncio del metaverso es importante determinar definiciones específicas para aminorar la abstracción del uso y conocimiento de las realidades alternas como lo son la aumentada y, por consecuente, aprovechar las tecnologías emergentes para realizar soluciones de calidad que puedan apoyar mejor a las nuevas generaciones en sus procesos de aprendizaje, de adaptación digital a los cambios constantes incluso en su natividad, y sobre todo en el aprendizaje. Este proyecto comenzó con la idea de ayudar a un grupo de personas a partir de una solución con apoyo de la realidad aumentada, y se espera continuar con esta perspectiva, de ayudar. En el futuro, se espera que este proyecto crezca en diversas áreas de aprovechamiento del aprendizaje y del uso de realidades, recuperando la línea de enfoque en el uso de la creatividad y el proceso creativo post-actividad de aprendizaje. Con el apoyo de estándares como xAPI y ARLEM se es posible la propuesta de nuevas formas de interacción en el aprendizaje móvil o autodidacto, en una perspectiva donde no solo el alumno deba cumplir, pero el docente tenga herramientas para apoyar y determinar las fallas y logros de sus alumnos. Este modelo puede ser usado para capacitar docentes en el diseño de los medios digitales, mientras la experimentación aporta en la parte didáctica, que es cómo llevarla al aula.

Satisfactoriamente, es posible decir que el uso de realidad aumentada en el aula, y sobre todo en México, es viable. Esto no solo se comprueba con la experimentación de esta tesis, que es un concepto urbano y universitario, sino también con el fundamento de la tesis de López (2021) que realiza una implementación de la realidad aumentada en un concepto rural y de educación básica. La accesibilidad de desarrollo desde cero en soluciones aumentadas es cuestión de valor económico, pero no sirve de mucho tener el dinero si no se tiene una contextualización y análisis de lo que se necesita, desea y requiere. Por esta razón, con herramientas existentes y una

contextualización que apoye a un método de adaptación en el aula para tecnologías emergentes y soluciones de aprendizaje con enfoques varios como STEAM, el lúdico, entre otros, es viable y posible el uso de la realidad aumentada.

## REFERENCIAS

- ADL Initiative. (s/f). Experience API (xAPI) Standard. ADL Initiative. Recuperado el 27 de abril de 2022, de <https://adlnet.gov/projects/xapi/>
- Alhumaidan, H., Lo, K. P. Y., & Selby, A. (2015). Co-design of augmented reality book for collaborative learning experience in primary education. 2015 SAI Intelligent Systems Conference (IntelliSys), 427–430. <https://doi.org/10.1109/IntelliSys.2015.7361175>
- Alvarado, L. A. R., Domínguez, E. L., Velázquez, Y. H., Isidro, S. D., & Toledo, C. B. E. (2018). Layered Software Architecture for the Development of Mobile Learning Objects With Augmented Reality. IEEE Access, 6, 57897–57909. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2873976>
- Arth, C., Grasset, R., Gruber, L., Langlotz, T., Mulloni, A., & Wagner, D. (2015). The History of Mobile Augmented Reality. arXiv:1505.01319 [cs]. <http://arxiv.org/abs/1505.01319>
- Avendaño Porras, V. del C., Chao González, M. M., & Mercado Bonzálv, O. B. (2012). La gestión del conocimiento en ambientes de aprendizaje que incorporan la realidad aumentada: El caso de la Universidad Virtual del Estado de Guanajuato en el nivel Bachillerato. Educación y futuro digital. <https://redined.mecd.gob.es/xmlui/handle/11162/119362>
- Boden, M. A. (1994). Précis of The creative mind: Myths and mechanisms. Behavioral and Brain Sciences, 17(3), 519–531. <https://doi.org/10.1017/S0140525X0003569X>
- Bowen, D. H., Greene, J. P., & Kisida, B. (2014). Learning to Think Critically: A Visual Art Experiment. Educational Researcher, 43(1), 37–44. <https://doi.org/10.3102/0013189X13512675>
- Cai, S., Liu, E., Shen, Y., Liu, C., Li, S., & Shen, Y. (2020). Probability learning in mathematics using augmented reality: Impact on student’s learning gains and attitudes. Interactive Learning Environments, 28, 560–573. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1696839>
- CÁMARA DE DIPUTADOS DEL H. CONGRESO DE LA UNIÓN, Secretaría general, & Secretaría de Servicios Parlamentarios. (2012). Ley General de Protección Civil.
- 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. <https://doi.org/10.1007/s10956-012-9405-9>
- Criollo-C, S., Abad-Vásquez, D., Martic-Nieto, M., Velásquez-G, F. A., Pérez-Medina, J.-L., & Luján-Mora, S. (2021). Towards a New Learning Experience through a Mobile Application with Augmented Reality in Engineering Education. Applied Sciences, 11(11), 4921. <https://doi.org/10.3390/app11114921>
- Dey, A. K., Abowd, G. D., & Wood, A. (1998). CyberDesk: A framework for providing self-integrating context-aware services. Knowledge-Based Systems, 11(1), 3–13. [https://doi.org/10.1016/S0950-7051\(98\)00053-7](https://doi.org/10.1016/S0950-7051(98)00053-7)
- Diaz, C., Hincapié, M., & Moreno, G. (2015). How the Type of Content in Educative Augmented Reality Application Affects the Learning Experience. Procedia Computer Science, 75, 205–212. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.12.239>
- Drljević, N., Wong, L. H., & Botički, I. (2017). Where Does My Augmented Reality Learning Experience (ARLE) Belong? A Student and Teacher Perspective to Positioning ARLEs. IEEE Transactions on Learning Technologies, 10(4), 419–435. <https://doi.org/10.1109/TLT.2017.2690426>

- Egea, R. (2016). 5 maneras diferentes de organizar el espacio en el aula. <https://www.conlospiesenelaula.es/5-maneras-diferentes-organizar-espacio-aula/>
- Encyclopedia of Creativity | ScienceDirect. (s/f). Recuperado el 31 de octubre de 2020, de <https://www.sciencedirect.com/referencework/9780128156155/encyclopedia-of-creativity>
- Enders, B. (2013). GAMIFICATION, GAMES, AND LEARNING: What Managers and Practitioners Need to Know. The ELearning Guild, 49.
- Garbe, J. (2014). Digital Borders and the Virtual Gallery. En V. Geroimenko (Ed.), *Augmented Reality Art: From an Emerging Technology to a Novel Creative Medium* (pp. 139–147). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-06203-7\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-319-06203-7_7)
- Garcia-Elskamp, R. (1984). Intención e intencionalidad: Estudio comparativo. *Anales Del Seminario de Historia de la Filosofía*, 4, 147.
- Garza, E. G. (s/f). Manual y protocolos de seguridad escolar. Secretaría de Educación.
- Ghergulescu, I., & Muntean, C. H. (s/f). ASSESSMENT OF MOTIVATION IN GAMING BASED E-LEARNING. 9.
- Gobierno de Tamaulipas. (2021). Protocolos para los Centros Educativos.
- Gomes, L., Martins, V., Dias, D. R., & Guimaraes, M. (2014). Music-AR: Augmented Reality in Teaching the Concept of Sound Loudness to Children in Pre-School. <https://doi.org/10.1109/SVR.2014.14>
- Green, G., & Kaufman, J. C. (2015). *Video Games and Creativity*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/C2014-0-00065-2>
- Gwilt, I. (2014). Augmented Reality Graffiti and Street Art. En V. Geroimenko (Ed.), *Augmented Reality Art: From an Emerging Technology to a Novel Creative Medium* (pp. 189–198). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-06203-7\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-319-06203-7_11)
- Heilig, M. L. (1962). Sensorama simulator (United States Patent Núm. US3050870A). <https://patents.google.com/patent/US3050870A/en>
- Herpich, F., Guarese, R., Cassola, A., & Tarouco, L. (2018). Mobile Augmented Reality Impact in Student Engagement: An Analysis of the Focused Attention Dimension. <https://doi.org/10.1109/CSCI46756.2018.00114>
- How did AR go from a toy to a tool? (2021, agosto 24). YourStory.com. <https://yourstory.com/2021/08/how-did-ar-go-from-a-toy-to-a-tool/amp>
- Hsieh, M., & Lin, H. K. (2010). Employing augmented reality to create digital artworks to present interactive poem. 2010 International Computer Symposium (ICS2010), 331–337. <https://doi.org/10.1109/COMPSYM.2010.5685492>
- Hsu, I. H., & Wang, C. H. (2013). Mobile Learning in Art Museum—The Immersive Teaching on Arts and Humanities. 2013 IEEE 13th International Conference on Advanced Learning Technologies, 487–488. <https://doi.org/10.1109/ICALT.2013.155>
- Hughes, C. E., Stapleton, C. B., Hughes, D. E., & Smith, E. M. (2005). Mixed reality in education, entertainment, and training. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 25(6), 24–30. <https://doi.org/10.1109/MCG.2005.139>
- Hung, H. C., & Young, S. S. C. (2014). Applying Tablets to Enhance Art Appreciation Learning in Higher Education. 2014 7th International Conference on Ubi-Media Computing and Workshops, 297–299. <https://doi.org/10.1109/U-MEDIA.2014.21>

- Iaconesi, S., & Persico, O. (2014). An Emotional Compass: Emotions on Social Networks and a New Experience of Cities. En V. Geroimenko (Ed.), *Augmented Reality Art: From an Emerging Technology to a Novel Creative Medium* (pp. 237–254). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-06203-7\\_14](https://doi.org/10.1007/978-3-319-06203-7_14)
- Jerry, T. F. L., & Aaron, C. C. E. (2010). The impact of augmented reality software with inquiry-based learning on students' learning of kinematics graph. 2010 2nd International Conference on Education Technology and Computer, 2, V2-1-V2-5. <https://doi.org/10.1109/ICETC.2010.5529447>
- Jinbo Xu, Qifang Gong, & Yating Lei. (2009). Research on aesthetic evolution caused by digital art. 2009 IEEE 10th International Conference on Computer-Aided Industrial Design Conceptual Design, 1961–1964. <https://doi.org/10.1109/CAIDCD.2009.5374919>
- Jo, K. (2019). Home. Game Thinking. <https://gamethinking.io/>
- Joshi, A., Kale, S., Chandel, S., & Pal, D. (2015). Likert Scale: Explored and Explained. *British Journal of Applied Science & Technology*, 7(4), 396–403. <https://doi.org/10.9734/BJAST/2015/14975>
- Kapp, K. M. (2012). *The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education*. John Wiley & Sons.
- Kapp, K. M. (2013). *The Gamification of Learning and Instruction Fieldbook: Ideas into Practice*. John Wiley & Sons.
- Kasof, J. (1995). Explaining Creativity: The Attributional Perspective. *Creativity Research Journal*, 8(4), 311–366. [https://doi.org/10.1207/s15326934crj0804\\_1](https://doi.org/10.1207/s15326934crj0804_1)
- Khowaja, K., Banire, B., Al-Thani, D., Sqalli, M. T., Aqle, A., Shah, A., & Salim, S. S. (2020). Augmented Reality for Learning of Children and Adolescents With Autism Spectrum Disorder (ASD): A Systematic Review. *IEEE Access*, 8, 78779–78807. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2986608>
- Kim, A. J. (2019, septiembre 20). Game Thinking, Explained. Medium. <https://amyjokim.medium.com/game-thinking-explained-fa6da3e8debb>
- Kiryakova, G. (2020). The Immersive Power of Augmented Reality. <https://doi.org/10.5772/intechopen.92361>
- Kofac. (2017, diciembre 28). About STEAM. STEAM  $\text{STEAM}$ . [https://steam.kofac.re.kr/?page\\_id=11269](https://steam.kofac.re.kr/?page_id=11269)
- León, A. G., & Franco, V. L. P. (s/f). CAPACIDAD DE ABSORCIÓN Y APRENDIZAJE ORGANIZACIONAL EN LA TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO.
- Lin, P., Huang, Y., & Chen, C. (2018). Exploring Imaginative Capability and Learning Motivation Difference Through Picture E-Book. *IEEE Access*, 6, 63416–63425. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2875675>
- López Hernández, J. G., & López Morteo, G. A. (2021). Desarrollo e implementación de realidad aumentada en secundaria y preparatoria del sector público en Baja California. [Recurso electrónico]. Catálogo Cimarrón. <http://libcon.rec.uabc.mx:2048/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cab5865a&AN=cim.247136&lang=es&site=eds-live>
- Lowenfeld, V., & Brittain, W. L. (1987). *Creative and Mental Growth*. Macmillan. <https://books.google.com.mx/books?id=v5oIAQAIAAJ>
- Lytridis, C., & Tsinakos, A. (2018). Evaluation of the ARTutor augmented reality educational platform in tertiary education. 5. <https://doi.org/10.1186/s40561-018-0058-x>
- Marczewski, A. (2018). *Even Ninja Monkeys Like to Play: Unicorn Edition*. Independently Published.
- Marshall, J. (2005). Connecting Art, Learning, and Creativity: A Case for Curriculum Integration. *Studies in Art Education*, 46(3), 227–241. <https://doi.org/10.1080/00393541.2005.11650076>

- Martins, V., Gomes, L., & Guimaraes, M. (2015). Challenges and Possibilities of Use of Augmented Reality in Education Case Study in Music Education. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-21413-9\\_16](https://doi.org/10.1007/978-3-319-21413-9_16)
- McGarrigle, C. (2014). Augmented Interventions: Re-defining Urban Interventions with AR and Open Data. En V. Geroimenko (Ed.), *Augmented Reality Art: From an Emerging Technology to a Novel Creative Medium* (pp. 81–95). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-06203-7\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-319-06203-7_4)
- Medina-Mota, K. M., & López-Morteo, G. A. (2021). A Game-Based Solutions for Learning (GBS-L) Framework. Context, intention and motivation as key factors. 2021 Mexican International Conference on Computer Science (ENC), 1–7. <https://doi.org/10.1109/ENC53357.2021.9534801>
- Medina-Mota, K. M., López-Morteo, G. A., & Cruz-Flores, R. G. (2022). Creation of a Game-Based Augmented Learning Experience System (GL-XP AR). 2022 IEEE Mexican International Conference on Computer Science (ENC), 1–8. <https://doi.org/10.1109/ENC56672.2022.9882939>
- Méndez Sánchez, M. A., & Ghitis Jaramillo, T. (2015). La creatividad: Un proceso cognitivo, pilar de la educación. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 41(2), 143–155. <https://doi.org/10.4067/S0718-07052015000200009>
- Michael, D. R., & Chen, S. (2006). *Serious Games: Games that Educate, Train and Inform*. Thomson Course Technology.
- Monteiro, R., & Quintas-Mendes, A. (2018). Desenho de Recursos de Realidade Aumentada na articulação de diferentes contextos educacionais no Ensino das Artes Visuais.
- MORTON HEILIG: INVENTOR VR. (s/f). USC Hugh M. Hefner Moving Image Archive. Recuperado el 15 de abril de 2020, de <http://uschefnerarchive.com>
- Nebeling, M. (s/f-a). Intro to AR/VR/MR/XR: Technologies, Applications & Issues | Coursera. Coursera. Recuperado el 27 de abril de 2022, de <https://www.coursera.org/learn/intro-augmented-virtual-mixed-extended-reality-technologies-applications-issues>
- Nebeling, M. (s/f-b). Michael Nebeling. Recuperado el 27 de abril de 2022, de <http://michael-nebeling.de/>
- Oblinger, D., & Oblinger, J. L. (Eds.). (2005). *Educating the net generation*. EDUCAUSE. <http://bibpurl.oclc.org/web/9463>
- Percia David, D., Keupp, M. M., & Mermoud, A. (2020). Knowledge absorption for cyber-security: The role of human beliefs. *Computers in Human Behavior*, 106, 106255. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106255>
- Pérez-Sanagustín, M., Hernández-Leo, D., Santos, P., Kloos, C. D., & Blat, J. (2014). Augmenting Reality and Formality of Informal and Non-Formal Settings to Enhance Blended Learning. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 7(2), 118–131. <https://doi.org/10.1109/TLT.2014.2312719>
- Qu, M. (2017). *The Aesthetic Experience of Augmented Reality Art*.
- Quintero, J., Baldiris, S., Rubira, R., Cerón, J., & Velez, G. (2019). Augmented Reality in Educational Inclusion. A Systematic Review on the Last Decade. *Frontiers in Psychology*, 10, 1835. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01835>
- Rachel Sibley (Director). (2019, febrero 28). TEDx talk: 9 Ways to Innovate with VR & AR (& Why It Matters More Now Than Ever Before). [https://www.youtube.com/watch?v=FMoMq\\_HO2mw](https://www.youtube.com/watch?v=FMoMq_HO2mw)
- Rawat, A. (2019). *What Are Augmented Reality Development And Their Uses?*
- Restivo, T., Chouzal, F., Rodrigues, J., Menezes, P., & Lopes, J. B. (2014). Augmented reality to improve STEM motivation. 2014 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), 803–806. <https://doi.org/10.1109/EDUCON.2014.6826187>

- Riley, S. (s/f-a). Arts Integration in K-12 Schools: An Educator's Guide. The Institute for Arts Integration and STEAM. Recuperado el 13 de diciembre de 2020, de <https://artsintegration.com/what-is-arts-integration-in-schools/>
- Riley, S. (s/f-b). What is STEAM Education? The Definitive Guide for K-12 Schools. The Institute for Arts Integration and STEAM. Recuperado el 26 de febrero de 2021, de <https://artsintegration.com/what-is-steam-education-in-k-12-schools/>
- Runco, M. A., & Jaeger, G. J. (2012). The Standard Definition of Creativity. *Creativity Research Journal*, 24(1), 92–96. <https://doi.org/10.1080/10400419.2012.650092>
- Rustici Software. (s/f-a). What is an LRS? Learn more about Learning Record Stores. XAPI.Com. Recuperado el 27 de abril de 2022, de <https://xapi.com/learning-record-store/>
- Rustici Software. (s/f-b). What is xAPI aka the Experience API or Tin Can API. Recuperado el 28 de septiembre de 2021, de [https://xapi.com/overview/?utm\\_source=google&utm\\_medium=natural\\_search](https://xapi.com/overview/?utm_source=google&utm_medium=natural_search)
- Ryan, N., Pascoe, J., & Morse, D. (s/f). Enhanced Reality Fieldwork: The Context Aware Archaeological Assistant. 8.
- Salen Tekinbaş, K., & Zimmerman, E. (s/f). *Rules of Play*. MIT Press. Recuperado el 24 de diciembre de 2022, de <https://mitpress.mit.edu/9780262240451/rules-of-play/>
- Schilit, B. N., Adams, N., & Want, R. (1994). Context-Aware Computing Applications. 7.
- Schlegel, A., Alexander, P., Fogelson, S. V., Li, X., Lu, Z., Kohler, P. J., Riley, E., Tse, P. U., & Meng, M. (2015). The artist emerges: Visual art learning alters neural structure and function. *NeuroImage*, 105, 440–451. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2014.11.014>
- SCORM vs the Experience API (xAPI, previously Tin Can). (s/f). XAPI.Com. Recuperado el 27 de abril de 2022, de <https://xapi.com/scorm-vs-the-experience-api-xapi/>
- Scully-Blaker, R. (2019). Buying Time: Capitalist Temporalities in Animal Crossing: Pocket Camp. *Loading*, 12, 90–106. <https://doi.org/10.7202/1065899ar>
- SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA. (2018). GUÍA PARA ELABORAR O ACTUALIZAR EL PROGRAMA ESCOLAR DE PROTECCIÓN CIVIL.
- Secretaría de Educación Pública. (2021). Guía para el regreso responsable y ordenado a las escuelas. Ciclo escolar 2021-2022. Secretaría de Salud.
- Secretaría de salud. (2022). Acciones Preventivas por COVID-19 y otras enfermedades respiratorias a ser aplicadas en los planteles escolares del sistema educativo nacional para el ciclo escolar 2022-2023.
- Serious games, gamification and game-based learning: What's the difference? (2020, agosto 30). Grendel Games. <https://grendelgames.com/serious-games-gamification-and-game-based-learning-whats-the-difference/>
- Sugiarto, E., Julia, J., Pratiwinindya, R., Prameswari, N., Nugrahani, R., Wibawanto, W., & Febriani, M. (2019). Virtual gallery as a media to simulate painting appreciation in art learning Virtual gallery as a media to simulate painting appreciation in art learning. *Journal of Physics Conference Series*, 1402, 1–7. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1402/7/077049>
- Tecchia, F. (2016). *Fundamentals of Wearable Computers and Augmented Reality*, Second Edition. Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 25(1), 78–79. [https://doi.org/10.1162/PRES\\_r\\_00244](https://doi.org/10.1162/PRES_r_00244)
- Thomas, B. H., & Sandor, C. (2009). What Wearable Augmented Reality Can Do for You. *IEEE Pervasive Computing*, 8(2), 8–11. <https://doi.org/10.1109/MPRV.2009.38>

- Thuneberg, H. M., Salmi, H. S., & Bogner, F. X. (2018). How creativity, autonomy and visual reasoning contribute to cognitive learning in a STEAM hands-on inquiry-based math module. *Thinking Skills and Creativity*, 29, 153–160. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.07.003>
- Tomi, A. B., & Rambli, D. R. A. (2013). An Interactive Mobile Augmented Reality Magical Playbook: Learning Number with the Thirsty Crow. *Procedia Computer Science*, 25, 123–130. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.11.015>
- Tychsen, A., Hitchens, M., & Brolund, T. (2008). Motivations for Play in Computer Role-Playing Games. *Proceedings of the 2008 Conference on Future Play: Research, Play, Share*, 57–64. <https://doi.org/10.1145/1496984.1496995>
- Videnovik, M., Kionig, L., Vold, T., & Trajkovik, V. (2019). Design Thinking Methodology for Increasing Quality of Experience of Augmented Reality Educational Games. <https://doi.org/10.1109/ITHET46829.2019.8937385>
- VYGOTSKY, L. S. (2004). Imagination and Creativity in Childhood. *Journal of Russian & East European Psychology*, 42(1), 7–97. <https://doi.org/10.1080/10610405.2004.11059210>
- What is STEM? What is STEAM? The key is integration. (2018, marzo 19). STEAM Powered Family. <https://www.steampoweredfamily.com/education/what-is-stem/>
- What is the definition of gamification, how does it work and how to use it effectively. (2019, octubre 10). Grendel Games. <https://grendelgames.com/what-is-the-definition-of-gamification/>
- What is xAPI aka the Experience API or Tin Can API. (s/f). XAPI.Com. Recuperado el 27 de abril de 2022, de <https://xapi.com/overview/>
- Wild, F., Perey, C., Hensen, B., & Klamma, R. (2020). IEEE Standard for Augmented Reality Learning Experience Models. 2020 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE), 1–3. <https://doi.org/10.1109/TALE48869.2020.9368405>
- Wise, K. (s/f). Library: Education - STEM & STEAM Education: STEM and STEAM Resources. Recuperado el 14 de diciembre de 2020, de <https://library.ucalgary.ca/c.php?g=255548&p=4108225>
- XAPI-Spec (About). (2022). Advanced Distributed Learning (ADL) Initiative. <https://github.com/adlnet/xAPI-Spec/blob/master/xAPI-About.md#partone> (Original work published 2012)
- XAPI-Spec (xAPI Communication). (2022). Advanced Distributed Learning (ADL) Initiative. <https://github.com/adlnet/xAPI-Spec/blob/master/xAPI-Communication.md#partthree> (Original work published 2012)
- XAPI-Spec (xAPI Data). (2022). Advanced Distributed Learning (ADL) Initiative. <https://github.com/adlnet/xAPI-Spec/blob/master/xAPI-Data.md#parttwo> (Original work published 2012)
- XAPIWrapper. (2022). [JavaScript]. Advanced Distributed Learning (ADL) Initiative. <https://github.com/adlnet/xAPIWrapper> (Original work published 2013)
- Zarzuela, M. M., Pernas, F. J. D., Martínez, L. B., Ortega, D. G., & Rodríguez, M. A. (2013). Mobile Serious Game Using Augmented Reality for Supporting Children’s Learning About Animals. *Procedia Computer Science*, 25, 375–381. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.11.046>
- Zimmerman, E. (2010). Creativity and Art Education: A Personal Journey in Four Acts. *Art Education*, 63(5), 84–92. <https://doi.org/10.1080/00043125.2010.11519093>
- Zlatkovski, M., Ristevski, B., Savoska, S., Tabakovska, N. B., & Bocevaska, A. (2019). Development of an Educational Augmented Reality Application. 7.

- Zyda, M. (2005). From visual simulation to virtual reality to games. *Computer*, 38(9), 25–32.  
<https://doi.org/10.1109/MC.2005.297>

# APÉNDICES

## APÉNDICE A

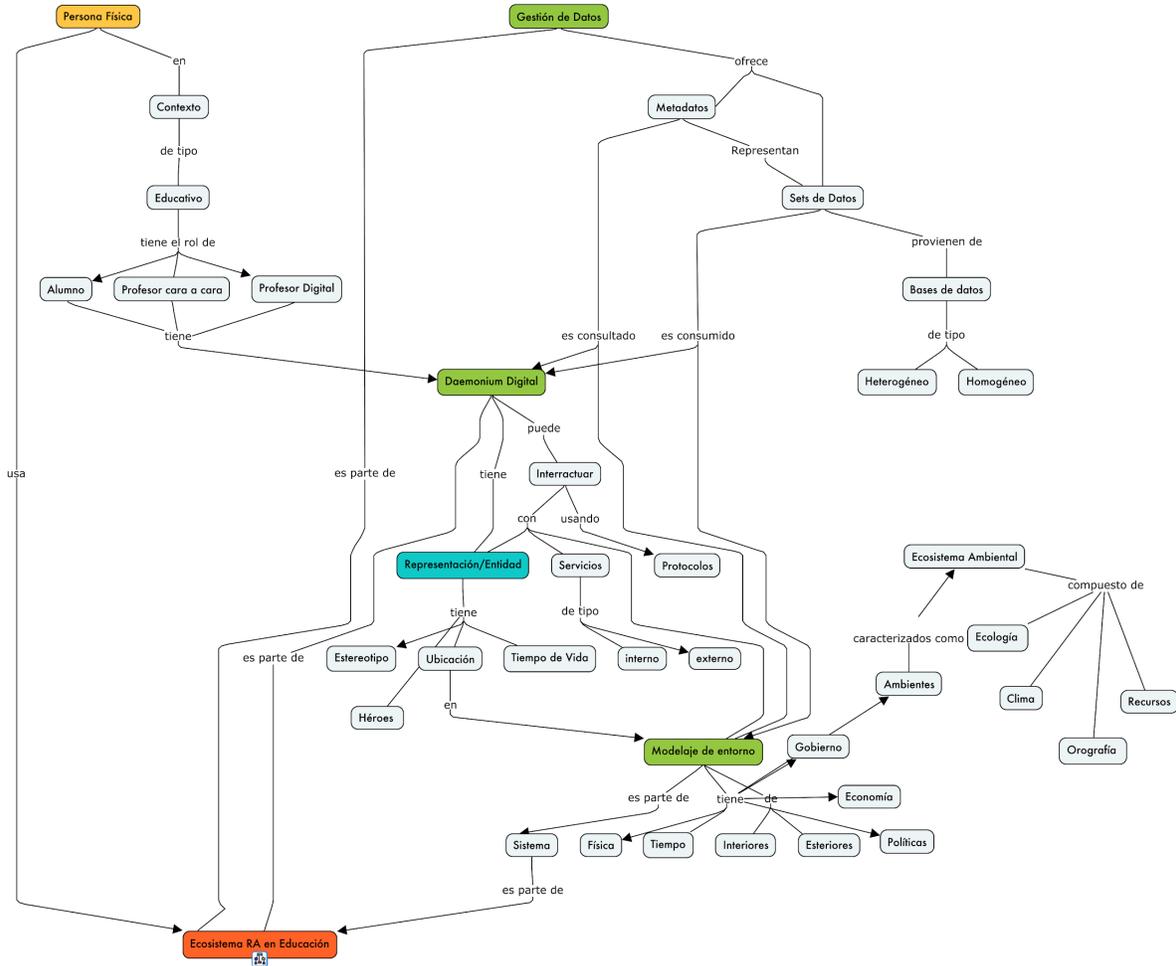


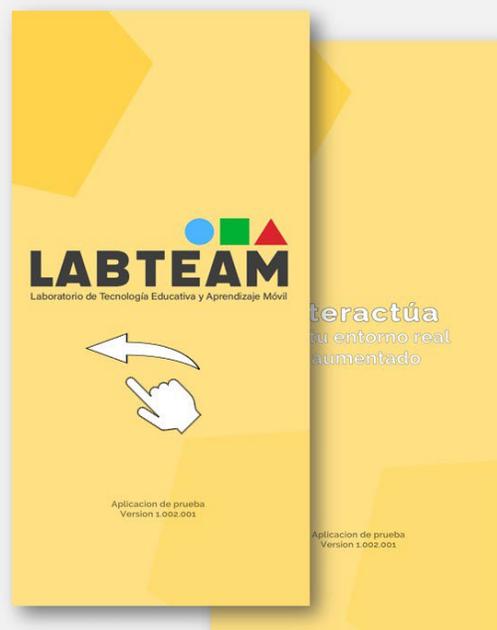
Figura AA1. Mapa mental del ecosistema en realidad aumentada en la educación.  
Ecosistema Digital de Realidad Aumentada Rosendo Sosa, 2020.

## APÉNDICE B: MANUALES DE USUARIO, ADMINISTRADOR Y APLICACIÓN

### MANUAL DE USUARIO

#### MANUAL DE USUARIO

Toca la pantalla y  
desliza las laminas  
de introducción.



## MANUAL DE USUARIO

Ingresa tus credenciales e inicia sesión con el botón "confirmar"  
o  
Regístrate desde la aplicación con el botón "registrar"

## MANUAL DE USUARIO

Regístrate en nuestra base de datos con Autenticación Google, ingresando tu nombre, correo y contraseña.  
Confirma tu registro con el botón "confirmar" y "regresar" para regresar al inicio.

The screenshot shows a yellow login screen with the LABT logo at the top left. The title "Bienvenidos!!" is centered. Below the title are two input fields: "Usuario" and "Contraseña". There are two buttons: "Confirmar" (highlighted with a hand cursor) and "Registrar". At the bottom, there is a button labeled "Saltar Autenticacion".

The screenshot shows a yellow registration screen with the LABT logo at the top left. The title "Regístrate" is centered. Below the title are four input fields: "Usuario", "Correo", "Contraseña", and "Confirma Contraseña". There are two buttons: "Confirmar" (highlighted with a hand cursor) and "Regresar".

## MANUAL DE USUARIO

Este es el menú central de la aplicación.  
Toca la pantalla para seleccionar una opción.

**Ver video:** Visualiza videos de introducción que te orientaran en la actividad

**Ayuda:** Pide ayuda al encargado de la actividad.

**Instrucciones:** Breve explicación de pasos a seguir de la actividad

**Visualizador AR:** Da inicio a la actividad}

Puedes cerrar tu sesión de usuario de la aplicación, esto te regresara al menú inicial

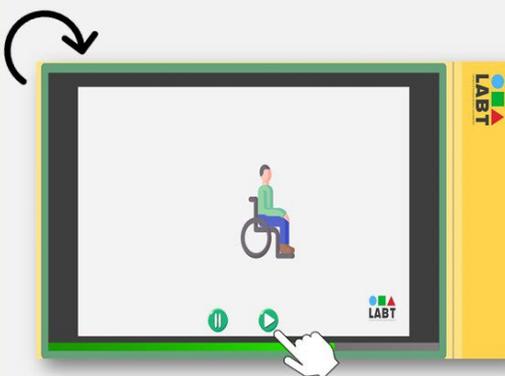


## MANUAL DE USUARIO

Reproduce el video de inducción a la programación.

El reproductor de video permite pausar, reanudar con sus botones. Toca la barra de progreso para adelantar o regresar el video.

Recuerda rotar el dispositivo móvil para una mejor experiencia.



## MANUAL DE USUARIO

### Visualizador de Realidad Aumentada:

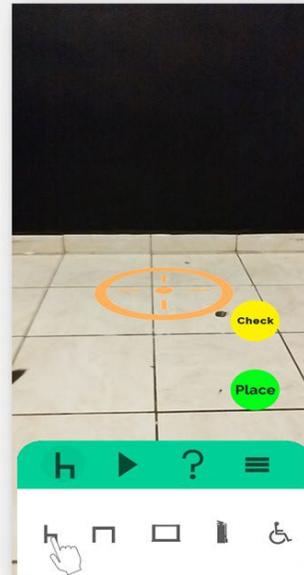
-  Este botón está disponible después de seleccionar un objeto, visualiza el objeto seleccionado en el plano de realidad aumentada.
-  Este es el botón de poner objetos, apunta el indicador en un plano disponible y toca el botón para colocar el objeto seleccionado.
-  Este indicador centrado en la pantalla te ayudará a reconocer planos donde puedes colocar tus objetos.
-  Este es el botón del menú, tócalo para cerrar el visualizador y regresar al menú.
-  Este es el botón de objetos al tocarlo la barra de opciones se desplazará y te mostrará los objetos disponibles.
-  Este es el botón de instrucciones, si no recuerdas las instrucciones previamente mostradas por la aplicación tócalo para consultarlas.
-  Este es el botón de video, tócalo para reproducir el video de introducción a la realidad aumentada.



## MANUAL DE USUARIO

### Visualizador de Realidad Aumentada:

-  Este botón está disponible después de seleccionar un objeto, visualiza el objeto seleccionado en el plano de realidad aumentada.
-  Este es el botón de poner objetos, apunta el indicador en un plano disponible y toca el botón para colocar el objeto seleccionado.
-  Este indicador centrado en la pantalla te ayudará a reconocer planos donde puedes colocar tus objetos.
-  Este es el botón del menú, tócalo para cerrar el visualizador y regresar al menú.
-  Este es el botón de objetos al tocarlo la barra de opciones se desplazará y te mostrará los objetos disponibles.
-  Este es el botón de instrucciones, si no recuerdas las instrucciones previamente mostradas por la aplicación tócalo para consultarlas.
-  Este es el botón de video, tócalo para reproducir el video de introducción a la realidad aumentada.



## MANUAL DE USUARIO

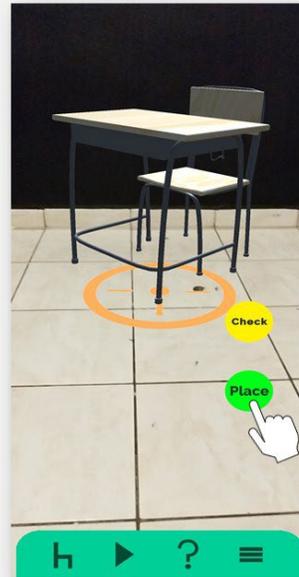
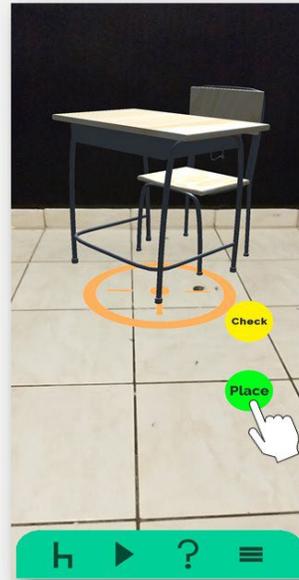
### Visualizador de Realidad Aumentada:

-  Este botón está disponible después de seleccionar un objeto, visualiza el objeto seleccionado en el plano de realidad aumentada.
-  Este es el botón de poner objetos, apunta el indicador en un plano disponible y toca el botón para colocar el objeto seleccionado.
-  Este indicador centrado en la pantalla te ayudará a reconocer planos donde puedes colocar tus objetos.
-  Este es el botón del menú, tócalo para cerrar el visualizador y regresar al menú.
-  Este es el botón de objetos al tocarlo la barra de opciones se desplazará y te mostrará los objetos disponibles.
-  Este es el botón de instrucciones, si no recuerdas las instrucciones previamente mostradas por la aplicación tócalo para consultarlas.
-  Este es el botón de video, tócalo para reproducir el video de introducción a la realidad aumentada.

## MANUAL DE USUARIO

### Visualizador de Realidad Aumentada:

-  Este botón está disponible después de seleccionar un objeto, visualiza el objeto seleccionado en el plano de realidad aumentada.
-  Este es el botón de poner objetos, apunta el indicador en un plano disponible y toca el botón para colocar el objeto seleccionado.
-  Este indicador centrado en la pantalla te ayudará a reconocer planos donde puedes colocar tus objetos.
-  Este es el botón del menú, tócalo para cerrar el visualizador y regresar al menú.
-  Este es el botón de objetos al tocarlo la barra de opciones se desplazará y te mostrará los objetos disponibles.
-  Este es el botón de instrucciones, si no recuerdas las instrucciones previamente mostradas por la aplicación tócalo para consultarlas.
-  Este es el botón de video, tócalo para reproducir el video de introducción a la realidad aumentada.



## MANUAL DE USUARIO

### Visualizador de Realidad Aumentada:

Toca un objeto previamente posicionado en el plano de realidad aumentada para modificarlo.

La esfera verde sobre el objeto indicara que esta en modo modificar, para salir de este modo toca con 1 dedo el suelo.

Puedes modificar mas de 1 objeto.

## MANUAL DE USUARIO

### Visualizador de Realidad Aumentada:

#### Escalado:

Cambia el tamaño de los objetos seleccionados utilizando 2 dedos haciendo el siguiente gesto:



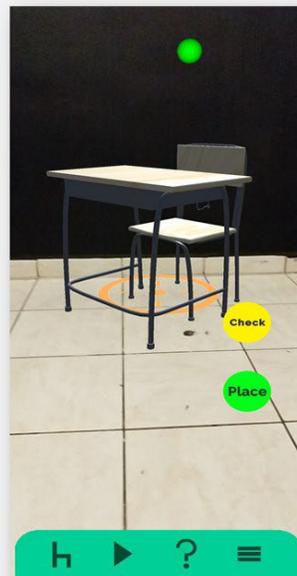
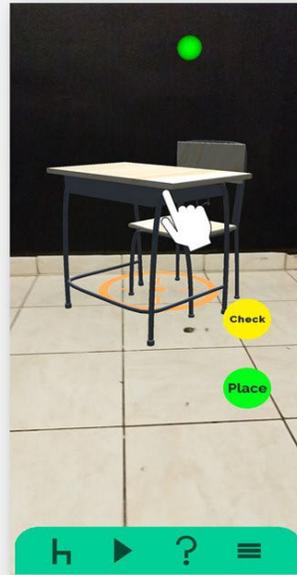
#### Rotación:

Cambia la rotación de los objetos seleccionados utilizando 2 dedos haciendo el siguiente gesto:



#### Posición:

Cambia la posición de los objetos seleccionados utilizando 1 dedo tocando y arrastrando el objeto a la posición deseada.



## APÉNDICE C: AVISOS DE PRIVACIDAD Y TÉRMINOS DE LA ACTIVIDAD Y CUESTIONARIO

# PLANEACIÓN ACTIVIDAD

**ORGANIZAR EL MOBILIARIO DEL AULA EN UN CONTEXTO DESIGNADO -**

APLICACIÓN TIPO HERRAMIENTA BASADA EN REALIDAD AUMENTADA

**CASO DE EXPERIMENTACIÓN QUE PARA VALORAR LA TESIS**

**“MODELO DE SOLUCIONES BASADAS EN JUEGOS PARA EL APRENDIZAJE CON REALIDAD AUMENTADA”**

**DE LA ESTUDIANTE DE MAESTRÍA EN CIENCIAS DEL IING UABC MYDCI:**

**KARLA MICHELLE MEDINA MOTA**

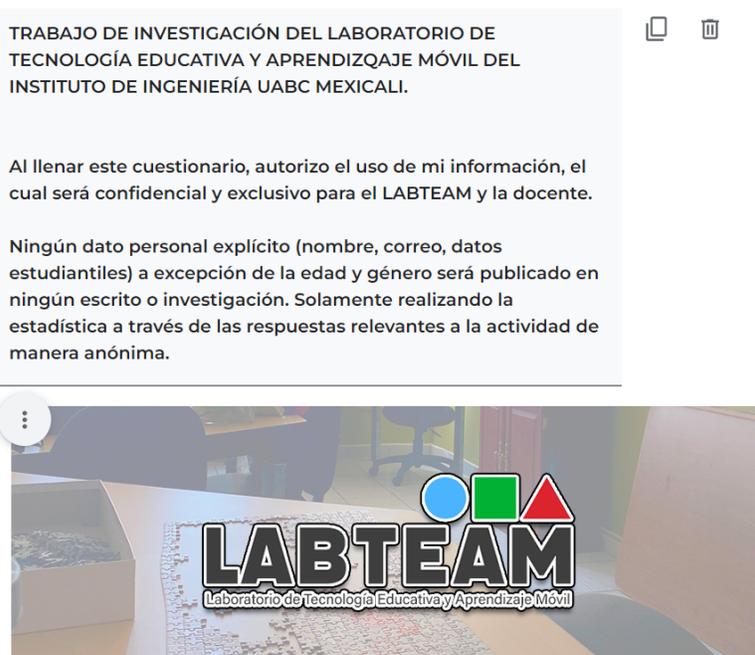
**BAJO LA DIRECCIÓN DEL DR. GABRIEL A. LÓPEZ MORTEO**

**Y CO-DIRECCIÓN DEL DR. RENÉ CRUZ FLORES.**

TODA INFORMACIÓN OBTENIDA SERÁ CONFIDENCIAL Y DE USO EXCLUSIVO POR Y PARA EL LABORATORIO DE TECNOLOGÍA EDUCATIVA Y APRENDIZAJE MÓVIL DEL INSTITUTO DE INGENIERÍA UABC MEXICALI COMO RESULTADOS DE MUESTRA PARA LA TESIS PRESENTE.

A REALIZARSE DENTRO DE LAS INSTALACIONES DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE BAJA CALIFORNIA, CON LA PARTICIPACIÓN DE ALUMNOS DE LA CARRERA DE ANIMACIÓN Y EFECTOS VISUALES.

*Figura AC1. Portada de planeación de la actividad.*



*Figura AC2. Avisos de privacidad y términos de la actividad.*

## APÉNDICE D: ESCALA LIKERT

Según Ankur et al (2015) en Likert Scale: Explored and Explained, la escala Likert es de las aplicaciones estadísticas más usadas para herramientas psicométricas en investigación de ciencias sociales y ámbitos educativos. Estas técnicas psicométricas se desarrollan e institucionalizan para obtener la cuantificación de características como habilidades, percepciones, cualidades y perspectivas. La metodología adoptada para el análisis con el uso de la escala Likert depende ampliamente de la respuesta de la variable de asignatura para generar el constructo del instrumento de investigación.

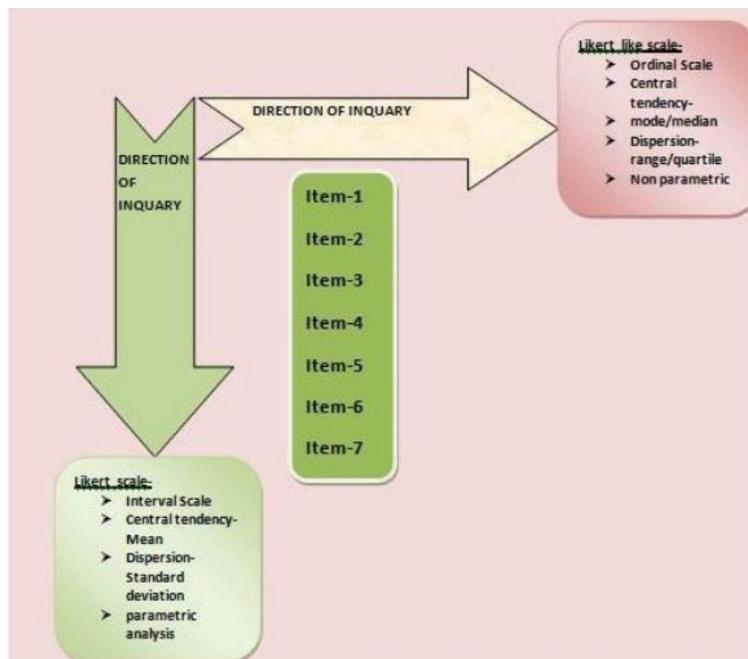


Figura AD1. Direcciones de la escala Likert.

La escala Likert puede tomar dos direcciones de consulta (Traducción de la figura AD1):

- Una escala de intervalos
- Media de tendencia central
- Dispersión-desviación estándar
- Análisis paramétrico
- Escala ordinal
- Tendencia central
- Moda/mediana
- Dispersión de rango
- No paramétrica

**APÉNDICE E: CENSO DE DISPOSITIVOS Y PERMISOS DE USO DE LOS ALUMNOS PARTICIPANTES.**

| <b>¿Hiciste uso de tu propio dispositivo (smartphone)?</b> | <b>De haber contestado si en la anterior, ¿qué modelo y versión de sistema operativo (android) utilizaste?</b> |
|--|--|
| <b>No, usamos el de la profesora.</b>                      |  |
| <b>Si, todo fluyo bien.</b>                                | android 11   |
| <b>No, usamos el de la profesora.</b>                      |  |
| <b>Si, pero tuvimos que cambiar de dispositivo.</b>        | Huawei P30 lite  |
| <b>No, usamos el de la profesora.</b>                      |  |
| <b>No, usamos el de la profesora.</b>                      |  |
| <b>No, usamos el de la profesora.</b>                      | Era el de la maestra   |
| <b>No, usamos el de la profesora.</b>                      |  |
| <b>No, usamos el de la profesora.</b>                      |  |
| <b>No, usamos el de la profesora.</b>                      |  |
| <b>No, usamos el de la profesora.</b>                      |  |
| <b>No, usamos el de la profesora.</b>                      | No se  |
| <b>No, usamos el de la profesora.</b>                      |  |
| <b>No, usamos el de la profesora.</b>                      |  |
| <b>No, usamos el de la profesora.</b>                      |  |
| <b>No, usamos el de la profesora.</b>                      | Utilizamos el de la profesora  |
| <b>No, usamos el de la profesora.</b>                      |  |
| <b>No, usamos el de la profesora.</b>                      |  |
| <b>No, usamos el de la profesora.</b>                      |  |
| <b>No, usamos el de la profesora.</b>                      |  |
| <b>No, usamos el de la profesora.</b>                      |  |
| <b>No, usamos el de la profesora.</b>                      | Samsung Galaxy s20 FE Android 12   |

|                                       |                                    |
|---------------------------------------|------------------------------------|
| <b>No, usamos el de la profesora.</b> | Conteste que no                    |
| <b>No, usamos el de la profesora.</b> | Fue con el cel de la profe         |
| <b>No, usamos el de la profesora.</b> |                                    |
| <b>No, usamos el de la profesora.</b> |                                    |
| <b>No, usamos el de la profesora.</b> |                                    |
| <b>No, usamos el de la profesora.</b> |                                    |
| <b>No, usamos el de la profesora.</b> |                                    |
| <b>No, usamos el de la profesora.</b> |                                    |
| <b>No, usamos el de la profesora.</b> |                                    |
| <b>No, usamos el de la profesora.</b> |                                    |
| <b>No, usamos el de la profesora.</b> |                                    |
| <b>No, usamos el de la profesora.</b> |                                    |
| <b>No, usamos el de la profesora.</b> |                                    |
| <b>No, usamos el de la profesora.</b> | Xiaomi Redmi Note 8 Pro Android 11 |
| <b>No, usamos el de la profesora.</b> |                                    |
| <b>No, usamos el de la profesora.</b> |                                    |
| <b>No, usamos el de la profesora.</b> | motorola e5 plus Android 8         |
| <b>Si, todo fluyo bien.</b>           | iphone 8                           |
| <b>No, usamos el de la profesora.</b> |                                    |

# APÉNDICE F: REGISTRO DE INTERACCIONES A PARTIR DE TRIGGERS BASADO EN ARLEM.

Edgar Garcia

[Settings](#)

[Logout](#)

## xAPI Learning Record Store

**Your Realms**      [LRS Endpoints](#) ?    [Activity Providers](#) ?    [LRS Viewer](#) ?

[Home](#)  
(/sc/user/Home)

[Library](#)  
(/sc/user/Library)

[People](#)  
(/sc/user/People)

[Dispatch](#)  
(/sc/user/Dispatches)

[Invitations](#)  
(/sc/user/Invitations)

[History](#)  
(/sc/user/History)

[xAPI LRS](#)  
(/sc/user/LRSView)

[Apps / API](#)  
(/sc/user/Apps)

[Account](#)  
(/sc/user/account/Account)

**Statement Forwarding** ?

View Statements In:  
Initial Application for Edgar's Real v

TCAPI Version:  
1.0.0 v

| Agent Property                               | Agent Value   | Verb ID | Activity ID |
|--|---------------|---------|-------------|
| mbx <span style="font-size: 0.8em;">v</span> | Email Address | Verb    | Activity ID |

| Format   | Since           | Until          | Registration        |
|--|-----------------|----------------|---------------------|
| default <span style="font-size: 0.8em;">v</span> | YYYY-MM-ddTHH:r | YYYY-MM-ddTHH: | TinCan Registration |

Related Agents v      Related Activities v

|  |  |
|--|--|
| <small>2022-12-01T21:10:13.823</small> | GrupoA Placed 'Mesa' with score 10               |
| <small>T2 1:08:52.926</small>          | GrupoA Placed 'Extintor' with score 10           |
| <small>T2 1:07:34.334</small>          | GrupoA Placed 'Mesabanco' with score 10          |
| <small>2022-12-01T21:02:40.739</small> | GrupoA Placed 'Mesabanco' with score 10          |
| <small>2022-12-01T21:02:11.148</small> | GrupoA Placed 'Silla Discapacidad' with score 10 |
| <small>2022-12-01T21:01:33.359</small> | GrupoA Placed 'Mesabanco' with score 10          |
| <small>2022-12-01T21:00:47.370</small> | GrupoA Placed 'Mesa' with score 10               |
| <small>2022-12-01T20:59:52.095</small> | GrupoA Placed 'Extintor' with score 10           |
| <small>2022-12-01T20:59:04.275</small> | GrupoA Placed 'Silla Discapacidad' with score 10 |
| <small>2022-12-01T20:58:21.775</small> | GrupoA Placed 'Silla Discapacidad' with score 10 |

|                         |  |
|-------------------------|--|
| 2022-12-01T20:57:26.174 | GrupoA Placed 'Mesa' with score 10               |
| 2022-12-01T20:53:14.677 | GrupoA Placed 'Extintor' with score 10           |
| 2022-12-01T20:52:37.513 | GrupoA Placed 'Silla Discapacidad' with score 10 |
| 2022-12-01T20:51:43.251 | GrupoA Placed 'Extintor' with score 10           |
| 2022-12-01T20:51:10.818 | GrupoA Placed 'Pizarron' with score 10           |
| 2022-12-01T20:50:33.211 | GrupoA Placed 'Pizarron' with score 10           |
| 2022-12-01T20:49:24.756 | GrupoA Placed 'Mesa' with score 10               |
| 2022-12-01T20:49:12.867 | GrupoA Placed 'Mesa' with score 10               |
| 2022-12-01T20:48:07.966 | GrupoA Placed 'Mesabanco' with score 10          |
| 2022-12-01T20:48:07.755 | GrupoA Placed 'Mesabanco' with score 10          |
| 2022-12-01T20:44:55.110 | GrupoA Placed 'Extintor' with score 10           |
| 2022-12-01T20:43:10.940 | GrupoA Placed 'Pizarron' with score 10           |
| 2022-12-01T20:40:28.034 | GrupoA Placed 'Mesabanco' with score 10          |
| 2022-12-01T20:38:01.902 | GrupoA Placed 'Mesa' with score 10               |
| 2022-12-01T20:32:29.012 | GrupoA Placed 'Mesabanco' with score 10          |
| 2022-12-01T20:31:56.761 | GrupoA Placed 'Extintor' with score 10           |
| 2022-12-01T20:31:13.960 | GrupoA Placed 'Pizarron' with score 10           |
| 2022-12-01T20:29:46.275 | GrupoA Placed 'Mesa' with score 10               |
| 2022-12-01T20:25:18.350 | GrupoA Placed 'Extintor' with score 10           |
| 2022-12-01T20:24:42.235 | GrupoA Placed 'Extintor' with score 10           |
| 2022-12-01T20:24:06.126 | GrupoA Placed 'Mesabanco' with score 10          |
| 2022-12-01T20:23:25.527 | GrupoA Placed 'Mesa' with score 10               |
| 2022-12-01T20:22:48.516 | GrupoA Placed 'Mesa' with score 10               |
| 2022-12-01T20:17:58.622 | GrupoA Placed 'Silla Discapacidad' with score 10 |
| 2022-12-01T20:16:57.751 | GrupoA Placed 'Extintor' with score 10           |
| 2022-12-01T20:15:51.107 | GrupoA Placed 'Mesa' with score 10               |
| 2022-12-01T20:09:32.302 | GrupoA Placed 'Silla Discapacidad' with score 10 |

|                          |  |
|--------------------------|--|
| 2022-12-01 T20:16:57.751 | GrupoA Placed 'Extintor' with score 10           |
| 2022-12-01 T20:15:51.107 | GrupoA Placed 'Mesa' with score 10               |
| 2022-12-01 T20:09:32.302 | GrupoA Placed 'Silla Discapacidad' with score 10 |
| 2022-12-01 T20:07:24.321 | GrupoA Placed 'Extintor' with score 10           |
| 2022-12-01 T20:06:22.641 | GrupoA Placed 'Mesabanco' with score 10          |
| 2022-12-01 T20:05:20.620 | GrupoA Placed 'Mesa' with score 10               |
| 2022-12-01 T20:00:02.784 | GrupoA Placed 'Silla Discapacidad' with score 10 |
| 2022-12-01 T19:58:52.506 | GrupoA Placed 'Mesabanco' with score 10          |
| 2022-12-01 T19:57:18.804 | GrupoA Placed 'Extintor' with score 10           |
| 2022-12-01 T19:56:07.804 | GrupoA Placed 'Mesa' with score 10               |
| 2022-12-01 T18:52:36.197 | GrupoA Placed 'Mesabanco' with score 10          |
| 2022-12-01 T18:19:34.781 | GrupoA Placed 'Mesabanco' with score 10          |
| 2022-12-01 T10:01:30.753 | Student Placed 'Extintor' with score 20          |
| 2022-12-01 T09:32:19.612 | Student Placed 'Mesabanco' with score 20         |
| 2022-12-01 T09:31:41.299 | Student Placed 'Extintor' with score 20          |
| 2022-12-01 T09:05:09.267 | Student Placed 'Mesabanco' with score 20         |

|                         |   |
|-------------------------|---|
| 2022-12-01T08:42:45.202 | Student <b>Placed</b> 'Mesabanco' with score <b>20</b>          |
| 2022-12-01T08:42:24.068 | Student <b>Placed</b> 'Pizarron' with score <b>20</b>           |
| 2022-12-01T06:18:00.679 | Student <b>Placed</b> 'Mesabanco' with score <b>20</b>          |
| 2022-12-01T06:02:51.596 | Alumno <b>Prueba</b> 'Prueba' with score <b>10</b>              |
| 2022-12-01T06:02:51.434 | Alumno <b>Prueba</b> 'Prueba' with score <b>10</b>              |
| 2022-12-01T06:02:51.271 | Alumno <b>Prueba</b> 'Prueba' with score <b>10</b>              |
| 2022-12-01T06:02:46.699 | Alumno <b>Prueba</b> 'Prueba' with score <b>10</b>              |
| 2022-12-01T06:02:46.378 | Alumno <b>Prueba</b> 'Prueba' with score <b>10</b>              |
| 2022-12-01T05:54:47.998 | Alumno <b>Prueba</b> 'Prueba' with score <b>10</b>              |
| 2022-12-01T04:46:01.770 | Alumno <b>Prueba</b> 'Prueba' with score <b>10</b>              |
| 2022-12-01T04:44:46.308 | Alumno <b>Prueba</b> 'Prueba' with score <b>10</b>              |
| 2022-12-01T04:33:55.087 | Alumno <b>Prueba</b> 'Prueba' with score <b>10</b>              |
| 2022-12-01T03:00:40.979 | Student <b>Placed</b> 'Mesabanco' with score <b>20</b>          |
| 2022-12-01T02:57:25.062 | Student <b>Placed</b> 'Mesa' with score <b>20</b>               |
| 2022-12-01T02:57:11.398 | Student <b>Placed</b> 'Mesabanco' with score <b>20</b>          |
| 2022-12-01T00:44:07.075 | Alumno <b>Completed</b> 'Actividad AR' with score <b>100</b>    |
| 2022-05-26T07:59:59.041 | Karla <b>Interactuo</b> 'Silla' with score <b>10</b>            |
| 2022-05-26T07:56:44.511 | Karla <b>Interactuo</b> 'Cubo' with score <b>20</b>             |
| 2022-05-26T06:41:28.602 | Edgar <b>Completo</b> 'Paso 1: Tocar cubo ' with score <b>1</b> |
| 2022-05-26T06:20:14.451 | Edgar <b>Completo</b> 'Paso 1: Tocar cubo ' with score <b>1</b> |

[Privacy Policy \(https://scorm.com/privacy-policy/\)](https://scorm.com/privacy-policy/).