

VRTBLOOM: FRAMEWORK PARA LA CREACIÓN DE ACTIVIDADES DE
APRENDIZAJE PARA REALIDAD VIRTUAL BASADAS EN EL PRIMER NIVEL DE
LA TAXONOMÍA DE BLOOM



Monografía de Trabajo de Grado

SANTIAGO ANDRÉS ARAGÓN GUZMÁN

JUAN PABLO VALENCIA ROSADA

Directora:

Sandra Milena Roa Martínez, PhD

Co-director:

Hendrys Fabián Tobar Muñoz, PhD

Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Departamento de Sistemas
Grupo de Investigación en Inteligencia Computacional
Línea de Investigación: Información y Tecnología
Popayán, Marzo de 2022

Lista de Figuras

Figura 1	15
Figura 2	28
Figura 3	49
Figura 4	50
Figura 5	51
Figura 6	57
Figura 7	59
Figura 8	61
Figura 9	62
Figura 10	63
Figura 11	64
Figura 12	67
Figura 13	68
Figura 14	68
Figura 15	69
Figura 16	70
Figura 17	71
Figura 18	72
Figura 19	73
Figura 20	73
Figura 21	74
Figura 22	75
Figura 23	75
Figura 24	76
Figura 25	77
Figura 26	78
Figura 27	78
Figura 28	79
Figura 29	80
Figura 30	81
Figura 31	82
Figura 32	83
Figura 33	84
Figura 34	85
Figura 35	85
Figura 36	86
Figura 37	87
Figura 38	93
Figura 39	94
Figura 40	95
Figura 41	96
Figura 42	97

Figura 43	98
Figura 44	99
Figura 45	100
Figura 46	101
Figura 47	102
Figura 48	103
Figura 49	104

Lista de Tablas

Tabla 1.....	17
Tabla 2.....	21
Tabla 3.....	26
Tabla 4.....	34
Tabla 5.....	35
Tabla 6.....	39
Tabla 7.....	45
Tabla 8.....	53
Tabla 9.....	66
Tabla 10.....	92

Tabla de Contenido

1	Introducción	6
2	Marco Teórico.....	9
2.1	Taxonomía de Bloom	9
2.1.1	Dimensión del Conocimiento	9
2.1.2	Dimensión del Proceso Cognitivo	15
2.1.3	Verbos del Primer Nivel de la Taxonomía de Bloom	17
2.2	Realidad Virtual.....	20
2.3	Estilo de Aprendizaje Activo.....	22
2.4	Realidad Virtual para el Aprendizaje	23
2.5	Actividades de Aprendizaje.....	24
2.6	Estructura de las Actividades de Aprendizaje Activas	28
3	Caracterización de acciones asociadas al primer nivel de la taxonomía de Bloom.....	31
3.1	Localizar (<i>to Locate</i>):	31

3.2	Describir (<i>to Describe</i>):	31
3.3	Elegir (<i>to Choose</i>):.....	32
3.4	Ordenar (<i>to Order</i>):	32
3.5	Encontrar (<i>to Find</i>):.....	32
3.6	Identificar (<i>to Identify</i>):	33
3.7	Etiquetar (<i>to Label</i>):.....	33
3.8	Nombrar (<i>to Name</i>):.....	33
3.9	Recuperar (<i>to Recover</i>):.....	33
3.10	Repetir (<i>to Repeat</i>):.....	33
4	Diseño de Actividades de Aprendizaje en Realidad Virtual.....	47
4.1	Proceso de Creación de AARV	47
4.1.2	Construcción de la AARV	49
4.1.1	Evaluación y Ajustes de la AAARV	50
4.2	Historias de Usuario	52
5	VRTBloom: Marco de trabajo para la creación de AARV	55
5.1	Implementación de Acciones Caracterizadas	58
5.2	Implementación de Actividades de Aprendizaje en RV en VRTBloom.....	64
5.2.1	Diagrama de clases	67
5.2.2	Diagrama de paquetes	70
5.2.3	Diagrama de componentes	71
5.3	<i>Framework</i> VRTBloom en la herramienta de desarrollo Unity 3D	72
6	Evaluación del marco de trabajo VRTBloom.....	88
6.1	Metodología.....	89
6.2	Resultados.....	92
6.2.1	Utilidad Percibida (UP)	93
6.2.2	Facilidad de uso Percibida (FUP)	94
6.2.3	Autoeficacia computacional (AUC)	95
6.2.4	Percepción de Control Externo (PCE)	96
6.2.5	Experiencia Computacional (EC)	97
6.2.6	Ansiedad Computacional (AC)	98
6.2.7	Disfrute Percibido (DP)	99
6.2.8	Relevancia en el Trabajo (RT)	100
6.2.9	Calidad de Resultados (CR)	101

6.2.10	Demostrabilidad del Resultado (DR)	102
6.2.11	Intención de Comportamiento (IC)	103
6.3	Conclusiones de la evaluación.....	104
7	Recursos Complementarios	106
7.1	Historias de Usuario	106
7.2	Diagrama de Procesos	106
7.3	Diagrama de Clases	106
7.4	Paquete VRTBloom.....	106
7.5	Modelos Unity	107
7.6	Video Tutorial.....	107
7.7	Resultados AARV	107
7.8	Especificación de Sprints.....	107
8	Conclusiones	108
	Bibliografía	110
	Anexos.....	116

1 Introducción

A medida que pasa el tiempo, la tecnología demuestra facilitar el proceso de aprendizaje en los diferentes niveles de educación (Wei et al., 2015). Un tipo reciente de tecnología educativa que muestra ser efectiva, según el reporte *Horizon 2020* (Brown et al., 2020), son las tecnologías inmersivas, las cuales generan realidades inmersivas que pueden entenderse como aquellos entornos reales o simulados en los que un perceptor (quien percibe la interacción) experimenta la telepresencia¹ según (Rheingold et al., 1991) citado en (Martín-Barrio et al., 2019) y (*Teleoperation and Robotics: Applications and Technology - Google Libros*, n.d.), o bien donde experimenta un mundo simulado virtual que le rodea. De acuerdo con Feng en (Freitas & Neumann, 2009) y otros: "*Las principales ventajas de las experiencias de aprendizaje más inmersivas y ricas en medios para el alumno incluyen el potencial de proporcionar mejores simulaciones de contextos de la vida real para la capacitación o para mejorar el pensamiento conceptual más profundo para el aprendizaje*" (Freitas & Neumann, 2009).

Para el uso de las tecnologías inmersivas en el aprendizaje son utilizados dispositivos de Realidad Virtual (RV) los cuales permiten a través de software y hardware generar la ilusión al usuario de estar presente en otro entorno. Este tipo de dispositivos ofrece ventajas que han sido, por ejemplo, utilizadas para capacitar empleados en la atención a situaciones de emergencia (S. L. Farra et al., 2015; Feng et al., 2018; Pan et al., 2015). Este tipo de experiencias educativas brindan acceso de forma virtual a situaciones de alto riesgo o elementos costosos como por ejemplo un laboratorio de química (Nakano et al., 2016; Torres et al., 2015) Adicionalmente, en la literatura se evidencia que las experiencias de aprendizaje con RV se han usado como una estrategia para mejorar la pedagogía durante el proceso de enseñanza, destacándose así óptimos resultados (Feng et al., 2018; Torres et al., 2015; Wei et al., 2015). Lo anterior, debido a que los alumnos presentan mayor interés en el proceso de aprendizaje haciendo uso de la RV (Martín-Gutiérrez et al., 2017). Por lo tanto, es pertinente investigar y aprovechar las ventajas de la RV para apoyar los procesos educativos.

En la literatura se observan numerosas aplicaciones educativas implementadas con RV, no obstante, desarrollar este tipo de software, requiere de mayor cantidad de tiempo y conocimientos específicos, haciendo que su desarrollo resulte costoso. Debido a que el desarrollo de este tipo de experiencias requiere experticia tanto en educación como en desarrollo de software, existe dificultad para desarrollar Actividades de Aprendizaje en Realidad Virtual (AARV) dado que estas, al usar marcos de trabajo de aplicación general, son más difíciles de desarrollar en términos de costos y esfuerzos del desarrollador. Por consiguiente, se debe buscar la forma de hacer el desarrollo menos costoso en términos de tiempo, esfuerzo y conocimiento para los programadores y por tanto más asequibles para los usuarios. Para desarrollar aplicaciones de RV se usan Marcos de Trabajo (*Frameworks*) de

¹ Telepresencia significa que la información sobre el entorno remoto se muestra de forma natural al operador, lo que implica una sensación de presencia en el sitio remoto. (Aracil et al., 2007)

desarrollo, cuyo propósito es reducir el conocimiento necesario para implementar una solución haciendo uso de parámetros configurables que permiten disminuir el tiempo requerido para finalizar el producto esperado (Cuervo & Ballesteros, 2016). Un ejemplo de Framework es *Oculus Integration (Import Oculus Integration Package | Oculus Developers*, n.d.), aunque también se pueden encontrar SDK (*Software Development Kit*) como *Google VR SDK (Quickstart for Google VR SDK for Unity with Android*, n.d.), otros ejemplos se pueden ver en (Krings et al., 2020) y (Zachman, 1999). Los dos primeros son ampliamente usados en el mercado. Así, estos *Frameworks* permiten el desarrollo de aplicaciones que son compatibles con dispositivos de RV comúnmente usados sin tener conocimientos avanzados en la tecnología.

La RV ha sido utilizada en aplicaciones que se usan dentro de Actividades de Aprendizaje, es decir, durante actividades orientadas a alcanzar un objetivo de aprendizaje en las áreas del conocimiento. En este proyecto se consideran las AARV, como toda Actividad de Aprendizaje donde se utilice esta tecnología inmersiva para algún propósito educativo con o sin intervención de un docente.

Desde un punto de vista educativo resulta conveniente utilizar modelos de aprendizaje que permitan orientar el diseño de experiencias educativas como las AARV. Dentro de estos modelos se encuentra la taxonomía de Bloom, un modelo cognitivo que según (Wilson, 2016) es ampliamente usado por educadores dado que permite a través de objetivos de aprendizaje, estructurar los procesos de enseñanza y planificación de actividades instruccionales que aseguran la adquisición de conocimientos del alumno en diferentes entornos.

La taxonomía de Bloom se divide en niveles, los cuales, se caracterizan por un conjunto de verbos que permiten crear los objetivos de aprendizaje. El primer nivel de la taxonomía de Bloom se denomina “Recordar”, donde se pueden encontrar verbos como por ejemplo listar, tabular, describir, entre otros. Dicho esto, conviene tener herramientas (como un marco de trabajo) que faciliten la creación de AARV siguiendo lineamientos educativos como el de la taxonomía de Bloom.

Por todo lo anterior, teniendo en cuenta que la RV tiene un amplio campo de acción, y que existen numerosas oportunidades de aplicarla a la educación, la pregunta de investigación que suscitó el desarrollo de este proyecto fue:

¿Cómo facilitar el desarrollo de Actividades de Aprendizaje en Realidad Virtual (AARV) que integren los objetivos de aprendizaje de la taxonomía de Bloom?

Para responder esta pregunta, se planteó el desarrollo de este proyecto, cuyos objetivos fueron:

Objetivo General:

- Proponer un *framework* que facilite la creación de actividades de aprendizaje en RV basándose en el primer nivel de la taxonomía de Bloom.

Objetivos específicos:

- Caracterizar un conjunto de acciones adaptables en RV que permitan el cumplimiento de objetivos de aprendizaje relacionados al primer nivel de la taxonomía de Bloom.
- Diseñar e implementar en RV las acciones caracterizadas asociadas al primer nivel de los objetivos de aprendizaje de la taxonomía de Bloom.
- Construir un *framework* que facilite la creación de actividades de aprendizaje en RV a partir de la integración de las acciones previamente implementadas.
- Evaluar la aceptación del *framework* mediante el desarrollo de una actividad de aprendizaje en Realidad Virtual usando un modelo de aceptación de tecnología.

Para el cumplimiento de dichos objetivos, fue necesario, como se encontrará en el capítulo 3, caracterizar el conjunto de acciones adaptables en RV que permitieron el cumplimiento de objetivos de aprendizaje relacionados al primer nivel de la taxonomía de Bloom, donde se estudiaron los verbos del primer nivel de la taxonomía, los procesos cognitivos, la Realidad Virtual, las actividades de aprendizaje, los tipos de actividades de aprendizaje, y los elementos que conforman una actividad de aprendizaje activa. Luego en el capítulo 4, se detalla el proceso con el cual se realiza el diseño de una AARV. Posteriormente en el capítulo 5, se realiza la implementación las acciones caracterizadas y adaptadas en Realidad Virtual con base en los verbos del primer nivel de la taxonomía de Bloom, incluyendo la especificación de las Historias de Usuario (HU). Además, se presenta el diseño e implementación del *framework* VRTBloom como una herramienta digital de apoyo al desarrollador dentro del motor de desarrollo Unity3D. El marco de trabajo incluye lineamientos para el diseño de AARV en trabajo en equipos entre docentes y desarrolladores. Para llevar a cabo el diseño de las acciones de las AARV cada una representa las acciones previamente caracterizadas, además de.

Posteriormente se realizó la explicación de creación del *framework* de desarrollo VRTBloom y la creación de AARV haciendo uso de este. Para esto, se describió su implementación utilizando artefactos como diagramas de clases, diagramas de paquetes e HU. Adicionalmente, se presenta la evaluación del *framework* desde el punto de vista de desarrolladores de AARV realizada mediante el Modelo de Aceptación de Tecnología TAM3 (Venkatesh & Bala, 2008), donde se presenta la metodología, resultados y las conclusiones de dichos resultados. Finalmente, se presentan los recursos complementarios del proyecto, conclusiones derivadas del trabajo realizado e ideas de posibles trabajos futuros al igual que las referencias bibliográficas utilizadas en este documento.

2 Marco Teórico

2.1 Taxonomía de Bloom

Para llevar a cabo el desarrollo de este proyecto fue importante buscar modelos establecidos que abstraieran los procesos de aprendizaje de los estudiantes para luego llevarlos como acciones y actividades con Realidad Virtual. Se escogió la taxonomía de Bloom por su sencillez y amplia aceptación en la educación. La taxonomía de Bloom es un modelo cognitivo que permite la clasificación de los objetivos de aprendizaje (comunican aquello que se quiere que el estudiante aprenda, en otras palabras, aquello que el estudiante debe demostrar al concluir un periodo de aprendizaje). Anderson y Krathwohl (2001) plantean que los objetivos se pueden clasificar de acuerdo con su especificidad en:

- **Objetivos Globales:** Son objetivos amplios que tienen como propósito un aprendizaje complejo y multifacético que requiere, por tal motivo, tiempo sustancial y abarcan gran número de objetivos específicos (Ej. Todos los estudiantes comenzarán la escuela listos para aprender).
- **Objetivos Educativos:** Son más específicos que los objetivos globales para facilitar la planificación de actividades dentro del aula de clase y definir una evaluación adecuada (Ej. La capacidad de interpretar partituras).
- **Objetivos Instruccionales:** Son objetivos más específicos que los objetivos educativos, su propósito se centra en enseñar y evaluar fragmentos pequeños del contenido (Ej. El alumno es capaz de citar tres causas de la Guerra Civil.)

Para planificar el proceso de aprendizaje se debe clasificar y definir el objetivo de aprendizaje. Esta planeación se realiza por medio de la identificación de la dimensión del conocimiento y la dimensión del proceso cognitivo que se quiere alcanzar en determinado proceso educativo.

2.1.1 Dimensión del Conocimiento

La dimensión del conocimiento de acuerdo a la taxonomía revisada propuesta por Anderson, se conoce también como contenido curricular y según (Ariño, 2017), hace referencia al tipo de conocimiento que adquiere el aprendiz al hacer el proceso de aprendizaje, dentro de la dimensión del conocimiento se encuentran los siguientes tipos de conocimientos: fáctico, conceptual, procedimental y metacognitivos; los cuales son definidos a continuación:

2.1.1.1 Conocimiento Fáctico. Hace referencia al conocimiento de elementos básicos que los estudiantes deben conocer para familiarizarse con una temática específica: datos, hechos, fechas, cifras, acontecimientos, etapas históricas, nombre de autores, vocabulario, signos convencionales, lugares y capitales, entre otros (Ariño, 2017, p2). Estos elementos básicos incluyen la terminología que es útil para que los expertos en dicha temática puedan

entenderla y organizarla sistémicamente. Los elementos básicos con los que un estudiante puede familiarizarse con una disciplina o resolver problemas en ella se encuentran en este tipo de conocimiento. Los dos subtipos del conocimiento fáctico son el conocimiento de la **terminología** y el **conocimiento de detalle y elementos específicos** (Anderson et al., 2001). Este tipo de conocimiento se puede alcanzar mediante el aprendizaje empírico.

El conocimiento de la terminología (Anderson et al., 2001), incluye el conocimiento de símbolos específicos verbales y no verbales (palabras, números, signos, pinturas). Cada tema contiene un gran número de símbolos y etiquetas verbales no verbales, que tienen referentes particulares. El conocimiento de la terminología hace uso de los símbolos y etiquetas necesarias para resolver problemas de comunicación entre expertos. Los símbolos y etiquetas son el lenguaje básico de la taquigrafía que es prescindible para expresar lo que los expertos saben. El estudiante novato debe conocer estos símbolos y etiquetas y referentes aceptados para poder aprender una determinada disciplina y de esta forma entender y reproducir la manera en que los expertos se comunican. El conocimiento de terminología es muy utilizado por parte de los científicos.

Ejemplos de uso:

- Conocimiento del alfabeto
- Conocimiento de los números
- Conocimiento de signos de puntuación y signos matemáticos
- Conocimiento de terminología científica
- Conocimiento de términos contables importantes
- Conocimiento de vocabulario de pintura

El conocimiento de detalle y elementos específicos (Anderson et al., 2001) se refiere al conocimiento de fechas, eventos, personas, locaciones, piezas de información. Esto suele incluir conocimiento muy preciso y específico de información. Puede incluir fechas exactas, una aproximación de eventos ocurridos en un determinado periodo de tiempo, una magnitud exacta de un fenómeno, hechos específicos que pueden ser aislados o separados. Cada tema contiene algunos eventos, lugares, personas, fechas y otros detalles que los expertos conocen y creen que representan conocimientos importantes sobre el campo. Estos hechos específicos son información básica que los expertos utilizan para describir su campo y al pensar en problemas o temas específicos en el campo.

Ejemplos de uso:

- Conocimiento de los principales hechos sobre culturas y sociedades particulares.
- Conocimiento de hechos prácticos importantes para la salud, la ciudadanía y otros necesidades e inquietudes humanas
- Conocimiento de los nombres, lugares y eventos más importantes en las noticias.
- Conocimiento de la reputación de un autor dado para presentar e interpretar hechos sobre problemas gubernamentales
- Conocimiento de los principales productos y exportaciones de los países.
- Conocimiento de fuentes de información confiables para una compra inteligente.

2.1.1.2 Conocimiento Conceptual (relación entre conceptos). Conocimiento sobre las relaciones entre elementos básicos, categorías, clasificación, modelos y estructuras de un tema particular. Es la capacidad de ver los elementos de forma sistemática tal y como lo haría un experto para explicar un fenómeno. Por ejemplo, según (Anderson et al., 2001) puede ser el modelo mental del por qué ocurren las estaciones en el planeta Tierra, ya que, incluye conocimientos sobre la Tierra, el Sol, la rotación de la tierra y la inclinación de la misma en diferentes épocas del año. Se hace referencia no solo a las concepciones individuales sino de su relación como un todo que provoca las estaciones del año. Lo anterior, consideran los autores, se puede denominar un aspecto de “conocimiento disciplinario”. Dado que el conocimiento conceptual se enfoca según (Ariño, 2017) en la comprensión de los conceptos, principios, reglas y explicaciones, es imprescindible el uso de los conocimientos previos pertinentes que posee el estudiante. Por lo cual, su forma fundamental de evaluación está dada por la comprensión, relación y exposición de los conceptos (Ariño, 2017). Los subtipos del conocimiento conceptual son: **conocimiento de categorías y clasificaciones, conocimiento de principios y generalizaciones, y conocimiento de teorías, modelos y estructuras.**

Dentro del conocimiento conceptual se puede encontrar el **conocimiento de categorías y clasificaciones**, lo cual, facilita el entendimiento de áreas específicas, se considera más abstracto que el conocimiento detallado. Las categorías y clasificaciones básicas se pueden incluir en categorías y clasificaciones más amplias. Una clasificación adecuada puede sugerir una muestra de aprendizaje y desarrollo. Algunos ejemplos de clasificación y categorización que se proponen en (Anderson et al., 2001) son:

- Conocimiento de la variedad de tipos de literatura.
- Conocimiento de las diversas formas de propiedad empresarial
- Conocimiento de las partes de las oraciones (por ejemplo, sustantivos, verbos, adjetivos)
- Conocimiento de diferentes tipos de problemas psicológicos.
- Conocimiento de los diferentes períodos del tiempo geológico.

Además, se encuentra el **conocimiento de principios y generalizaciones**, el cual tiende según los autores en (Anderson et al., 2001), a abordar una disciplina académica y se utiliza para resolver problemas y estudiar fenómenos. Tienden a ser ideas más amplias que los alumnos podrían no entender debido a su falta de familiarización con los temas que pretenden resumir y generalizar. No obstante, una vez el alumno entienda el principio es posible que pueda adquirir mayor conocimiento sobre el tema, además de recordar con mayor facilidad e identificar patrones con menos esfuerzo cognitivo. A continuación, se listan los ejemplos presentados en (Anderson et al., 2001):

- Conocimiento de las principales generalizaciones sobre culturas particulares.
- Conocimiento de las leyes fundamentales de la física.
- Conocimiento de los principios de la química que son relevantes para los procesos de la vida y la salud.
- Conocimiento de las implicaciones de las políticas de comercio exterior estadounidenses para la economía internacional y la buena voluntad internacional.

- Conocimiento de los principales principios involucrados en el aprendizaje.
- Conocimiento de los principios del federalismo
- Conocimiento de los principios que rigen las operaciones aritméticas básicas (por ejemplo, el principio conmutativo, el principio asociativo)

Por último, dentro del conocimiento procedimental se encuentra el **conocimiento de teorías, modelos y estructuras**, el cual se diferencia del conocimiento de principios y generalizaciones en que este último no necesita una relación significativa entre ellos. Este tipo de conocimiento incluye el aprendizaje de diferentes epistemologías, teorías, y modelos de varias disciplinas para poder comprender y describir un fenómeno concreto. Los alumnos deben conocer esta teorías, modelos y estructuras para poder conceptualizar y organizar la información dentro del mismo tema. Además, los alumnos deberán aprender sobre las fortalezas y debilidades de las teorías, modelos y estructuras aprendidas para poder organizar los conceptos de un área determinada (Anderson et al., 2001). Los ejemplos propuestos por los autores para este subtipo del conocimiento conceptual son:

- Conocimiento de las interrelaciones entre los principios químicos como base de las teorías químicas.
- Conocimiento de la estructura general del Congreso (es decir, organización, funciones)
- Conocimiento de la organización estructural básica del gobierno local de la ciudad.
- Conocimiento de una formulación relativamente completa de la teoría de la evolución.
- Conocimiento de la teoría de la tectónica de placas.
- Conocimiento de modelos genéticos (por ejemplo, ADN)

2.1.1.3 Conocimiento Procedimental. Como ya se ha mencionado antes el conocimiento procedimental se puede expresar como una serie de secuencias o pasos, conocidos colectivamente como procedimientos que hace alusión a las habilidades y algoritmos específicos. Los pasos de un procedimiento a menudo pueden seguir un orden para llegar a un resultado esperado, en otras se puede tomar una decisión de acuerdo con cuál será el siguiente paso. Es muy utilizado en los procesos aritméticos y en el mundo de la programación.

Ejemplos de uso:

- Conocimiento de las habilidades que se utilizan para determinar el significado de las palabras en función del análisis.
- Conocimiento de los distintos algoritmos para resolver ecuaciones
- Conocimiento de las habilidades utilizadas en la pintura con acuarelas

En algunos procedimientos no necesariamente se tiene conocimiento de la respuesta a la que se quiere llegar. Dependiendo del contexto y del método utilizado un resultado puede variar dependiendo de diversos factores. Por ende, se puede afirmar que en contraste a las habilidades y algoritmos específicos el conocimiento de técnicas y métodos específicos contempla resultados abiertos. En este conocimiento se puede llegar a una respuesta a través de la observación, la experimentación o descubrimiento.

Ejemplos de uso:

- Conocimiento de métodos de investigación relevantes para las ciencias sociales
- Conocimiento de técnicas usadas por científicos en la búsqueda de soluciones a problemas
- Conocimiento para metodologías de evaluación en conceptos de la salud

Además de conocer los procedimientos específicos de la asignatura se espera que los estudiantes estén en la capacidad de utilizar un procedimiento específico para resolver un problema lo que implica conocer las formas en que se ha utilizado en el pasado. Por ende, el estudiante es capaz de elegir el procedimiento más adecuado para resolver un problema. Se puede evidenciar en las diversas formas en las que un estudiante puede resolver un problema en física.

Ejemplos de uso:

- Conocimiento de los criterios para determinar cuál de varios tipos de ensayos escribir
- Conocimiento de los criterios para determinar qué método utilizar para resolver ecuaciones algebraicas
- Conocimiento de criterios para determinar qué procedimiento estadístico utilizar con datos recopilados en un experimento en particular
- Conocimiento de los criterios para determinar qué técnica aplicar.

2.1.1.4 Conocimiento Metacognitivo. Es el conocimiento sobre la cognición en general, así como la conciencia y el conocimiento sobre la propia cognición. Representa la capacidad de los alumnos para ser más conscientes y responsables de su propio conocimiento y pensamiento. Dentro del conocimiento metacognitivo se encuentra el **conocimiento estratégico, conciencia sobre el conocimiento y proceso de aprendizaje, el conocimiento sobre tareas cognitivas, incluyendo el conocimiento contextual y condicional, y el autoconocimiento.**

El conocimiento estratégico según los autores en (Anderson et al., 2001), hace referencia a la variedad de estrategias de aprendizaje que un alumno puede utilizar para memorizar material, comprender o resolver un problema. Se dice que este tipo de aprendizaje puede ser: ensayo, elaboración y organización. El ensayo se refiere a la repetición de términos o palabras, recordando una y otra vez, no es muy efectivo para un aprendizaje más profundo. La elaboración hace énfasis en el procesamiento de la información. La organización suele dar mejores resultados en comprensión y aprendizaje en comparación a la estrategia de ensayo, incluye varias formas de dibujar y representar la información, por ejemplo, un mapa conceptual, mapa cognitivo, así, el alumno transforma el material de una forma a otra. Por otro lado, el conocimiento metacognitivo comparte las características y esencia de un contenido actitudinal como se puede evidenciar en (Ariño, 2017), el cual se describe como *“la forma en que una persona reacciona habitualmente frente a una situación dada”* (Ariño, 2017), el proceso que lleva a cabo una persona para resolver un problema y que la misma, es consciente de dicho proceso. Los ejemplos propuestos por los autores en (Anderson et al., 2001) son:

- Conocimiento de que el ensayo de la información es una forma de retener la
- Conocimiento de la información de varias estrategias mnemotécnicas para la memoria (por ejemplo, el uso de siglas como “ROY G BIV” para los colores del espectro).
- Conocimiento de varias estrategias de elaboración como parafrasear y resumir.
- Conocimiento de diversas estrategias organizativas, como delinear o diagramación
- Conocimiento de estrategias de planificación, como establecer metas para la lectura.
- Conocimiento de estrategias de supervisión de la comprensión, como la autoevaluación o el auto cuestionamiento.
- Conocimiento del análisis de medios-fines como heurística para resolver un problema mal definido
- Conocimiento de la heurística de disponibilidad y los problemas de no muestrear de manera imparcial

El **conocimiento sobre tareas cognitivas**, incluyendo el conocimiento contextual y condicional, hace referencia al hecho de que los alumnos deben aprender no sólo las diversas estrategias de aprendizaje, sino también conocimiento sobre las tareas cognitivas, entendiendo la tarea cognitiva como el proceso de cognición que hace el alumno para cumplir una tarea específica, por ejemplo, la tarea cognitiva de recuperar (extraer de su memoria de largo plazo un concepto) es más complicada que la tarea cognitiva de identificar (el alumno tiene varias opciones y debe escoger la correcta) entre un conjunto de posibles respuestas. No obstante, los alumnos deben tener el conocimiento contextual y condicional, el cual se refiere a la capacidad que tiene el alumno de usar una u otra estrategia para resolver un problema específico. Para entender mejor la parte contextual y condicional los autores en (Anderson et al., 2001) presentan los siguientes ejemplos:

- El conocimiento que recuerda las tareas (es decir, elementos de respuesta corta) generalmente exige más en el sistema de memoria del individuo que las tareas de reconocimiento (es decir, elementos de opción múltiple)
- Conocimiento de que un libro de fuentes primarias puede ser más difícil de entender que un libro de texto general o un libro popular.
- Conocimiento de que una simple tarea de memorización (por ejemplo, recordar un número de teléfono) puede requerir sólo un ensayo.
- Conocimiento de que las estrategias de elaboración como resumir y parafrasear pueden resultar en niveles más profundos de comprensión.
- Conocimiento de que la heurística general de resolución de problemas puede ser más útil cuando el niño tiene conocimientos específicos sobre la materia o la tarea relevantes o en ausencia de conocimientos procedimentales específicos.
- Conocimiento de las normas sociales, convencionales y culturales locales y generales sobre cómo, cuándo y por qué utilizar diferentes estrategias.

El **autoconocimiento** representa el conocimiento de las fortalezas y debilidades propias que pueden ser condicionantes para el proceso de aprendizaje. El alumno debe ser consciente de las estrategias de aprendizaje que puede emplear y decidir cuál es más conveniente para mejorar su desempeño. Los autores afirman que es más importante que los alumnos tengan

percepciones precisas y juicios de su conocimiento y experiencia que “subir su autoestima” con comentarios positivos pero falsos, lo anterior ya que, si los alumnos no preservan un aspecto fáctico o conceptual de un tema específico, no se van a esforzar en aprenderlo. Los ejemplos que se proponen en el libro (Anderson et al., 2001) son:

- Conocimiento de que uno tiene conocimientos en algunas áreas, pero no en otras.
- Conocimiento de que uno tiende a depender de un tipo de "herramienta cognitiva" (estrategia) en determinadas situaciones.
- Conocimiento de las propias capacidades para realizar una tarea particular que sea precisa, no inflada (por ejemplo, exceso de confianza).
- Conocimiento de los objetivos propios para realizar una tarea.
- Conocimiento del interés personal de uno en una tarea.
- Conocimiento de los juicios propios sobre el valor de utilidad relativo de una tarea.

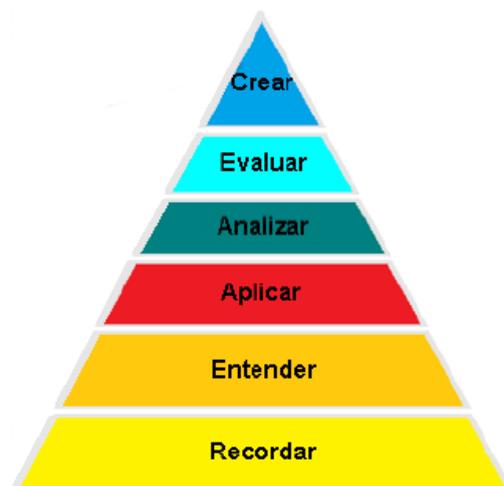
2.1.2 Dimensión del Proceso Cognitivo

Además de la dimensión del conocimiento se encuentra la dimensión del proceso cognitivo, la cual se puede dividir en 6 niveles que a su vez hacen parte de dos categorías, retención (se centra en el pasado) y transferencia (enfatisa hacia el futuro). La retención hace referencia a la capacidad del alumno de mantener lo aprendido en su memoria y la transferencia refiere a la capacidad que tiene el alumno de abstraer el conocimiento y usarlo para la solución de problemas que se le presenten durante el proceso de aprendizaje (Anderson et al., 2001).

Dentro de la Retención se tiene el nivel de **recordar**, el cual se considera como el primer nivel y que ayudará al alumno en los niveles superiores de la taxonomía y que será nuestra prioridad durante el desarrollo de nuestro trabajo. Por otro lado, en Transferencia se pueden encontrar los niveles de **entender**, **analizar**, **aplicar**, **evaluar** y **crear**. A continuación, se describirá con más detalle sobre el nivel de recordar (Anderson et al., 2001).

Figura 1

Taxonomía de Bloom revisada por Anderson (Wilson, 2016)



Nota. El gráfico representa cada uno de los niveles de la revisión de la taxonomía de Bloom

2.1.2.1 Recordar. El nivel de Recordar se encuentra dentro de la categoría de retención de conocimiento, mientras que los otros niveles de la taxonomía (entender, analizar, aplicar, evaluar, crear) hacen énfasis en la transferencia del conocimiento.

Cuando el objetivo de la instrucción es promover la retención de un material presentado, de la misma forma (o similar) en la que se enseñó, el proceso relevante se encuentra en la categoría de Recordar. Los dos procesos cognitivos asociados al nivel Recordar son reconocer (*recognizing*) y recuperar (*recalling*), los cuales serán explicados a continuación con algunos ejemplos.

Recordar el conocimiento es esencial para el aprendizaje significativo y solución de problemas en caso de que sean tareas más complejas. Ej: recordar palabras en inglés es necesario para poder leer y escribir en el idioma.

I. Reconocer (Identificar).

Reconocer implica recuperar conocimientos relevantes de la memoria a largo plazo para compararlo con la información presentada. Implica que el aprendiz obtenga de su memoria a largo plazo una pieza de información extremadamente similar o idéntica a la información presentada.

Las siguientes son formas de evaluar el aprendizaje en la categoría de Reconocer del estudiante y se muestran algunos ejemplos de su uso en entornos virtuales con tecnología:

a) Verificar (Verdadero o Falso)

Ejemplos:

- Actividad donde aparecen cubos con una pregunta y el jugador deberá destruirlos con los apuntadores según sea la respuesta (puntero derecho: Verdadero, puntero izquierdo: Falso), similar al juego Beat Saber.
- Subir o bajar una palanca de acuerdo con un criterio.
- Presionar botón.

b) Emparejamiento

Ejemplos:

- Concéntrese, dos tarjetas, una de ella tiene la figura y abajo aparecen los nombres. Se debe emparejar el nombre con la figura a la que corresponde.
- Puntería, carteles con las figuras, estudiante tiene una bolsa con los nombres de las figuras, debe lanzarlo al cartel correspondiente.

c) Selección múltiple

Ejemplo:

- Personaje narrando historia con espacios en blanco, el alumno debe seleccionar la opción que completa el texto correctamente.

II. Recuperar (*recalling*).

Recordar implica recuperar conocimientos relevantes de la memoria a largo plazo para cuando se le indique que lo haga. El obtener la información necesaria de la memoria y darle solución a un problema es un ejemplo de esto. Se muestran ejemplos de cómo hacerlo en Entornos Inmersivos con tecnología.

a) Preguntas puntuales (ej. ¿Cuánto es $7 \times 8 = ?$, ¿Quién es el presidente de Colombia?)

- Con el personaje visualizar una serie de objetos con su respectiva información para que posteriormente a través de unas preguntas se escriba el nombre del objeto correspondiente.

b) Completar

- Personaje narrando historia con espacios en blanco, el alumno debe escribir en el espacio en blanco con el joystick usando el teclado virtual desplegado.

2.1.3 Verbos del Primer Nivel de la Taxonomía de Bloom

A partir de la taxonomía revisada de Bloom propuesta por Anderson en (Anderson et al., 2001), se pueden identificar los verbos para cada uno de los niveles. Los verbos ayudarán a clasificar los objetivos propuestos por el docente teniendo en cuenta el tipo de conocimiento al cual pertenece, y posteriormente definir una planeación que ayude a los alumnos a cumplir las metas que se han planteado al inicio del proceso.

A continuación, la Tabla 1 presenta una lista de verbos relacionados con el primer nivel de la taxonomía de Bloom (Recordar), donde se especifica la fuente de la cual se hace el planteamiento del verbo. Además, se presenta la respectiva definición abstraída del sitio web de la Real Academia Española (RAE), y se propone la relación con los posibles tipos de conocimiento que pueden abordarse con cada verbo dependiendo del sustantivo que lo acompaña en el objetivo.

Tabla 1

Relación de los verbos propuestos con los tipos de conocimiento

Verbo	Referencia	Definición	Tipos Conocimiento
-------	------------	------------	--------------------

Describir (to Describe)	(Darwazeh & Branch, 2015)	Representar o detallar el aspecto de alguien o algo por medio del lenguaje. ²	Fáctico Conceptual Metacognitivo
Tabular (to Tabulate)	(Darwazeh & Branch, 2015)	Expresar valores, magnitudes u otros datos por medio de tablas. ³	Fáctico Conceptual
Listar (to List)	(Darwazeh & Branch, 2015)	Sentar o inscribir en lista a alguien o algo. ⁴	Fáctico Procedimental
Conocer (to Know)	(Raúl S, 2016)	Entender, advertir, saber, echar de ver a alguien o algo. ⁵	Fáctico Conceptual Metacognitivo
Definir (to Define)	(Tabla de Verbos Didácticos de La Taxonomía de Bloom., 2017)	Fijar con claridad, exactitud y precisión el significado de una palabra o la naturaleza de una persona o cosa. ⁶	Fáctico Conceptual Metacognitivo
Ordenar (to Order)	(Darwazeh & Branch, 2015)	Colocar algo o a alguien de acuerdo con un plan o de modo conveniente. ⁷	Fáctico Conceptual
Enumerar (to Enumerate)	(Andujar, 2015)	Enunciar sucesiva y ordenadamente las partes de un conjunto. ⁸	Conceptual Procedimental
Etiquetar (to Label)	(Raúl S, 2016)	Asignar a alguien o algo una etiqueta. ⁹	Fáctico
Recordar (to Remember)	(Tabla de Verbos Didácticos de La Taxonomía de Bloom., 2017)	Pasar a tener en la mente algo del pasado. ¹⁰	Fáctico
Elegir (to Choose)	(Andujar, 2015)	Escoger o preferir a alguien o algo para un fin. ¹¹	Fáctico Conceptual

² <https://dle.rae.es/describir>

³ <https://dle.rae.es/tabular>

⁴ <https://dle.rae.es/listar>

⁵ <https://dle.rae.es/conocer>

⁶ <https://dle.rae.es/definir>

⁷ <https://dle.rae.es/ordenar>

⁸ <https://dle.rae.es/enumerar>

⁹ <https://dle.rae.es/etiquetar>

¹⁰ <https://dle.rae.es/recordar>

¹¹ <https://dle.rae.es/elegir>

Encontrar (to Find)	(Tabla de Verbos Didácticos de La Taxonomía de Bloom., 2017)	Dar con alguien o algo que se busca. ¹²	Fáctico
Identificar (to Identify)	(Tabla de Verbos Didácticos de La Taxonomía de Bloom., 2017)	Reconocer si una persona o cosa es la misma que se supone o se busca. ¹³	Fáctico
Localizar (to Locate)	(Tabla de Verbos Didácticos de La Taxonomía de Bloom., 2017)	Averiguar el lugar en que se halla alguien o algo. ¹⁴	Fáctico
Nombrar (to Name)	(Tabla de Verbos Didácticos de La Taxonomía de Bloom., 2017)	Decir el nombre de alguien o algo. ¹⁵	Fáctico
Reconocer (to Recognize)	(Tabla de Verbos Didácticos de La Taxonomía de Bloom., 2017)	Examinar algo o a alguien para conocer su identidad, naturaleza y circunstancias. ¹⁶	Fáctico Conceptual
Recuperar (to Recover)	(Andujar, 2015)	Volver a tomar o adquirir lo que antes se tenía. ¹⁷	Fáctico
Repetir (to Repeat)	(Andujar, 2015)	Volver a hacer lo que se había hecho, o decir lo que se había dicho. ¹⁸	Fáctico

Fuente: Elaboración propia

A partir de la Tabla 1 se puede observar que, en general, los verbos del primer nivel de la taxonomía de Bloom se encuentran en su mayoría dentro de los conocimientos fáctico y conceptual. Según Anderson, dependiendo del sustantivo y la relación con su verbo se puede definir el tipo de conocimiento (fáctico, conceptual, procedimental, metacognitivo) que se utiliza para cada nivel de la taxonomía. Por lo anterior, es probable que un verbo pueda satisfacer uno o varios tipos de conocimiento dificultando su abstracción, por ello para este trabajo se decidió relacionar los verbos con cada una de las acciones que se pueden realizar y posteriormente dichas acciones relacionarlas con los tipos de conocimiento.

¹² <https://dle.rae.es/encontrar>

¹³ <https://dle.rae.es/identificar>

¹⁴ <https://dle.rae.es/localizar>

¹⁵ <https://dle.rae.es/nombrar>

¹⁶ <https://dle.rae.es/reconocer>

¹⁷ <https://dle.rae.es/recuperar>

¹⁸ <https://dle.rae.es/repetir>

2.2 Realidad Virtual

La RV según Biocca se puede definir como "La suma de los sistemas de hardware y software que buscan perfeccionar un entorno sensorial que genera la ilusión de estar presente en otro entorno" (Biocca, 2014). Adicionalmente, la RV puede ser definida como: "Una aplicación de la tecnología informática para generar un efecto de mundo interactivo, tridimensional, en el que los objetos tienen forma espacial" (Grajewski et al., 2015), donde un entorno generado por computadora con la visualización estereoscópica es la base de cada solución de RV. Estas definiciones tienen en común la aplicación de la tecnología informática y la generación de un entorno sensorial o efecto de mundo interactivo.

Las **características** centrales de la RV son la inmersión, la interactividad y la presencia (Walsh & Pawlowski, 2002). Respecto a la **inmersión** hay opiniones divididas. Algunos investigadores afirman que "la inmersión debería verse como un atributo tecnológico que puede evaluarse objetivamente" (Slater & Wilbur, 1997); mientras que otro grupo describe la inmersión como "una creencia subjetiva e individual, es decir, un fenómeno psicológico" (McCall et al., 2004). "El grado de inmersión de un usuario en un entorno virtual depende del escenario simulado, así como los dispositivos periféricos utilizados" (Grajewski et al., 2015). Por parte del entorno sensorial y la percepción subjetiva del usuario del Entorno Virtual se representa la inmersión.

En cuanto al término **interactividad**, este se puede describir como el grado en que un usuario puede modificar el entorno de RV en tiempo real (Steuer, 1992). Esta característica permite al usuario sentirse atraído y envuelto en el mundo virtual y fomenta el aprendizaje mediante un enfoque constructivista. Además, la interactividad se evidencia cuando el usuario interactúa con los objetos del entorno virtual.

La **presencia** es considerada como "la experiencia subjetiva de estar en un lugar o entorno, incluso cuando uno está situado físicamente en otro" (McCall et al., 2004). La presencia es percibida cuando se genera en el usuario la ilusión de estar presente en otro entorno. Por tanto, esta ilusión de estar presente en otro mundo capta la atención y genera la sensación de necesidad para explorar este entorno Virtual.

Ahora bien, en la RV existen **elementos** del entorno virtual que son aquellos con los que interactúa directamente el jugador. Entre ellos se encuentran los objetos tridimensionales (3D) con los que se interactúa en tiempo real para simular la naturaleza, el medio ambiente, y la percepción humana real, produciendo la visión correspondiente, por ejemplo, una nave espacial en 3D. En el entorno virtual frecuentemente se dispone de dispositivos hápticos que permiten capturar los movimientos de los dedos de las manos para realizar diversas acciones como manipular objetos, presionar botones, recoger elementos, entre otros. Además, es posible el desplazamiento del personaje y la ambientación a través de sonidos que producirá en la persona ciertas respuestas a las percepciones detectadas, lo que se puede llamar fenómenos multiperceptuales (Yuan, 2021).

En resumen, para Yuan (Yuan, 2021), los principales elementos de la RV son: Objetos 3D, Háptica, Movimiento, Sonido Espacial, los cuales se relacionarán en la Tabla 2 con los verbos del primer nivel de la taxonomía de Bloom que serán adaptados a RV, para determinar cuáles aprovecharán mayor cantidad de elementos y brindar al alumno una mejor inmersión para apoyar el proceso de aprendizaje. La finalidad de la tabla es brindar una breve descripción de cómo los verbos pueden ser usados dentro de la RV, y a partir de la descripción determinar su relación con cada una de las de las características de la RV.

A partir de los verbos del primer nivel (Recordar) de la taxonomía de revisada de Bloom, es necesario identificar cuáles podrían adaptarse a la RV para desarrollar nuestro marco de trabajo, por lo tanto, a continuación, se muestra una lista de verbos potencialmente adaptables con una descripción que permite entender la forma en la cual se podría utilizar la RV.

Tabla 2

Relación propuesta entre verbos de la taxonomía de Bloom y elementos de la RV

Verbo	Descripción	Elementos de la Realidad Virtual			
		3D	Háptico	Desplazamiento	Sonido espacial
Localizar (<i>Locate</i>)	Se puede localizar un objeto o Personaje No Jugador (PNJ) al mirarlo fijamente o desplazarse para encontrar un objeto en un EV.	X		X	X
Elegir (<i>Choose</i>)	Implica mirar fijamente un objeto, el uso de las manos para tocar algo o en su defecto el desplazamiento hacia un punto del EV	X	X	X	X
Ordenar (<i>Sort</i>)	Implica el uso de las manos para organizar un conjunto de elementos, en ocasiones se requiere el desplazamiento del jugador	X	X	X	X
Encontrar (<i>Find</i>)	Implica el mirar fijamente, desplazamiento, localización, y en algunas ocasiones el uso de las manos para la selección de un objeto	X	X	X	X
Identificar (<i>Identify</i>)	Supone la presencia del jugador para distinguir un objeto	X			X
Etiquetar (<i>Label</i>)	Implica el uso de las manos para nombrar o describir un objeto		X		X
Nombrar (<i>Name</i>)	Implica el uso de las manos haciendo uso del teclado virtual.		X		X

Recuperar (<i>Retrieve</i>)	Implica realizar un desplazamiento y uso de las manos en un EV	X	X	X	X
Repetir (<i>Repeat</i>)	Se puede repetir con las manos, acciones que se ven en el entorno virtual	X	X	X	

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 2 se puede observar que los verbos como recuperar (*retrieve*), encontrar (*find*), elegir (*choose*) y ordenar (*sort*) implican el uso todas las características de la realidad virtual haciendo que el jugador tenga una experiencia completa dentro del EV. Por otro lado, el resto de los verbos hacen uso de una cantidad significativa de características de la RV a excepción de los verbos nombrar y etiquetar que hacen énfasis en lo háptico y, dependiendo del contexto, del sonido espacial.

Para cada uno de los verbos del primer nivel de la taxonomía de Bloom se identifican un conjunto de acciones, las cuales pueden satisfacer una actividad de aprendizaje que esté relacionada con el verbo en cuestión. Es necesario resaltar, que una acción puede satisfacer uno o varios verbos y ésta a su vez puede utilizar una o varias de las características que brinda la RV. En el siguiente capítulo se presenta el listado de acciones que se han creado para los verbos del primer nivel.

2.3 Estilo de Aprendizaje Activo

En los modelos educativos se usan estilos de aprendizaje que varían de acuerdo con la forma en que el aprendiz obtiene el conocimiento esperado, a menudo, se habla de dos estilos de aprendizaje, pasivo y activo. Se encuentran estudios que comparan y analizan los estilos de aprendizaje mencionados para determinar la motivación del aprendiz, como se puede ver en (Holte et al., n.d.). Así también, es posible encontrar otros estilos de aprendizaje que surgen como a través de las necesidades de los aprendices y de la forma en que siente una mayor obtención de conocimiento ya que como lo definen Padhi y Mishra, “cada aprendiz es un individuo creativo único responsable de preparar su propia manera de aprender en una exclusión de restricciones externas” (Padhi & Mishra, 2020). A continuación, se describen los estilos de aprendizaje pasivo y activo.

En este estilo de aprendizaje es necesario que el aprendiz reflexione acerca de los conocimientos obtenidos y los pongan en práctica con el fin de desarrollar recuerdos a largo plazo y una comprensión más profunda de una temática (Silberman, 2006). El Aprendizaje Activo se encuentra relacionado con una teoría de aprendizaje llamada constructivismo, que enfatiza el hecho de que los alumnos construyen su propio conocimiento propuesto por Jean Piaget (1896–1980). Hay varios ejemplos de aprendizaje activo: resolución de puzzles, completar acertijos, participar en simulaciones, entre otras cosas.

El aprendizaje Activo tiene una relación estrecha con la Taxonomía Revisada de Bloom (Anderson et al., 2001). En este sentido, vale destacar que “los enfoques de aprendizaje activo ayudan a los alumnos a desarrollarse en todos los niveles de la Taxonomía de Bloom; permiten que se involucren en los procesos cognitivos más complejos (como evaluar y crear), y que

construyan una base de conocimiento que comience con el conocimiento fáctico, pero sin limitarse a esto. Por ejemplo, para desarrollar conocimiento metacognitivo, los alumnos necesitan involucrarse con y ser conscientes de su propio aprendizaje” (Silberman, 2006).

Se reconocen como términos asociados al estilo de aprendizaje activo, el aprendizaje centrado en el aprendiz (el aprendiz juega un papel activo en su proceso de aprendizaje y son conscientes del mismo), el aprendizaje basado en la investigación, resolución de problemas y descubrimientos y el aprendizaje empírico.

2.4 Realidad Virtual para el Aprendizaje

Existen numerosos casos de estudio de aplicación de la RV en ámbitos educativos, entre los cuales pueden ser citados (Galaup et al., 2017; Grajewski et al., 2015; J. Wang & Lindeman, 2015; R. Wang et al., 2020). Estos estudios demuestran experiencias en el aprendizaje de diversas temáticas a través de experiencias e interacción con Entornos Virtuales (McCall et al., 2004). Sin embargo, se encuentran limitaciones a la hora de la implementación de tecnologías RV en el ámbito educativo. Según J. Martín-Gutiérrez se encuentra resistencia en los entornos de aprendizaje tradicionales a la hora de integrar innovaciones educativas e implementarlas en las instituciones educativas, ya que no se tiene suficiente conocimiento sobre las ventajas y desventajas de utilizar las tecnologías de RV (Martín-Gutiérrez et al., 2017).

Según Martín-Gutiérrez en (Martín-Gutiérrez et al., 2017), la Realidad Virtual presenta cuatro ventajas fundamentales:

- ✓ El incremento de motivación y enganche de los estudiantes, debido al sentimiento de protagonismo en el Entorno Inmersivo mientras estudian modelos en 3D para mejorar su experiencia de aprendizaje.
- ✓ La RV hace uso del enfoque constructivista para el aprendizaje, siendo los estudiantes autónomos y libres de interactuar con objetos en el Entorno Virtual. Por esto, se incrementa la motivación y puede impulsar al estudiante a investigar, experimentar y obtener una realimentación para mejorar su aprendizaje.
- ✓ La RV es más asequible. Los avances tecnológicos han permitido que los estudiantes interactúen con dispositivos como smartphones, tablets, y consolas de videojuegos. Además, se ha vuelto más simple acceder a la RV a través del contenido compartido a través la plataforma YouTube. También a través de la interacción con los videojuegos en RV en consolas como la PlayStation 4 (PS4).
- ✓ La RV permite mayor interacción que los materiales de aprendizaje convencionales, dado que al usar la RV los estudiantes se sienten inmersos en un mundo virtual mientras interactúan con objetos, conceptos y procesos usando audífonos, dispositivos Leap Motion y HMD.

2.5 Actividades de Aprendizaje

Las actividades de aprendizaje se pueden considerar como cualquier actividad que realiza un individuo de forma ordenada con el fin de incrementar sus conocimientos, habilidades y competencias (EU, 2016). Además, puede verse como una actividad conjunta que crea un contexto para el intercambio entre estudiante y experto (puede considerarse el docente) (Zascerinska & Ahrens, 2009), en la cual el docente organiza el proceso instructivo y cada una de las sesiones o clases en torno a una serie de actividades didácticas, que, al ser implementadas, adquieren su pleno valor de actividades de aprendizaje. Con frecuencia, el término actividad de aprendizaje se emplea como equivalente a tarea didáctica, en otras ocasiones, la actividad se entiende como un componente más de la tarea, junto con los objetivos, los contenidos, los materiales, entre otros.

Por otro lado, la actividad de aprendizaje es considerada una tipo especial de actividad, la cual es “...dirigida a la adquisición de conocimientos y habilidades sociales a través de su reproducción individual mediante acciones de aprendizaje especiales sobre objetos de aprendizaje” (*Learning Activity and Development*. - *PsycNET*, n.d.). Se resalta que, este tipo de actividades de aprendizaje no son estrictamente realizadas por un solo alumno. La adquisición de habilidades y nuevos conocimientos puede darse de la interacción con el material predefinido para el proceso o por la cooperación y comunicación entre los alumnos que realizan las actividades de aprendizaje (*Learning Activity and Development*. - *PsycNET*, n.d.).

Teniendo en cuenta lo anterior se puede afirmar que para adquirir el conocimiento a través de las actividades de aprendizaje es necesaria la interacción del alumno con los objetos de aprendizaje. No obstante, esta interacción no tiene por qué limitarse a ser física, siendo así una oportunidad de ver estos objetos como material virtual que el alumno podrá manipular para completar su proceso de aprendizaje.

Un ejemplo del diseño de actividades de aprendizaje se puede evidenciar utilizando la taxonomía de Bloom como lo hacen los autores en (R. Wang et al., 2020), los cuales, apoyándose en la RV permiten la creación de tareas con una complejidad variable para observar los estilos de aprendizaje de los alumnos.

Las actividades de aprendizaje requieren que los estudiantes resuelvan problemas de forma independiente, planteen soluciones o creen productos. Estas son actividades de aprendizaje activo, ya que el alumno es participe en la construcción de su propio conocimiento relacionándose con el enfoque constructivista. En algunos casos, las actividades de aprendizaje activas son oportunidades para que los estudiantes practiquen habilidades y apliquen conocimientos previamente enseñados a través de actividades didácticas (actividades de aprendizaje pasivas y diseñadas para presentar información importante a los estudiantes de una manera eficiente (Reynolds, 1968)). En otros casos, son oportunidades para descubrir o construir conocimientos no presentados previamente. Además, existen actividades de aprendizaje colaborativas que involucran las actividades de aprendizaje activas es un aprendizaje activo de tal forma que los estudiantes son participes de un aprendizaje colectivo.

A continuación, se presenta la Tabla 3 donde se presentan los tipos de actividades de aprendizaje con sus respectivos ejemplos, sus ventajas y sus desventajas percibidas por el aprendiz.

Tabla 3

Tipos de aprendizaje con sus respectivos ejemplos de actividades de aprendizaje, ventajas y desventajas. Traducido y tomado de [26]

Tipo	Ejemplos	Ventajas	Desventajas
Didáctica	<ul style="list-style-type: none">• Lecturas• Diapositivas• Lecturas narradas o grabadas• Podcast• Videoclips	<ul style="list-style-type: none">• Presenta de manera eficiente un gran volumen de conocimiento fundamental.• Proporciona a los estudiantes un “descanso mental” o actividades de aprendizaje más intensivas.• Es familiar para los estudiantes por experiencias de aprendizajes pasadas.• Es más cómodo para los profesores.	<ul style="list-style-type: none">• A menudo se perciben como aburridas.• Pueden ser vistas como irrelevante o innecesarias por los estudiantes.
Activa	<ul style="list-style-type: none">• Simulaciones• Juegos y Puzzles• Investigación o proyectos creativos• Estudio de casos y otras actividades de resolución de problemas	<ul style="list-style-type: none">• Proporciona el contexto que ayuda a los estudiantes a reconocer la relevancia del aprendizaje• Promueve una mejor retención del aprendizaje• Profundiza la comprensión y mejora la capacidad de los estudiantes para transferir conocimientos a situaciones de la “vida real”• Involucra más al estudiante y por tanto suele ser más agradable• Puede abordar una variedad de estilos de aprendizaje	<ul style="list-style-type: none">• A menudo requiere más tiempo para que el instructor la prepare bien• Menos eficiente que el aprendizaje didáctico para presentar el conocimiento fundamental• Puede ser frustrante para estudiantes que no se han preparado para participar

Colaborativo	<ul style="list-style-type: none"> • Proyectos o estudios de casos grupales • Discusiones • Juegos de roles • Juegos cooperativos 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumenta la base de conocimientos a la que pueden acceder los estudiantes • Incorpora una variedad de habilidades y perspectivas • Puede reducir la carga de trabajo al evaluar el trabajo del estudiante • Desarrolla habilidades de trabajo en equipo 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere coordinación y buena comunicación entre los estudiantes • A veces es difícil evaluar de manera justa y precisa los esfuerzos de los estudiantes, tanto individuales como colaborativos
--------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

A partir de la Tabla 3 se evidencian ejemplos de actividades de aprendizaje que varían de acuerdo con la forma en que interactúan los aprendices con el material propuesto por el docente. Por ejemplo, para el tipo de actividad didáctica, la interacción del aprendiz es pasiva debido a que el material tiene un enfoque audiovisual, centrándose en la atención del alumno hacia los recursos exhibidos dando con el tiempo una percepción aburrida e irrelevante. Por otro lado, se encuentran las actividades activas y colaborativas, cuyo enfoque es la interacción constante con los materiales propuestos, y en particular, las colaborativas se enfocan en la interacción con otras personas que hacen parte del proceso de aprendizaje; en ambos casos reflejando mayor interés por los alumnos y en consecuencia aumentando la base de conocimientos que permite desarrollar diferentes habilidades técnicas y de comunicación interpersonal. Sin embargo, no se puede decir que un tipo de actividad es mejor que otra, puesto que, cada tipo presenta enfoques diferentes y tienen sus ventajas y desventajas, por lo cual, se recomienda usar no solo un tipo de actividad, sino, combinarlas de tal forma que el proceso de aprendizaje muestre mejores resultados en cuanto a retención del conocimiento.

2.6 Estructura de las Actividades de Aprendizaje Activas

En esta sección se presentan los principales elementos para el diseño y creación de actividades de aprendizaje clasificadas dentro de las AARV de tipo activas, los cuales son: Aprendices, Entorno, Resultado de Aprendizaje y otros planteados en (Beetham, 2007). Además, se establecen las principales características de cada elemento como se observa en la Figura 2. Este proceso busca determinar los elementos necesarios para la creación de AARV en el *framework* VRTBloom.

Figura 2

Elementos de la Actividad de Aprendizaje (Beetham, 2007)



Según lo explica Beetham (Beetham, 2007), los principios básicos de un diseño efectivo de las actividades de aprendizaje está relacionado con el lineamiento constructivista, donde se fortalecen habilidades a través del juego, se reta apropiadamente al aprendiz y se recibe una retroalimentación, lo anterior llegando a plantear correctamente actividades de aprendizaje activas.

En la Figura 2, se observan los elementos identificados en (Beetham, 2007), y que son definidos por diferentes autores de la siguiente manera:

- Entorno: El entorno de aprendizaje incluye recursos y herramientas que pueden ser representados como objetos (físicos o virtuales) y/o escenarios con los que el aprendiz interactúa para cumplir el objetivo de aprendizaje dado por su tutor. (Adam, 2004; *Learning Activity and Development*. - *PsycNET*, n.d.).
- Otros: Para el diseño de una actividad de aprendizaje se puede tener en cuenta “otras” personas que aporten al proceso de aprendizaje, debido a que, para algunos aprendices puede ser más cómo interactuar con otras personas para facilitar el entendimiento de las temáticas. Con lo anterior, es posible encontrar personajes no jugables que ayuden al aprendiz a establecer metas durante su proceso de aprendizaje (Beetham, 2007).
- Resultado de aprendizaje: Enunciados acerca de lo que se espera que un estudiante sea capaz de hacer, comprender y/o sea capaz de demostrar una vez terminado un proceso de aprendizaje (Adam, 2004). Para la identificación de los resultados de aprendizaje, se debe tener en cuenta el propósito de la actividad de aprendizaje y cuáles son los nuevos conocimientos adquiridos
- Aprendices: Los aprendices tienen características que cambian lentamente a lo largo de su vida tales como, personalidad, experiencias de aprendizaje, motivaciones, gustos particulares entre otros (Darwazeh & Branch, 2015). Pero también tienen características que desarrollan en el proceso de aprendizaje, y dependen del contexto en el que se encuentren. Es importante tener en cuenta incluir requisitos de acceso físico y sensorial, motivaciones para el aprendizaje y expectativas del curso, incentivar el desarrollo de habilidades sociales e interpersonales, experiencias subjetivas, el aprendizaje constructivista entre otras cosas.

Para la elaboración de una Actividad de Aprendizaje Activa se deben incluir, según (*Planning and Developing Learning Activities*, 2020), los siguientes componentes o características independientemente de la forma en que se vaya a ejecutar dicha actividad (aula de clase, entorno virtual):

- Condiciones que indiquen el inicio y el fin de la actividad
- Tener un propósito claro y un objetivo de aprendizaje proporcionado por la taxonomía de Bloom
- Instrucciones completas, interactivas y de fácil comprensión
- Un plan para evaluar el cumplimiento del objetivo de aprendizaje y un mecanismo para proporcionar retroalimentación de los estudiantes

- Descripción de las herramientas (físicas o tecnológicas) que se deben utilizar en la actividad

Otras actividades opcionales para tener en cuenta son: la previa preparación de los estudiantes para la activa participación en la actividad de aprendizaje, y preparar la actividad de tal manera que el aprendiz comparta sus experiencias.

3 Caracterización de acciones asociadas al primer nivel de la taxonomía de Bloom

En esta sección se realizó la caracterización de un conjunto de acciones potenciales para ser implementadas en el desarrollo del *Framework VRTBloom*. Cada una de las acciones se propuso con base en comportamientos cuantificables dentro de la RV que puede satisfacer uno o varios verbos del primer nivel de la taxonomía de Bloom previamente seleccionados en la Tabla 2. Dado el número de acciones propuestas, se utilizó la siguiente nomenclatura: la letra 'A' representa la abreviatura de la palabra Acción, seguida de un número secuencial junto al nombre de la acción. Lo anterior se realiza con el objetivo de ser concisos y referenciar fácilmente las acciones pertenecientes a los verbos en las tablas propuestas durante los siguientes capítulos. A continuación, se listan los verbos seguidos de cada una de sus acciones.

3.1 Localizar (*to Locate*):

A01: Ubicar un objeto siguiendo un sonido.

A02: Seguir indicaciones visuales (Caminar) en el EV para ubicar un objeto.

A03: Observar un mapa en el cual se encuentre la ubicación de un objeto.

A04: Encerrar en el mapa la ubicación de un objeto con un criterio.

A05: Trazar una ruta directo a la ubicación de un objeto en un mapa de acuerdo con un criterio.

A06: Perseguir un Personaje No Jugable para encontrar algo desconocido.

A07: Recoger un objeto de una posición determinada en un EV.

A08: Visualizar una imagen para encontrar un lugar en un EV.

3.2 Describir (*to Describe*):

A09: Dado un conjunto de etiquetas, arrastrarlas a un espacio en blanco (*Canvas*) de tal forma que se realice una descripción.

A10: Seleccionar etiquetas en serie de acuerdo con un criterio.

A11: Arrastrar un conjunto de etiquetas en un orden específico de acuerdo con un criterio.

A12: Elegir un objeto de acuerdo con un conjunto de etiquetas.

A13: Seleccionar una imagen de acuerdo con una descripción dada por medio de un texto o audio.

3.3 Elegir (*to Choose*):

A14: Dado un conjunto de elementos 3D distribuidos, recoger uno o varios elementos de acuerdo con un criterio.

A15: Apuntar con el control virtual a un conjunto de elementos virtuales dado un patrón o comando.

A16: Tocar con la mano virtual uno o varios objetos dado un patrón o comando.

A17: Arrastrar un objeto virtual a otro de acuerdo con un criterio.

A18: Tocar un botón virtual de acuerdo con un criterio.

A19: Pulsar un conjunto de palancas de acuerdo con un criterio.

A20: Encerrar con un trazo virtual un conjunto de elementos.

A21: Pasar por encima de un objeto.

A22: De acuerdo con varios sonidos emitidos, apuntar al objeto (conocido) que lo está produciendo.

A23: Tocar un conjunto de objetos con otro.

3.4 Ordenar (*to Order*):

A24: Arrastrar un conjunto elementos en un orden específico de acuerdo con un criterio.

A25: Dado un conjunto de elementos 3D distribuidos, recoger y organizar uno o varios elementos de acuerdo con un criterio (una posición determinada).

A12: Arrastrar un conjunto de etiquetas en un orden específico de acuerdo con un criterio.

A26: Organizar un conjunto de objetos para formar una figura mayor.

A16: Apuntar con el apuntador virtual a un conjunto de elementos virtuales de tal manera que se especifique un orden dado un patrón o comando.

A27: Escuchar un conjunto de sonidos y organizarlos de acuerdo con un criterio.

3.5 Encontrar (*to Find*):

A16: Apuntar con el control virtual a un conjunto de elementos virtuales dado un patrón o comando.

A02: Seguir una ruta virtual marcada por un indicador o guía en el espacio 3D.

A03: Observar un mapa en el cual se encuentre la ubicación de un objeto.

A28: Abrir objetos virtuales (cofres, cajas y contenedores) con elementos virtuales de acuerdo con un criterio.

3.6 Identificar (*to Identify*):

A29: Distinguir (escoger) un objeto entre varios mostrados de acuerdo con el criterio.

A22: De acuerdo con varios sonidos emitidos, apuntar al objeto que lo está produciendo.

3.7 Etiquetar (*to Label*):

A30: Arrastrar un nombre en la parte superior de un objeto en un EV.

A31: De acuerdo con un conjunto de etiquetas, asignarlas al objeto que corresponde.

3.8 Nombrar (*to Name*):

A32: Escribir el nombre de un objeto en un EV.

A33: Decir el nombre de un objeto.

3.9 Recuperar (*to Recover*):

A01: Ubicar un objeto siguiendo un sonido.

A02: Seguir indicaciones visuales (Caminar) en el EV para ubicar un objeto.

A07: Recoger un objeto de una posición determinada en un EV.

3.10 Repetir (*to Repeat*):

A34: Imitar con las manos una secuencia de acuerdo con el criterio.

A35: Memorizar una secuencia de números o imágenes para recrearla de la misma manera en el EV.

Es importante tener en cuenta que cada una de las acciones propuestas anteriormente pueden hacer uso de una o varias características de la Realidad Virtual. Además, una acción puede satisfacer el cumplimiento de uno o varios verbos del nivel Recordar de la taxonomía de Bloom.

A continuación, se presenta en la Tabla 4 la clasificación de cada una de las acciones según los verbos que correspondan y a las características de la RV que se deben usar para su ejecución. Lo anterior con el fin de ayudar a priorizar aquellas acciones que serán óptimas para ser implementadas, según el número de verbos que satisfacen y la cantidad de características de RV que usen para brindar al alumno una experiencia más inmersiva.

Tabla 4

Relación de los verbos con las acciones que los pueden satisfacer con los elementos de la RV

Verbos	Elementos de la Realidad Virtual			
	3D	Háptico	Desplazamiento	Sonido Envolverte
Describir (to Describe)	A12	A09 A10 A11 A12 A13		
Localizar (to Locate)	A01 A02 A06 A07 A08	A04 A05 A07 A08	A01 A02 A03 A06 A07 A08	A01 A02 A06 A08
Elegir (to Choose)	A14 A15 A16 A17 A18 A19 A21 A22 A23	A14 A15 A16 A17 A18 A19 A20 A22 A23	A14 A16 A17 A21	A22
Ordenar (to Order)	A24 A25 A26 A27	A11 A15 A24 A25 A26 A27	A24 A25 A26	A27
Encontrar (to Find)	A02 A15 A28	A15 A28	A02 A03 A15 A28	A02 A28
Identificar (to Identify)	A22 A29	A22 A29		A22 A29
Etiquetar (to Label)	A30 A31	A30 A31		

Nombrar (to Name)	A32 A33	A32 A33		A36
Recuperar (to Recover)	A01 A02 A07	A07	A01 A02 A07	A01 A02
Repetir (to Repeat)	A34 A35	A34 A35		A35

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 4 se puede observar que las acciones que utilizan la mayor cantidad de elementos de la RV se encuentran distribuidas en los verbos: encontrar, elegir, localizar, ordenar y recuperar. Debido a esto, las acciones para los verbos anteriores se consideran de mayor complejidad respecto al resto de verbos. El nivel de complejidad de una acción es directamente proporcional al nivel de inmersión en el EV, es decir entre más características de la RV posea una acción, mayor inmersión requiere el participante.

A partir de lo anterior, se concluye que las acciones de mayor complejidad son aquellas que utilizan mayor cantidad de características de la RV, es decir, A08, A28, y que a su vez están distribuidas en los verbos: encontrar, elegir, localizar, ordenar y recuperar. Dentro de las acciones que más se repiten (se utilizan) entre los verbos del primer nivel se encuentran A02 y A15.

Por las similitudes encontradas de los verbos del primer nivel de la taxonomía de Bloom, se propone la relación entre cada una de las acciones previamente mencionadas con los tipos de conocimiento. Es importante resaltar que cada acción puede relacionarse con uno o varios tipos de conocimiento que se pueden encontrar implícitos en ellas que serán marcados con una 'X', y además es posible de acuerdo con la acción satisfacer opcionalmente uno o varios tipos de conocimiento que son marcados con una 'O'.

Tabla 5

Relación de cada acción con los tipos de conocimiento

Acciones	Descripción	Tipos de Conocimiento			
		Fáctico	Conceptual	Procedimental	Metacognitivo
A01	Ubicar un objeto siguiendo un sonido	X			
A02	Seguir indicaciones visuales (Caminar) en el EV para ubicar un objeto	X	X	X	

A03	Observar un mapa en el cual se encuentre la ubicación de un objeto	X	X		
A04	Encerrar en el mapa la ubicación de un objeto con un criterio	X	X		X
A05	Trazar una ruta directo a la ubicación de un objeto en un mapa de acuerdo con un criterio	O	X		X
A06	Perseguir un Personaje No Jugable para encontrar algo desconocido			X	
A07	Recoger un objeto de una posición determinada en un EV	X	X		
A08	Visualizar una imagen para encontrar un lugar en un EV	X			
A09	Dado un conjunto de etiquetas, arrastrarlas a un espacio en blanco de tal forma que se realice una descripción	X	X		
A10	Seleccionar etiquetas en serie de acuerdo con un criterio		X	X	X
A11	Arrastrar un conjunto de etiquetas en un orden específico de acuerdo con un criterio		X	X	X
A12	Elegir un objeto de acuerdo con un conjunto de etiquetas		X		
A13	Seleccionar una imagen de acuerdo con una descripción dada por medio de un texto o audio	X	X		
A14	Dado un conjunto de elementos 3D distribuidos, recoger uno o varios elementos de acuerdo con un criterio	X	X	O	X
A15	Apuntar con el control virtual a un conjunto de elementos virtuales dado un patrón o comando		X	O	X
A16	Tocar con la mano virtual uno o varios objetos dado un patrón o comando		X	O	X
A17	Arrastrar un objeto virtual a otro de acuerdo con un criterio	X	X	O	
A18	Tocar un botón virtual de acuerdo con un criterio		X		X
A19	Pulsar un conjunto de palancas de acuerdo con un criterio		X	O	X
A20	Encerrar con un trazo virtual un conjunto de elementos		X		
A21	Pasar por encima de un objeto	X			
A22	De acuerdo con varios sonidos emitidos, apuntar al objeto (conocido) que lo está produciendo	X	X		
A23	Tocar un conjunto de objetos con otro	X	X	O	
A24	Arrastrar un conjunto elementos en un orden específico de acuerdo con un criterio			X	
A25	Dado un conjunto de elementos 3D distribuidos, recoger y organizar uno o varios elementos de acuerdo con un criterio (una posición determinada)			X	
A26	Organizar un conjunto de objetos para formar una figura mayor			X	X

A27	Escuchar un conjunto de sonidos y organizarlos de acuerdo con un criterio			X	
A28	Abrir objetos virtuales (cofres, cajas y contenedores) con elementos virtuales de acuerdo con un criterio	X		X	
A29	Distinguir (escoger) un objeto entre varios mostrados de acuerdo con el criterio		X		
A30	Arrastrar un nombre en la parte superior de un objeto en un EV		X		
A31	De acuerdo con un conjunto de etiquetas, asignarlas al objeto que corresponde		X		
A32	Escribir el nombre de un objeto en un EV		X		
A33	Decir el nombre de un objeto		X		
A34	Imitar con las manos una secuencia de acuerdo con el criterio	X		X	
A35	Memorizar una secuencia de números o imágenes para recrearla de la misma manera en el EV	X		X	

Fuente: Elaboración propia

Nota. X: Tipo de conocimiento que se satisface O: Tipo de conocimiento que se puede satisfacer

En la Tabla 5 se presentan un conjunto de acciones que según su clasificación con los tipos de conocimiento pueden ser utilizadas para cumplir con un objetivo de aprendizaje que abarca uno o varios tipos de conocimiento. Lo anterior, se considera relevante como base conceptual para la construcción del *Framework*.

Se realizó una reunión con el doctor en Ciencias de la Educación Miguel Hugo Corchuelo Mora, quien realizó la validación de las acciones que se definieron por cada verbo del primer nivel de la taxonomía de Bloom. Adicionalmente, a partir de dicha reunión se determinó asociar los tipos de conocimiento a los verbos y a las acciones propuestas, con el fin de facilitar el uso de otras taxonomías.

Las acciones que puedan ser usadas para adquirir mayor cantidad de tipos de conocimiento serán potencialmente desarrolladas dentro del *Framework* al aportar significativamente a los objetivos de aprendizaje. Estas acciones al ser más complejas pueden ser utilizadas en el desarrollo de más de una actividad de aprendizaje.

La mayoría de las acciones están relacionadas con el conocimiento fáctico, al ser acciones basadas en el primer nivel de la taxonomía de Bloom (Recordar). Además, la RV, al ser una tecnología inmersiva se centra en las percepciones sensoriales. Las acciones que son menos complejas (que se relacionan con sólo un tipo de conocimiento) son más puntuales para el desarrollo de una actividad de aprendizaje al ser más específicas y concretas.

A continuación, en la Tabla 6 se realiza la descripción detallada de cada una de las acciones mencionadas previamente, así como las dependencias que se presentan entre cada una de ellas.

Además, se tiene en cuenta la posible combinación que hay entre una determinada acción y otra para realizar una actividad de aprendizaje; es decir las acciones que se pueden complementar. También se enfatiza en los requerimientos técnicos que pueden ir en la implementación de las acciones, así como el tiempo estimado para el desarrollo de cada una de ellas.

Tabla 6

Especificación de acciones del primer nivel de la taxonomía de Bloom

Acciones	Nombre	Descripción	Dependencias	Posible Combinación	Requerimientos Técnicos	Tiempo Estimado (horas)
A01	Ubicar un objeto siguiendo un sonido	Un objeto 3D ubicado en el entorno virtual emite un sonido que será captado por el aprendiz y deberá ser encontrado según su percepción auditiva		A04, A05, A07, A09, A28, A30, A31, A33	<ul style="list-style-type: none"> Objeto 3D <i>Audio Source</i> <i>Audio Listener</i> Sonido Envolverte 	3
A02	Seguir indicaciones visuales (Caminar) en el EV para ubicar un objeto	A través de una indicación visual ubicada en la parte superior de la pantalla definida por el desarrollador (flecha, lápiz, antena), el aprendiz deberá seguir el camino hasta llegar al objeto de destino		A04, A05, A07, A09, A10, A11, A21, A28, A29, A30, A31, A33	<ul style="list-style-type: none"> Objeto 3D recogible Objeto 3D guía Función que mueve el objeto 3D guía 	13
A03	Observar un mapa en el cual se encuentre la ubicación de un objeto	El aprendiz deberá presionar un botón para abrir el mapa (definido por el desarrollador) que mostrará la información del objeto que debe ubicar el aprendiz		A01, A05, A06, A07, A19, A21, A22, A28, A30, A32, A33	<ul style="list-style-type: none"> Objeto 3D recogible Objeto 2D 	5
A04	Encerrar en el mapa la ubicación de un objeto con un criterio	El aprendiz deberá presionar un botón para abrir el mapa y junto a un objeto 3D (lápiz, laser, tiza) podrá encerrar en el mapa la ubicación de la representación de un objeto	A03	A01, A02, A06, A07, A08, A28, A30, A32, A33	<ul style="list-style-type: none"> Objeto 3D recogible Objeto 3D para seleccionar Objeto 2D 	5

A05	Trazar una ruta directo a la ubicación de un objeto en un mapa de acuerdo con un criterio	El aprendiz deberá presionar un botón para abrir el mapa y junto a un objeto 3D (lápiz, láser, tiza) podrá trazar en el mapa la ruta desde su posición hasta la posición de un objeto. El desarrollador definirá un número de rutas, si la ruta trazada por el aprendiz coincide con una el caso es exitoso.	A03	A01, A02, A03, A06 A07, A08, A10, A11 A28, A30, A32, A33	<ul style="list-style-type: none"> Objeto 3D recogible Objeto 3D para seleccionar Objeto 2D 	8
A06	Perseguir un Personaje No Jugable para encontrar algo desconocido	El aprendiz deberá perseguir un PNJ definido por el desarrollador que recorrerá una ruta específica para encontrar un objeto		A03, A04, A05, A07 A10, A11, A13, A18 A21, A28, A30, A32 A33	<ul style="list-style-type: none"> Objeto 3D recogible PNJ Nodos que marcan la ruta 	8
A07	Recoger un objeto de una posición determinada en un EV	Al estar cerca de un objeto 3D recogible el aprendiz podrá recoger dicho objeto haciendo que desaparezca del EV y será accesible para el desarrollador en caso de que lo requiera		A01, A02, A03, A04 A05, A06, A09, A13 A17, A18, A20, A21 A22, A23, A25, A26 A27, A28, A30, A31, A32, A33, A34, A35	<ul style="list-style-type: none"> Objeto 3D recogible 	5
A08	Visualizar una imagen para encontrar un lugar en un EV	El aprendiz deberá presionar un botón definido por el desarrollador para visualizar una imagen determinada. La imagen será visualizada en la interfaz gráfica.		A04, A05, A12, A13 A14, A16, A18, A19 A20, A22, A25, A28 A35	<ul style="list-style-type: none"> Objeto 2D 	5
A09	Dado un conjunto de etiquetas, arrastrarlas a un espacio en blanco de tal forma que se realice una descripción	El aprendiz deberá arrastrar un conjunto de etiquetas (definidas por el desarrollador) para hacer una descripción del objeto 3D que se requiere		A02, A07, A22, A29 A30, A31, A32, A33	<ul style="list-style-type: none"> Etiquetas Objeto 3D 	13

A10	Seleccionar etiquetas en serie de acuerdo con un criterio	El aprendiz deberá seleccionar mediante un apuntador definido por el desarrollador un conjunto de etiquetas en un orden específico para describir un objeto		A02, A05, A06, A07 A14, A16, A17, A21 A22, A23, A29, A32, A33	<ul style="list-style-type: none"> • Etiquetas • Objeto 3D 	8
A11	Arrastrar un conjunto de etiquetas en un orden específico de acuerdo con un criterio	El aprendiz deberá arrastrar un conjunto de etiquetas (definidas por el desarrollador) a un espacio predefinido de acuerdo con el criterio establecido por el desarrollador		A02, A05, A06, A07 A14, A16, A17, A21 A22, A23, A29, A32, A33	<ul style="list-style-type: none"> • Etiquetas • Objeto 3D 	8
A12	Elegir un objeto de acuerdo con un conjunto de etiquetas	El aprendiz deberá seleccionar un objeto con un apuntador definido por el desarrollador que de acuerdo con un conjunto de etiquetas ordenadas		A07, A08, A17, A18 A19, A21, A23, A28 A29, A33	<ul style="list-style-type: none"> • Etiquetas • Objeto 3D 	8
A13	Seleccionar una imagen de acuerdo con una descripción dada por medio de un texto o audio	El desarrollador podrá introducir un texto o un audio en el editor, que describe la imagen correcta y el aprendiz deberá seleccionarla		A06, A07, A08, A21 A29, A30, A32, A33	<ul style="list-style-type: none"> • Imagen • <i>AudioSource</i> 	8
A14	Dado un conjunto de elementos 3D distribuidos, recoger uno o varios elementos de acuerdo con un criterio	El aprendiz deberá recoger uno o varios elementos 3D de acuerdo con un criterio establecido por el desarrollador	A07	A08, A10, A11, A15 A16, A19, A20, A24 A25, A26, A27, A28 A31, A34, A35	<ul style="list-style-type: none"> • Objeto 3D recogible 	13
A15	Apuntar con el control virtual a un conjunto de elementos virtuales dado un patrón o comando	El aprendiz deberá apuntar con un apuntador (definido por el desarrollador) a un conjunto de objetos 3D de acuerdo con un criterio establecido por el desarrollador		A14, A16, A19, A20 A24, A25, A28, A29 A30, A31, A32, A34	<ul style="list-style-type: none"> • Objetos 3D • Apuntador 	5
A16	Tocar con la mano virtual uno o varios	Haciendo uso de los controles hápticos, el aprendiz tocará con su mano unos o varios		A08, A10, A11, A14 A15, A19, A20, A22	<ul style="list-style-type: none"> • Objetos 3D • Mano Virtual 	3

	objetos dado un patrón o comando	objetos 3D (definidos por el desarrollador) de acuerdo con el criterio establecido por el desarrollador		A24, A25, A26, A28 A29, A31		
A17	Arrastrar un objeto virtual a otro de acuerdo con un criterio	El aprendiz debe arrastrar y soltar un objeto dentro/encima de otro		A07, A10, A11, A12 A18, A19, A21, A23 A26, A28, A29, A30, A31	<ul style="list-style-type: none"> Objeto 3D arrastrable 	5
A18	Tocar un botón virtual de acuerdo con un criterio	El aprendiz deberá tocar un botón definido por el desarrollador de acuerdo con un criterio determinado		A06, A08, A07, A12 A17, A19, A20, A22 A23, A28, A35	<ul style="list-style-type: none"> Objetos 3D 	8
A19	Pulsar un conjunto de palancas de acuerdo con un criterio	El aprendiz deberá presionar un conjunto de interruptores definidos por el desarrollador de acuerdo a un determinado criterio		A03, A08, A12, A14 A15, A16, A17, A18 A22, A23, A28, A35	<ul style="list-style-type: none"> Objetos 3D 	8
A20	Encerrar con un trazo virtual un conjunto de elementos	El aprendiz deberá encerrar con ayuda de un láser 3D un conjunto de elementos 3D	A15	A07, A08, A14, A15 A16, A18, A25, A26	<ul style="list-style-type: none"> Objeto 3D Láser 	8
A21	Pasar por encima de un objeto	El aprendiz debe pasar por encima de un objeto definido por el desarrollador, el cual podrá ser accedido después de la interacción		A02, A03, A06, A07 A10, A11, A12, A13 A17, A22, A23, A28 A29, A33	<ul style="list-style-type: none"> Objeto 3D 	5
A22	De acuerdo con varios sonidos emitidos, apuntar al objeto (conocido) que lo está produciendo	Luego de escuchar una serie de sonidos el aprendiz deberá apuntar con el láser 3D al objeto 3D conocido que está produciendo el correspondiente sonido		A03, A07, A08, A09 A10, A11, A16, A18 A19, A21, A27, A28 A29, A31, A33	<ul style="list-style-type: none"> Objeto 3D <i>AudioSource</i> <i>AudioList</i> 	5
A23	Tocar un conjunto de objetos con otro	El aprendiz debe de tocar, trasladar o interceptar un conjunto de objetos a otro objeto virtual	A17	A07, A10, A11, A12 A18, A19, A21, A25 A27, A28, A29, A30	<ul style="list-style-type: none"> Objeto 3D <i>ArrayList</i> 	20

A24	Arrastrar un conjunto de elementos en un orden específico de acuerdo con un criterio	El aprendiz deberá arrastrar un conjunto de elementos 3D (definidos por el desarrollador) a un espacio predefinido de acuerdo con el criterio establecido por el desarrollador		A14, A15, A16, A25, A26, A28	<ul style="list-style-type: none"> Objetos 3D 	13
A25	Dado un conjunto de elementos 3D distribuidos, recoger y organizar varios elementos de acuerdo con un criterio (una posición determinada)	Haciendo uso de los controles hápticos, el aprendiz debe recoger objetos 3D (definidos por el desarrollador) que están distribuidos y luego soltarlos en orden de acuerdo con el criterio definido por el desarrollador		A07, A08, A14, A15, A16, A20, A24, A25, A28, A34, A35	<ul style="list-style-type: none"> Objetos 3D 	20
A26	Organizar un conjunto de objetos para formar una figura mayor	El aprendiz debe arrastrar y soltar en orden un objeto dentro/encima de otro para formar una figura mayor definida por el desarrollador		A07, A14, A16, A17, A20, A24, A27, A28, A30, A32, A33	<ul style="list-style-type: none"> Objetos 3D 	20
A27	Escuchar un conjunto de sonidos y organizarlos de acuerdo con un criterio	El aprendiz debe organizar los objetos que emiten los sonidos de acuerdo con el criterio establecido por el desarrollador		A07, A14, A22, A25, A26, A28, A29, A34	<ul style="list-style-type: none"> Objetos 3D <i>Audio Listener</i> 	13
A28	Abrir objetos virtuales (cofres, cajas y contenedores) con elementos virtuales	El desarrollador debe especificar el objeto 3D que ejecutará la acción (abrir, cerrar, reproducir un sonido) y el objeto 3D que activará dicha acción	A07 A17	A01, A02, A03, A04, A05, A06, A07, A08, A12, A14, A15, A16, A17, A18, A19, A21, A22, A23, A24, A25, A26, A27, A30, A31, A32, A33, A34, A35	<ul style="list-style-type: none"> Objetos 3D <i>Audio Listener</i> 	40
A29	Distinguir (escoger) un objeto entre varios mostrados de acuerdo con el criterio	El estudiante deberá elegir un objeto 3D (determinado por el desarrollador) de un conjunto de objetos 3D mediante un criterio establecido	A07	A02, A09, A10, A11, A12, A13, A15, A16, A17, A21, A22, A27, A31, A32, A33	<ul style="list-style-type: none"> Objetos 3D 	13

A30	Arrastrar un nombre en la parte superior de un objeto en un EV	El aprendiz deberá arrastrar una etiqueta con el nombre de un objeto a la parte superior de un objeto 3D	A17	A01, A02, A03, A04 A05, A06, A07, A09 A13, A15, A17, A26 A28, A32, A33	<ul style="list-style-type: none"> • Objeto 3D • Etiquetas 	8
A31	De acuerdo con un conjunto de etiquetas, asignarlas al objeto que corresponde	El aprendiz deberá de arrastrar a cada uno de los objetos mostrados, las etiquetas según correspondan a lo establecido por el desarrollador	A17	A01, A02, A07, A09 A10, A14, A15, A16 A17, A22, A28, A29	<ul style="list-style-type: none"> • Objetos 3D • Etiquetas 	13
A32	Escribir el nombre de un objeto en un EV	De acuerdo con un objeto 3D mostrado (definido por el desarrollador), el aprendiz escribirá el nombre correspondiente haciendo uso del teclado virtual		A03, A04, A05, A06 A07, A09, A10, A11 A13, A15, A26, A28 A29, A30, A32, A35	<ul style="list-style-type: none"> • Objeto 3D • Teclado 3D 	13
A33	Decir el nombre de un objeto	El aprendiz deberá hablar para que por medio de un dispositivo que identifique la voz pueda nombrar el objeto 3D determinado por el desarrollador		A01, A02, A03, A04 A05, A06, A07, A09 A10, A11, A12, A13 A21, A22, A26, A28 A29, A30, A32	<ul style="list-style-type: none"> • Objeto 3D • Plugin de escucha de voz 	40
A34	Imitar con las manos una secuencia de a los movimientos de un PNJ	El aprendiz deberá repetir con las manos mediante los dispositivos hápticos una secuencia determinada por el desarrollador		A01, A07, A08, A14 A15, A25, A27, A28	<ul style="list-style-type: none"> • PNJ • Plugin que detecta movimiento 	40
A35	Memorizar una secuencia de números o imágenes para recrearla de la misma manera en el EV	El desarrollador establece un conjunto de números o imágenes que tendrán un orden, el cual el aprendiz deberá replicar en el EV		A01, A07, A08, A14 A18, A19, A25, A28 A32	<ul style="list-style-type: none"> • Imágenes • Plugin que detecta movimiento 	13

Fuente: Elaboración Propia

Luego de establecer las posibles relaciones entre cada una de las acciones, se calculó la frecuencia y se estimó la cantidad de horas de cada una para proceder con la priorización y definición de aquellas que se implementaron. Es necesario recalcar que se hizo también una tabla de dependencias en la cual se especificaron las acciones que dependen de otras para, asimismo determinar cuáles son las más relevantes.

En la Tabla 7 se muestran aquellas acciones que tienen la mayor cantidad de posibles combinaciones con otras, siendo así A28 y A07 las acciones con mayor frecuencia. A continuación, se presenta una tabla donde se observan las siete (7) acciones con mayor frecuencia.

Tabla 7

Cantidad de posibles combinaciones de cada acción

Identificación de la Acción	Estimación en Horas	Número Combinaciones
A28	40	28
A07	5	27
A33	40	18
A32	13	17
A29	13	16
A30	8	16
A14	13	15
A22	5	15
A08	5	14

Teniendo en cuenta las acciones ordenadas de mayor a menor frecuencia, se implementaron las primeras siete (7) de treinta y cinco (35) acciones, teniendo en cuenta aquellas que tienen mayor frecuencia y, además, que tienen menor cantidad de horas estimadas para su desarrollo. Se escogen estas siete acciones ya que representan el 20% de la totalidad y según el principio de Pareto el esfuerzo de este porcentaje representa el 80% de los resultados (Harvey & Sotardi, 2018). Las acciones A28 y A33 no se tuvieron en cuenta para la implementación debido a las implicaciones técnicas que conlleva el reconocimiento de voz (para el caso de la A33), y al tiempo requerido para su implementación. Además, se implementaron las acciones A03, A07, A15 y A17 que son necesarias para la construcción de otras. En el caso particular de VRTBloom se implementó el 40% de las acciones por lo que se incluyeron aquellas que dependían de las ya mencionadas y que no demandaban mucho tiempo para su desarrollo.

Por lo anterior las acciones que fueron seleccionadas para su implementación son las siguientes: A01, A03, A07, A08, A14, A15, A16, A17, A22, A23, A29, A30, A31 y A32. El análisis detallado de la priorización se puede encontrar en el Anexo A.

Luego de haber caracterizado cada una de las acciones, se presenta la etapa de diseño de las Actividades de Aprendizaje en Realidad Virtual donde se seleccionaron y generaron aquellos artefactos más relevantes para orientar al desarrollador durante el proceso de creación de las AARV.

4 Diseño de Actividades de Aprendizaje en Realidad Virtual

El marco de trabajo propuesto en el presente trabajo incluye un conjunto de recomendaciones para el diseño de AARV. Estas recomendaciones toman la forma de un proceso de desarrollo que involucra distintos roles. En el diseño de las AARV se involucran dos roles fundamentales que son: el rol de tutor que desempeña el papel del docente el cual necesita crear una AARV para que sus aprendices alcancen un objetivo de aprendizaje, y el rol de desarrollador que va a ser el encargado de desarrollar la AARV planteada por el tutor.

4.1 Proceso de Creación de AARV

Como base para la definición del proceso para la creación de AARV se realizó el Mapeo Sistemático para la creación de Actividades de Aprendizaje con Realidad Virtual, donde se seleccionaron los procesos de diseño, construcción y evaluación como procesos fundamentales. Estos procesos se seleccionaron a partir de la tabla de frecuencia de fases por artículo del Anexo D. El artículo ha sido aprobado por la revista IJASEIT en categoría A2 según Minciencias (Ver Anexo D). Además, se diseñaron un conjunto de diagramas de procesos para esquematizar el proceso propuesto.

Para el diseño de acciones, el tutor se encargará de identificar el objetivo de aprendizaje basándose en la taxonomía de Bloom. Luego de haber identificado el objetivo de aprendizaje realiza un esquema donde define en qué consisten las AARV, con el objetivo de orientar al desarrollador a la hora de implementar las AARV. El tutor determina cual es el nombre de la AARV, escribe el objetivo de aprendizaje basado en la taxonomía de Bloom, establece el porcentaje de acierto de las AARV para evaluar los resultados de aprendizaje (de ser el caso). Luego realiza un documento con instrucciones fáciles de entender para la creación de la AARV. Además, especifica cuales son los aprendices a los cuales va dirigida la AARV. El desarrollador (encargado de implementar la AARV) recibe la información brindada por el tutor y realiza un análisis a profundidad. Es tarea del desarrollador especificar que herramienta de desarrollo va a ser de su elección (por ejemplo, Unity3D), así como el dispositivo de RV a utilizar (por ejemplo, en este trabajo, debido a su disponibilidad fueron las gafas Oculus Quest). Posteriormente realiza un esquema junto a una serie de prototipos que van a ser evaluados por el tutor, y en caso de ser aprobados se van a tener en cuenta durante el proceso de construcción de las AARV.

Una vez el tutor y el desarrollador llegan a un acuerdo sobre la estructura de la AARV, el desarrollador utiliza su entorno de desarrollo (por ejemplo, Unity3D) para llevar a cabo el desarrollo de esta.

En este trabajo se propone que, durante el desarrollo, la AARV se represente como una escena parametrizable (dentro del entorno de desarrollo), la cual se compone de objetos de

juego (*GameObjects*) que representarán el ambiente, obstáculos y demás decoraciones de la actividad. Esto con el fin de facilitar el desarrollo a través de la parametrización de los objetos de juego. En el presente trabajo se propone VRTBloom, un paquete instalable en el entorno de desarrollo Unity3D con el cual se facilita el desarrollo de AARV de esta manera.

La idea con esto es que el desarrollador personalice la AARV a través de la configuración del nombre, el objetivo de aprendizaje, el porcentaje de cumplimiento de la actividad, entre otros. Además, el desarrollador debe implementar las acciones que son representadas como objetos de juego asociadas a uno o más verbos del primer nivel de la taxonomía de Bloom y están compuestas por un conjunto de objetos, parámetros y scripts (componentes con comportamientos programados como “Tomar un objeto virtual”).

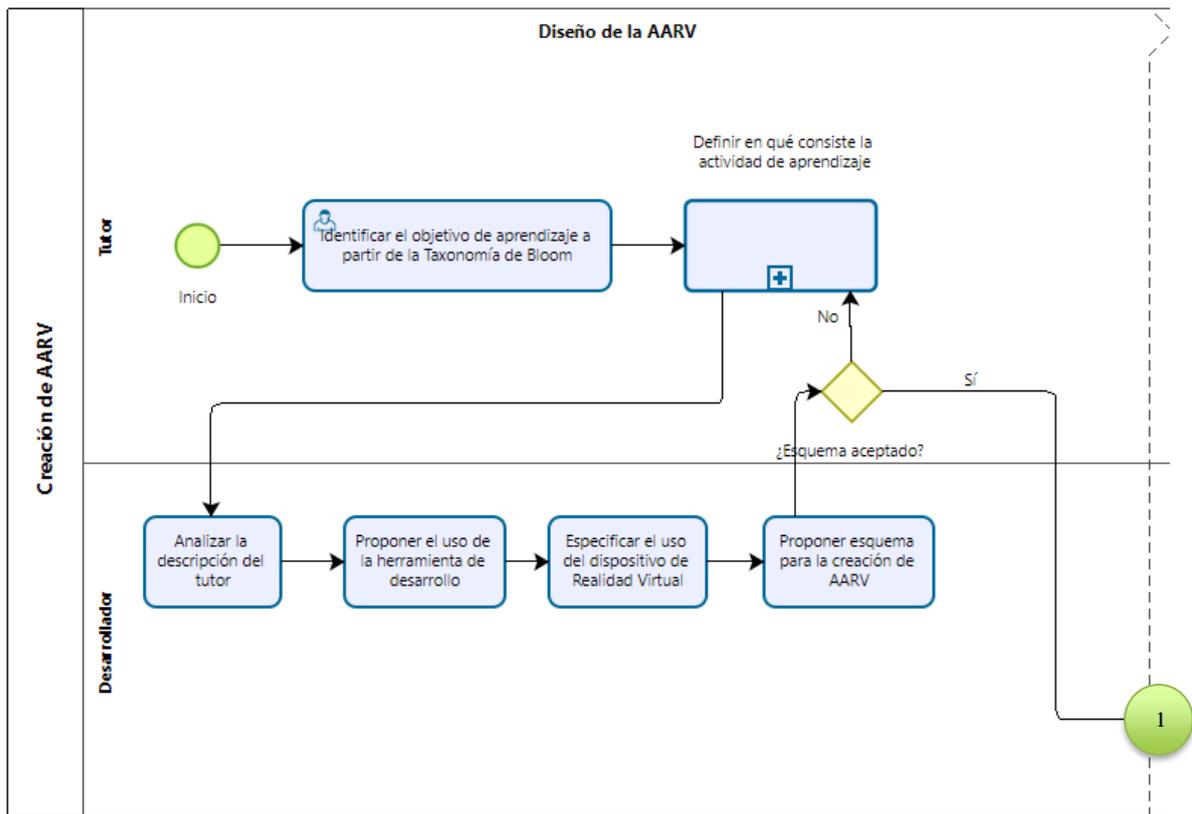
Cabe resaltar que las acciones van a ser utilizadas por el desarrollador en el *Framework* para la creación de AARV teniendo en cuenta que un conjunto de acciones constituye el origen de una actividad de aprendizaje.

Este proceso inicia con el diseño de la AARV que comprende las etapas donde el tutor realiza la definición detallada de la actividad de aprendizaje, la cual consiste en el nombre de la actividad, objetivo de aprendizaje, entorno en el que estarán los alumnos y porcentaje de aprobación de la actividad, para posteriormente entregársela al desarrollador, cuyas tareas serán analizar la descripción de lo que quiere el tutor.

Como se observa en la Figura 3, después de que el desarrollador analiza la descripción de la actividad de aprendizaje, deberá crear una propuesta, donde especifique el uso de la herramienta de desarrollo, dispositivo de RV y un prototipo en el cual se evidencien las acciones de aprendizaje que permitirán al alumno cumplir con el objetivo propuesto por el tutor que posteriormente, en caso de aprobación serán implementadas. Las acciones de aprendizaje a implementar se determinan de acuerdo con el verbo del objetivo que tiene la actividad diseñada por el tutor, para asimismo incluir aquellas que estén orientadas al tipo de actividad descritas en la sección Actividades de Aprendizaje.

Figura 3

Proceso de diseño para la creación de AARV



Una vez el tutor aprueba el prototipo del desarrollador, se da inicio al proceso de construcción en el cual se realiza la implementación de la propuesta. Este proceso de diseño continúa su curso con la etapa de construcción a partir del ítem '1' que se visualiza en la Figura 3 y en la Figura 4.

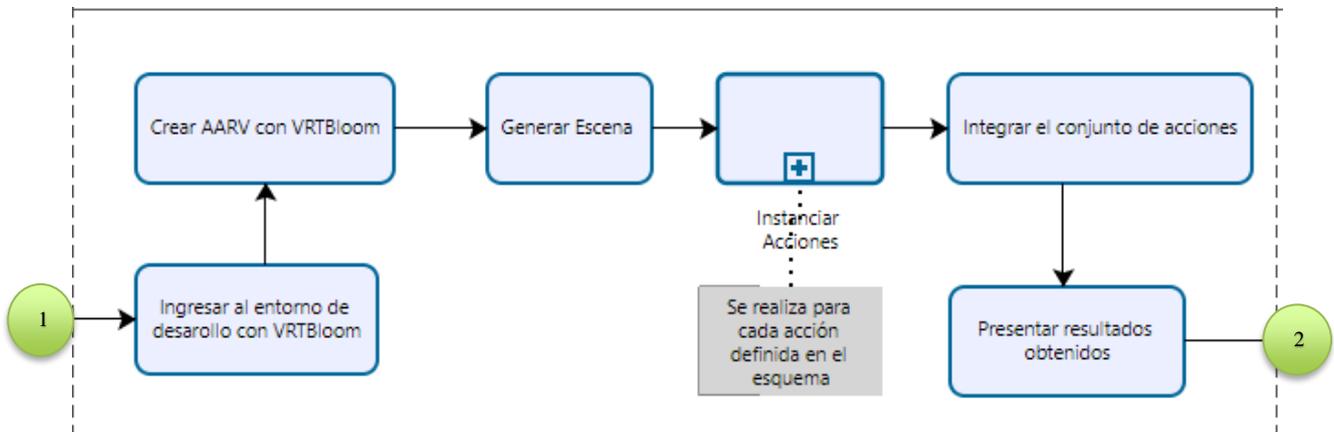
4.1.2 Construcción de la AARV

Luego de esto, el desarrollador realiza tareas como ingresar al entorno de desarrollo y comienza a desarrollar la AARV Figura 4. En este punto el desarrollador hace uso del *framework* VRTBloom para la creación de la AARV. El *framework* VRTBloom es un conjunto de funcionalidades programadas para facilitar el trabajo del desarrollador de AARV. En el Capítulo 5 se describe VRTBloom como un paquete de desarrollo para diversos entornos de desarrollo. Dentro del entorno de desarrollo debe realizar la configuración de la AARV definiendo su nombre, objetivo de aprendizaje, entorno y porcentaje de aprobación. Luego, procede a instanciar las acciones necesarias para el funcionamiento de la AARV (la cantidad de acciones a instanciar es proporcional a la complejidad de la AARV). El desarrollador identifica el verbo al que pertenece la acción para seleccionarla e instanciarla en el EV. Se continúa con la configuración de la acción donde se establece el nombre, porcentaje de aprobación, se añaden los modelos de los objetos, se decide si se crean instrucciones y también

si agregar o no un script para el comportamiento. Para finalizar con la creación de la AARV, se integran las acciones que se instanciaron previamente.

Figura 4

Proceso de construcción para la creación de AARV



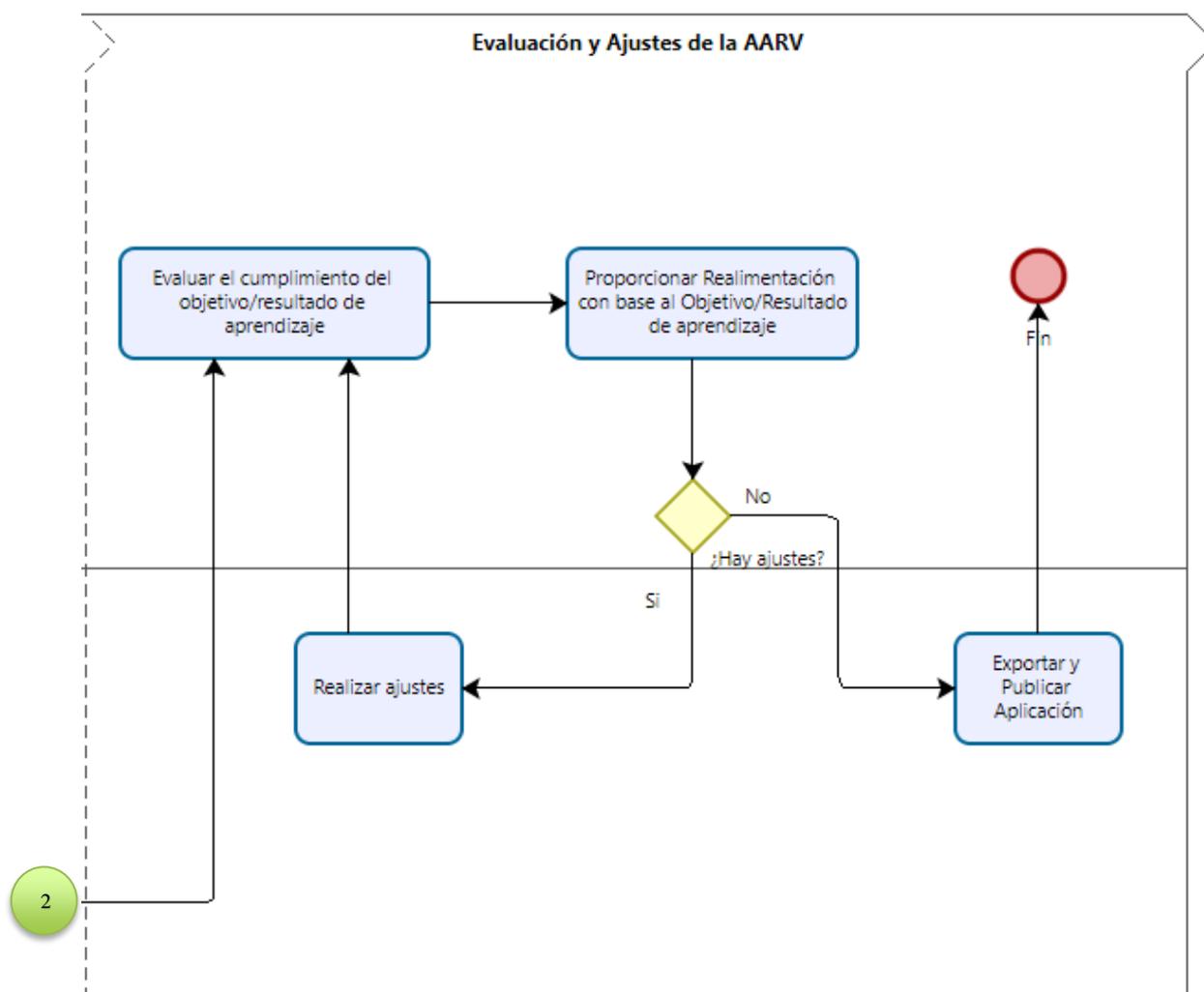
Por último, el desarrollador presenta los resultados obtenidos de la implementación de la AARV con la actividad funcionando en el dispositivo de RV. Estos resultados se reciben como entrada a la etapa de evaluación de la Figura 5. El proceso de construcción se conecta con el proceso de evaluación mediante el ítem ‘2’ que se visualiza en las Figura 4 y Figura 5.

4.1.1 Evaluación y Ajustes de la AAARV

Luego de que el desarrollador entrega los resultados obtenidos de la implementación, será el tutor quien evalúa el cumplimiento del objetivo y resultados de aprendizaje y tendrá en cuenta si la implementación tiene la capacidad de obtener los resultados esperados y si concuerdan con la actividad diseñada por el tutor, tal como se ve a continuación en la Figura 5.

Figura 5

Proceso de evaluación y ajustes para la creación de AARV



En caso de que la implementación propuesta por el desarrollador no cumpla con lo esperado por el tutor, deberá proporcionar una realimentación donde indique detalladamente los ajustes que debe se realizar a la implementación de la AARV, una vez realizados los ajustes correspondientes, el tutor deberá evaluar de nuevo el cumplimiento del desarrollo y si no existen cambios se procede a la exportación y publicación de la aplicación.

En este capítulo se presentó las Historias de Usuario que fueron necesarias durante el proceso de creación del *framework* VRTBloom. Adicionalmente, se define el proceso y subprocesos relevantes para la elaboración de una AARV el cual se puede ver completamente en Recursos Complementarios [Diagrama de Procesos](https://github.com/juanpvalencia/VRTBloomRecursosComplementarios/tree/main/Recursos%20Complementarios/Diagrama%20de%20Procesos)¹⁹. Donde se detalla desde el momento en que el tutor diseña la actividad inicial hasta que el desarrollador propone la actividad en RV

¹⁹ Recursos Complementarios:
<https://github.com/juanpvalencia/VRTBloomRecursosComplementarios/tree/main/Recursos%20Complementarios/Diagrama%20de%20Procesos>

y termina la implementación de esta. El siguiente capítulo contempla la creación de VRTBloom, donde se especifica el diseño, implementación y demostración de los artefactos necesarios para el proceso de creación de AARV tales como: diagrama de clases y diagrama de paquetes.

4.2 Historias de Usuario

Durante las etapas de análisis y diseño, se realizó la creación de Historias de Usuario (HU) para cada una de las acciones que se han descrito y priorizado previamente. En estas HU se describe cómo el usuario “desarrollador” va a hacer uso de cada acción a través de la funcionalidad de creación de acciones. Además, del resultado esperado junto a una cantidad de escenarios y sus respectivos criterios de aceptación. Estos criterios de aceptación explican el flujo de cada acción y sus caminos derivados. Por último, se detallan los eventos y comportamientos esperados del sistema.

A modo de ejemplo, a continuación, en la Tabla 8 , se presenta la historia de usuario de la acción A07 denominada *‘Recoger un Objeto’*.

Tabla 8

Historia de Usuario HU007 'Recoger un Objeto'

Identificador	Rol	Funcionalidad	Resultado	#Escenario	Criterios de aceptación	Contexto	Evento	Comportamiento esperado
HU-007	Como un desarrollador	Necesito crear una acción configurable que permita recoger un objeto de una posición determinada en un EV	Con la finalidad de crear una AARV donde el aprendiz lo utilizará posteriormente para interactuar con otros objetos	1	Flujo normal	En caso de que el desarrollador se encuentre en la pantalla del inspector y asigne correctamente el objeto 3D recogible, el botón con el cual recoger el objeto.	Cuando el desarrollador compile y ejecute el proyecto	El sistema ejecuta satisfactoriamente la escena
				2	No asignación de botón de mando	En caso de que el desarrollador se encuentre en la pantalla del inspector y no asigne un botón del mando para recoger el objeto recogible	Cuando el desarrollador compila el proyecto	El sistema asigna automáticamente el botón "lateral" del mando para recoger el objeto, obteniendo una referencia de este y ejecuta la escena correctamente
				3	No se encuentra el objeto 3D	En caso de que el desarrollador se encuentre en la pantalla del inspector y no asigne un objeto 3D recogible	Cuando el desarrollador compila el proyecto	El sistema despliega un mensaje de error con el siguiente texto: "No ha asignado el objeto 3D recogible, por favor realice una asignación", indicando el fallo de la operación

Dado que la Tabla 8 representa solo una de las acciones. Se pueden consultar las demás descripciones en la sección 7. Recursos Complementarios ([Historias de Usuario](#)²⁰).

²⁰ Recursos Complementarios:
<https://github.com/juanpvalencia/VRTBloomRecursosComplementarios/tree/main/Recursos%20Complementarios/Historias%20de%20Usuario>

5 VRTBloom: Marco de trabajo para la creación de AARV

VRTBloom es un marco de trabajo (*framework*) basado en el primer nivel de la taxonomía de Bloom desarrollado con el fin de facilitar la creación de AARV. El *framework* VRTBloom es un paquete desarrollado para Unity 3D cuyo enfoque principal viene dado por la creación de AARV, las cuales se forman a partir del conjunto de acciones, sus scripts y objetos de juego (*GameObjects*).

Para la construcción de VRTBloom se utilizó la metodología de desarrollo ágil Scrum (Schwaber & Sutherland, 2017), por lo tanto, se definieron tres (3) Sprints con una duración de tres (3) semanas cada uno, la especificación de cada sprint se puede ver en Especificación de Sprints, donde se encuentran las HU seleccionadas y los gráficos de *Burndown Chart* para cada Sprint. Durante el proceso se utilizaron sesiones de *daily meeting* para monitorear el proceso de creación de VRTBloom. Este proceso inició con la creación de las HU a partir de la lista de acciones caracterizadas que conformaron el *Product Backlog*. Para cada una de las HU se estimó el tiempo que tardaba el desarrollo de la acción para el *framework* con la técnica de *Planning Poker* que fue de utilidad para realizar la priorización de las acciones por frecuencia y cantidad de horas (*Sprint Backlog*). Luego se realizó el diseño de VRTBloom mediante diagramas de clases y paquetes que se presentan en este capítulo. Como herramienta de desarrollo se seleccionó Unity 3D debido a su compatibilidad con Oculus Quest y experiencia de desarrollo de los autores del presente proyecto.

Se realizaron los entregables susceptibles a cambios por los hallazgos de las pruebas unitarias realizadas para probar el *framework*. Posteriormente se expuso el funcionamiento de VRTBloom a los directores del proyecto para realizar la validación de este. Como resultado final se obtuvo la última versión del Paquete VRTBloom²¹ que fue proporcionado a los evaluadores. La retrospectiva del proyecto se obtuvo a través de los resultados de la aplicación del TAM3.

El dispositivo que se utiliza para la interacción con las AARV ya creadas utilizando VRTBloom son las gafas de RV Oculus Quest, debido a la disponibilidad de este dispositivo en el Grupo de Investigación en Inteligencia Computacional (GICO) y facilidad de uso del *framework* “*Oculus Integration*” que se encuentra en el entorno Unity 3D.

El *framework* VRTBloom utiliza el estilo de Aprendizaje Activo junto con el tipo de actividades Activas, pues al ser orientado al desarrollo de AARV se implementan las características de la RV (presencia, inmersión e interactividad) (Walsh & Pawlowski, 2002) las cuales se enfocan en el aprendizaje experimental. Por lo tanto, las AARV se asocian con el

²¹ Recursos Complementarios:

<https://github.com/juanpvalencia/VRTBloomRecursosComplementarios/tree/main/Recursos%20Complementarios/Evaluaci%C3%B3n>

constructivismo, donde los aprendices son autónomos y libres de interactuar con objetos en el Entorno Virtual, resolver acertijos, puzzles, adentrarse en simulaciones, entre otras cosas. Esto incrementa la motivación y se puede impulsar al aprendiz a investigar, experimentar, crear y obtener una realimentación para mejorar su aprendizaje (Martín-Gutiérrez et al., 2017). Si bien es cierto que los objetivos de aprendizaje para el primer nivel de la taxonomía de Bloom (Recordar) se centran en la memoria y no requieren un esfuerzo cognitivo alto, el *framework* abordará las AARV propuestas de manera activa para aprovechar al máximo los elementos de la RV.

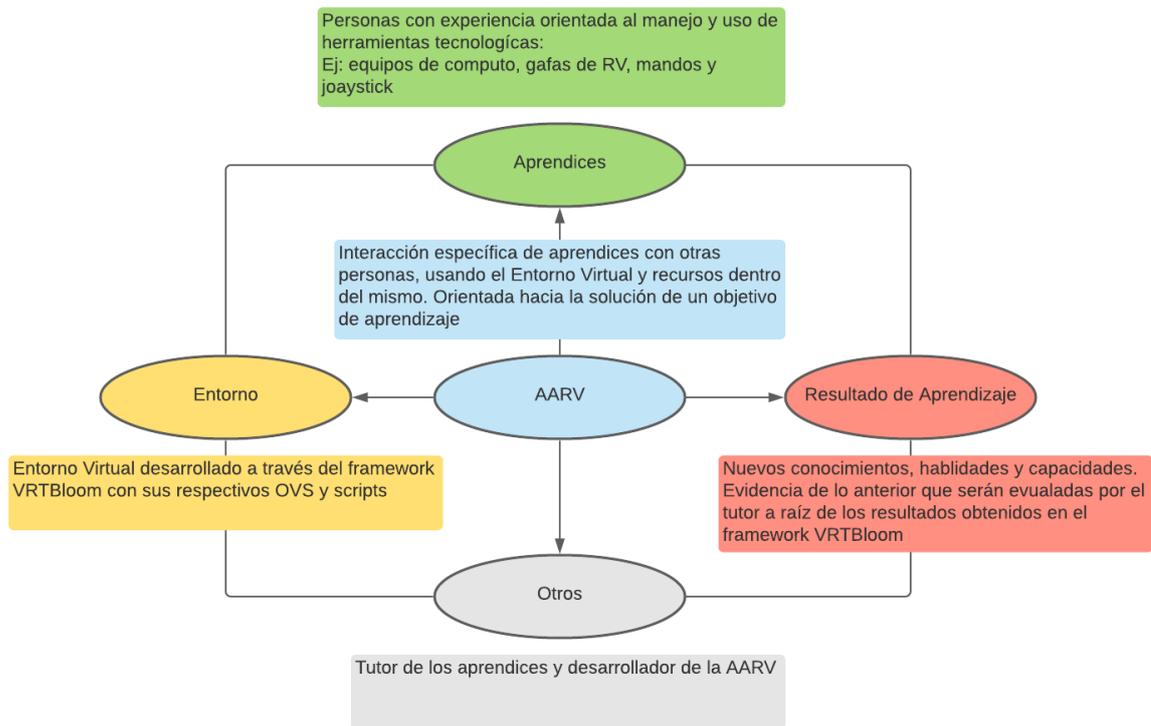
Dada la estructura de una actividad de aprendizaje activa planteados en la Figura 2. (Beetham, 2007), y siguiendo los pasos sugeridos en (*Planning and Developing Learning Activities*, 2020) para el diseño de una actividad de aprendizaje activa, para la estructuración de AARV en el *framework* VRTBloom, se presenta la siguiente organización:

1. Los ‘otros’, como parte de los elementos de una actividad, incluyen el guía o tutor, quien establece retos a los aprendices y define el inicio y fin de la actividad de aprendizaje que se está diseñando.
2. Los ‘aprendices’ como uno de los elementos más importantes se ven reflejados en el segundo paso, donde se define un propósito claro y se define el objetivo de aprendizaje basado en la taxonomía de Bloom.
3. El ‘entorno’, que se compone según (Beetham, 2007) de herramientas, recursos y artefactos, los cuales se ven durante el diseño de la actividad en la etapa de definir las instrucciones completas, interactivas y de fácil comprensión.
4. Los ‘resultados de aprendizaje’, incluyen las nuevas capacidades de los aprendices y/o artefactos del proceso de aprendizaje, por lo tanto, es posible identificar este elemento en el tercer paso del diseño de la actividad, donde se realiza un plan para evaluar el cumplimiento del objetivo de aprendizaje y un mecanismo para proporcionar realimentación. Como último paso para el diseño de la actividad se tiene la descripción de las herramientas que formaran parte del proceso, lo cual incluye elementos tanto físicos o virtuales que hacen parte del elemento ‘entorno’ descrito anteriormente.

Los elementos principales que se deben tener en cuenta para la creación de una actividad de aprendizaje son: Aprendiz, Entorno, Resultados de aprendizaje y Otros. Además, es importante saber que las AARV satisfacen el tipo de actividad de aprendizaje Activa, ya que permiten que los estudiantes construyan su propio conocimiento mediante sus experiencias al interactuar con el Entorno Virtual, es decir, un modelo constructivista, el cual plantea que las personas aprenden por las experiencias que viven, modificando sus esquemas cognitivos a partir de ellas (Martín-Gutiérrez et al., 2017; Radianti et al., 2020). A continuación, en la Figura 6 se presenta la estructura de una AARV en el *framework* VRTBloom.

Figura 6

Estructura de la Actividad de Aprendizaje en Realidad Virtual para VRTBloom



Fuente: Elaboración Propia

Los elementos de las actividades de aprendizaje para VRTBloom se describen en detalle a continuación:

- Los aprendices serán todos los usuarios de diferentes edades y niveles educativos cuyo propósito sea la adquisición de conocimientos acerca de las temáticas instruidas por un tutor. Estos aprendices deben contar con conocimientos básicos acerca de herramientas tecnológicas como computadores, manejo de joystick, mandos, gafas de RV. La complejidad para el manejo de las gafas de RV no es alta, por ende, se pueden dominar al realizar un tutorial.
- El 'entorno' es el entorno de aprendizaje virtual. Este entorno se conforma acciones donde se encuentran aquellos artefactos que el aprendiz puede utilizar (ayuda, objetos virtuales, instrucciones) para afianzar sus conocimientos y cumplir con el objetivo de aprendizaje. En este orden de ideas, las acciones son recursos fundamentales del entorno, pues de manera individual o en conjunto conforman la AARV. Además, estas acciones, se basan en la teoría de capítulos anteriores tomando como referencia el primer nivel de taxonomía de Bloom. Este EV será visualizado a través de las gafas de RV.
- Los resultados de aprendizaje en VRTBloom obtienen a medida que el aprendiz supera de manera exitosa la AARV propuesta por el tutor, alcanzando el objetivo de

aprendizaje planteado para la actividad. Los objetivos de aprendizaje se diseñan mediante la taxonomía de Bloom. Estos resultados de aprendizaje se pueden obtener para cada una de las acciones que conforman la AARV. Lo anterior se determina a través de una barra de porcentaje de completitud que se agrega como parámetro para la AARV y sus acciones. A partir de los resultados de aprendizaje generados por VRTBloom, el docente realiza la evaluación, no obstante, al completar cada acción de la actividad de aprendizaje, se obtiene una retroalimentación que permite al aprendiz observar los errores cometidos y obtener la experiencia necesaria para avanzar en su proceso de aprendizaje.

Por parte de “Otros”, se encuentra la interacción del aprendiz con otras personas o incluso con un agente que sea un soporte para el aprendiz en el entorno virtual, siendo así, un aprendizaje colaborativo. Se puede encontrar dentro de “Otros” al tutor como parte del proceso de formación del aprendiz actuando como soporte o guía y el desarrollador como creador de la AARV. Los elementos de aprendizaje son incluidos dentro de la estructura de una actividad de aprendizaje. VRTBloom se centra en la creación de una actividad de aprendizaje, por lo tanto, se deberá configurar el **nombre de la actividad**, su **objetivo de aprendizaje**, los **resultados de aprendizaje** que se usará para la actividad, adicionalmente se podrán agregar modelos 3D que se usarán en las acciones que conforman la actividad, por ejemplo, si se crea una actividad de un tema específica (frutas), el desarrollador podrá agregar modelos 3D en el panel de configuración de la actividad para que aparezcan en la parametrización de cada acción.

5.1 Implementación de Acciones Caracterizadas

Con base en la caracterización de las acciones en el capítulo 3, Caracterización de acciones asociadas al primer nivel de la taxonomía de Bloom, y teniendo en cuenta aquellas que fueron priorizadas, se implementó cada una de ellas.

La estructura para presentar la implementación de cada una de las acciones tiene la siguiente composición:

- Descripción: explica el funcionamiento de cada una de las acciones
- Ejemplo (opcional): se presenta una situación hipotética en la que se puede emplear dicha acción
- Parámetros: describe cada uno de los parámetros de dicha acción
- Evaluación: es la evaluación que brinda el *framework* VRTBloom al momento de finalizar una AARV

A continuación, se presenta la guía para la implementación de la Acción A23 'Tocar un conjunto de objetos con otro de acuerdo con un criterio'

Descripción

La acción llevará el **nombre acción** que se ingrese en el inspector. Esta acción instancia varios objetos de acuerdo con la necesidad del desarrollador, primero se instancia el objeto que

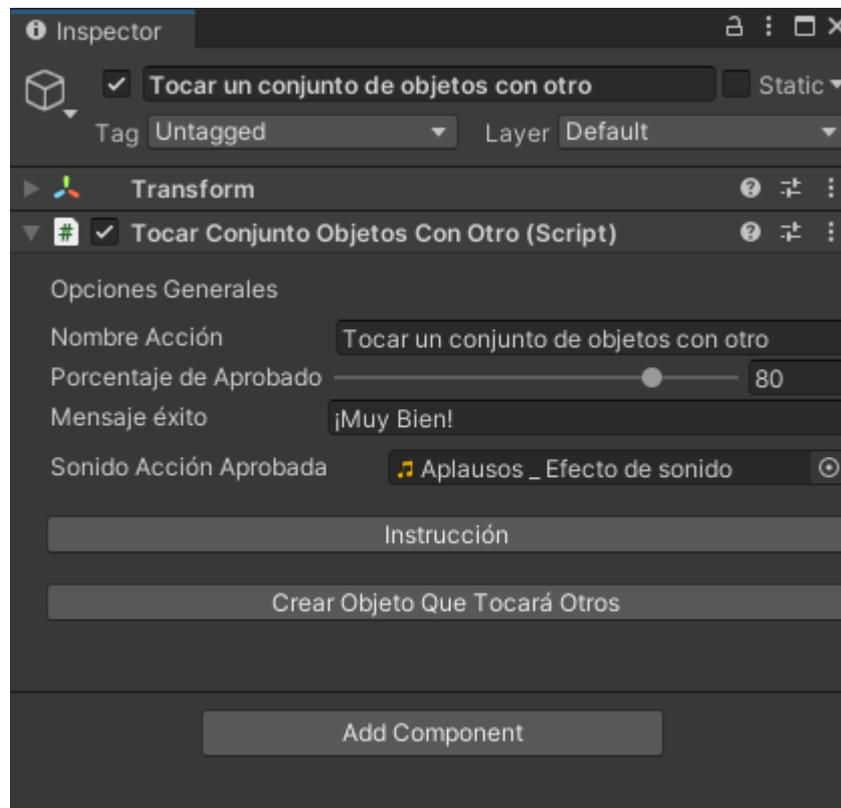
llevará el **nombre del objeto que toca a otro** y será una copia del **modelo del objeto que toca a otro**. Luego se podrán crear los **objetos tocables**, los cuales tendrán el **nombre del objeto tocable** y cada objeto será una instancia del **modelo objeto tocable** que será marcado como correcto o no según corresponda. Cuando la persona que interactúa coge (con la mano) el **objeto tocable** y lo lleva hasta el **objeto que toca a otro**, si el **objeto tocable** es **correcto**, entonces se ejecutarán los **eventos caso correcto** configurados en el momento de crear **objeto que toca a otro**, si el **objeto tocable** no es correcto, entonces se ejecutarán los **eventos caso incorrecto**. Al finalizar la actividad el sistema validará el porcentaje de objetos correctos que fueron arrastrados, si el porcentaje es mayor o igual al **porcentaje de aprobado** de la acción entonces se tomará la acción como aprobada.

Parámetros

A continuación, en la Figura 7, se visualizan los parámetros generales de la acción Tocar un conjunto de objetos con otro.

Figura 7

Acción Tocar un conjunto de objetos con otro

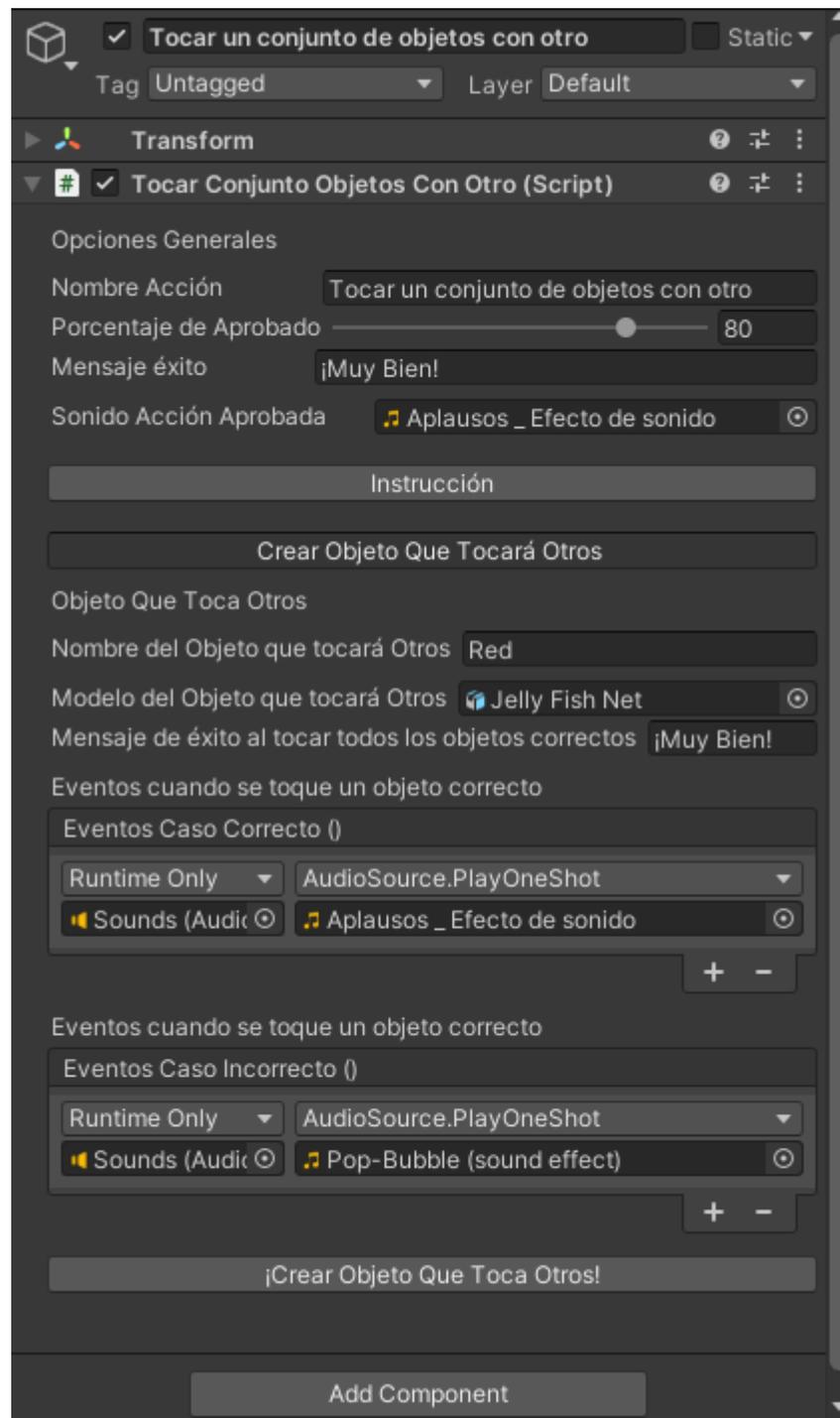


1. Nombre Acción: Es el nombre que tendrá el *GameObject* de la acción y el nombre que se mostrará al final en el panel de resultados junto al porcentaje de aciertos y desaciertos

2. Porcentaje de Aprobado: Es el porcentaje con el cual se asume que se aprueba la acción, por defecto se establece en 80% lo cual indica que si colisionan el 80% de los objetos marcados como correctos se aprobará la acción
3. Objeto que tocará otros
 - Nombre del objeto que toca a otro: Es el nombre que se le asignará al *GameObject* que se crea
 - Modelo del objeto que toca a otro: Puede ser un *Prefab* o un objeto de la escena, y se instanciará un nuevo objeto, el cual se puede coger con las manos virtuales.
 - Eventos Caso Correcto: Estos eventos se ejecutan cada vez que un objeto arrastrable marcado como correcto colisione con el objeto destino
 - Eventos Caso Incorrecto: Estos eventos se ejecutan cada vez que un objeto arrastrable no correcto colisiona con el objeto destino

Figura 8

Creación de Objeto que tocará otros dentro de la acción Tocar un conjunto de objetos a otro



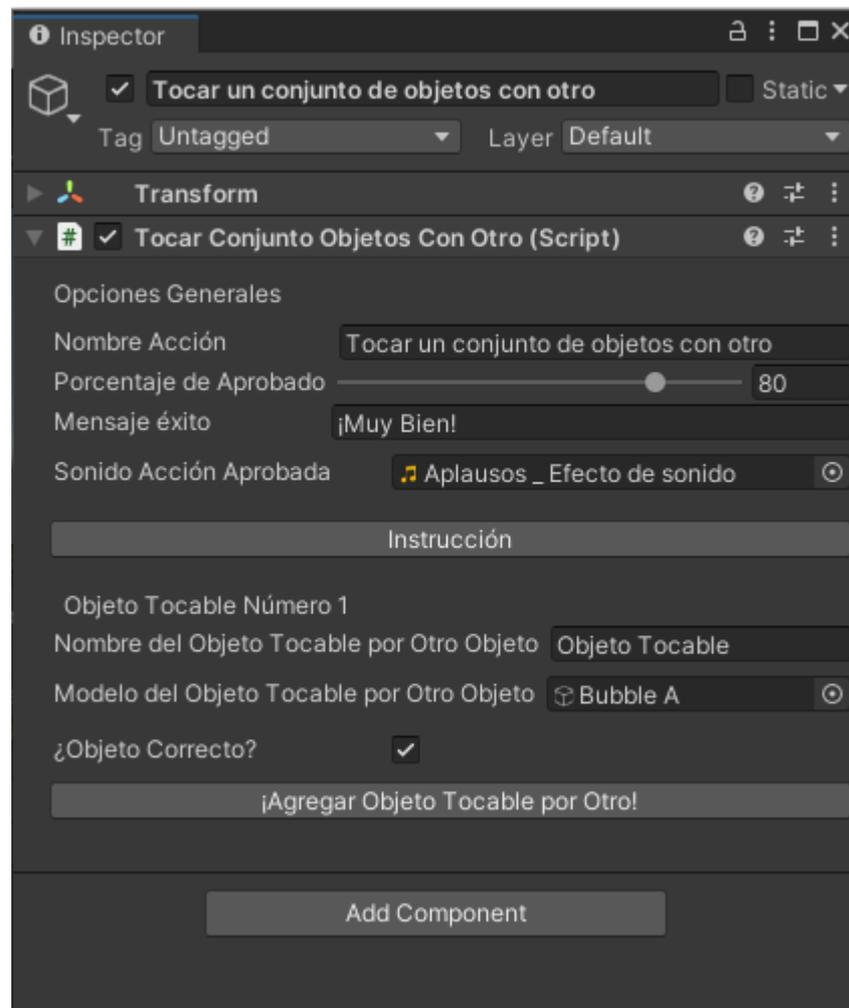
Una vez se crea el objeto que tocará a otros, será necesario crear aquellos objetos que podrán ser tocados por el objeto que acaba de crear, para ello se debe diligenciar la información solicitada en la ventana del *framework* que se actualiza automáticamente después de crear el objeto que tocará a otros.

4. Objeto Tocable

- Nombre del objeto tocable: Es el nombre que se le asignará al *GameObject*.
- Modelo del objeto tocable: Puede ser un *Prefab* o un objeto de la escena, se instanciará un nuevo objeto que podrá ser cogido con las manos virtuales.
- ¿Arrastrable Correcto?: Indica si el objeto es correcto o no.

Figura 9

Creación de Objeto tocable por otro dentro de la acción Tocar un conjunto de objetos con otro



Cada vez que se crea un **objeto tocable** dentro de esta acción, se irá mostrando el listado de objetos agregados en la parte inferior, donde podrá también, editar los objetos y/o eliminarlos.

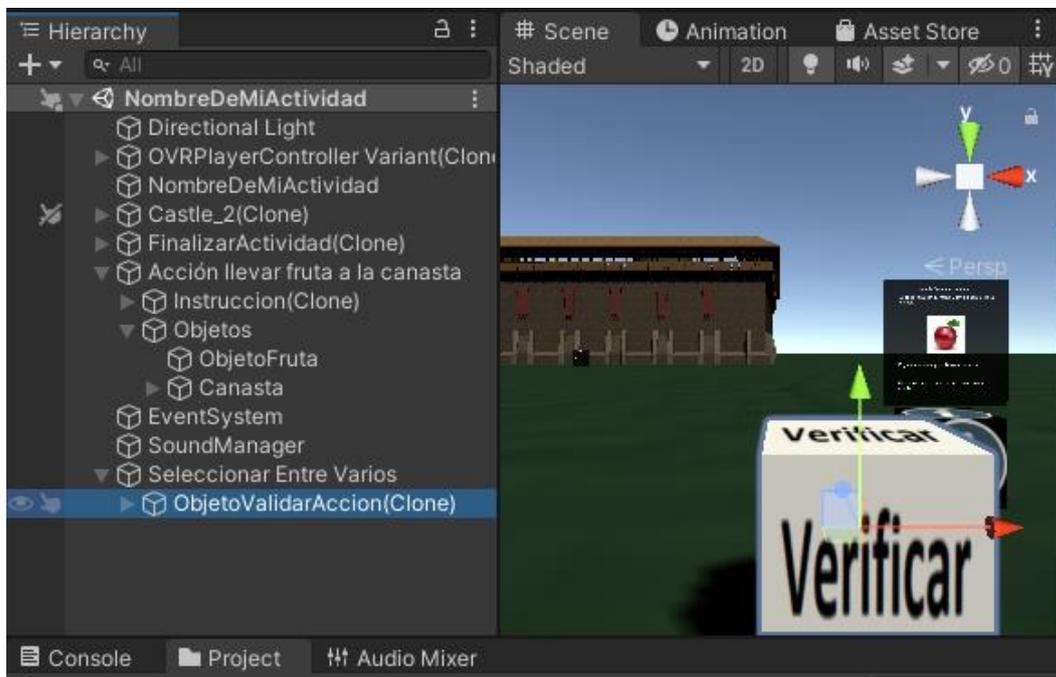
Evaluación

El sistema calcula el porcentaje de aciertos teniendo en cuenta la cantidad de **objetos correctos** que fueron tocados por el **objeto que toca a otros**, si el porcentaje de aciertos es mayor al porcentaje de aprobación entonces la acción será aprobada. La evaluación de esta acción en particular se realiza al finalizar la actividad. No obstante, hay acciones que

de acuerdo con su comportamiento tienen un objeto de **Verificar Acción** que se puede ver en la Figura 10, el cual le permite al alumno validar si lo que hizo era realmente lo que se le pedía hacer, este objeto validación se encontrará dentro de la acción correspondiente tal y como se muestra en la siguiente figura.

Figura 10

Objeto Validar acción que se crea con algunas acciones dependiendo de su finalidad

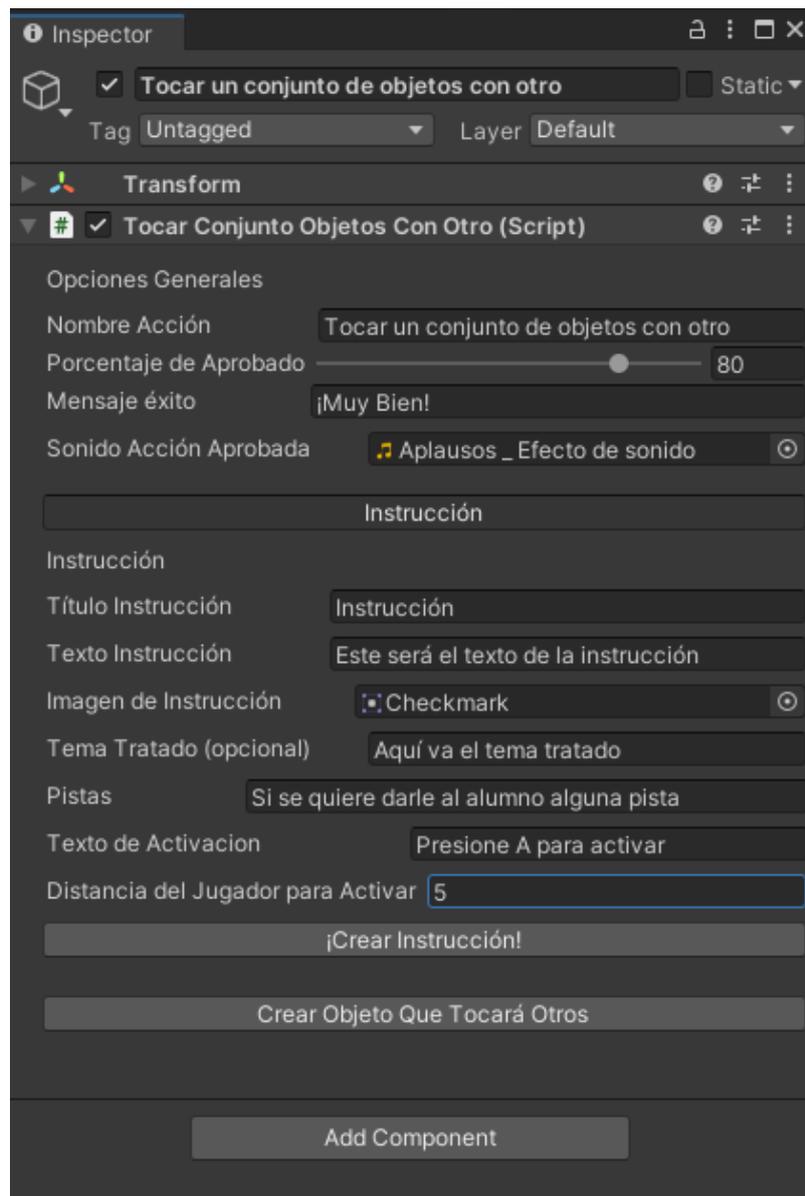


La especificación para la implementación de todas las acciones en el *framework* VRTBloom se encuentra en este [enlace](#)²². Hay que tener en cuenta que todas las acciones tienen un atributo **nombre** que se utiliza para distinguir cada acción y un **porcentaje de aprobado**, que se utiliza para evaluar si la acción se considera como aprobada o no de acuerdo con lo que deba realizar el alumno (ej. Tocar objetos correctos, seleccionar objetos correctos, atrapar objetos, etc). Dependiendo de la acción es posible que tenga un **mensaje de éxito** que se mostrará a través de una ventana al finalizar la acción, y un **sonido de acción aprobada** que se reproducirá en caso de que la acción sea evaluada y resulte aprobada. Además, todas las acciones permiten agregar **Instrucciones**, las cuales permiten entregarle información al alumno que le ayude a cumplir exitosamente con la actividad, para agregar una instrucción se debe diligenciar la información solicitada tal y como se ve en la siguiente figura.

²² Descripción acciones:
<https://github.com/juanpvalencia/VRTBloomRecursosComplementarios/wiki>

Figura 11

Creación de una instrucción dentro de una acción



Luego de llenar los campos y darle clic en el botón “*Crear Instrucción*” se crea en la escena un objeto **Instrucción** que ya tiene implementada la funcionalidad de interacción, para que el alumno al acercarse y presionar un botón, le muestre la información diligenciada por el desarrollador en la ventana del inspector previamente mostrada. En la siguiente sección se mostrará un ejemplo de **Instrucción**.

5.2 Implementación de Actividades de Aprendizaje en RV en VRTBloom

Se crearon HU similar al proceso de diseño explicado en el Capítulo 4, para ejemplificar el proceso de creación de una acción se toma como base la acción A07 ‘*Recoger un objeto virtual*’ y se explica el proceso de creación a nivel técnico mediante la siguiente HU-007.

HU-007

Yo como desarrollador, necesito crear una acción configurable que permita recoger un objeto de una posición determinada en un EV, con la finalidad de crear una AARV donde el aprendiz lo utilizará posteriormente para interactuar con otros objetos

Prerrequisitos

El diseñador ha creado previamente una actividad y ha involucrado elementos de entorno (Se disponen los elementos a mano o con el entorno virtual predeterminado)

Interacción para la creación de una acción

1. El diseñador se encuentra en el editor de Unity
2. El diseñador observa en Entorno Virtual ya creado
3. El diseñador elige del Menú VRTBloom la función “*Crear Acción*”->*Objeto Virtual Recogible (OVR)*
4. Esto agrega a la escena un *GameObject* llamado “*Acción Virtual con Sonido*” que incluye el *Script* de la Acción. Y abre su respectivo inspector en la pestaña de inspector. La acción se configura con el editor de este objeto en el inspector.
5. En el inspector personalizado de la acción el sistema pide mediante formulario:
 6. Nombre de la acción (por defecto tiene “*Acción Objeto Virtual Recogible*”)
 7. Botón Instrucciones. Esto abre un editor de la instrucción con dos elementos. El editor está embebido dentro de la ventana de la acción y es ocultable.
 8. Título de la Instrucción (máximo x letras).
 9. Texto de la instrucción (máximo 144 palabras).
 10. Imagen de instrucción.
 11. Tema tratado (opcional)
 12. Pistas (caja de texto)
 13. Botón Agregar: Esto agrega un elemento cartel (un objeto con forma de cartel) que cuando el estudiante lo activa aparece la instrucción con su título y descripción. Y se reproduce el texto de instrucción con audio.
14. El editor muestra en la ventana un botón de “*Crear Objeto Virtual Recogible*” (se pueden agregar varios objetos).
15. Al presionar este botón se abre un editor de *Objeto Virtual Recogible* los siguientes elementos:
 16. Nombre del Objeto (por defecto tiene OVR)
 17. Descripción del Objeto, objeto complejo con:
 18. imagen del objeto
 19. Descripción del Objeto

20. Opción “Objeto sin descripción” (*checkbox*). Al presionar esto se ponen en gris los otros elementos y se define el objeto como objeto sin descripción.
21. Sonido del Objeto (Opcional): Elemento de inspector donde se puede elegir un sonido de los Assets de Unity.
22. Opciones:
 23. Modelo 3D: Caja que recibe un objeto3D (*prefab* o *GameObject*) desde el conjunto de Assets de Unity. Por defecto tiene un cubo.
 24. Sprite: Caja que recibe una imagen (*prefab* o *GameObject*) desde el conjunto de Assets de Unity. Por defecto pone un rombo.
25. Caja de texto para mensaje de salida de éxito.
26. Botón Aceptar. Al presionar esto, se agrega un *GameObject* (en la posición observada por el diseñador) como hijo del objeto Acción (con el modelo) o un *Objeto Sprite*. Con un elemento de datos que contiene la imagen y la descripción y el nombre del objeto según los parámetros dados por el editor.
27. Botón Cancelar: Cancela la creación del objeto.
28. Objeto de tipo lista con todos los objetos OVR agregados (inicialmente están vacíos). Cada elemento de la lista se puede
29. Editar (selecciona el objeto en la escena y lo enfoca en el editor de escena, abre la ventana del objeto y lo puede editar), esta es la misma ventana que se usó para crearlo.
30. Eliminar (elimina el objeto de la escena y de la lista)
31. Seleccionar: Enfoca el objeto en la escena y lo selecciona en la pestaña de jerarquía.

Ahora bien, se explica la implementación de dos de las acciones que se contemplan en el *framework* VRTBloom: las acciones A07 y A29, siendo la segunda acción dependiente de la primera. La acción A07 que consiste en recoger un objeto, requiere para su implementación los siguientes elementos: Un objeto 3D recogible, y la asignación de un botón en el mando para recoger dicho objeto. Por otro lado, la acción A29 requiere además de los mismos elementos de la acción A07, un sonido y una interacción al momento de presionar el botón para recoger el objeto. A continuación, la Tabla 9 presenta las dependencias entre las acciones previamente seleccionadas.

Tabla 9

Dependencia de acciones clasificadas

Acción	Depende de
A04	A03
A05	A03
A14	A07
A20	A15

A23	A17
A24	A17
A28	A07 A17
A29	A07
A30	A17
A31	A17

Para la implementación de la acción A29 se requiere de la aplicación de la acción A07 para tener un conjunto de objetos recogibles y la configuración de un criterio de selección y mensaje de instrucción.

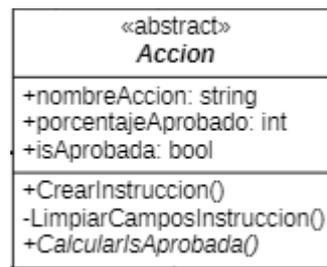
A continuación, se presentan los diagramas de clases y diagrama de paquetes que se construyeron para la adecuada implementación del *framework* VRTBloom.

5.2.1 Diagrama de clases

Para la implementación de VRTBloom se realizó una abstracción de la clase ‘Acción’ como se observa en la Figura 12, ya que las acciones en general tienen los siguientes atributos en común: nombre de la acción, porcentaje de aprobada y si está aprobada. Además, comparten los métodos *CrearInstrucción()*, *LimpiarCamposInstrucción()* y *CalcularIsAprobada()*.

Figura 12

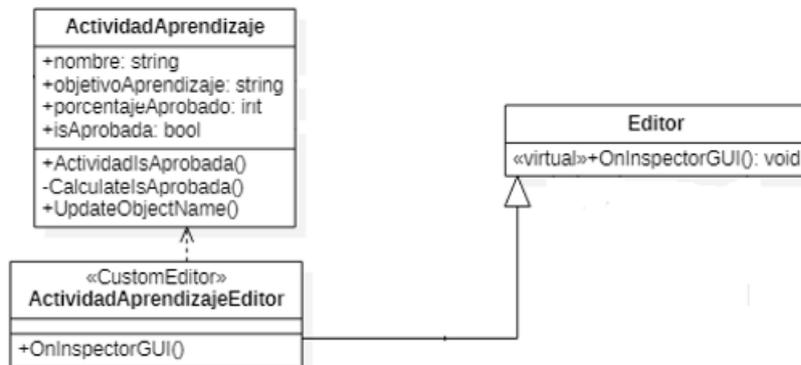
Clase Abstracta ‘Acción’



Como se observa en la Figura 13 clase ‘*CustomEditor*’, es el editor personalizado para cada una de las acciones, además, es dependiente de la clase ‘*Acción*’. Todos los editores personalizados de VRTBloom heredan de la clase ‘*Editor*’ de Unity. Ejemplo: la clase ‘*ActividadAprendizajeEditor*’ es dependiente de ‘*ActividadDeAprendizaje*’.

Figura 13

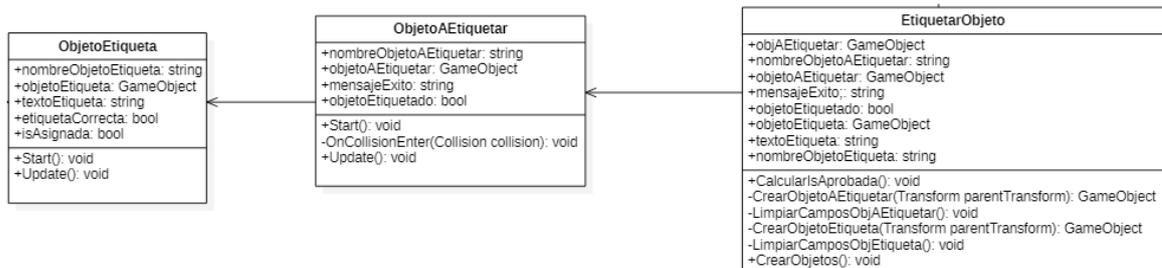
Clase CustomEditor



Las acciones tienen una relación directa con cada clase particular de la cual hacen uso. Por ejemplo, como se observa en la Figura 14, la acción 'EtiquetarObjeto' tiene una clase 'ObjetoAEtiquetar' que a su vez tiene un objeto individual llamado 'ObjetoEtiqueta'.

Figura 14

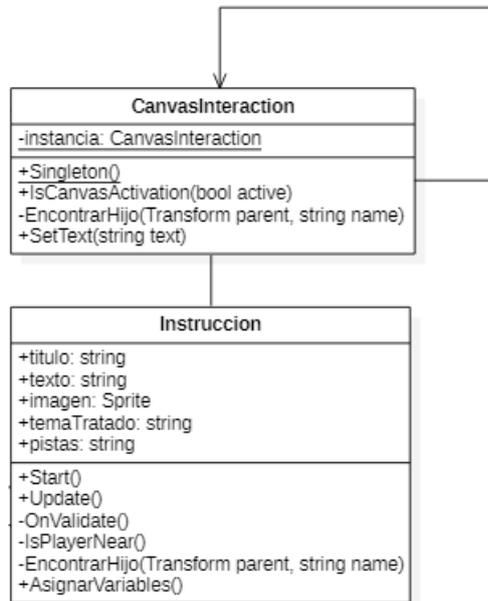
Relación entre clases ObjetoEtiqueta y EtiquetarObjeto



Como se observa en la Figura 15 la clase abstracta 'Acción' se relaciona con la clase 'Instruction', por ende, todas las acciones de VRTBloom poseen su respectiva instrucción. Esta clase instrucción establece una relación con la clase 'CanvasInteraction' que a su vez implementa un patrón Singleton. Se realizó la implementación del patrón Singleton debido a que es un recurso compartido de atributos como se ve en la Figura 15.

Figura 15

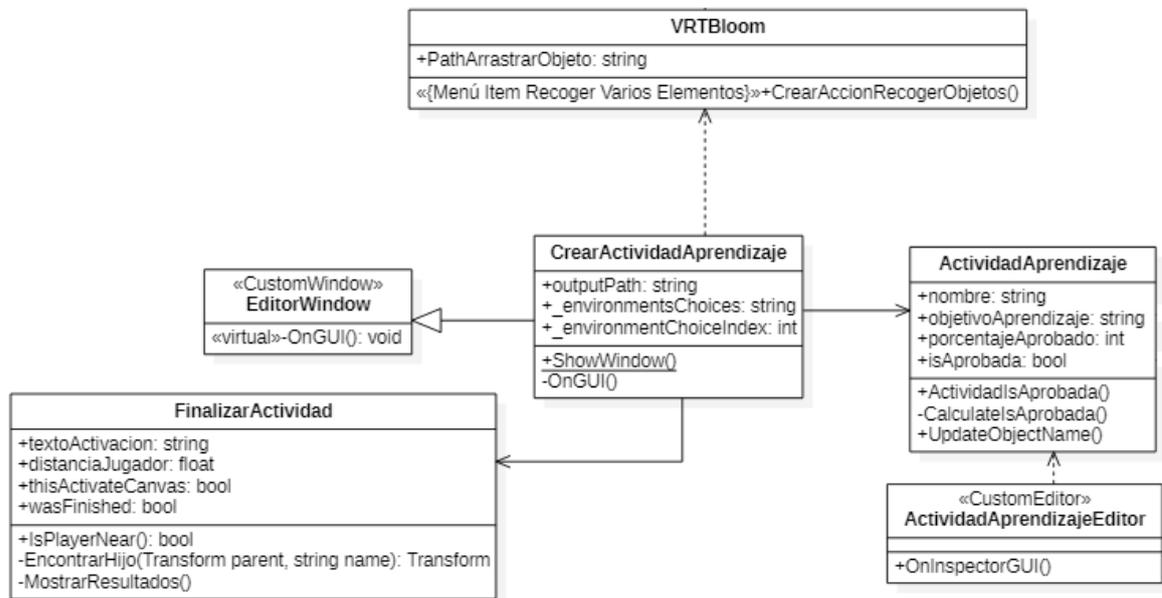
Relación clases CanvasInteraction e Instruccion



La clase *'crearActividadAprendizaje'* se representa como un objeto de tipo ventana que hereda de la clase *'EditorWindow'* como se presenta en la Figura 16. Esta clase tiene una dependencia hacia la clase *'VRTBloom'* y se relaciona con las clases *'ActividadDeAprendizaje'* y *'FinalizarActividad'*. En la primera relación se establece una instancia de *'crearActividadAprendizaje'* en *'ActividadDeAprendizaje'*. En la relación con *'FinalizarActividad'* se establecen los parámetros para determinar si la actividad de aprendizaje se aprueba rechaza, esta clase tiene una dependencia de la clase *'VRTBloom'*.

Figura 16

Framework VRTBloom y Actividad de Aprendizaje



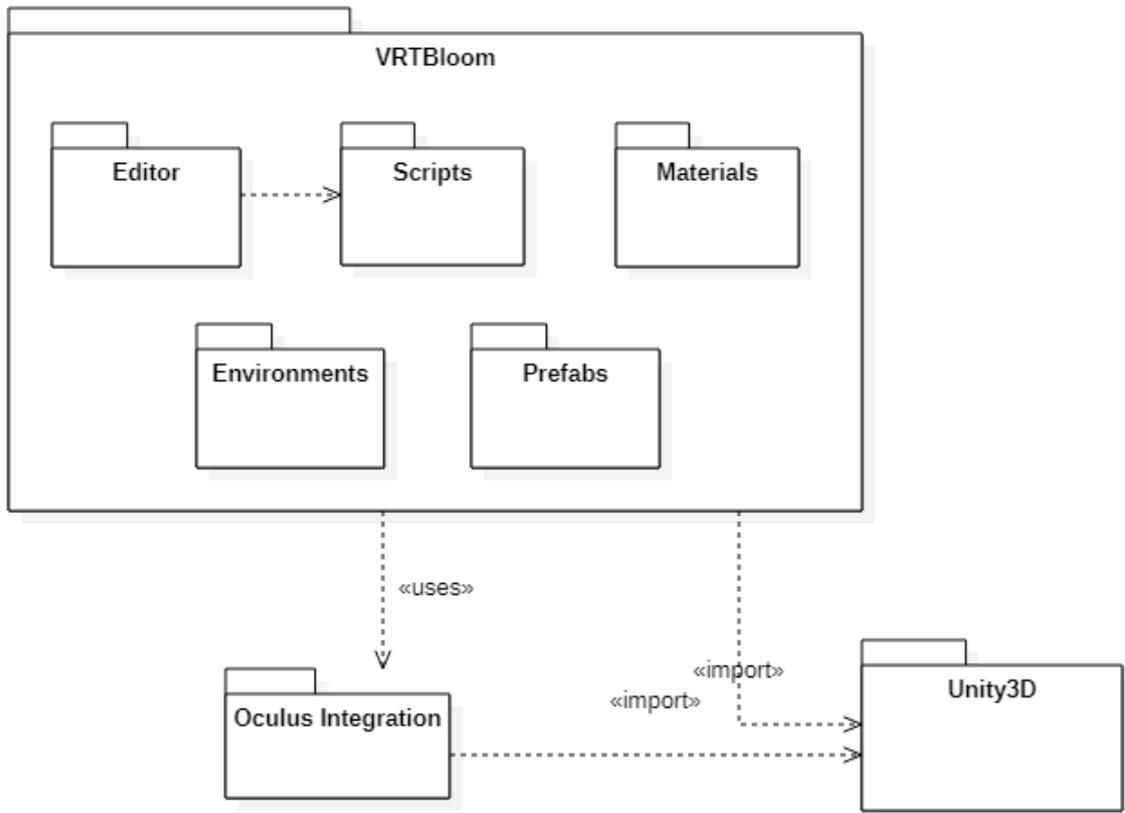
Es posible consultar el diagrama completo en este [enlace](#). A continuación, se presenta el diagrama de paquetes que representa la organización y disposición de los elementos utilizados para el desarrollo de VRTBloom.

5.2.2 Diagrama de paquetes

En la Figura 17 se presenta el diagrama de paquetes donde se tienen los paquetes Unity 3D, Oculus Integration y VRTBloom como más relevantes en la creación de VRTBloom. Los paquetes VRTBloom y Oculus Integration dependen del paquete Unity3D. De la misma manera que VRTBloom depende de Oculus integration. Por último, cada Editor depende de los Scripts que son necesarios para definir el comportamiento de un objeto determinado.

Figura 17

Diagrama de paquetes VRTBloom



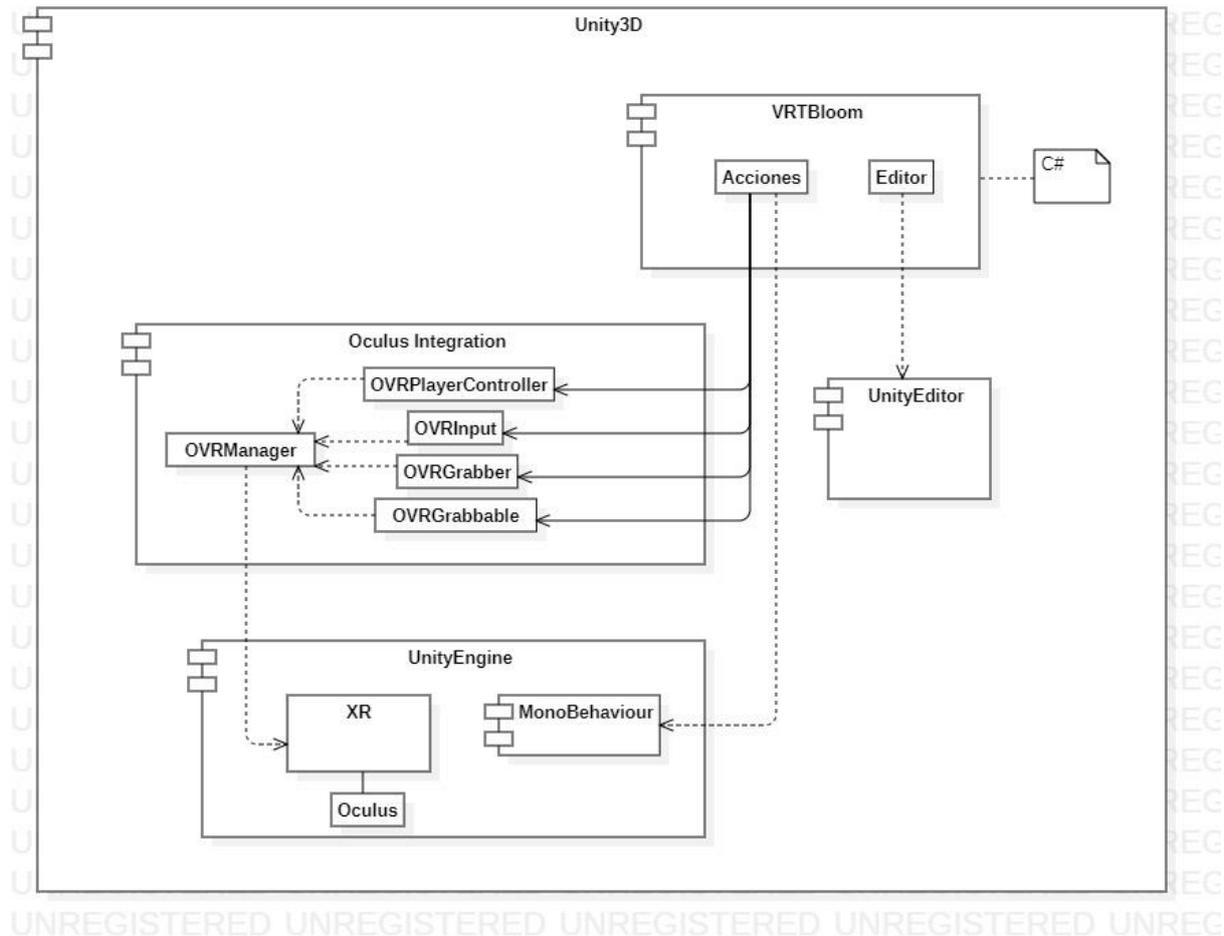
A continuación, se presenta el diagrama de componentes donde se ven dependencias entre las partes y componentes utilizados para el funcionamiento del *framework*.

5.2.3 Diagrama de componentes

En la Figura 18 se observa el componente principal que es Unity 3D, el cual contiene el componente *Unity Engine* encargado de la ejecución, el componente *Unity Editor* encargado de la gestión del editor de Unity3D. Estos componentes son usados por VRTBloom para la creación de Objetos y de los editores personalizados con los cuales se crean las AARV, además el *framework* propuesto hace uso de clases específicas del *Oculus Integration* para su funcionamiento. Es de resaltar que el *Oculus Integration* requiere la instalación del plugin Oculus dentro del componente XR que forma parte de *Unity Engine*.

Figura 18

Diagrama de Componentes



Además, es necesario resaltar que la codificación se hizo utilizando el lenguaje de programación C#. A continuación, se realiza la explicación del *Framework* VRTBloom implementado en el entorno de desarrollo Unity 3D.

5.3 *Framework* VRTBloom en la herramienta de desarrollo Unity 3D

Previo a la construcción de las AARV inicialmente se implementaron cada una de las acciones del primer nivel de la taxonomía de Bloom que fueron diseñadas con anterioridad. Para esto se creó dentro de una escena de prueba un *GameObject* que contiene los elementos que se deben mostrar en ejecución y que posteriormente fueron empaquetados como un *Prefab* que está ubicado dentro de la ruta “*VRTBloom/Prefab/Resources*”. Además, se cuenta con un directorio *Resources* en la ruta “*VRTBloom/Resources*” que contiene los scripts necesarios para que el *framework* pueda ejecutar las acciones abstractas que se desarrollaron.

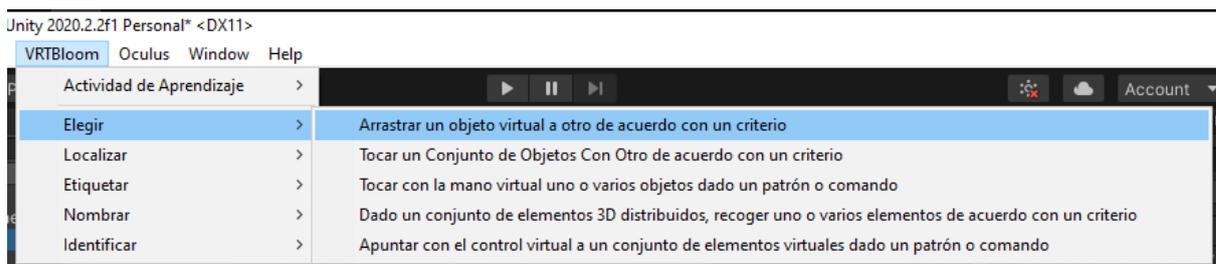
Luego de haber importado el paquete VRTBloom en la herramienta de desarrollo Unity 3D se procede a explicar las pantallas para la creación y configuración de AARV, las acciones que la conforman, los objetos y *Scripts*.

El objetivo del *framework* “*Oculus Integration*” es facilitar el desarrollo de aplicaciones orientadas a las gafas de RV Oculus (Quest y Rift). También es importante recalcar que la experiencia del equipo desarrollo en el manejo de la herramienta Unity 3D es un factor importante para tener en cuenta.

La pestaña VRTBloom se añade a la barra de herramientas del entorno Unity. Al hacer clic en ella se despliegan cada una de las opciones junto con los verbos y las actividades de aprendizaje como se muestra en la Figura 19. Donde, el desarrollador puede realizar la selección de acciones implementadas en RV clasificadas por los verbos del primer nivel de la taxonomía de Bloom.

Figura 19

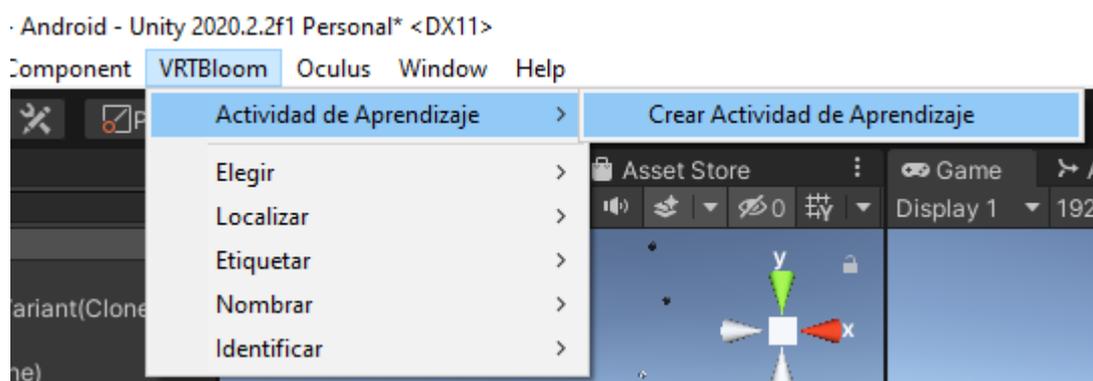
Acciones asociadas a los verbos del primer nivel de la taxonomía de Bloom en VRTBloom



En la Figura 20 se visualiza en la barra de herramientas la pestaña ‘*Actividad de aprendizaje*’. Al pasar el cursor del ratón encima de ella, se despliega la pestaña ‘*Crear Actividad de aprendizaje*’ fundamental para realiza el proceso de configuración inicial de una Actividad de Aprendizaje.

Figura 20

Crear Actividad de Aprendizaje

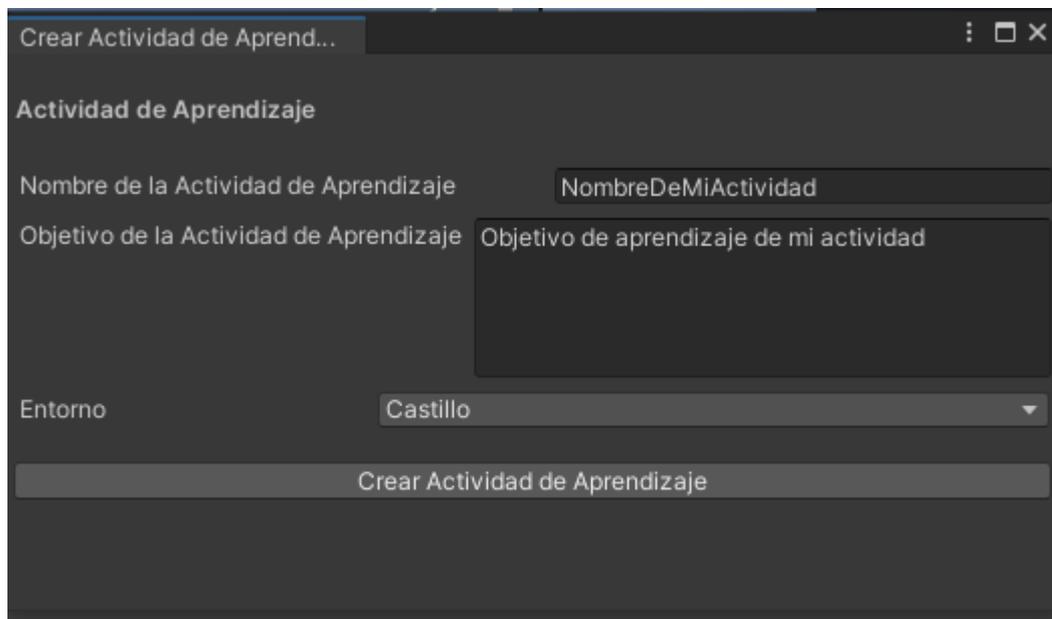


En la Figura 21 se observa la configuración de la Actividad de aprendizaje que comprende los siguientes campos: *Nombre de la actividad de aprendizaje*, *Objetivo de la actividad de*

aprendizaje, Entorno (lista desplegable de entornos) y el botón 'Crear Actividad de aprendizaje'.

Figura 21

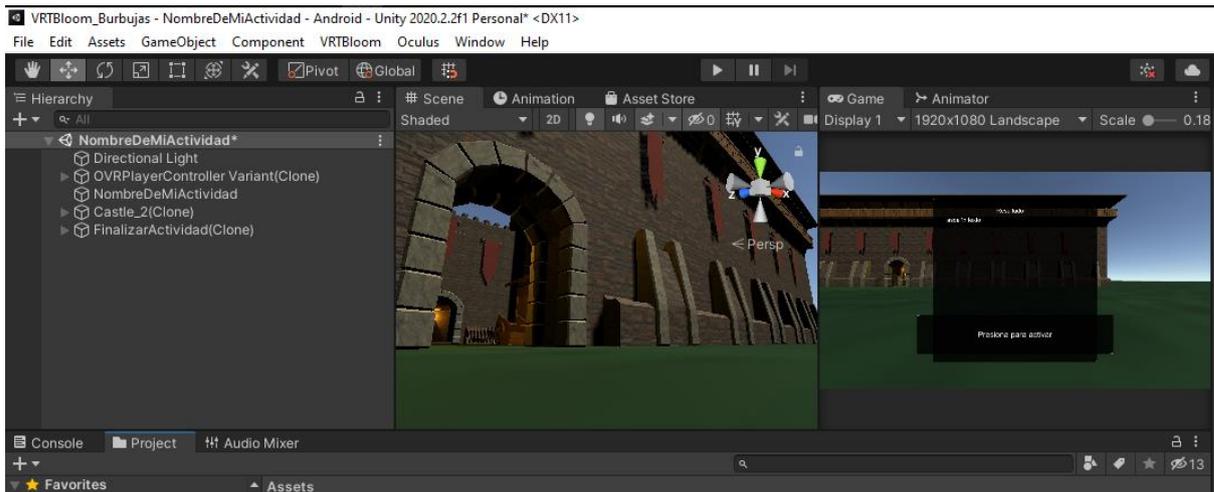
Configuración de la AARV



En la Figura 22 se observa la vista completa de la creación de una AARV, donde se presenta la pestaña de la jerarquía junto con los objetos que se instancian al momento de crear la AARV. Entre ellos se encuentran: *Directional Light* o luz de ambiente, *OVRPlayerController Variant(Clone)*, el *GameObject* Nombre de la AARV que representa la actividad dentro del Unity, el entorno (Castle2) y el objeto *FinalizarActividad(Clone)*, este objeto Finalizar es por el cual un alumno puede indicar que ya terminó la actividad, tiene implementada la funcionalidad de evaluar si aprobó o no la actividad de aprendizaje, para esto se verifica cada acción que conforma la actividad y de acuerdo al porcentaje de aprobación se especifica si aprueba la actividad. El objeto *FinalizarActividad* tiene además un método público *TerminarActividad()*, por el cual los desarrolladores pueden llamar la comprobación y finalización de la actividad. Además, se puede apreciar la escena de juego con los objetos instanciados y la visualización en modo de juego.

Figura 22

VRTBloom en el entorno de trabajo de Unity 3D

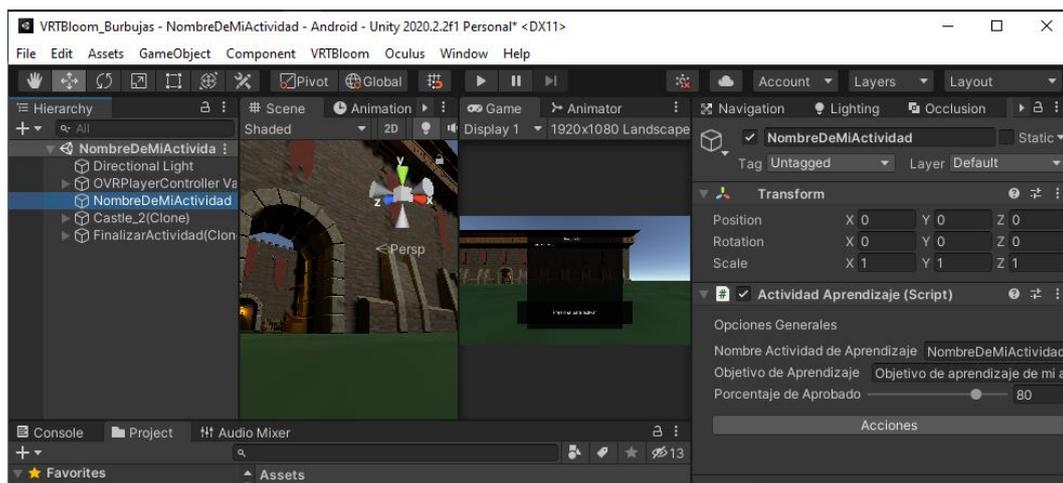


Como se puede observar en la Figura 23 en el inspector que se despliega dentro del objeto de configuración de la actividad de aprendizaje se encuentran los campos: *Nombre Actividad de Aprendizaje*, *Objetivo de aprendizaje* y el *porcentaje de aprobado*. El campo *Porcentaje de aprobado* brinda realimentación instantánea de si un aprendiz aprueba o no la actividad de aprendizaje y se calcula con base al porcentaje de acciones aprobadas en una actividad de aprendizaje.

VRTBloom brinda realimentación de cuando un aprendiz aprueba o no la AARV, pero es el docente el encargado de evaluar los resultados a través de actividades que evidencien la obtención de conocimiento. Como ejemplos de actividades para evaluar el conocimiento se encuentran: evaluaciones, debates, encuestas, entre otras. (Beetham, 2007).

Figura 23

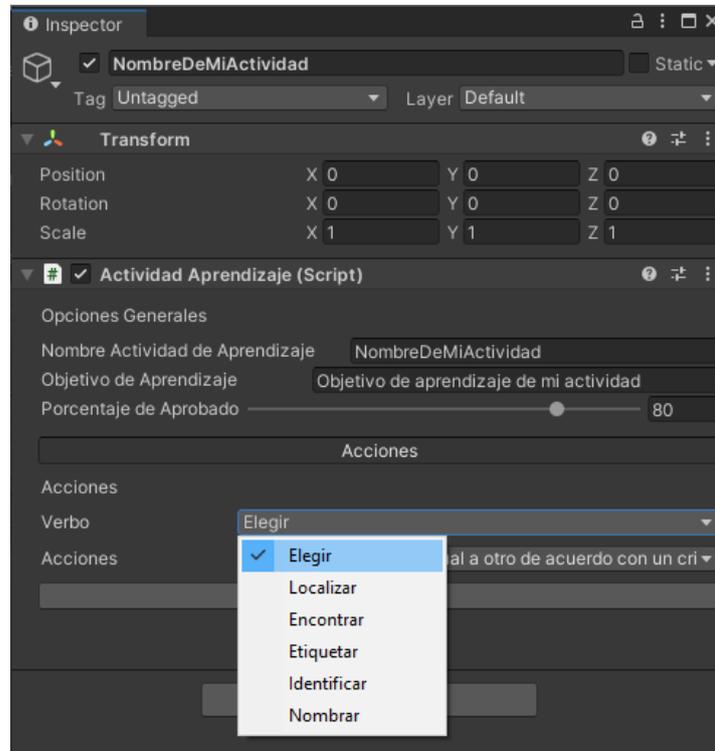
Vista completa creación de AARV



Al hacer clic en el botón 'Acciones' como se visualiza en la Figura 24 se despliega en el inspector la configuración básica de las acciones. Donde se encuentran los verbos basados en el primer nivel de la taxonomía de Bloom, y la lista de acciones asociadas con su respectivo verbo. Los verbos que disponibles en el *framework* VRTBloom son: Elegir, Localizar, Encontrar, Etiquetar, Identificar y Nombrar.

Figura 24

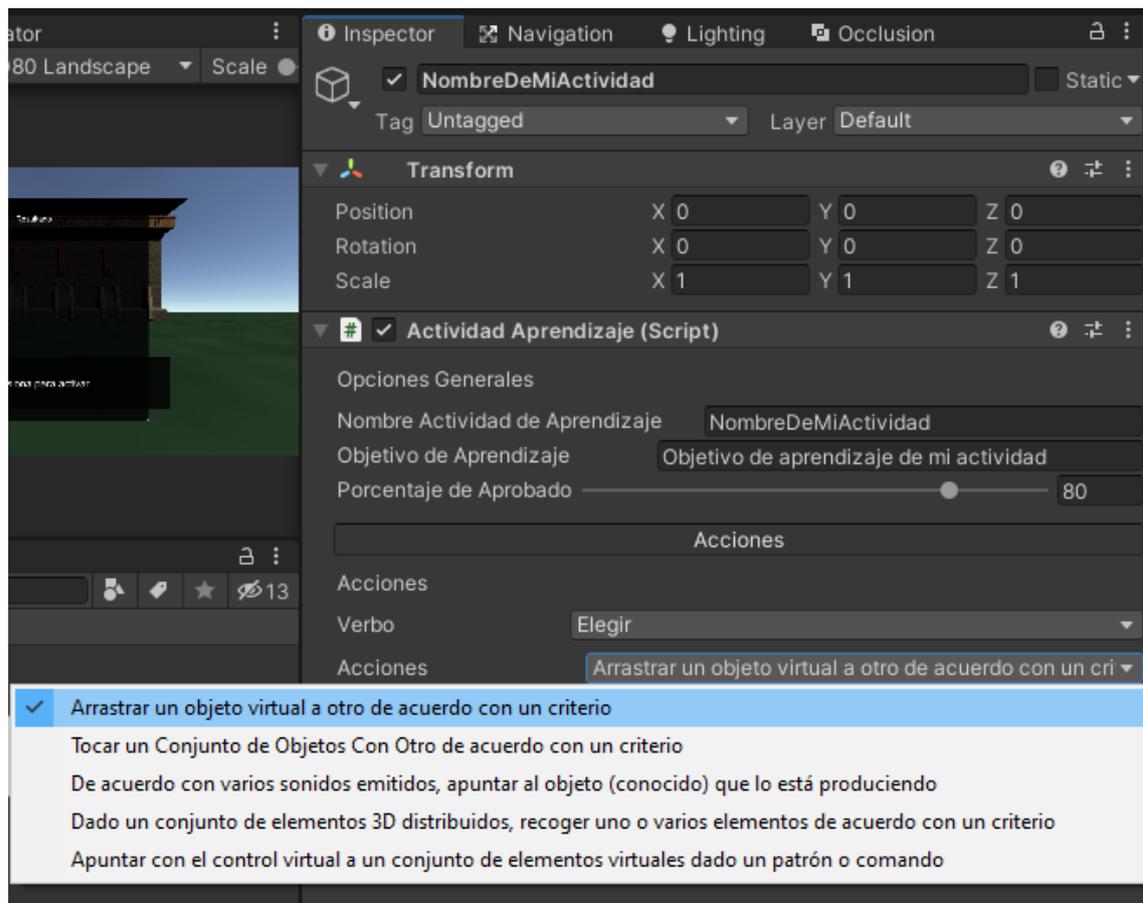
Listado de verbos de la AARV



En la Figura 26 se observa que al momento de seleccionar un verbo y posteriormente dar clic, en la lista del campo 'Acciones' se despliegan las acciones de cada uno de los verbos de la actividad de aprendizaje basados en el primer de la taxonomía de Bloom detallados en el Capítulo 2 .

Figura 25

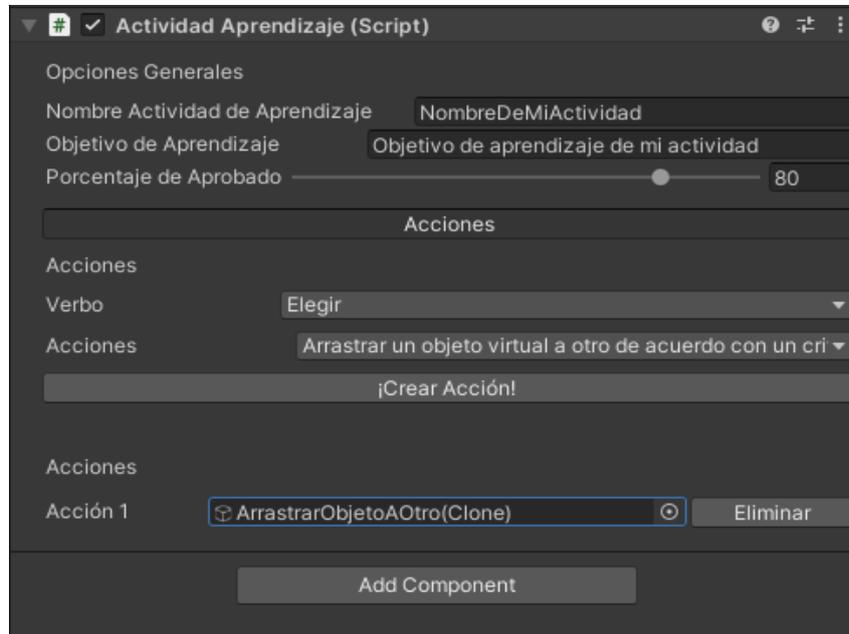
Listado de acciones correspondientes al verbo Elegir



Adicionalmente al visualizar la Figura 26, se agrega el objeto ‘Acción’ en el inspector con el nombre de la acción y el *GameObject* correspondiente. El desarrollador puede agregar más de una acción para una AARV.

Figura 26

Acciones que conforman la AARV



En la Figura 27 se visualiza la instanciación del *GameObject* acción en la jerarquía del entorno de desarrollo Unity3D. Es importante tener en cuenta que para cada una de las acciones correspondientes a la AARV se instancia su respectivo *GameObject*.

Figura 27

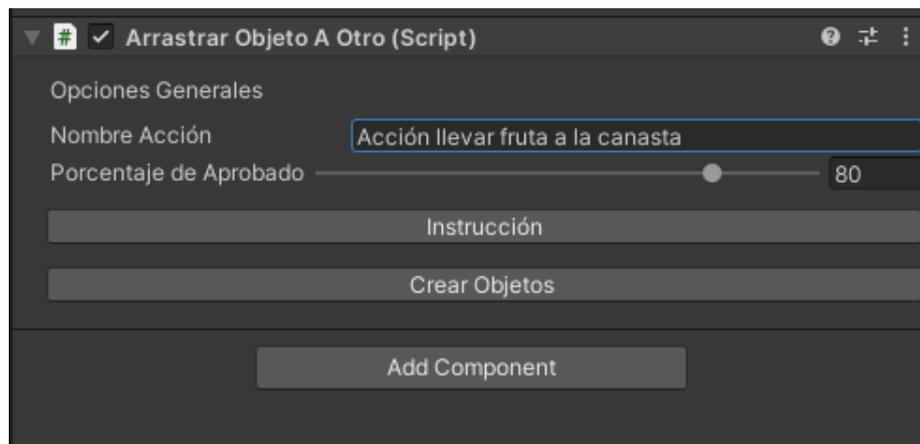
Objeto ‘Arrastrar Objeto A Otro’ en la jerarquía



Luego, como se observa en la Figura 28, al seleccionar el *GameObject* de la acción se despliega su inspector personalizado que posee los siguientes campos: *Nombre Acción*, *Porcentaje de aprobado* y los botones de ‘*Crear Instrucción*’ y ‘*Crear Objetos*’ fundamentales para su adecuada configuración.

Figura 28

Configuración general de una acción

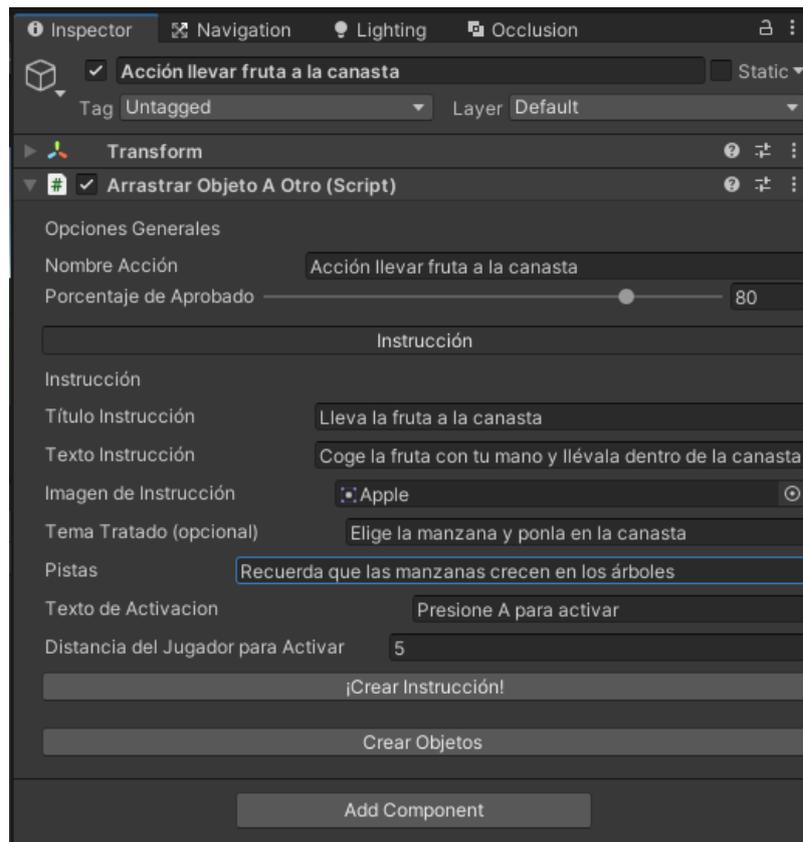


Para cada acción se establecen las instrucciones necesarias y de fácil comprensión para que el aprendiz pueda realizar su configuración. VRTBloom facilita al desarrollador escribir las instrucciones que debe seguir el aprendiz para el cumplimiento del objetivo de aprendizaje de la AARV mediante el inspector

Al presionar clic en el botón '*Instrucción*' se despliega en el inspector de la acción los campos necesarios para su respectiva configuración. Los campos desplegados son los siguientes: *Título Instrucción*, *Texto Instrucción*, *Imagen de Instrucción*, *Tema Tratado* (opcional), *Pistas*, *Texto de activación* y *distancia del Jugador para Activar* (ver Figura 29).

Figura 29

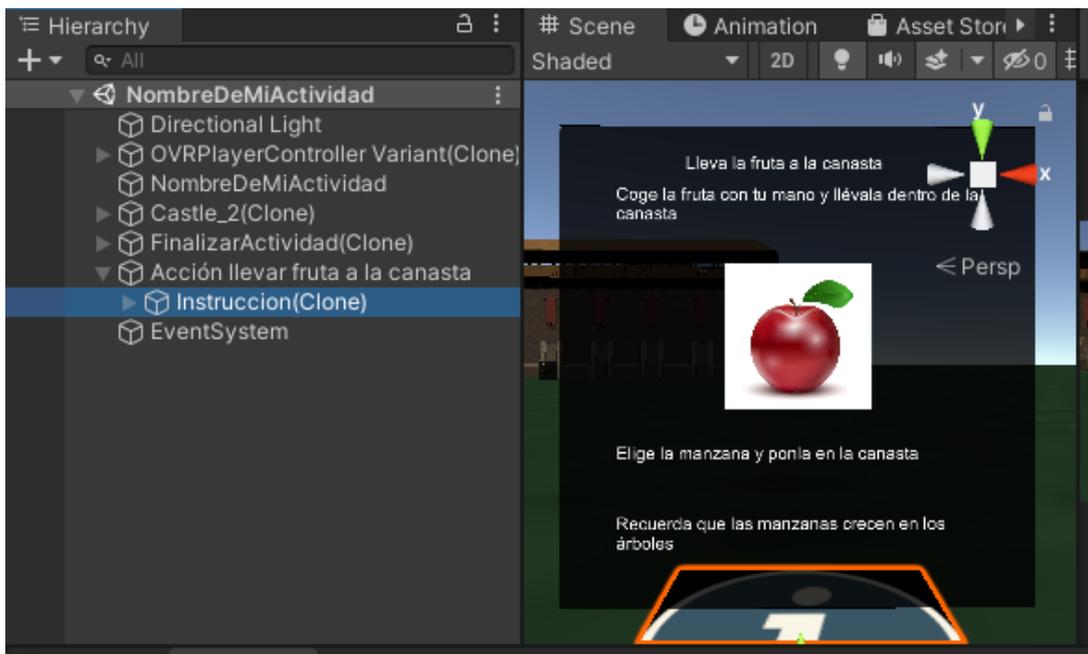
Configuración de instrucción asociada a una acción



Posteriormente al hacer clic en el botón '*¡Crear instrucción!*' se genera un objeto instrucción en la jerarquía como se muestra en la Figura 30. Además, se visualiza en la escena el *Canvas* con la configuración previamente realizada.

Figura 30

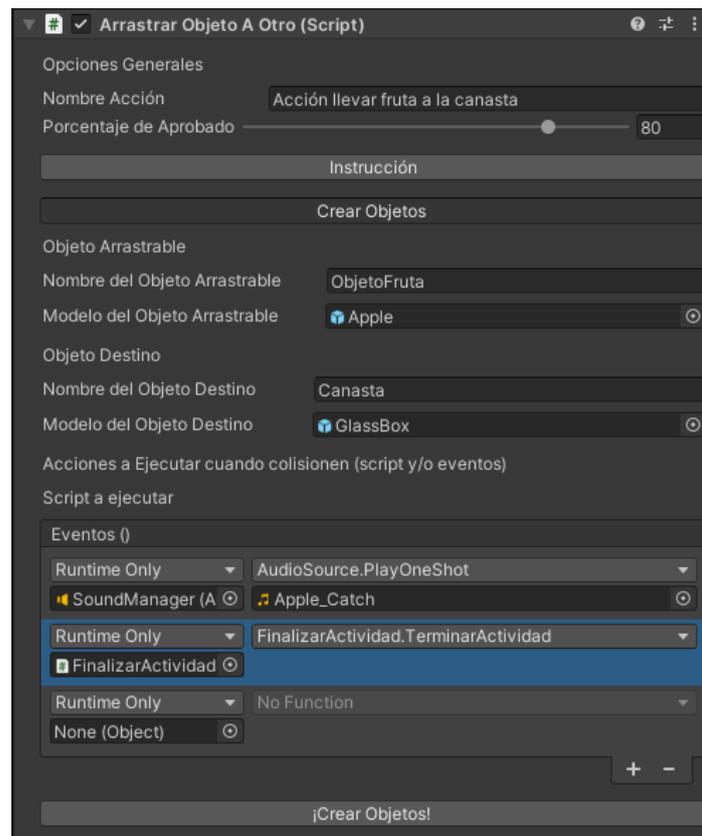
Objeto instrucción en la jerarquía y visualización en la escena



Como se visualiza en la Figura 31, los campos que se despliegan en el inspector son los siguientes: *Nombre del Objeto Arrastrable*, *Modelo del Objeto Arrastrable*, *Nombre del Objeto Destino*, *Modelo del Objeto Destino* y los *Scripts* a ejecutar que se establecen a partir de un *Script de Eventos* (Opcional). Cabe resaltar que el comportamiento de los objetos puede variar para adaptarse al comportamiento de su respectiva acción.

Figura 31

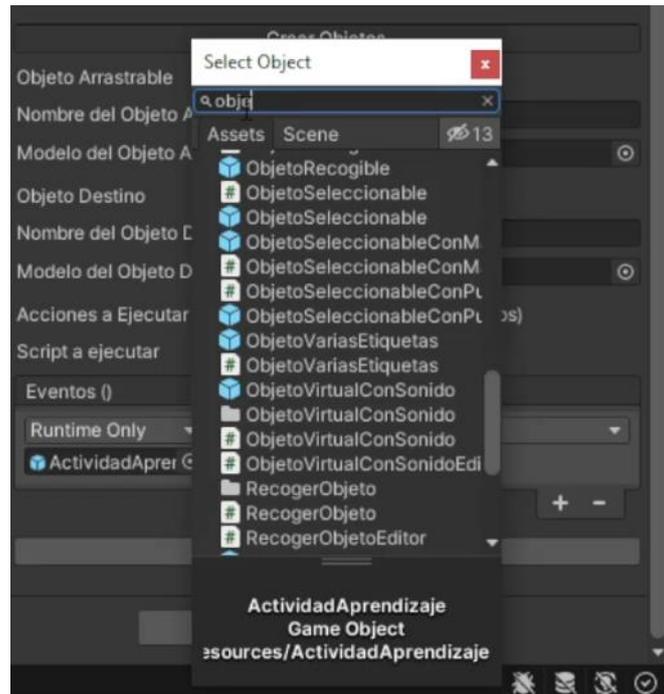
Configuración del objeto virtual



En la Figura 32 se visualizan los eventos del objeto de una acción donde al presionar clic en *runtime* online se despliega la lista de objetos disponibles. Para cada acción se crea un objeto con un comportamiento específico para el claro funcionamiento. Por ejemplo, para la acción 'Arrastrar un objeto a otro' el *objeto arrastrable* es el objeto adecuado.

Figura 32

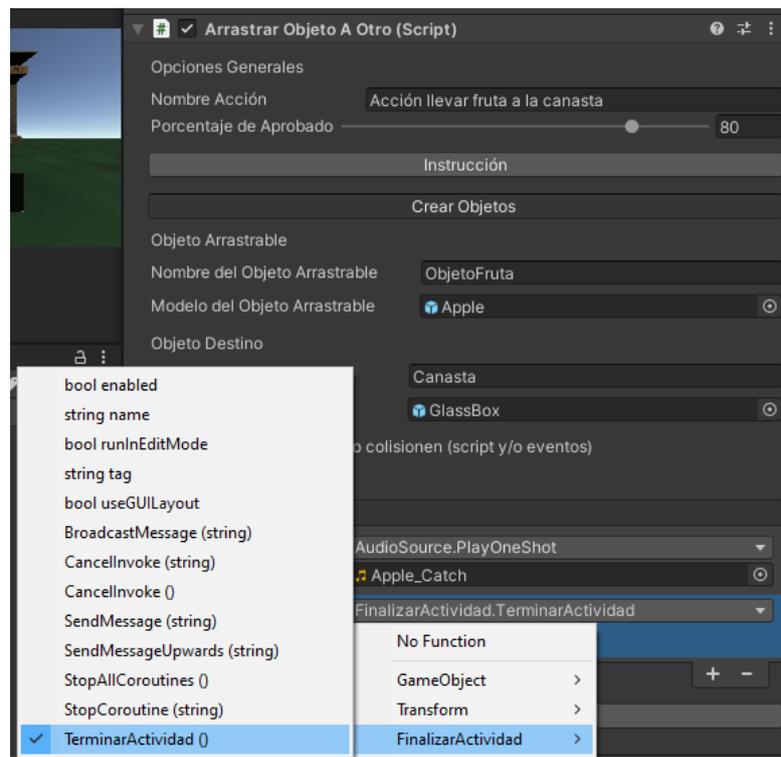
Lista de objetos disponibles



Luego al presionar en la lista desplegable 'No function' se despliega la lista de funciones que están habilitadas para el objeto previamente seleccionado como se muestra en la Figura 33. En esta lista se encuentran los métodos configurados para el *GameObject FinalizarActividad*.

Figura 33

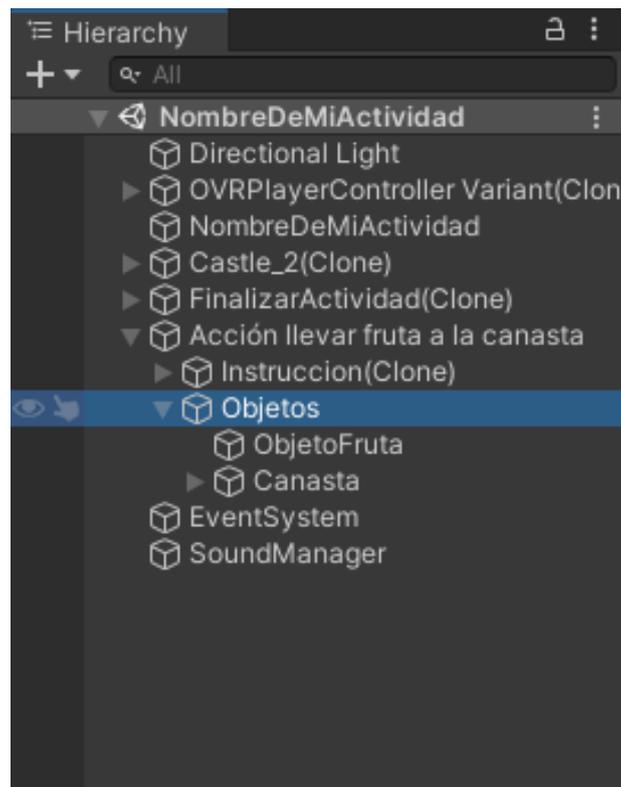
Lista de funciones de un objeto



Al hacer clic en el botón 'Crear Objetos' de la Figura 29 se agrega el objeto previamente configurado en la jerarquía. En la Figura 34 se visualizan los *GameObjects* ObjetoFruta (*objeto arrastrable*) y Canasta (*objeto de destino*). La instanciación de los objetos varía dependiendo del tipo de acción. Por ejemplo, para la acción 'Recoger un objeto' se instanciaría el objeto de tipo de *recogible*.

Figura 34

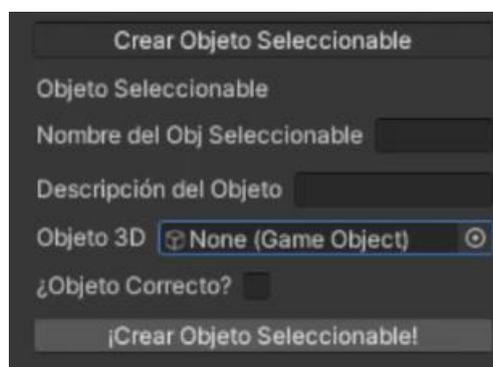
Objeto virtual en la jerarquía



Ahora bien, como se observa en la Figura 35 se procede a realizar la configuración general del objeto. Aquí se encuentran los campos: *Nombre del Obj Seleccionable*, *Descripción del Objeto*, *Modelo del Objeto* y *¿Objeto Correcto?*

Figura 35

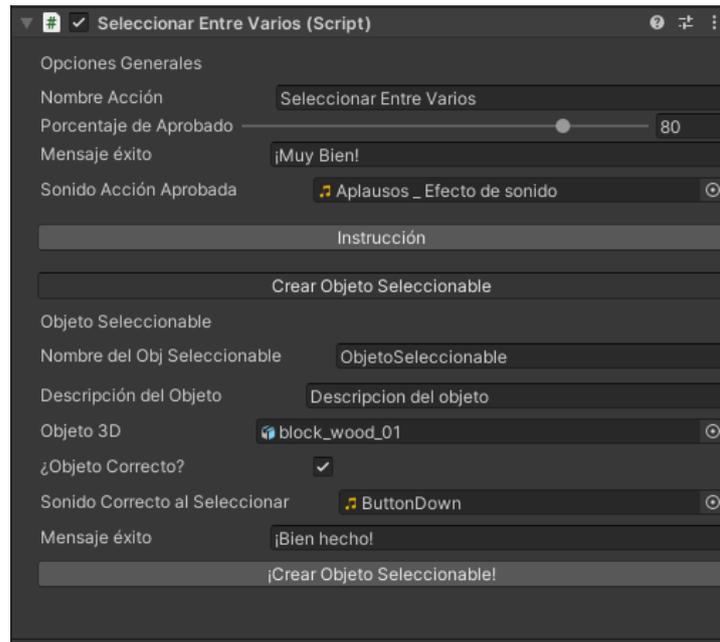
Configuración del objeto



En la Figura 36 se presenta el objeto seleccionable con su configuración general y el campo '*¿Objeto correcto?*' seleccionado. Dado lo anterior, se despliegan los campos *Sonido Correcto al Seleccionar* (Es el sonido que se produce cuando se selecciona el objeto) y *Mensaje de éxito*.

Figura 36

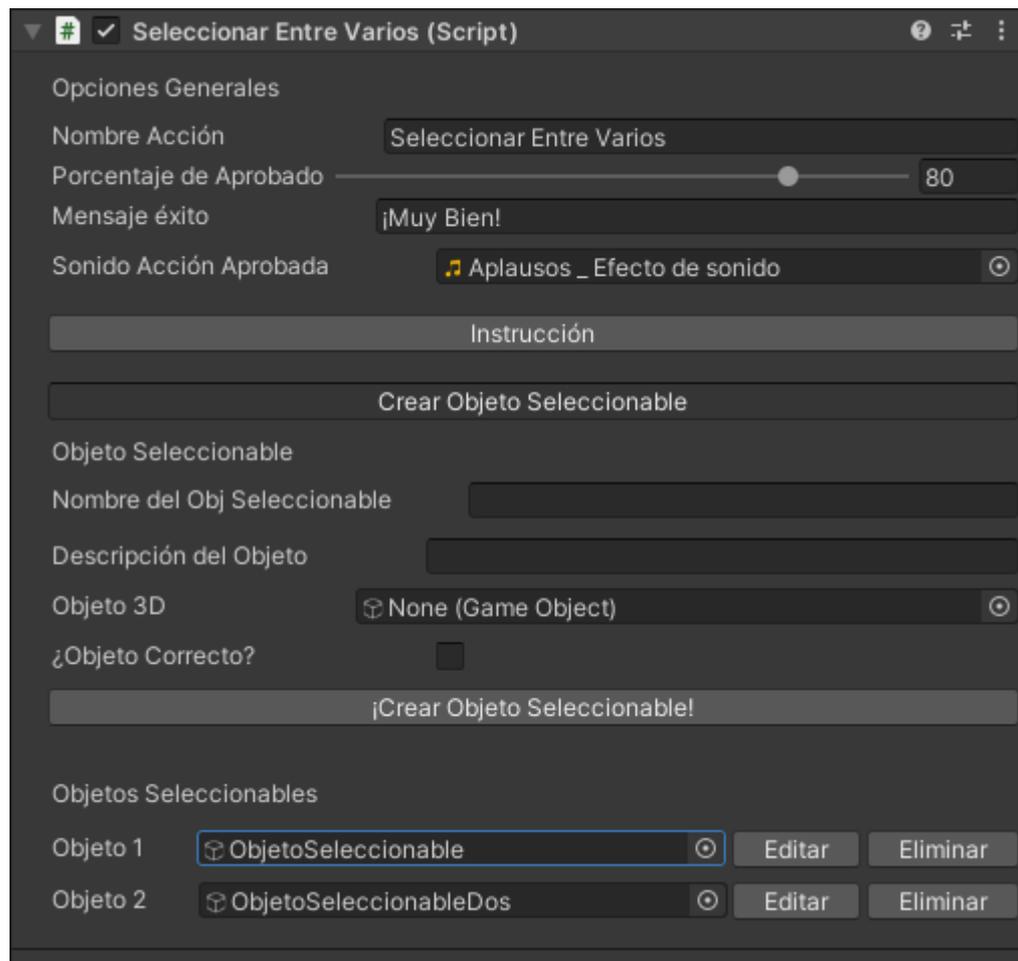
Objeto correcto seleccionable



Por último, en la Figura 37 se observa que se pueden visualizar y editar los objetos seleccionables, cada vez que se cree un objeto seleccionable, este aparecerá en la lista de objetos seleccionables con las características que el desarrollador haya definido previamente.

Figura 37

Objetos seleccionables



VRTBloom también permite el uso de AARV predefinidas, de tal manera que se puedan utilizar en el momento que se requieran. Estas AARV se establecen en el nivel de barra de tareas del entorno de desarrollo y se pueden utilizar cuando el desarrollador desee.

En este capítulo, se presentó el desarrollo de VRTBloom: Marco de trabajo para la creación de AARV donde se definieron los artefactos necesarios para la creación del *framework* (diagrama de clase y diagrama de paquetes), se especificó la herramienta de desarrollo a utilizar siendo esta Unity3D, junto al dispositivo de RV (Oculus Quest). Adicionalmente se propuso una adaptación de la Figura 2 para definir una estructura de creación de una AARV adecuada al *framework* VRTBloom. Además, se implementaron las acciones previamente caracterizadas y priorizadas. Por último, se realizó la explicación del funcionamiento del *framework* para la creación de AARV dentro de la herramienta de desarrollo.

A continuación, se presenta la etapa de evaluación. En esta etapa se realizaron aquellas actividades necesarias para evaluar la aceptación de la tecnología del *framework* VRTBloom y analizar los resultados obtenidos de parte de los evaluadores.

6 Evaluación del marco de trabajo VRTBloom

El modelo de aceptación de tecnología (TAM) propuesto por Davis (1989) sugiere que tal aceptación de tecnología se da a causa de la impresión que tiene el individuo sobre las consecuencias de la utilización de dicha tecnología. Se encuentran dos variables externas importantes en el modelo presentado por Davis: la Utilidad Percibida definida como la “Probabilidad subjetiva de una persona de que, al usar un determinado sistema, mejore su actuación en el trabajo” (Davis, 2011) y la Facilidad de Uso Percibida definida como el “Grado por el que una persona cree que usar un determinado sistema estará libre de esfuerzo” (Davis, 2011). En este capítulo se muestran las conclusiones de la evaluación del *framework* VRTBloom realizado usando el modelo TAM con un conjunto de desarrolladores de Unity3D con distintos trasfondos, a los cuales se les puso la tarea de crear un AARV usando el *framework*.

A lo largo de los años se han presentado variaciones del modelo TAM que incluyen diferentes variables externas que pueden incidir en la utilidad percibida y la facilidad de uso. Un ejemplo de estas variables es: edad, tipo de usuario, género, experiencia en el manejo de tecnologías, nivel profesional, nivel de formación, y tendencia personal hacia la innovación.

Los modelos TAM2 y TAM3 incluyen nuevas variables a evaluar. De parte del TAM2 se encuentran: norma subjetiva, voluntariedad, imagen, experiencia, relevancia en el trabajo, y calidad de salida. En el modelo TAM3 se incluye la ansiedad ante la tecnología, percepción de disfrute, usabilidad objetiva, percepción de control externo y demostrabilidad de resultados.

El instrumento de evaluación que se utilizó en VRTBloom es el modelo TAM3 variación del modelo original de Davis que consiste en un cuestionario de preguntas con una escala de Likert. Este cuestionario tiene un número cerrado de opciones de respuesta según el tipo de variable a evaluar. Las variables consideradas según (Venkatesh & Bala, 2008) fueron:

- Utilidad Percibida (UP): Grado en el cual una persona cree que está utilizando un sistema particular lo destacará a él o a su rendimiento en el trabajo
- Facilidad de uso Percibida (FUP): Grado en el cual una persona cree que utilizando un sistema particular se liberará de esfuerzo
- Autoeficacia computacional (AUC): Grado en el cual un individuo cree que su habilidad incrementa para desempeñar una tarea o trabajo específico
- Percepción de control Externo (PCE): Grado en el cual un individuo cree que existen los recursos organizaciones y técnicos para utilizar el sistema
- Experiencia Computacional (DC): El grado de espontaneidad cognitiva en las micro interacciones con el sistema
- Ansiedad Computacional (AC): El grado en que un individuo, siente ansiedad, o miedo cuando se enfrenta con la posibilidad de usar computadores.
- Disfrute Percibido (DP): grado en el cual una persona encuentra a una actividad placentera al utilizar la tecnología

- Relevancia en el Trabajo (RT): El grado en el cual un individuo cree que el objetivo del sistema es aplicable en su trabajo
- Calidad de Resultados (CR): El grado en el cual un individuo cree que el sistema optimiza el desempeño al realizar sus actividades
- Demostrabilidad del Resultado (DR): El grado en el cual que un individuo cree que los resultados del uso de un sistema son tangibles, observables y comunicables
- Intención de Comportamiento (IC): El grado en el cual un individuo planea utilizar el sistema nuevamente

6.1 Metodología

Para la evaluación de VRTBloom se escogió realizar una evaluación de manera empírica con un conjunto de desarrolladores que actuaron como evaluadores, los cuales tuvieron como asignación el desarrollo de una AARV usando VRTBlom como base en la actividad de aprendizaje diseñada por una docente. Esto se realizó siguiendo los lineamientos del marco de trabajo ya explicados en la sección 4.1 . Para llevar a cabo el diseño de la AARV se convocó a una docente voluntaria que tiene habilidades en el uso de actividades de aprendizaje y experiencia en el área de educación básica primaria. A la docente se le proporcionó un manual con las instrucciones para el diseño de una AARV (ver Anexo B), así como un formato para que diseñara la AARV (ver Anexo C).

La actividad diseñada por la docente estuvo orientada hacia niños en educación primaria. Para la actividad ‘Identificar el objetivo de aprendizaje a partir de la taxonomía de Bloom’ El objetivo de aprendizaje elegido por la docente es “Identificar las vocales”. La AARV diseñada por la docente consiste en que el estudiante se encuentra en el EV con una lluvia de burbujas con vocales y burbujas negras, donde el alumno debe atrapar las burbujas con las vocales y al hacerlo se escucharán unos aplausos; por otro lado, al atrapar burbujas negras sonará un reventón de burbuja. Después de atraparlas deberá llevarlas a una urna de cristal en el menor tiempo posible. Se debe tener en cuenta, que el porcentaje de aprobación establecido por la docente fue del 60%, lo cual, quiere decir que si el alumno atrapa el 60% de las vocales se tomará la actividad como aprobada. De esta manera cumple con el proceso ‘Definir en que consiste la actividad de aprendizaje’ que se puede observar en el Anexo C.

El instrumento de evaluación que se utilizó en VRTBloom es el modelo TAM3, variación del modelo de Davis que consiste en un cuestionario de preguntas con una construcción de tipo Likert. Para conseguir los desarrolladores voluntarios que realizarían la evaluación usando el TAM3, se realizó una convocatoria por correo electrónico a 120 estudiantes de ingeniería de sistemas, desarrolladores de videojuegos y algunos profesionales de la industria. A esta convocatoria respondieron 12 personas. La evaluación se realizó de manera asincrónica, donde a través de correo electrónico, los desarrolladores recibieron las instrucciones indicadas para realizar el uso del *framework* y crear una AARV. Para ello se les proporcionó el formato con el diseño de la AARV, diligenciado por la profesora e insumo necesario para el proceso ‘Analizar la descripción del tutor’. Además, se creó un material audiovisual (ver [Video Tutorial](#)) que indica cómo realizar la importación del *framework* VRTBloom a Unity junto al

archivo del *framework* (ver [Paquete VRTBloom](#)) y se ejemplificó la creación de una AARV con una de las acciones que corresponde a un verbo. Adicionalmente se realizó un manual en Microsoft Word (Ver Anexo E), para el uso de cada una de las acciones clasificadas por los verbos del primer nivel de la taxonomía de Bloom, el manual también se encuentra disponible en su versión Web en una [wiki](#)²³. Lo anterior con el objetivo de facilitar el proceso de construcción de la AARV (Ver Figura 4). Además se les compartió a los evaluadores, los modelos necesarios para la implementación de la actividad, los cuales se pueden encontrar en este [enlace](#). Por último, se realizó una encuesta adaptada del modelo TAM 3 para obtener la interpretación de resultados de la evaluación. Se presentan las preguntas de la encuesta y se pueden encontrar en el formulario de *Google Forms* correspondientes (ver Anexo G), el cual también está disponible en este [vínculo](#)²⁴.

A continuación se presentan las variables externas con los items del TAM 3 planteado por (Venkatesh & Bala, 2008) que fueron utilizados para la evaluación del *framework* VRTBloom.

Utilidad Percibida (UP)

- UP1: El uso de VRTBloom mejora su desempeño durante la creación de AARV
- UP2: El uso de VRTBloom incrementa su productividad en la creación de AARV
- UP3: El uso de VRTBloom incrementa su efectividad para la creación de AARV

Facilidad de uso Percibida (FUP)

- FUP1: Encuentra VRTBloom útil para la creación de AARV
- FUP2: Interactuar con VRTBloom requiere mucho esfuerzo mental
- FUP3: Encuentra VRTBloom fácil de usar
- FUP4: Le resultó fácil hacer que VRTBloom hiciera lo que quería hacer

Autoeficacia computacional (AUC):

- AUC1: Aún si no hubiera nadie para decirle qué hacer mientras trabaja
- AUC2: Si tuviera la ayuda de un agente dentro de VRTBloom para recibir asistencia
- AUC3: Si alguien le mostrara cómo hacerlo
- Otro: Documentación mediante ejemplos de código

Percepción de control Externo (PCE)

- PCE1: Tiene control sobre el uso de VRTBloom (Es fácil para ud. El uso de VRTBloom)
- PCE2: Tiene los recursos necesarios para usar VRTBloom
- PCE3: Dados los recursos, las oportunidades y el conocimiento que se necesitan para usar VRTBloom, sería fácil para usted usarlo.

²³ Descripción de acciones versión Web:

<https://github.com/juanpvalencia/VRTBloomRecursosComplementarios/wiki>

²⁴ Encuesta TAM3: <https://forms.gle/hBE8AjKLTiurdTJC8>

- PCE4: VRTBloom es compatible con otros sistemas que utiliza

Experiencia computacional (EP)

- EP1: Espontáneo
- EP2: Creativo
- EP3: Lúdico
- EP4: Poco Original

Ansiedad Computacional (AC)

- AC1: Los dispositivos de RV no le asustan
- AC2: Trabajar con un dispositivo de RV lo pone nervioso
- AC3: Los dispositivos de RV lo hacen sentir incómodo
- AC4: Los dispositivos de RV lo hacen sentir inquieto

Disfrute Percibido (DP)

- DP1: Disfrutó creando AARV en VRTBloom
- DP2: El uso de VRTBloom para la creación de AARV fue placentero
- DP3: Se divirtió usando VRTBloom

Relevancia en el Trabajo (RT)

- RT1: Si quisiera crear AARV, VRTBloom sería importante
- RT2: Si quisiera crear AARV, VRTBloom sería relevante

Calidad de Resultados (CR)

- CR1: La calidad del resultado que obtuvo de VRTBloom es alta
- CR2: Es adecuada la calidad del resultado de VRTBloom
- CR3: Calificaría los resultados de VRTBloom como excelentes

Demostrabilidad del Resultado (DR)

- DR1: Sería fácil contarle a los demás sobre los resultados de VRTBloom
- DR2: Cree que podría comunicar a los demás las consecuencias del uso de VRTBloom
- DR3: Los resultados de usar VRTBloom para crear AARV son los esperados para usted
- DR4: Tengo dificultad para explicar por qué el uso de VRTBloom para crear AARV puede ser beneficioso

Intención de Comportamiento (IC)

- IC1: Suponiendo que tuviera acceso a VRTBloom, tendría la intención de usarlo posteriormente
- IC2: Dado que tuvo acceso a VRTBloom, cree que lo usaría nuevamente
- IC3: Planea usar VRTBloom en los próximos 6 meses

En la Tabla 10 se visualizan los datos demográficos de los 9 evaluadores que realizaron la AARV. Estos datos se obtuvieron a través del siguiente formulario de inscripción creado en Google Forms (Ver Anexo F), el cual también es accesible por medio de este [enlace²⁵](#). A cada uno de los evaluadores se le identifica con un código (D1... Dn). Los datos más relevantes a tener en cuenta son: género (Hombre, Mujer), Nivel Educativo (Bachiller, Universitario, Pregrado, Posgrado), Experiencia con Unity 3D (en años), Experiencia con RV (en años), Nivel de manejo de Unity (1 siendo el más bajo – 5 siendo el más alto) y nivel de manejo de Oculus Quest (1 siendo el más bajo – 5 siendo el más alto).

Tabla 10

Datos demográficos de los evaluadores de VRTBloom

Identificador	Género	Nivel Educativo	Experiencia con Unity (Años)	Manejo de Unity	Manejo Oculus Quest
D1	Hombre	Posgrado	3	3	1
D2	Hombre	Profesional	5	4	3
D3	Hombre	Bachiller	1	2	1
D4	Hombre	Universitario	2	3	1
D5	Hombre	Profesional	7	5	5
D6	Hombre	Universitario	1	2	1
D7	Hombre	Profesional	1	4	4
D8	Hombre	Universitario	1	3	2
D9	Hombre	Profesional	2	3	5

A continuación se exponen los resultados obtenidos de los evaluadores entre los que se encuentran pantallazos de los resultados de la AARV usando el *framework* VRTBloom y el análisis de los resultados del formulario del TAM 3 aplicada.

6.2 Resultados

Con el objetivo de realizar el proceso de evaluación de resultados y obtener evidencias gráficas del desarrollo de la solución para la AARV proporcionada por la docente, se creó una carpeta compartida para que los desarrolladores colocaran sus aplicativos y un documento en formato word o PDF con los pantallazos que representan su proceso de creación de la AARV.

En la Figura 38 se visualiza la escena de juego de la AARV creada por uno de los evaluadores del *framework* VRTBloom. En la imagen se puede observar las burbujas vocálicas y burbujas negras, con el contenedor para almacenarlas en el fondo. Además del objeto Finalizar actividad que se encuentra justo enfrente de la cámara.

²⁵ Formulario de inscripción: <https://forms.gle/GEzETyEdSyroRrPt8>

Figura 38

Escena de juego AARV Identificar las vocales



Las evidencias que adjuntaron el resto de los evaluadores se pueden encontrar en la siguiente [carpeta](#).

Para interpretar los resultados de la evaluación del *framework* VRBloom, se realizó el análisis de cada una de las variables externas y cada uno de los ítems presentadas en el modelo TAM 3 utilizado.

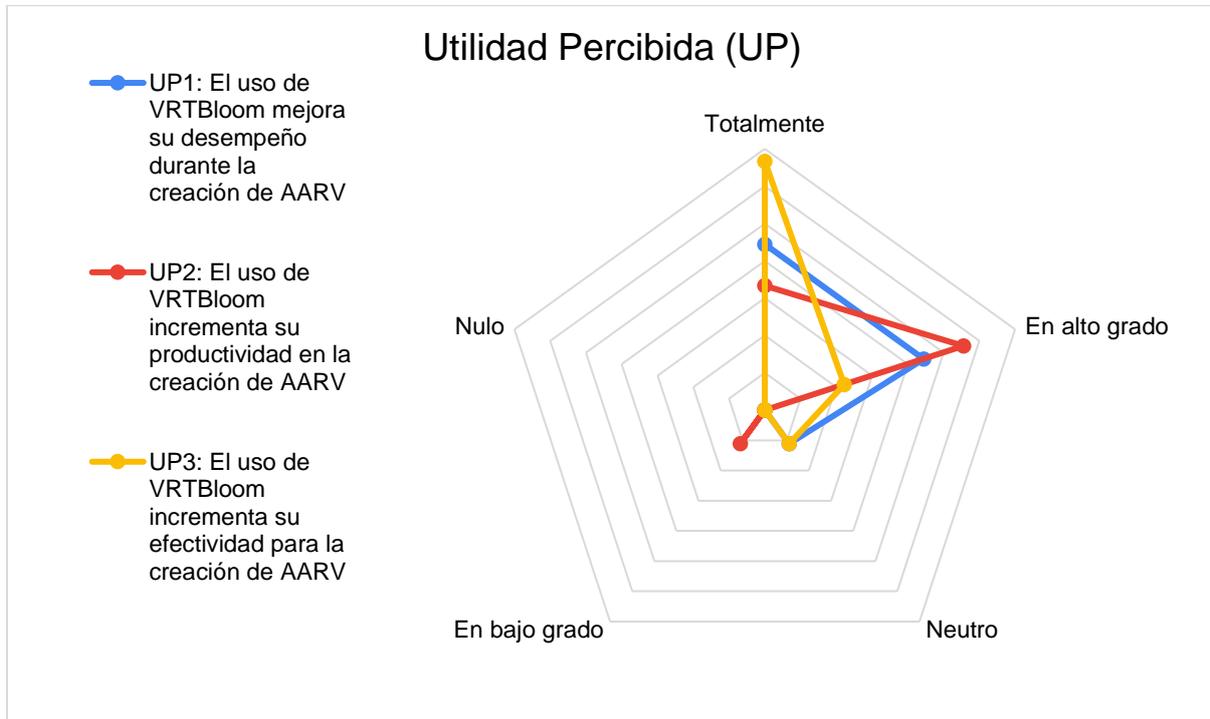
6.2.1 Utilidad Percibida (UP)

De la Figura 39, se puede concluir que en general, los participantes opinan que VRTBloom les es útil. En cada una de las variables preguntadas (UP1, UP2 y UP3) al menos el 88% de los participantes indicaron que VRTBloom es útil al mejorar su desempeño, incrementar su productividad y efectividad a la hora de crear AARV. No obstante, en la variable UP2 un mayor porcentaje de participantes (55.6%) opina que el incremento en la productividad de VRTBloom es “en alto grado” en contraste con el 33.33% que opina que su incremento en productividad es total. Lo que nos indica que es posible realizar mejoras para incrementar la productividad. En ninguno de los casos los participantes opinaron negativamente sobre la utilidad, de lo que

se puede concluir que VRTBloom es útil para los participantes, al menos por encima de las herramientas básicas que trae el Unity3D.

Figura 39

Análisis de la 'Utilidad Percibida' (UP)

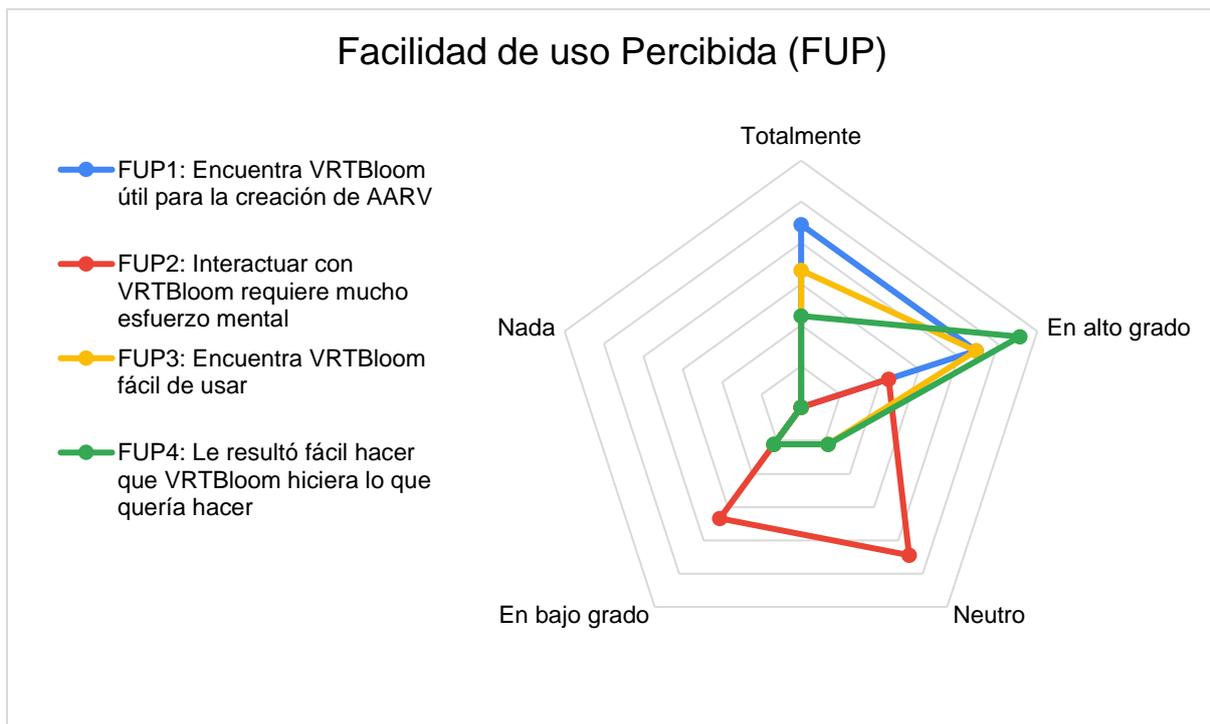


6.2.2 Facilidad de uso Percibida (FUP)

A partir de los resultados presentados en la Figura 40, se visualiza en términos generales que los evaluadores opinan que VRTBloom es útil para la creación de AARV. Sin embargo, para la variable FUP2 el esfuerzo mental que requirieron los evaluadores fluctúa entre 'Bajo grado' y 'Neutro', lo que alerta que es ideal hacer mejoras con el objetivo de reducir la complejidad de la interacción entre el desarrollador y el *framework*. Por otra parte, para la variable FUP3, la mayor parte de los evaluadores indicó que VRTBloom es fácil de usar, lo que es un punto fuerte para resaltar. No obstante, se encuentra una muy leve tendencia hacia 'En bajo grado', lo que refleja que se pueden realizar mejoras en este aspecto. Para la variable FUP4 la opinión de los evaluadores tiende en mayor parte a ser 'En alto Grado' lo que representa que se puede mejorar agregando más funcionalidades que brinden más facilidades para que el *framework* haga lo que el desarrollador quiere que haga. Para ninguna de los items de la Facilidad de Uso Percibida los evaluadores tuvieron opiniones negativas, por tanto, se puede concluir que VRTBloom no es complejo de utilizar y cumple con el objetivo de facilitar la creación de AARV.

Figura 40

Análisis de la 'Facilidad de uso Percibida'

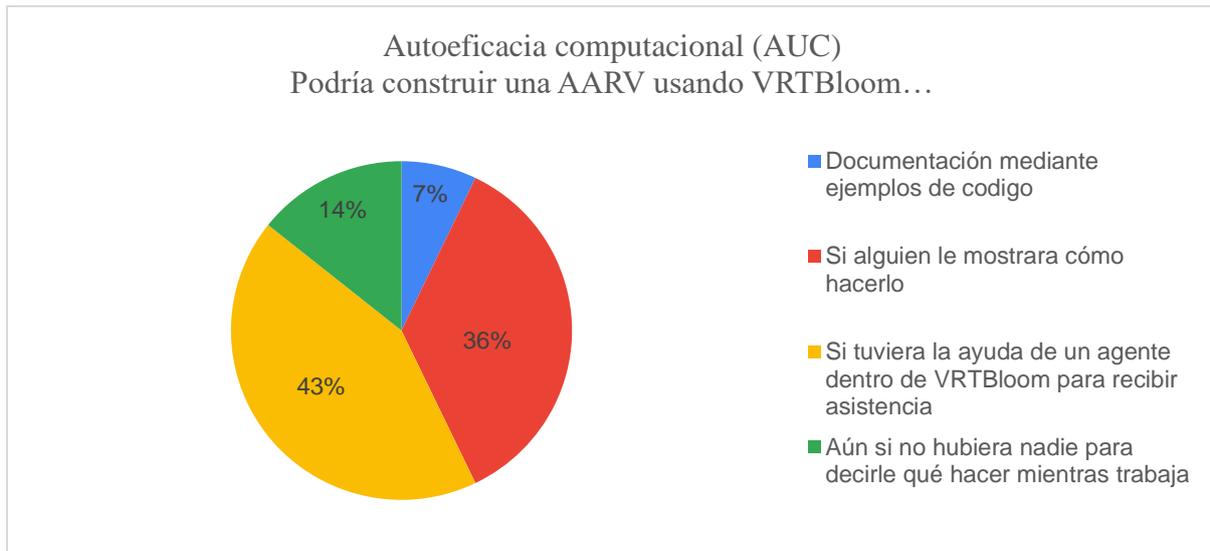


6.2.3 Autoeficacia computacional (AUC)

A partir de la Figura 41 se evidencia que el 43% de las personas evaluadas indican que es posible la construcción de AARV si tuviera la guía de un agente dentro del *framework*, lo que indica que una de las posibles mejoras para VRTBloom sería la inclusión de un PNJ con una IA que sirva de soporte para el desarrollador. Mientras que un 36% opina que podría construir una AARV si alguien le mostrará cómo hacerlo, por lo tanto, se sugiere capacitar una persona para que enseñase a los desarrolladores los aspectos más relevantes del *framework*. Un 14% de las personas señaló que podrían crear AARV aún si no hubiera nadie para decirle cómo hacerlo. Además, un 7% agregó que sería de utilidad el agregar documentación mediante ejemplos de código, por lo que es una posible mejorar a desarrollar. Para concluir observamos que en cuestión de autoeficacia computacional es entendible que los desarrolladores requieran de una instrucción más personalizada debido a las funcionalidades del *framework* VRTBloom para poder sacar el máximo provecho de su utilización.

Figura 41

Análisis de Autoeficacia computacional (AUC)

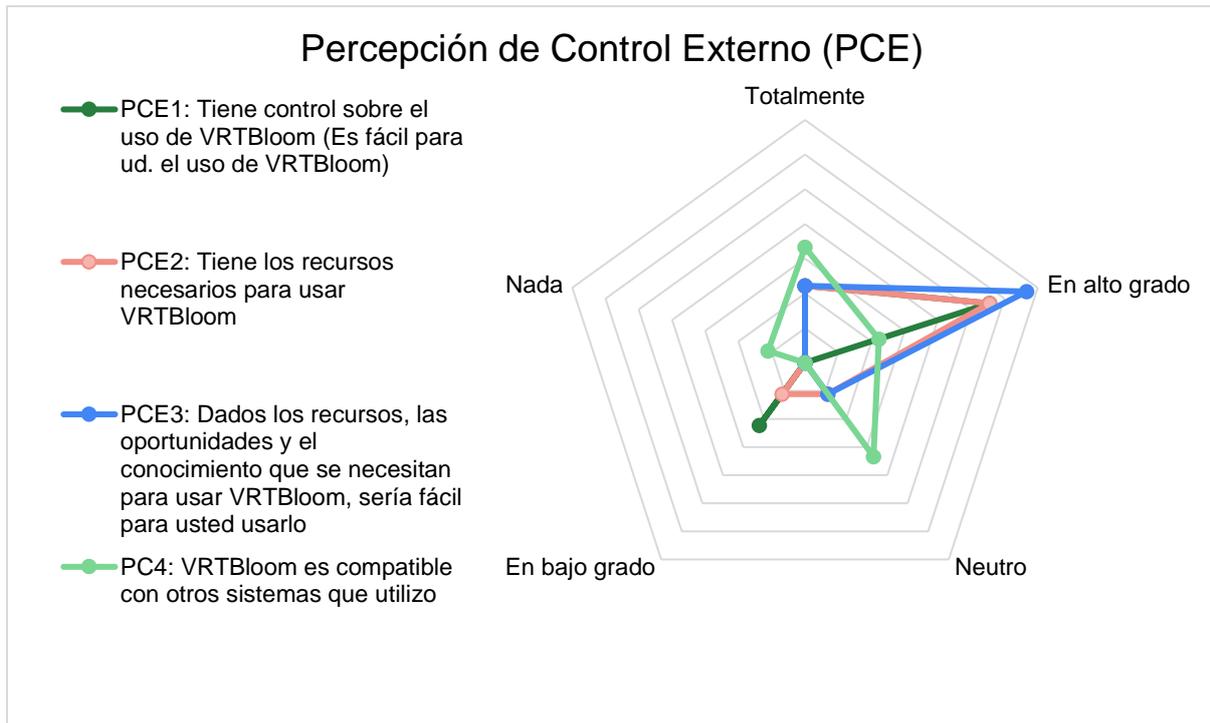


6.2.4 Percepción de Control Externo (PCE)

De acuerdo con los resultados de la Figura 42 se evidencia que en general para las variables PCE1, PCE2 y PC3 los evaluadores opinan que ‘En alto grado’ tienen el control sobre el uso del *framework*, tienen los recursos necesarios para su uso y consideran que con los recursos, oportunidades y conocimiento sería fácil emplearlo. Por lo anterior se observa que se pueden realizar ajustes y mejoras a VRTBloom con el objetivo de mejorar el control que se tiene sobre la herramienta. No obstante, con respecto la variable PCE4 se evidencia que VRTBloom es compatible con algunos sistemas que utilizan los evaluadores, esto se puede asociar al hecho de que no todos los evaluadores son desarrolladores de aplicaciones en RV. En conclusión, la percepción de control externo que tienen los evaluadores de VRTBloom es sobresaliente al adaptarse visualmente a la herramienta de desarrollo Unity3D y brindar en gran medida los recursos necesarios para construir la AARV.

Figura 42

Análisis de Percepción de control Externo (PCE)

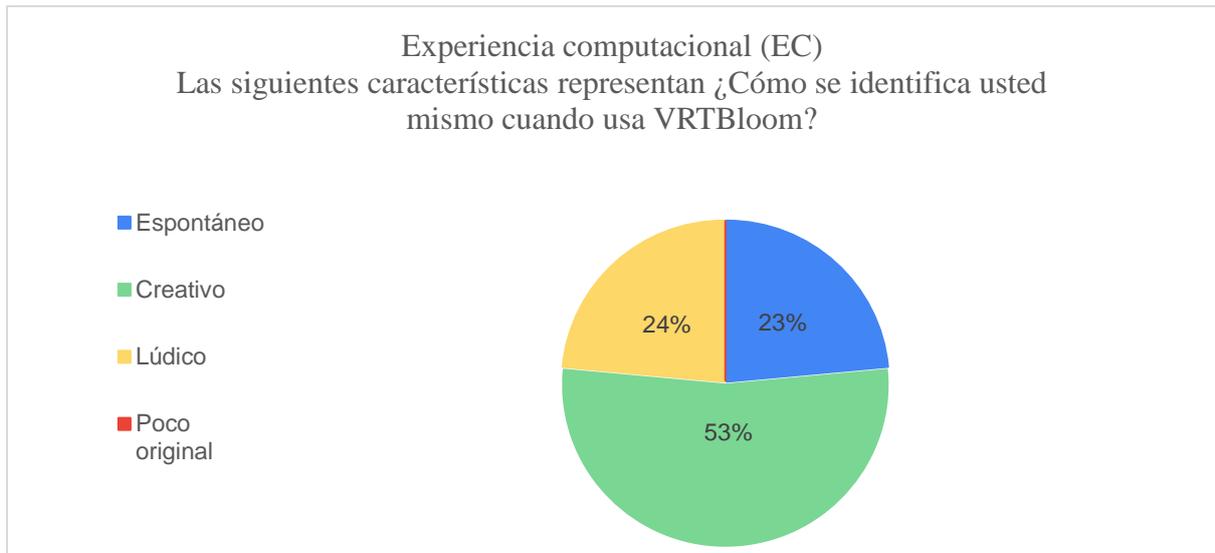


6.2.5 Experiencia Computacional (EC)

A partir de los resultados de la Figura 43 se evidencia que el 53% de los evaluadores se sienten espontáneos al crear AARV, es decir que su interacción con VRTBloom se considera natural, sencilla y con fluidez. Por otra parte, el 23% de los evaluadores se siente creativos al utilizar VRTBloom de tal manera que les es sencillo el crear AARV, idear soluciones, e interactuar con el *framework*. Además 24% de los desarrolladores opinan que pueden realizar AARV lúdicas usando VRTBloom. Ningún evaluador se sintió poco original al utilizar la herramienta VRTBloom, lo que indica que es un *framework* interactivo y original.

Figura 43

Análisis Experiencia Computacional (EC)

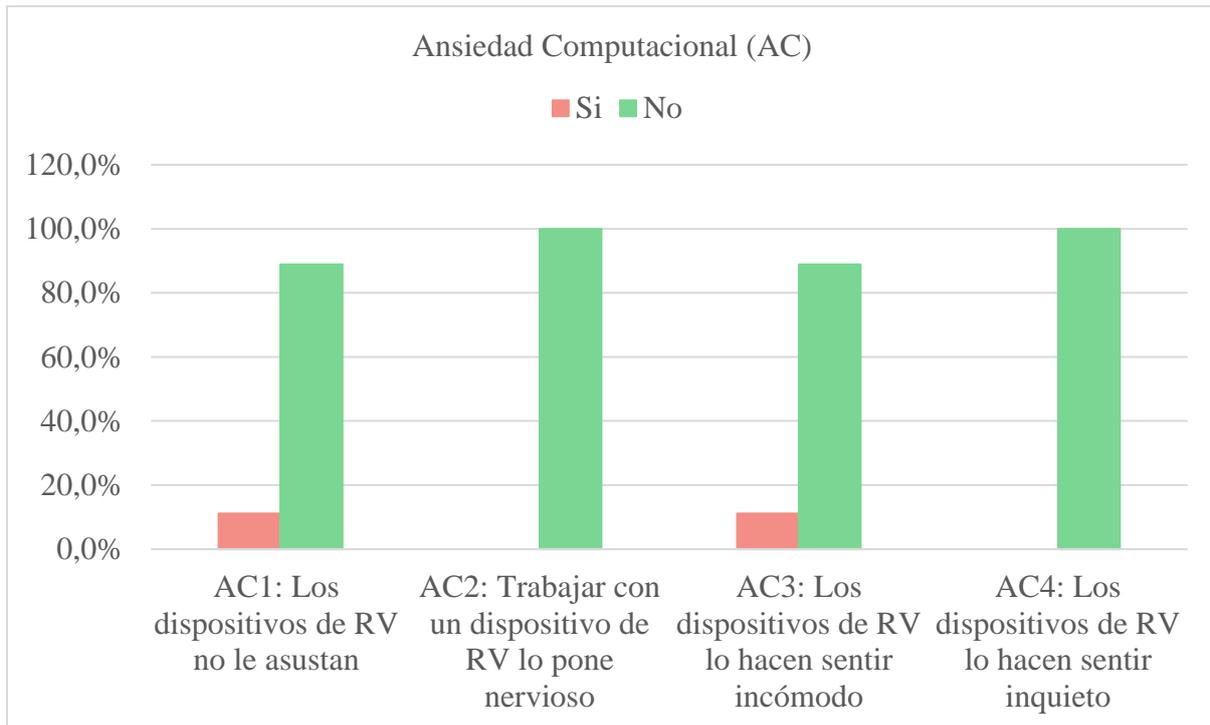


6.2.6 Ansiedad Computacional (AC)

Según la Figura 44 se determina que la mayor parte de los evaluadores no sienten susto, nervios, incomodidad o se sienten inquietos al trabajar con dispositivos de RV. Lo cual es un factor positivo ya que no representará una limitación para los desarrolladores al momento de crear AARV al sentirse cómodos utilizando dispositivos de RV.

Figura 44

Análisis de Ansiedad Computacional (AC)

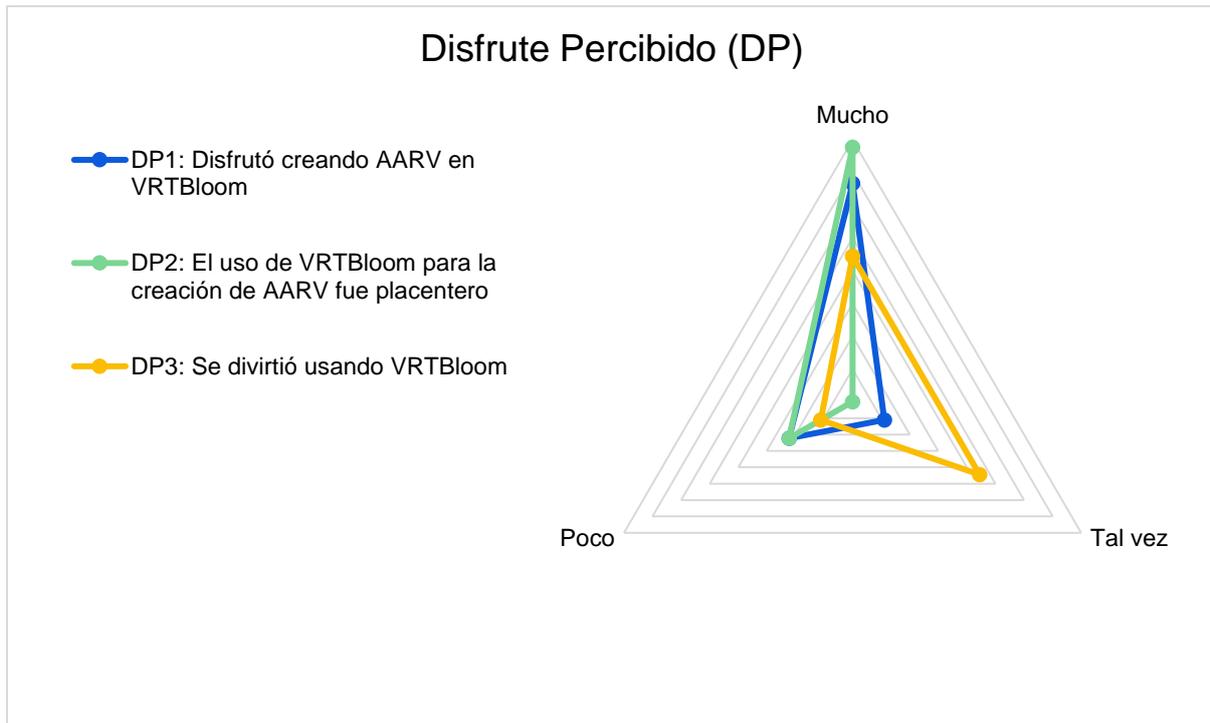


6.2.7 Disfrute Percibido (DP)

Como se observa en la Figura 45 La mayor parte de los desarrolladores disfrutaron usando VRTBloom (DP1), así como también le fue placentero el proceso de creación de AARV(DP2). Por lo anterior, se puede concluir que el proceso de creación de AARV usando el *framework* VRTBloom es amigable, sencillo y placentero para los evaluadores. Sin embargo, para DP3 respecto a la diversión al usar VRTBloom, los evaluadores tuvieron opiniones divididas entre haber disfrutado mucho y sobre si el uso del *framework* fue poco disfrutable. Por lo que se concluye que crear AARV haciendo uso de VRTBloom incrementa el disfrute del desarrollador en comparación a las herramientas básicas de Unity3D. No obstante, se deben plantear mejoras al *framework* para lograr que los desarrolladores se sientan motivados y diviertan usando VRTBloom.

Figura 45

Análisis de Disfrute Percibido (DP)

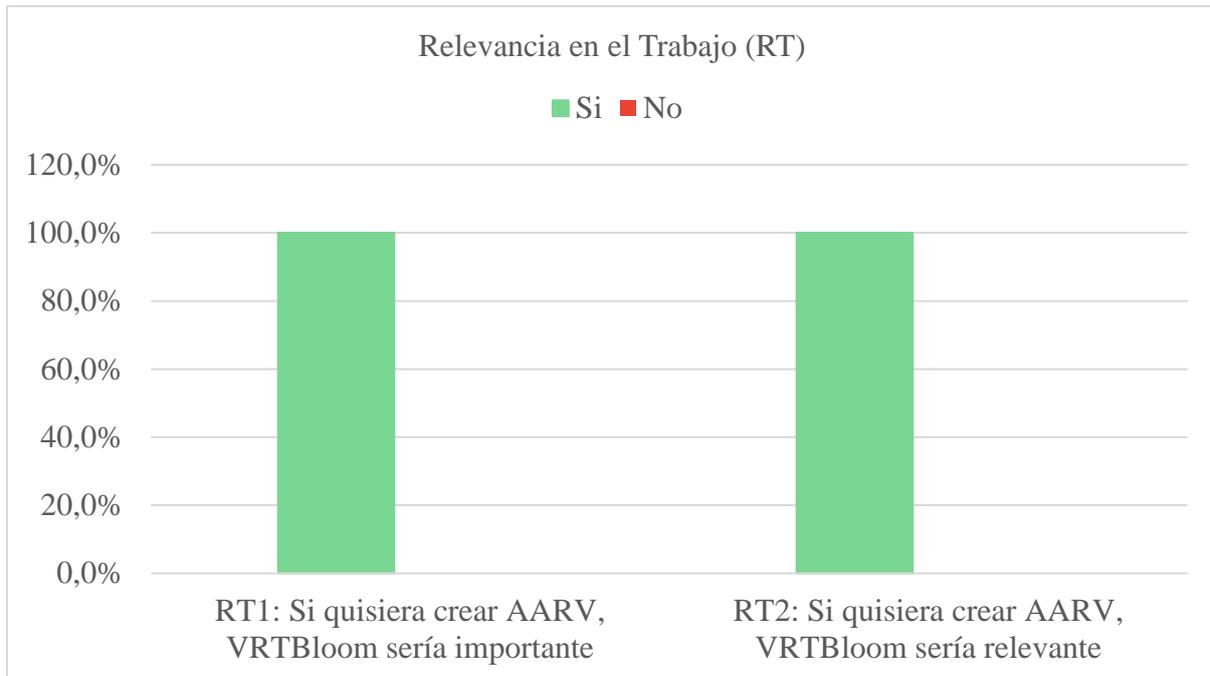


6.2.8 Relevancia en el Trabajo (RT)

Como se observa en la Figura 46 es evidente que la totalidad de los evaluadores consideran que el uso de VRTBloom para crear AARV sería importante, en el sentido de que es necesario para que la calidad del producto o eficiencia de desarrollo sea óptima, además consideran que el uso del *framework* es relevante (entendiendo la relevancia como algo opcional, pero que en caso de utilizarlo sería relevante e importante para sus actividades en el trabajo). Por lo tanto, se concluye que VRTBloom es ideal para la creación de una AARV frente al editor básico de Unity3D.

Figura 46

Análisis de Relevancia en el Trabajo (RT)



6.2.9 Calidad de Resultados (CR)

A partir de la Figura 47 se observa que para CR1 El 56.56% de la muestra asegura que la calidad obtenida de los resultados de VRTBloom es alta. El 22.22% consideró que la calidad es medianamente buena, mientras que el otro 22.22% determinó que no es buena. En CR2 el 78.88% de la muestra indicó que la calidad de los resultados es la adecuada, mientras que el 22.22% faltante consideró que no lo es.

Para CR3, el 56.56% de la muestra asegura que la calidad obtenida de los resultados de VRTBloom es excelente. El 22.22% consideró que la calidad es medianamente excelente, mientras que el otro 22.22% determinó que no es excelente.

Dados los resultados obtenidos se puede concluir que más de la mitad de los evaluadores consideran excelentes los resultados de VRTBloom, esto puede corresponder con el nivel de experiencia de desarrollo o el grado de dominio sobre el uso de Unity3D. Sin embargo, la calidad de los resultados obtenidos por el resto desarrolladores pudo haber sido afectada por otras variables como el tiempo que se dio para el desarrollo, falta de realimentación de parte del docente, o errores dentro del *framework* VRTBloom, e incluso falta de experiencia en el entorno de desarrollo Unity 3D (Ver Recursos Complementarios [Resultados AARV](#)²⁶).

²⁶ Recursos Complementarios:
<https://github.com/juanpvalencia/VRTBloomRecursosComplementarios/tree/main/Recursos%20Complementarios/Evaluaci%C3%B3n/Archivos%20resultantes%20AARV>

Figura 47

Análisis de Calidad de Resultados (CR)



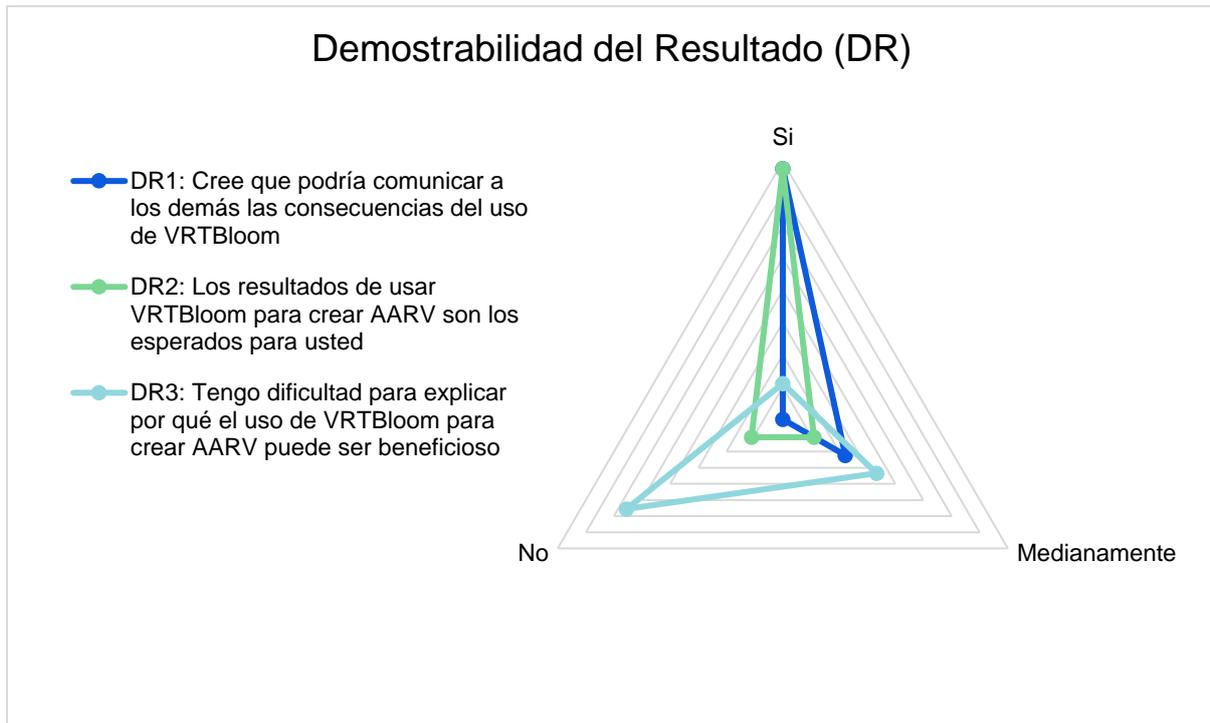
6.2.10 Demostrabilidad del Resultado (DR)

Con base en la información presentada en la Figura 48 , se evidencia que la mayor parte de la muestra comprendió los resultados y consecuencias del uso de VRTBloom. Adicionalmente la mayoría de los evaluadores obtuvieron los resultados que esperaban al hacer uso de VRTBloom para crear AARV, por lo cual la mayoría no tendría dificultad para explicar a otras personas los beneficios de usar el *framework*. (Ver Recursos Complementarios [Resultados AARV²⁷](#))

²⁷ Recursos Complementarios:
<https://github.com/juanpvalencia/VRTBloomRecursosComplementarios/tree/main/Recursos%20Complementarios/Evaluaci%C3%B3n/Archivos%20resultantes%20AARV>

Figura 48

Análisis de Demostrabilidad del Resultado (DR)

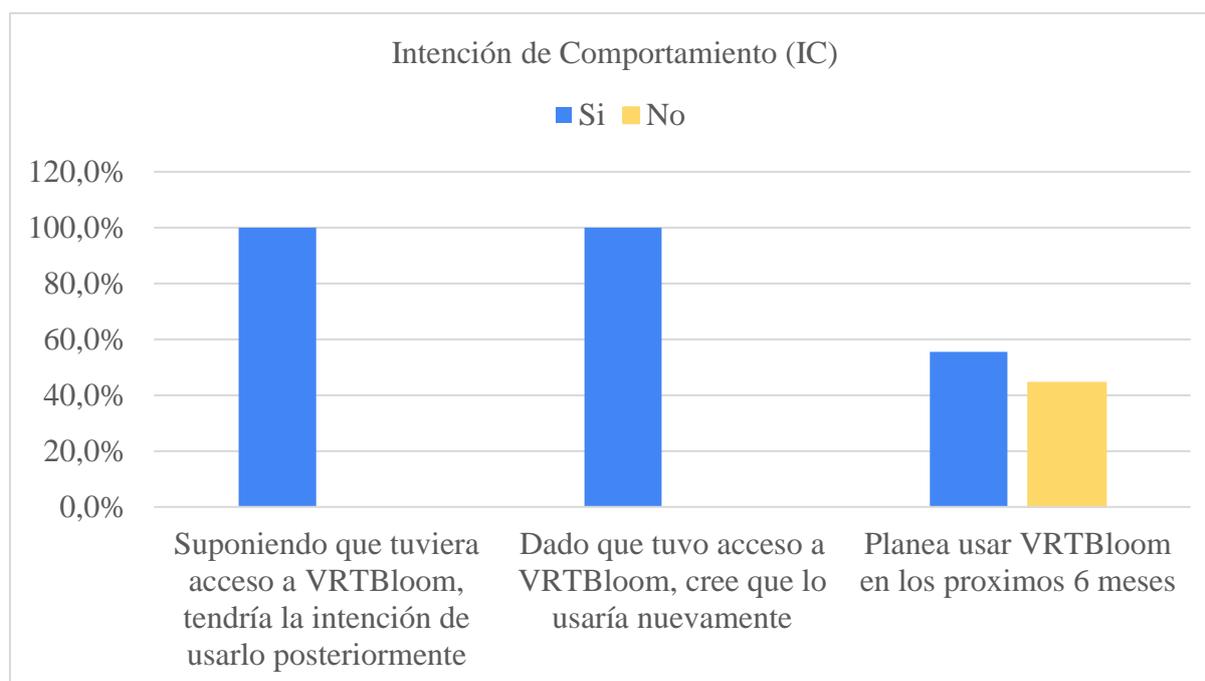


6.2.11 Intención de Comportamiento (IC)

Como se observa en la Figura 49 para IC1 todos los evaluadores usarían VRTBloom si tuvieran acceso a él. Así mismo, todos los evaluadores afirman que luego de haber tenido acceso a VRTBloom lo usarían nuevamente. Esto indica el alto rendimiento y desempeño del *framework* como herramienta innovadora para la creación de AARV. Por último, para IC3 el 56.56% tiene planeado usar el *framework* VRTBloom en los próximos 6 meses dando a entender que es una herramienta útil e interesante para creación de AARV. En este punto se debe tener en cuenta el nivel académico de los desarrolladores y si trabaja o no con tecnologías de RV, sobre todo en el área educativa.

Figura 49

Análisis de Intención de Comportamiento (IC)



6.3 Conclusiones de la evaluación

En este capítulo se presentó la explicación del modelo TAM 3 seleccionado para la evaluación del *framework* VRTBloom. Adicionalmente se explicó la metodología utilizada para la adecuada evaluación del *framework*, iniciando desde la selección de la docente hasta el desarrollo de la AARV de parte de los evaluadores. Se definieron las variables externas con cada uno de sus ítems a partir del TAM 3. Posteriormente se presentaron los datos demográficos de cada uno de los evaluadores y los resultados del formulario en Google docs del TAM 3. Se realizó el análisis de cada uno de los gráficos de las variables externas para llegar a las siguientes conclusiones.

Se resalta la participación de la docente en el proceso de evaluación, donde se definió una reunión presencial para presentarle el *framework* VRTBloom y la posibilidad de implementar una AARV para el proceso. A la profesora se le proporcionó el manual para el diseño de una AARV y una plantilla para que la diseñara. Debido a vacaciones y limitaciones de tiempo por parte de la docente el proceso de evaluación sufrió de un retraso.

La mayoría de los evaluadores pudieron entregar la AARV completamente desarrollada. No obstante, por limitaciones de tiempo no fue posible presentar cada una de las AARV desarrolladas a la docente para obtener una realimentación final. Se considera que, con una motivación mayor, más tiempo disponible y un mejor planteamiento de la AARV se logre mejorar de manera significativamente la calidad de los resultados.

A partir los resultados de la anterior sección obtenidos mediante la aplicación del TAM, se concluye que VRTBloom es útil, relevante e importante para facilitar la creación de AARV puesto que mejora en total y en alto grado el desempeño, productividad y efectividad de los desarrolladores para la creación de AARV. Adicionalmente en el mapeo sistemático realizado (ver Anexo D) se evidencia que no existe un *framework* genérico para facilitar la creación de AARV basado en la taxonomía de Bloom, siendo VRTBloom la solución a dicha falencia.

Según la mayoría de los evaluadores, VRTBloom es un *framework* fácil de usar teniendo en cuenta las facilidades que éste ofrece para facilitar la creación de AARV. Respecto al esfuerzo mental se propone brindar más recursos e instrucción acerca de su uso adecuado, y proponer ingresar un agente para dar instrucciones dentro del *framework*, con el fin de sacar el máximo provecho y hacer más fácil el uso de VRTBloom. De esta manera el desarrollador será más efectivo a la hora de crear acciones y desarrollar AARV. Además, se destaca que para la mayoría de los evaluadores está demostrado que VRTBloom cumple bien su función de crear AARV.

Teniendo en cuenta el tamaño de la muestra (9 personas) se obtuvieron unos resultados preliminares, VRTBloom se consideró como una tecnología aceptada debido al aporte que brinda tanto al desarrollador a la hora de facilitar la creación de AARV como a los docentes y aprendices que van a experimentar de los beneficios de la RV en el ámbito de la educación planteados en el Capítulo 2.

7 Recursos Complementarios

En este capítulo se describen todos los recursos que fueron utilizados para el desarrollo de este proyecto y la creación del *framework* de desarrollo VRTBloom. Para ello, se indica el nombre para cada archivo junto a su correspondiente descripción.

Se comparte una carpeta junto a este documento y se llama ‘Recursos Complementarios’, la cual se encuentra disponible en este [enlace](#)²⁸, en ella se encuentran las subcarpetas correspondientes a cada uno de los siguientes recursos:

7.1 Historias de Usuario

Este documento se encuentra en formato XLSX y corresponde a la descripción de historias de usuario para VRTBloom. Se encuentra ubicado en la ruta “*Recursos Complementarios/Historias de Usuario/Historias de Usuario VRTBloom.xlsx*”

7.2 Diagrama de Procesos

Este archivo se encuentra en formato PDF y corresponde al diagrama de procesos para la creación de AARV creado en Bizagi. Se encuentra ubicado en la ruta “*Recursos Complementarios/Diagrama de Procesos/Creacion de AARV.pdf*”.

7.3 Diagrama de Clases

Este archivo se encuentra en formato JPG y corresponde al diagrama de clases del *framework* VRTBloom. Se encuentra ubicado en la ruta “*Recursos Complementarios/Diagrama de Clases/Diagrama_Clases.jpg*”.

7.4 Paquete VRTBloom

Este archivo se encuentra en formato UnityPackage y corresponde al paquete VRTBloom desarrollado en la herramienta Unity3D. Se encuentra ubicado en la ruta “*Recursos Complementarios/Evaluación/VRTBloom.unitypackage*”.

²⁸ Recursos Complementarios:
<https://github.com/juanvalencia/VRTBloomRecursosComplementarios/tree/main/Recursos%20Complementarios>

7.5 Modelos Unity

Este archivo se encuentra en formato UnityPackage y contiene los modelos necesarios para la creación de la AARV. Se encuentra ubicado en la ruta “*Recursos Complementarios/Evaluación/BubbleActivityResources.unitypackage*”.

7.6 Video Tutorial

Este archivo se encuentra en formato MP4, explica la importación del Paquete VRTBloom y el ejemplo de creación de una Acción. Se encuentra ubicado en la ruta “*Recursos Complementarios/Evaluación/Guia VRTBloom Video-tutorial.mp4*”.

7.7 Resultados AARV

Esta carpeta contiene cada una de las carpetas con los resultados de los evaluadores de VRTBloom y contiene pantallazos y paquetes correspondientes a la creación de la AARV. La carpeta se encuentra ubicada en la ruta “*Recursos Complementarios/Evaluación/Archivos resultantes AARV*”.

7.8 Especificación de Sprints

Esta carpeta contiene el documento de especificación de los tres (3) Sprints, donde se podrá ver cada sprint, con las historias de usuario y el seguimiento realizado a través del *Burndown Chart*. Se encuentran en la ruta “*RecursosComplementarios/Sprints*”

8 Conclusiones

En este trabajo fueron identificadas y caracterizadas un conjunto de 35 acciones adaptables en Realidad Virtual que permite integrar y determinar el cumplimiento de los objetivos de aprendizaje relacionados al primer nivel de la taxonomía de Bloom. A partir de los verbos usados para plantear Actividades de Aprendizaje encontrados en la literatura, se seleccionaron aquellos que se podían adaptar a la RV, y se hizo una relación con los elementos principales de la RV los cuales son: objetos 3D, háptico (tacto), desplazamiento y sonido espacial (envolvente).

Para facilitar el desarrollo de AARV se propuso un proceso de diseño de AARV, el cual involucra al tutor (docente) que diseña la actividad inicial para que el desarrollador haciendo uso del *framework* y basado en su análisis, elabore una propuesta para la creación de la AARV.

Adicionalmente, se definió una propuesta de estructura de AARV basada en el aprendizaje activo, la cual contempla: i) un componente de “aprendices” donde se define el objetivo de aprendizaje y está destinada a todas aquellas personas cuyo propósito sea la adquisición de conocimiento ii) el componente “entorno” que es todo lo que se utiliza para la ejecución de la actividad, se forma a partir de la integración de las acciones con los artefactos que el alumno puede utilizar virtualmente iii) el componente “resultados de aprendizaje” donde se incluye las nuevas capacidades de los alumnos, los artefactos resultantes del proceso y un plan para evaluar el cumplimiento del objetivo de aprendizaje, así como un mecanismo para proporcionar retroalimentación, y por último iv) el componente “otros”, en el cual se incluye al tutor quien establece retos a los aprendices y establece el inicio y fin de la actividad, donde es posible agregar un agente que sea un soporte para el aprendiz.

El mapeo sistemático realizado sugiere que hasta el momento al máximo de nuestro conocimiento no se encontró una herramienta que permitiera el desarrollo de actividades de aprendizaje en Realidad Virtual integradas con los objetivos de aprendizaje de la taxonomía de Bloom, por esto, fue realizado el análisis, diseño e implementación de VRTBloom. Por lo anterior, el *framework* se presenta como una herramienta útil para reducir el esfuerzo y conocimiento durante la creación de AARV.

VRTBloom es una herramienta para desarrolladores cuyo objetivo es facilitar la creación de actividades de aprendizaje en realidad virtual que pretende propiciar la inclusión de este tipo de tecnologías en las aulas de clase. Además, que los alumnos puedan vivir experiencias que no pueden tener en un entorno real y que sean relevantes para su formación académica. Esta herramienta tiene funcionalidades que permiten al desarrollador darle instrucciones al alumno, verificar acciones, detectar las interacciones del alumno, entre otras.

De acuerdo con la evaluación preliminar realizada mediante el TAM3, se pudo concluir que VRTBloom es útil, relevante e importante para facilitar la creación de AARV puesto que mejora en total y en alto grado el desempeño, productividad y efectividad de los desarrolladores

para la creación de AARV, además se evidenció la relevancia e importancia del trabajo, como su facilidad de uso, utilidad, y el poco esfuerzo mental que requiere.

Como trabajos futuros, se sugiere adaptar el *framework* para su funcionamiento con otros dispositivos de RV y otros entornos de desarrollo. Por otro lado, es posible que se puedan agregar más parámetros dentro de la creación de la actividad que permitan establecer un entorno más personalizado de acuerdo con el tipo de actividad y alumnos a los que vayan dirigido.

Dado que las acciones de la actividad de aprendizaje están implementadas de forma abstracta, es posible agregar más acciones y/o usar las que ya están desarrolladas para crear otras que permitan satisfacer más interacciones para el alumno.

Finalmente, se destaca que VRTBloom se desarrolló basado en el primer nivel de la taxonomía de Bloom, y que sería importante revisar aspectos de escalabilidad que permitan agregar los niveles siguientes de la taxonomía al *framework* propuesto.

Bibliografía

- Adam, S. (2004). *A consideration of the nature, role, application and implications for European education of employing 'learning outcomes' at the local, national and international levels. Bologna Seminar on 'Using Learning Outcomes.*
- Almestehi, M., Alomaim, W., Rainford, L., Stokes, D., Stanton, M., & Moran, M. (2019). Role of the virtual reality simulator (ScanTrainer) as a multidisciplinary training tool in transvaginal ultrasound: A systematic review and narrative synthesis. In *Radiography* (Vol. 25, Issue 3, pp. 260–268). W.B. Saunders Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.radi.2018.12.009>
- Anderson, L. W., Krathwohl Peter W Airasian, D. R., Cruikshank, K. A., Mayer, R. E., Pintrich, P. R., Raths, J., & Wittrock, M. C. (2001). *Taxonomy for_ Assessing a Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives.* <https://www.uky.edu/~rsand1/china2018/texts/Anderson-Krathwohl - A taxonomy for learning teaching and assessing.pdf>
- Andujar. (2015). *Taxonomía de Bloom cuadrante con preguntas.* Taxonomía de Bloom Cuadrante Con Preguntas. <https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/edublog/cprofestenerifesur/wp-content/uploads/sites/105/2015/12/TAXONOMIA-DE-BLOOM-CUADRANTE-CON-PREGUNTAS.pdf>
- Antonelli, D., D'Addona, D. M., Maffei, A., Modrak, V., Putnik, G., Stadnicka, D., & Stylios, C. (2019). Tiphys: An Open Networked Platform for Higher Education on Industry 4.0. *Procedia CIRP*, 79, 706–711. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.02.128>
- Aracil, R., Buss, M., Cobos, S., Ferre, M., Hirche, S., Kuschel, M., & Peer, A. (2007). The human role in telerobotics. *Springer Tracts in Advanced Robotics*, 31, 11–24. https://doi.org/10.1007/978-3-540-71364-7_2
- Ariño, M. L. (2017). *Procedimentales Y Actitudinales.* 1–10.
- Beetham, H. (2007). An approach to learning activity design. *Rethinking Pedagogy for A Digital Age- Designing and Delivering E-Learning*, 26–40.
- Biocca, F. (2014). *Communication Applications of Virtual Reality Telewindows View project.* <https://www.researchgate.net/publication/237634976>
- Boessenkool, H., Wildenbeest, J. G. W., Heemskerk, C. J. M., de Baar, M. R., Steinbuch, M., & Abbink, D. A. (2018). A task analysis approach to quantify bottlenecks in task completion time of telemanipulated maintenance. *Fusion Engineering and Design*, 129, 300–308. <https://doi.org/10.1016/j.fusengdes.2017.10.002>
- Boton, C. (2018). Supporting constructability analysis meetings with Immersive Virtual Reality-based collaborative BIM 4D simulation. *Automation in Construction*, 96, 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.08.020>
- Brown, M., McCormack, M., Reeves, J., Brooks, D. C., Grajek, S., Bali, M., Bulger, S., Dark,

- S., Engelbert, N., Gannon, K., Gauthier, A., Gibson, D., Gibson, R., Lundin, B., Veletsianos, G., & Weber, N. (2020). 2020 EDUCAUSE Horizon Report. Teaching and Learning Edition. In *Educause*.
- Bruns, C. R., & Chamberlain, B. C. (2019). The influence of landmarks and urban form on cognitive maps using virtual reality. *Landscape and Urban Planning*, *189*, 296–306. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2019.05.006>
- Cano, C. F., & Roudaut, A. (2019). MorphBenches: Using mixed reality experimentation platforms to study dynamic affordances in shape-changing devices. *International Journal of Human Computer Studies*, *132*, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2019.07.006>
- Cuervo, W., & Ballesteros, J. (2016). Framework para aplicaciones web. *Praxis & Saber*, 125–153. http://revistas.uptc.edu.co/index.php/praxis_saber/article/view/7204/5695
- Czaplinski, I., & Fielding, A. L. (2020). Developing a contextualised blended learning framework to enhance medical physics student learning and engagement. *Physica Medica*, *72*, 22–29. <https://doi.org/10.1016/j.ejmp.2020.03.010>
- Darwazeh, A. N., & Branch, R. M. (2015). A Revision to the Revised Bloom’s Taxonomy. *Aect*, *2*, 220–225.
- Davis, F. (2011). *Technology acceptance model*. *13*(3), 319–340. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.33621>
- de Vries, A. W., Faber, G., Jonkers, I., Van Dieen, J. H., & Verschueren, S. M. P. (2018). Virtual reality balance training for elderly: Similar skiing games elicit different challenges in balance training. *Gait and Posture*, *59*, 111–116. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2017.10.006>
- Ding, Z., Liu, S., Liao, L., & Zhang, L. (2019). A digital construction framework integrating building information modeling and reverse engineering technologies for renovation projects. *Automation in Construction*, *102*, 45–58. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.02.012>
- EU. (2016). Classification of learning activities (CLA) - Manual. In *Office of the European Union*. <https://doi.org/10.2785/874604>
- Farra, S. L., Miller, E. T., & Hodgson, E. (2015). Virtual reality disaster training: Translation to practice. *Nurse Education in Practice*, *15*(1), 53–57. <https://doi.org/10.1016/j.nepr.2013.08.017>
- Farra, S., Miller, E. T., Hodgson, E., Cosgrove, E., Brady, W., Gneuhs, M., & Baute, B. (2016). Storyboard Development for Virtual Reality Simulation. *Clinical Simulation in Nursing*, *12*(9), 392–399. <https://doi.org/10.1016/j.ecns.2016.04.002>
- Feng, Z., González, V. A., Amor, R., Lovreglio, R., & Cabrera-Guerrero, G. (2018). Immersive virtual reality serious games for evacuation training and research: A systematic literature review. *Computers and Education*, *127*, 252–266. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.09.002>
- Frank, J. A., & Kapila, V. (2017). Mixed-reality learning environments: Integrating mobile interfaces with laboratory test-beds. *Computers and Education*, *110*, 88–104. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.02.009>

- Freitas, S. de, & Neumann, T. (2009). The use of “exploratory learning” for supporting immersive learning in virtual environments. *Computers and Education*, 52(2), 343–352. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2008.09.010>
- Galaup, M., Muller, N., Pons Lelardeux, C., Panzoli, D., Jessel, J. P., & Lagarrigue, P. (2017). Design of learning environments for Mechanical Engineering. *Procedia Manufacturing*, 13, 1440–1446. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.126>
- Goderstad, J. M., Sandvik, L., Fosse, E., & Lieng, M. (2019). Development and validation of a general and easy assessable scoring system for laparoscopic skills using a virtual reality simulator. *European Journal of Obstetrics and Gynecology and Reproductive Biology: X*, 4, 100092. <https://doi.org/10.1016/j.eurox.2019.100092>
- Grajewski, D., Górski, F., Hamrol, A., & Zawadzki, P. (2015). Immersive and Haptic Educational Simulations of Assembly Workplace Conditions. *Procedia Computer Science*, 75, 359–368. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.12.258>
- Harvey, H. B., & Sotardi, S. T. (2018). The Pareto Principle. *Journal of the American College of Radiology*, 15(6), 931. <https://doi.org/10.1016/j.jacr.2018.02.026>
- Holte, J. E., Endres, R. J., Besser, D., & D., D. (n.d.). *The influence of active, passive, and mixed classroom activities on student motivation*.
- Hou, L., Chi, H. L., Tarng, W., Chai, J., Panuwatwanich, K., & Wang, X. (2017). A framework of innovative learning for skill development in complex operational tasks. *Automation in Construction*, 83, 29–40. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.07.001>
- Hsiao, H. S., & Chen, J. C. (2016). Using a gesture interactive game-based learning approach to improve preschool children’s learning performance and motor skills. *Computers and Education*, 95, 151–162. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.01.005>
- Import Oculus Integration Package | Oculus Developers*. (n.d.). Retrieved October 5, 2020, from <https://developer.oculus.com/documentation/unity/unity-import/>
- Krings, S., Yigitbas, E., Jovanovikj, I., Sauer, S., & Engels, G. (2020). Development framework for context-aware augmented reality applications. *EICS 2020 - 12th ACM SIG CHI Symposium on Engineering Interactive Computing Systems, Proceedings*, 3398640. <https://doi.org/10.1145/3393672.3398640>
- Learning activity and development*. - *PsycNET*. (n.d.). Retrieved September 14, 2020, from <https://psycnet.apa.org/record/2000-07225-000>
- Li, X., Yi, W., Chi, H. L., Wang, X., & Chan, A. P. C. (2018). A critical review of virtual and augmented reality (VR/AR) applications in construction safety. *Automation in Construction*, 86, 150–162. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.11.003>
- Martín-Barrio, A., Roldán, J. J., Terrile, S., del Cerro, J., & Barrientos, A. (2019). Application of immersive technologies and natural language to hyper-redundant robot teleoperation. *Virtual Reality*, 0123456789. <https://doi.org/10.1007/s10055-019-00414-9>
- Martín-Gutiérrez, J., Mora, C. E., Añorbe-Díaz, B., & González-Marrero, A. (2017). Virtual technologies trends in education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(2), 469–486. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00626a>

- McCall, R., O'Neil, S., & Carroll, F. (2004). Measuring presence in virtual environments. *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings*, 783–784. <https://doi.org/10.1145/985921.985934>
- Minović, M., Milovanović, M., Šošević, U., & Conde González, M. Á. (2015). Visualisation of student learning model in serious games. *Computers in Human Behavior*, 47, 98–107. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.09.005>
- Mirchi, N., Bissonnette, V., Yilmaz, R., Ledwos, N., Winkler-Schwartz, A., & Del Maestro, R. F. (2020). The virtual operative assistant: An explainable artificial intelligence tool for simulation-based training in surgery and medicine. *PLoS ONE*, 15(2). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0229596>
- Nakano, C. M., Moen, E., Byun, H. S., Ma, H., Newman, B., McDowell, A., Wei, T., & El-Naggar, M. Y. (2016). IBET: Immersive visualization of biological electron-transfer dynamics. *Journal of Molecular Graphics and Modelling*, 65, 94–99. <https://doi.org/10.1016/j.jmkgm.2016.02.009>
- Padhi, L. K., & Mishra, D. (2020). Learning how to learn: An analysis through styles and strategies. *International Journal of Web-Based Learning and Teaching Technologies*, 15(3), 46–59. <https://doi.org/10.4018/IJWLTT.2020070104>
- Pan, J., Su, X., & Zhou, Z. (2015). An Alternate Reality Game for Facility Resilience (ARGFR). *Procedia Engineering*, 118, 296–303. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.08.430>
- Planning and Developing Learning Activities*. (2020). <https://www.boisestate.edu/ctl-idea/teaching-with-tech/primer/planning-and-developing-learning-activities/>
- Quickstart for Google VR SDK for Unity with Android*. (n.d.). Retrieved October 5, 2020, from <https://developers.google.com/vr/develop/unity/get-started-android>
- Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers and Education*, 147. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>
- Raúl S. (2016). *Rediseñando actividades según la taxonomía de Bloom*. <http://formacion.intef.es/mod/assign/view.php?id=21905>
- Reynolds, G. S. (1968). *Compendio de condicionamiento operante*.
- Rheingold, H., Seeker, & Warburg. (1991). VIRTUAL REALITY: Exploring the brave new technologies of artificial experience and interactive worlds from cyberspace to teledildonics. *Journal of the Royal Anthropological Institute*, 10(3). <https://doi.org/10.1111/j.1467-9655.2004.00208.x>
- Schwaber, K., & Sutherland, J. (2017). La Guía de Scrum. La Guía Definitiva de Scrum: Las Reglas del Juego. *Scrum.Org*, 22.
- Silberman, M. (2006). *Aprendizaje Activo 101*. 209.
- Slater, M., & Wilbur, S. (1997). *A Framework for Immersive Virtual Environments (FIVE): Speculations on the Role of Presence in Virtual Environments Presence governs aspects*

- of autonomie responses and higher-level behaviors of a participant in a VE. 6(6), 603–616. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.6.603>
- Stadnicka, D., Litwin, P., & Antonelli, D. (2019). Human factor in intelligent manufacturing systems - Knowledge acquisition and motivation. *Procedia CIRP*, 79, 718–723. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.02.023>
- Steuer, J. (1992). Defining Virtual Reality: Dimensions Determining Telepresence. *Journal of Communication*, 42(4), 73–93. <https://doi.org/10.1111/j.1460-2466.1992.tb00812.x>
- Tabla de verbos didácticos de la taxonomía de Bloom. (2017). <https://www.orientacionandujar.es/wp-content/uploads/2017/09/TABLA-DE-VERBOS-DIDACTICOS-DE-LA-TAXONOMIA-DE-BLOOM-6.jpg>
- Teleoperation and Robotics: Applications and Technology* - Google Libros. (n.d.). Retrieved September 21, 2020, from https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=ZEfqCAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA9&ots=1XMJRS5i0P&sig=DpsA4YwLDCpU61h9Gs6afLijneE&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Torres, F., Tovar, L. A. N., & Egremy, M. C. (2015). Virtual Interactive Laboratory Applied to High Schools Programs. *Procedia Computer Science*, 75, 233–238. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.12.243>
- Tretsiakova-McNally, S., Maranne, E., Verbecke, F., & Molkov, V. (2017). Mixed e-learning and virtual reality pedagogical approach for innovative hydrogen safety training of first responders. *International Journal of Hydrogen Energy*, 42(11), 7504–7512. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2016.03.175>
- Vahdatikhaki, F., El Ammari, K., Langroodi, A. K., Miller, S., Hammad, A., & Doree, A. (2019). Beyond data visualization: A context-realistic construction equipment training simulators. *Automation in Construction*, 106, 102853. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.102853>
- Venkatesh, V., & Bala, H. (2008). Technology acceptance model 3 and a research agenda on interventions. *Decision Sciences*, 39(2), 273–315. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5915.2008.00192.x>
- Walsh, K. R., & Pawlowski, S. D. (2002). Virtual Reality: A Technology in Need of IS Research. *Communications of the Association for Information Systems*, 8(March). <https://doi.org/10.17705/1cais.00820>
- Wang, J., & Lindeman, R. (2015). Coordinated hybrid virtual environments: Seamless interaction contexts for effective virtual reality. *Computers and Graphics (Pergamon)*, 48, 71–83. <https://doi.org/10.1016/j.cag.2015.02.007>
- Wang, R., Lowe, R., Newton, S., & Kocaturk, T. (2020). Task complexity and learning styles in situated virtual learning environments for construction higher education. *Automation in Construction*, 113, 103148. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103148>
- Wei, X., Weng, D., Liu, Y., & Wang, Y. (2015). Teaching based on augmented reality for a technical creative design course. *Computers and Education*, 81, 221–234. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.10.017>

- Wilson, L. O. (2016). Anderson and Krathwohl Bloom's Taxonomy Revised Understanding the New Version of Bloom's Taxonomy. *The Second Principle*, 1–8. https://quincycollege.edu/content/uploads/Anderson-and-Krathwohl_Revised-Blooms-Taxonomy.pdf <https://thesecondprinciple.com/teaching-essentials/beyond-bloom-cognitive-taxonomy-revised/> <http://thesecondprinciple.com/teaching-essentials/beyond-bloom-cog>
- Winkler-Schwartz, A., Bissonnette, V., Mirchi, N., Ponnudurai, N., Yilmaz, R., Ledwos, N., Siyar, S., Azarnoush, H., Karlik, B., & Del Maestro, R. F. (2019). Artificial Intelligence in Medical Education: Best Practices Using Machine Learning to Assess Surgical Expertise in Virtual Reality Simulation. *Journal of Surgical Education*, 76(6), 1681–1690. <https://doi.org/10.1016/j.jsurg.2019.05.015>
- Yago, H., Clemente, J., Rodriguez, D., & Fernandez-de-Cordoba, P. (2018). ON-SMMILE: Ontology Network-based Student Model for Multiple Learning Environments. *Data and Knowledge Engineering*, 115, 48–67. <https://doi.org/10.1016/j.datak.2018.02.002>
- Yuan, X. (2021). The Application of Virtual Reality Technology in ESP Teaching. In *Advances in Intelligent Systems and Computing* (Vol. 1283, pp. 17–23). https://doi.org/10.1007/978-3-030-62746-1_3
- Zachman, J. A. (1999). Framework for information systems architecture. *IBM Systems Journal*, 38(2), 454–470. <https://doi.org/10.1147/sj.382.0454>
- Zascerinska, J., & Ahrens, A. (2009). E-Collaboration Technologies in Teaching/Learning Activity. *Online Submission, December*, 1–7.

Anexos

Anexo A: Priorización de Acciones VRTBloom

Dependencias	Dependientes	Priorizadas

ID ACCION	Cant. Horas	FRECUENCIA
A28	40	28
A07	5	27
A33	40	18
A32	13	17
A29	13	16
A30	8	16
A14	13	15
A22	5	15
A08	5	14
A21	5	14
A16	3	14
A25	20	13
A06	8	13
A10	8	13
A02	13	12
A05	8	12
A11	8	12
A19	8	12
A15	5	12
A17	5	12
A26	20	11
A31	13	11
A18	8	11
A03	5	10
A01	3	10
A23	20	9
A09	13	9
A12	8	9
A04	5	9
A27	13	8

A35	13	8
A13	8	8
A20	8	8
A34	40	6
A24	13	6

Anexo B: Guía para el diseño de una AARV

Guía para el diseño de una Actividad de Aprendizaje en Realidad Virtual en la herramienta VRTBloom

¡Hola!

En esta sesión de diseño lograremos obtener una orientación para diseñar paso a paso actividades de aprendizaje en RV que usaremos como recurso educativo.

A continuación, seguiremos los 5 pasos que tendrán una duración máxima de 1 hora y que, además, se llevarán a cabo mediante el diligenciamiento de un formulario diseñado en la herramienta de office Excel Formato de diseño AARV (1).xlsx.

A continuación, se siguen los siguientes pasos para la creación de AARV:

Paso 1: Definir el nombre de la actividad de aprendizaje

Ahora bien, definimos el nombre de nuestra actividad de aprendizaje. Para ello debemos ser consecuentes con nuestro objetivo de aprendizaje. Si nuestro objetivo se enfoca en la descripción de elementos un ejemplo de nombre es el siguiente: Describir los elementos pertenecientes al Quijote de la Mancha.

Paso 2: Identificar el objetivo de aprendizaje a partir de la taxonomía de Bloom

Ahora bien, ¡definamos lo que es un objetivo de aprendizaje!:

El objetivo de aprendizaje comunica aquello que se quiere que el estudiante aprenda, en otras palabras, aquello que el estudiante debe demostrar al concluir un periodo de aprendizaje.

Los siguientes son ejemplos de objetivos de aprendizaje:

- Listar los números del 1 al 10
- Nombrar los elementos del aparato reproductor
- Describir el proceso de fotosíntesis de las plantas
- Identificar las partes de un computador

Tengamos presente que VRTBloom se basa en los verbos del primer nivel de la taxonomía, por esto, lo recomendable es utilizar uno o varios de estos verbos para definir el objetivo de aprendizaje.

Los siguientes son los verbos del primer nivel de la taxonomía de Bloom

- Localizar
- Describir
- Elegir
- Listar
- Encontrar

- Identificar
- Etiquetar
- Nombrar
- Recuperar
- Repetir

Paso 3: Objetos 3D/Personajes que queremos que aparezcan en la escena con sus respectivas características, ambientación de la escena (Entorno de la escena).

Durante este paso establecemos los objetos, personajes no jugables (PNJS), escenas, sonidos y voces que harán parte de nuestra actividad de aprendizaje. Por ejemplo, si nuestro objetivo de aprendizaje es encontrar y describir los elementos del Quijote de la Mancha podemos encontrar:

Objetos: sombrero, armadura, espada, escudo casco

PNJS: el Quijote, Sancho Panza.

Escena: ambientación de la época medieval

Sonidos: sonidos de ambiente, de victoria y derrota.

Voces: de los personajes, ayudante.

Paso 4: Definir en qué consiste la actividad de aprendizaje

En esta parte realizamos la descripción de la actividad de aprendizaje identificando claramente las **acciones** asociadas al objetivo de aprendizaje y su relación con los ítems descritos en el paso anterior. Al igual que en el paso anterior, debemos tener en cuenta que la actividad corresponda con el objetivo de aprendizaje

Para planificar el proceso de aprendizaje se debe clasificar y definir el objetivo de aprendizaje. Esta planificación se realiza por medio de la identificación de la dimensión del conocimiento y la dimensión del proceso cognitivo. En esta guía haremos énfasis en la dimensión del conocimiento.

Dimensión del conocimiento

Hace referencia al tipo de conocimiento que adquiere el aprendiz al hacer el proceso de aprendizaje, dentro de la dimensión del conocimiento se encuentran los siguientes tipos de conocimientos: fáctico, conceptual, procedimental y metacognitivos

Conocimiento Fáctico. Hace referencia al conocimiento de elementos básicos que los estudiantes deben conocer para familiarizarse con una temática específica: datos, hechos, fechas, cifras, acontecimientos, etapas históricas, nombre de autores, vocabulario, signos convencionales, lugares y capitales, entre otros

Conocimiento Conceptual (relación entre conceptos). Conocimiento sobre las relaciones entre elementos básicos, categorías, clasificación, modelos y estructuras de un tema particular.

Conocimiento Procedimental. El conocimiento procedimental se puede expresar como una serie de secuencias o pasos, conocidos colectivamente como procedimientos que hace alusión a las habilidades y algoritmos específicos.

Conocimiento Metacognitivo. Es el conocimiento sobre la cognición en general, así como la conciencia y el conocimiento sobre la propia cognición. Representa la capacidad de los alumnos para ser más conscientes y responsables de su propio conocimiento y pensamiento

A continuación, se presenta el listado de **acciones** asociadas a los verbos con el tipo de conocimiento

Tabla 1

Relación de cada verbo con su respectiva acción y los tipos de conocimiento

Verbo	Descripción	Tipos de Conocimiento			
		Fáctico	Conceptual	Procedimental	Metacognitivo
Localizar	Observar un mapa en el cual se encuentre la ubicación de un objeto	X	X		
	Encerrar en el mapa la ubicación de un objeto con un criterio	X	X		X
	Trazar una ruta directo a la ubicación de un objeto en un mapa de acuerdo con un criterio	O	X		X
	Recoger un objeto de una posición determinada en un EV	X	X		
	Visualizar una imagen para encontrar un lugar en un EV	X			

Elegir	Dado un conjunto de elementos 3D distribuidos, recoger uno o varios elementos de acuerdo con un criterio	X	X	O	X
	Apuntar con el control virtual a un conjunto de elementos virtuales dado un patrón o comando		X	O	X
	Tocar con la mano virtual uno o varios objetos dado un patrón o comando		X	O	X
	Arrastrar un objeto virtual a otro de acuerdo con un criterio	X	X	O	
	Encerrar con un trazo virtual un conjunto de elementos		X		
	De acuerdo con varios sonidos emitidos, apuntar al objeto (conocido) que lo está produciendo	X	X		
Encontrar	Observar un mapa en el cual se encuentre la ubicación de un objeto	X	X		
	Abrir objetos virtuales (cofres, cajas y contenedores) con elementos virtuales de acuerdo con un criterio	X		X	
Identificar	Distinguir (escoger) un objeto entre varios mostrados de acuerdo con el criterio		X		
Etiquetar	Arrastrar un nombre en la parte superior de un objeto en un EV		X		

	De acuerdo con un conjunto de etiquetas, asignarlas al objeto que corresponde		X		
Nombrar	Escribir el nombre de un objeto en un EV		X		
	Decir el nombre de un objeto		X		

Nota. X: Tipo de conocimiento que se satisface O: Tipo de conocimiento que se puede satisfacer

Paso 5: Establecer instrucciones adicionales para la creación de la actividad de aprendizaje

Ya casi terminamos de definir nuestra AARV, así que continuemos con el proceso.

En este paso establecemos las instrucciones para tener en cuenta para que nuestra AARV se traduzca al lenguaje de la aplicación. Son las instrucciones que designamos al desarrollador para la implementación de nuestra AARV.

Algunas consideraciones para tener en cuenta son:

- Porcentaje (1-100) de aprobación la actividad de aprendizaje
- Tiempo máximo para completar AARV
- Mensaje (visual, auditivo, textual) al iniciar y finalizar la AARV
- Mensaje (visual, auditivo, textual) de instrucción, éxito y fracaso de la AARV

Paso 6: Especificar el tipo de aprendices

Y por último especificamos a que tipo de aprendices está orientada la AARV.

¡Felicidades! De esta manera ya hemos definido nuestra AARV, ahora nuestro desarrollador encargado se encargará de implementarla, para que luego evaluemos sus resultados.

Anexo C: Diseño de AARV

FORMATO CREACIÓN DE AARV									
NOMBRE	Identificar las vocales								
OBJETIVO DE APRENDIZAJE	Identificar las cinco vocales								
OBJETOS 3D/PERSONAJES	Red, burbujas vocalicas de colores, burbujas negras, caja de cristal, ambiente parque infantil, voces de la red, voces de las vocales, sonidos aplausos y reventones.								
¿EN QUE CONSISTE?	Se presenta una lluvia de burbujas vocalicas de colores y burbujas negras, la red debe atrapar solo las burbujas vocalicas y depositarlas en la urna de cristal. Al atrapar recibira un aplauso, por el contrario cuando atrapa burbujas negras se oira un reventon. Las burbujas vocalicas seran llevadas por la red a la urna de cristal, tratando de llenarla en el menor tiempo posible.								
INSTRUCCIONES DE CREACIÓN	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; background-color: #e0e0e0;">1. Porcentaje de completitud</td> <td style="text-align: center;">60%</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #e0e0e0;">2. Tiempo Maximo para completar la AARV</td> <td style="text-align: center;">15-20 Minutos</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #e0e0e0;">3. Mensaje(visual, auditivo, textual) de inicio y fin</td> <td style="text-align: center;">Visual y auditivo=caja de cristal vacia, cara triste y sonido triste. Caja de cristal casi llena, cara feliz y aplauso.</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #e0e0e0;">4. Mensaje de instrucción(visual, auditivo, textual), éxito y fracaso</td> <td style="text-align: center;">Visual y auditivo=red atrapando burbujas vocalicas aplauso, red atrapando burbujas negras reventones.</td> </tr> </table>	1. Porcentaje de completitud	60%	2. Tiempo Maximo para completar la AARV	15-20 Minutos	3. Mensaje(visual, auditivo, textual) de inicio y fin	Visual y auditivo=caja de cristal vacia, cara triste y sonido triste. Caja de cristal casi llena, cara feliz y aplauso.	4. Mensaje de instrucción(visual, auditivo, textual), éxito y fracaso	Visual y auditivo=red atrapando burbujas vocalicas aplauso, red atrapando burbujas negras reventones.
1. Porcentaje de completitud	60%								
2. Tiempo Maximo para completar la AARV	15-20 Minutos								
3. Mensaje(visual, auditivo, textual) de inicio y fin	Visual y auditivo=caja de cristal vacia, cara triste y sonido triste. Caja de cristal casi llena, cara feliz y aplauso.								
4. Mensaje de instrucción(visual, auditivo, textual), éxito y fracaso	Visual y auditivo=red atrapando burbujas vocalicas aplauso, red atrapando burbujas negras reventones.								
TIPOS DE APRENDICES	Niños de 4-5-6 años, de grado jardin y transición.								

Anexo D: Artículo Mapeo Sistemático

Systematic mapping on the creation of Learning Activities using Virtual Reality

Juan Pablo Valencia-Rosada^{a,b}, Santiago Andrés Aragón-Guzmán^{a,c}, Sandra Milena Roa-Martínez^{a,d},
Hendrys Tobar-Muñoz^{a,e}

^aGrupo de investigación en Inteligencia Computacional (GICO) – Universidad del Cauca, Colombia

^bSystem Eng. (c), Universidad del Cauca - Colombia, 0000-0003-2833-5120, juanpvalencia@unicauca.edu.co

^cSystem Eng. (c), Universidad del Cauca - Colombia, 0000-0003-3698-7815, andresaragon@unicauca.edu.co

^dPhD, Universidad del Cauca - Colombia, 0000-0002-2271-6101, smroa@unicauca.edu.co

^ePhD, Universidad del Cauca - Colombia, 0000-0003-0644-5679, fabian@unicauca.edu.co

Abstract— Virtual Reality (VR) is a technology well equipped to enhance learning processes. The development of Learning Activities with Virtual Reality (LAVR) however remains a complex process, requiring the support of teachers (as experts in their subject), interaction designers and developers (programmers, artists). This makes it a somewhat costly process, the full cost of which however can be reduced through the use of a set of tools (working framework) for implementing LAVR, involving an educational model with which to guide the developer. The aim of this study was to review scientific articles that focus on learning processes that make use of immersive technologies, seeking to identify frameworks and guidelines for the creation of Learning Activities with Virtual Reality (LAVR), following the Bloom taxonomy (a model used for orienting learning activity design). To do this, methodologically, a systematic mapping of the scientific production in ScienceDirect was carried out, observing those studies from 2015 onward that involved topics including virtual reality, learning activities, Bloom taxonomy and the state of the practice in which they are found (e.g. guidelines, recommendations, frameworks). The results show that no studies are to be found in the literature on frameworks, guidelines or recommendations either for the creation of LAVR or for the production of frameworks that facilitate this process making use of the Bloom taxonomy. However studies can be found that guide the creation of LAVR and these could be used as basis for creating a framework. Based on the review, it could be concluded that Virtual Reality favors learning processes at the various levels of education in a range of areas but that there is a paucity of directives able to facilitate the creation, adaptation and incorporation of Learning Activities with Virtual Reality. This therefore constitutes a field of interest that merits further research.

Keywords— Virtual Reality; Learning Activity; Working Framework; Bloom Taxonomy; Systematic Mapping.

Manuscript received 15 Oct. 2020; revised 29 Jan. 2021; accepted 2 Feb. 2021. Date of publication 17 Feb. 2021.

IJASEIT is licensed under a Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International License.



I. INTRODUCTION

With the passage of time, technology has proven to facilitate the learning process at different levels of education [1]. A recent type of educational technology that has been shown to be effective, according to the 2020 Horizon report [2], is immersive technologies, which generate immersive realities that can be understood as those real or simulated environments in which a perceiver (who perceives the interaction) experiences telepresence according to [3] cited in [4] and [5], or where he experiences a virtual simulated world that surrounds him. According to de Freitas and Neumann in [6]: "*The main advantages with more immersive media-rich learning experiences for the learner include the potential to provide better simulations of real-life contexts for training or to enhance deeper conceptual thinking for learning*" [6 p. 1].

To use immersive technologies in learning, Virtual Reality (VR) devices are employed. These make it possible, by means of software and hardware, to generate the illusion for the user of being present in another environment. The literature reveals VR learning experiences to have been used as a strategy for improving pedagogy during the teaching process, thus highlighting optimal results [1] [7] [8]. This is due to the fact that students show greater interest in the learning process using VR [9]. It is therefore pertinent to carry out research and make the most of the advantages concomitant with VR in order to best support educational processes.

Although numerous educational applications implemented with VR are to be found in the literature, developing this type of software requires more time and specific knowledge, making its development costly. Because the development of these types of experience requires expertise in education as well as in development, developing Learning Activities in Virtual Reality (LAVR) presents particular difficulties related to general application frameworks, which are more difficult to develop in terms of costs and developer effort. A way therefore needs to be found to make this development less costly - with regard to time, effort and knowledge for programmers - and thus more affordable for users. Development Frameworks are used to develop VR applications, the purpose of which is to reduce the knowledge necessary to implement a solution, by making use of configurable parameters that allow reducing the time required to finalize the expected product [10]. These Frameworks thus allow the development of applications that are compatible with

commonly used VR devices without requiring advanced knowledge in technology.

From an educational viewpoint, it is convenient to use learning models that allow guiding the design of educational experiences such as LAVR. Among these is Bloom's taxonomy, a cognitive model that according to [11] is widely used by educators because it allows, through learning objectives divided into levels, structuring the teaching processes and planning of instructional activities that in turn ensure the acquisition of student knowledge within different environments. That said, it is convenient to have tools (such as a framework) that facilitate the creation of LAVR following educational guidelines such as the Bloom taxonomy.

Since the interest in developing LAVR is relatively recent, it is well worth discovering what guidelines already exist for the creation of LAVR and if there are frameworks for the creation of LAVR following Bloom's taxonomy. This article shows the results of a systematic mapping whose objective was to review articles from the literature in which the main focus was on learning processes using immersive technologies [12]. In the course of the review, a set of VR education processes were inspected, specifying whether or not these included taxonomies or methodologies that allow the acquisition of knowledge to be positively developed and thereby generate a significant impact on the learning process.

The methodological aspects are presented below. Subsequently, the results section describes the data found, together with classification of the articles and the answer to the research questions posed following the methodological approach. Then, in the discussion, the interpretation and explanation given to the data and results previously presented is related. Finally, the conclusions and possible future work derived from the work carried out are presented.

II. METHODOLOGICAL PROCEDURES

In the review of work carried out on the use of Virtual Reality for the learning process, the following three (3) research questions were raised:

1. Is there a framework that allows the creation of learning activities in VR using Bloom's taxonomy?
2. What guidelines and recommendations exist for creating learning activities using VR?
3. What guidelines and recommendations exist for the creation of a framework for the creation of learning activities using VR?

Once the research questions and the scope of the review had been defined, the search strings were constructed (see Table 1). It is worth noting that it was

necessary to use the term "Immersive Technologies" to recover "Virtual Reality" resources, because a number of authors do not specify the technology as such, but refer

to its broader category. Table 1 presents the questions, with their respective motivation, the search string to be used, and the results initially obtained.

TABLE I
PROPOSED SEARCH STRINGS AND RESULTS OBTAINED BY STAGE

Question	Search string	Motivation	Number of initial articles
RQ1: Is there a framework that allows the creation of learning activities in VR using Bloom's taxonomy?	("Framework" OR "Frameworks") AND ("Virtual Reality"OR "VR" OR "Immersive Technology"OR "Immersive Technologies") AND ("Bloom's Taxonomy" OR "bloom taxonomy" OR "Taxonomy of Bloom") AND ("Learn Activity" OR "Learn Activities" OR (learn AND activity))	Determine studies carried out and their characteristics, if any, analyze possible improvements to the solution	48
RQ2: What guidelines and recommendations exist for creating learning activities using VR?	("guideline" OR "Guidelines") AND ("Virtual Reality"OR "VR" OR "Immersive Technology" OR "Immersive Technologies") AND("learning activities" OR "learning activity" OR (learning AND activities))	Establish the guidelines that allow the creation of learning activities using VR	4413
RQ3: What guidelines and recommendations exist for the creation of a framework for the creation of learning activities using VR?	("guideline" OR "Guidelines") AND ("Virtual Reality"OR "VR" OR "Immersive Technology" OR "Immersive Technologies") AND("Framework" OR "Frameworks")	Identify the guidelines to follow during the creation of frameworks using VR	3948

After having formulating them, the search strings were consulted in ScienceDirect. The articles were obtained during the month of March 2020, resulting in a quantity of 48 articles for question one. For the second question, 4413 articles were found, and for the third question, 3948 were found. Due to the number of resulting articles, it was necessary to filter them to continue with the research process.

In order to narrow the search, some inclusion and exclusion criteria, as well as criteria of quality assessment, data extraction and classification were defined, in order to determine whether or not there were previous studies concerning the creation of learning activities using Bloom's taxonomy with immersive technologies such as Virtual Reality, to characterize them and establish guidelines that allow the future creation of these activities. Additionally, it was sought to identify guidelines that facilitate the creation of a framework for the implementation of learning activities using Virtual Reality.

Inclusion

- Review articles

- Research articles
- Articles that include learning models in their summary
- Titles, abstract and keywords where included (VR or "Virtual Reality")

Exclusion

- Articles prior to 2015
- Articles written in a language other than Spanish or English
- Articles found only in the form of slides or grey literature

Having applied these criteria to the searches, 20 articles were obtained for the first research question, 302 for the second question, and 195 articles for the third. Since the number of articles was still considerable, filtering of the articles was continued by reviewing the abstract and conclusions. Once the reading was done, a total of 46 articles were obtained, for which each was fully read to have a clear idea of the content of each reading. Subsequently, the "Evaluation criteria" were proposed, by means of which those articles that did not

suggest a contribution regarding the objective of this systematic mapping could then be discarded. The criteria were as follows:

- The study describes in detail a learning approach.
- Document of proposal that has built the solution using VR.
- The study presents a case study where the results obtained after carrying out the learning activities are evidenced in detail.
- The study prioritizes the use of immersive technologies (Virtual Reality, Augmented Reality, Gesture Detection technologies).
- Studies that do not report a design experiment.

After applying the aforementioned evaluation criteria, several articles failed to meet the criteria and thus did not make a significant contribution in terms of the questions posed. These were discarded, leaving a total of 33 articles - 4 for Question One, 24 for Question Two and 6 for Question Three.

A review of each article was then written that could answer Questions 1 and 3. The articles that answered Question 2 were grouped by subject and purpose, in order to write a review for each of the groups, to be able later to conduct a discussion on it. In Figure 1, the methodological procedure applied is briefly presented, including the number of articles found for each of the questions posed, which, with the respective reviews prepared, will provide answers to the research questions.

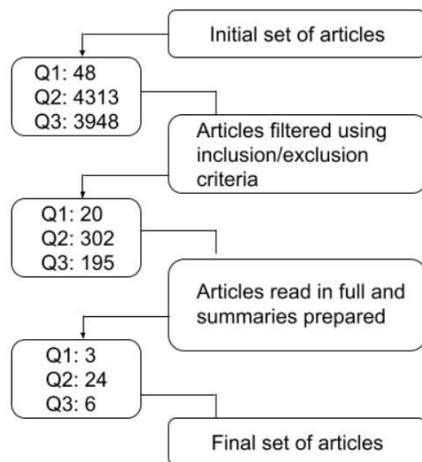


Fig 1 Proposed search strings and results obtained by stage

III. RESULTS

This section presents the results obtained on carrying out the aforementioned methodological procedures. Initially the answer to each of the research questions that guided this systematic mapping - and that were previously cited - will be described. It is worth noting

that a constant trend is observed in the studies found that include Virtual Reality for the creation of applications using learning activities/tasks.

Question Q1: Is there a framework that allows the creation of learning activities in VR using Bloom's taxonomy?

According to the analysis of the articles made in the present systematic mapping, a framework was not found that specified the use of Bloom's taxonomy for the creation of learning activities. On the other hand, there are ontologies based on Bloom's taxonomy for the creation of these activities [13] - [16]. These ontologies (Conali, ON-SMMILE, Anderson's Taxonomy, Experimental learning models - Inventory of learning styles) optimize the development of the projects proposed by the authors and optimize the creation of learning activities with Virtual Reality.

Question P2: What guidelines and recommendations exist for creating learning activities using VR?

It was found that roughly 45% of the articles provide a guide that establishes guidelines and recommendations about carrying out learning activities using Virtual Reality. Below is a list of phases that serve as a tool to discover the frequency of use of a learning activity in each of the articles. Based on this, the most commonly used phases are listed below and Table 2 indicates the use of each phase in each of the articles reviewed.

- Pre-evaluation: knowing the strengths and weaknesses of the students and the skills and knowledge they possess before receiving the instruction.
- Post-evaluation: verification of the degree of achievement of objectives and goals formulated in the program or project.
- Requirements analysis: requirements capture and analysis stage.
- Learning activity: each of the learning activities used to learn a specific objective.
- Planning phase: represents graphically or virtually how the software performs.
- Design phase: the action is structured and formalized and the definitive features of the project are established.
- Implementation phase: the stage of the planning process carried out once the design is validated.
- Specific framework construction guide: guide provided to teach the step-by-step development of the framework.

- Case study/evaluation: assessment of knowledge, attitude and performance of a person.
- Systematic review: review of quantitative and qualitative aspects of primary studies, to summarize existing information regarding a particular topic.
- Literature review: analyzes and discusses articles and reports, generally scientific and academic.
- Specific approach: refers to specific approaches used by the authors, including Ace Star, Modular Approach, Hybrid Model, ARCS, Anderson Taxonomy, PEAR, Review Model Based on Competency Analysis, IA Model, Conali Ontology, and Blended Learning Model.
- Framework: standardized set of concepts to approach a problem and that serves as a reference, facilitating the resolution of problems of a similar nature.
- Detail of use: detail of use and development of the project.
- Feedback: system/process that regulates itself; an action by which each result of the process affects the whole of the process, integrating and modifying it.

- TABLE III
USE OF PHASES BY ARTICLE

Year	Reference	Phases														
		Pre-evaluation	Learning activity	Post-evaluation	Analysis of requirements	Design	Planning	Implementation	Case study/evaluation	Specific approach	Framework guide	Systematic review	Literature review	Framework	Detail of use	Feedback
2015	(S. L. Farra et al., 2015)	X	X	X						X						X
	(Pan et al., 2015)			X					X	X	X			X		
	(Grajewski et al., 2015)		X	X		X		X	X				X			
	(J. Wang & Lindeman, 2015)	X	X	X						X			X		X	X
	(Wei et al., 2015)			X						X					X	
	(Minović et al., 2015)		X	X					X	X						
2016	(Hsiao & Chen, 2016)	X	X	X												X
	(S. Farra et al., 2016)		X	X											X	X
	(Nakano et al., 2016)		X			X		X						X	X	
2017	(Frank & Kapila, 2017)	X	X	X		X									X	
	(Tretsiakova-McNally et al., 2017)		X												X	X
	(Hou et al., 2017)		X					X	X	X	X		X	X		
	(Galaup et al., 2017)	X	X	X		X		X	X							X
2018	(de Vries et al., 2018)		X													X
	(Feng et al., 2018)											X				X

	(Vahdatikhaki et al., 2019)	X	X	X												
	(Li et al., 2018)		X					X		X	X					
	(Boessenkool et al., 2018)	X	X	X		X	X							X	X	
	(Boton, 2018)					X	X	X	X					X		
	(Yago et al., 2018)							X	X	X						
2019	(Almestehi et al., 2019)										X					
	(Bruns & Chamberlain, 2019)		X	X										X		
	(Ding et al., 2019)			X		X	X		X		X			X		X
	(Vahdatikhaki et al., 2019)		X	X	X			X			X		X	X		X
	(Stadnicka et al., 2019)		X						X			X		X		
	(Winkler-Schwartz et al., 2019)		X	X		X		X	X	X	X			X	X	X
	(Goderstad et al., 2019)	X	X	X		X		X							X	X
	(Cano & Roudaut, 2019)			X											X	X
	(Antonelli et al., 2019)							X	X	X				X		
2020	(Mirchi et al., 2020)		X	X												X
	(Czaplinski & Fielding, 2020)	X	X	X			X		X	X				X	X	X
	(Radianti et al., 2020)		X							X	X	X	X	X	X	
	(R. Wang et al., 2020)		X				X	X								

Table 2 shows that the phases such as requirements analysis, planning, design, implementation and case

study/evaluation are similar to the software development life cycle, a key structure in the software development process.

Question Q3: What guidelines and recommendations exist for the creation of a framework for creating learning activities using VR?

From reading each of the articles, it is important to highlight that no articles were found that specify the process of developing a framework for creating learning activities with VR. However, some 27% of the articles detail the process used to create a framework in general, among which are mentioned (classification, design, data collection and data analysis and theory of learning [41].

Additionally, after answering the questions posed in Figure 2, the number of articles that make use of VR and focus on education using learning activities is shown from the beginning of 2015 to the first quarter of 2020.

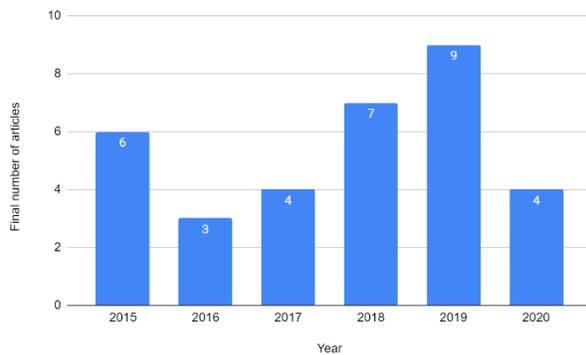


Fig 2 Number of articles published per year

Figure 2 shows an increasing trend in the inclusion of VR in education, which continues to be an interesting research subject due to each of the advantages that its use entails. In addition, Figure 3 shows the percentage of articles related to the previously tabulated phases, among which are, for example: Pre-evaluation, Feedback, Framework Guide, and Systematic Review.

From the frequency of use of the activities presented in Figure 3, it was identified that the authors made more use of the activities previously mentioned in the answer to question two (Pre-evaluation, Feedback, Post-evaluation, Framework guide). These activities are important for optimal performance during the development of their respective projects and the fulfillment of each of their objectives.

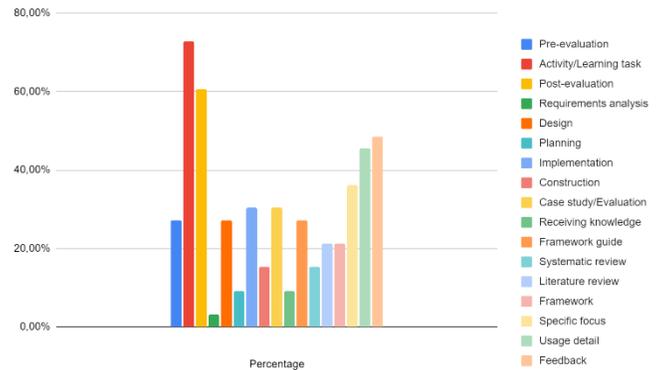


Fig 3 Frequency of phases by articles

In addition, it is observed that more than a quarter (27%) of the respective authors were interested enough to include a pre-evaluation stage to - mostly - identify the current knowledge of the test subjects on the topic addressed, and thus be able to contrast it with a post evaluation, which being used by 60% of the authors aims to validate the results of their projects (framework, application, systematic review, among others) and seeks to determine the effectiveness of their research work.

Figure 4 uses the UNESCO International Standard Classification of Education [42] as a reference in order to determine the educational areas in which VR has been applied, observing that those areas in which learning activities have been used the most for the instruction of their learners are Computer Science (which includes the area of engineering), Medicine and Construction.

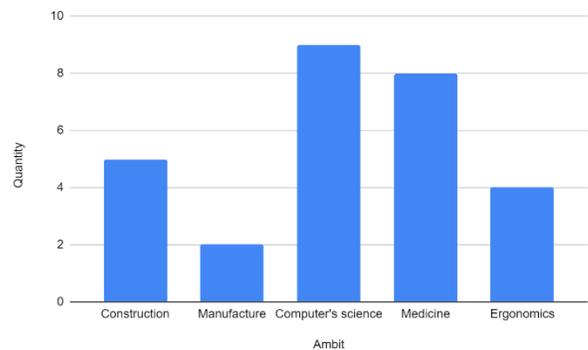


Fig 4 Number of articles by field

In addition, an emphasis was found on the use of simulators for the acquisition of knowledge in a practical way in the virtual environment [10] [11] [19] [24]. The field of medicine meanwhile focuses on the learning of laparoscopic skills with simulators and cognitive approach. When the required process is learning, it focuses on spatial knowledge [35] [37] [38]. It was also observed that the construction field is the next most

frequent and mainly articles are found that optimize learning environments so that they are as real as possible and one of their main objectives is the safety of apprentices in construction [27] [29] [32].

IV. DISCUSSION

Although no frameworks were found for the creation of learning activities with Virtual Reality (VR) using Bloom's taxonomy, ontologies based on this taxonomy were found, whose objective continues to be the creation of learning activities. These ontologies can be considered since they become useful to orient and guide the process of developing research projects.

The existence of guidelines and recommendations to be considered for the creation of learning activities using VR is highlighted. In light of this, it could be seen that these activities have been widely considered during the preparation of the projects. We can highlight that those phases most used (Post-evaluation, Pre-evaluation, Activities/Learning tasks, Design phase, Implementation phase, Framework construction guide, Case study/Evaluation, Specific approach, Detail of use, Feedback) can be considered in the development of research projects and are the objective of this systematic mapping.

The establishment and creation of the learning objectives set out in the Bloom taxonomy are an important resource for the theoretical base that supports the creation of the learning activities in Virtual Reality since it contemplates the creation of objectives for the Remember, Understand, Apply, Analyze and Evaluate levels. In addition, it explains the types of Factual, Conceptual, Procedural and Metacognitive knowledge. Therefore, it is recommended to take this taxonomy into account.

It should be noted that no articles were found that specify the process of developing a Framework for the creation of learning activities in VR using Bloom's taxonomy. However, around 27% of the articles that detail the process used to create a Framework will be considered, since the guidelines and recommendations set out therein allow establishing those bases that are needed for the development of research projects that include Frameworks.

It is also important to mention that a high 73% of the articles include learning activities (these are the actions that the learner follows as part of the instructional process), while only just over 45% describe the process of how to develop them. Therefore, the step-by-step must be taken into account for the creation of each of the

learning activities in order to facilitate the fulfillment of the learning objectives that the learners must achieve. The most commonly used phases during the project development process are implementation (30%) and design (27%). The inclusion of these phases should therefore be considered for the development of research projects.

In 21% of the articles, the creation of Frameworks for learning is proposed. Most of the authors implement it, but only in 27% of the articles is a guide specified on how to elaborate Frameworks. It is therefore recommended to make a guide for the creation of a Framework, as it provides the necessary material that can be used in future research projects that consist of the creation of a Framework for learning.

In addition, 36% of the articles (12 articles) propose unique approaches and models that are applied throughout the process for the creation of their projects. These articles include techniques, tools, and educational innovations for the specific learning of the corresponding topics within which comprise Review model based on content analysis [29], Modular approach [18], CAD model [35], Model hybrid [20], AI-based model [36], blended learning model [40], Motivational categories of attention, relevance, trust and satisfaction [1], Conali ontology, education based on social networks, Constructive alignment (CA) [15], ON-SMMILE ontology [13], and Anderson's taxonomy [14].

As regards Computer Science, the assignment of tasks within a virtual learning environment is frequently used so that the user can perform them using the HMD and HMD devices with special control. During the interaction, it was observed that the authors use different forms (scoring systems, intelligent tutor) to give feedback that determines how the learner performs.

For the field of Medicine, to a greater extent a theoretical approach is used at the beginning prior to experimental learning. The activities, being critical, require a higher degree of precision, which is why HMD and haptic devices are used.

In the Construction field, the safety of the apprentice is very important. Therefore, VR projects aim at optimizing very realistic learning environments for the training of apprentices in construction. In addition, they prioritize the use of machinery and adaptation of work environments through simulators for handling these pieces of equipment and construction of structures.

V. CONCLUSIONS

For the implementation of Virtual Reality in the educational area, it is necessary to create learning activities that will allow the learner to build knowledge to meet the learning objectives set by the teacher.

Additionally, these learning activities must be adapted and later included in the virtual environment, not a simple process because it implies having development knowledge. For this reason, it is likely that the advantages of VR are not being used in learning processes.

As things stand, VR is an interesting tool that can be used in education to increase student motivation and learning. For this reason, it has become a trend that has allowed the development of multiple projects in different subject areas, mainly in construction, medicine, engineering, and emergencies.

During the present systematic mapping, no tools were found that specify a guide or emphasize facilitating the creation, adaptation, and inclusion of Learning Activities in Virtual Reality (LAVR), which constitutes an area of interest for future research. Therefore, the development of a Framework that provides guidance and support for the creation of LAVR is considered as future work.

REFERENCES

- Adam, S. (2004). *A consideration of the nature, role, application and implications for European education of employing 'learning outcomes' at the local, national and international levels. Bologna Seminar on 'Using Learning Outcomes.*
- Almestehi, M., Alomaim, W., Rainford, L., Stokes, D., Stanton, M., & Moran, M. (2019). Role of the virtual reality simulator (ScanTrainer) as a multidisciplinary training tool in transvaginal ultrasound: A systematic review and narrative synthesis. In *Radiography* (Vol. 25, Issue 3, pp. 260–268). W.B. Saunders Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.radi.2018.12.009>
- Anderson, L. W., Krathwohl Peter W Airasian, D. R., Cruikshank, K. A., Mayer, R. E., Pintrich, P. R., Rath, J., & Wittrock, M. C. (2001). *Taxonomy for_ Assessing a Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives.* <https://www.uky.edu/~rsand1/china2018/texts/Anderson-Krathwohl - A taxonomy for learning teaching and assessing.pdf>
- Andujar. (2015). *Taxonomía de Bloom cuadrante con preguntas.* Taxonomía de Bloom Cuadrante Con Preguntas. <https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/edublog/cprofes-tenerefesur/wp-content/uploads/sites/105/2015/12/TAXONOMiA-DE-BLOOM-CUADRANTE-CON-PREGUNTAS.pdf>
- Antonelli, D., D'Addona, D. M., Maffei, A., Modrak, V., Putnik, G., Stadnicka, D., & Stylios, C. (2019). Tiphys: An Open Networked Platform for Higher Education on Industry 4.0. *Procedia CIRP*, 79, 706–711. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.02.128>
- Aracil, R., Buss, M., Cobos, S., Ferre, M., Hirche, S., Kuschel, M., & Peer, A. (2007). The human role in telerobotics. *Springer Tracts in Advanced Robotics*, 31, 11–24. <https://doi.org/10.1007/978->
- Ariño, M. L. (2017). *Procedimentales Y Actitudinales.* 1–10.
- Beetham, H. (2007). An approach to learning activity design. *Rethinking Pedagogy for A Digital Age- Designing and Delivering E-Learning*, 26–40.
- Biocca, F. (2014). *Communication Applications of Virtual Reality Telewindows View project.* <https://www.researchgate.net/publication/237634976>
- Boessenkool, H., Wildenbeest, J. G. W., Heemskerck, C. J. M., de Baar, M. R., Steinbuch, M., & Abbink, D. A. (2018). A task analysis approach to quantify bottlenecks in task completion time of telemanipulated maintenance. *Fusion Engineering and Design*, 129, 300–308. <https://doi.org/10.1016/j.fusengdes.2017.10.002>
- Boton, C. (2018). Supporting constructability analysis meetings with Immersive Virtual Reality-based collaborative BIM 4D simulation. *Automation in Construction*, 96, 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.08.020>
- Brown, M., McCormack, M., Reeves, J., Brooks, D. C., Grajek, S., Bali, M., Bulger, S., Dark, S., Engelbert, N., Gannon, K., Gauthier, A., Gibson, D., Gibson, R., Lundin, B., Veletsianos, G., & Weber, N. (2020). 2020 EDUCAUSE Horizon Report. Teaching and Learning Edition. In *Educause.*
- Bruns, C. R., & Chamberlain, B. C. (2019). The influence of landmarks and urban form on cognitive maps using virtual reality. *Landscape and Urban Planning*, 189, 296–306. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2019.05.006>
- Cano, C. F., & Roudaut, A. (2019). MorphBench: Using mixed reality experimentation platforms to study dynamic affordances in shape-changing devices. *International Journal of Human Computer Studies*, 132, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2019.07.006>
- Cuervo, W., & Ballesteros, J. (2016). Framework para aplicaciones web. *Praxis & Saber*, 125–153. http://revistas.uptc.edu.co/index.php/praxis_saber/article/view/7204/5695
- Czaplinski, I., & Fielding, A. L. (2020). Developing a contextualised blended learning framework to enhance medical physics student learning and engagement. *Physica Medica*, 72, 22–29. <https://doi.org/10.1016/j.ejmp.2020.03.010>
- Darwazeh, A. N., & Branch, R. M. (2015). A Revision to the Revised Bloom's Taxonomy. *Aect*, 2, 220–225.
- Davis, F. (2011). *Technology acceptance model.* 13(3), 319–340. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.33621>
- de Vries, A. W., Faber, G., Jonkers, I., Van Dieen, J. H., & Verschueren, S. M. P. (2018). Virtual reality balance training for elderly: Similar skiing games elicit different challenges in balance training. *Gait and Posture*, 59, 111–116. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2017.10.006>
- Ding, Z., Liu, S., Liao, L., & Zhang, L. (2019). A digital construction framework integrating building information modeling and reverse engineering technologies for renovation projects. *Automation in Construction*, 102, 45–58. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.02.012>
- EU. (2016). Classification of learning activities (CLA) - Manual. In *Office of the European Union.* <https://doi.org/10.2785/874604>
- Farra, S. L., Miller, E. T., & Hodgson, E. (2015). Virtual reality disaster training: Translation to practice. *Nurse Education in Practice*, 15(1), 53–57. <https://doi.org/10.1016/j.nepr.2013.08.017>

- Farra, S., Miller, E. T., Hodgson, E., Cosgrove, E., Brady, W., Gneuchs, M., & Baute, B. (2016). Storyboard Development for Virtual Reality Simulation. *Clinical Simulation in Nursing*, 12(9), 392–399. <https://doi.org/10.1016/j.cens.2016.04.002>
- Feng, Z., González, V. A., Amor, R., Lovreglio, R., & Cabrera-Guerrero, G. (2018). Immersive virtual reality serious games for evacuation training and research: A systematic literature review. *Computers and Education*, 127, 252–266. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.09.002>
- Frank, J. A., & Kapila, V. (2017). Mixed-reality learning environments: Integrating mobile interfaces with laboratory test-beds. *Computers and Education*, 110, 88–104. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.02.009>
- Freitas, S. de, & Neumann, T. (2009). The use of “exploratory learning” for supporting immersive learning in virtual environments. *Computers and Education*, 52(2), 343–352. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2008.09.010>
- Galaup, M., Muller, N., Pons Lelardeux, C., Panzoli, D., Jessel, J. P., & Lagarrigue, P. (2017). Design of learning environments for Mechanical Engineering. *Procedia Manufacturing*, 13, 1440–1446. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.126>
- Goderstad, J. M., Sandvik, L., Fosse, E., & Lieng, M. (2019). Development and validation of a general and easy assessable scoring system for laparoscopic skills using a virtual reality simulator. *European Journal of Obstetrics and Gynecology and Reproductive Biology*: X, 4, 100092. <https://doi.org/10.1016/j.eurox.2019.100092>
- Grajewski, D., Górski, F., Hamrol, A., & Zawadzki, P. (2015). Immersive and Haptic Educational Simulations of Assembly Workplace Conditions. *Procedia Computer Science*, 75, 359–368. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.12.258>
- Harvey, H. B., & Sotardi, S. T. (2018). The Pareto Principle. *Journal of the American College of Radiology*, 15(6), 931. <https://doi.org/10.1016/j.jacr.2018.02.026>
- Holte, J. E., Endres, R. J., Besser, D., & D., D. (n.d.). *The influence of active, passive, and mixed classroom activities on student motivation*.
- Hou, L., Chi, H. L., Tarn, W., Chai, J., Panuwatwanich, K., & Wang, X. (2017). A framework of innovative learning for skill development in complex operational tasks. *Automation in Construction*, 83, 29–40. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.07.001>
- Hsiao, H. S., & Chen, J. C. (2016). Using a gesture interactive game-based learning approach to improve preschool children's learning performance and motor skills. *Computers and Education*, 95, 151–162. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.01.005>
- Import Oculus Integration Package | Oculus Developers. (n.d.). Retrieved October 5, 2020, from <https://developer.oculus.com/documentation/unity/unity-import/>
- Krings, S., Yigitbas, E., Jovanovikj, I., Sauer, S., & Engels, G. (2020). Development framework for context-aware augmented reality applications. *EICS 2020 - 12th ACM SIG CHI Symposium on Engineering Interactive Computing Systems, Proceedings*, 3398640. <https://doi.org/10.1145/3393672.3398640>
- Learning activity and development. - PsycNET. (n.d.). Retrieved September 14, 2020, from <https://psycnet.apa.org/record/2000-07225-000>
- Li, X., Yi, W., Chi, H. L., Wang, X., & Chan, A. P. C. (2018). A critical review of virtual and augmented reality (VR/AR) applications in construction safety. *Automation in Construction*, 86, 150–162. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.11.003>
- Martín-Barrio, A., Roldán, J. J., Terrile, S., del Cerro, J., & Barrientos, A. (2019). Application of immersive technologies and natural language to hyper-redundant robot teleoperation. *Virtual Reality*, 0123456789. <https://doi.org/10.1007/s10055-019-00414-9>
- Martín-Gutiérrez, J., Mora, C. E., Añorbe-Díaz, B., & González-Marrero, A. (2017). Virtual technologies trends in education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(2), 469–486. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00626a>
- McCall, R., O'Neil, S., & Carroll, F. (2004). Measuring presence in virtual environments. *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings*, 783–784. <https://doi.org/10.1145/985921.985934>
- Minović, M., Milovanović, M., Šošević, U., & Conde González, M. Á. (2015). Visualisation of student learning model in serious games. *Computers in Human Behavior*, 47, 98–107. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.09.005>
- Mirchi, N., Bissonnette, V., Yilmaz, R., Ledwos, N., Winkler-Schwartz, A., & Del Maestro, R. F. (2020). The virtual operative assistant: An explainable artificial intelligence tool for simulation-based training in surgery and medicine. *PLoS ONE*, 15(2). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0229596>
- Nakano, C. M., Moen, E., Byun, H. S., Ma, H., Newman, B., McDowell, A., Wei, T., & El-Naggar, M. Y. (2016). IBET: Immersive visualization of biological electron-transfer dynamics. *Journal of Molecular Graphics and Modelling*, 65, 94–99. <https://doi.org/10.1016/j.jmgm.2016.02.009>
- Padhi, L. K., & Mishra, D. (2020). Learning how to learn: An analysis through styles and strategies. *International Journal of Web-Based Learning and Teaching Technologies*, 15(3), 46–59. <https://doi.org/10.4018/IJWLTT.2020070104>
- Pan, J., Su, X., & Zhou, Z. (2015). An Alternate Reality Game for Facility Resilience (ARGFR). *Procedia Engineering*, 118, 296–303. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.08.430>
- Planning and Developing Learning Activities. (2020). <https://www.boisestate.edu/ctl-idea/teaching-with-tech/primer/planning-and-developing-learning-activities/>
- Quickstart for Google VR SDK for Unity with Android. (n.d.). Retrieved October 5, 2020, from <https://developers.google.com/vr/develop/unity/get-started-android>
- Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers and Education*, 147. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>
- Raúl S. (2016). *Rediseñando actividades según la taxonomía de Bloom*. <http://formacion.intef.es/mod/assign/view.php?id=21905>
- Reynolds, G. S. (1968). *Compendio de condicionamiento operante*.
- Rheingold, H., Seeker, & Warburg. (1991). VIRTUAL REALITY: Exploring the brave new technologies of artificial experience and interactive worlds from cyberspace to teledildonics. *Journal of the Royal Anthropological Institute*, 10(3). <https://doi.org/10.1111/j.1467-9655.2004.00208.x>
- Schwaber, K., & Sutherland, J. (2017). La Guía de Scrum. La Guía Definitiva de Scrum: Las Reglas del Juego. *Scrum.Org*, 22.
- Silberman, M. (2006). *Aprendizaje Activo 101*. 209.

- Slater, M., & Wilbur, S. (1997). *A Framework for Immersive Virtual Environments (FIVE): Speculations on the Role of Presence in Virtual Environments*. *Presence* governs aspects of autonomic responses and higher-level behaviors of a participant in a VE. *6*(6), 603–616. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.6.603>
- Stadnicka, D., Litwin, P., & Antonelli, D. (2019). Human factor in intelligent manufacturing systems - Knowledge acquisition and motivation. *Procedia CIRP*, *79*, 718–723. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.02.023>
- Steuer, J. (1992). Defining Virtual Reality: Dimensions Determining Telepresence. *Journal of Communication*, *42*(4), 73–93. <https://doi.org/10.1111/j.1460-2466.1992.tb00812.x>
- Tabla de verbos didácticos de la taxonomía de Bloom. (2017). <https://www.orientacionandujar.es/wp-content/uploads/2017/09/TABLA-DE-VERBOS-DIDACTICOS-DE-LA-TAXONOMIA-DE-BLOOM-6.jpg>
- Teleoperation and Robotics: Applications and Technology - Google Libros. (n.d.). Retrieved September 21, 2020, from https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=ZEfqCAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA9&ots=1XMJRS5i0P&sig=DpsA4YwLDCpU61h9Gs6afLijneE&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Torres, F., Tovar, L. A. N., & Egremy, M. C. (2015). Virtual Interactive Laboratory Applied to High Schools Programs. *Procedia Computer Science*, *75*, 233–238. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.12.243>
- Tretsiakova-McNally, S., Maranne, E., Verbecke, F., & Molkov, V. (2017). Mixed e-learning and virtual reality pedagogical approach for innovative hydrogen safety training of first responders. *International Journal of Hydrogen Energy*, *42*(11), 7504–7512. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2016.03.175>
- Vahdatikhaki, F., El Ammari, K., Langroodi, A. K., Miller, S., Hammad, A., & Doree, A. (2019). Beyond data visualization: A context-realistic construction equipment training simulators. *Automation in Construction*, *106*, 102853. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.102853>
- Venkatesh, V., & Bala, H. (2008). Technology acceptance model 3 and a research agenda on interventions. *Decision Sciences*, *39*(2), 273–315. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5915.2008.00192.x>
- Walsh, K. R., & Pawlowski, S. D. (2002). Virtual Reality: A Technology in Need of IS Research. *Communications of the Association for Information Systems*, *8*(March). <https://doi.org/10.17705/1cais.00820>
- Wang, J., & Lindeman, R. (2015). Coordinated hybrid virtual environments: Seamless interaction contexts for effective virtual reality. *Computers and Graphics (Pergamon)*, *48*, 71–83. <https://doi.org/10.1016/j.cag.2015.02.007>
- Wang, R., Lowe, R., Newton, S., & Kocaturk, T. (2020). Task complexity and learning styles in situated virtual learning environments for construction higher education. *Automation in Construction*, *113*, 103148. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103148>
- Wei, X., Weng, D., Liu, Y., & Wang, Y. (2015). Teaching based on augmented reality for a technical creative design course. *Computers and Education*, *81*, 221–234. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.10.017>
- Wilson, L. O. (2016). Anderson and Krathwohl Bloom's Taxonomy Revised Understanding the New Version of Bloom's Taxonomy. *The Second Principle*, 1–8. https://quincycollge.edu/content/uploads/Anderson-and-Krathwohl_Revised-Blooms-Taxonomy.pdf <https://thesecondprinciple.com/teaching-essentials/beyond-bloom-cognitive-taxonomy-revised/> <http://thesecondprinciple.com/teaching-essentials/beyond-bloom-cog>
- Winkler-Schwartz, A., Bissonnette, V., Mirchi, N., Ponnudurai, N., Yilmaz, R., Ledwos, N., Siyar, S., Azarnoush, H., Karlik, B., & Del Maestro, R. F. (2019). Artificial Intelligence in Medical Education: Best Practices Using Machine Learning to Assess Surgical Expertise in Virtual Reality Simulation. *Journal of Surgical Education*, *76*(6), 1681–1690. <https://doi.org/10.1016/j.jsurg.2019.05.015>
- Yago, H., Clemente, J., Rodriguez, D., & Fernandez-de-Cordoba, P. (2018). ON-SMMILE: Ontology Network-based Student Model for Multiple Learning Environments. *Data and Knowledge Engineering*, *115*, 48–67. <https://doi.org/10.1016/j.datak.2018.02.002>
- Yuan, X. (2021). The Application of Virtual Reality Technology in ESP Teaching. In *Advances in Intelligent Systems and Computing* (Vol. 1283, pp. 17–23). https://doi.org/10.1007/978-3-030-62746-1_3
- Zachman, J. A. (1999). Framework for information systems architecture. *IBM Systems Journal*, *38*(2), 454–470. <https://doi.org/10.1147/sj.382.0454>
- Zascerinska, J., & Ahrens, A. (2009). E-Collaboration Technologies in Teaching/Learning Activity. *Online Submission, December*, 1–7.

Anexo E: Descripción de Acciones

INSTRUCCIONES DE USO DEL MARCO DE TRABAJO DE VRTBLOOM



SANTIAGO ANDRÉS ARAGÓN GUZMÁN
JUAN PABLO VALENCIA ROSADA

Directora:
PhD. Sandra Milena Roa Martínez

Co-director:
PhD. Hendrys Fabián Tobar Muñoz

Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Departamento de Sistemas
Línea de Investigación: Información y Tecnología
Grupo de Investigación en Inteligencia Computacional
Popayán
Febrero de 2022

INTRODUCCIÓN

Este manual se realiza con el objetivo de describir el listado de los verbos seleccionados de la taxonomía de Bloom. Cada uno de los verbos cuenta con un conjunto de acciones.

La estructura para presentar para cada una de las acciones tiene la siguiente composición:

- Descripción: explica el funcionamiento de cada una de las acciones
- Ejemplo: se presenta una situación hipotética en la que se puede emplear dicha acción
- Parámetros: describe cada uno de los parámetros de dicha acción
- Evaluación: es la evaluación que brinda el framework VRTBloom al momento de finalizar una AARV

Contenido

1	Verbo Elegir	4
1.1	Acción Arrastrar un Objeto virtual a Otro de acuerdo con un criterio	4
1.1.1	Descripción	4
1.1.2	Parámetros	4
1.1.3	Evaluación	4
1.2	Acción Arrastrar varios Objetos virtuales a Otro de acuerdo con un criterio	4
1.2.1	Descripción	4
1.2.2	Parámetros	5
1.2.3	Evaluación	5
1.3	Acción Dado un conjunto de elementos 3D distribuidos, recoger uno o varios elementos de acuerdo con un criterio	6
1.3.1	Descripción	6
1.3.2	Parámetros	6
1.3.3	Evaluación	6
1.4	Acción Apuntar con el control virtual a un conjunto de elementos virtuales dado un patrón o comando	7
1.4.1	Descripción	7
1.4.2	Parámetros	7
1.4.3	Evaluación	7
1.5	Acción Tocar con la mano virtual uno o varios objetos dado un patrón o comando	8
1.5.1	Descripción	8
1.5.2	Parámetros	8
1.5.3	Evaluación	9
2	Verbo Localizar	9
2.1	Acción Observar un mapa en el cual se encuentre la ubicación de un objeto	9
2.1.1	Descripción	9
2.1.2	Parámetros	9
2.1.3	Evaluación	9
2.2	Acción visualizar una imagen para encontrar un lugar en un Entorno Virtual	9
2.2.1	Descripción	9
2.2.2	Entradas	9
2.2.3	Evaluación	10
2.3	Acción Recoger un objeto de una posición determinada en un EV	10
2.3.1	Descripción:	10
2.3.2	Ejemplo:	10
2.3.3	Parámetros	10

2.3.4	Evaluación	11
2.4	Acción Ubicar un Objeto siguiendo un Sonido	11
2.4.1	Descripción:	11
2.4.2	Ejemplo:	11
2.4.3	Parámetros	11
2.4.4	Evaluación	12
3	Verbo Identificar	12
3.1	Acción Distinguir (escoger) un objeto entre varios mostrados de acuerdo con el criterio	12
3.1.1	Descripción:	12
3.1.2	Ejemplo:	12
3.1.3	Parámetros	12
3.1.4	Evaluación	13
3.2	Acción De acuerdo con varios sonidos emitidos, apuntar al objeto (conocido) que lo está produciendo	13
3.2.1	Descripción:	13
3.2.2	Ejemplo:	13
3.2.3	Parámetros	13
3.2.4	Evaluación	14
4	Verbo Etiquetar	14
4.1	Acción Arrastrar un nombre en la parte superior de un objeto en un EV	14
4.1.1	Descripción:	14
4.1.2	Ejemplo:	14
4.1.3	Parámetros	14
4.1.4	Evaluación	15
4.2	Acción De acuerdo con un conjunto de etiquetas, asignarlas al objeto que corresponde	15
4.2.1	Descripción:	15
4.2.2	Ejemplo:	15
4.2.3	Parámetros	15
4.2.4	Evaluación	16
5	Verbo Nombrar	16
5.1	Acción Escribir el nombre de un objeto en un EV	16
5.1.1	Descripción:	16
5.1.2	Ejemplo:	16
5.1.3	Parámetros	17
5.1.4	Evaluación	17
1	Verbo Elegir	

1.1 Acción Arrastrar un Objeto virtual a Otro de acuerdo con un criterio

1.1.1 Descripción

La acción llevará el nombre de acción que ingrese el desarrollador en el inspector. Esta acción instanciará dos objetos en la escena, un objeto arrastrable de acuerdo con el modelo del objeto arrastrable dado en el inspector, el cual podrá ser arrastrado con las manos virtuales, y un objeto destino, el cual tendrá el nombre del objeto destino y se crea el objeto de acuerdo con el modelo del objeto. Cuando la persona que interactúa atrapa con su mano el objeto arrastrable y lo lleva (hasta juntarlo, tocarlo) hacia el objeto destino, se ejecutarán los eventos configurados por el desarrollador.

1.1.2 Parámetros

1. Nombre Acción: Es el nombre que tendrá el GameObject de la acción y el nombre que se mostrará al final en el panel de resultados junto al porcentaje de aciertos y desaciertos
2. Porcentaje de Aprobado: Es el porcentaje con el cual se asume que se aprueba la acción, para este caso se considera 100% si los objetos colisionan o 0% si no lo hacen
3. Objeto Arrastrable
 - Nombre del objeto arrastrable: Es el nombre que se le asignará al GameObject
 - Modelo del objeto arrastrable: Puede ser un Prefab o un objeto de la escena, se instanciará un nuevo objeto que podrá ser cogido con las manos virtuales
4. Objeto Destino
 - Nombre del objeto destino: Es el nombre que se le asignará al GameObject destino
 - Modelo del objeto destino: Puede ser un Prefab o un objeto de la escena, se instanciará un nuevo objeto, por defecto no se puede coger con las manos virtuales, no obstante, es posible agregar el componente "OVRGrabbable" desde el inspector para que pueda ser cogido por las manos virtuales
5. Eventos
 - Los eventos se ejecutan cuando el objeto arrastrable toca (colisiona) contra el objeto destino, no influye la forma en que choquen, se detecta que ambos objetos han colisionado entre sí para ejecutar los eventos agregados en el inspector

1.1.3 Evaluación

La acción internamente detecta el momento en que ambos objetos colisionan (se juntan), y se ejecutan los eventos agregados en el inspector, de tal forma se toma la acción como aprobada, de lo contrario la acción no será aprobada.

1.2 Acción Tocar un conjunto de objetos con Otro de acuerdo con un criterio

1.2.1 Descripción

La acción llevará el nombre acción que se ingrese en el inspector. Esta acción instancia varios objetos de acuerdo con la necesidad del desarrollador, primero se instancia el objeto destino que llevará el nombre del objeto que toca a otro y será una copia del modelo del objeto que toca a otro. Luego se podrán crear los objetos tocables, los cuales tendrán el nombre del objeto tocable y cada objeto será una instancia del modelo objeto tocable que será marcado como correcto o no según corresponda. Cuando la persona que interactúa coge (con la mano) el objeto tocable y lo lleva hasta el objeto que toca a otro, si el objeto tocable es correcto,

entonces se ejecutarán los eventos caso correcto configurados en el momento de crear objeto que toca a otro, si el objeto tocable no es correcto, entonces se ejecutarán los eventos caso incorrecto. Al finalizar la actividad el sistema validará el porcentaje de objetos correctos que fueron arrastrados, si el porcentaje es mayor o igual al porcentaje de aprobado de la acción entonces se tomará la acción como aprobada.

1.2.2 Parámetros

1. Nombre Acción: Es el nombre que tendrá el GameObject de la acción y el nombre que se mostrará al final en el panel de resultados junto al porcentaje de aciertos y desaciertos
2. Porcentaje de Aprobado: Es el porcentaje con el cual se asume que se aprueba la acción, por defecto se establece en 80% lo cual indica que si colisionan el 80% de los objetos marcados como correctos se aprobará la acción
3. Objeto Destino
 - Nombre del objeto que toca a otro: Es el nombre que se le asignará al GameObject destino
 - Modelo del objeto que toca a otro: Puede ser un Prefab o un objeto de la escena, se instanciará un nuevo objeto, por defecto no se puede coger con las manos virtuales, no obstante, es posible agregar el componente "OVRGrabbable" desde el inspector para que pueda ser cogido por las manos virtuales
 - Eventos Caso Correcto: Estos eventos se ejecutan cada vez que un objeto arrastrable marcado como correcto colisione con el objeto destino
 - Eventos Caso Incorrecto: Estos eventos se ejecutan cada vez que un objeto arrastrable no correcto colisiona con el objeto destino
4. Objeto Tocable
 - Nombre del objeto tocable: Es el nombre que se le asignará al GameObject
 - Modelo del objeto tocable: Puede ser un Prefab o un objeto de la escena, se instanciará un nuevo objeto que podrá ser cogido con las manos virtuales
 - ¿Arrastrable Correcto?: Indica si el objeto es correcto o no

1.2.3 Evaluación

Se evalúa al finalizar la actividad. El sistema calcula el porcentaje de aciertos teniendo en cuenta la cantidad de objetos correctos que fueron arrastrados hasta el objeto destino, si el porcentaje es mayor al porcentaje de aprobación entonces la acción será aprobada.

1.3 Acción Dado un conjunto de elementos 3D distribuidos, recoger uno o varios elementos de acuerdo con un criterio

1.3.1 Descripción

Esta acción tendrá el nombre acción y podrá instanciar la cantidad de objetos recogibles que el desarrollador requiera. Cada objeto recogible tendrá el nombre del objeto recogible con su respectiva descripción y será una instancia del objeto 3D que se haya ingresado en el inspector, además cada objeto debe ser configurado como correcto o no de acuerdo con el criterio del desarrollador. Cuando el estudiante lo crea necesario podrá acercarse al objeto "Validar Acción" para verificar si aprobó la acción o no, para ello el sistema identifica si el estudiante cogió (con la mano virtual) los objetos recogibles, de acuerdo a la cantidad de objetos correctos se sacará un porcentaje, el cual si es mayor que el porcentaje de aprobado entonces se dará por aprobada la acción, se mostrará el mensaje de éxito y se reproducirá el sonido acción aprobada, en caso de no ser aprobada se mostrará el porcentaje de aciertos y desaciertos.

1.3.2 Parámetros

1. Nombre Acción: Es el nombre que tendrá el GameObject de la acción y el nombre que se mostrará al validar la acción y al final en el panel de resultados junto al porcentaje de aciertos y desaciertos
2. Porcentaje de Aprobado: Es el porcentaje con el cual se asume que se aprueba la acción, por defecto se establece en 80% lo cual indica que si recoge (coge con la mano virtual) el 80% de los objetos marcados como correctos se aprobará la acción
3. Mensaje éxito: Este mensaje se muestra al momento de validar la acción, en caso de que la acción sea aprobada en el mismo panel se mostrará el mensaje ingresado
4. Sonido Acción Aprobada: Este sonido se reproduce al momento de validar la acción, en caso de que la acción sea aprobada se reproduce el sonido mientras se ve el panel de validación
5. Objeto Recogible:
 - Nombre del objeto recogible: Es el nombre que se le asignará al GameObject.
 - Descripción: Es la descripción del objeto que se está creando
 - ¿Objeto Correcto?: Marca el objeto recogible como correcto o no, para que el estudiante pueda recoger el correcto entre varios objetos incorrectos.
 - Objeto 3D: Es el objeto que se va a instanciar como objeto recogible, este puede ser un Prefab o un GameObject de la escena (se creará un duplicado), al momento de cogerlo con la mano virtual el objeto se marcará como recogido.

1.3.3 Evaluación

Cuando el estudiante considere necesario podrá interactuar con el objeto “ValidarAcción” para verificar si aprobó o no la acción. Esta validación verifica que haya cogido con la mano virtual un porcentaje mayor de objetos correctos que el porcentaje configurado en la acción. Si aprueba la acción entonces se mostrará el mensaje de éxito y se reproducirá el sonido de acción aprobada. Hay que tener en cuenta que esta misma validación se hace cuando termine la actividad de aprendizaje al interactuar con el objeto “Terminar”.

1.4 Acción Apuntar con el control virtual a un conjunto de elementos virtuales dado un patrón o comando

1.4.1 Descripción

Esta acción tendrá el nombre acción establecido por el desarrollador. En esta acción podrá instanciar varios objetos seleccionables con puntero, los cuales tendrán el nombre del objeto seleccionable con puntero, su descripción, su asignación en caso de que el objeto sea correcto o no y será una instancia del objeto 3D ingresado por el desarrollador. Los objetos instanciados podrán ser seleccionados haciendo uso del puntero virtual que se mostrará al cerrar la mano virtual, una vez apuntado el objeto para seleccionarlo deberá presionar el dedo índice. Cuando el estudiante considere necesario podrá interactuar con el objeto “Validar Acción” para hacer la evaluación. El sistema calcula el porcentaje de objetos correctos que fueron seleccionados con el puntero, si este porcentaje es mayor al porcentaje de aprobado, entonces se mostrará el mensaje de éxito y se reproducirá el sonido de acción aprobada, en caso de que no sea aprobada se mostrara el porcentaje de aciertos y desaciertos.

1.4.2 Parámetros

1. Nombre Acción: Es el nombre que tendrá el GameObject de la acción y el nombre que se mostrará al validar la acción y al final en el panel de resultados junto al porcentaje de aciertos y desaciertos

2. **Porcentaje de Aprobado:** Es el porcentaje con el cual se asume que se aprueba la acción, por defecto se establece en 80% lo cual indica que si selecciona (con el puntero virtual) el 80% de los objetos marcados como correctos se aprobará la acción
3. **Mensaje éxito:** Este mensaje se muestra al momento de validar la acción, en caso de que la acción sea aprobada en el mismo panel se mostrará el mensaje ingresado
4. **Sonido Acción Aprobada:** Este sonido se reproduce al momento de validar la acción, en caso de que la acción sea aprobada se reproduce el sonido mientras se ve el panel de validación
5. **Objeto Seleccionable con Puntero:**
 - **Nombre del objeto seleccionable con Puntero:** Es el nombre que se le asignará al GameObject que se podrá seleccionar con el puntero virtual
 - **Descripción del objeto:** Es la descripción del objeto que se está creando
 - **¿Objeto Correcto?:** Marca el objeto seleccionable con puntero como correcto o no, para que el estudiante pueda seleccionar el correcto entre varios objetos incorrectos
 - **Objeto 3D:** Es el objeto que se va a instanciar como objeto seleccionable con puntero, este puede ser un Prefab o un GameObject de la escena (se creará un duplicado), al momento de seleccionarlo con el puntero virtual el objeto se marcará como seleccionado para luego validar si seleccionó los correctos.

1.4.3 Evaluación

Cuando el estudiante considere necesario podrá interactuar con el objeto “ValidarAcción” para verificar si aprobó o no la acción. Esta validación verifica que haya seleccionado con el puntero virtual el porcentaje configurado en la acción de objetos correctos. Si el porcentaje es mayor al porcentaje de aprobado entonces se aprueba la acción, se mostrará el mensaje de éxito y se reproducirá el sonido de acción aprobada. Hay que tener en cuenta que esta misma validación se hace cuando termine la actividad de aprendizaje e interactúe con el objeto “Terminar”.

1.5 Acción Tocar con la mano virtual uno o varios objetos dado un patrón o comando

1.5.1 Descripción

Esta acción tendrá el nombre acción que ingrese el desarrollador en el inspector. En esta acción podrán instanciar varios objetos seleccionables con mano, los cuales tendrán el nombre del objeto seleccionable con mano, su descripción, su asignación en caso de que el objeto sea correcto o no y será una instancia del objeto 3D ingresado por el desarrollador. Los objetos instanciados serán seleccionados al tocarlos con las manos virtuales (juntar la mano con el objeto). Cuando el estudiante considere necesario podrá interactuar con el objeto “Validar Acción” para hacer la evaluación. El sistema calcula el porcentaje de objetos correctos que fueron seleccionados con la mano, si este porcentaje es mayor al porcentaje de aprobado, entonces se mostrará el mensaje de éxito y se reproducirá el sonido de acción aprobada, en caso de que no sea aprobada se mostrara el porcentaje de aciertos y desaciertos.

1.5.2 Parámetros

1. **Nombre Acción:** Es el nombre que tendrá el GameObject de la acción y el nombre que se mostrará al validar la acción y al final en el panel de resultados junto al porcentaje de aciertos y desaciertos

2. Porcentaje de Aprobado: Es el porcentaje con el cual se asume que se aprueba la acción, por defecto se establece en 80% lo cual indica que si toca (con la mano virtual) el 80% de los objetos marcados como correctos se aprobará la acción
3. Mensaje éxito: Este mensaje se muestra al momento de validar la acción, en caso de que la acción sea aprobada en el mismo panel se mostrará el mensaje ingresado
4. Sonido Acción Aprobada: Este sonido se reproduce al momento de validar la acción, en caso de que la acción sea aprobada se reproduce el sonido mientras se ve el panel de validación
5. Objeto Seleccionable con Mano:
 - Nombre del objeto seleccionable con Mano: Es el nombre que se le asignará al GameObject que se podrá seleccionar al tocar con la mano virtual.
 - Descripción del objeto: Es la descripción del objeto que se está creando.
 - ¿Objeto Correcto?: Marca el objeto seleccionable con mano como correcto o no, para que el estudiante pueda seleccionar el correcto entre varios objetos incorrectos.
 - Objeto 3D: Es el objeto que se va a instanciar como objeto seleccionable con mano, este puede ser un Prefab o un GameObject de la escena (se creará un duplicado), al momento de seleccionarlo con la mano virtual el objeto se marcará como seleccionado para luego validar si seleccionó los correctos.

1.5.3 Evaluación

Cuando el estudiante considere necesario podrá interactuar con el objeto “ValidarAcción” para verificar si aprobó o no la acción. Esta validación verifica el porcentaje de objetos correctos seleccionados con la mano virtual, si el porcentaje es mayor al porcentaje de aprobado entonces la acción será aprobada. Un objeto seleccionable con mano se marcará como “seleccionado” si el estudiante toca (con la mano virtual) el objeto virtual. Si aprueba la acción entonces se mostrará el mensaje de éxito y se reproducirá el sonido de acción aprobada. Hay que tener en cuenta que esta misma validación se hace cuando termine la actividad de aprendizaje e interactúe con el objeto “Terminar”

2 Verbo Localizar

2.1 Acción Observar un mapa en el cual se encuentre la ubicación de un objeto

2.1.1 Descripción

Esta acción tendrá el nombre acción configurado por el desarrollador. Instancia un objeto que agrega la funcionalidad de visualizar el mapa en el cual se encuentra el jugador. Para activar el mapa podrá presionar el botón ‘A’ y para cerrarlo podrá presionar el botón ‘B’.

2.1.2 Parámetros

1. Nombre Acción: Es el nombre que tendrá el GameObject de la acción
2. Porcentaje de aprobación: No tiene porcentaje de aprobación
3. Objetos Observar en un mapa
 - Canvas: Es el mapa que va a ser visualizado (por defecto)

2.1.3 Evaluación

Se valida si el jugador utiliza o no el mapa para encontrar los objetos instanciados en la escena

2.2 Acción visualizar una imagen para encontrar un lugar en un Entorno Virtual

2.2.1 Descripción

Esta acción tendrá el nombre acción que el desarrollador ingrese en el inspector. Instancia objetos mostrar imagen, lo cual agrega un GameObject con un Canvas donde se tendrá el título ingresado, el texto que acompañará la imagen y por último la imagen que se desea mostrar. Estos objetos instanciados ya tienen la funcionalidad de activación, para lo cual el estudiante deberá presionar el botón 'A' y se mostrará la imagen con la información agregada. Al finalizar la actividad de aprendizaje el sistema calcula el porcentaje de objetos mostrar imagen con los que interactuó el estudiante (las imágenes que vió), si el porcentaje es mayor al porcentaje aprobado entonces la acción se tomará como aprobada.

2.2.2 Entradas

1. Nombre Acción: Es el nombre que tendrá el GameObject de la acción y el nombre que se mostrará al validar la acción y al final en el panel de resultados junto al porcentaje de aciertos y desaciertos
2. Porcentaje de Aprobado: Es el porcentaje con el cual se asume que se aprueba la acción, por defecto se establece en 80% lo cual indica que si abre el 80% de las imágenes se aprobará la acción
3. Objeto Mostrar Imagen:
 - Nombre Objeto Mostrar Imagen: Es el nombre que tendrá el GameObject que mostrará la imagen
 - Título: Es el título que aparece arriba del panel donde se mostrará la imagen
 - Texto: Es el texto que se muestra arriba de la imagen que se va a mostrar
 - Imagen: Es la imagen (Sprite) que se desea mostrar y está ubicada en el centro del panel

2.2.3 Evaluación

Al momento de "Terminar" la actividad de aprendizaje se valida el porcentaje de imágenes que fueron mostradas o no, en caso de que haya abierto más del porcentaje aprobado configurado en la acción entonces se dará por aprobada la acción.

2.3 Acción Recoger un objeto de una posición determinada en un EV

2.3.1 Descripción:

La acción "Recoger un objeto de una posición determinada en un EV" permite crear un objeto en la escena que se puede configurar. Esta acción instancia un objeto "Objeto Recogible" y posee un comportamiento programado necesario para que cuando el usuario lo recoge se ejecuten unos eventos.

2.3.2 Ejemplo:

Esta acción se puede usar en el caso en que una actividad requiera que el estudiante recoja una fruta para ejecutar un determinado evento.

2.3.3 Parámetros

1. Nombre Acción: Es el nombre que tendrá el GameObject de la acción y el nombre que se mostrará al validar la acción y al final en el panel de resultados junto al porcentaje de aciertos y desaciertos
2. Porcentaje de aprobación: Es el porcentaje con el cual se asume que se aprueba la acción, por defecto se establece en 100% lo cual indica que al recoger el objeto se aprobará la acción
3. Mensaje éxito: Este mensaje se muestra al momento de validar la acción, en caso de que la acción sea aprobada en el mismo panel se mostrará el mensaje ingresado

4. Objetos ‘Recoger un objeto’

- Nombre del objeto: Es el nombre que se le asignará al GameObject que se creará
- Descripción: Es la descripción del objeto que se está creando
- Modelo 3D: Es el objeto que se va a instanciar como objeto recogible, este puede ser un Prefab o un GameObject de la escena (se creará un duplicado), al momento de cogerlo con la mano virtual el objeto se marcará como recogido.

2.3.4 Evaluación

Cuando el estudiante considere necesario podrá interactuar con el objeto “ValidarAcción” para verificar si aprobó o no la acción. Esta validación verifica que haya cogido con la mano virtual el porcentaje configurado en la acción de objetos correctos (0% representa que no recogió el objeto mientras que el 100% indica que lo recogió). Si aprueba la acción entonces se mostrará el mensaje de éxito. Hay que tener en cuenta que esta misma validación se hace cuando termine la actividad de aprendizaje e interactúe con el objeto “Terminar”.

2.4 Acción Ubicar un Objeto siguiendo un Sonido

2.4.1 Descripción:

La acción “Ubicar un Objeto siguiendo un sonido” permite crear un objeto en la escena que se puede configurar. Esta acción instancia un objeto “Objeto con Sonido” y posee un comportamiento programado necesario para que cuando el usuario lo recoge se ejecuten unos eventos.

2.4.2 Ejemplo:

Esta acción se puede usar en el caso en que una actividad requiera que el estudiante encuentre el piano escuchando una melodía, de tal manera que si el estudiante se encuentra más cerca del objeto más alto se escuchará la melodía.

2.4.3 Parámetros

1. Nombre Acción: Es el nombre que tendrá el GameObject de la acción y el nombre que se mostrará al validar la acción y al final en el panel de resultados junto al porcentaje de aciertos y desaciertos
 2. Porcentaje de Aprobado: Es el porcentaje con el cual se asume que se aprueba la acción, por defecto se establece en 80% lo cual indica que si selecciona (con el puntero virtual) el 80% de los objetos marcados como correctos se aprobará la acción
 3. Mensaje éxito: Este mensaje se muestra al momento de validar la acción, en caso de que la acción sea aprobada en el mismo panel se mostrará el mensaje ingresado
 4. Sonido Acción Aprobada: Este sonido se reproduce al momento de validar la acción, en caso de que la acción sea aprobada se reproduce el sonido mientras se ve el panel de validación
5. Objeto Virtual con Sonido:
- Nombre del objeto virtual con sonido: Es el nombre que se le asignará al GameObject que se creará
 - ¿Describir?: En caso de que desee agregar una descripción y una imagen deberá habilitar esta opción
 - Imagen Objeto: Es un campo opcional donde podrá agregar una imagen relacionada al objeto que se está creando
 - Descripción Objeto: Es una descripción opcional del objeto que se está creando
 - Sonido Objeto: Este sonido siempre lo produce el objeto hasta que se encuentre, en el momento en que el estudiante encuentre el objeto (cuando esté cerca de él) dejará de reproducir el sonido

- ¿Objeto Correcto?: Marca el objeto virtual con sonido como correcto o no, para que el estudiante pueda encontrar (estar muy cerca de él) el correcto entre varios objetos incorrectos
- Objeto 3D: Es el objeto que se va a instanciar como objeto virtual con sonido, este puede ser un Prefab o un GameObject de la escena (se creará un duplicado), al momento de encontrarlo (estar cerca de él) el objeto se marcará como encontrado para luego validar si encontró los correctos.
- Sprite Objeto: Es un campo opcional donde podrá agregar una imagen (Sprite) del objeto que se está creando

2.4.4 Evaluación

Cuando el estudiante considere necesario podrá interactuar con el objeto “ValidarAcción” para verificar si aprobó o no la acción. Esta validación verifica que haya ubicado con la mano virtual el objeto correcto (0% representa que no recogió el objeto mientras que el 100% indica que lo recogió). Si aprueba la acción entonces se mostrará el mensaje de éxito. Hay que tener en cuenta que esta misma validación se hace cuando termine la actividad de aprendizaje e interactúe con el objeto “Terminar”

3 Verbo Identificar

3.1 Acción Distinguir (escoger) un objeto entre varios mostrados de acuerdo con el criterio

3.1.1 Descripción:

La acción “Distinguir (escoger) un objeto entre varios mostrados de acuerdo con el criterio” permite crear un conjunto de objetos en la escena que se pueden configurar. Esta acción instancia una “Lista de Objetos” que poseen comportamiento programado necesario para que cuando el usuario escoge un objeto correcto se ejecuten ciertos eventos.

3.1.2 Ejemplo:

Esta acción se puede usar en el caso en que una actividad requiera que el estudiante deba distinguir cual es la llave indicada entre un conjunto de llaves para poder abrir una puerta.

3.1.3 Parámetros

1. Nombre Acción: Es el nombre que tendrá el GameObject de la acción y el nombre que se mostrará al validar la acción y al final en el panel de resultados junto al porcentaje de aciertos y desaciertos
1. Porcentaje de aprobación: Es el porcentaje con el cual se asume que se aprueba la acción, por defecto se establece en 100% lo cual indica que lo cual indica que al etiquetar el objeto se aprobará la acción
2. Mensaje éxito: Este mensaje se muestra al momento de validar la acción, en caso de que la acción sea aprobada en el mismo panel se mostrará el mensaje ingresado
3. Sonido Acción aprobada: Es el sonido que se reproduce en el momento que el aprendiz apruebe la acción
4. Objetos ‘Recoger un objeto’
 - Nombre del Obj Seleccionable: Es el nombre que se le asignará al GameObject que se creará
 - Descripción del objeto: Es la descripción del objeto que se está creando
 - Modelo 3D: Es el objeto que se va a instanciar como objeto seleccionable, este puede ser un Prefab o un GameObject de la escena (se creará un duplicado), al momento de apuntar con el control al objeto correcto se marcará como seleccionado.

- ¿Objeto Correcto?: Marca el objeto virtual seleccionable como correcto o no. Si el objeto es correcto será marcado como acierto, de lo contrario el objeto será marcado como desacierto.

3.1.4 Evaluación

Cuando el estudiante considere necesario podrá interactuar con el objeto “ValidarAcción” para verificar si aprobó o no la acción. Esta validación verifica que haya seleccionado con el control el porcentaje configurado en la acción de objetos correctos. Si aprueba la acción entonces se mostrará el mensaje de éxito y se reproducirá el sonido de acción aprobada. Hay que tener en cuenta que esta misma validación se hace cuando termine la actividad de aprendizaje e interactúe con el objeto “Terminar”.

3.2 Acción De acuerdo con varios sonidos emitidos, apuntar al objeto (conocido) que lo está produciendo

3.2.1 Descripción:

La acción “De acuerdo con varios sonidos emitidos, apuntar al objeto (conocido) que lo está produciendo” permite crear un conjunto de objetos en la escena que se pueden configurar. Esta acción instancia una “Lista de Objetos con sonido” que poseen comportamiento programado necesario para que cuando el usuario escoge un objeto correcto se ejecuten ciertos eventos.

3.2.2 Ejemplo:

Esta acción se puede usar en el caso en que una actividad requiera que el estudiante deba apuntar con el control que animal emite el sonido correcto dentro de un conjunto de animales.

3.2.3 Parámetros

1. Nombre Acción: Es el nombre que tendrá el GameObject de la acción y el nombre que se mostrará al validar la acción y al final en el panel de resultados junto al porcentaje de aciertos y desaciertos
2. Porcentaje de Aprobado: Es el porcentaje con el cual se asume que se aprueba la acción, por defecto se establece en 80% lo cual indica que si selecciona el 80% de los objetos marcados como correctos se aprobará la acción
3. Mensaje éxito: Este mensaje se muestra al momento de validar la acción, en caso de que la acción sea aprobada en el mismo panel se mostrará el mensaje ingresado
4. Sonido Acción Aprobada: Este sonido se reproduce al momento de validar la acción, en caso de que la acción sea aprobada se reproduce el sonido mientras se ve el panel de validación
5. Sonidos del objeto que debe seleccionar: Debe agregar uno o varios sonidos para que el estudiante apunte al objeto que hace esos sonidos
6. Objeto Seleccionable
 - Nombre del objeto seleccionable: Es el nombre que se le asignará al GameObject
 - Descripción del objeto seleccionable: Es la descripción del objeto que se está creando
 - ¿Objeto Correcto?: Marca el objeto seleccionable como correcto o no, para que el estudiante pueda seleccionar el correcto deberá identificarlo entre varios objetos incorrectos
 - Sonido al seleccionar: Este sonido se reproduce cuando el estudiante selecciona un objeto (correcto o incorrecto)
 - Objeto 3D: Es el objeto que se va a instanciar como objeto seleccionable, este puede ser un Prefab o un GameObject de la escena (se creará un duplicado)

3.2.4 Evaluación

Cuando el estudiante considere necesario podrá interactuar con el objeto “ValidarAcción” para verificar si aprobó o no la acción. Si aprueba la acción entonces se mostrará el mensaje de éxito y se reproducirá el sonido de acción aprobada. Hay que tener en cuenta que esta misma validación se hace cuando termine la actividad de aprendizaje e interactúe con el objeto “Terminar”

4 Verbo Etiquetar

4.1 Acción Arrastrar un nombre en la parte superior de un objeto en un EV

4.1.1 Descripción:

La acción “Arrastrar un nombre en la parte superior de un objeto en un EV” permite crear un objeto etiqueta y un objeto a etiquetar en la escena que se pueden configurar. Esta acción instancia un objeto “Objeto Etiqueta” y un “Objeto a Etiquetar” posee un comportamiento programado necesario para que cuando el usuario etiquete el “Objeto a Etiquetar” correctamente se ejecuten unos eventos.

4.1.2 Ejemplo:

Esta acción se puede usar en el caso en que una actividad requiera que el estudiante nombre al quijote de la mancha, arrastra el objeto etiqueta a la parte superior del Don Quijote.

4.1.3 Parámetros

1. Nombre Acción: Es el nombre que tendrá el GameObject de la acción y el nombre que se mostrará al validar la acción
2. Porcentaje de aprobación: Es el porcentaje con el cual se asume que se aprueba la acción, por defecto se establece en 80% lo cual indica que si el aprendiz identifica el 80% de los objetos aprobará la acción
3. Objetos ‘Etiquetar Objeto’
 - Nombre del objeto Etiqueta: Es el nombre que se le asignará al GameObject (Etiqueta) que se creará
 - Modelo del objeto Etiqueta: Es el objeto etiqueta que se va a instanciar como objeto arrastable, este puede ser un Prefab o un GameObject de la escena (se creará un duplicado), al coger la etiqueta con la mano virtual el objeto se marcará como recogido
 - Texto del objeto etiqueta: Es el texto que se le asigna a la etiqueta para ser mostrado en la escena
 - Nombre del objeto a Etiquetar: Es el nombre que se le asignará al objeto a etiquetar
 - Modelo del objeto a Etiquetar: Es el objeto 3D a etiquetar que se va a instanciar como objeto a etiquetar, este puede ser un Prefab o un GameObject de la escena (se creará un duplicado), cuando la etiqueta colisiona con el objeto a etiquetar se asume fue asignada. Tiene un valor booleano para saber si la etiqueta fue asignada o no
 - Mensaje de éxito al etiquetar: Mensaje de éxito que se muestra a la hora de etiquetar el objeto

4.1.4 Evaluación

Cuando el estudiante considere necesario podrá interactuar con el objeto “ValidarAcción” para verificar si aprobó o no la acción. Esta validación verifica que haya etiquetado con la mano virtual el porcentaje configurado en la acción de objetos correctos (0% representa que no recogió el objeto mientras que el 100% indica que lo recogió). Si aprueba la acción entonces se mostrará el mensaje de éxito. Hay que tener en cuenta que esta misma validación se hace cuando termine la actividad de aprendizaje e interactúe con el objeto “Terminar”

4.2 Acción De acuerdo con un conjunto de etiquetas, asignarlas al objeto que corresponde

4.2.1 Descripción:

La acción “De acuerdo con un conjunto de etiquetas, asignarlas al objeto que corresponde” permite crear una lista de etiquetas y un objeto en la escena que se pueden configurar. Esta acción instancia una lista de “Objetos Etiquetas” y un “Objeto a Etiquetar”, posee un comportamiento programado necesario para que cuando el usuario asigne el listado de “Objetos Etiquetas” al “Objeto a Etiquetar” correctamente se ejecuten unos eventos.

4.2.2 Ejemplo:

Esta acción se puede usar en el caso en que una actividad requiera que el estudiante realice la descripción de un reloj y la hora que esté marcando en el momento.

4.2.3 Parámetros

1. Nombre Acción: Es el nombre que tendrá el GameObject de la acción y el nombre que se mostrará al validar la acción y al final en el panel de resultados junto al porcentaje de aciertos y desaciertos
2. Porcentaje de aprobación: Es el porcentaje con el cual se asume que se aprueba la acción, por defecto se establece en 80% lo cual indica que si el aprendiz identifica el 80% de los objetos aprobará la acción
3. Mensaje éxito: Este mensaje se muestra al momento de validar la acción, en caso de que la acción sea aprobada en el mismo panel se mostrará el mensaje ingresado
4. Sonido Acción Aprobada: Este sonido se reproduce al momento de validar la acción, en caso de que la acción sea aprobada (se reproduce el sonido mientras se ve el panel de validación)
5. Objetos ‘Objeto a etiquetar’
 - Nombre del objeto a Etiquetar: Es el nombre que se le asignará al objeto a etiquetar
 - Modelo del objeto a Etiquetar: Es el objeto 3D a etiquetar que se va a instanciar como objeto a etiquetar, este puede ser un Prefab o un GameObject de la escena (se creará un duplicado), cuando la etiqueta colisiona con el objeto a etiquetar se asume fue asignada. Tiene un valor booleano para saber si la etiqueta fue asignada o no
 - Mensaje de éxito al etiquetar: Mensaje de éxito que se muestra a la hora de etiquetar el objeto
 - Al momento de crear el objeto a etiquetar se podrán agregar las etiquetas
6. Objeto ‘Etiquetas’
 - Nombre del objeto Etiqueta: Es el nombre que se le asignará al GameObject(Etiqueta) que se creará
 - Modelo del objeto Etiqueta: Es el objeto etiqueta que se va a instanciar como objeto arrastable, este puede ser un Prefab o un GameObject de la escena (se creará un duplicado), al coger la etiqueta con la mano virtual el objeto se marcará como recogido
 - Texto del objeto etiqueta: Es el texto que se le asigna a la etiqueta para ser mostrado en la escena
 - ¿Etiqueta Correcta?: Marca el objeto virtual etiqueta como correcto o no. Si el objeto es correcto será marcado como acierto, de lo contrario el objeto será marcado como desacierto.

4.2.4 Evaluación

Cuando el estudiante considere necesario podrá interactuar con el objeto “ValidarAcción” para verificar si aprobó o no la acción. Esta validación verifica que haya etiquetado con la mano virtual el porcentaje configurado en la acción de objetos correctos. Si aprueba la acción entonces se mostrará el mensaje de éxito

y se reproducirá el sonido de acción aprobada. Hay que tener en cuenta que esta misma validación se hace cuando termine la actividad de aprendizaje e interactúe con el objeto “Terminar”

5 Verbo Nombrar

5.1 Acción Escribir el nombre de un objeto en un EV

5.1.1 Descripción:

La acción “Escribir el nombre de un objeto en un EV” permite crear un objeto a nombrar en la escena que se puede configurar. Esta acción instancia un objeto “Objeto Nombrable” y un “Objeto a teclado” que sirve para digitar el nombre. Estos objetos poseen un comportamiento programado necesario para que cuando el usuario digite correctamente el nombre del “Objeto Nombrable” se ejecuten unos eventos.

5.1.2 Ejemplo:

Esta acción se puede usar en el caso en que una actividad requiera que el estudiante escriba el nombre de un instrumento musical.

5.1.3 Parámetros

1. Nombre Acción: Es el nombre que tendrá el GameObject de la acción y el nombre que se mostrará al validar la acción.
2. Porcentaje de aprobación: Es el porcentaje con el cual se asume que se aprueba la acción, por defecto se establece en 100% lo cual indica que si el aprendiz nombra el objeto aprobará la acción
3. Objetos ‘Objeto a etiquetar’
 - Nombre del objeto correcto: Es el nombre que se le asignará al objeto a nombrar, el nombre correcto es aquel que se debe escribir. Compara el nombre que escribe el aprendiz con el nombre que se debe escribir definido por el programador.
 - Objetos 3D: Es el objeto 3D a nombrar que se va a instanciar como objeto a nombrar, este puede ser un Prefab o un GameObject de la escena (se creará un duplicado)

5.1.4 Evaluación

Cuando el estudiante considere necesario podrá interactuar con el objeto “ValidarAcción” para verificar si aprobó o no la acción. Esta validación verifica que haya nombrado con el teclado virtual el objeto correcto. Si aprueba la acción entonces se mostrará el mensaje de éxito. Hay que tener en cuenta que esta misma validación se hace cuando termine la actividad de aprendizaje e interactúe con el objeto “Terminar”

Anexo F: Formulario de Inscripción

Inscripción a voluntariado para evaluación del marco de trabajo VRTBloom - Programa de Ingeniería de Sistemas, Universidad del Cauca

Universidad del Cauca

Programa: Ingeniería de Sistemas

Framework VRTBloom

¡Hola apreciado/a voluntario/a. En este formulario te pedimos algunos datos para inscribirte al proceso de evaluación del Framework VRTBloom. Te estaremos contactando para indicar las instrucciones a seguir. Muchas gracias por tu valiosa colaboración.

***Obligatorio**

1. Nombre *

2. Correo Electronico *

3. Nivel Educativo

Marca solo un óvalo.

Bachiller

Universitario

Profesional

Posgrado

4. Género

Marca solo un óvalo.

- Hombre
- Mujer
- Prefiero no decir

5. Experiencia en Unity 3D (en años) *

6. Ha realizado aplicaciones

Selecciona todos los que correspondan.

- Videojuegos Educativos
- Aplicaciones Web
- Realidad Virtual
- Realidad Aumentada
- Aplicaciones Móviles
- Aplicaciones embebidas

Otro: _____

7. Nivel de manejo de Unity 3D

Marca solo un óvalo.

	1	2	3	4	5	
Muy bajo	<input type="radio"/>	Muy alto				

8. Nivel de manejo de Oculus Quest

Marca solo un óvalo.

	1	2	3	4	5	
Muy bajo	<input type="radio"/>	Muy alto				

9. Declaración y manejo de datos *

Declaro que comprendo que mi participación en este proceso será totalmente ad honorem y que autorizo al equipo de trabajo de la evaluación a gestionar mis datos personales con objetivos académicos.

Selecciona todos los que correspondan.

De acuerdo

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google.

Google Formularios

Anexo G: Encuesta TAM

Encuesta VRTBloom

Con esta encuesta se pretende evaluar la experiencia obtenida al utilizar el marco de trabajo VRTBloom mediante un conjunto de preguntas que hacen parte de un Modelo de Aceptación de Tecnología (TAM), a partir de varias dimensiones.

Queremos conocer qué tan aceptable es VRTBloom como tecnología para la creación de Actividades de Aprendizaje con Realidad (AARV)

!Muchas gracias por tu colaboración!

*Obligatorio

Indique su grado de satisfacción con las siguientes afirmaciones:

1. Utilidad Percibida (UP) *

Marca solo un óvalo por fila.

	Totalmente	En alto grado	Neutro	En bajo grado	Nada
El uso de VRTBloom mejora su desempeño durante la creación de AARV	<input type="radio"/>				
El uso de VRTBloom incrementa su productividad en la creación de AARV	<input type="radio"/>				
El uso de VRTBloom incrementa su efectividad para la creación de AARV	<input type="radio"/>				

2. Facilidad de uso Percibida (FUP) *

Marca solo un óvalo por fila.

	Totalmente	En alto grado	Neutro	En bajo grado	Nada
Encuentra VRTBloom útil para la creación de AARV	<input type="radio"/>				
Interactuar con VRTBloom requiere mucho esfuerzo mental	<input type="radio"/>				
Encuentra VRTBloom fácil de usar	<input type="radio"/>				
Le resultó fácil hacer que VRTBloom hiciera lo que quería hacer	<input type="radio"/>				

3. Autoeficacia computacional (AUC)

Podría construir una AARV usando VRTBloom...

Selecciona todos los que correspondan.

- Aún si no hubiera nadie para decirle qué hacer mientras trabaja
- Si tuviera la ayuda de un agente dentro de VRTBloom para recibir asistencia
- Si alguien le mostrara cómo hacerlo

Otro: _____

4. Percepción de Control Externo (PCE) *

Marca solo un óvalo por fila.

	Totalmente	En alto grado	Neutral	En bajo grado	Nada
Tiene control sobre el uso de VRTBloom (Es fácil para ud. el uso de VRTBloom)	<input type="radio"/>				
Tiene los recursos necesarios para usar VRTBloom	<input type="radio"/>				
Dados los recursos, las oportunidades y el conocimiento que se necesitan para usar VRTBloom, sería fácil para usted usarlo.	<input type="radio"/>				
VRTBloom es compatible con otros sistemas que utilizo	<input type="radio"/>				

5. Experiencia computacional (EP)

Las siguientes características representan ¿Cómo se identifica usted mismo cuando usa VRTBloom?(Opción múltiple)

Selecciona todos los que correspondan.

- Espontáneo
- Creativo
- Lúdico
- Poco original

Otro: _____

6. Ansiedad Computacional (AC) *

Marca solo un óvalo por fila.

	Si	No
Los dispositivos de RV no le asustan	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Trabajar con un dispositivo de RV lo pone nervioso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Los dispositivos de RV lo hacen sentir incómodo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Los dispositivos de RV lo hacen sentir inquieto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7. Disfrute Percibido (DP) *

Marca solo un óvalo por fila.

	Mucho	Tal vez	Poco
Disfrutó creando AARV en VRTBloom	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
El uso de VRTBloom para la creación de AARV fue placentero	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Se divirtió usando VRTBloom	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

8. Relevancia en el Trabajo (RT) *

En este contexto, "importante" es algo que que es necesario usar para que la calidad del producto o eficiencia de desarrollo sea óptima... "relevante" es algo que puede no usarse, pero de usarse mejora la calidad del producto o eficiencia de desarrollo.

Marca solo un óvalo por fila.

	Si	No
Si quisiera crear AARV, VRTBloom sería importante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Si quisiera crear AARV, VRTBloom sería relevante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

9. Calidad de Resultados (CR) *

Marca solo un óvalo por fila.

	Si	Medianamente	No
La calidad del resultado que obtuvo de VRTBloom es alta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Es adecuada la calidad del resultado de VRTBloom	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Calificaría los resultados de VRTBloom como excelentes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. Demostrabilidad del Resultado (DR) *

Marca solo un óvalo por fila.

	Si	Medianamente	No
Sería fácil contarle a los demás sobre los resultados de VRTBloom	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cree que podría comunicar a los demás las consecuencias del uso de VRTBloom	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Los resultados de usar VRTBloom para crear AARV son los esperados para usted	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tengo dificultad para explicar por qué el uso de VRTBloom para crear AARV puede ser beneficioso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

11. Intención de Comportamiento (IC) *

Marca solo un óvalo por fila.

	Si	No
Suponiendo que tuviera acceso a VRTBloom, tendría la intención de usarlo posteriormente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dado que tuvo acceso a VRTBloom, cree que lo usaría nuevamente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Planea usar VRTBloom en los proximos 6 meses	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google.

Google Formularios