EFECTO DE UNA ESTRATEGIA BASADA EN REALIDAD AUMENTADA Y EN APOYOS MOTIVACIONALES, EN LA PERCEPCIÓN ESPACIAL, EN EL LOGRO DE APRENDIZAJE DE PROYECCIONES ORTOGONALES Y EN LA MOTIVACIÓN HACIA EL APRENDIZAJE EN ESTUDIANTES DE GRADO UNDÉCIMO.

Edward Geovanny García Guerrero

Maestría en Tecnologías de la Información Aplicadas a la Educación

Universidad Pedagógica Nacional

Mg. DIEGO RIVERA

Bogotá, D.C.

2024

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 8
2. PLANTEAMIENDO DEL PROBLEMA 9
2.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN 15
2.2 OBJETIVOS 15
3. ESTADO DEL ARTE 15
4. MARCO TEÓRICO 19
4.1 EXPRESION GRÁFICA 19
4.1.1 GEOMETRÍA DESCRIPTIVA 20
4.1.2 PROYECCIONES 20
4.1.2.1 PROYECCIÓN ORTOGONAL (PO) 21
4.1.2.2 PROYECCIÓN ISOMÉTRICA 22
4.1.2.3 VISTAS ORTOGONALES (VO) 23
4.2 REALIDAD AUMENTADA (RA) 25
4.2.1 RA EN EL APRENDIZAJE DE PROYECCIONES 26
4.3 DECODIFICANDO LA TRIDIMENSIONALIDAD 28
4.3.1 APROXIMACIÓN A LOS PROCESOS COGNITIVOS DE LA PERCEPCIÓN ESPACIAL 30
4.4 MOTIVACIÓN 31
4.4.1 SUBCATEGORIAS DE LA MOTIVACIÓN 33
4.4.2 ANDAMIAJES Y APOYOS MOTIVACIONALES 33
5. DESCRIPCIÓN DEL DESARROLLO TECNOLÓGICO 34
5.1 APLICACIÓN MÓVIL BASADA EN LOS PRINCIPIOS DE LA RA 34
5.2 REGISTRO EN LA APLICACIÓN 35
5.3 INTERFAZ DE ACTIVIDADES 36
5.4 INSTRUCCIONES PARA MANIPULAR LA RA 38
5.5 DISEÑO DE LAS INSIGNIAS 41
5.6 ACTIVIDAD RA 1: VER UN SEGMENTO DE RECTA COMO UN PUNTO 42
5.7 ACTIVIDAD RA 2: VER UN PLANO COMO UNA LÍNEA 44
5.8 ACTIVIDAD RA 3: IDENTIFICAR EN UN SÓLIDO SUS 3 VISTAS PRINCIPALES (PASAR DE 3D A 2D) 47
5.9 ACTIVIDAD RA 4: DIEZ EJERCICIOS DE PRÁCTICA (PASAR DE 3D A 2D) 50
5.10 ACTIVIDAD RA 5: EXÁMEN INTERACTIVO 53
6. DIMENSIONES Y FACTORES DE LA MOTIVACIÓN 63
6.1 VALORACIÓN DE LA TAREA 63
6.2 METAS DE ORIENTACIÓN INTRINSECA 64

6.3 ANSIEDAD EN LOS EXÁMENES 64
6.4 ELABORACIÓN 64
6.5 ORGANIZACIÓN 64
6.6 AUTOREGULACIÓN DE LA METACOGNICIÓN 64
6.7 PENSAMIENTO CRÍTICO 65
6.8 TIEMPO Y HÁBITOS DE ESTUDIO
6.9 AUTOREGULACIÓN DEL ESFUERZO 65
7. DESCRIPCIÓN DEL APOYO MOTIVACIONAL 66
7.1 ESTRATEGIAS PARA ESTABLECER EL VALOR DE LA TAREA (EVT) 67
7.2 ESTRATEGIAS PARA PROMOVER OBJETIVOS DE DOMINIO (POD) 68
7.3 ESTRATEGIAS PARA PROMOVER LA PERTENENCIA (PP) 69
7.4 ESTRATEGIAS PARA PROMOVER LA REGULACIÓN DE LAS EMOCIONES (PRE) 70
7.5 ESTRATEGIAS PARA PROMOVER LA EXPECTATIVA DE ÉXITO (PEE) 72
7.6 ESTRATEGIAS PARA PROMOVER LA AUTONOMÍA (PA) 74
8. METODOLOGÍA 75
8.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN 75
8.2 POBLACIÓN Y MUESTREO 75
8.3 VARIABLES 75
8.4 HIPÓTESIS 76
8.5 TEST APLICADOS 76
8.5.1 TEST PERCEPCIÓN ESPACIAL – LOGRO DE APRENDIZAJE 76
8.5.2 TEST MSLQ SF 78
9. RESULTADOS 79
9.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO 79
9.1.1 TRATAMIENTO DE LOS DATOS Y LAS VARIABLES 79
9.1.2 ANÁLISIS DE DATOS PERDIDOS Y DATOS ATÍPICOS 80
9.2 ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DE LA MUESTRA 80
9.2.1 ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS CUESTIONARIOS MSLQ_pre Y MSLQ_post 81
9.2.2 ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS PERCEPCIÓN ESPACIAL_pre y PERCEPCIÓN ESPACIAL_post 82
9.2.3 ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS PARA LOGRO DE APRENDIZAJE VISTAS Y PROYECCIONES 82
9.2.4 ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS POR DIMENSIONES DE LA MOTIVACIÓN HACIA EL APRENDIZAJE 83

9.3 PRUEBAS PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS SUPUESTOS DEL ANÁLISIS MULTIVARIADO 83
9.3.1 PRUEBAS DE NORMALIDAD 83
9.3.2 HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS 84
9.3.3 PRUEBAS DE LOS SUPUESTOS DE LAS COVARIABLES 85
9.3.3.1 CORRELACIÓN DE LAS VARIABLES 85
9.3.3.2 ANÁLISIS HOMOGENEIDAD DE LOS PLANOS DE REGRESIÓN PARA LAS COVARIABLES 86
9.4 ANÁLISIS MULTIVARIANTE GENERAL 87
10. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES 96
10.1 EVALUACIÓN DE COVARIABLES 97
10.2 APOYO MOTIVACIONAL Y PERCEPCIÓN ESPACIAL 98
10.3 APOYO MOTIVACIONAL Y MOTIVACIÓN HACIA EL APRENDIZAJE 98
10.4 APOYO MOTIVACIONAL Y DIMENSIONES DE LA MOTIVACIÓN HACIA EL APRENDIZAJE 98
10.5 APLICACIÓN MÓVIL BASADA EN MECÁNICAS DE INTERACCIÓN EN AR 99
11. LIMITACIONES Y ALCANCES 100
11.1 LIMITACIONES 100
11.2 ALCANCES 102
12. REFERENCIAS 104
ANEXOS 110
ANEXO 1. Propuesta de modelamiento del Proceso Cognitivo para la resolución de una pregunta con 4 opciones de respuesta ABCD sobre Proyecciones Ortogonales de un sólido dado en Vista Isométrica 110
ANEXO 2. Orientaciones para el diseño de andamiajes motivacionales 111
ANEXO 3. Pretest Percepción Espacial 112
ANEXO 4. Test MSLQ SF 121
ANEXO 5. Formulario para hacer seguimiento a los objetivos personales y a los objetivos de aprendizaje 122

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. *Decodificación de la tridimensionalidad.* 29

Tabla 2. *Dimensiones y factores de la motivación hacia el aprendizaje. MSLQ Forma Corta.* 63

Tabla 3. *Información descriptiva de la edad de los estudiantes participantes.* 81

Tabla 4. *Frecuencias del género de los estudiantes participantes.* 81

Tabla 5. *Distribución de los estudiantes para los grupos experimentales.* 81

Tabla 6. *Información descriptiva del cuestionario de motivación MSLQ.* 82

Tabla 8. *Información descriptiva de puntajes obtenidos por los estudiantes en Proyecciones Ortogonales.* 82

Tabla 9. *Información descriptiva de las dimensiones de la motivación hacia el aprendizaje.* 83

Tabla 10. *Pruebas de normalidad para las variables dependientes.* 84

Tabla 11. *Prueba de homogeneidad de varianzas de Levene.* 85

Tabla 12. *Correlación de Pearson para las variables y covariables.* 85

Tabla 13. *Prueba de Box de igualdad de matrices de covarianzas*. 86

Tabla 14. *Análisis de homogeneidad de los planos de regresión para las covariables.* 87

Tabla 15. *Análisis multivariante general.* 88

Tabla 16. *Prueba inter-sujetos.* 89

Tabla 17. *Estimaciones para la variable Percepción espacial.* 89

Tabla 18. *Estimaciones para la variable Motivación MSLQ post.* 90

Tabla 19. *Prueba intersujetos para la motivación hacia el aprendizaje y sus 9 dimensiones.* 91

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Aplicación de la proyección. (Plumed y Gómez (2016. p.219) 20
Figura 2. Sistema de proyección Ortogonal (Narváez y Monzón 2006, p.121) 21
Figura 3. Procedimiento de representación ortogonal. (Yurksas. B, 1995) 22
Figura 4a y 4b. *Proyección Ortogonal (PO) y posición del observador* (SENA p. 11) 22
Figura 5. *Ejes isométricos* **(Narváez y Monzón 2006, p.122)** 23
Figura 6. *Ángulos y coeficientes equivalentes y relacionados.* 23
Figura 7a. *Sistema multivista (Plumed y Gómez 2016, p. 271)* 24
Figura 7b. *Procedimiento para abatir los planos.* **(Plumed y Gómez 2016, p. 274)** 24
Figura 7c. *Resultado de la proyección multivista.* **(Plumed y Gómez 2016, p. 274)** 25
Figura 8. *RA, RV Y RM* **(Calvo, 2021)** 26
Figura 9. *Objeto girado en incrementos de 90°* **(Bertoline, Wibe, Miller, y Mohler 1999, p.139)** 27
Figura 10. *Ejes X, Y y Z.* 35
Figura 11a, 11b y 11c. *Interfaces de bienvenida y datos del estudiante.* 36
Figura 12. *Ejemplo de estudiante que obtuvo las primeras dos insignias, pero lleva el 67% de la tercera actividad y aún no obtiene la insignia correspondiente.* 36
Figura 13. *Ejemplo de estudiante que obtuvo las primeras dos insignias, pero lleva el 67% de la tercera actividad y aún no obtiene la insignia correspondiente.* 37
Figura 14. *Interfaz del estudiante que ya obtuvo todas las insignias.* 37
Figura 15. *Modificar tamaño pellizcando pantalla o separando dos dedos.* 38
Figura 16. *Modificando tamaño juntando o separando dos dedos.* 39
Figura 17. *Modificar tamaño moviendo horizontalmente un dedo.* 39
Figura 18. *Modificar altura moviendo verticalmente un dedo.* 40
Figura 19. *Botones adicionales para reestablecer el plano y sólido.* 40
Figura 20. *Insignias como apoyo motivacional.* 41
Figura 21a, 21b y 21c. *Proceso de obtención de las insignias como apoyo motivacional.* 41
Figura 22. *Segmento AB afincado en el espacio, con 2 opciones: iniciar reto o reiniciar escaneo.* 42
Figura 23. *Reto 1 AR iniciado.* 42
Figura 24. *Reto AR 1 superado en el eje horizontal X.* 43
Figura 25a y 25b. *Reto AR 1 superado en el eje horizontal Z.* 44
Figura 26a y 26b. *Primera insignia obtenida luego de completar el reto AR en el eje vertical Y.* 44
Figura 27a y 27b. *Plano ABCD original y plano redimensionado y afincado en el espacio* 45
Figura 28. *Reto AR 2 superado en el eje horizontal X.* 46
Figura 29a y 29b. *Reto AR 2 superado en el eje horizontal Z.* 46
Figura 30a y 30b. *Insignia obtenida por completar el reto AR 2 por tercera vez, esta vez en el eje vertical Y.* 47
Figura 31a y 31b. *Sólido original y sólido redimensionado y afincado en el espacio.* 48
Figura 32a. *Sólido con las zonas laterales coloreadas en amarillo.* 48
Figura 32b. *Sólido con las zonas laterales en amarillo y sus proyecciones ortogonales luego de superar el reto.* 49
Figura 33a y 33b. *Segunda parte del reto RA 3.* 49
Figura 33c y 33d. *Reto RA 3 con proyección ortogonal a modo de retroalimentación.* 49

Figura 34a y 34b. *Insignia obtenida por completar el reto AR 3 por tercera vez, esta vez en el eje vertical Y.* 50
Figura 35. *Solido listo para ser intervenido y modificado al tacto.* 50
Figura 36. *Ejemplo de sólido siendo modificado manualmente al tocar sus unidades cubicas.* 51
Figura 37a y 37b. *Primeras 2 figuras solucionadas con el respectivo mensaje motivacional.* 51
Figura 38. *Sólido que no ha sido correctamente resuelto y aviso con apoyo motivacional.* 52
Figura 39a. *Figura 8 de 10 con énfasis en las líneas punteadas de las proyecciones ortogonales.* 52
Figura 39b. *Figura 8 de 10 vista, y solucionada desde la cara posterior.* 53
Figura 40. *Reto AR 4 superado e insignia obtenida con mensaje motivacional.* 53
Figura 41. *Solido afincado en el espacio, con la flecha apuntando en dirección de la vista que se solicita identificar.* 54
Figura 42a y 42b. *Solidos con sus opciones de respuesta.* 54
Figura 43a y 43b. *Detalle de transparencias y diseño del solido* 55
Figura 44. *Apoyos motivacionales mediante comentarios informativos y felicitaciones por los éxitos.* 56
Figura 45a, 45b y 45c. *Feedback prendido.* 56
Figura 46a y 46b. *Apoyos motivacionales mediante comentarios informativos.* 57
Figura 47. *Retroalimentación apagada***.** 58
Figura 48a y 48b. *Respuestas equivocadas y feedback como apoyo motivacional y cognitivo.* 58
Figura 49a. *Pregunta 4 del AR 5.* 59
Figura 49b y 49c. *Sólido con y sin retroalimentación.* 59
Figura 50a. *Pregunta 3 del AR 5.* 60
Figura 50b y 50c. *Pregunta 3 del AR 5 vista desde la cara frontal y posterior.* 60
Figura 51. *Ejemplos de resultados de la actividad AR 5.* 61
Figura 52. *Capturas del video explicativo en modo experto subido a YouTube.* 61
Figura 53. *Ejemplo de resultado con 3 aciertos en la última actividad AR.* 62
Figura 54. *Ejemplo de resultado con 5 aciertos en la última actividad AR* 62
Figura 55a. *Ejemplos del Kahoot solucionado en clase.* 69
Figura 55b. *Podio de estudiantes del grupo experimental.* 70
Figura 56a. *Pregunta respondida incorrectamente en el pretest del grupo experimental con apoyo motivacional.* 71
Figura 56b. *Retroalimentación instantánea a través de videoturiales en grupo experimental con apoyo motivacional.* 72
Figura 57. *Retroalimentación de pregunta respondida correctamente en el pretest del grupo experimental con apoyo motivacional.* 72
Figura 58. *Acceso al AVA bloqueado.* 102

1. INTRODUCCIÓN

El área de Tecnología e informática, dentro de diferentes ciclos de formación, implica una serie de retos pedagógicos que tienen que ser abordados de manera especial y particular, “la educación en tecnología es, sin duda, uno de los recursos más importantes para promover la cultura del presente y del futuro, para construir y transformar conocimiento y para insertar a nuestro país en una sociedad globalizada.” Ministerio de Educación Nacional (2008). Así mismo “el saber y el conocimiento tecnológico nos permiten ejercer la práctica tecnológica, como actividad humana, como forma de conocimiento o como modo de ser y estar en el mundo.” (MEN, 2022). El docente, como ser tecnológico en el mundo, es un sujeto particularmente actualizado, un buen docente de tecnología tiene que ser en esencia un evangelizador digital, es quien trae la innovación al aula, sobre todo con algunas temáticas específicas que exigen de mayor imaginación para ser orientadas y aprehendidas: Todo lo que implica la comprensión del mundo que habitamos, en su aspecto formal y multidimensional, suele ser abordado con técnicas muy antiguas heredadas del dibujo técnico, con el dilema cíclico y eterno de dar respuesta a: ¿Como enseñar a comprender las tres dimensiones sin poder hacer uso de más de dos dimensiones?, la enseñanza tradicional del asunto suele ser ejecutada mediante tableros, pantallas, papel y lápiz, todo siempre fundamentado en sustratos bidimensionales, que no ofrecen una verdadera interacción con el sujeto de estudio, que en este caso es el sólido tridimensional, o el plano que se curva en el espacio, ¡Incluso el punto como concepto y unidad básica de la morfogénesis!, el cual visto en el papel tiene coordenadas en los ejes X y Y, pero en la vida real espacial también tiene coordenadas en el eje Z, aquí el uso de tecnologías como la RA nos permitiría afincar un punto, una línea, un plano y un sólido, y mediante mecánicas de interacción comprender su verdadero lugar en el espacio, y su apariencia en cada uno de los 3 planos perceptibles por la anatomía, maravillosa pero limitada, del ojo humano (Esta investigación se limita a la primera, segunda y tercera dimensión). Así entonces “la búsqueda de respuestas en el mundo natural induce al desarrollo de productos tecnológicos” (MEN, 2008), de modo que uno de los objetivos de esta investigación el desarrollo producto tecnológico desarrollado para, de la mano de apoyos motivacionales también diseñados para la presente investigación, favorecer el aprendizaje y la motivación hacia el aprendizaje.

Las vistas ortogonales de un objeto, sus proyecciones y la percepción espacial en general suelen ser un tema de estudio que genera conflicto cognitivo en el estudiante, bien sea por la naturaleza del tema, o por la forma y método cómo se le presenta al estudiante primerizo. Esto, entre otros factores puede generar desinterés, desmotivación y falta de atención; la etapa misma de la adolescencia, y los retos propios de la edad le implican mucho conflicto en los estudiantes de educación media, principalmente de ciclo 5, momento vital en el que se ven enfrentados a la obligación de tomar decisiones que trazarán su futuro próximo. Pensando en esto “los docentes deben promover ambientes de aprendizaje donde las actividades de exploración, reto y descubrimiento para el alumno sean más importantes que la enseñanza en sí” (Morales, 2009) favoreciendo la motivación intrínseca y el aprendizaje experiencial. El docente usa lo que tiene a la mano, y está bien, pero en la educación tecnológica el docente tiene el deber de traer al aula experiencias cada vez más inmersivas y comprometedoras “con el fin de alentar la aplicación de buenas prácticas que impliquen el uso de TIC, en favor de un mayor bienestar personal que a su vez favorecería que el profesorado generara nuevas innovaciones educativas.” (Said, Valencia, & Brandle, 2017). El docente del siglo XXl debe prestar atención a su obligación de crear ambientes propicios, y esto incluye Ambientes Virtuales de Aprendizaje (AVA), bien sea para computadora, o

para dispositivos móviles, según Shipei (2022) “las plataformas de aprendizaje juegan un papel más importante en el aprendizaje, ayudan a los estudiantes en su motivación hacia el aprendizaje y su autoeficacia, y reducir la procrastinación académica.”

Ahora bien, en ese sentido, menciona Restrepo (2023) que los ambientes de aprendizaje inmersivos a través de RA, el aprendizaje móvil, entre otras temáticas día a día cobran más fuerza por su aporte en el contexto educativo colombiano. Una de las conclusiones más significativas de la revisión de antecedentes de esta investigación, (aparte de que el uso de RA en esta temática especifica puede mejorar el aprendizaje) tiene que ver con el hecho de que la “motivación” ha sido un tema mencionado en muchas investigaciones e informes académicos, incluso muchos refieren y reportan un “aumento en la motivación”, pero al revisar con más profundidad: Pocas veces ha sido medido con rigor, no ha sido abordado como una variable dependiente e independiente que claramente puede tener efectos significativos en los procesos de aprendizaje de la tridimensionalidad y sus retos cognitivos, mucho menos se ha planteado un esquema de actividades que busquen favorecer la motivación, sobre todo si se trabaja desde cada una de sus dimensiones y factores. Esta investigación se propone, partiendo de esa premisa, establecer relaciones verificables entre la RA, la motivación, el aprendizaje de Proyecciones ortogonales, y la Percepción Espacial en estudiantes de ciclo 5 de un colegio público de Bogotá.

Una conclusión adicional de esta investigación tiene que ver con la necesidad de pensar en motivación del docente, entendiéndolo como ente dinamizador de la experiencia pedagógica, como propiciador del conocimiento y ser que ayuda a develar los códigos de la composición de *la forma que habita el espacio*. Tenemos así que “la motivación del estudiante depende en gran medida de la motivación del profesor”, y “aquellos docentes que ejercen buenas prácticas con TIC reconocen un elevado bienestar subjetivo (sentimiento de orgullo personal, de satisfacción profesional y un aumento de su autoestima). (Said, Valencia, & Brandle, 2017). Esta investigación aparte de medir el efecto de la estrategia diseñada e implementada busca ayudar a avanzar en el proceso de la decodificación de la tridimensionalidad, de la mano de la decodificación de los factores de la motivación hacia el aprendizaje, buscando aumentar el compromiso y propiciar el interés del estudiante, “las teorías actuales sobre el aprendizaje consideran esenciales la implicación activa del estudiante en la interacción con los contenidos a aprender. (Hernandez, 2006). Entonces aquí nuestra responsabilidad es la creación de material y contenido que esté a la altura del reto, y que busque priorizar la experiencia muy por encima de la medición del logro y las rubricas tradicionales.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El eje conceptual de esta investigación es el desarrollo de la inteligencia espacial y sus implicaciones en varios procesos vitales del estudiante, principalmente en la motivación y en el logro de aprendizaje de Proyecciones Ortogonales (PO) de tal manera que en esta investigación se busca proponer un modelo teórico/práctico replicable, mediante el cual los estudiantes del aula de tecnología del Colegio Florentino González (y de cientos de aulas mediadas por las TIC, de ser posible) puedan adquirir herramientas que les permitan desarrollar habilidades espaciales, verificables a través de pruebas estandarizadas como, por ejemplo, el Test de Habilidad Perceptual

(DAT PAT por sus siglas en inglés: DIFFERENTIAL ABILITY TEST, PERCEPTUAL ABILITY TEST), el test de Rotación Mental (MRT) o la Prueba de Medición de Capacidad Espacial Rotacional (PSVT:R) siendo estas tres las más importantes. Existe una necesidad creciente de fomentar el desarrollo de investigaciones en aulas de Tecnología e Informática (TyI), pues, aunque en el país "el promedio de investigaciones en el área de TyI pasó de seis (6) estudios anuales para 2008, a 25 en 2018" (Leguizamón & Restrepo, 2020); sigue siendo una cifra muy baja teniendo en cuenta que hay más de 13.700 colegios, y si cada colegio tuviera al menos un docente de TyI, el porcentaje de docentes que adelantan investigaciones en el área sería incluso inferior al 0.19%. En el aula del docente investigador "la tecnología se presenta como espacio social de actuación e interacción." (Restrepo, 2023), pues se busca que "niñas, niños y adolescentes que cursan estudios de educación básica y media puedan integrarse, afrontar y participar de los cambios sociales y beneficios de la tecnología y sus distintas manifestaciones actualmente y a futuro." (MEN, 2022).

Según Del Cerro y Morales (2021) la inteligencia espacial se puede definir como "la capacidad de percibir, generar, retener, recuperar y transformar figuras, imágenes u objetos de forma estructurada, incluso en ausencia de estímulos físicos". El término inteligencia espacial abarca varios dominios asociados con procesos tales como la generación, el almacenamiento, la recuperación y la transformación de diferentes tipos de representaciones. Los conceptos asociados a la inteligencia espacial reciben muchos nombres según el autor y el enfoque: Aptitud Espacial, Razonamiento Espacial, Percepción Espacial, Relación Espacial, Visualización Espacial, Orientación Espacial, entre otros. En este sentido, en el presente documento se usará el término Percepción Espacial (PE de aquí en adelante) como nominación principal para hacer referencia al nodo conceptual donde convergen la mayoría de los términos mencionados.

En el marco de esta delimitación conceptual, Artiles y Jiménez (2019) afirman que a partir de los 14 años un estudiante ya debería tener desarrollada la capacidad para entender las relaciones espaciales en distintos ámbitos, razón por la cual esta investigación abordará sujetos correspondientes a dicho grupo etario; de acuerdo los mismos autores la Aptitud Espacial es un tipo de inteligencia que compromete un macroproceso cognitivo, el cual da cuenta de las capacidades "para proyectar figuras geométricas que se deben girar mentalmente con el fin de ver sus posibles relaciones de forma, tamaño y distancia en una superficie" en suma, involucra "relaciones espaciales, rastreo y seguimiento espacial, formación de imágenes y visualización" El concepto de inteligencia es definido por los mismos autores "como un concepto dinámico, cambiante y desarrollable a lo largo de la vida" y "en su desarrollo intervienen las potencialidades que heredamos, el ambiente en que nos desarrollamos y aspectos cualitativos personales como la motivación, la perseverancia y el esfuerzo".

Álvaro-Tordesillas et al., (2020) citado por Quintilla y Fernández (2021) mencionan que a los estudiantes la comprensión de las PO:

> *"les resulta ardua, difícil de seguir y compleja, porque requiere de gran abstracción y de visión espacial. Poseen el sentimiento de que no es útil para su futuro académico, ni en la práctica de la profesión, por lo que se sienten desmotivados y no se implican en su aprendizaje".*

A nivel distrital y nacional, en los colegios públicos del país, no pasa de ser una "recomendación" que los estudiantes reciban la apropiada formación conducente a mejorar la PE, aunque el MEN (2022) recomienta impartir formación específica y de calidad en habilidades para el desarrollo de la PE como parte del pensum, y debido a que no es fácilmente evaluable en el Examen saber 11, entonces no se asume con suficiente rigor como un estándar de aprendizaje básico de los colegios oficiales; de modo que solo los estudiantes que han estudiado en colegios técnicos, o con énfasis específicos en dibujo técnico, geometría y otros temas, tienen conocimiento, conciencia y competencias para responder preguntas que requieran habilidades de PE, donde el componente que normalmente presenta mayor dificultad de aprendizaje y enseñanza es Proyecciones Ortogonales PO, en parte por su complejidad y en parte también por la falta de docentes enfocados en los temas específicos y en la preparación hacia pruebas estandarizadas. Por lo anterior este es el componente en el que se ha enfocado la presente investigación y mis esfuerzos pedagógicos desde el principio de mi carrera docente.

En concordancia con lo anterior, el MEN (2008) hace más de una década dentro de sus orientaciones pedagógicas para la educación en tecnología en Ciclo 4, dentro del componente "Apropiación y uso de la tecnología", plantea como competencia básica a desarrollar en el estudiante lo siguiente: "Representa en gráficas bidimensionales, objetos de tres dimensiones a través de proyecciones y diseños a mano alzada o con la ayuda de herramientas informáticas.". Mas recientemente el MEN (2022) plantea, entre otras, las siguientes competencias: "Represento en gráficas bidimensionales, objetos de tres dimensiones a través de proyecciones y diseños a mano alzada o con la ayuda de herramientas informáticas.", así mismo "Realizo representaciones gráficas tridimensionales de mis ideas y diseños", también "Interpreto gráficos, bocetos y planos en diferentes actividades." Y finalmente exige como metas de aprendizaje en TyI "el dominio de las formas de representación gráfica".

Esta investigación se ha llevado a cabo con los estudiantes de grado undécimo del colegio oficial Florentino González, de la localidad 4 en Bogotá, quienes tienen un rango de edad entre 15 y 19 años, de estrato 2 y 3, y desde el rol docente es posible notar que estos estudiantes, en su mayoría, no tienen posibilidades económicas para seguir estudiando en una universidad luego de graduarse del colegio, salvo que sea U. pública, y en tal caso deberán estar suficientemente bien preparados para obtener un cupo mediante su puntaje en el "Examen Saber 11", o con puntaje alto en pruebas específicas de ingreso a la educación superior (Como el examen de admisión que tiene la Universidad Nacional). Una de las preocupaciones constantes que permean esta investigación, tiene que ver con que los estudiantes, al graduarse, no terminen engordando las cifras de menores que no estudian ni trabajan, que solo en la capital para el 2020 ascendía al 18.3% de los jóvenes. (El espectador, 2020). Sus oportunidades son limitadas y la situación se acentúa si además la persona vive en un territorio de baja estratificación, "la probabilidad de que un joven en Bogotá no estudie ni trabaje es de un 46,5% .., sin embargo, la cifra aumenta a un 57%, cuando solo tiene un nivel educativo de secundaria"; en este proceso que busca mejorar de alguna manera las probabilidades de ingreso a la educación superior pública y privada en los estudiantes del plantel, considerando que cuatro de cada cinco estudiantes en el país hacen parte del sistema educativo estatal: el 81% de estudiantes del país estudia en colegio público: de los más de nueve millones de matriculados, un total de 7'874.927 alumnos hacen parte de instituciones de carácter público. (DANE, 2021),

durante todo este proceso se cuenta con un "mayor apoyo de la tecnología, para intervenir y apoyar las situaciones educativas; en este caso se esperan aportes importantes de la RA" (Montenegro, 2017).

A nivel internacional existen las pruebas de Aptitudes Diferenciales, así como a nivel local existen varias pruebas estandarizadas; en Colombia las dos pruebas más importantes son: La Prueba Saber 11, y el examen de admisión a la Universidad Nacional. Y suelen ser el filtro de ingreso/exclusión a oportunidades de formación y a oportunidades profesionales. Todos los países tienen pruebas estandarizadas para determinar el grado de apropiación de conocimientos y habilidades, por ejemplo en las pruebas PISA (Programme for International Student Assessment), en el cual Colombia se encuentra en el lugar 64 del ranking, dentro del componente matemático, se evalúa el componente "espacio y forma" como uno de los grandes 4 componentes obligatorios de la matemática, con foco en el estudio de la tridimensionalidad y de la forma, y dicho estudio está relacionado con el concepto de "espacio cercano", lo cual requiere de la comprensión de las propiedades de los objetos y de sus posiciones relativas. También significa entender las relaciones entre las formas y las imágenes o representaciones visuales (Rico, 2006).

Globalmente existen otras pruebas estandarizadas como los Test de Aptitudes Diferenciales (DAT por sus siglas en inglés), que son pruebas centradas en la evaluación de aptitudes múltiples relacionadas con la inteligencia. En cuanto a la "evaluación de la inteligencia", podemos distinguir dos tipos de evaluación: la de la "inteligencia global" y la basada en la evaluación de las "aptitudes múltiples" (diferentes habilidades que conforman la inteligencia); una "aptitud" podría definirse como la capacidad de aprender algo**. "**El TAD mide la capacidad de los estudiantes para aprender o para actuar eficazmente en un cierto número de áreas, así como para evaluar el potencial de un candidato a un puesto para el desarrollo exitoso de su profesión" (Ruiz Mitjana, 2019).

Para evaluar específicamente la inteligencia espacial y las habilidades perceptuales, existe el DAT PAT (DAT PERCEPTUAL ABILITY TEST) con 90 preguntas, que se compone de seis subescalas: 1) Aperturas, 2) Reconocimiento de vista, 3) Discriminación de ángulos, 4) Plegado de papel, 5) Conteo de cubos y 6) Desarrollo de formas 3D. Los materiales didácticos producidos en la presente investigación están enfocados en el fortalecimiento de las habilidades necesarias para responder las preguntas de este tipo de tests. En el contexto nacional, el test DAT PAT tiene una versión local casi idéntica que se encuentra en el examen de admisión de la Universidad Nacional (UN), a la cual menos del 10% de los aspirantes obtienen un cupo (Para el segundo semestre del 2023, se presentaron 51.375 aspirantes, de los cuales apenas 5.000 fueron admitidos). Las 2 orillas (2023). En dicho examen está el componente llamado "Análisis de Imagen" (equivalente al DAT PAT), el cual hace décadas tradicionalmente va al final de la prueba general de admisión (ubicación que le añade una capa adicional de dificultad, los estudiantes podrían no alcanzar a resolverlo, o no contar con el tiempo necesario).

Los materiales interactivos diseñados en el transcurso de esta investigación podrán tener aplicación práctica en procesos de aprendizaje espacial y en bastantes escenarios: Preuniversitarios, preparación para pruebas laborales internacionales DAT PAT, asignaturas específicas de expresión gráfica en carreras como arquitectura, licenciatura en diseño, diseño industrial, diseño de espacios, diseño visual, diseño gráfico, ingenierías y afines. Esta investigación se centra en indagar acerca del

impacto del modelo propuesto, no solo en el logro de aprendizaje sino también en la motivación hacia el aprendizaje, especialmente hacia aquellos que les generan el reto cognitivo de la comprensión tridimensional.

Encarando la baja motivación que suelen manifestar los sujetos en este campo de conocimiento, se propone aquí un modelo basado en apoyos motivacionales y RA. Propendemos por el desarrollo, y refuerzo del aprendizaje que se diseñó basándose en acciones concretas para estimular cada una de las dimensiones de la motivación. Existen dificultades, atribuibles a múltiples factores, para que los estudiantes no comprendan fácilmente las PO y se desmotiven en el proceso, dificultades que tienen mucho que ver con la hegemonía pedagógica que tiene el uso del tablero, así como la escuadra y el cuaderno como recurso principal de los docentes del área, quienes no tienen acceso, o simplemente no conocen, otros recursos didácticos que les permitan trascender más allá de los sustratos pedagógicos bidimensionales. De hecho, tal como lo mencionan Chen, Chi , Hung y Kang (2011) "el método tradicional para enseñar habilidades visuales y espaciales a los estudiantes se basa en analizar e interpretar imágenes bidimensionales, vistas ortogonales y gráficos en una pizarra o en papel". Este método pedagógico bidimensional tradicional tiene limitaciones evidentes "ya que dificulta la conceptualización y asimilación de contenidos de naturaleza tridimensional, debido a la falta de interacción entre los estudiantes y las representaciones". Hargreaves (2013) citado por Said, Valencia y Brandle (2017) nos habla de cómo "la integración de las TIC en la educación debería permitir, entre otros aspectos, la transformación del modelo clásico de enseñanza-aprendizaje". Así mismo Quintilla y Fernández (2021) sostienen que:

> *"Por lo general, se continúan utilizando como recurso principal los manuales tradicionales con representaciones bidimensionales que reproducen objetos tridimensionales, y como medio de exposición a los alumnos, el dibujo a mano alzada sobre una pizarra, situación que se debe en gran medida, a la dificultad de la materia. La falta de correspondencia entre tales representaciones y el modo en que la estructura espacial se muestra en el campo visual dificulta el entendimiento de la lectura tridimensional y la eficacia del aprendizaje, ya que las construcciones geométricas, por su estaticidad dificultan la percepción de las relaciones geométricas".*

Varios investigadores han explorado el uso de la RA y sus efectos en el aumento de la PE, Del Cerro y Morales (2021) luego de haber analizado 17 investigaciones que implican RA en el aprendizaje de habilidades para mejorar la inteligencia espacial han identificado que "la RA nos permite recrear virtualmente cualquier objeto físico y, a través de una interfaz tangible, podemos manipularlo para obtener información de él con el objetivo de promover el aprendizaje proactivo". Así mismo Hernandez (2006) afirma que "adoptando los instrumentos adecuados para el aprendizaje, también es posible cambiar el modo en que ocurre el aprendizaje mismo, porque tales instrumentos están en condiciones de incorporar el modo natural en que las personas piensan e imaginan." Y para interactuar con los contenidos tridimensionales de forma vivencial e interactiva, en vez trabajar limitándonos a las dos dimensiones de una pantalla, un tablero o un el papel, es la RA la tecnología idónea escogida en esta investigación para favorecer la motivación, la PE y el aprendizaje de las PO.

Entre los beneficios pedagógicos que reportan Del Cerro y Morales (2021), tenemos que 6 de las investigaciones concluyeron que hay un aumento en la motivación y el interés por aprender. Luego Galindo (2010) se refiere a la motivación como "uno de los dispositivos básicos (junto con la

sensopercepción, la atención y la memoria) que se despliegan para fundamentar el proceso de aprendizaje, siendo este un proceso complejo que conduce a un cambio relativamente permanente del comportamiento producto de la experiencia".

Uno de los principales hallazgos durante la revisión de antecedentes es la falta de rigor metodológico generalizado de los investigadores cuando se miden y reportan los cambios significativos en la motivación en las investigaciones que involucran a la RA en el aprendizaje de PO, no dan cifras concretas, ni especifican instrumentos de medición de esta variable: aun así reportan "aumento en la motivación". En virtud de lo anterior la presente investigación procura no centrarse únicamente en el logro de aprendizaje de PO, y toma a la motivación y cada una de sus dimensiones como variables a correlacionar. Por ejemplo Mendivelso (2016) en su investigación sobre el impacto de la RA en el proceso de aprendizaje de axonometría reporta haber "observado" por parte de los participantes "una mayor motivación y receptividad a la novedad de la herramienta didáctica", pero su enfoque fue el desarrollo de la app y la cartilla, aquí no entrega datos específicos diferentes al logro de aprendizaje como variable, así mismo reconoce que "queda pendiente investigar sobre la necesidad de comprender cómo la RA puede influir en la motivación y curiosidad de los estudiantes para acceder a nuevos conocimientos, y así hacer más eficaz el proceso de aprendizaje en la Geometría Descriptiva". De forma concreta varias investigaciones como las de Del Cerro y Morales (2021), Martín, Saorín, Contero, Alcañiz, y Pérez-López (2010), Liao, Yu y Wu (2015), Lin, Chen, y Chang (2015) y la de Gómez, Martin, Valencia, y Mora (2020) coinciden en concluir que luego de analizar sus resultados, la RA puede mejorar la motivación, el interés y la actitud positiva de los estudiantes hacia el aprendizaje. En prácticamente todos los casos revisados la variable RA tiene una relación directa en la mejora del rendimiento académico de los estudiantes y en el aprendizaje de conceptos tanto básicos como abstractos.

Aunque el uso de RA no puede considerarse una solución mágica, mucho menos la panacea (en gran parte porque cada contexto, de cada aula, y de cada estudiante es diferente), desde sus múltiples modos de uso, es notorio el beneficio que conlleva el la utilización de RA en el aprendizaje. En este aspecto Diegmann et al, (2015) reportan un aumento en la motivación del estudiante, entendiendo por "motivación" que los "usuarios están más ansiosos, interesados y comprometidos con las nuevas tecnologías, así como con la enseñanza y el aprendizaje contenido en comparación con métodos no AR".

El Ministerio de Educación Nacional (2008) ha sido enfático en que "entender la educación en tecnología como un campo de naturaleza interdisciplinaria implica considerar su condición transversal y su presencia en todas las áreas obligatorias y fundamentales de la educación Básica y Media", así mismo enfatiza en el uso de las TIC como estrategia que "permite configurar el rol del maestro como eje fundamental en el diseño, desarrollo e implementación de escenarios que movilizan al estudiante hacia la apropiación de competencias teóricas y prácticas esenciales, como la percepción espacial". En ese sentido la presente propuesta de investigación plantea la integración de las TIC en los entornos de aprendizaje mediante la RA para la mejora del logro de aprendizaje en PE y PO por parte de los estudiantes con y sin apoyos motivacionales.

2.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es el efecto de una estrategia didáctica basada en realidad aumentada, con y sin apoyo motivacional, en la motivación hacia el aprendizaje, la inteligencia espacial y el logro de aprendizaje de proyecciones ortogonales en estudiantes de grado undécimo?

1.2 OBJETIVOS

Objetivo General

Determinar el efecto de una estrategia basada en realidad aumentada, con y sin apoyo motivacional, en la motivación hacia el aprendizaje, en la inteligencia espacial y en el logro de aprendizaje de proyecciones ortogonales en dos grupos estudiantes de grado undécimo.

Objetivos específicos

- Desarrollar 2 ambientes de aprendizaje de la estrategia didáctica basada en RA, una de las cuales tendrá un componente motivacional y será aplicada al grupo experimental, la otra versión sin componente motivacional especifico será aplicada al grupo control.
- Evaluar el efecto de la aplicación de una estrategia didáctica, basada en RA y apoyo motivacional, en la motivación hacia el aprendizaje, en la Inteligencia Espacial y en el logro de aprendizaje de Proyecciones Ortogonales en los 2 grupos de estudiantes de grado undécimo de educación media.
- Analizar la existencia de diferencias significativas entre los grupos control y experimental para determinar el efecto en las variables dependientes: Motivación, Logro de Aprendizaje de Proyecciones Ortogonales PO y Percepción Espacial PE.
- Analizar los efectos de la aplicación de la estrategia didáctica basada en RA con y sin la presencia de apoyo motivacional en la motivación hacia el aprendizaje, y cada una de sus dimensiones.

3. ESTADO DEL ARTE

Pons Abenza (2020), en su proceso de desarrollo de materiales impresos en 2D y aumentables en 3D para la mejora de la inteligencia espacial en educación media, se planteó como preguntas de investigación ¿cómo medir y como mejorar las capacidades visuales-espaciales de un individuo? Concluyó que "además de la motivación añadida por el uso de las TIC, la puesta en práctica de conocimientos teóricos va a estimular directamente su capacidad espacial, su creatividad y su capacidad para la resolución de problemas."

Por su parte en el estudio de Wright (2008) llevado a cabo en la Universidad de Oxford, se discute sobre cómo entrenar las habilidades relacionadas con la inteligencia visual espacial y cómo, tras su entrenamiento, los sujetos del estudio mostraron un alto grado de mejora en estas habilidades. Se plantea como objetivo de investigación el descubrir ¿cómo aumentar el nivel de funcionamiento espacial? partiendo del hecho de que las habilidades espaciales juegan un papel clave en muchos

tipos de razonamiento y la comunicación y son importantes en dominios tales como matemáticas, ciencias naturales e ingeniería. Él, al igual que Pons Abenza (2020), Del Cerro Velázquez y Morales Méndez (2021) y Yi-Ting, Chih-Hung, y Cheng-Chih (2015) han logrado establecer importantes relaciones entre el desarrollo de las habilidades espaciales y las mejoras en el aprendizaje de otras disciplinas, y de otras asignaturas científicas y tecnológicas como física y química, tecnología o dibujo técnico, y en general en todas las asignaturas STEM.

Según el MEN (2022) el STEM "basado en un enfoque de aprendizaje interactivo promueve la construcción interdisciplinar en contextos reales." Y la conclusión más importante de Wright (2008) es que "el rendimiento de las tareas espaciales puede ser mejorado a través de la práctica y el entrenamiento", y en eso se han centrado los esfuerzos durante el desarrollo del material utilizado en esta investigación. Dautle y Farrel (2023) sostienen que "los estudiantes que tienen fuertes habilidades de visualización espacial tienen más probabilidades de demostrar un mejor rendimiento académico y mayores tasas de retención en STEM.", al respecto el MEN (2022) concluye que el enfoque educativo STEM "contribuye a superar la fragmentación curricular entre las áreas, desde las condiciones instrumentales que permiten a las niñas, niños y jóvenes su realización tales como STEM+G desde la equidad de género y STEM+H desde los derechos humanos.

En un análisis documental sobre trabajos de grado del 2001 al 2016 enfocados en enseñanza y aprendizaje de la expresión gráfica Salinas y Cañon (2018) encontraron que

> *"en cuanto a la falta de motivación se encuentran seis investigaciones donde los autores hacen referencia a que la metodología utilizada por los docentes titulares no causa en los estudiantes el suficiente interés y los estudiantes mostraron inconformidad en las pruebas diagnósticas realizadas refiriéndose también a "clases sin creatividad y aburridas".*

Afirman también que en la revisión de antecedentes, en que respecta a metodología existe "un vacío en el que no clarifica los alcances y metas logradas durante la creación y desarrollo de dichos trabajos de grado enfocados a la enseñanza y aprendizaje de la expresión gráfica."

Mendivelso (2016) en su investigación sobre el impacto de la RA en el proceso de aprendizaje de axonometría, desarrolla una app y en su proceso de diseño concluye que mediante la RA aplicada como herramienta didáctica se observan mejores resultados, reporta un incremento de la capacidad de visualización y razonamiento espacial del 3.6% en los estudiantes que usaron la app respecto a los que no lo usaron. Aunque no es un resultado estadísticamente significativo, es un antecedente interesante en cuanto al desarrollo de la interfaz y de la cartilla, las cuales incluyen animaciones, modelos tridimensionales y videos pertinentes. El autor plantea como pregunta por resolver: ¿Cómo llegar a comprender la influencia de la RA en la motivación y curiosidad de los estudiantes?

Por otro lado, en su investigación sobre PO y RA Jaramillo (2017) trabajó con una muestra de 90 estudiantes de grado octavo, y aunque reporta mejoras en logro de aprendizaje gracias al uso de RA en la enseñanza de PO, estas mejoras son apenas "moderadas", y define la mejoría como "la afectación del nivel de aprehensión y aplicación de los conceptos relativos a vistas ortogonales e isométricas en los estudiantes", afirma haber conseguido "influenciar positivamente el nivel de

transformación de percepción general del dibujo". Ahora bien, su pregunta de investigación tiene que ver con como contribuir a la motivación del aprendizaje a través de las TIC y la transversalidad del dibujo técnico, pero no reporta una mejoría, ni reporta una medición de la motivación como tal.

Por su parte Rojas y López (2012) reportaron una mejoría en el logro de aprendizaje relacionado con el juego como estrategia pedagógica para la representación PO múltiples dirigida a 66 estudiantes de grado séptimo, así mismo aparte de correlacionar el juego como posibilitador del desarrollo de habilidades en la representación de PO, concluyen que en su estrategia se evidencia motivación por el trabajo desarrollado por parte de los estudiantes, dicen también que el profesor debe tener como propósito "lograr la motivación permanente de los estudiantes por el aprendizaje del tema en cuestión". Añaden en algunos apartes que se evidenció una gran motivación por parte del grupo al realizar las actividades en su totalidad, en otros dicen que los estudiantes "demostraron tener gran motivación por realizar las actividades", finalmente mencionan "una motivación y concentración muy superior en algunas actividades". Pero, de nuevo, no reportan cifras ni instrumentos que permitan establecer, y den soporte, a sus afirmaciones sobre el impacto en la motivación de estudiante, más allá de sus propia afirmaciones deductivas del proceso.

Diaz y Garzón (2014) adelantaron una investigacion sobre el efecto de la RA en el desarrollo del razonamiento espacial y la enseñanza de PO en educacion media. Para tal fin utilizaron el software Aumentaty TM, al cual le atribuyen una "mayor motivación en el aprendizaje y la realización de las actividades" pero no reportan cifras ni mediciones de la "MOTIVACIÓN" como variable específica. Reportan también que la RA cumplió con "ayudar al estudiante a identificar las vistas ortogonales y así mejorar su visualización", así mismo obtienen "una mayor habilidad en el razonamiento espacial en los dos grupos, aunque haya sido aún mayor en el grupo que utilizó la Realidad Aumentada en la actividad", así mismo "los estudiantes que interactuaron con RA, desarrollaron mejor la visualización como componente del razonamiento espacial". Sus resultados fueron: La mejora en la PE y el entendimiento de las PO fue de 248% en el grupo que trabajo con AR, y de 231% en el grupo que trabajo con métodos tradicionales.

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) en el objetivo cuatro sobre educación para 2030 se propone "asegurar que todos los educandos adquieran los conocimientos y habilidades necesarios para promover el desarrollo sostenible", objetivo que según Del Cerro y Morales (2021) sería posible cumplir si se continúa investigando sobre el binomio RA-dispositivos móviles que, si se utiliza adecuadamente, permite que todas las personas mejoren sus habilidades visoespaciales y tengan acceso a la información. Teniendo en cuenta que este autor hizo una revisión exhaustiva de 17 investigaciones que utilizaron RA para entrenar PE, se ha encontrado que 5 de los 17 trabajos mencionan que "la investigación futura debería centrarse en una mejor evaluación de la inteligencia espacial y los efectos de la RA en la retención del aprendizaje a largo plazo". Estos autores resaltan los numerosos beneficios de usar este enfoque basado en STEM: "aprendizaje kinestésico y colaborativo mejorado, visualizaciones, tangibilidad con objetos interactivos y mayor motivación, satisfacción y voluntad de aprender para los estudiantes". Añaden que, "el uso de esta tecnología favorece la alfabetización digital, habilidad que va más allá de la pericia técnica para utilizar dispositivos digitales". Concluyen

también que “el valor de cualquier tecnología que se integre en el aula depende en gran medida de la implicación de los alumnos, siendo la RA una tecnología con gran aceptación por parte de los alumnos”.

Albadán, Suárez y Rivera (2011) en su investigación conducente a un “Software educativo para el desarrollo de actividades de comprensión espacial usando sistemas de visión artificial”, tuvieron como objetivo apoyar procesos de aprendizaje en actividades de comprensión espacial facilitando el desarrollo de procesos mentales al trabajar con dos y tres dimensiones conjuntamente. Su investigación establece relaciones entre las actividades de comprensión espacial, los movimientos y los gestos de la mano, “siendo factores determinantes en la cognición humana a partir de la exploración y manipulación de objetos”. Diseñaron un software con intenciones educativas que nombraron “LookAt 3D” y se manipula mediante “sistemas de visión artificial” mediante reconocimiento de gestos manuales. “El software proporciona un ambiente interactivo donde se plantean ejercicios con modelos tridimensionales virtuales vinculando conceptos de posición, desplazamiento, rotación, y trabajo en conjunto de dos y tres dimensiones, en tiempo real.” Los autores sostienen que “analizar y manipular objetos por medio de software educativos facilita la visualización de sus características sin necesidad de tenerlos de forma tangible, pasando del desarrollo de ejercicios en papel a entornos interactivos que proveen de diversos componentes para orientar y retroalimentar en el proceso”. Así mismo afirman que “resulta relevante para el desenvolvimiento natural de un sujeto comprender procesos básicos de razonamiento que posibiliten la percepción, reconocimiento e identificación de situaciones para comprender la relación existente entre sí y el mundo”.

Por su parte Cely (2019), en su investigación sobre una estrategia de aprendizaje del dibujo técnico en estudiantes de decimo y undécimo, destaca la importancia del arte, la lúdica, y la tecnología como estrategia de motivación de aprendizaje del dibujo técnico, y aunque reporta una disminución de la desmotivación y la actitud negativa de los estudiantes, no aporta cifras ni datos verificables.

Parte de los objetivos a mediano plazo de esta investigación es contribuir al establecimiento de un modelo que simplifique los razonamientos necesarios para deconstruir la tridimensionalidad, tal como lo hace el algoritmo computacional desarrollado por El hafed, Guennoun y Lichioui (2006) automatizando digitalmente la construcción tridimensional de un sólido mediante su sistema de proyección de puntos de interés que produce y obtiene una vista de proyección isométrica a partir de un conjunto de vistas ortográficas: vistas frontal, superior y lateral derecha. Al presentar el algoritmo detector utilizando pocos parámetros para extraer puntos de interés para cada vista, la reconstrucción se obtiene reproyectando los puntos de interés que han acaba de ser extraídos de cada vista. Por su parte Yi-Ting, Chih-Hung y Cheng-Chih (2015) desarrollan una app partiendo de los estudios que han demostrado que proporcionar a los estudiantes actividades de aprendizaje de geometría les ayudaría a desarrollar la capacidad espacial.

En el estudio de Cardenas, Estévez, y Ramón (2018) cuyo objetivo es estimular el desarrollo de habilidades espaciales, los investigadores indagan sobre el uso de RA para el aprendizaje de PO de estudiantes de todas las ingenierías de la Universidad de Pamplona, para ello usaron modelos tridimensionales que el estudiante visualiza en AutoCAD TM, se empleó un sitio web como repositorio y una guía física. Entre sus hallazgos, aparte de afirmar que “se constata de primera mano que la tecnología de RA es útil dentro de las clases de proyecciones tridimensionales” tenemos

que “las dificultades incrementan al abordar la unidad de PO” y en consecuencia ”el aprendiz promedio no se apropia de las ideas expuestas con facilidad, y en consecuencia algunos estudiantes no consiguen dominar los fundamentos del dibujo de proyección”. Justifican el uso de RA argumentando que “los modelos físicos presentan limitaciones como su corta vida útil, pues solo son aprovechables durante una clase.” Estos investigadores referencian 5 investigaciones de entre 2010 y 2015 sobre “RA como herramienta didáctica en la enseñanza del dibujo técnico” de las cuales destacan que ninguno de estos estudios empleó el teléfono móvil o Smartphone como medio para el desarrollo de sus propuestas. Concluye reportando “cambios favorables en el proceso de enseñanza aprendizaje” y que “la herramienta didáctica desarrollada es útil durante los ejercicios grupales” mencionan que el uso de RA “genera un entorno de aprendizaje colaborativo que entre otras cosas potencia el desarrollo de habilidades interpersonales”. Resulta importante mencionar que los autores reportan desventajas de la AR específica que usaron, pues al depender del mecanismo de visualización de AutoCAD TM puede presentarse fallas; la herramienta al no ser desarrollo propio tiene limitaciones, recomiendan generar el “desarrollo específico del software”, así que en esa línea de desarrollo, es posible concluir aquí que la herramienta debería ser un desarrollo a la medida, y en la presente investigación para tal fin usamos Unity TM para desarrollar la app, y para la construcción de los sólidos se emplearon programas de modelado como Rhinoceros 3D TM, con su propio sistema de navegación y visualización apoyado en la cámara del celular (más información en la sección *descripción del desarrollo tecnológico*).

Todo lo que se propone aquí como producto busca no solo ser consecuente con los antecedentes analizados, sino trascender generando un aporte significativo, aquí al ir más allá del estado del arte y al establecerse variables adicionales (no solamente se analiza el logro de aprendizaje), y de paso variables enfocadas al ámbito de la motivación hacia el aprendizaje, sin descuidar nunca que el derrotero siempre ha sido y será: impactar el aprendizaje y la enseñanza de la inteligencia espacial a través de las TIC y de los medios que sean necesarios.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 EXPRESIÓN GRÁFICA

La expresión grafica es fundamental en el desarrollo de proyectos educativos tecnológicos, y el objetivo principal del dibujo técnico es “transmitir una información clara, puntual y precisa, encaminada a la interpretación o fabricación de un objeto o mecanismo determinado”. (Departamento de Tecnología IES, 2019). Plumed y Gómez (2016) sostienen que el objetivo fundamental de la expresión gráfica es desarrollar capacidades y competencias de visión espacial y conocimiento de las técnicas de representación gráfica, tanto por métodos tradicionales de geometría métrica y geometría descriptiva, como mediante las aplicaciones de diseño asistido por ordenador.”

Cabe recordar que una de las evidencias de aprendizaje de tecnología e informática propuestos por el (MEN, 2022) para la educación media tiene que ver con la apropiación de competencias en representación de graficas bidimensionales de objetos tridimensionales a través de proyecciones,

bien sea a mano alzada o con herramientas informáticas. Así mismo orienta al docente para que diseñe actividades donde el estudiante tenga que interpretar gráficos, bocetos y planos.

4.1.1 GEOMETRÍA DESCRIPTIVA

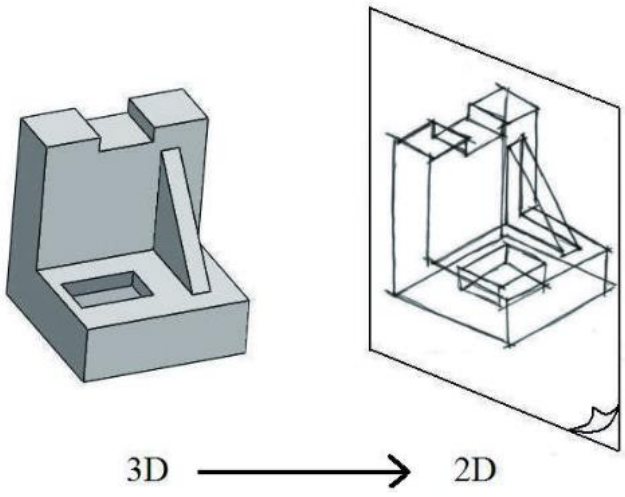
La Geometría Descriptiva estudia la representación de objetos volumétricos sobre superficies de dos dimensiones, "lo que implica la puesta en práctica de una serie de procesos de pensamiento y resolución de problemas que abordan la percepción espacial y operaciones lógico-matemáticas entre otros" (Calderón y Sandia, 2018) citado por (Quintilla & Fernández, 2021).

4.1.2 PROYECCIONES

Las proyecciones permiten representar un objeto real o imaginario de (carácter tridimensional) en un plano bidimensional, afirman Bertoline, Wibe, Miller, y Mohler (1999) que "se han desarrollado muchos métodos para abordar el problema de intentar representar imagen en 3D en medios en 2D" y que "la teoría y los métodos de las proyecciones han evolucionado durante cientos de años, y las gráficas de ingeniería y técnicas dependen mucho de la teoría de proyecciones" Así mismo "hay tres diferentes sistemas para representar los objetos en una superficie: perspectiva cónica, perspectiva paralela y proyección geométrica ortogonal" (Yurksas. B, 1995). El mismo autor menciona que, así mismo:

> *"la proyección de una línea, superficie o cuerpo es pues, el contorno o la sombra que proyectan sobre un plano. Las proyecciones de un cuerpo pueden ser infinitas, según la dirección de los rayos visuales. En la práctica se usa sólo la ortogonal, o según el ángulo recto, que es la que proyecta un cuerpo, trazando, desde todos sus puntos, perpendiculares al plano de proyección."*

Figura 1. *Aplicación de la proyección*



Nota. Imagen tomada de Plumed y Gomez (2016. p.219)

4.1.2.1 PROYECCIÓN ORTOGONAL (PO)

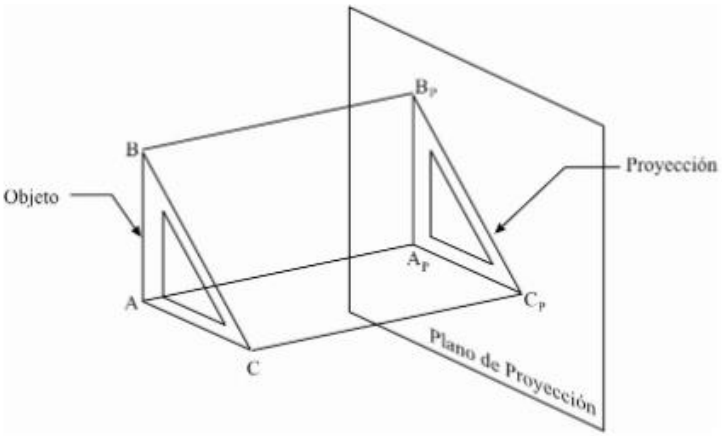
Gracias a las proyecciones, y principalmente a la proyección ortogonal, es posible entender la lógica espacial de la representación de un objeto sobre un plano partiendo de sus 6 vistas, incluso de sus 3 vistas principales (superior, frontal, lateral) que en la práctica corresponden a los ejes X, Y y Z mediante los cuales entendemos espacialmente el mundo conocido. Estas 3 vistas también pueden entenderse como las 3 dimensiones cuando hablamos de 3D, siendo la tercera dimensión normalmente la que corresponde a la profundidad del objeto en el campo visual.

> *"Las vistas proyectadas ortogonales muestran todos los puntos de un modelo que se proyecta en paralelo a la pantalla…El modo de proyección ortogonal facilita el trabajo con un modelo debido a que todos los bordes de éste aparecen del mismo tamaño, independientemente de su distancia de la cámara. Este modo, sin embargo, no es el modo en que normalmente se ven los objetos en el mundo real. Los objetos en el mundo real se ven en una proyección en perspectiva."* (AutoCAD, 2021).

Así mismo Narvaes y Monzón (2006) especifican que "cuando el ángulo que forman las proyectantes con el plano de proyección es de 90° el sistema de proyección cilíndrico recibe el nombre de sistema de proyección ortogonal, siendo éste el más usado para representaciones gráficas" (Figura 2). Al desdoblar los 3 planos de proyección (Figura 3) obtenemos la denominada vista frontal (representada con la letra A), la lateral izquierda (representada con la letra B), y la planta superior (representada con la letra C).

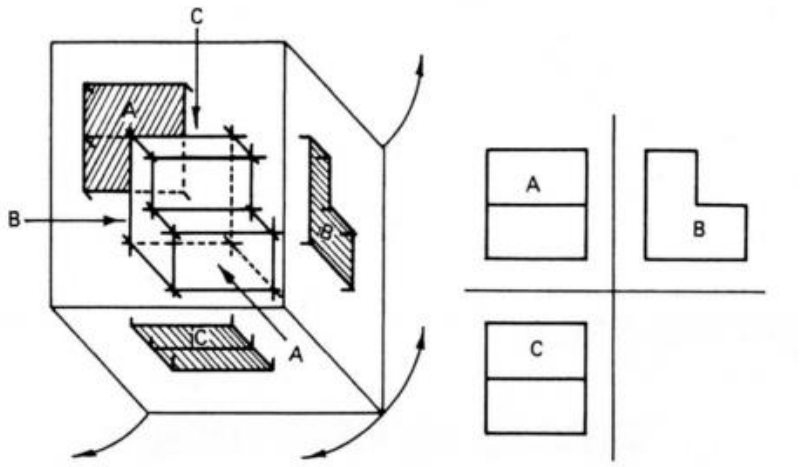
Como se aprecia en las figuras. 4a y 4b (SENA) si el observador se alejara lo suficiente del plano, en algún momento las proyecciones visuales imaginarias se harán paralelas entre sí, de modo que al ubicar una cara de la pieza paralela al plano del cuadro, la proyección obtenida en el plano de cuadro será de la misma forma y tamaño de la cara del objeto que se ubicó paralela.

Figura 2. *Sistema de proyección Ortogonal*



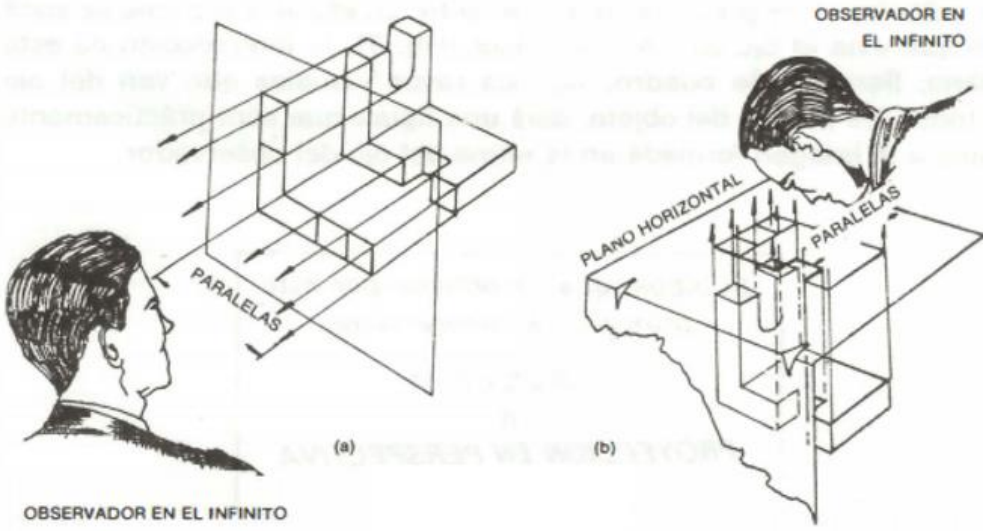
Nota. Imagen tomada de Narvaes y Monzón (2006, p.121)

Figura 3. *Procedimiento de representación ortogonal*



Nota. Imagen tomada de Yurksas. B, (1995, p. 111)

Figura 4a y 4b. *Proyección Ortogonal (PO) y posición del observador*



Nota. Imagen tomada del Repositorio: dibujo tecnico del SENA (P. 11.)

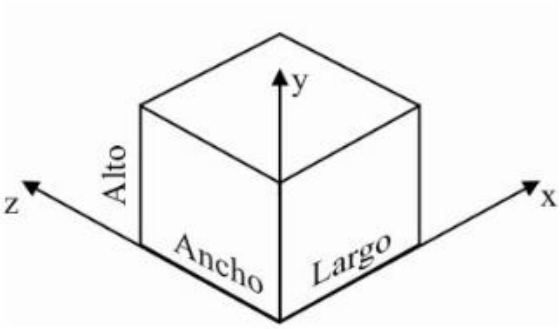
4.1.2.2 PROYECCIÓN ISOMÉTRICA

De acuerdo con Narvaes Y Monzón (2006) “es un tipo de proyección cilíndrica que utiliza un solo plano de proyección (la hoja de dibujo), pero sobre este aparecen las tres dimensiones del cuerpo (largo, ancho y alto)”, correspondientes a 3 “ejes isométricos” (Figura 5).

De acuerdo con Yurksas (1995) una proyección a perspectiva es isométrica cuando las dimensiones del modelo en sus tres direcciones principales (altura, ancho, profundidad) se dibujan utilizando la misma escala. Para ello se requiere una colocación especial del cuerpo con relación al plano de

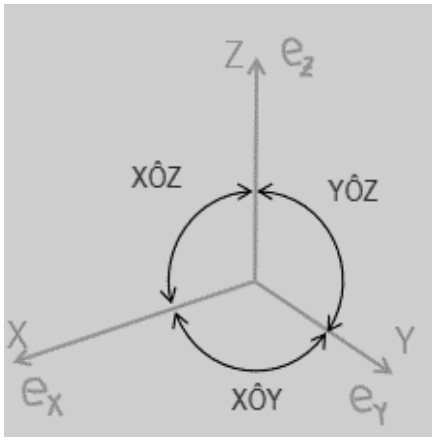
proyección, de tal modo que la forma del efecto producido por la proyección sea el mismo para las tres dimensiones tomadas en las tres direcciones. (Figura 6).

Figura 5. *Ejes isométricos*



Nota. Imagen tomada de Narvaes y Monzón (2006, p.122)

Figura 6. *Ángulos y coeficientes equivalentes y relacionados.*



Nota. Imagen tomada de Plumed y Gomez (2016, p. 326)

4.1.2.3 VISTAS ORTOGONALES VO

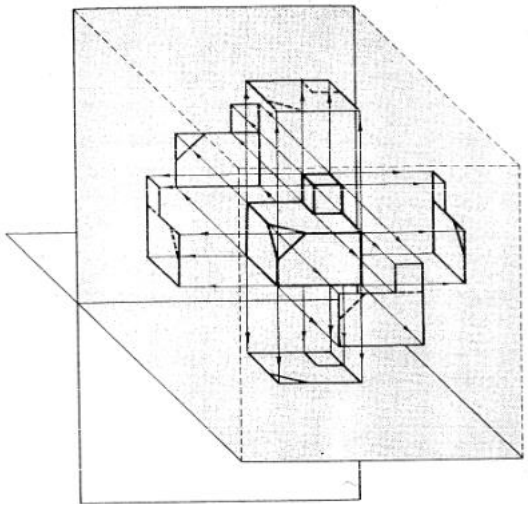
Las VO son la representación en dos dimensiones de un objeto, en las cuales se aprecian algunas de las dimensiones principales para su descripción detallada. Jensen y Mason (1995) describen que al observar un objeto se identifican sus tres dimensiones, las vistas suceden cuando se representan mínimo dos de las tres dimensiones principales (alto, ancho y profundo) en una superficie plana, generando un dibujo en dos dimensiones. Igualmente Giesecke et al.,(2013) resaltan

> *"que las vistas son utilizadas para hacer una descripción detallada a un objeto, puesto que es necesario conocer la forma y el tamaño real, no basta con una sola, puesto que se tendría limitada la información, para esto existen seis vistas estándar, cada una representa una cara del objeto, las tres utilizadas a la hora de representar son; vista frontal, vista lateral y vista de planta."*

En resumen, las vistas son las representaciones bidimensionales sobre un plano, y describen a detalle dos dimensiones (si lo traducimos en ejes serían los ejes X y Y) y la forma que tienen los

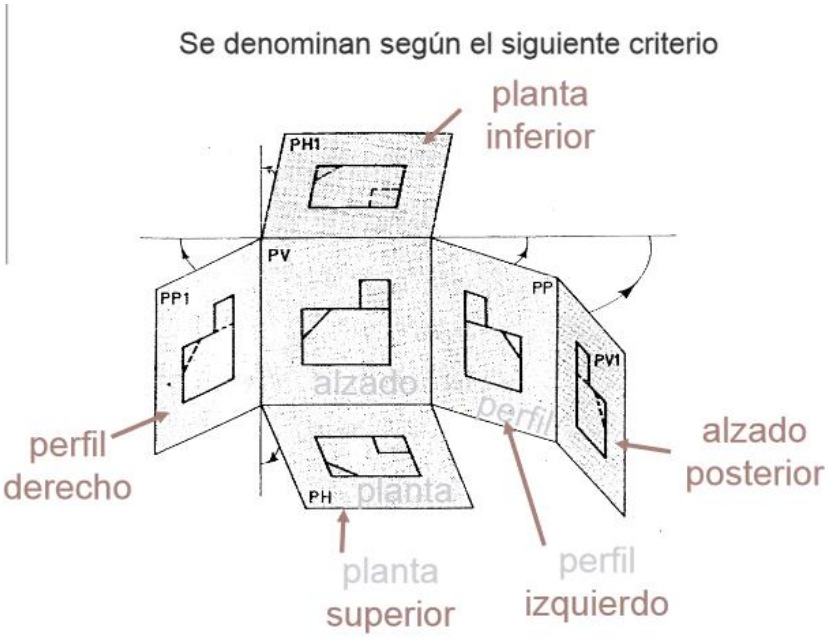
objetos, dependiendo de ubicación del espectador. Aunque es posible comprender un objeto a partir de 2 o 3 vistas (según la complejidad del solido), es necesario que el observador relacione las proyecciones que se dan entre todas las 6 vistas, así aparece el sistema multivista (Figura 7). Al abatir los planos las vistas quedan organizadas como se aprecia en la Figura 7a, y el resultado es una proyección multivista como se ve en la Figura 7b.

Figura 7a. *Sistema multivista.*



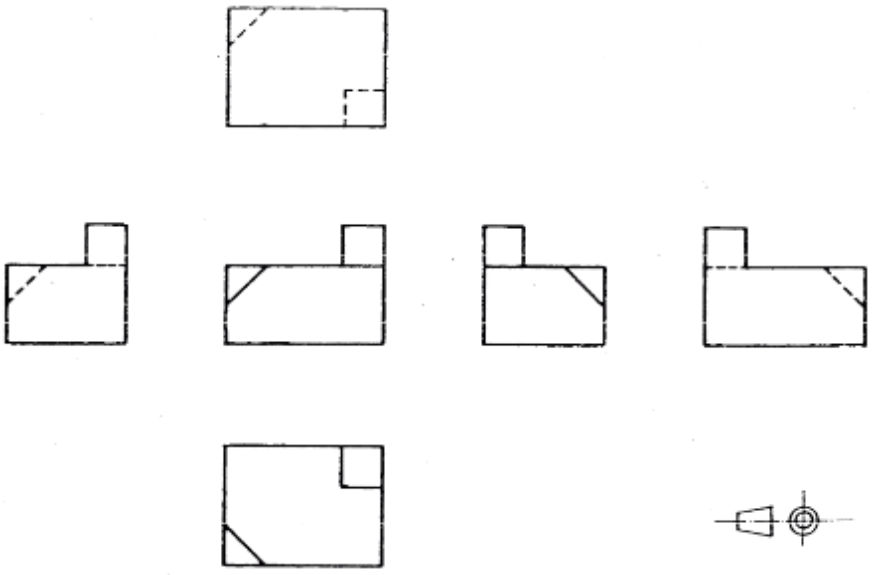
Nota. Imagen tomada de Plumed y Gomez (2016, p. 271)

Figura 7b. *Procedimiento para abatir los planos.*



Nota. Imagen tomada de Plumed y Gomez (2016, p. 274)

Figura 7c. *Resultado de la proyección multivista.*



Nota. Imagen tomada de Plumed y Gomez (2016, p. 274)

4.2 REALIDAD AUMENTADA RA

Calvo (2021) explica como "la Realidad Mixta (RM) permite a los alumnos manipular los objetos virtuales e interactuar con ellos como si estuvieran en ese mismo lugar." Es el resultado de la unión de dos herramientas como la Realidad Virtual (RV) y la Realidad Aumentada (RA). (Figura 8), menciona también que

> *"en un entorno de realidad mixta, el mundo físico y el digital se mezclan. Lo que solía ser plausible solo en nuestra imaginación con respecto a la interacción entre objetos imaginarios (o creados digitalmente) y la realidad, ahora es posible gracias a los avances en el poder de procesamiento gráfico, la visión por computadora y otras tecnologías."*

Restrepo (2023) define a la RA como "aquella que se vale del uso de tecnologías para integrar información virtual a un escenario real". Según (Laurens, 2020) la RA es una:

> *"tecnología que permite añadir contenido digital o información virtual a los elementos del mundo real, es decir, se crea una realidad mixta que entra en contacto con el entorno real y con el entorno virtual de forma simultánea. La arquitectura de esta tecnología abarca dos elementos fundamentales: La visualización y el seguimiento. El sistema de visualización es el encargado de generar los objetos virtuales, y combinar todos los elementos de la escena, tanto reales como virtuales, mostrándolos en pantalla al usuario. Por su parte el seguimiento determina la posición y orientación exacta de los objetos reales y virtuales en el mundo real."*

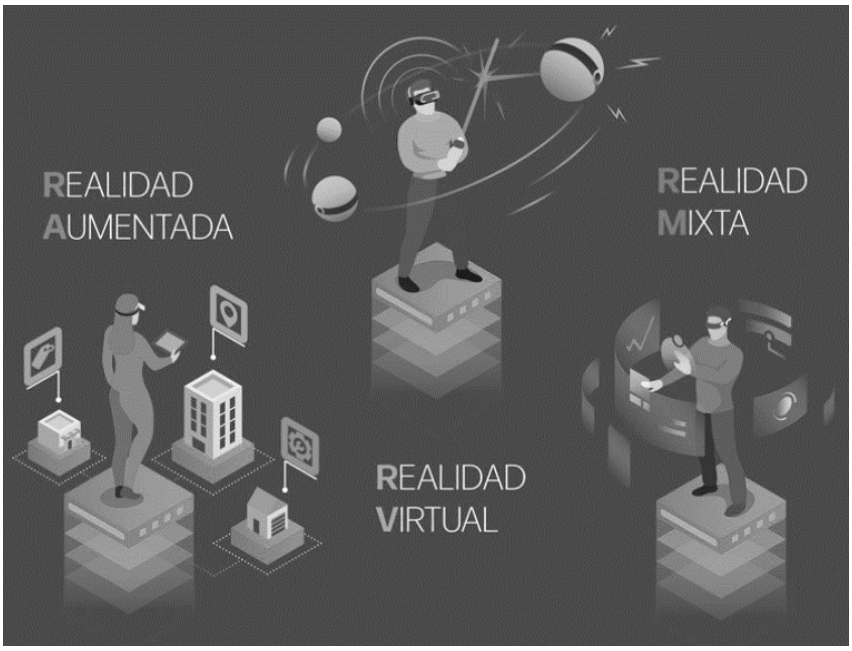
Font (2015) habla de la RA como una tecnología que permite agregar contenido digital o información virtual a los elementos del mundo real, es decir, se crea una realidad mixta la cual, según (Laurens, 2020) posee una arquitectura que incluye tres elementos fundamentales: los dispositivos de

visualización, estos son los hardware periférico encargado de capturar imágenes del mundo real, como cámaras web, tabletas o teléfonos inteligentes.

La RA es una tecnología emergente de rápido avance tecnológico, caracterizada por permitir la visualización de conceptos abstractos (Gopalan et al., 2017), que se ha venido aplicando al campo educativo, de allí, ha surgido el desarrollo de múltiples experiencias de aprendizaje. Según (Calvo, 2021) la RA "no se debe quedar solo en un proceso cognitivo para el alumno, sino que debe ir mucho más allá y debe seguir subiendo en la pirámide de metodologías activas."

No obstante, aunque se encuentran investigaciones que apliquen esta tecnología en el proceso de enseñanza – aprendizaje del tema particular de PO, el presente estudio busca aportar una herramienta robusta que incluye varias actividades en RA, que se complementan con una serie de acciones con propósitos motivacionales.

Figura 8. *RA, RV Y RM*



Nota. Imagen tomada de Calvo (2021)

4.2.1 RA EN EL APRENDIZAJE DE PROYECCIONES ORTOGONALES

Facilitar la apropiación de conocimientos es una de la misión fundamental de las TIC aplicadas a educación, la presencia de dispositivos móviles en el aula es cada vez más común, y se debe asumir como una oportunidad que abre la puerta a múltiples posibilidades pedagógicas "ya que transforma estos dispositivos en poderosas herramientas de enseñanza" (Paredes, 2013). En Colombia aún hay mucho por explorar y hacer en el largo camino de la validación de tecnologías de RA en la praxis educativa, afirma Paredes (2013) que "la RA ha aventajado a las demás tecnologías desde hace mucho, y en el ámbito educativo superará pronto a las demás por varias razones: primero por ser altamente innovativa, y luego por tener potencial ilimitado en campos de aplicación". Según Laurens (2020) "la RA móvil además de ser una tecnología informática en auge es una herramienta

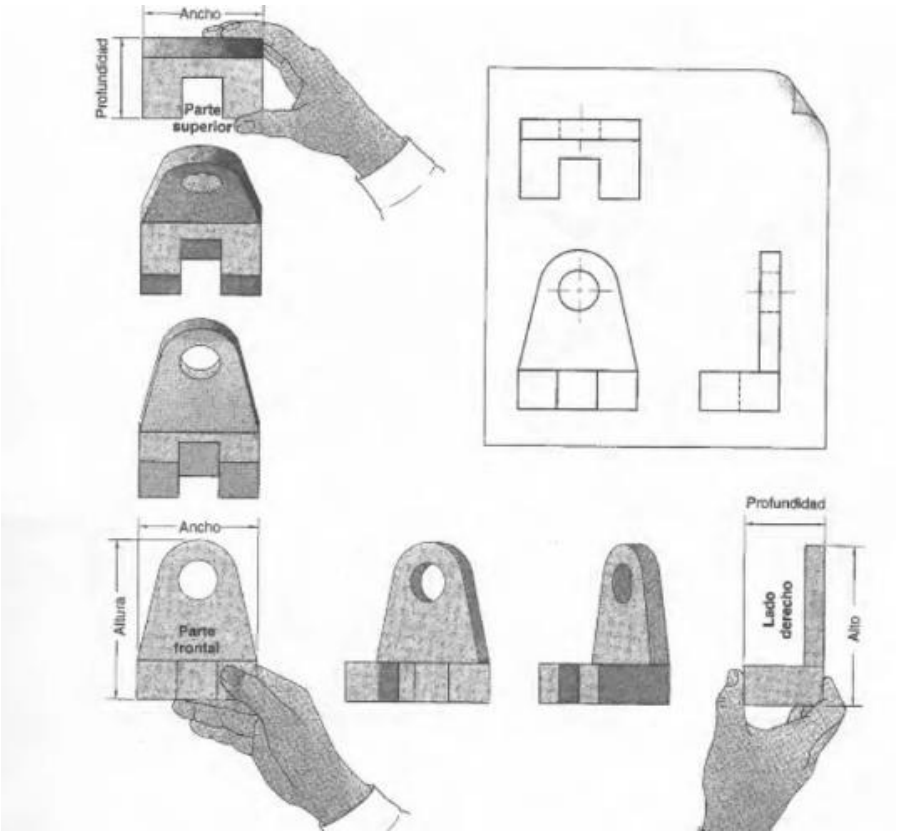
innovadora que puede apoyar el proceso pedagógico en las aulas", en efecto puede ser un complemento lógico a la educación virtual, la cual es definida por el MEN (2017) como "el desarrollo de programas de formación que tienen como escenario de enseñanza y aprendizaje el ciberespacio".

La estrategia propuesta no se fundamenta únicamente en el uso de RA para la visualización, repaso e interacciones del usuario con solidos tridimensionales y sus vistas, procuro también el uso de elementos tangibles, objetos físicos que potencien la comprensión espacial de la mano de actividades interactivas que involucren la integralidad del material educativo, Bertoline et al., (1999) proponen un ejemplo (figura 9) que seguramente inspirará una de las actividades que estoy diseñando de forma paralela para ser usados en el aula con una versión física y también en versión de RA:

> *"Al girar un objeto en la mano, es posible simular la forma en que se crea un dibujo de vistas múltiples. Con cada giro de 90 grados se produce una vista regular del objeto…si continúa girando el objeto en incrementos de 90° podrá observar hasta seis vistas regulares."*

Finalmente estos autores concluyen que "se forma un lazo de retroalimentación entre mente, lápiz/mano y dibujo lo bastante poderoso para omitir totalmente el objeto en 3D. En otras palabras, la imagen puede formarse en la mente sin ayuda de un objeto real."

Figura 9. *Objeto girado en incrementos de 90°.*



Nota: Imagen tomada de Bertoline et al., (1999, p.139)

Gopalan, Bakar y Zulkifli (2017) sostienen que sin la ayuda de la tecnología "es difícil transmitir el significado exacto del contenido de aprendizaje y hacer que los alumnos lo comprendan." Además, que "la tecnología integra la técnica de aprendizaje, cultiva la motivación, potencia la colaboración, proporciona la capacidad de construir el propio conocimiento, estimula las habilidades de pensamiento de orden superior (POS) y el pensamiento innovador en el proceso de aprendizaje".

El movimiento físico y tangible del cuerpo, y de los sólidos estudiados, a través del espacio tridimensional potencia el aprendizaje de PO y las habilidades de PE, al respecto Calvo (2021) afirma que "Moverte por los objetos virtuales también te dará diferentes ángulos y perspectivas. Además, la realidad mixta permitirá a los alumnos manipular los objetos virtuales e interactuar con ellos", así mismo Cubillo Arribas, Martín Gutiérrez, Castro Gil, y Colmenar Santos, (2014) citados por Mendivelso (2016) recalcan que el hecho de que el estudiante pueda "acceder a la información en tiempo real y contextualizarlo a través de la RA le permite recordar los conceptos que son más importantes o que por los menos son de su interés y por lo tanto la RA se convierte no solo en una herramienta de aprendizaje, sino en una herramienta que permite ahorrar tiempo en la búsqueda de la información".

Siempre dependerá del propio docente el uso que decide dar a las herramientas que tiene a la mano, es el docente, de su intención y compromiso con el aula, de quien depende el éxito de los instrumentos que use para orientar cada tema, no podemos olvidar que

> *"pocas tecnologías utilizadas actualmente para el aprendizaje han sido proyectadas originalmente como instrumentos didácticos. Por lo general, los docentes utilizan en la actividad didáctica los instrumentos que encuentran o que conocen, pero que a menudo han sido planeados para otros objetivos o son de uso genérico."* (Hernandez, 2006).

En conclusión, Calvo (2021) nos recuerda que la RA ha venido de la suma de otras tecnologías, donde "la aportación en el aula siempre es sumatoria y nunca sustitutoria".

4.3 DECODIFICANDO LA TRIDIMENSIONALIDAD

Entre la mirada y la mano se establece una conexión, Bertoline et al., (1999) mencionan que:

> *"la conexión mano/ojo/mente describe con mayor exactitud los procesos empleados para hacer croquis. La mente forma una imagen mental de objetos que pueden o no existir en la realidad y concluye también que los ojos y la mente, al examinar el croquis, pueden comenzar a modificar y desarrollar el objeto".*

Afirman también que todos los estudiantes "tienen la habilidad de emplear la imaginación para resolver problemas cuya naturaleza sea espacial" y que "la transformación de sus ideas en imágenes graficas tangibles sirve como registro permanente de esas ideas y como medio para fomentar el pensamiento creativo"; finalmente podríamos decir que los retos teórico-pedagógicos más importantes de esta investigación son, en orden de dificultad, los siguientes: 1. Poder imaginar (y dibujar) las vistas ortogonales de un objeto existente o imaginario, y 2. Comprender la volumetría de un objeto a partir únicamente de sus 3 proyecciones principales, después de todo "Los seres

humanos vivimos en un mundo tridimensional (3D), la representación de ese mundo para fines artísticos o técnicos se realiza en gran medida sobre medios bidimensionales (2D).” Bertoline et al., (1999) afirman también que “la pantalla de la computadora es un medio bidimensional y las imágenes proyectadas sobre ella están gobernadas por las mismas limitaciones que las proyecciones en el papel”. A modo de conclusión también mencionan que “La forma de las caras en 2D pueden emplearse para interpretar la forma del objeto en 3D”. En concordancia con lo anterior, y con la experiencia acumulada durante más de una década orientando las temáticas tridimensionales abordadas en esta investigación, me he tomado la libertad de proponer una escala de conceptos agrupados por nivel de complejidad (tabla 1).

Tabla1. *Decodificación de la tridimensionalidad.*

PROCESO DE DECODIFICACION DE LA TRIDIMENSIONALIDAD	
NIVEL DE COMPLEJIDAD	CONCEPTO
BAJO	Punto, línea, plano. Bidimensionalidad vs tridimensionalidad. Composición geométrica. Superficies rectilíneas. Rotación y traslación de puntos, líneas y planos. Orientación espacial, lateralidad.
MEDIO	Reconocimiento de ángulos. Polígonos (relación entre líneas en una cara). Poliedros (relación entre caras en un sólido). Identificar 2 dimensiones (vistas proyectadas) a partir de 3 dimensiones (volumen solido). Superficies inclinadas y curvas (rampas, redondeos, etc.) Línea (segmento, semirrecta) visible como punto. Plano visible como línea.
ALTO	Superficies alabeadas (planos curvados en el espacio). Sistemas de proyección (americano/europeo). Proyecciones diédricas y ortogonales. Perspectiva cónica (puntos de fuga), isométrica, ortogonal, etc. Identificar 3 dimensiones (volumen solido) a partir de 2 dimensiones (vistas proyectadas). Agujeros, vacíos, cavidades: líneas invisibles: líneas punteadas que representan vacíos no visibles en algunas proyecciones ortogonales.

Nota: Elaboración propia.

La tabla anterior hace parte del proceso de diseño y creación de la aplicación en RA que se produce para esta investigación y, entre otros temas esenciales, se empieza con el concepto de “punto”, pasando por “bidimensionalidad vs tridimensionalidad”, continuando más adelante con “identificar dos dimensiones (vistas proyectadas) a partir de tres dimensiones (Volumen solido), subiendo de dificultad encontramos “Identificar tres dimensiones (Volumen solido) a partir de dos dimensiones (vistas proyectadas). El material pedagógico resultante de esta investigación procura afianzar la mayor cantidad posible de los conceptos enunciados en la tabla 1, enfocándose en actividades, que aborden los temas apoyados en RA, trabajando los temas por bloques de conceptos, no individualmente.

4.3.1 APROXIMACIÓN A LOS PROCESOS COGNITIVOS DE LA PERCEPCIÓN ESPACIAL

El estudiante al que se le pone el reto de identificar un sólido a partir de sus vistas, y viceversa, se ve obligado a dar respuesta a una serie de asuntos cognitivos que le exigen la identificación de patrones geométricos y espaciales propios de la morfogénesis de todos los tipos de estructuras (sólidas y planas afincadas en el espacio real o virtual), y la aplicación de dichos patrones permitirá una aproximación a la medición del "aprendizaje", lo anterior a la luz de la Teoría de Cargas Cognitivas (TCC), donde "el aprendizaje es el cambio en la cantidad de información acumulada en la memoria de largo plazo." (Andrade, 2012). De acuerdo con Andrade y su TCC "entender la forma como el cerebro piensa es uno de los principales retos para explicar y mejorar el aprendizaje" de modo que las conclusiones de la presente investigación se fundamentan en el conocimiento implícito agrupado en empaquetamientos cognitivos (chunks) y en la búsqueda exhaustiva de comprender el proceso conducente a la solución de preguntas sobre PO, en un proceso metacognitivo que compromete recursos y cargas cognitivas de forma óptima, y donde el conocimiento explícito se verá reflejado en la capacidad de definir, diferenciar, y relacionar conscientemente conceptos como el punto, la línea, y el plano en la tarea de la comprensión de los procesos conducentes a la decodificación de la tridimensionalidad.

Si se toma como referente la Tabla 1, tenemos que un estudiante novato comprenderá y relacionará con cierta facilidad cada uno de los parámetros del nivel "Bajo" (y las relaciones entre ellos), incluso algunos del nivel "Medio", luego un estudiante experto comprenderá y relacionará con facilidad los parámetros de los niveles Bajo, Medio y Alto; esto último debido a que sus esquemas mentales estarán familiarizados previamente con lo que se le solicita resolver, verificando que "*la información nueva podrá ser adquirida solo si la actividad mental del aprendiz puede relacionarla con los esquemas mentales de la información previamente almacenada en la memoria de largo plazo*" (Clark y Mayer, 2007) citados por Andrade (2012).

Cuando un estudiante "novato" presenta las pruebas por segunda y tercera vez, suele evidenciarse una mejoría en la memoria de corto plazo, mejoría que podría relacionarse directamente con los procesos de apropiación y retención de datos que van a ser comparados con varias opciones de respuesta, donde tiene lugar el reconocimiento de patrones y extracción de reglas, y luego de estos procesos de contratación y descarte: cada figura resultaba siendo cada vez más fácil de resolver, como sostiene García (2002) "aprender una regla es a su vez saber hacer correctamente la secuencia de acciones." y en las preguntas de opción múltiple la secuencia de acciones va ligada al conjunto de reglas y patrones adquiridos. Se presenta algo que he denominado "contrastación por subparametros" para poder llevar a buen fin el proceso de "descarte" y de respuesta por contrastación: En un sólido tridimensional el ojo humano pude ver hasta 3 caras simultáneamente, y en cada una de las opciones de respuesta debe comparar las mismas 3 caras de acuerdo a su ubicación, de modo que se requiere entablar una estrategia de comparación y estandarizarla, este proceso implica decenas de comparaciones simultáneas en milisegundos, y teniendo en cuenta que según ciertos autores, la memoria de trabajo "apenas puede manejar siete ítems a la vez (Miller, 1956) citado por Andrade (2012). No obstante, estas restricciones se aplican únicamente a toda información nueva que no está vinculada con esquemas de la memoria de largo plazo (Shaffer,

Doube y Tuovinen 2003) citado por Andrade (2012), por esto la importancia de trabajar con muchos ejercicios de PO y presentar varias pruebas hasta que se formen empaquetamientos cognitivos, ya que a mediano plazo estos llamados "chunks": una vez "están formados en la memoria de largo plazo influyen directamente en la capacidad de la memoria de trabajo del aprendiz. (Chong, 2005) citado por Andrade (2012). Y así se podría estimar que, a pesar del límite estándar de 7 ítems a la vez, un experto podría dominar perfectamente todos los parámetros necesarios para decodificar la tridimensionalidad (tabla 1), si logra relacionarlos y empaquetarlos de forma efectiva. En el Anexo 1 se adjunta una propuesta algorítmica de modelamiento del Proceso Cognitivo para la resolución de una pregunta con 4 opciones de respuesta ABCD sobre Proyecciones Ortogonales de un sólido dado en Vista Isométrica, construida tomando como fuente mi experiencia personal en la enseñanza de PO para favorecer la PE. Según Nuñez y Aznar (2009) recientemente "la investigación en el ámbito de la Neurociencia Cognitiva ha descubierto que la rotación mental de las imágenes no sólo incrementa el tiempo de respuesta, sino que, además, provoca un cambio o modulación en un potencial cerebral evocado", específicamente

> *"en las tareas de rotación mental se ha observado que aproximadamente 400 milisegundos después de que aparezca el objeto, aparece una onda negativa en regiones parietales. Esta onda, que se ha llamado Negatividad Relacionada con la Rotación, y "a partir de los 400 ms después de presentar el estímulo, el voltaje de la Negatividad Relacionada con la Rotación es más negativo a medida que se incrementa el ángulo de orientación"*

La cuestión aquí es que como son diferencias apreciables en milisegundos, y esto no permite ser concluyentes en varios aspectos de la PE.

Dentro de las dimensiones de la motivación hacia el aprendizaje analizadas en esta investigación, tiene particular importancia la autorregulación, de la metacognición, de la conducta y del esfuerzo respectivamente, en su posible impacto en las variaciones cognitivas del estudiante, tanto la "autorregulación de metacognición y la conducta" (correspondiente al factor de estrategias metacognitivas) como la autorregulación del esfuerzo (correspondiente al factor de estrategias de gestión de recursos). Al respecto Valle et al, (1999)- González y Díaz (2006) citado por Massoet al, (2021) nos mencionan que:

> *"sí un estudiante no tiene un funcionamiento adecuado de su propio aprendizaje tendría dificultades para determinar la manera en la que una tarea podría ser resuelta, establecer los pasos o secuencia (planeación y control de los recursos cognitivos) para lograrla o incluso sentir que no es capaz de realizarla, es decir que, tiene que ver con un uso inadecuado de estrategias de aprendizaje más que deficiencias cognitivas implicadas en el mismo proceso."*

4.4 MOTIVACIÓN

Robbins (2004) citado por Alvarez (2012) define la motivación como un proceso que guía el esfuerzo en intensidad, dirección y persistencia ante una meta planteada por un individuo. La presente investigación esta permeada por conceptos de la Teoría de la Autodeterminación TAD de Deci & Ryan (2000), quienes sostienen que al considerar las fuerzas percibidas que mueven a la persona a actuar, la TAD ha sido capaz de identificar diversos tipos distintos de motivación, cada uno de los

cuales tiene consecuencias específicas para el aprendizaje, el desempeño, la experiencia personal, y el bienestar, sostienen que "Quizás no haya otro fenómeno particular que refleje tanto el potencial positivo de la naturaleza humana como la motivación intrínseca". El MEN (2008) sugiere trabajar la motivación "a través del estímulo de la curiosidad científica y tecnológica, para mostrar su pertinencia en la realidad local"; Ovalle (2020), por ejemplo, observó en su investigación que la RA "hace que el niño tenga una mayor disposición hacia el aprendizaje, porque la curiosidad aumenta el interés en el saber, este tipo de actividades contribuye a atenuar la monotonía en la educación".

El diseño de experiencias de aprendizaje no se trata del diseño de los materiales o de la experiencia en sí misma, todo el proceso tiene que estar en función de una mejoría significativa en la disposición hacia el aprendizaje por parte del estudiante, en la motivación genuina, las intenciones pedagógicas no pueden estar por encima del verdadero contexto, de las realidades del estudiante, ni de las limitaciones del sistema educativo distrital. Es posible afirmar que la pedagogía tecnológica no es lo mismo que la pedagogía de la tecnología dice al respecto el (MEN, 2008): "El uso de los artefactos tecnológicos, incluso en los casos con un elevado nivel de sofisticación, no implica, necesariamente, que se posea una cultura tecnológica". El reto principal aquí, el logro de aprendizaje verdadero, radica en el desarrollo de la capacidad de imaginar con alto grado de precisión un sólido a partir de sus vistas, es decir pasar del 2D al 3D, como afirman Bertoline et al., (1999): "La habilidad para visualizar formas en la mente mejora la capacidad para comprender tanto los objetos que ya existen como aquellos que aún no se fabrican", finalmente concluye que este proceso puede se puede lograr "fomentando la motivación del aprendizaje a través de la visualización y manipulación de objetos virtuales tridimensionales".

Hay una serie de elementos a considerar en la motivación del estudiante, sobre todo lo relacionado con su entorno, al respecto (Deci & Ryan, 2000) mencionan que "los contextos sociales catalizan diferencias en la motivación dentro y entre las personas y en el crecimiento personal, resultando en personas que están más auto motivadas, energetizadas, e integradas en algunas situaciones, dominios, y culturas que en otras". Los autores hablan de la automotivación a través de la satisfacción de tres necesidades psicológicas: "la necesidad de ser competente, la de relacionarse, y la de autonomía", y las tres "parecen ser esenciales para facilitar el funcionamiento óptimo de las propensiones naturales hacia el crecimiento y la integración, así como para un desarrollo social constructivo y el bienestar personal".

La motivación es un concepto prominente para aquellas personas en roles tales como el de maestro, y padre, que implican el movilizar a otros para actuar. Así mismo mencionan dos razones para estar motivado: "Las personas pueden estar motivadas debido a que ellas valoran una actividad o debido a que hay una fuerte coerción externa", en cuanto al primer caso respecto al segundo: "hay más interés, excitación y confianza", lo cual a su vez "se manifiesta tanto en un incremento del desempeño, la persistencia, y la creatividad como una elevación de la vitalidad, la autoestima, y el bienestar general". (Pintrich y García, 1991). citados por (Masso, Romero, Fonseca, y Gallego, 2021) sostienen que:

> ***"****Aquellos estudiantes que adoptan una orientación intrínseca general tienen interés, valoran la tarea y presentan niveles más altos de autoeficacia, lo que significa que existen*

más probabilidades de que participen cognitivamente en el aprendizaje, pues reconocen qué estrategias de aprendizaje cognitivas y metacognitivas necesitan para una tarea específica"

4.4.1 SUBCATEGORIAS DE LA MOTIVACIÓN

Pintrich et al. (1993) citados por Cuervo y Gamboa (2021) sostienen que "la motivación se compone de seis subcategorías: "motivación intrínseca, motivación extrínseca, valor de la tarea, creencias de control de aprendizaje, creencias de autoeficacia para el aprendizaje y desempeño y Test de ansiedad" organizadas en tres categorías: "Componente de Valor, Componente Expectativas y Componente Afectiva." Mencionan también las autoras que:

> *"la súper categoría Estrategias de Aprendizaje se subdivide en nueve subcategorías: repetición, elaboración, organización, pensamiento crítico, metacognición y autorregulación, tiempo y lugar de estudio, esfuerzo y regulación, aprendizaje con pares y búsqueda de ayuda organizadas en dos categorías: Estrategias cognitivas y metacognitivas y Estrategias de administración de recursos."*

Todo esto se encuentra explicado con mayor detalle más adelante en la sección "descripción del apoyo motivacional".

4.4.2 ANDAMIAJES Y APOYOS MOTIVACIONALES

Esta investigación no se centra en la motivación como concepto aislado, específicamente se trata de tratar de promover la motivación hacia el aprendizaje, para ello en principio debemos hablar de lo que es un andamiaje o andamio, y según Belland, Kim, y Hannafin (2013) el andamiaje en su sentido original era un "apoyo motivacional y cognitivo a partes iguales"; ahora bien si hablamos de un andamiaje motivacional estos autores mencionan que no se ha realizado suficiente trabajo sistemático para crear andamios que puedan apoyar tanto la motivación como la cognición, además mencionan que cuando el diseño no aborda la motivación se producen muchas consecuencias lamentables y que por tanto "es crucial desarrollar andamiajes que capten mejor el interés de los estudiantes, mantengan su dirección y controlen la frustración". De acuerdo con Martin (2012) citado por Belland, Kim, y Hannafin (2013):

> *"los andamios que mejoran la motivación deben promover los siguientes seis objetivos (que son ampliamente respaldados por las teorías de la motivación): Establecer el valor de la tarea, promover las metas de dominio, promover la pertenencia, promover la regulación emocional, promover la expectativa de éxito y promover la autonomía".*

Cuando se asume el aumento de la motivación como meta, es posible fomentar el compromiso de los estudiantes, principalmente porque "la motivación es la base para el compromiso posterior." Finalmente, Fredricks et al (2004) - Lee y Shute (2010) citados por Belland, Kim, y Hannafin (2013) mencionan que "hay tres tipos de compromiso: conductual (comportamiento en la tarea), cognitivo (despliegue del esfuerzo cognitivo) y emocional (reacciones afectivas de los estudiantes a las tareas de aprendizaje)". De modo que en esta investigación se procura aumentar los tres tipos de participación a través de distintos apoyos motivacionales, explicados en detalle más adelante.

5. DESCRIPCIÓN DEL DESARROLLO TECNOLÓGICO

En el diseño de cada detalle de esta estrategia basada en RA, la aplicación resultante refleja el esfuerzo de equipo de trabajo en cabeza del docente de tecnología luego de décadas de enseñanza de PO y PE, se ha propuesto un software que pretende mejorar el aprendizaje, así como la motivación intrínseca, se busca trascender en aspectos como las mecánicas de interacción, las interfaces, la usabilidad, y otros elementos que podrían pasar desapercibidos, como afirma Hernandez (2006):

> *"El software que es solo interactivo porque permite al estudiante hojear las páginas, picar un enlace o explorar recursos multimediales, no es en sí óptimo por el aprendizaje, porque estimula al estudiante a interactuar más con el medio que con el contenido. El objetivo, para los proyectos de desarrollo computacional al servicio del aprendizaje, debe incluir en el software instrumentos para las actividades significativas que desafíen la comprensión actual del estudiante y le brinden las oportunidades de reflexión sobre sus propias acciones."*

Entonces, de acuerdo con la estrategia didáctica de la investigación se desarrolló y se implementó una aplicación educativa para dispositivos móviles basada en los principios de la RA, llamada Percepción Espacial 3D AR. Para tal fin se utilizó Unity, que es un "motor de desarrollo 3D en tiempo real que permite a artistas, diseñadores y desarrolladores colaborar para crear increíbles experiencias inmersivas e interactivas." (unity.com, 2024). Unity es considerada la plataforma líder en el mundo para crear videojuegos 2D y 3D y se utiliza en muchas industrias, como la de entretenimiento, automóviles, cine y arquitectura, en este caso se utilizó para crear la app y las actividades en RA a través de las múltiples herramientas de las que dispone para tal fin.

5.1 APLICACIÓN MÓVIL BASADA EN LOS PRINCIPIOS DE LA RA

Según el MEN (2022) "El conocimiento tecnológico es un producto tecnológico en sí mismo", y el producto de esta investigación tiene como uno de sus resultados un producto tecnológico, definido por el MEN como aquel que:

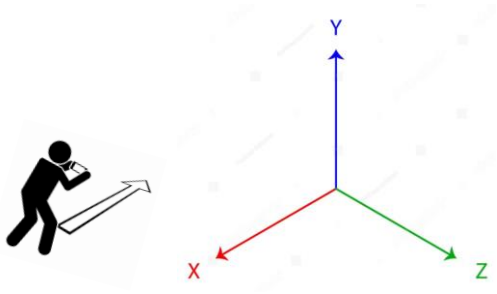
> *"no se limita exclusivamente a componentes físicos o lógicos, sino que genera un tipo de saber y conocimiento subyacente al producto, es decir, un tipo de saber de orden tanto práctico (cómo y con qué hacer, qué hace y para qué sirve), como un conocimiento de naturaleza declarativa (qué es, qué hace y por qué lo hace, cómo lograrlo) y valorativo (para qué lo hacemos y qué impactos conlleva hacerlo) que emerge, desarrolla, recircula y evoluciona gracias al uso y generación de sus propias creaciones"*.

Cabe aclarar que esta no es una investigación sobre gamificación, aunque haya elementos tomados de la gamificación, estos elementos aparecen luego de la verificación de andamiajes y apoyos motivacionales, que se traducen en algunas decisiones de diseño con intenciones de favorecer la motivación intrínseca hacia el aprendizaje, el MEN (2022) dice que "la gamificación consiste en implementar elementos típicos del juego para atraer, motivar y dinamizar la realización de actividades de aprendizaje, como, por ejemplo: utilizar los componentes, dinámicas o principios de juego en el trabajo de aula". Y en efecto tenemos elementos como insignias, líneas de progreso, interactividades, entre muchos otros. Sin embargo, no se utilizan directamente juegos, sino "sus

elementos para incentivar a los estudiantes a generar estructuras narrativas, enriquecer y motivar la experiencia de aprendizaje y generar compromiso con las actividades de aula (Kim, 2015).

Las actividades de la aplicación van de la mano de las sesiones de trabajo planteadas, y va aumentando de dificultad a medida que se avanza en el consumo de los contenidos y el cumplimiento de los retos basados en RA. Tiene 5 actividades con mecánicas de interacción basadas en el uso de la RA, y el software permite, a través de la literalidad del movimiento, cumplir retos que ayudan a comprender conceptos básicos y complejos, iniciando con el punto y la línea, continuando con el plano, luego sólidos y sus vista 3D a 2D, luego un ejercicio interactivo de "moldear" un sólido a partir de las vistas dadas 2D a 3D (10 ejercicios) y finalmente un test interactivo con opción múltiple y única respuesta; las actividades están descritas con mayor detalle más adelante, cada una diseñada con una intención específica de aprendizaje y de refuerzo de las habilidades de PE y de PO. Todas las actividades RA exigen que el estudiante se mueva con la cámara del celular en la mano alrededor de los sólidos aumentados. Como cada uno de los actividades implica varios retos basados en RA, los primeros tres deben ser logrados por el estudiante varias veces consecutivas para completar cada uno, esto para asegurarse de que el reto planteado se logre de forma consciente, siguiendo una curva de aprendizaje y que al tener que alinear la cámara según las instrucciones de cada reto, el logro no sea "accidental", si el estudiante logra el primer reto de la primera actividad, sin comprender lo que hizo o como lo hizo, los otros retos de esa misma actividad le exigirán ser consciente de que la correcta alineación de la cámara (la cual hace las veces de ojos) tiene un modo específico de emplazarse alineado con los 3 ejes del espacio (X, Y y Z), así cada una de las 3 veces consecutivas tendrá que completarse alineando la cámara desde un eje espacial diferente (figura 10) y así al final obtendrá cada insignia (figura 14).

Figura 10. *Ejes X, Y y Z.*



Nota: Imagen tomada de (shutterstock.com, 2024)

Link para ver todas las actividades de la app en uso: https://youtu.be/8kRvsWryzew

5.2 REGISTRO EN LA APLICACIÓN

Una vez instalada la aplicación, el estudiante encuentra una primera interfaz con un único botón: "INICIAR" (figura 11a), luego se le presenta una interfaz que solicita escribir Nombre y Apellido, así como un menú desplegable que le solicita identificar en que curso estudia (1101 grupo control, 1102 grupo experimental) (figura 11b), y una tercera opción llamada "invitado" para que por allí ingresen pares académicos, que han ayudado a refinar detalles de las interactividades. Luego aparece un

botón con la flecha “siguiente” en la parte inferior derecha, que se usa para ingresar a las actividades AR (figura 11c).

Figura 11a, 11b y 11c. *Interfaces de bienvenida y datos del estudiante.*



5.3 INTERFAZ DE ACTIVIDADES

Una vez ha ingresado los datos de identificación el usuario, encuentra una interfaz que le ofrece 5 actividades (figura 12), que deben irse superando en orden secuencial.

Figura 12. *Ejemplo de estudiante que obtuvo las primeras dos insignias, pero lleva el 67% de la tercera actividad y aún no obtiene la insignia correspondiente.*



En esta misma pantalla irá acumulando y visualizando las 5 insignias resultado de su proceso personal en la aplicación y de acuerdo con las sesiones de trabajo, así como podrá ver el porcentaje de obtención de cada reto planteado (figura 13). La meta es obtener el 100 por ciento de cada una de las 5 actividades en RA como se ve en la figura 14. Cada uno de los retos AR va mostrando el progreso del estudiante en cada reto, y una vez completado las insignias obtenidas le irán mostrando el progreso general.

Figura 13. *Ejemplo de estudiante que obtuvo las primeras dos insignias, pero lleva el 67% de la tercera actividad y aún no obtiene la insignia correspondiente.*



Figura 14. *Interfaz del estudiante que ya obtuvo todas las insignias.*



5.4 INSTRUCCIONES PARA MANIPULAR LA RA

Al ingresar a la actividad 1 (o a cualquier actividad) por primera vez el usuario recibirá un recorrido básico de 7 pasos: los primeros tres pasos (figura 15a, 15b y 15c) le explican como escanear una superficie de trabajo (preferiblemente un escritorio o una mesa), luego el sistema detecta dicha superficie y se genera un plano punteado, luego se genera una previsualización del sólido. Una vez suceda lo anterior el estudiante tiene la posibilidad de modificar con dos dedos el tamaño (figura 16) del sólido, luego puede rotarlo sobre su propio eje (figura 17) deslizando horizontalmente un dedo y finalmente puede modificar la altura del sólido ya redimensionado (figura 18) deslizando verticalmente un dedo. Finalmente, la séptima interfaz de instrucciones (figura 19) explica al estudiante como, a través de 3 iconos adicionales (que se activan en la parte superior derecha), se tiene la opción de borrar el sólido activo para luego reestablecerlo, reubicarlo o configurar sus características comenzando de nuevo, con el segundo icono adicional es posible reiniciar el escaneo de una superficie diferente, y finalmente un tercer icono adicional ubicado en la zona inferior derecha permite aprobar todos los cambios aplicados, fijar el sólido en el espacio virtual aumentado y continuar para iniciar el reto respectivo.

Figura 15. *Modificar tamaño pellizcando pantalla o separando dos dedos.*

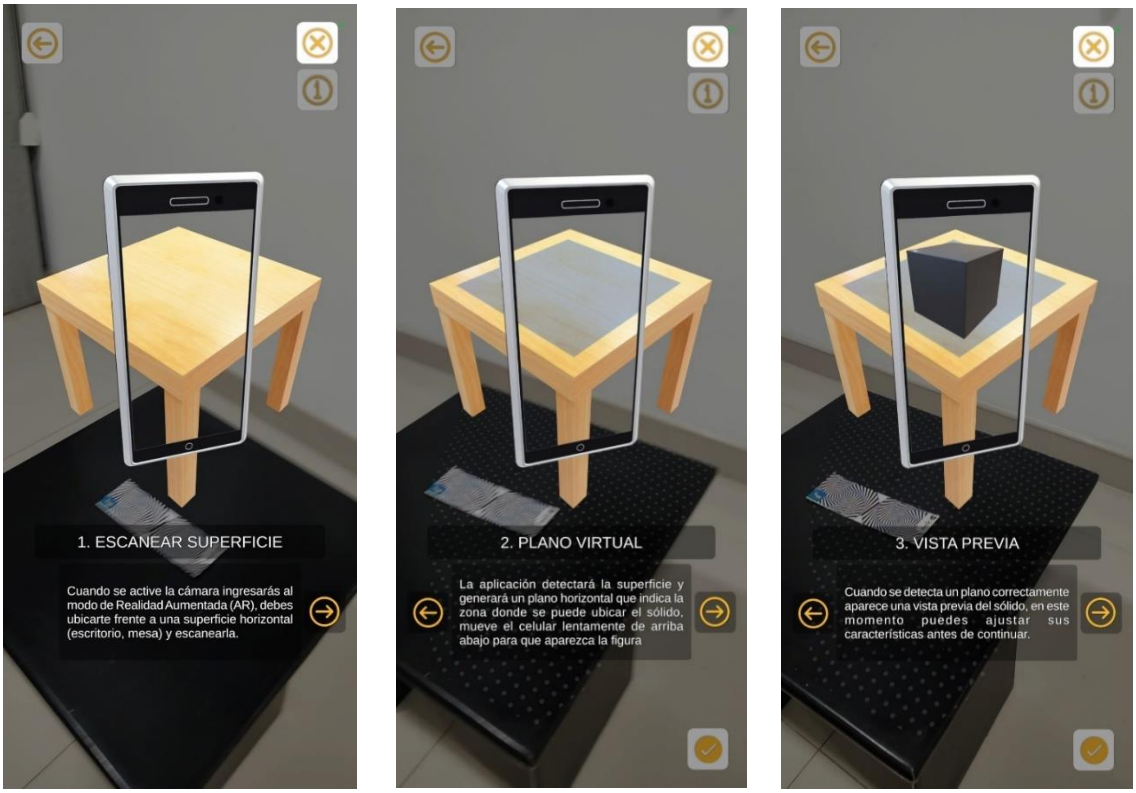


Figura 16. *Modificando tamaño juntando o separando dos dedos.*

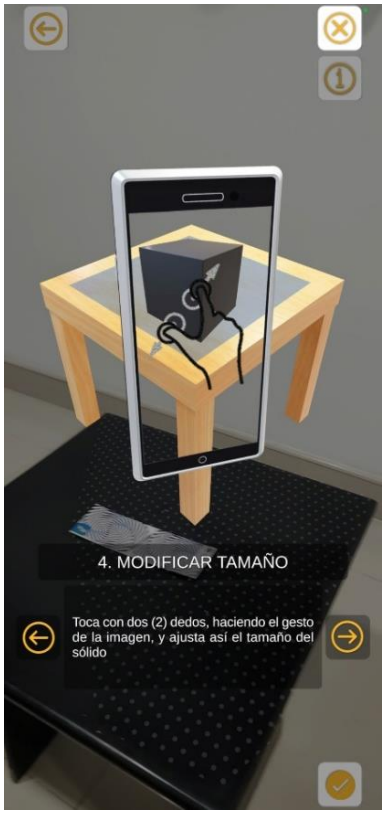


Figura 17. *Modificar tamaño moviendo horizontalmente un dedo.*

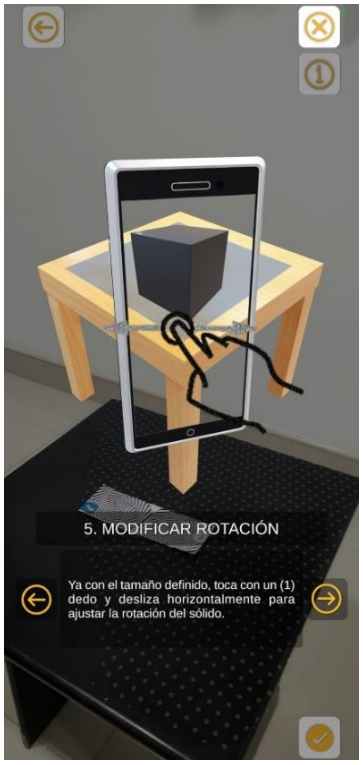


Figura 18. *Modificar altura moviendo verticalmente un dedo.*

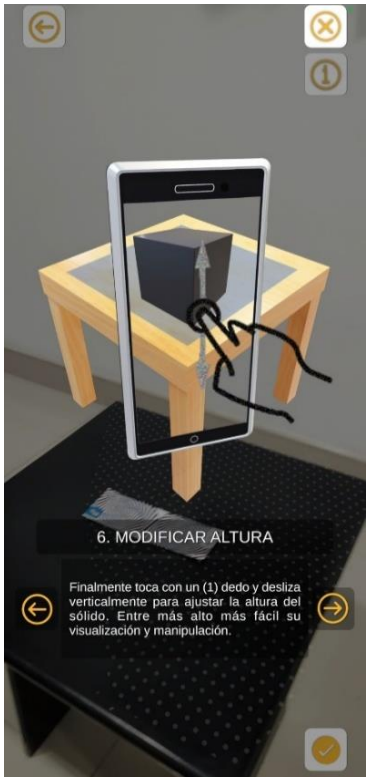
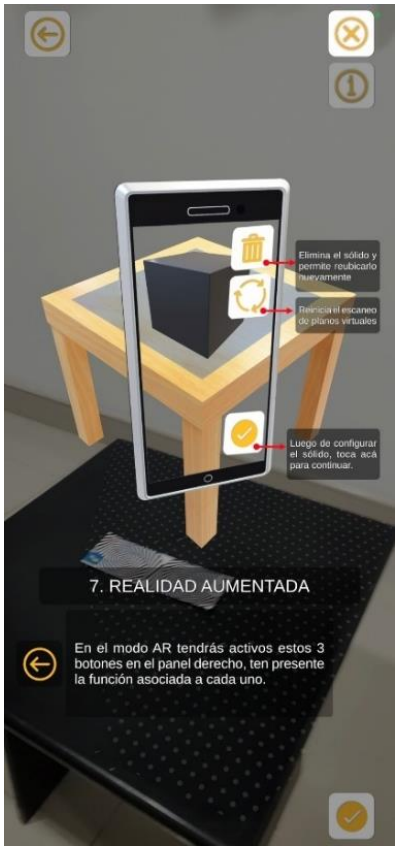


Figura 19. *Botones adicionales para reestablecer el plano y sólido.*



5.5 DISEÑO DE LAS INSIGNIAS

Robbins y Coulter (2005) citados por Alvarez (2012) proponen que

> *"los símbolos y recompensas de éxito son el motivante primordial de quienes poseen motivación alta de logro, el interés por la eficiencia y por la eficacia en la búsqueda de soluciones a los problemas. Así, buscan retroalimentación como mecanismo de alcance de metas de mejoramiento".*

Dentro del planteamiento pedagógico y motivacional de la aplicación, el estudiante ira obteniendo y acumulando insignias cuando complete cada una de las 5 actividades propuestas en AR, éstas fueron diseñadas manteniendo un mismo lenguaje en cuanto a forma, color y detalles, con números romanos, puntas y demás, excepto la insignia final que es una estrella de 5 puntas que procura reflejar y recoger el esfuerzo sumado de las 5 actividades finalizadas.

Thrash y Elliot (2002) citados por Alvarez (2012), sugieren que "la necesidad de logro es buena en ambientes que la favorecen, agregando así un aspecto contextual a la misma".

Figura 20. *Insignias como apoyo motivacional.*



Figura 21a, 21b y 21c. *Proceso de obtención de las insignias como apoyo motivacional.*



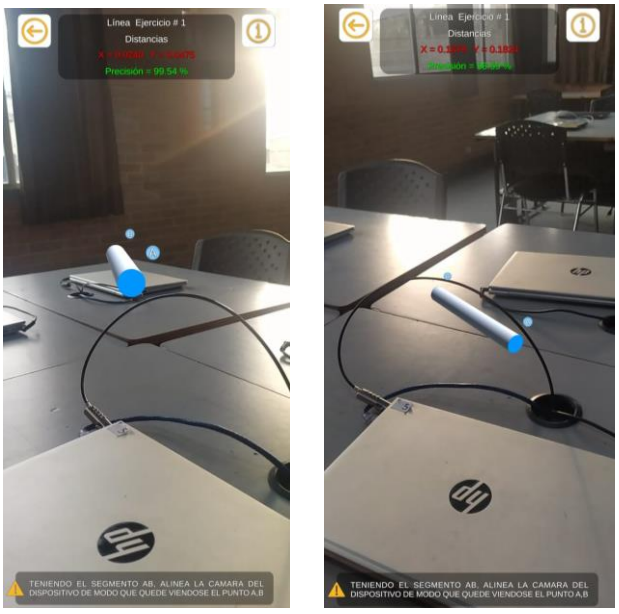
5.6 ACTIVIDAD RA 1: VER UN SEGMENTO DE RECTA COMO UN PUNTO

En esta primera actividad, una vez escaneado el plano, aparece en pantalla el segmento de recta AB, con cada extremo debidamente señalizado y limitado por los puntos A y B. Luego de dimensionar tamaño y altura, el estudiante debe completar el primer reto tridimensional tocando el botón ubicado en la parte inferior derecha llamado “INICIAR RETO”, así mismo puede reiniciar el escaneo con el botón de la parte superior derecha con un icono de una caneca (figura 22). Luego, como se aprecia en la figura 23, el enunciado del reto reza así: “Teniendo el segmento AB, alinea la cámara del dispositivo de modo que quede viendose el punto A,B.”

Figura 22. *Segmento AB afincado en el espacio, con 2 opciónes: iniciar reto o reiniciar escaneo.*



Figura 23. *Reto 1 AR iniciado.*



Cuando el reto es superado aparece un aro verde, y en la parte inferior derecha aparece la flecha que indica pasar a la siguiente parte del reto. En la figura 24 se aprecia como el aro verde, con centro en la mitad del segmendo AB esta indicando que el reto ya se superó 1 vez, en el eje horizontal X, ahora se prosigue al mismo reto, esta vez será en el eje horizontal Z (figura 25a y 25b).

Figura 24. *Reto AR 1 superado en el eje horizontal X.*

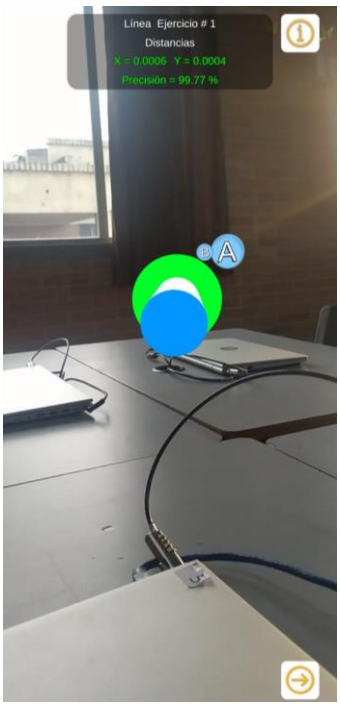
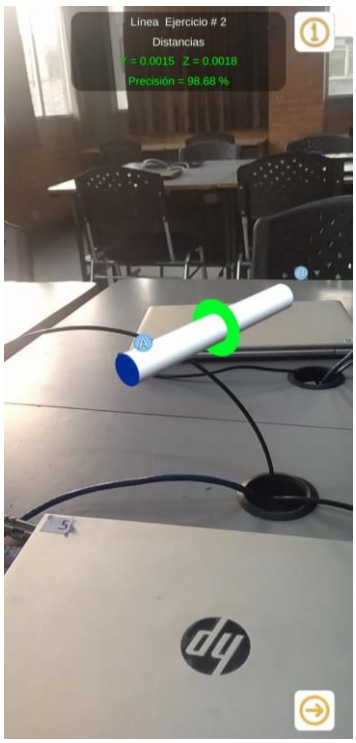
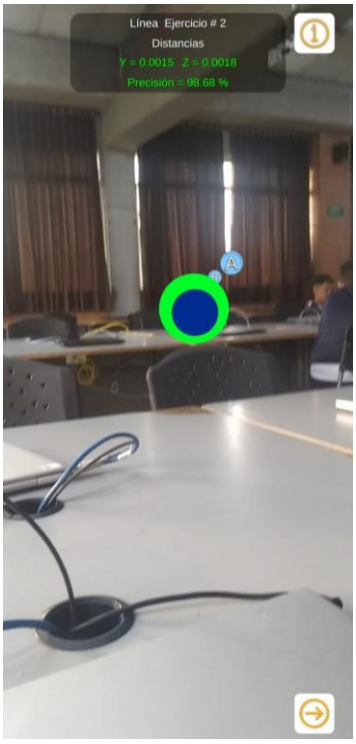


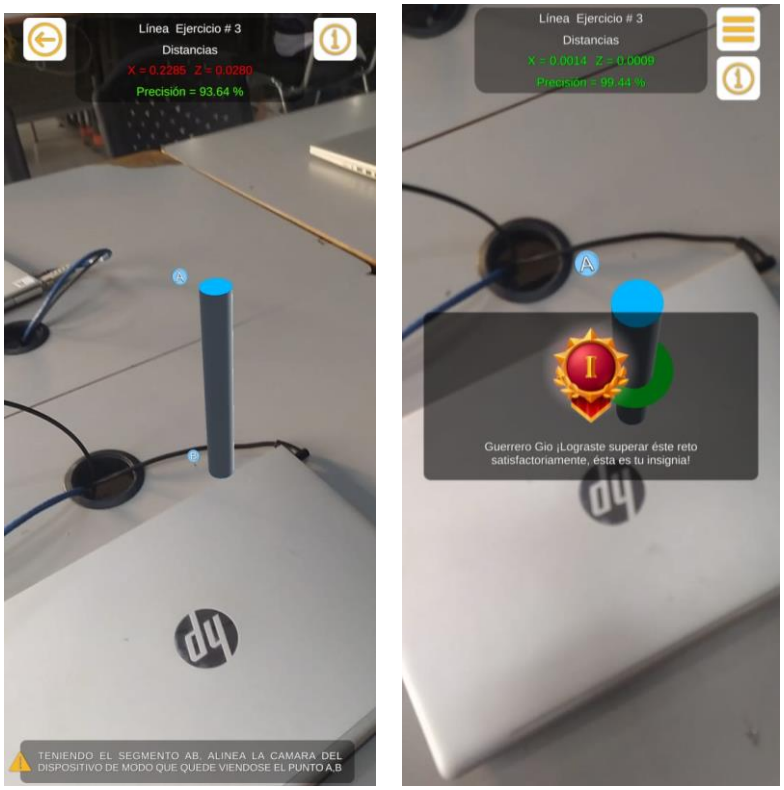
Figura 25a y 25b. *Reto AR 1 superado en el eje horizontal Z.*





Despues de superar el reto en el eje horizontal Z, se prosigue a completar el tercer y ultimo reto del de la actividad AR 1 en el eje vertical Y (figura 26a), y asi conseguir la primera insignia (figura 26b)

Figura 26a y 26b. *Primera insignia obtenida luego de completar el reto AR en el eje vertical Y.*



5.7 ACTIVIDAD RA 2: VER UN PLANO COMO UNA LÍNEA

En esta actividad, una vez escaneado el plano del escritorio, aparece en pantalla el plano cuadrado ABCD, con cada vértice debidamente señalizado. Luego de dimensionar tamaño y altura, el estudiante debe completar el segundo reto tridimensional tocando el botón ubicado en la parte inferior derecha llamado “INICIAR RETO”, así mismo puede reiniciar el escaneo con el botón de la parte superior derecha con un icono de una caneca (figura 27a y 27b). Luego el enunciado del reto reza así: “Teniendo el plano ABCD, alinea la cámara del dispositivo de modo que quede viéndose los segmentos A,D y B,C.”

Figura 27a y 27b. *Plano ABCD original y plano redimensionado y afincado en el espacio*

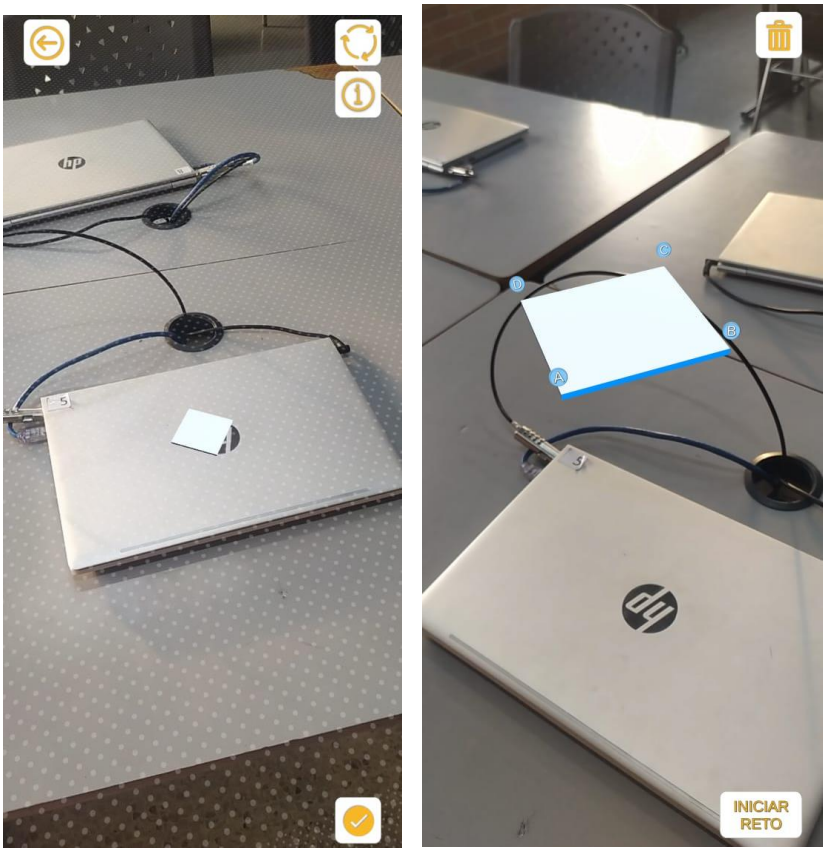


Figura 28. *Reto AR 2 superado en el eje horizontal X.*

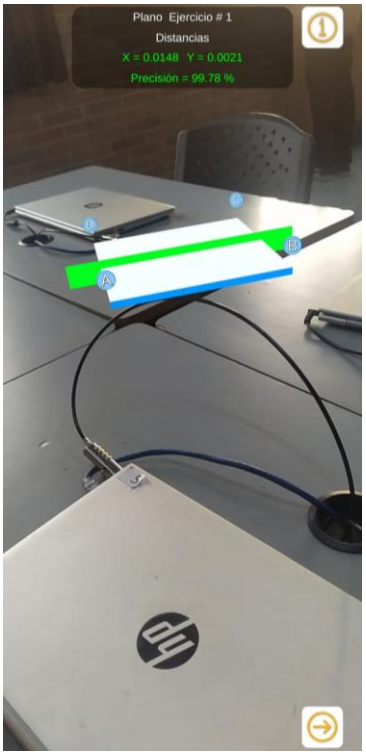
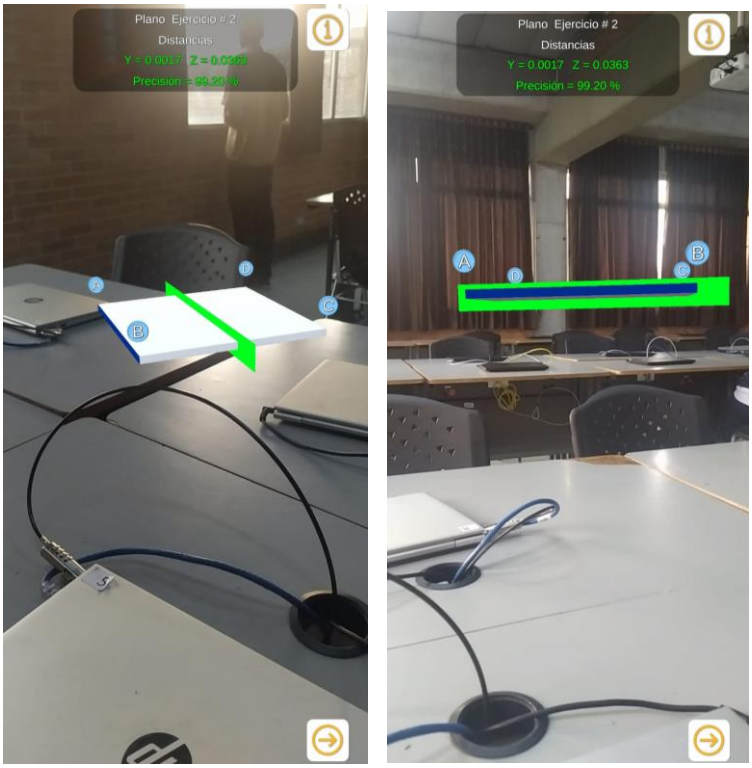
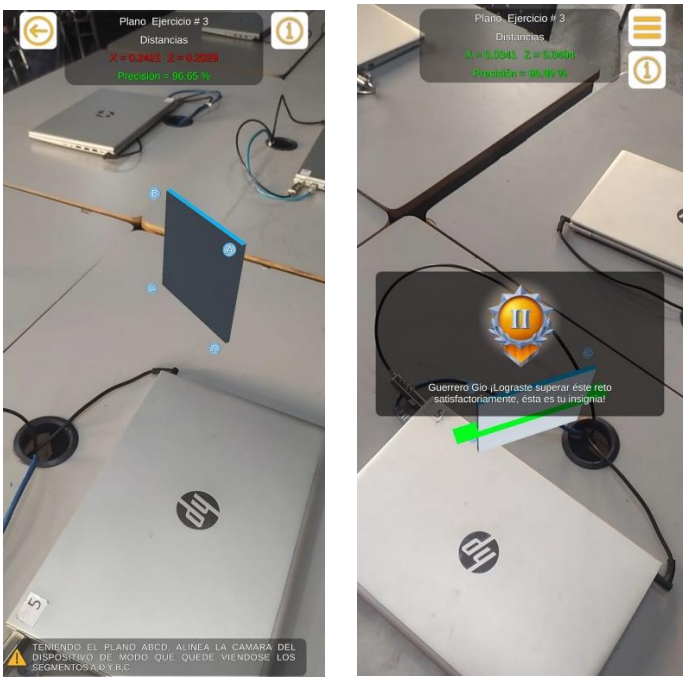


Figura 29a y 29b. *Reto AR 2 superado en el eje horizontal Z.*



Finalmente, al superar el reto AR 2 tres veces, siendo la última en el eje vertical Y (figura 30a) se obtiene la segunda insignia (figura 30b).

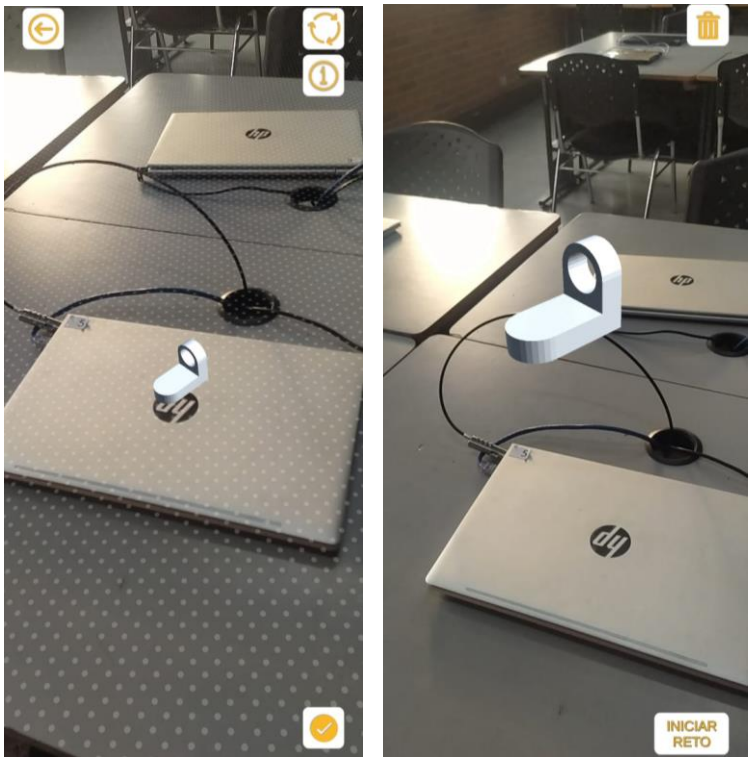
Figura 30a y 30b. *Insignia obtenida por completar el reto AR 2 por tercera vez, esta vez en el eje vertical Y.*



5.8 ACTIVIDAD RA 3: IDENTIFICAR EN UN SÓLIDO SUS 3 VISTAS PRINCIPALES (PASAR DE 3D A 2D)

En esta actividad, una vez escaneado el plano del escritorio o de la superficie de trabajo, aparece en pantalla un sólido, con detalles específicos pensados para identificar elementos formales como vacíos, planos curvos, líneas invisibles, concavidades, aristas, vértices, etc. Luego de dimensionar tamaño y altura del sólido el estudiante debe completar el tercer reto tridimensional tocando el botón ubicado en la parte inferior derecha llamado "INICIAR RETO"(figura 31a y 31b), así mismo puede reiniciar el escaneo con el icono de la parte superior derecha. Luego el enunciado del reto reza así: primera parte del reto en el eje horizontal X: "*Ubica la cámara del dispositivo de modo que quede alineada con la vista lateral derecha (amarilla) del sólido".* Segunda parte del reto en el eje horizontal Z: *"Ubica la cámara del dispositivo de modo que quede alineada con la vista frontal (verde) del sólido*". Y final parte del reto en el eje vertical Y: *"Ubica la cámara del dispositivo de modo que quede alineada con la vista superior (roja) del sólido".*

Figura 31a y 31b. *Sólido original y sólido redimensionado y afincado en el espacio.*

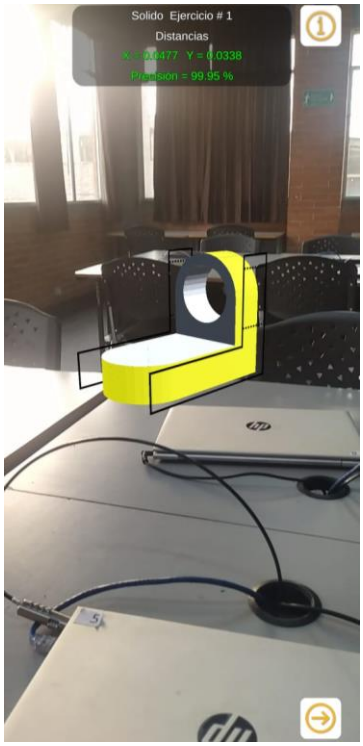


Ahora en el sólido se colorea de amarillo la zona correspondiente a las vistas laterales (Figura 32a). Cuando el estudiante alinea correctamente la cámara del celular con la vista lateral derecha aparece como retroalimentación la proyección lateral en líneas y puntos, nótese que se aprecian las líneas punteadas que indican la existencia de la concavidad circular (Figura 32b). En la parte superior centrado aparecerá el progreso que lleva de la siguiente manera: "Sólido ejercicio # x", siendo x equivalente a 1, 2, o 3 según el avance.

Figura 32a. *Sólido con las zonas laterales coloreadas en amarillo.*



Figura 32b. *Sólido con las zonas laterales en amarillo y sus proyecciones ortogonales luego de superar el reto.*



Una vez lograda la identificación de la lateral derecha y la alineación con la cámara del celular, en el sólido se colorea de verde la zona correspondiente a las vista frontal (figura 33a y 33b). Cuando el estudiante alinea correctamente la cámara del celular con la vista frontal aparece como retroalimentación la proyección de la vista ortogonal (Figura 33c y 33d).

Figura 33a y 33b. *Segunda parte del reto RA 3.*

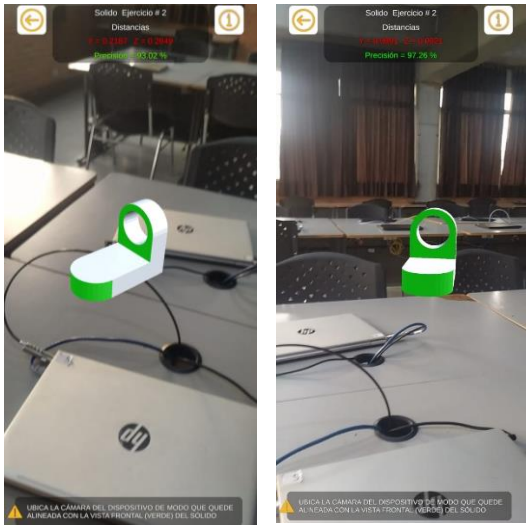
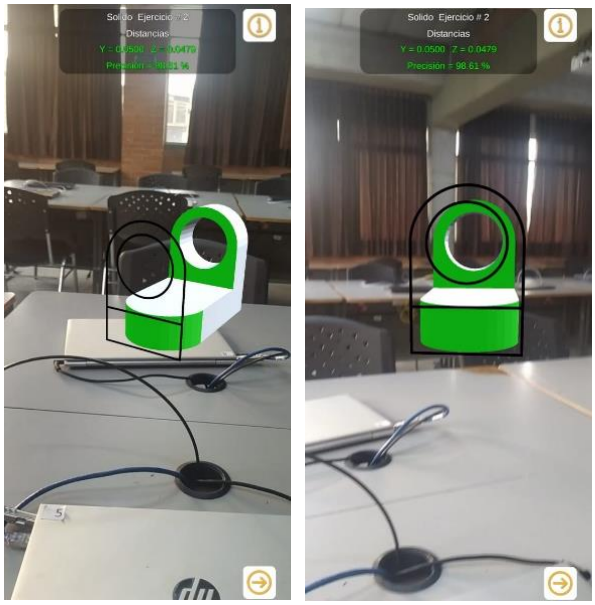
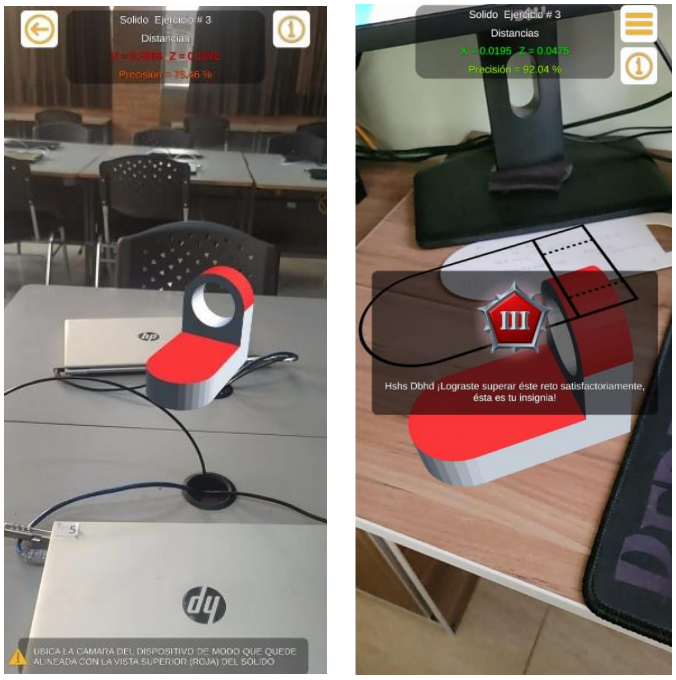


Figura 33c y 33d. *Reto RA 3 con proyección ortogonal a modo de retroalimentación.*



Una vez lograda la identificación de la vista frontal y la alineación con la cámara del celular, en el sólido se colorea de la zona roja correspondiente a las vista superior (figura 34a). Cuando el estudiante alinea correctamente la cámara del celular con la vista superior como retroalimentación aparece la proyección de la vista ortogonal y se obtiene la tercera insignia. Nótese que aquí al igual que en la vista lateral, se aprecian las líneas punteadas que indican la existencia de la concavidad cilíndrica (figura 34b).

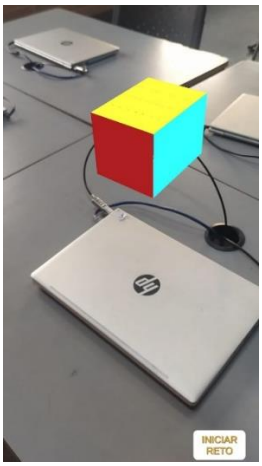
Figura 34a y 34b. *Insignia obtenida por completar el reto AR 3 por tercera vez, esta vez en el eje vertical Y.*



5.9 ACTIVIDAD RA 4: 10 EJERCICIOS DE PRÁCTICA (PASAR DE 2D A 3D)

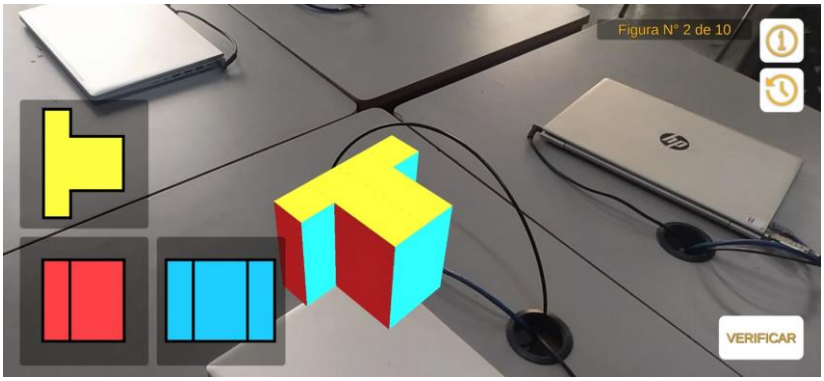
Esta actividad es la que más tiempo toma en ser resuelta, son 10 ejercicios específicos, y busca afianzar la competencia general de configurar mentalmente solidos a partir de proyecciones ortogonales, es decir pasar del 2D al 3D, aquí el estudiante debe manipular un ladrillo compuesto por defecto por doce unidades cubicas (Figura 35), organizados en un sólido así: Altura = 3 unidades, Largo = 3 unidades y Profundidad = 4 unidades, y las caras vienen coloreadas de la siguiente manera: Superior en amarillo, Frontal en rojo y Lateral Derecha en Azul.

Figura 35. *Solido listo para ser intervenido y modificado al tacto.*



Luego de iniciar el reto, en el celular aparece la indicación de rotar 90° el celular en sentido contrario a las manecillas del reloj, luego con el sólido aumentado hay que ir tocando las unidades cubicas para que desaparezcan una a una, hasta configurar la forma final solicitada (figura 36). Si por error se toca un cubo que no se quería tocar y este desaparece, con el icono ubicado en la parte superior derecha es posible regresar un paso, y que así reaparezca ese último cubo, lo anterior para no tener que empezar de nuevo cada vez que se toque un cubo por error. Cuando aparece la primera de diez figuras hay que irse moviendo alrededor del solido aumentado e ir tocando los cubos que se deben eliminar (figura 37a) para desbloquear la siguiente figura (figura 37b).

Figura 36. *Ejemplo de sólido siendo modificado manualmente al tocar sus unidades cubicas.*



En la parte superior derecha se verá el progreso de la siguiente manera: Figura N° x de 10, siendo x el número (del 1 al 10) de la figura que está resolviendo y desbloqueando cada paso.

Figura 37a y 37b. *Primeras 2 figuras solucionadas con el respectivo mensaje motivacional.*





Si la forma del sólido no se ha configurado correctamente (figura 38), no se le permite avanzar a la siguiente, y aparecerá un mensaje en pantalla con algunas pistas y consejos, recordándole que puede volver a empezar el reto y cada sólido cuantas veces los necesite.

Figura 38. *Sólido que no ha sido correctamente resuelto y aviso con apoyo motivacional.*



Cada sólido ha sido diseñado con intenciones específicas de repaso y de reto cognitivo de percepción espacial, el sólido No. 8 (Figura 39a), por ejemplo, solo puede ser resuelto si el estudiante tiene claro que las líneas punteadas de las proyecciones de las 3 vistas principales corresponden a un cubo faltante que solo puede ser quitado tocando el centro de la cara posterior (figura 39b).

Figura 39a. *Figura 8 de 10 con énfasis en las líneas punteadas de las proyecciones ortogonales.*



Figura 39b. *Figura 8 de 10 vista, y solucionada desde la cara posterior.*

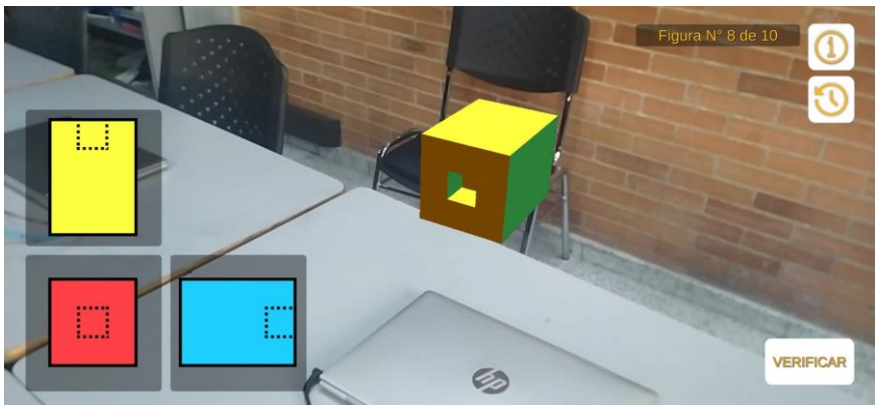


Figura 40. *Reto AR 4 superado e insignia obtenida con mensaje motivacional.*



5.10 ACTIVIDAD RA 5: EXAMEN INTERACTIVO

Esta actividad final consta de son 5 preguntas específicas, y busca afianzar la competencia general de identificar las proyecciones ortogonales a partir del sólido entregado en RA, es decir pasar del 3D al 2D. El MEN (2022) nos habla de como “la evaluación está ligada a la retroalimentación frecuente durante el juego de manera que se vea el avance; debe definirse a partir de las competencias que se esperan observar y evidenciar en las y los estudiantes.” Se busca aquí también validar el conocimiento adquirido por el estudiante, a fin de establezcamos el nivel de apropiación de pensamiento algorítmico básico requerido para la toma de decisiones consientes y subconscientes (anexo 1). En ese sentido, en esta AR evaluativa, una vez escaneado el plano del escritorio, aparece en pantalla un sólido, con detalles específicos pensados para identificar elementos formales como vacíos, planos curvos, líneas invisibles, concavidades, aristas, vértices, etc. Luego de dimensionar tamaño y altura del sólido el estudiante debe tocar el botón ubicado en la parte inferior derecha llamado “INICIAR RETO” (figura 41), así mismo puede reiniciar el escaneo con el icono de la parte superior derecha. Luego aparece el primero de cinco sólidos, y aquí el estudiante debe seleccionar una única respuesta de entre cuatro posibles (tal como en el test de habilidades perceptuales diferenciales TAD PAT internacional). Para lograrlo el estudiante tendrá la opción de girar alrededor de la figura, incluso de alinearse exactamente con la cara de la proyección ortogonal que se le está preguntando (figura 42a y 42b).

En la parte superior aparecerá centrado el progreso que lleva de la siguiente manera: “Pregunta *X*”, siendo x equivalente a 1, 2, 3, 4 o 5. Lo anterior siguiendo las recomendaciones de apoyo motivacional de nuestra investigación. (figura 42a y 42b).

Figura 41. *Solido afincado en el espacio, con la flecha apuntando en dirección de la vista que se solicita identificar.*

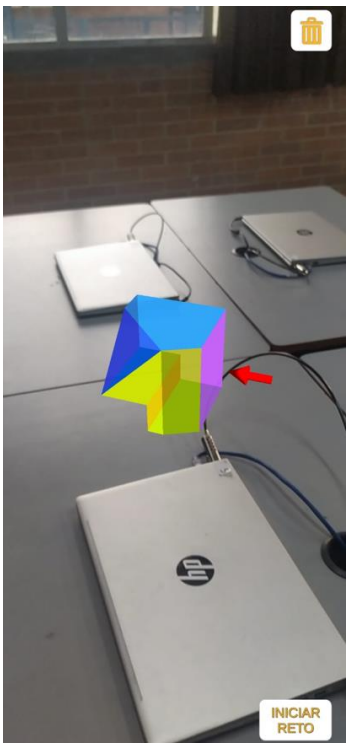
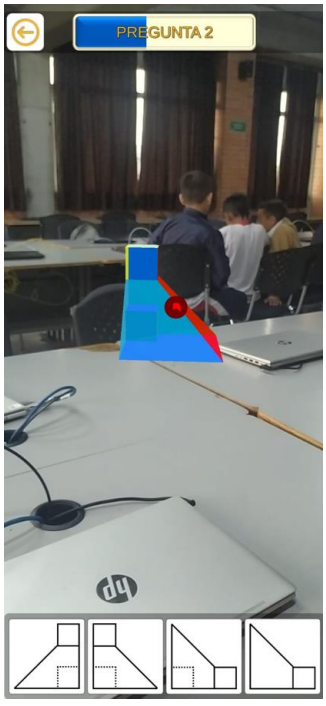


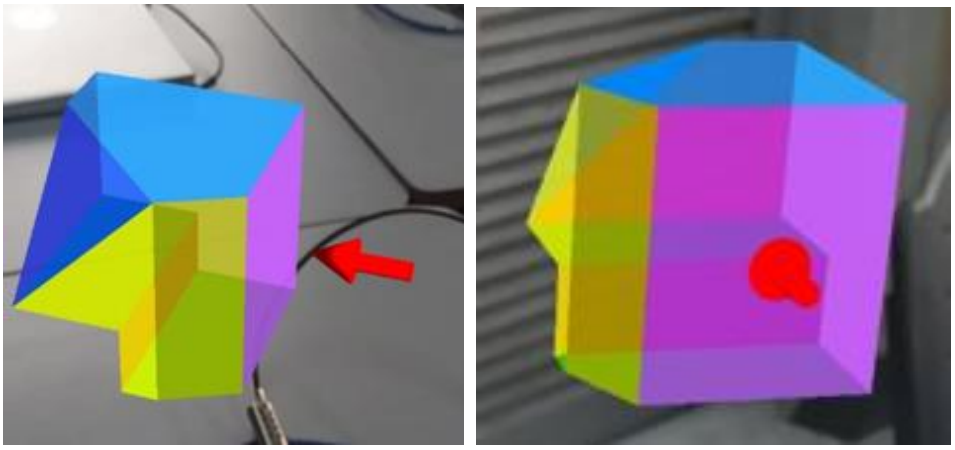
Figura 42a y 42b. *Solidos con sus opciones de respuesta.*





De acuerdo con el MEN (2022) y sus sugerencias de evaluación en la educación tecnológica “se espera que una evaluación del aprendizaje a través del producto tecnológico amplíe en la niña, niño o adolescente su capacidad como usuario de estos, pero, además, su capacidad de reflexión crítica frente a las manifestaciones tecnológicas”. En ese sentido, toda la aplicación, y en especial los sólidos fueron modelados en software especial 3D con parámetros pedagógicos y técnicos muy específicos: Aparte de las formas, aristas, planos horizontales, planos oblicuos, concavidades, etc. que configuran retos mentales de apreciación de la forma en el espacio básicos para medir el nivel de PE y de logro de aprendizaje de PO, también se tuvieron en cuenta los materiales del solido aumentado, sus colores y sus transparencias específicas, en la búsqueda de ayudar a entender la visualización de la mayoría de las caras posibles del mismo sólido con el menor número de procesos cognitivos, si observamos las figuras 43a y 43b vemos cómo es posible entender la composición y accidentes formales del sólido de manera completa sin moverse alrededor de él, los colores de cada plano yuxtapuesto se recombinan ofreciendo información de profundidad y las finas capas que se sobreponen entre sí, buscan ofrecer una mejor comprensión a partir de la interfaz aumentada, en definitiva esto solo sería posible con el aporte de la RA de la mano de los programas de modelado 3D.

Figura 43a y 43b. *Detalle de transparencias y diseño del solido*



Cuando el estudiante responde correctamente cada una de las 5 preguntas, aparece un símbolo de “logrado” en verde dentro de un círculo verde (figura 44), vemos aquí también que, si es el primer acierto, el estudiante recibe en pantalla una retroalimentación adicional que le indica que acaba de obtener 1 punto, y lo insta a continuar hasta finalizar, contándole de paso que al finalizar encontrará un video con la explicación de cada una de las preguntas, con lo cual se busca generar expectativa de éxito en el estudiante.

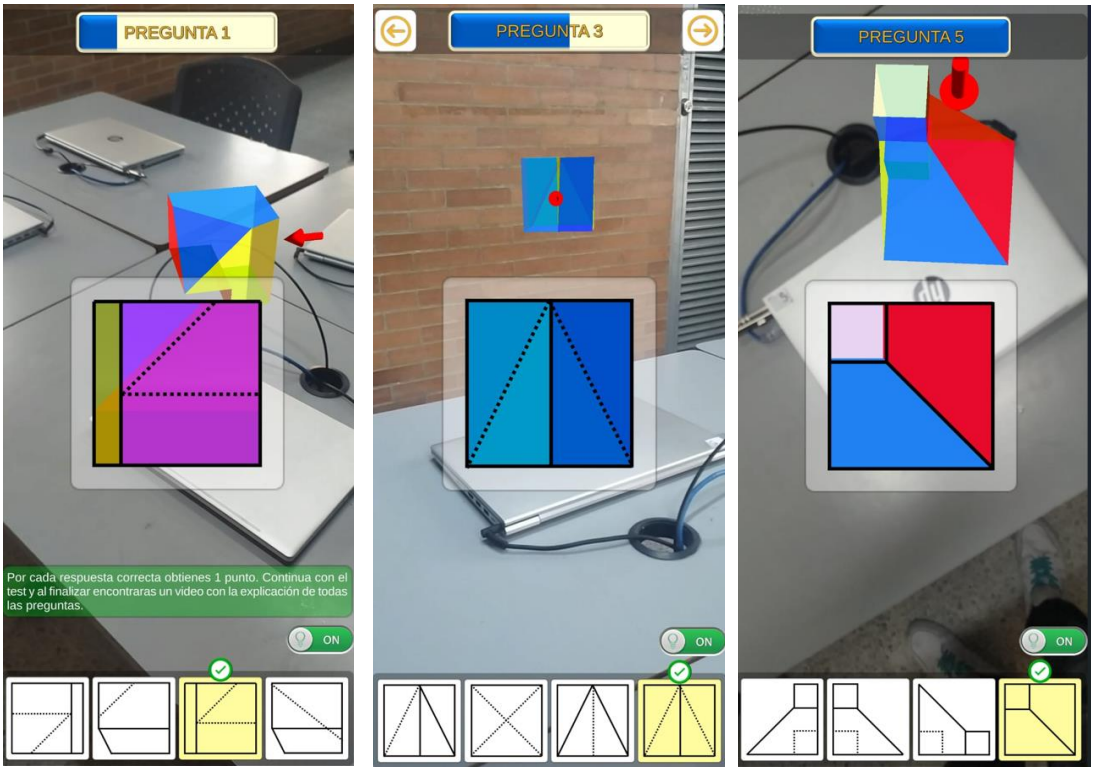
También tenemos en la zona inferior derecha detalle de la “retroalimentación prendida” (figuras 45ª, 45b y 45c), éste es un mecanismo ideado con fines de verificación y mejora del aprendizaje, así como apoyo motivacional, pues según Belland, Kim, y Hannafin (2013) ayuda a favorecer la motivación hacia el aprendizaje al “Promover Objetivos de Dominio” mediante la estrategia de “proporcionar y promover comentarios informativos”. Ahora bien, en la figura 45a la imagen de

retroalimentación no está alineada con la cara requerida, pero en la figura 45b y 45c se evidencia como el estudiante puede usar la retroalimentación para alinear la cámara con el sólido, y al hacer coincidir lo que está viendo, puede comparar elementos como: líneas punteadas, aristas, colores, etc. Todo esto con el fin de que no solo se esté evaluando un resultado, más que eso, aquí la RA le está brindando una oportunidad de repaso y de comprensión en tiempo real de lo que está viendo y haciendo.

Figura 44. *Apoyos motivacionales mediante comentarios informativos y felicitaciones por los éxitos.*



Figura 45a, 45b y 45c. *Feedback prendido.*

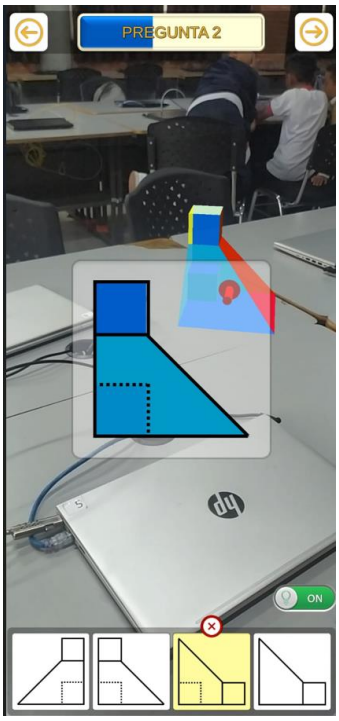


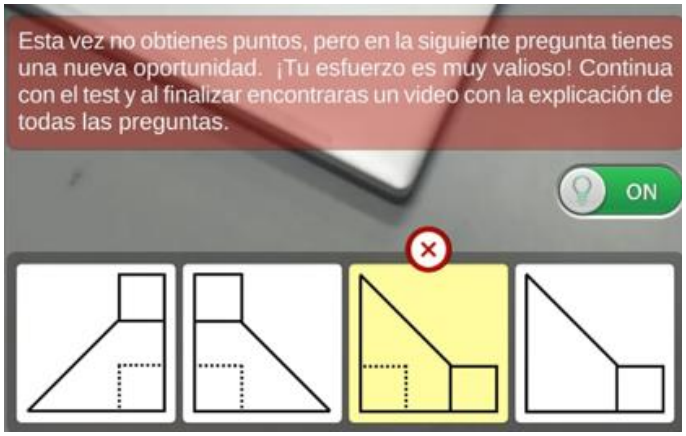
Por ejemplo, cuando el estudiante no responde correctamente el sistema marca la respuesta errónea con una X roja dentro de un círculo rojo (Figura 46b), el software emite un mensaje en letras

blancas sobre fondo rojo, que le informan que no obtuvo puntos, pero le hace un pequeño refuerzo motivacional: le recuerda que aún tiene varias oportunidades de responder las siguientes preguntas, que su esfuerzo es muy valioso, y que al final encontrará un video explicando meticulosamente el proceso de solución a cada pregunta. Todo lo anterior ayuda además a favorecer la motivación hacia el aprendizaje al "Promover Objetivos de Dominio" mediante la estrategia de "proporcionar y promover comentarios informativos".

Al responder mal la pregunta, pero teniendo la retroalimentación prendida, el estudiante tiene oportunidad de verificar, moviéndose alrededor del sólido, cuál fue su posible error de interpretación y no quedar así con mayores dudas sobre el reto.

Figura 46a y 46b. *Apoyos motivacionales mediante comentarios informativos.*





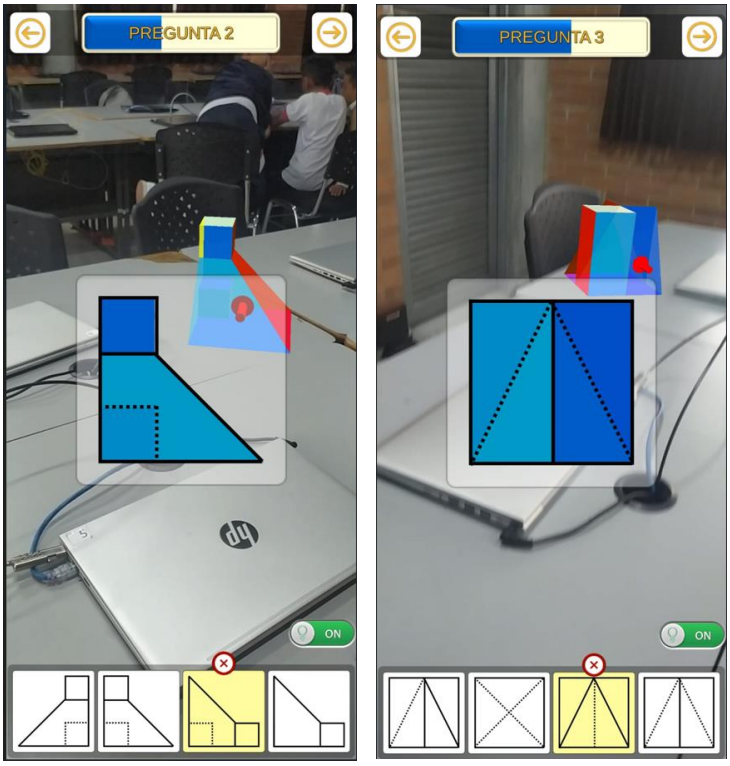
Ahora bien, si el estudiante no desea la retroalimentación, puede apagarla (figura 47) deslizando el botón dispuesto para tal fin en la parte inferior derecha.

Figura 47. *Retroalimentación apagada.*



Sin embargo, si el estudiante respondió mal una pregunta (figura 48 a y 48b), encendiendo la opción de retroalimentación, aún tiene la posibilidad de verificar detalles del sólido y de su respuesta, moviéndose alrededor del sólido hasta que, con la cámara alineada, pueda comparar líneas, puntos, vértices, colores, etc.

Figura 48a y 48b. *Respuestas equivocadas y feedback como apoyo motivacional y cognitivo.*



Así mismo antes de responder, el estudiante tiene la posibilidad de moverse alrededor del sólido, y alineando la cámara con la cara del sólido, entender mejor su composición y la pregunta misma se vuelve más sencilla de responder, pues ya no se le exige "imaginar" como se ve el sólido, ahora se le pide solamente "contrastar" lo que está viendo en pantalla; en el caso de la pregunta 4 de la RA 5 (figura 49a, 49b y 49c), se ve como la respuesta correcta es más fácil de identificar con este método, que solo es posible gracias la RA.

Figura 49a. *Pregunta 4 del AR 5.*

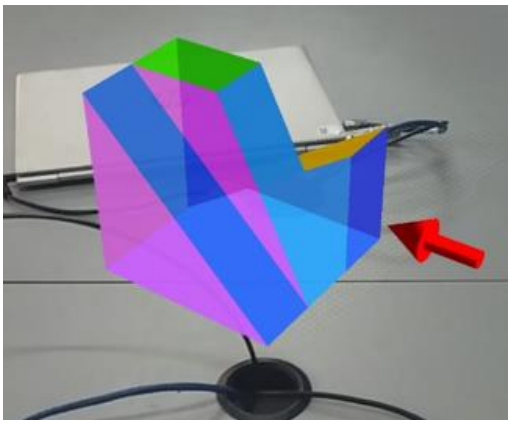
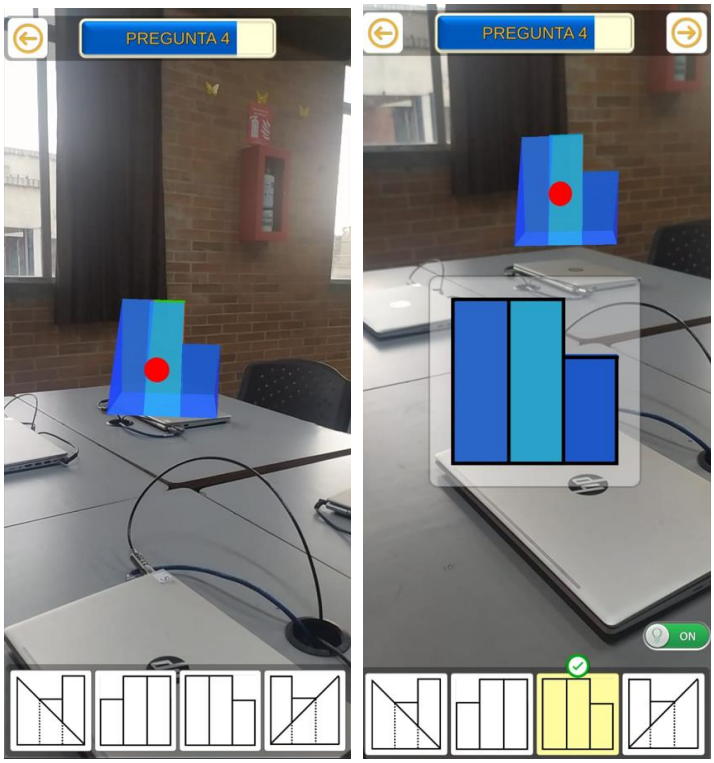


Figura 49b y 49c. *Sólido con y sin retroalimentación.*



De acuerdo con lo anterior, responder la pregunta se dificulta más cuando no existe la posibilidad de girar alrededor del sólido, es más complejo responder la pregunta cuando no podemos evaluar la figura desde el ángulo que necesitemos como se ve en la figura 50a, comparado con la figura 50b y 50c donde responder correctamente podría resultar ahora más sencillo.

Figura 50a. *Pregunta 3 del AR 5.*

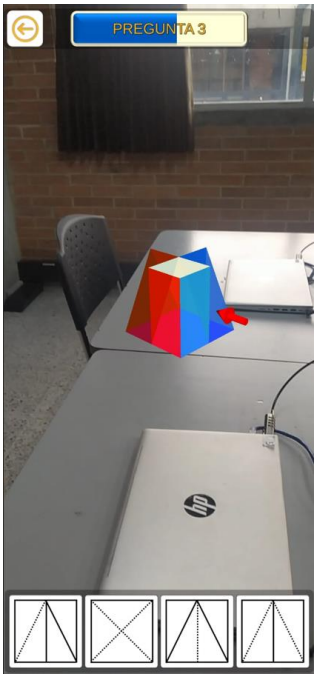
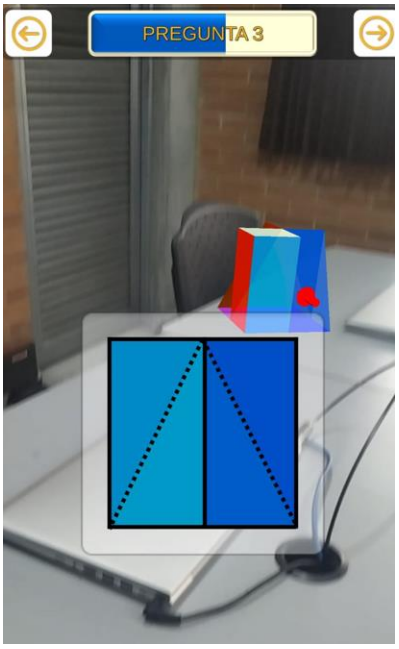
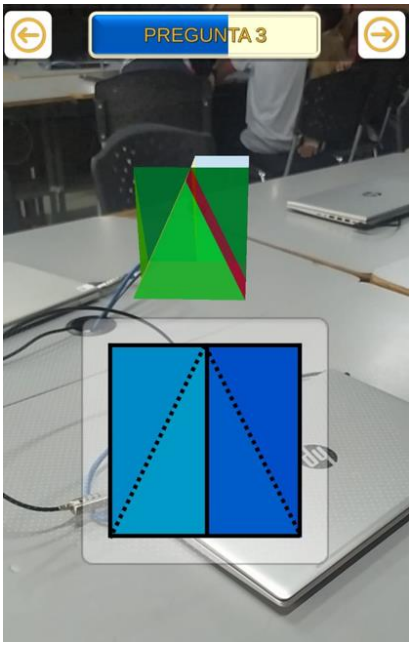


Figura 50b y 50c. *Pregunta 3 del AR 5 vista desde la cara frontal y posterior.*





Al finalizar las 5 preguntas, en la interfaz llamada “resultados” se le otorga al estudiante la insignia final, así como un informe del total de aciertos, y con una serie de instrucciones que buscan motivar, (figura 51), y luego se le envía a ver un video de retroalimentación (figura 52) que explica cada una de las figuras, para motivar al estudiante a través de la retroalimentación.

Figura 51. *Ejemplos de resultados de la actividad AR 5.*

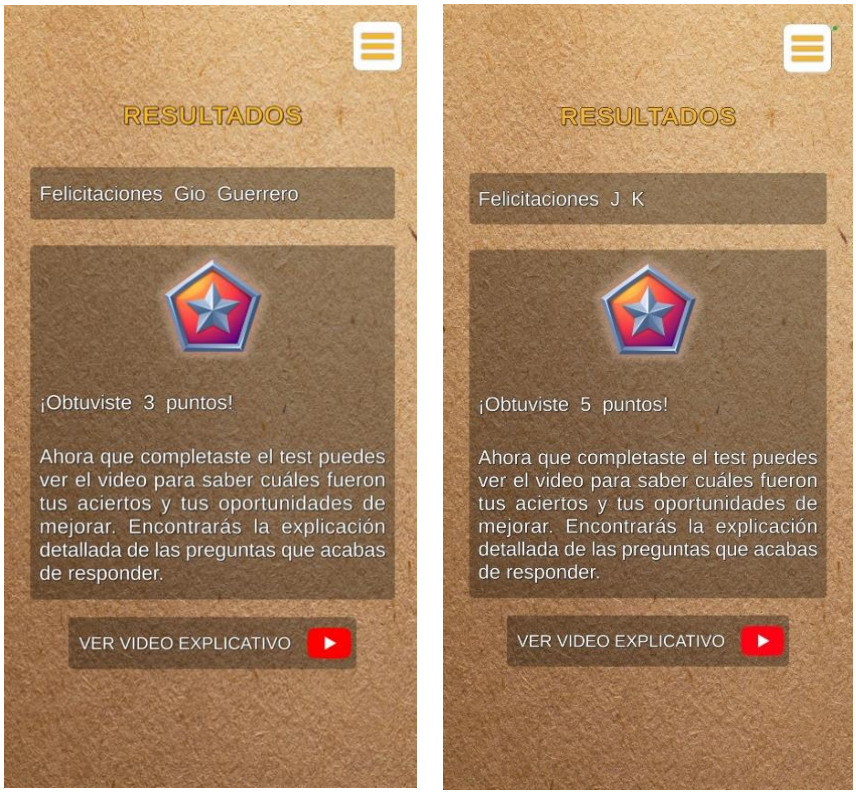
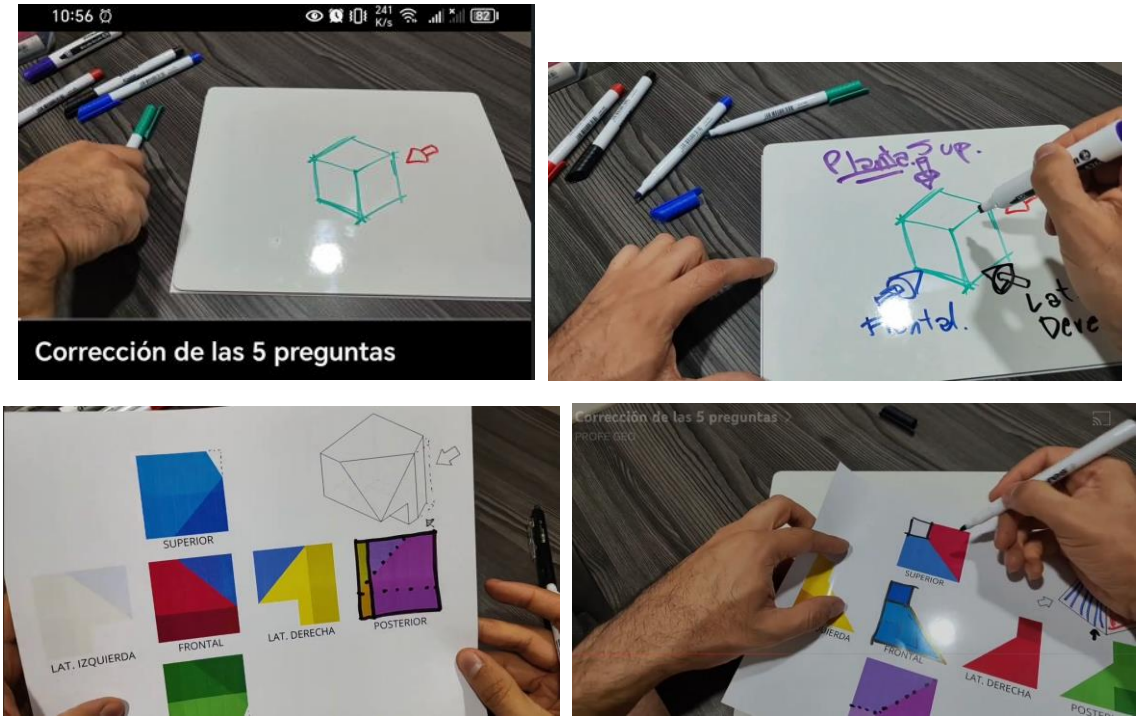
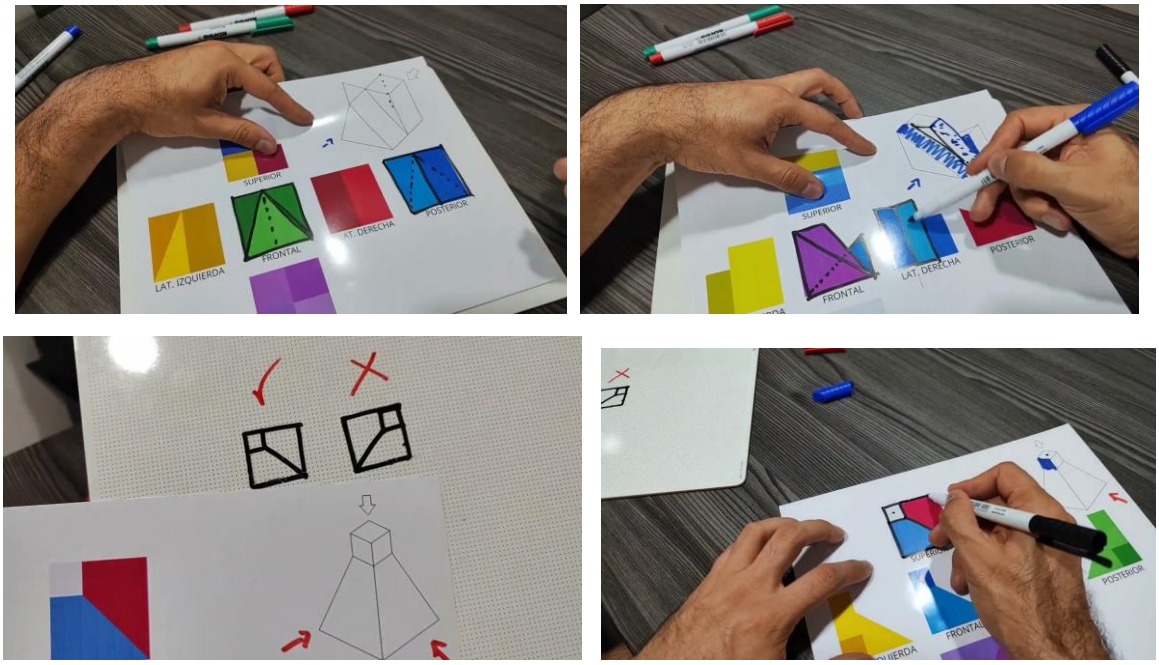


Figura 52. *Capturas del video explicativo en modo experto subido a YouTube.*





Link del video: https://youtu.be/DdmGah1yJ-U

Al finalizar el video, en la pantalla de avance general, el estudiante encontrará la quinta y última insignia otorgada ya fijada en un colección, así como el porcentaje de aciertos, por ejemplo, si tuvo 3 de 5 aciertos, encontrara un avance del 60% de la quinta actividad RA (figura 53), y si obtuvo 5 de 5 aciertos posibles, su avance reportado será de 100% (figura 4).

Figura 53. *Ejemplo de resultado con 3 aciertos en la última actividad RA.*



Figura 54. *Ejemplo de resultado con 5 aciertos en la última actividad AR*



6. DIMENSIONES Y FACTORES DE LA MOTIVACIÓN

En esta investigación se ha pretendido dar cuenta y establecer las relaciones de cada una de las dimensiones y factores de la motivación propuestas por el MSLQ, que mide un factor principal: "Motivación hacia el Aprendizaje" a través de 2 factores principales, cada uno con dos subfactores específicos, y a su vez 9 dimensiones como se aprecia en la tabla 2 y que están explicados individualmente a continuación.

Tabla 2. *Dimensiones y factores de la motivación hacia el aprendizaje. MSLQ Forma Corta.*

FACTOR PRINCIPAL	FACTOR ESPECÍFICO	DIMENSIÓN
ESCALAS DE MOTIVACIÓN	COMPONENTE DE VALOR	VALORACIÓN DE LA TAREA METAS DE ORIENTACIÓN
	COMPONENTE AFECTIVO	ANSIEDAD ANTE LOS EXAMENES
ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE	ESTRATEGIAS COGNITIVAS Y METACOGNITIVAS	ELABORACIÓN ORGANIZACIÓN AUTOREGULACIÓN DE LA METACOGNICIÓN Y DE LA CONDUCTA PENSAMIENTO CRÍTICO
	ESTRATEGIAS DE GESTIÓN DE RECURSOS	TIEMPO Y HÁBITOS DE ESTUDIO AUTOREGULACION DEL ESFUERZO

Nota: Tomado de Masso, Romero, Fonseca, y Gallego (2021)

6.1 VALORACIÓN DE LA TAREA

El valor del logro es fundamental para las decisiones de los estudiantes de participar en tareas de aprendizaje (Wang & Eccles, 2013).

> El valor del logro se mide en parte mediante la evaluación de la relevancia. Un estudiante que quiera ser jugador de fútbol profesional probablemente no considerará que la investigación de problemas de calidad del agua tenga valor de logro, pero un estudiante que quiera ser médico sí podría hacerlo. La clave aquí es conectar la tarea con los roles actuales de los estudiantes como ciudadanos y miembros de la familia, más que con una profesión en particular. (Belland et al., 2013).

Según Hidi (2006) "algunos estudiantes pueden tener un interés individual en un área particular, definido como una propensión duradera a buscar y disfrutar oportunidades para aprender sobre el contenido"; Belland et al. (2013) sostienen que "los estudiantes no percibirán el valor de la tarea al abordar los problemas simplemente en virtud de que los investigadores y profesores crean que los problemas y actividades auténticos (por ejemplo, argumentación, diseño) tienen valor". En complemento, según (Keller, 1987) citado por Belland et al. (2013):

> *"Es importante considerar estrategias de instrucción que establezcan el valor de la tarea, donde los diseñadores pueden establecer el interés situacional, un estado que se desarrolla a partir de la novedad y la complejidad de una situación, y que despierta la curiosidad de los*

estudiantes y los lleva a concentrarse en una tarea determinada para fomentar el interés, también es importante conectar el contenido objetivo con la vida cotidiana".

6.2 METAS DE ORIENTACIÓN INTRINSECA

Pintrich y García (1991) afirman que:

> *"la orientación a objetivos se refiere a la percepción que tiene el estudiante de las razones por las que participa en una tarea de aprendizaje". En el MSLQ, la orientación a objetivos se refiere al objetivo general del estudiante o también a la orientación hacia el curso en su conjunto. La orientación intrínseca a metas se refiere al grado en que el estudiante se percibe a sí mismo participando en la tarea por razones tales como desafío, curiosidad o dominio. Tener una orientación de meta intrínseca hacia una tarea académica indica que la participación del estudiante en la tarea es un fin en sí mismo, en lugar de que la participación sea un medio para un fin".*

6.3 ANSIEDAD EN LOS EXÁMENES

Pintrich y García (1991) sostienen que

> *"Esta es una medida de cuánto se preocupa por los exámenes y con qué frecuencia tiene pensamientos que lo distraen cuando realiza un examen. A diferencia de las otras escalas, una puntuación alta aquí significa que se encuentra en situaciones de ansiedad en los exámenes."*

Este ítem en especial se debe medir teniendo en cuenta que los resultados de su medición, para considerarse una mejora, deben mostrar una disminución.

6.4 ELABORACIÓN

Pintrich & García (1991) concluyen que:

> *"las estrategias de elaboración ayudan a los estudiantes a almacenar información en la memoria a largo plazo mediante la creación de conexiones internas entre los elementos que se van a aprender. Las estrategias de elaboración incluyen parafrasear, resumir, crear analogías y tomar notas generativas. Estas ayudan al alumno a integrar y conectar la nueva información con el conocimiento previo."*

6.5 ORGANIZACIÓN

Pintrich & García (1991) afirman que:

> *"Las estrategias de organización ayudan al alumno a seleccionar la información apropiada y también a construir conexiones entre la información que se va a aprender. Ejemplos de estrategias de organización son agrupar, delinear y seleccionar la idea principal en los pasajes de lectura. La organización es un esfuerzo activo y esforzado, y da como resultado que el alumno esté estrechamente involucrado en la tarea."*

6.6 AUTOREGULACIÓN DE LA METACOGNICIÓN Y DE LA CONDUCTA

Pintrich y García (1991) sostienen que "la metacognición se refiere a la conciencia, el conocimiento y el control de la cognición". Nos centrados en esta investigación "en los aspectos de control y autorregulación de la metacognición en el MSLQ, no en el aspecto de conocimiento."

"Afirma también que "hay tres procesos generales que componen las actividades metacognitivas de autorregulación: planificación, seguimiento y regulación. Las actividades de planificación, como el establecimiento de objetivos y el análisis de tareas, ayudan a activar o preparar aspectos relevantes del conocimiento previo que facilitan la organización y la comprensión del material. Las actividades de monitoreo incluyen el seguimiento de la propia atención a medida que se lee, y la autoevaluación y el cuestionamiento: estas ayudan al alumno a comprender el material y a integrarlo con el conocimiento previo."

Masso, et al. (2021) citando a Pintrich (2000) sostiene que:

"El aprendizaje autorregulado es un proceso activo y constructivo donde los estudiantes eligen metas para su aprendizaje, y además, intentan monitorear, regular y controlar su cognición, motivación y conducta, las cuales, mediadas por sus propias metas, factores contextuales y ambientales, permiten alcanzar los propósitos académicos y obtener mejores resultados."

6.7 PENSAMIENTO CRÍTICO

"El pensamiento crítico se refiere al grado en que los estudiantes informan que aplican conocimientos previos a situaciones nuevas para resolver problemas, tomar decisiones o realizar evaluaciones críticas con respecto a estándares de excelencia". (Pintrich y García 1991)

6.8 TIEMPO Y HÁBITOS DE ESTUDIO

Pintrich y García (1991) sostienen que:

"Además de la autorregulación de la cognición, los estudiantes deben poder gestionar y regular su tiempo y sus entornos de estudio. La gestión del tiempo implica programar, planificar y gestionar el tiempo de estudio. Esto incluye no sólo reservar bloques de tiempo para estudiar, sino también el uso eficaz de ese tiempo de estudio y el establecimiento de objetivos realistas. La gestión del tiempo varía en niveles, desde una tarde de estudio hasta una programación semanal y mensual. La gestión del entorno de estudio se refiere al entorno donde el estudiante realiza su trabajo en clase. Idealmente, el entorno de estudio del alumno debe ser organizado, tranquilo y relativamente libre de elementos visuales y auditivos. distracciones históricas."

6.9 AUTOREGULACIÓN DEL ESFUERZO

Debemos aprovechar los medios tecnológicos para favorecer esta dimensión de la motivación hacia el aprendizaje, y para favorecer el aprendizaje mismo, actualmente "las computadoras tienen la capacidad de presentarle al estudiante las tareas cuya ejecución puede resultarle interesante". (Hernandez, 2006). De acuerdo con Pintrich y García (1991) tenemos que:

> *"La autorregulación también incluye la capacidad de los estudiantes para controlar su esfuerzo y atención frente a distracciones y tareas poco interesantes. La gestión del esfuerzo es autogestión y refleja un compromiso para completar las metas de estudio, incluso cuando hay dificultades o distracciones. La gestión del esfuerzo es importante para el éxito académico porque no sólo significa compromiso con los objetivos, sino que también regula el uso continuo de estrategias de aprendizaje."*

Mencionan en complemento que, "la regulación se refiere al ajuste fino y continuo de las actividades cognitivas." Lo cual permite entenderla y asumirla como una tarea continua, que permite impacta las actividades cotidianas y favorece el aprendizaje consciente, así como el subconsciente.

7. DESCRIPCIÓN DEL APOYO MOTIVACIONAL

Belland (2014) afirma que los andamios basados en computadora surgieron como resultado del proceso de la llegada de los andamiajes a las aulas, pues "los académicos comenzaron a preguntarse si la función de andamios podría cumplirse con herramientas tecnológicas. Limitar el andamiaje a lo que proporcionan los adultos podría significar que los estudiantes en un aula típica de colegio recibirían un andamiaje bastante pequeño". De acuerdo con Belland, Kim, y Hannafin (2013):

> *"los andamios que mejoran la motivación deben promover seis objetivos que son ampliamente respaldados por las teorías de la motivación: Establecer el valor de la tarea, promover las metas de dominio, promover la pertenencia, promover la regulación emocional, promover la expectativa de éxito y promover la autonomía".*

Mencionan también los autores que, mediante el logro de estos objetivos motivacionales, se puede "aumentar el compromiso de los estudiantes" y que hay tres tipos de compromiso: conductual (comportamiento en la tarea), cognitivo (despliegue del esfuerzo cognitivo) y emocional (reacciones afectivas de los estudiantes a las tareas de aprendizaje, concluyen que, a través de apoyos motivacionales, se pueden mejorar los tres tipos de participación.

El andamiaje utilizado para la presente investigación tiene en cuenta las valiosas pautas para el diseño de apoyos motivacionales propuestas por Belland, Kim, y Hannafin (2013), quienes en una tabla (Anexo 2) presentan un resumen completo de los lineamientos para diseñar y aplicar apoyos que promuevan la motivación en los estudiantes; de modo que "los diseñadores instruccionales que quieran desarrollar andamios que puedan promover la motivación y el compromiso" puedan tomar decisiones puntuales de diseño del ambiente de aprendizaje, en la presenta investigación han sido tomados como guía y referente, asegurándome de que los apoyos motivacionales "establezcan el valor de la tarea, promuevan objetivos de dominio, proporcionen interacción social, promuevan la regulación de las emociones, promuevan la expectativa de éxito y promuevan la autonomía".

Como podemos apreciar en la guía de orientaciones del Anexo 2, ésta incluye en la primera columna 17 "directrices", luego una o varias "estrategias" para cada una de las directrices, y una tercera columna que establece "otros objetivos de motivación abordados" directa o indirectamente por

cada una de las 17 directrices. Se procede a hacer un trabajo de adaptación de estas directrices, junto con otras estrategias complementarias, para crear un ambiente de aprendizaje que cuente con suficientes apoyos motivacionales.

7.1 Estrategias para Establecer el Valor de la Tarea (EVT)

En el ambiente en su versión motivacional, cursada por el grupo experimental, (los estudiantes del grupo control cursaron un ambiente similar, pero sin apoyos motivacionales específicos) para cumplir la primera directriz, la cual busca "Establecer el Valor de la Tarea" (EVT) se establece que se debe: 1. Fomentar el Interés y 2. Establecer el Valor del Logro. De acuerdo con lo anterior, para "fomentar el interés" la estrategia sugerida es "Mostrar preguntas motivadoras que intriguen a los estudiantes y que solo pueden abordarse mediante la investigación del material objetivo (Barron et al., 1998; Renninger, 2009) citados por Belland, Kim, y Hannafin (2013), así que en el módulo introductorio el ambiente virtual se cuenta con un video interactivo que explica contenidos y formula preguntas que intriguen a los estudiantes y que pueden abordarse mediante la investigación de las diapositivas de la lección. Se diseñaron las preguntas impulsoras de manera que provoquen la curiosidad en los estudiantes y despierten su interés. Se hizo explícito el contenido a aprender para promover el aprendizaje, y los estudiantes podían proponer preguntas relacionadas. Se mostró a los estudiantes algunas figuras complejas para que el estudiante fuera haciéndose consciente y creando expectativa sobre las habilidades a las que llegaría al finalizar el curso y sobre las posibilidades que estas habilidades les generarían en su futuro próximo (pruebas de estado y pruebas UNAL). Para "Fomentar el Interés" también se procuró utilizar un lenguaje y ejemplos cotidianos, simplificando lo máximo posible de acuerdo con el nivel académico de los estudiantes, siguiendo la estrategia sugerida: "utilice un lenguaje que sea congruente con las experiencias cotidianas de los estudiantes cuando describa tareas/contenido (Albin, Benton y Khramtsova, 1996; Keller, 1987) citados por Belland, Kim, y Hannafin (2013). Todo lo anterior, según los autores y la columna "otros objetivos de motivación abordados", contribuye también a la directriz motivacional: "Promover objetivos de dominio (PMG)".

Ahora bien, para "Establecer el Valor del Logro" como segunda parte de la primera directriz de "Establecer el Valor de la Tarea", (Reeve, 2009; Su y Reeve, 2010) citados por Belland, Kim, y Hannafin (2013) sugieren "Proporcionar fundamentos explicativos de relevancia para la vida actual y futura", entonces en el ambiente de aprendizaje hay un video en cada una de las 6 sesiones de trabajo, que procura hablar de la relevancia actual y futura de las temáticas abordadas, así como la importancia en su contexto y entorno. Así mismo Herrington y Oliver (2000) - Powell y Mason, (2013) citados por Belland, Kim, y Hannafin (2013) proponen "Incorporar modelos expertos para ilustrar cómo se utiliza el proceso en entornos auténticos.", luego para cumplir con esto se hicieron videos paso a paso sobre cómo se resuelven problemas de la unidad en "modo experto". Aclaran los autores que éste "no debe ser el mismo problema que los estudiantes resolverán, sino un problema que los estudiantes puedan entender" y que "debe quedar claro cómo se puede descomponer un problema en problemas cada vez más pequeños y así ir avanzando, quedando claro que no hay un único camino de solución". Todo lo anterior, según la tabla de lineamientos del Anexo 2, contribuye también a "Promover la Expectativa de Éxito" PEE.

7.2 Estrategias para Promover Objetivos de Dominio (POD)

La segunda directriz del andamiaje busca, entre otras cosas, “Promover objetivos de dominio (POD)”, para lo cual, según Quintana (2004) y Reiser (2004) citados por Belland, Kim, y Hannafin (2013), se debe “Impulsar la creación de objetivos a corto plazo”. Para dar cumplimiento a lo anterior, el ambiente cuenta con formularios (Google Forms) donde los estudiantes del grupo experimental redactaron sus objetivos a corto plazo (para el día/sesión), y a mediano plazo (trimestre o semestre académico) (anexo 5), luego cuatro semanas después diligenciaron otro formulario que les cuestionaba sobre el nivel de logro de los objetivo planteados a corto plazo y como se sienten al respecto. (Anexo 5.1). Lo anterior, según la tabla de lineamientos del Anexo 2, contribuye también a cumplir otras metas de motivación abordadas como “Establecer el valor de la tarea”, “Promover la expectativa de éxito” y “Promover la Autonomía”.

Otra de las directrices conducentes a POD según los autores, es “Proporcionar y promover comentarios informativos”, para tal fin Deci et al. (1996) y Rakoczy et al.(2013) citados por Belland, Kim, y Hannafin (2013) sugieren lo siguiente: “Centrar la retroalimentación en elementos sustantivos del trabajo de los estudiantes”, también se sugiere que el docente “Incruste recordatorios para auto felicitarse por los éxitos” (Brophy, 2010) citado por Belland, Kim, y Hannafin (2013), finalmente sugiere Pintrich y Schunk (1996) citados por Belland, Kim, y Hannafin (2013) que es necesario “Incorporar el reconocimiento del progreso, no solo el éxito normativo”. Entonces para dar cumplimiento a las sugerencias de los autores la aplicación emita una serie de avisos y comentarios automáticos, como se evidencia en la pantalla del celular de las figuras 26b, 30b, 34b, 40, entre otras, que le felicitan por la obtención de insignias y la superación de retos cognitivos, así mismo en la pantalla de la figuras 37a, 37b y 39a se evidencia las felicitaciones por retos superados en el proceso de desbloquear solidos del reto asignado, incluso en la pantalla de la figura 38 donde mediante un aviso automático que aparece al responder mal un reto, se le recuerda que tiene oportunidades y se le dan consejos técnicos específicos para poder superar el reto pendiente. Finalmente, en la pantalla de la figura 44, así como en la figura 46a y 46b se evidencia como la interfaz le da al estudiante apoyos motivacionales mediante comentarios informativos y felicitaciones por los éxitos. Lo anterior, según la tabla de lineamientos motivacionales del Anexo 2, contribuye también a “Promover la Expectativa de Éxito” y a “Promover la Regulación de las Emociones”.

Otra de las directrices conducentes a POD según los autores es “promover la cooperación en lugar de la competencia” Hmelo-Silver (2004) citado por Belland, Kim, y Hannafin (2013), tenemos que para Ríos (2008) citado por Alvarez (2012) la motivación mediante la cooperación “se puede operacionalizar en diferentes conductas, tales como la participación en conversaciones de pequeños grupos, elección de compañeros y amigos para la realización de actividades en grupo independientemente de su nivel de competencia”. Entonces se hicieron actividades grupales que iban desde solucionar retos en AR por parejas o tríos (el reto AR 4 fue diseñado, por dificultad y tiempo, para ser resuelto en grupos).

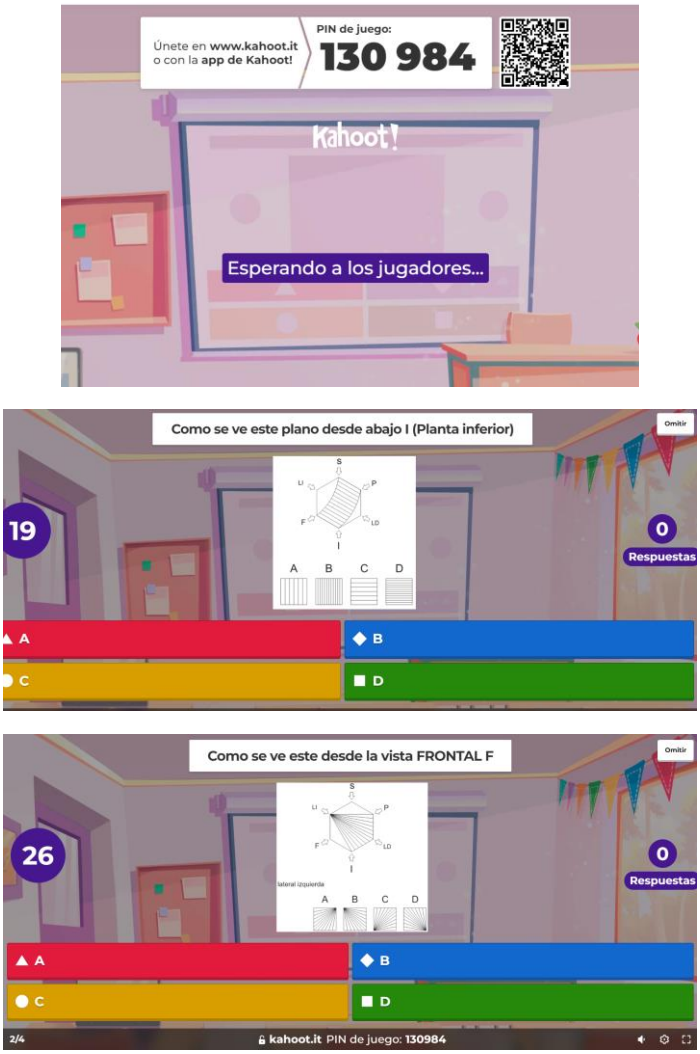
La última de las directrices conducentes a POD sugerida por los autores es “Enfatizar objetivos racionales”, Middleton y Midgley (2002) citados por Belland, Kim, y Hannafin (2013) sugieren “proporcionar un marco de andamiaje entre pares para permitir que los estudiantes se presionen entre sí para comprender”, dicen los mismos autores que “los andamios basados en computadora pueden proporcionar dos cosas: (a) listas de verificación con preguntas que los estudiantes pueden

usar para evaluar la comprensión de sus compañeros de grupo y (b) indicaciones sugeridas para ayudar a sus compañeros de grupo a profundizar", para tal fin se diseñó y puso a disposición en el ambiente un foro permanente de colaboración entre pares, donde cada estudiante tenía como tarea poner sus dudas de cada sesión, y así mismo ir respondiendo dudas de otros compañeros.

7.3 Estrategias para Promover la Pertenencia (PP)

La tercera directriz del andamiaje sugiere varias cosas, por ejemplo "Fomentar metas compartidas" así como "acomodar objetivos sociales" y permitir que los estudiantes co-construyan estándares", al respecto Reeve (2009) citado por Belland, Kim, y Hannafin (2013) sugiere "incorporar apoyo para la co-construcción de estándares por parte de los estudiantes para juzgar la calidad de sus respuestas de andamiaje y soluciones de problemas", para tal fin los estudiante del grupo experimental participaron en una actividad registrando en Forms varias metas grupales que tuvieron como reto construir en consenso como curso.

Figura 55a. *Ejemplos del Kahoot solucionado en clase.*



Así mismo formaron equipos para participar en actividades interactivas como la solución de un reto en la plataforma Kahoot (Figura 55a). Lo anterior, según la tabla de lineamientos del Anexo 2,

contribuye también a cumplir otras metas de motivación abordadas como “Promover la Pertenencia”. Lo anterior, según la tabla de lineamientos motivacionales del Anexo 2, contribuye también a “Promover la Expectativa de Éxito” y a “promover la autonomía”.

Figura 55b. *Podio de estudiantes del grupo experimental.*



Nota: captura de pantalla tomada el 28 de febrero de 2024.

7.4 Estrategias para Promover la Regulación de las Emociones (PRE)

Pintrich & García (1991) afirma que “desarrollar mejores habilidades de estudio generalmente resulta en menos ansiedad”, aportan algunos consejos para el estudiante como:

> *“Prepárese bien para la clase e intente completar las tareas a tiempo. Trate de no esperar hasta el último minuto para hacer las cosas o prepararse para un examen. Hacer esto debería ayudarle a desarrollar su confianza en el momento del examen y, con suerte, reducir la ansiedad. Al realizar un examen, concéntrese en un elemento cada vez y, si se queda perplejo con una pregunta, continúe y vuelva a la pregunta más tarde. Recuerde que se ha preparado bien y que si no puede responder algunas preguntas, está bien, aún podrá responder las demás.”*

La cuarta directriz del andamiaje sugiere varias cosas, por ejemplo “Destacar la controlabilidad de las acciones” y “Destacar la controlabilidad de las acciones”, al respecto Pekrun (2006) y Weiner (1985) citados por Belland, Kim, y Hannafin (2013) sugieren “Incrustar el modelado de pares de respuesta constructiva al fracaso”, también Simons y Ertmer (2006) citados por Belland, Kim, y Hannafin (2013) sugieren “explicar que los fracasos son una parte natural del aprendizaje y animar a los estudiantes a reflexionar sobre las causas de los fracasos pasados y sobre lo que podría haberse

hecho de otra manera", de acuerdo a lo anterior, los estudiantes recibieron apoyo motivacional mediante avisos en pantalla que se emitían automáticamente cuando no respondían bien una pregunta o cuando no lograban superar un reto al primer intento, por ejemplo en la figura 38, cuando el estudiante no ha logrado configurar el tercer solido de la actividad AR 4 y desbloquear el cuarto ejercicio de diez, el aviso automático le dice: "Aún no lo logras, da la vuelta alrededor de la figura, revisa las vistas, los colores de las caras, recuerda que puedes volver a empezar".

Sostienen Belland, Kim, y Hannafin (2013) que:

> *"es importante propiciar la reflexión sobre el contexto en el que se experimenta el fracaso o el éxito, y reevaluar la estructura causal que conduce al éxito o al fracaso. Es importante dar a los estudiantes la habilidad de reevaluar la estructura causal de la tarea en la que lucharon para ver (a) que el fracaso se debió a factores bajo el control del estudiante, y (b) qué se podría haber hecho de manera diferente para llegar al éxito".*

Así mismo en los pretest y postest, los estudiantes del grupo experimental, al terminar la prueba, contaron con retroalimentación inmediata de cada respuesta mal resuelta, por ejemplo, en la figura 56 se evidencia como el estudiante que no acierta una respuesta, recibe un comentario que dice "No es una pregunta fácil, pero tranquilo, aquí puedes ver la explicación" y lo redirige automáticamente a un video en YouTube (figura 56b).

Figura 56a. *Pregunta respondida incorrectamente en el pretest del grupo experimental con apoyo motivacional.*

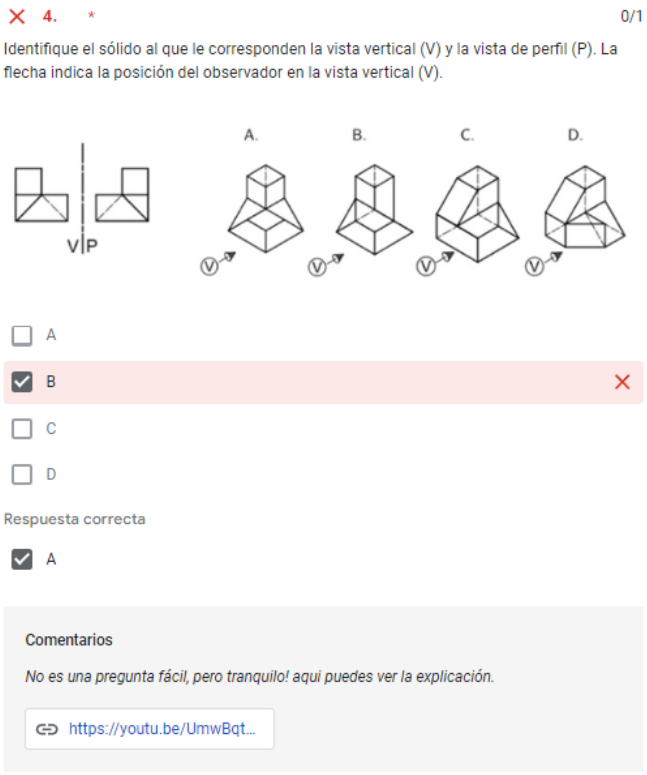
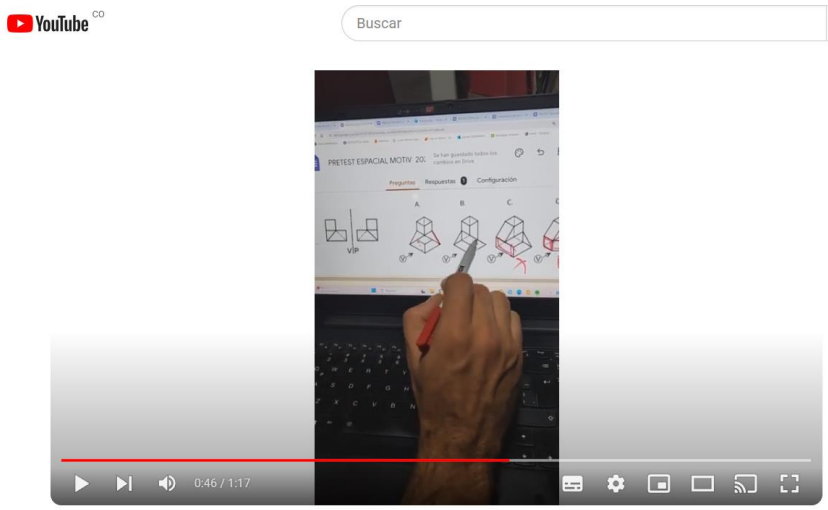


Figura 56b. *Retroalimentación instantánea a través de videoturiales en grupo experimental con apoyo motivacional.*

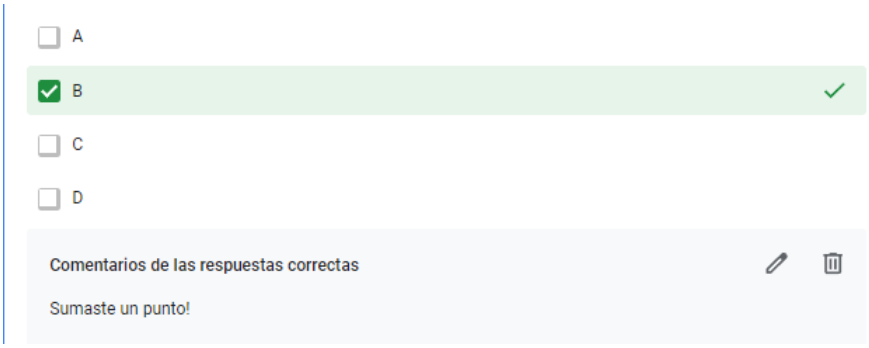


Feedback pregunta 4

Link a video de ejemplo: https://youtu.be/e85e47jaI_M

Dice Belland, et al. (2013) citando a Shute (2008) que, desde una perspectiva cognitiva, la retroalimentación que indica si un estudiante acierta o no, es demasiado útil para el aprendizaje; por ejemplo, en la figura 57 se aprecia la retroalimentación que recibe el estudiante cuando responde correctamente alguna pregunta de las pruebas de conocimiento en los formularios que se diseñaron.

Figura 57. *Retroalimentación de pregunta respondida correctamente en el pretest del grupo experimental con apoyo motivacional.*



Todo lo anterior según la tabla de lineamientos motivacionales del Anexo 2, contribuye también a "Promover la Expectativa de Éxito", a "Establecer el valor de la tarea" y a "Promover objetivos de dominio".

7.5 Estrategias para Promover la Expectativa de Éxito (PEE)

"Esta es una medida de sus percepciones sobre su éxito potencial en este curso y de su confianza en sí mismo para comprender el contenido del curso. " Pintrich y García (1991); una puntuación alta

en el test MSLQ significa que cree que le irá bien en el curso y se siente seguro de que podrá dominar el material del curso.

La quinta directriz del andamiaje sugiere en principio “Promover la percepción del desafío óptimo” al respecto Moos y Azevedo (2009) – Schunk (2003) citados por Belland, Kim, y Hannafin (2013) sugieren “Permitir que los estudiantes vean que la tarea no es ni demasiado difícil ni demasiado fácil a través del modelo de compañeros.”, así mismo Bandura (1997) - Britner y Pajares (2006) citados por Belland, Kim, y Hannafin (2013) sugieren “Persuadir a los alumnos de que pueden realizar la tarea con andamiaje”; la segunda directriz para PEE sugiere “Apoyar la atribución productiva” y al respecto Scheuer et al. (2010) citado por Belland, Kim, y Hannafin (2013) sugiere “enviar alertas basadas en el seguimiento de cómo los estudiantes usan el andamiaje para generar comentarios atributivos”.

Para procurar dar cumplimiento a lo anterior y buscar la promoción de la expectativa de éxito las actividades de la presente investigación han sido diseñadas evitando los estereotipos y procurando que en los enunciados y retos quede muy claro que cada actividad está pensada para ser un reto justo para su nivel y su edad, muchos de mis estudiante llevan viendo temáticas similares conmigo por lo menos 5 o 6 años, desde que tienen 11 años empiezan a ser introducidos a las PO. Así mismo se procura ayudarles a gestionar la frustración que puede conllevar el tema el entrenamiento de la PE, y temas específicos como axonometrías, proyecciones, manejo del 3D, entre otros. En ese sentido la interfaz de aplicación RA automáticamente emite avisos emergentes que le instan a terminar todas las actividades y conseguir las insignias (figuras 12, 13, 14), la aplicación se toma el trabajo de iniciar con temáticas básicas, para principiantes (desde el punto, la línea y el plano e ir subiendo la dificultad hasta la tridimensionalidad, procurando nivelar los progresos de los estudiantes. Si se aprecia el ejemplo de las figuras 26b, 30b, 34b y 40 el software genera avisos personalizados con el nombre registrado por el estudiante, luego le dice “¡lograste superar éste reto satisfactoriamente, esta es tu insignia!”. O en la figura 37a cuando avanza uno de diez ejercicios un aviso automático le dice “¡felicitaciones! Lograste desbloquear esta figura, llega al final para obtener tu insignia”, en la figura 44 se evidencia como el estudiante recibe un aviso en pantalla felicitándolo por cada respuesta bien resuelta, e indicándole que sumó 1 punto, luego diciéndole "continúa con el test y al finalizar encontrarás un video con la explicación de todas las preguntas”. Así mismo la opción de prender y apagar la retroalimentación le ayudan a avanzar con certezas, a repasar y continuar los retos con mayor seguridad en sus conocimientos. Por otro lado, en la figura 46b se muestra como el sistema le recuerda al estudiante que, aunque no obtuvo puntos, aún tiene oportunidad de acertar la siguiente, le recuerda que “su esfuerzo es muy valioso” y lo insta a continuar con el test para llegar al final y ver el video que le explicara como resolver todas sus dudas. Todo lo anterior según la tabla de lineamientos motivacionales del Anexo 2, contribuye también a “Promover la Regulación de las Emociones “ y a “Promover objetivos de dominio”.

Para promover la expectativa de éxito los autores también sugieren “Habilitar la identificación de procesos confiables”, al respecto Herrenkohl y Cornelius (2013) citados por Belland, Kim, y Hannafin (2013) sugieren “animar a los estudiantes a articular la estrategia utilizada, el objetivo a corto plazo asociado y si es una estrategia que utilizarían de nuevo y por qué”; finalmente se hizo un debate buscando concluir sobre las estrategias utilizadas, cuál era el objetivo y si era una estrategia que usarían nuevamente y por qué o por qué no. Los estudiantes podían iniciar haciendo esto individualmente ingresando la estrategia que usaron en una matriz compartida en la nube, seleccionando la meta a corto plazo correspondiente y seleccionando si la usarían nuevamente. Luego se socializó y una vez que todos los compañeros de grupo terminaron de reflexionar sobre la

eficacia de las estrategias, todos los estudiantes de la clase pudieron examinar colectivamente todas esas estrategias y determinar qué estrategias fueron confiables. Un posible criterio sería que la estrategia debe haber funcionado dos o más veces.

7.6 Estrategias para Promover la Autonomía (PA)

La sexta directriz del andamiaje sugiere en principio "Usar lenguaje no controlador", al respecto Reeve y Halusic (2009) citados por Belland et al. (2013) sugieren "Incorporar solo lenguaje no controlador en los mensajes de andamiaje" al respecto en el diseño y ejecución de las actividades de esta investigación, enfocadas en los estudiantes, se ha evitado el lenguaje que los dirige a actuar a través de la presión o la amenaza (por ejemplo, la asignación de una mala calificación). La nota del trimestre dependía del cumplimiento más allá del rendimiento, es decir, si tenía completas las actividades, y las insignias, independiente de la calidad relativa, tenía como nota 100 puntos de 100 posibles en el periodo académico. Así mismo las insignias se otorgaban aun cuando no se obtuviera un 100% de éxito en cada actividad RA, siempre y cuando se hiciera completa y a tiempo.

Otra directriz conducente a Promover la Autonomía según los autores es "Proporcionar opciones cognitivas significativas", al respecto Chinn et al.(2013) citados por Belland et al. (2013) sugieren "permitir que los estudiantes elijan entre un número razonable de opciones de posición de las partes interesadas con la ayuda de criterios de elección", al respecto en la aplicación se ha permitido cierta modularidad en la presentación de las actividades, no es obligatorio hacerlas en orden estricto, y las insignias no son prerrequisito entre sí, de todos modos "es importante no dar demasiadas opciones, ya que esto puede abrumar a los estudiantes y conducir a una menor motivación" (Katz y Assor, 2006). Citados por Belland et al. (2013). Entonces si algun estudiante se sentia en capacidad de presentar al test final de la actividad AR 5, y obtenia el 100%, se le exoneraba de las primeras 2 actividades en RA, si asi lo querian, aunque pocos lo intentaban, y solo lo lograron 2 de 54 estudiantes, de todos modos decidieron hacer todas las 5 actividades en AR, pues decian que querian obtener las 5 insignias completas y que tu tablero quedara "lleno". Todo lo anterior según la tabla de lineamientos motivacionales del Anexo 2, contribuye también a "Establecer el valor de la tarea."

La última directriz conducente a Promover la Autonomía tiene varias recomendaciones, inicialmente: "Ayudar a los estudiantes a dirigir su propio aprendizaje", y aquí al respecto Weinstein et al. (2011) citados por Belland et al. (2013) sugieren "mostrar procesos que los estudiantes identificaron como confiables, de los cuales los estudiantes eligen cumplir metas compartidas y metas a corto plazo", así mismo Loyens et al. (2008) citados por Belland et al. (2013) sugieren "incorporar apoyo para que los estudiantes autoevalúen el uso de la estrategia". En las actividades realizadas en esta investigación se alentó desde la primera sesión a trazar fechas específicas para cada entregable y para la obtención de cada una de las insignias, incluso a cada meta a corto plazo que establecieron. Lo anterior garantizó un proceso, y un avance planificado. Cada sesión iniciaba revisando objetivos y fechas (no aparecían en la app, pero una versión futura podría incluir una lista de chequeo especifica con este fin) a través de formularios en Forms y de trabajo grupal; en una futura versión, a medida que los estudiantes completen objetivos a corto plazo, pueden aparecer marcas de verificación en el esquema general para mostrar lo que ya se ha completado.

Así mismo se trabajó en una serie acuerdos básicos de aula mediante las cuales los estudiantes pueden juzgar la calidad de su propio avance, sus propias respuestas y las de sus compañeros de clase, sostiene Belland et al. (2013) que "el uso de estándares creados por ellos mismos para autoevaluarse mejorará aún más la autonomía." Todo lo anterior según la tabla de lineamientos motivacionales del Anexo 2, contribuye también a "Promover la expectativa de éxito" y a "Promover objetivos de dominio."

8. METODOLOGÍA

8.1 Tipo y diseño de investigación

La metodología establecida es un diseño cuasi-experimental, se realizó comparación entre los resultados del grupo experimental, donde se usó RA con enfoque motivacional y el grupo control donde se intervino con una estrategia con RA "tradicional", para establecer las diferencias entre cada una de las pruebas. El diseño es pre-test y pos-test con grupo control, se aplicó una prueba diagnóstico, pre-test, para verificar que la muestra cumplía con las condiciones de estudio, paso seguido establecimos el grupo al cual se le realizó una intervención con la estrategia motivacional, y otro sin dicha estrategia, finalmente realizamos la prueba pos-test para verificar si esta cumplía con los resultados estimados. Se emplearon test de motivación, test de inteligencia espacial y test de logro de aprendizaje de Proyecciones Ortogonales.

8.2 Población y muestreo

Se tuvieron dos cursos mixtos de grado undécimo que ya están previamente conformados, con entre 30 y 32 sujetos cada uno, con una edad promedio de 16,45 años, de estrato 2 y 3 del sur de Bogotá. La base de datos final se consolidó con 55 sujetos, de los cuales son 27 mujeres (49,09%) y 28 hombres (50,9 %).

Cabe mencionar que la muestra original de estudiantes que asistía al principio del periodo era de 62 sujetos, de los cuales cinco se retiraron de la institución, y otros dos estudiantes asistieron intermitentemente de modo que no estuvieron presentes los días de presentación de los pretest ni postest.

8.3 Variables

Teniendo en cuenta el diseño metodológico de esta investigación, que es cuasi-experimental, se tendrán en cuenta las siguientes variables:

- Variable independiente: Uso de RA con estrategias motivacionales y objetos Interactivos digitales y físicos.
- Variable dependiente 1: Motivación ante la asignatura y los temas de PO.

- Variable dependiente 2: Desempeño en test específicos basados en pruebas estandarizadas sobre Proyecciones Ortogonales.
- Variable dependiente 3: Desempeño en test específicos basados en pruebas estandarizadas sobre Inteligencia Espacial.

8.4 Hipótesis

Hipótesis de Investigación

Hipótesis alternas (Hi) (Hii) (Hiii) (Hiiii) y una Hipótesis Nula (Ho).

Hi: Los estudiantes que aprenden sobre "Proyecciones Ortogonales e Inteligencia Espacial" con una estratégica pedagógica basada en RA con enfoque motivacional desarrollan mayor motivación ante la asignatura y las temáticas de dicho componente temático, en comparación con los estudiantes que trabajan la estrategia pedagógica sin dicho componente motivacional.

Hii: Los estudiantes que aprenden sobre "Proyecciones Ortogonales e Inteligencia Espacial" con una estratégica pedagógica basada en RA con enfoque motivacional tienen mejor desempeño en pruebas sobre Proyecciones Ortogonales, en comparación con los estudiantes que trabajan la estrategia pedagógica sin dicho componente motivacional.

Hiii: Los estudiantes que aprenden sobre "Proyecciones Ortogonales e Inteligencia Espacial" con una estratégica pedagógica basada en RA con enfoque motivacional desarrollan mayor Inteligencia Espacial, en comparación con los estudiantes que trabajan la estrategia pedagógica sin dicho componente motivacional.

Hiiii: La relación entre motivación y desempeño en pruebas estandarizadas de IE y PO es directamente proporcional.

Ho: Los estudiantes que trabajan sobre "Proyecciones Ortogonales e Inteligencia Espacial" con una estratégica pedagógica basada en RA con enfoque motivacional no tienen mejor desempeño en pruebas sobre Proyecciones Ortogonales, que los estudiantes que trabajan sin dicho componente motivacional.

8.5 TEST APLICADOS

8.5.1 TEST PERCEPCIÓN ESPACIAL – LOGRO DE APRENDIZAJE DE VISTAS Y PROYECCIONES ORTOGONALES

Para poder establecer la magnitud del efecto de la estrategia motivacional basada en RA con y sin andamiaje motivacional sobre el logro de aprendizaje de Vistas y Proyecciones Ortogonales y Percepción Espacial de los estudiantes que participaron en la investigación, se les pidió contestar un Test de 15 preguntas, el cual se aplicó en dos momentos: al iniciar y al finalizar las 5 actividades propuestas durante la implementación de la investigación, en modalidad pretest y postest; así el instrumento permitió identificar la variación en el logro de aprendizaje de PO.

Teniendo en cuenta que la literatura muestra que las habilidades espaciales, y en particular las habilidades de rotación mental son predictores del éxito en STEM (Dautle & Farrel, 2023) se diseñó y aplicó esta prueba de 15 preguntas que procura medir 2 componentes principales, que a su vez miden los siguientes factores específicos:

1. **Componente Vistas y proyecciones:**
   1.1 Pasar de 2 dimensiones (2D) a 3 dimensiones (3D): Preguntas 2, 3 y 4
   1.2 Pasar de 3D a 2D: Preguntas 12 y 13
   1.3 Superficies curvas: Pregunta 14
2. **Componente Percepción Espacial:**
   2.1 Rotación mental del objeto: Pregunta 1
   2.2 Ángulos: Pregunta 5
   2.3 Dobleces de papel agujereado: Pregunta 6
   2.4 Conteo de cubos: Pregunta 7
   2.5 Desarrollos Geométricos: Preguntas 8, 9, 10 y 11
   2.6 Rotaciones bidimensionales: Pregunta 15

Para las preguntas 14 y 15 se tomó en cuenta la Prueba de Visualización de Rotaciones de Purdue (ROT por sus siglas en inglés) que busca entender la habilidad espacial determinando la variación de la capacidad de imaginar en la mente cómo se ve un objeto que se muestra y que pasa cuando se gira, es decir mide que tan bien puede el estudiante visualizar la rotación de los objetos tridimensionales. Este test ha sido históricamente preferido por su uso de un variedad de formas tridimensionales, que son apropiadamente difíciles de visualizar, y por su confiabilidad y validez establecidas. (Dautle & Farrel, 2023)

Para las preguntas 8, 9, 10, 11 se tuvo en cuenta el test de Aptitudes diferenciales quinta edición DAT5 en su componente: Relaciones Espaciales (SR), donde (Velásquez, 2008) la describe como una prueba que mide la habilidad con la que se puede visualizar la transformación de un objeto en otro (En este caso, un objeto bidimensional en un objeto tridimensional) el autor menciona también que

> *"las aptitudes cognitivas son las que tradicionalmente han sido organizadas dentro de dominios componentes de un factor general (G) de inteligencia. La investigación en torno a las diferencias individuales de aprendizaje se ha enfocado cada vez más en los dominios y cobra especial importancia en el diseño de programas de enseñanza. De este cuerpo de investigación se destacan cinco dominios"*

Siendo de nuestro interés en este caso el "Dominio Visual-Espacial (Gv): Es el dominio en el que se encuentra la capacidad para hacer operaciones sobre objetos y espacios, como rotación, inversión, duplicación, análisis y síntesis." En complemento "el Razonamiento Fluido Analítico da cuenta de la facilidad para generar, conectar y emplear estrategias en situaciones a las que es necesario adaptarse rápidamente y resolver problemas, especialmente si son novedosas."

Para todas las demás preguntas se tuvo en cuenta el DAT PAT (Differential Abilities Test - Perceptual Ability Test) el cual es un test de habilidades diferenciales enfocado en habilidades perceptivas, es una prueba que examina ampliamente la capacidad de percepción espacial definida por (Schmid , 2020) en su proceso de validación del test como la capacidad de procesar e interpretar con precisión

la información sensorial visual. La prueba cuenta con secciones como aberturas, proyección ortogonal o reconocimiento de vistas, clasificación de ángulos, plegado de papel, conteo de cubos y plegado de patrones -desarrollos geométricos. (DAT PAT - DAT PERCEPTUAL ABILITY TEST - STRATEGIES/PRACTICE, 2024) y ha servido como referente directo para pruebas nacionales como el componente de análisis de imagen del examen de admisión de la Universidad Nacional de Colombia.

El pretest y el postest (anexo 3 y anexo 3.1) siguen la misma estructura de modo que permiten evaluar de forma alineada las mismas competencias.

8.5.2 TEST MSLQ SF

Para medir la "motivación" como factor principal, y las dimensiones que la componen, se aplicó en ambos grupos el "Cuestionario de Motivación y Estrategias de Aprendizaje Forma Corta – MSLQ SF" el cual en su versión corta incluye 40 ítems en una escala tipo Likert de cinco puntos (1 = nunca, 2 = raramente, 3 = a veces, 4 = a menudo y 5 = siempre) repartidos en dos grandes componentes:

1. Motivación hacia el aprendizaje
    - 1.1 Componente de valor
        - 1.1.1 Valoración de la tarea (ítems 20, 26 y 39)
        - 1.1.2 Metas de orientación intrínseca (ítems 10 y 37)
    - 1.2 Componente afectivo
        - 1.2.1 Ansiedad ante los exámenes (3, 12, 21 y 29).
2. Estrategias de aprendizaje
    - 2.1 Estrategias cognitivas y metacognitivas, en la que cinco ítems miden
        - 2.1.1 Elaboración (ítems 4,5 22, 24 y 25).
        - 2.1.2 Organización (ítems 13, 14, 23 y 40)
        - 2.1.3 Pensamiento crítico (ítems 1, 6 y 15)
        - 2.1.4 Autorregulación a la metacognición (ítems 16, 30, 31, 32, 34, 35 y 36)
    - 2.2 Estrategias de administración de recursos
        - 2.2.1 Tiempo y hábitos de estudio (ítems 2, 8, 17, 18, 33 y 38)
        - 2.2.2 Autorregulación del esfuerzo (ítems 7, 9, 11, 19, 27 y 28)

El Cuestionario de Motivación y Estrategias de Aprendizaje Forma Corta – MSQL SF fue diseñado por Pintrich y García (1991) basándose en el aprendizaje autorregulado, y permite medir de forma acertada la motivación hacia el aprendizaje y las estrategias de aprendizaje. Este instrumento fue validado en Colombia por Sabogal et al., (2011) quienes determinaron "una adecuada consistencia interna (alfa de Cronbach ,8482) y una adecuación muestral según el Índice de Kayser- Meyer-Olkin como meritoria (,907); concluyendo, según los análisis estadísticos realizados, que es un instrumento válido y fiable para su aplicación".

Para esta investigación, se procedió con la aplicación del instrumento en dos momentos: iniciando el proceso de investigación, Pretest, con la intención de cuantificar la motivación inicial de los estudiantes ante los contenidos de la asignatura de "tecnología e informática" y se aplicó el test al final del periodo, modo Postest, para contrastar las variaciones en los resultados iniciales frente a los finales. El pretest y el postest (anexo 4) siguen la misma estructura de modo que permiten

establecer de forma transversal la variación en cada factor especifico y en cada componente de la motivación como factor global.

La súper categoría de motivación evalúa la capacidad de los estudiantes para llevar a cabo una tarea, su interés y la confianza en sus habilidades para realizarla (Pintrich et al., 1991). De esta manera, se buscó medir la expectativa de éxito, la confianza y la seguridad para aprehender las temáticas y contenidos del curso de Tecnología, específicamente en la comprensión de "Vistas y proyecciones ortogonales" y "Percepción espacial".

En cuanto a la motivación, esta se entiende como aquello que orienta a una persona a realizar una serie de actividades guiadas a un objetivo, particularmente desde un enfoque cognitivo, se comprende como las ideas, creencias y opiniones que tenga la persona sobre sí misma y sus habilidades, lo que en últimas determina el tipo y la duración del esfuerzo que realiza y por ende el resultado de sus acciones (Naranjo, 2008). Citado por (Masso, Romero, Fonseca, y Gallego, 2021)

Se entiende que la motivación está influenciada por (a) las expectativas de autoeficacia, considerado el principal predictor de la motivación, y (b) el establecimiento de las metas, es decir, la razón por la cual un estudiante realiza una tarea, pues ambas influyen en el control y regulación del propio aprendizaje (Torrano y González, 2004). Citado por (Masso et al., 2021).

Stover, Uriel, Freigberg, y Fernández (2015) citados por (Masso et al., 2021), sostienen que "las estrategias de aprendizaje se pueden organizar en cognitivas, metacognitivas y de administración de tiempo y recursos; las primeras se relacionan con información nueva que fue adquirida previamente mediante procesos de codificación, comprensión y evocación de conocimientos." entonces "las metacognitivas suponen la interrelación de procesos de planificación, control y evaluación sobre las propias actividades académicas, con el fin de regular cogniciones y comportamientos guiados al cumplimiento de metas de aprendizaje." Finalmente, "las estrategias de administración de tiempo y recursos implican todas aquellas características afectivas, actitudinales y motivacionales que tiene un estudiante y logra relacionar con las condiciones del aprendizaje."

9. RESULTADOS

9.1 Análisis Estadístico

El análisis de datos se llevó a cabo utilizando el Statistical Package for the Social Science- IBM versión 21, software al cual en adelante nos referiremos SPSS.

9.1.1. Tratamiento de los Datos y las Variables

Cada grupo de respuestas de los 55 estudiantes de los dos grupos que presentaron los test se consolidó en una matriz única para realizar el tratamiento estadístico de los datos, se trabajó una

covariable nombrada como MSQL_PRE en la cual se obtuvo el promedio de las respuestas cada estudiante en el cuestionario; se creó también una segunda covariable denominada LogroVistas_PRE donde se recogió la calificación de los test de conocimientos previos sobre vistas y proyecciones ortogonales del cuestionario correspondientes específicamente a 5 de las 15 preguntas; se determinó una tercera covariable denominada PERCEP_pre donde se consolidó la calificación de los test de conocimientos previos sobre percepción espacial correspondiente a la totalidad de las preguntas del test: 15 preguntas. Se creó una variable dependiente denominada MSQL_POST en donde se recogió el promedio de las respuestas del cuestionario para cada estudiante; se creó una variable dependiente llamada LogroVistas_POST en donde se promedió la calificación final obtenida por cada estudiante sobre vistas y proyecciones ortogonales del cuestionario correspondientes específicamente a 5 de las 15 preguntas. Se crearon nueve (9) variables con los respectivos promedios correspondientes a cada una de las dimensiones de la motivación que mide el MSLQ y cada uno de los dos momentos de implementación de la estrategia basada en RA con un andamiaje motivacional. Finalmente, se creó la variable dependiente PERCEP_post donde se asignó la calificación de la evaluación final de la totalidad de las preguntas del test.

Tomando como referente a (Huitema, 1980), se determinó el número de covariables más pertinente para el análisis estadístico, aplicando la siguiente expresión matemática:

$$\frac{C + (J - 1)}{N} < 0{,}1$$

Donde, C= número de covariables; J= número de grupos y N= número de participantes

$$\frac{3 + (2\text{-}1)}{59} < 0{,}1$$

Tenemos entonces que 0,072 < 0,1; así que el número de covariables para el análisis estadístico resulta pertinente.

9.1.2 Análisis de datos perdidos y datos atípicos

En esta investigación la matriz tiene datos perdidos (debido a la inasistencia de estudiantes a algunos días de presentación de los test) de modo que se hizo el procedimiento en SPSS para completar la base de datos y así no perder muestra. Luego se identificó y eliminó un único valor atípico multivariado (distancia de Mahalanobis) correspondiente al sujeto tabulado en la base de datos con el ID 35. Se trabajó entonces con una base de datos final de 54 sujetos.

9.2 Estadísticos descriptivos de la muestra

Después de eliminar las observaciones con los datos atípicos, la matriz de datos se consolidó con las respuestas de los cuestionarios y calificaciones de 54 estudiantes válidos para el análisis estadístico; a continuación se muestran los estadísticos descriptivos por edades (Tabla 3), con un mínimo de 15 años y un máximo de 19 años y una media de 16,45 (SD= 0,857); la tabla de frecuencias por género

(Tabla 4), donde hicieron parte 27 hombres (49,1%) y 28 mujeres (50,9%) y se realizó la distribución de grupos experimentales (Tabla 4) de los participantes en la investigación, con 25 (45,5%) estudiantes en el grupo control (Con Aplicación basada en Realidad Aumentada sin apoyo motivacional) y 30 (54,5%) estudiantes en el grupo experimental (Con Aplicación basada en Realidad Aumentada con Apoyo Motivacional).

Tabla 3. *Información descriptiva de la edad de los estudiantes participantes.*

Estadisticos descriptivos							
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación Estandar	Asimetría	Curtosis
Edad	55	15	19	16,45	0,857	0,605	0,496

Tabla 4. *Frecuencias del género de los estudiantes participantes.*

Género					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	HOMBRE	27	49,1	49,1	49,1
	MUJER	28	50,9	50,9	100
	Total	55	100	100	

Tabla 5. *Distribución de los estudiantes para los grupos experimentales.*

AR y Apoyo Motivacional					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	AR sin apoyo motivacional (1101)	25	45,5	45,5	45,5
	AR con apoyo motivacional (1102)	30	54,5	54,5	100
	Total	55	100	100	

9.2.1 Estadísticos Descriptivos Cuestionario de Motivación MSLQ_pre y MSLQ_post.

El resultado de las preguntas del cuestionario MSLQ se basó en la escala de Likert con intervalo de 1 a 5, donde 1 es totalmente en desacuerdo y 5 es totalmente de acuerdo; tenemos unos resultados muy similares en cuanto al promedio del cuestionario antes y después de implementada la estrategia basada en AR y Apoyo Motivacional (Tabla 6); se evidencia que la motivación aumentó, en ambos grupos, aunque en proporción diferente. Adicionalmente, cabe destacar que los estudiantes del grupo control muestran una variación más alta en la motivación (3,108 y 3,519) en contraste con los estudiantes que del grupo experimental (3,406 y 3,595), teniendo este grupo resultados más altos tanto en pretest como en postest, se podría decir que se "niveló" la motivación de los dos grupos al final del experimento.

Tabla 6. *Información descriptiva del cuestionario de motivación MSLQ.*

Estadisticos descriptivos						
		N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación Estandar
MSLQ_pre	AR sin apoyo motivacional	25	2,510	3,900	3,108	0,359
	AR con apoyo motivacional	30	2,90	4,120	3,406	0,324
MSLQ_post	AR sin apoyo motivacional	25	2,780	4,880	3,519	0,489
	AR con apoyo motivacional	30	3,020	4,780	3,595	0,355
N Válido		55				

9.2.2. Estadísticos Descriptivos Percepción Espacial_pre y Percepción Espacial_post

Los resultados de la evaluación de 15 preguntas tienen un intervalo de resultado que oscila entre 1 y 15. En la tabla 7 se puede evidenciar que para el grupo experimental el promedio de las calificaciones de la evaluación final de percepción espacial, es mayor para el grupo con apoyo motivacional M= 10,70 (grupo experimental), en comparación con el grupo sin apoyo motivacional M= 7,97 (grupo control); aunque la variación es mayor en el grupo control, donde se aplicó la estrategia con RA sin apoyo motivacional. Finalmente, en ambos grupos se evidencia un aumento en el promedio del desempeño académico. Estos resultados demuestran que el grupo con mayor mejoría fue el grupo control, además de que ambos grupos tuvieron mejores resultados después de la implementación.

Tabla 7. *Información descriptiva de puntajes obtenidos por los estudiantes en Percepción Espacial.*

Estadisticos descriptivos						
		N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación Estandar
PERCEP_pre	AR sin apoyo motivacional	25	2	15	6,47	0,359
	AR con apoyo motivacional	30	3	14	7,97	0,324
PERCEP_post	AR sin apoyo motivacional	25	3	13	9,07	0,489
	AR con apoyo motivacional	30	5	14	10,70	2,423
N Válido		55				

9.2.3. Estadísticos descriptivos para logro de aprendizaje vistas y proyecciones.

Tabla 8. *Información descriptiva de puntajes obtenidos por los estudiantes en Proyecciones Ortogonales.*

Estadisticos descriptivos						
		N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación Estandar
Vistas y Proyecciones_pre	AR sin apoyo motivacional	25	0	5	2,90	1,658
	AR con apoyo motivacional	30	1	5	2,96	1,098
Vistas y Proyecciones_post	AR sin apoyo motivacional	25	1	5	3,56	1,044
	AR con apoyo motivacional	30	1	5	3,82	1,090
N Válido		55				

9.2.4. Estadísticos descriptivos por dimensiones de la motivación hacia el aprendizaje.

Tabla 9. *Información descriptiva de las dimensiones de la motivación hacia el aprendizaje.*

Estadisticos descriptivos						
		N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación Estandar
Valoración de la tarea_pre	AR sin apoyo motivacional	25	2,00	4,67	3,281	0,630
	AR con apoyo motivacional	30	2,33	4,67	3,459	0,687
Valoración de la tarea_post	AR sin apoyo motivacional	25	3,00	5,00	3,952	0,570
	AR con apoyo motivacional	30	3,00	5,00	3,733	0,571
Metas de orientación intrínseca_pre	AR sin apoyo motivacional	25	1,50	5,00	3,316	0,842
	AR con apoyo motivacional	30	2,00	5,00	3,728	0,749
Metas de orientación intrínseca_post	AR sin apoyo motivacional	25	2,00	5,00	3,491	0,826
	AR con apoyo motivacional	30	1,50	5,00	3,694	0,680
Ansiedad en los exámenes_pre	AR sin apoyo motivacional	25	1,25	3,75	2,505	0,734
	AR con apoyo motivacional	30	1,00	4,25	2,990	0,856
Ansiedad en los exámenes_post	AR sin apoyo motivacional	25	1,25	5,00	3,053	0,994
	AR con apoyo motivacional	30	1,50	4,75	3,447	0,820
Autoregulación de la metacognición y de la conducta_pre	AR sin apoyo motivacional	25	2,14	4,14	3,210	0,442
	AR con apoyo motivacional	30	2,43	4,57	3,370	0,493
Autoregulación de la metacognición y de la conducta_post	AR sin apoyo motivacional	25	2,43	5,00	3,461	0,582
	AR con apoyo motivacional	30	2,29	5,00	3,522	0,526
Pensamiento Crítico_pre	AR sin apoyo motivacional	25	1,67	4,33	2,909	0,603
	AR con apoyo motivacional	30	2,00	4,00	3,138	0,529
Pensamiento Crítico_post	AR sin apoyo motivacional	25	2,67	4,67	3,505	0,528
	AR con apoyo motivacional	30	2,33	5,00	3,349	0,566
Tiempo y hábitos de estudio_pre	AR sin apoyo motivacional	25	2,33	4,67	3,446	0,593
	AR con apoyo motivacional	30	2,50	4,33	3,667	0,453
Tiempo y hábitos de estudio_post	AR sin apoyo motivacional	25	2,33	5,00	3,631	0,648
	AR con apoyo motivacional	30	1,67	4,67	3,780	0,640
Autoregulación del esfuerzo_pre	AR sin apoyo motivacional	25	2,50	4,67	3,585	0,611
	AR con apoyo motivacional	30	3,00	4,83	4,013	0,505
Autoregulación del esfuerzo_post	AR sin apoyo motivacional	25	2,50	5,00	3,928	0,733
	AR con apoyo motivacional	30	3,50	5,00	4,088	0,413
N Válido		55				

9.3 Pruebas para el Cumplimiento de los Supuestos del Análisis Multivariado.

Para que los resultados de la investigación sean confiables es necesario hacer un análisis previo de los datos con fin de verificar el cumplimiento de supuestos, y así poder proceder a la aplicación de un análisis multivariado, estos supuestos son Normalidad y Homogeneidad de las varianzas.

9.3.1. Prueba de Normalidad

Para llevar a cabo el procedimiento de verificación del supuesto de normalidad en el análisis de datos se emplea la prueba de Kolmogorov-Smirnov ya que la población excede los 50 participantes. La pertinencia de la prueba es determinar si los datos se ajustan lo suficientemente bien a una

distribución normal con el fin de realizar el análisis de Covarianza Multivariado. En la tabla 10 se puede observar que la mayoría de las variables cumple una distribución adecuada ya que superan el valor de 0,05; sin embargo, para algunas variables en sus dos valores (con presencia y sin presencia de apoyo motivacional) el valor se encuentra por debajo de 0,05 lo que sugiere aplicar el supuesto de normalidad mediante asimetría y curtosis. Según (Byrne, 2010) los datos se consideran normales si la asimetría se encuentra en un rango de -2 y +2 y la curtosis está entre -7 y +7. Incluso estudios más recientes recomiendan que los valores absolutos de la asimetría y la curtosis estén dentro del rango aceptable de < 3 y < 10 respectivamente. (Murtala & Noor , 2014).

Lo anterior permite confiar en que las variables se comportan de manera normal, y que cuentan con suficiente validez para continuar con el proceso de investigación.

Tabla 10. *Pruebas de normalidad para las variables dependientes.*

Prueba de normalidad								
			Kolmogorov-Smirnov		Asimetría		Curtosis	
		gl	Estadístico	Sig.	Estadístico	Error Estandar	Estadístico	Error Estandar
MSLQ post	AR sin Apoyo Motivacional	25	0,147	0,174	0,867	0,464	1,283	0,902
	AR con Apoyo Motivacional	30	0,122	,200*	1,230	0,427	3,011	0,833
PERCEP post	AR sin Apoyo Motivacional	25	0,198	0,013	-0,465	0,464	-0,873	0,902
	AR con Apoyo Motivacional	30	0,120	,200*	-0,683	0,427	0,330	0,833
VISTAS post	AR sin Apoyo Motivacional	25	0,263	0,000	-0,651	0,464	0,140	0,902
	AR con Apoyo Motivacional	30	0,244	0,000	-1,074	0,427	0,628	0,833
VALORACION DE LA TAREA	AR sin Apoyo Motivacional	25	0,147	0,174	0,189	0,464	0,603	0,902
	AR con Apoyo Motivacional	30	0,160	0,048	0,554	0,427	-0,570	0,833
METAS DE ORIENTACIÓN INTRÍNSECA	AR sin Apoyo Motivacional	25	0,156	0,118	-0,330	0,464	0,492	0,902
	AR con Apoyo Motivacional	30	0,212	0,001	-0,220	0,427	0,065	0,833
ANSIEDAD ANTE LOS EXAMENES	AR sin Apoyo Motivacional	25	0,139	,200*	-0,268	0,464	-0,223	0,902
	AR con Apoyo Motivacional	30	0,138	0,147	-0,875	0,427	0,693	0,833
ELABORACION	AR sin Apoyo Motivacional	25	0,170	0,060	0,342	0,464	0,046	0,902
	AR con Apoyo Motivacional	30	0,188	0,008	1,089	0,427	1,120	0,833
ORGANIZACIÓN	AR sin Apoyo Motivacional	25	0,178	0,040	0,453	0,464	0,893	0,902
	AR con Apoyo Motivacional	30	0,178	0,016	-0,230	0,427	1,574	0,833
AUTOREGULACION DE LA METACOGNICIÓN Y DE LA CONDUCTA	AR sin Apoyo Motivacional	25	0,157	0,114	0,427	0,464	0,688	0,902
	AR con Apoyo Motivacional	30	0,130	,200*	0,209	0,427	1,835	0,833
PENSAMIENTO CRÍTICO	AR sin Apoyo Motivacional	25	0,150	0,150	0,284	0,464	-0,232	0,902
	AR con Apoyo Motivacional	30	0,187	0,009	0,416	0,427	1,763	0,833
TIEMPO Y HABITOS DE ESTUDIO	AR sin Apoyo Motivacional	25	0,116	,200*	0,081	0,464	0,125	0,902
	AR con Apoyo Motivacional	30	0,165	0,036	-1,649	0,427	3,410	0,833
AUTOREGULACION DEL ESFUERZO	AR sin Apoyo Motivacional	25	0,087	,200*	-0,385	0,464	-0,348	0,902
	AR con Apoyo Motivacional	30	0,167	0,032	0,528	0,427	-0,188	0,833

9.3.2. Homogeneidad de Varianzas.

A continuación, procedemos a verificar la homogeneidad de varianzas u homocedasticidad, se utilizó la prueba de Levene que nos permite evaluar si las varianzas de una única variable métrica son iguales a lo largo de cualquier cantidad de grupos (Hair, 2007). Valores de significancia menores a 0,05 se consideran críticos y se rechaza la hipótesis de igualdad de varianzas para la variable Autorregulación del Esfuerzo; para todas las demás variables los valores de significancia de las variables dependientes son mayores a 0,05 (Tabla 11), por lo cual consideramos que cumplen con el supuesto de homogeneidad de varianzas.

Tabla 11. *Prueba de homogeneidad de varianzas de Levene.*

Prueba de Levene			
	Estadístico	gl1	gl2	Sig.
MSLQ post	1,795	1	53	0,186
PERCEP post	2,897	1	53	0,095
VISTAS post	0,004	1	53	0,953
VALORACION DE LA TAREA	0,041	1	53	0,840
METAS DE ORIENTACIÓN INTRÍNSECA	0,562	1	53	0,457
ANSIEDAD ANTE LOS EXAMENES	1,142	1	53	0,290
ELABORACION	0,164	1	53	0,687
ORGANIZACIÓN	0,812	1	53	0,372
AUTOREGULACION DE LA METACOGNICIÓN Y DE LA CONDUCTA	0,510	1	53	0,478
PENSAMIENTO CRÍTICO	0,130	1	53	0,719
TIEMPO Y HABITOS DE ESTUDIO	0,042	1	53	0,838
AUTOREGULACION DEL ESFUERZO	6,383	1	53	0,015

9.3.3. Pruebas para los Supuestos de las Covariables

Para verificar que las covariables seleccionadas tengan suficiente robustez en el Mancova, se procede a realizar las pruebas que buscan identificar las covariables que tienen influencia dentro del análisis multivariado, las pruebas son: Correlación entre las variables dependientes y sus respectivas covariables, luego la Correlación dentro de las covariables y finalmente la homogeneidad de los planos de regresión.

9.3.3.1. Correlación de variables

A continuación, analizamos las correlaciones de las variables de la presente investigación con el fin de brindar información sobre las relaciones y la dependencia entre las mismas. En la tabla 12 se puede apreciar la correlación entre las variables dependientes (MSLQ_Post, PERCEP_post y Logro final) y sus respectivas covariables (MSLQpre, PERCEPpre y Logro previo). En este caso las covariables PERCEP_pre (0,456) y MSLQ_pre (0,653) guardan una correlación moderada y alta respectivamente con sus variables dependientes PERCEP_post y MSLQ_post; sin embargo, Logro Inicial (0,254) no sobrepasa el umbral de significancia de 0,4 con su variable dependiente Logro Final, así que su correlación es baja.

Tabla 12. *Correlación de Pearson para las variables y covariables.*

Correlaciones							
		MSLQ PRE	MSLQ POST	PERCEP pre	PERCEP post	Logro inicial	Logro final
MSLQ PRE	Correlacion de Pearson	1	,653**	,349**	,308*	0,199	0,239
MSLQ POST	Correlacion de Pearson	,653**	1	0,171	0,183	0,03	0,146
PERCEP pre	Correlacion de Pearson	,349**	0,171	1	,456**	,740**	0,243
PERCEP post	Correlacion de Pearson	,308*	0,183	,456**	1	,383**	,779**
Logro inicial	Correlacion de Pearson	0,199	0,03	,740**	,383**	1	0,254
Logro final	Correlacion de Pearson	0,239	0,146	0,243	,779**	0,254	1

**. La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).
*. La correlación es significante al nivel 0,05

Por otra parte, el análisis de las correlaciones indica que las covariables MSLQ_pre y Logro Inicial no tienen una correlación directa (0,199), así como MSLQ_pre y PERCEP_pre tampoco tienen una correlación directa (0,349), finalmente PERCEP_pre y Logro Inicial tienen una correlación bilateral alta (0,740).

9.3.3.2. Análisis homogeneidad de los planos de regresión para las covariables.

Para verificar el cumplimiento de este supuesto, se realizó un análisis multivariante con el diseño combinando la variable independiente con cada una de las covariables; el análisis arrojó un valor M de Box de 5,702 (F= 1,822; p= 0,141), (Tabla 13) cuyo valor de significancia es mayor a 0,05 por lo tanto, se acepta la hipótesis de igualdad de las covarianzas. Se toma como referencia el valor significativo del estadístico de Lambda de Wilks para comprobar el supuesto de la homogeneidad de los planos de regresión.

Tabla 13. *Prueba de Box de igualdad de matrices de covarianzas*.

Prueba de Box de la igualdad de matrices de covarianzas[a]	
M de Box	5,702
F	1,822
gl1	3
gl2	3824176,287
Sig.	0,141

Contrasta la hipótesis nula de que las matrices de covarianza observadas de las variables dependientes son iguales en todos los grupos.

a. Diseño: Intersección + MSLQ_PRE + PERCEP_pre + CURSO * MSLQ_PRE + CURSO * PERCEP_pre

Para comprobar la homogeneidad de los planos de regresión se revisará el valor significativo del estadístico de Lamba de Wilks para cada covariable (Tabla 13); el valor de significancia para la covariable MSLQ_pre (F= 2,320; p= 0,109) es mayor a 0,05, indicando que las covarianzas entre los grupos son iguales, por lo tanto cumple el supuesto de homogeneidad de los planos de regresión; el valor de significancia para la covariable Percepción_Pre (F= 0,911; p= 0,409) es mayor a 0,05, indicando que las covarianzas entre los grupos son iguales, por lo tanto, se cumple el supuesto de homogeneidad de los planos de regresión y de esta manera se continua con el análisis multivariante.

Tabla 14. *Análisis de homogeneidad de los planos de regresión para las covariables.*

Contrastes multivariados[a]

	Efecto	Valor	F	gl de hipótesis	gl de error	Sig.	Eta al cuadrado parcial
Intersección	Traza de Pillai	0,098	2,658[b]	2	49	0,08	0,098
	Lambda de Wilks	**0,902**	**2,658[b]**	**2**	**49**	**0,08**	**0,098**
	Traza de Hotelling	0,108	2,658[b]	2	49	0,08	0,098
	Raíz mayor de Roy	0,108	2,658[b]	2	49	0,08	0,098
APOYO MOTIVACIONAL (CURSO)* MSLQ_PRE	Traza de Pillai	0,087	2,320[b]	2	49	0,109	0,087
	Lambda de Wilks	**0,913**	**2,320[b]**	**2**	**49**	**0,109**	**0,087**
	Traza de Hotelling	0,095	2,320[b]	2	49	0,109	0,087
	Raíz mayor de Roy	0,095	2,320[b]	2	49	0,109	0,087
APOYO MOTIVACIONAL (CURSO)* PERCEP_pre	Traza de Pillai	0,036	,911[b]	2	49	0,409	0,036
	Lambda de Wilks	**0,964**	**,911[b]**	**2**	**49**	**0,409**	**0,036**
	Traza de Hotelling	0,037	,911[b]	2	49	0,409	0,036
	Raíz mayor de Roy	0,037	,911[b]	2	49	0,409	0,036

a. Diseño: Intersección + MSLQ_PRE + PERCEP_pre + CURSO * MSLQ_PRE + CURSO * PERCEP_pre

b. Estadístico exacto

9.4. Análisis Multivariante General

Al realizar el análisis Mancova se obtienen los siguientes resultados (Tabla 15): Teniendo en cuenta el estadístico de Lambda de Wilks, la covariable MSLQ_pre (F= 20,225; p= 0,000) al tener un valor inferior a 0,05 es una covariable que está ayudando a explicar los efectos sobre las variables dependientes; la covariable Percepción Espacial pre (F= 4,376; p= 0,018) tiene un valor inferior a 0,05 por lo que esta covariable está aportando a la explicación del efecto sobre las variables dependientes; finalmente la variable independiente (que tiene dos valores: con y sin) Apoyo Motivacional (F= 2,438; p= 0,098) tiene un valor superior a 0,05, por lo que es una variable que no aporta significativamente a la explicación del efecto sobre las variables dependientes.

Tabla 15. *Análisis multivariante general.*

Contrastes multivariados[a]

Efecto		Valor	F	gl de hipótesis	gl de error	Sig.
Intersección	Traza de Pillai	0,102	2,846[b]	2	50	0,067
	Lambda de Wilks	**0,898**	**2,846[b]**	**2**	**50**	0,067
	Traza de Hotelling	0,114	2,846[b]	2	50	0,067
	Raíz mayor de Roy	0,114	2,846[b]	2	50	0,067
APOYO MOTIVACIONAL	Traza de Pillai	0,089	2,438[b]	2	50	0,098
	Lambda de Wilks	**0,911**	**2,438[b]**	**2**	**50**	**0,098**
	Traza de Hotelling	0,098	2,438[b]	2	50	0,098
	Raíz mayor de Roy	0,098	2,438[b]	2	50	0,098
MSLQ_PRE	Traza de Pillai	0,447	20,225[b]	2	50	0
	Lambda de Wilks	0,553	**20,225[b]**	**2**	**50**	**0**
	Traza de Hotelling	0,809	20,225[b]	2	50	0
	Raíz mayor de Roy	0,809	20,225[b]	2	50	0
PERCEPCIÓN_PRE	Traza de Pillai	0,149	4,376[b]	2	50	0,018
	Lambda de Wilks	0,851	**4,376[b]**	**2**	**50**	**0,018**
	Traza de Hotelling	0,175	4,376[b]	2	50	0,018
	Raíz mayor de Roy	0,175	4,376[b]	2	50	0,018

a. Diseño: Intersección + MSLQ_PRE + PERCEP_pre + CURSO * MSLQ_PRE + CURSO * PERCEP_pre

b. Estadístico exacto

Los resultados de la prueba inter-sujetos (Tabla 16), demuestran que el Apoyo Motivacional como variable independiente, aunque tiene algún efecto y ayuda a explicar algún porcentaje de la varianza, no tiene un efecto estadísticamente significativo sobre la Motivación hacia el aprendizaje MSLQ_post (F= 3,247; p= 0,077); así mismo el Apoyo Motivacional tampoco tiene efecto significativo sobre la Percepción Espacial PERCEP_post (F= 1,491; p= 0,228). También encontramos que la motivación previa tiene altísimo impacto en la motivación posterior (F= 41,038; p= 0,000), así como también la percepción espacial previa tiene impacto directo sobre la percepción espacial posterior (F= 8,622; p= 0,005).

Tabla 16. *Prueba inter-sujetos.*

Pruebas de los efectos inter-sujetos						
Origen	Valor dependiente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	MSLQ POST	4,400[a]	3	1,467	14,693	0,000
	PERCEP post	106,550[b]	3	35,517	5,825	0,002
Intersección	MSLQ POST	0,386	1	0,386	3,866	0,055
	PERCEP post	13,543	1	13,543	2,221	0,142
APOYO MOTIVACIONAL	MSLQ POST	0,324	1	0,324	3,247	0,077
	PERCEP post	9,093	1	9,093	1,491	0,228
MSLQ_PRE	MSLQ POST	4,097	1	4,097	41,038	0,000
	PERCEP post	3,837	1	3,837	0,629	0,431
PERCEPCIÓN_PRE	MSLQ POST	0,016	1	0,016	0,162	0,689
	PERCEP post	52,575	1	52,575	8,622	0,005
Error	MSLQ POST	5,091	51	0,100		
	PERCEP post	310,973	51	6,098		
Total	MSLQ POST	706,919	55			
	PERCEP post	5873,26	55			
Total corregido	MSLQ POST	9,491	54			
	PERCEP post	417,523	54			

a. R al cuadrado = ,727 (R al cuadrado ajustada = ,716)
b. R al cuadrado = ,305 (R al cuadrado ajustada = ,278)
* Valores significativos

Los resultados de las estimaciones para la variable Percepción Espacial post (Tabla 17), mostraron que hay una diferencia entre las medias de las categorías AR sin apoyo motivacional (grupo control) y AR con apoyo motivacional (grupo experimental), que de acuerdo con la prueba inter-sujetos es muy significativa, de esta manera se evidenció que los estudiantes del grupo experimental obtuvieron un promedio más alto y un mayor aumento en el la Percepción Espacial en comparación con los estudiantes que se les aplicó la estrategia de AR sin apoyo motivacional.

Tabla 17. *Estimaciones para la variable Percepción espacial.*

Estimaciones Percepción Espacial					
				Intervalo de confianza al 95%	
Variable dependiente	AR	Media	Error típ.	Limite Inferior	Limite Superior
Percepción Espacial	Sin Apoyo motivacional	9,461[a]	0,513	8,432	10,490
	Con Apoyo motivacional	10,297[a]	0,426	9,443	11,151

a. Las covariables que aparecen en el modelo se evalúan en los siguiente valores: PERCEP pre = 7,28.

Así mismo, en la variable Motivación MSLQ_post se puede observar un promedio M=3,663 para el grupo control (AR sin apoyo motivacional) y M=3,483 para el grupo experimental (AR con apoyo motivacional). Lo anterior permite evidenciar un aumento en la variable de motivación para ambos grupos, favoreciendo especialmente al grupo que trabajó con realidad aumentada y sin apoyo

motivacional, y teniendo en cuenta la prueba inter-sujetos éste es un valor que representa una incidencia significativa.

Tabla 18. *Estimaciones para la variable Motivación MSLQ post.*

Estimaciones Motivación					
				Intervalo de confianza al 95%	
Variable dependiente	AR	Media	Error típ.	Limite Inferior	Limite Superior
Motivación Hacia el aprendizaje	Sin Apoyo motivacional	3,663[a]	0,067	3,528	3,798
	Con Apoyo motivacional	3,483[a]	0,058	3,367	3,600

a. Las covariables que aparecen en el modelo se evalúan en los siguiente valores: MSLQ PRE = 3,2713.

Dentro de un análisis multivariante que incluye las 9 dimensiones de la motivación como covariables, en cuanto a la variable independiente "apoyo motivacional", tuvimos valores inferiores al límite de significancia (Tabla 19) en las dimensiones "Valoración de la tarea" (F= 8,259; p= 0,006), "Elaboración" (F= 9,996; p= 0,003), "Autorregulación de la metacognición y de la conducta" (F= 4,584; p= 0,038) y "Pensamiento crítico" (F= 6,420; p= 0,015); de esta manera se puede decir que el la variable "apoyo motivacional" tuvo un efecto significativo sobre estas 4 dimensiones, y no tuvo un efecto significativo sobre las demás dimensiones. Cabe mencionar que la "presencia de apoyo motivacional" tuvo un efecto sobre la variable dependiente MSLQ, que, aunque ligeramente superior al límite de significancia (F= 4,015; p= 0,052), sí podría explicar un 8.9% de la varianza en la "motivación hacia el aprendizaje" como variable dependiente.

Podemos atribuir también un efecto significativo de la variable independiente "Percepción Espacial" sobre la dimensión "Ansiedad" (F= 11,519; p= 0,002) que podría explicar hasta un 21,9% de su varianza. Así mismo es posible atribuir un efecto significativo de la dimensión "valoración de la tarea" sobre dos dimensiones: La "Elaboración" (F= 4,090; p= 0,50) podría explicar hasta un 9,1% de su varianza, y sobre la dimensión "autorregulación de la metacognición y de la conducta" (F= 5,826; p= 0,20) lo cual podría explicar hasta un 12,4% de su varianza. Por otro lado, podemos identificar un efecto significativo de la "Ansiedad" como variable independiente sobre la "Ansiedad" como variable dependiente (F= 19,295; p= 0,000) lo cual podría explicaría un 32% de su varianza. Podemos identificar un efecto significativo de la dimensión "Elaboración" como variable independiente sobre la "Motivación" como variable dependiente (F= 4,816; p= 0,034) lo cual podría explicaría un 10,5% de su varianza. Así mismo es posible atribuir un efecto significativo de la dimensión "Organización" como variable independiente sobre dos dimensiones: La dimensión "Organización" (F= 11,361; p= 0,002) lo cual podría explicar hasta un 21,7% de su varianza, y sobre la "Percepción espacial" como variable dependiente (F= 4,216; p= 0,46) lo cual podría explicar hasta un 9,3% de su varianza. También tenemos que es posible atribuir un efecto significativo de la dimensión "Autorregulación de la metacognición y de la conducta" sobre cuatro variables: primero sobre la "percepción espacial" como variable dependiente (F= 4,216; p= 0,46) lo cual podría explicar hasta un 9,3% de su varianza, segundo sobre la dimensión "Metas de orientación intrínseca" (F= 7,453; p= 0,009) lo cual podría explicar hasta un 15,4% de su varianza; tercero sobre la dimensión "elaboración" (F= 7,527; p= 0,009) explicando así hasta un 15,5% de su

varianza, y finalmente sobre la dimensión “Autorregulación de la metacognición y de la conducta” como variable dependiente ” (F= 15,207; p= 0,000) explicando así hasta un 27,1% de su varianza.

Es posible atribuir un efecto significativo de la dimensión “Tiempo y hábitos de estudio” como variable independiente sobre cuatro variables: primero sobre el “valor de la tarea” (F= 6,990; p= 0,012) lo cual podría explicar hasta un 14,6% de su varianza, segundo sobre la dimensión “Ansiedad” (F= 10,464; p= 0,002) lo cual podría explicar hasta un 20,3% de su varianza; tercero sobre la dimensión “elaboración” (F= 6,891; p= 0,012) explicando así hasta un 14,4% de su varianza, y finalmente sobre la dimensión “Autorregulación de la metacognición y de la conducta” (F= 5,650; p= 0,022) explicando así hasta un 12,1% de su varianza. Finalmente podemos atribuir un efecto significativo de la dimensión “Autorregulación del esfuerzo” sobre tres variables: primero sobre la “valoración de la tarea” (F= 6,011; p= 0,019) lo cual podría explicar hasta un 12,8% de su varianza, y segundo sobre la dimensión “Autorregulación del esfuerzo” como variable dependiente (F= 7,453; p= 0,009) lo cual podría explicar hasta un 15,4% de su varianza; tercero sobre la dimensión “elaboración” (F= 7,527; p= 0,009) explicando así hasta un 15,5% de su varianza, y finalmente sobre la dimensión “Autorregulación de la metacognición y de la conducta” como variable dependiente ” (F= 7,838; p= 0,008) explicando así hasta un 16% de su propia varianza.

Tabla 19. *Prueba inter-sujetos para la motivación hacia el aprendizaje y sus 9 dimensiones.*

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Origen	Variable dependiente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
Modelo corregido	VdTarea_pos	8,555[a]	13	0,658	2,89	0,005	0,478
	MetOrIntrin_post	11,544[b]	13	0,888	1,936	0,054	0,38
	Ansiedad_post	29,907[c]	13	2,301	6,111	0	0,66
	Elab_post	9,482[d]	13	0,729	3,467	0,001	0,524
	Org_post	15,456[e]	13	1,189	3,692	0,001	0,539
	Autoreg_post	10,221[f]	13	0,786	5,408	0	0,632
	Pcritico_post	5,918[g]	13	0,455	1,798	0,077	0,363
	Habitos_post	9,954[h]	13	0,766	2,553	0,011	0,447
	AutoRegEsfu_post	10,544[i]	13	0,811	4,345	0	0,579
	VISTAS_post	15,918[j]	13	1,224	1,04	0,434	0,248
	PERCEP post	159,945[k]	13	12,303	1,958	0,051	0,383
	MSLQ POST	5,649[l]	13	0,435	4,638	0	0,595
Intersección	VdTarea_pos	0,848	1	0,848	3,725	0,061	0,083
	MetOrIntrin_post	0,443	1	0,443	0,966	0,332	0,023
	Ansiedad_post	0,243	1	0,243	0,645	0,426	0,015
	Elab_post	0,241	1	0,241	1,143	0,291	0,027
	Org_post	0,019	1	0,019	0,059	0,81	0,001
	Autoreg_post	0,286	1	0,286	1,966	0,168	0,046
	Pcritico_post	0,163	1	0,163	0,643	0,427	0,015
	Habitos_post	0,798	1	0,798	2,661	0,111	0,061
	AutoRegEsfu_post	0,116	1	0,116	0,623	0,434	0,015
	VISTAS_post	0,001	1	0,001	0,001	0,981	0
	PERCEP post	0	1	0	0	0,996	0
	MSLQ POST	0,032	1	0,032	0,341	0,562	0,008

	MetOrIntrin_post	0,039	1	0,039	0,086	0,771	0,002
	Ansiedad_post	4,336	1	4,336	11,519	0,002	0,219
	Elab_post	0,003	1	0,003	0,012	0,912	0
	Org_post	0,288	1	0,288	0,894	0,35	0,021
PERCEPCIÓN ESPACIAL_pre	Autoreg_post	0,165	1	0,165	1,137	0,293	0,027
	Pcritico_post	0,143	1	0,143	0,567	0,456	0,014
	Habitos_post	0,041	1	0,041	0,138	0,712	0,003
	AutoRegEsfu_post	0,224	1	0,224	1,2	0,28	0,028
	VISTAS_post	0,047	1	0,047	0,04	0,843	0,001
	PERCEP post	3,721	1	3,721	0,592	0,446	0,014
	MSLQ POST	0,023	1	0,023	0,242	0,626	0,006
	VdTarea_pos	0,078	1	0,078	0,341	0,562	0,008
	MetOrIntrin_post	6,32E-05	1	6,32E-05	0	0,991	0
	Ansiedad_post	0,738	1	0,738	1,961	0,169	0,046
	Elab_post	0,061	1	0,061	0,292	0,592	0,007
	Org_post	0,791	1	0,791	2,457	0,125	0,057
VISTAS ORTOGONALES_pre	Autoreg_post	0,177	1	0,177	1,22	0,276	0,029
	Pcritico_post	0,173	1	0,173	0,684	0,413	0,016
	Habitos_post	0	1	0	0,001	0,978	0
	AutoRegEsfu_post	0,463	1	0,463	2,48	0,123	0,057
	VISTAS_post	1,212	1	1,212	1,029	0,316	0,024
	PERCEP post	4,52	1	4,52	0,719	0,401	0,017
	MSLQ POST	0,096	1	0,096	1,021	0,318	0,024
	VdTarea_pos	0,443	1	0,443	1,947	0,17	0,045
	MetOrIntrin_post	0,097	1	0,097	0,211	0,648	0,005
	Ansiedad_post	0,544	1	0,544	1,444	0,236	0,034
	Elab_post	0,86	1	0,86	4,09	0,05	0,091
	Org_post	0,024	1	0,024	0,075	0,785	0,002
VALORACIÓN DE LA TAREA_pre	Autoreg_post	0,847	1	0,847	5,826	0,02	0,124
	Pcritico_post	0,019	1	0,019	0,076	0,784	0,002
	Habitos_post	0,009	1	0,009	0,03	0,864	0,001
	AutoRegEsfu_post	0,153	1	0,153	0,819	0,371	0,02
	VISTAS_post	0,507	1	0,507	0,431	0,515	0,01
	PERCEP post	1,391	1	1,391	0,221	0,641	0,005
	MSLQ POST	0,074	1	0,074	0,791	0,379	0,019
	VdTarea_pos	0,35	1	0,35	1,536	0,222	0,036
	MetOrIntrin_post	0,151	1	0,151	0,329	0,569	0,008
	Ansiedad_post	0,016	1	0,016	0,042	0,838	0,001
	Elab_post	0,177	1	0,177	0,841	0,365	0,02
	Org_post	0,001	1	0,001	0,002	0,968	0
METAS DE ORIENTACIÓN INTRÍNSECA_pre	Autoreg_post	0,451	1	0,451	3,104	0,086	0,07
	Pcritico_post	0,029	1	0,029	0,114	0,737	0,003
	Habitos_post	0,407	1	0,407	1,358	0,251	0,032
	AutoRegEsfu_post	0,257	1	0,257	1,375	0,248	0,032
	VISTAS_post	0,091	1	0,091	0,077	0,783	0,002
	PERCEP post	3,021	1	3,021	0,481	0,492	0,012
	MSLQ POST	0,078	1	0,078	0,831	0,367	0,02

	VdTarea_pos	0,065	1	0,065	0,283	0,597	0,007
	MetOrIntrin_post	0,292	1	0,292	0,636	0,43	0,015
	Ansiedad_post	7,263	1	7,263	19,295	0	0,32
	Elab_post	0,261	1	0,261	1,242	0,272	0,029
	Org_post	0,104	1	0,104	0,322	0,574	0,008
ANSIEDAD ANTE LOS EXAMENES_pre	Autoreg_post	0,232	1	0,232	1,596	0,214	0,037
	Pcritico_post	0,021	1	0,021	0,084	0,774	0,002
	Habitos_post	0,201	1	0,201	0,671	0,418	0,016
	AutoRegEsfu_post	0	1	0	0,001	0,981	0
	VISTAS_post	4,4	1	4,4	3,738	0,06	0,084
	PERCEP post	0,099	1	0,099	0,016	0,901	0
	MSLQ POST	0,094	1	0,094	1,004	0,322	0,024
	VdTarea_pos	0,512	1	0,512	2,251	0,141	0,052
	MetOrIntrin_post	0,3	1	0,3	0,653	0,424	0,016
	Ansiedad_post	0,318	1	0,318	0,846	0,363	0,02
	Elab_post	0,06	1	0,06	0,284	0,597	0,007
	Org_post	0,155	1	0,155	0,48	0,492	0,012
ELABORACIÓN_pre	Autoreg_post	0,064	1	0,064	0,439	0,511	0,011
	Pcritico_post	0,009	1	0,009	0,036	0,851	0,001
	Habitos_post	0,666	1	0,666	2,22	0,144	0,051
	AutoRegEsfu_post	0,382	1	0,382	2,044	0,16	0,047
	VISTAS_post	0,015	1	0,015	0,012	0,912	0
	PERCEP post	0,606	1	0,606	0,097	0,758	0,002
	MSLQ POST	0,451	1	0,451	4,816	0,034	0,105
	VdTarea_pos	0,908	1	0,908	3,986	0,053	0,089
	MetOrIntrin_post	0,128	1	0,128	0,278	0,601	0,007
	Ansiedad_post	0,597	1	0,597	1,586	0,215	0,037
	Elab_post	3,04E-05	1	3,04E-05	0	0,99	0
	Org_post	3,659	1	3,659	11,361	0,002	0,217
ORGANIZACIÓN_pre	Autoreg_post	0,159	1	0,159	1,095	0,301	0,026
	Pcritico_post	0,329	1	0,329	1,3	0,261	0,031
	Habitos_post	1,295	1	1,295	4,32	0,044	0,095
	AutoRegEsfu_post	0,082	1	0,082	0,438	0,512	0,011
	VISTAS_post	1,579	1	1,579	1,341	0,254	0,032
	PERCEP post	26,489	1	26,489	4,216	0,046	0,093
	MSLQ POST	0,019	1	0,019	0,205	0,653	0,005
	VdTarea_pos	0,016	1	0,016	0,072	0,79	0,002
	MetOrIntrin_post	3,419	1	3,419	7,453	0,009	0,154
	Ansiedad_post	0,498	1	0,498	1,323	0,257	0,031
	Elab_post	1,584	1	1,584	7,527	0,009	0,155
AUTOREGULACION DE LA METACOGNICIÓN Y DE LA CONDUCTA_pre	Org_post	0,674	1	0,674	2,092	0,156	0,049
	Autoreg_post	2,211	1	2,211	15,207	0	0,271
	Pcritico_post	1,025	1	1,025	4,046	0,051	0,09
	Habitos_post	0,002	1	0,002	0,008	0,929	0
	AutoRegEsfu_post	0,312	1	0,312	1,673	0,203	0,039
	VISTAS_post	1,683	1	1,683	1,43	0,239	0,034
	PERCEP post	0,195	1	0,195	0,031	0,861	0,001
	MSLQ POST	0,196	1	0,196	2,094	0,155	0,049

	VdTarea_pos	0,141	1	0,141	0,619	0,436	0,015
	MetOrIntrin_post	0,001	1	0,001	0,002	0,968	0
	Ansiedad_post	1,033	1	1,033	2,744	0,105	0,063
	Elab_post	0,103	1	0,103	0,491	0,488	0,012
	Org_post	0,31	1	0,31	0,962	0,332	0,023
PENSAMIENTO CRÍTICO_pre_pre	Autoreg_post	0,015	1	0,015	0,105	0,748	0,003
	Pcritico_post	0,196	1	0,196	0,775	0,384	0,019
	Habitos_post	0,244	1	0,244	0,813	0,373	0,019
	AutoRegEsfu_post	0,061	1	0,061	0,329	0,569	0,008
	VISTAS_post	0,173	1	0,173	0,147	0,703	0,004
	PERCEP post	1,756	1	1,756	0,28	0,6	0,007
	MSLQ POST	0,027	1	0,027	0,293	0,591	0,007
	VdTarea_pos	1,592	1	1,592	6,99	0,012	0,146
	MetOrIntrin_post	0,059	1	0,059	0,129	0,721	0,003
	Ansiedad_post	3,939	1	3,939	10,464	0,002	0,203
	Elab_post	1,45	1	1,45	6,891	0,012	0,144
	Org_post	0,08	1	0,08	0,249	0,62	0,006
TIEMPO Y HABITOS DE ESTUDIO_pre	Autoreg_post	0,822	1	0,822	5,65	0,022	0,121
	Pcritico_post	0,289	1	0,289	1,139	0,292	0,027
	Habitos_post	0,945	1	0,945	3,15	0,083	0,071
	AutoRegEsfu_post	0,215	1	0,215	1,155	0,289	0,027
	VISTAS_post	2,622	1	2,622	2,227	0,143	0,052
	PERCEP post	17,559	1	17,559	2,795	0,102	0,064
	MSLQ POST	0,335	1	0,335	3,577	0,066	0,08
	VdTarea_pos	1,369	1	1,369	6,011	0,019	0,128
	MetOrIntrin_post	0,331	1	0,331	0,722	0,4	0,017
	Ansiedad_post	1,056	1	1,056	2,805	0,102	0,064
	Elab_post	0,217	1	0,217	1,033	0,315	0,025
	Org_post	0,289	1	0,289	0,896	0,349	0,021
AUTOREGULACION DEL ESFUERZO_pre	Autoreg_post	0,13	1	0,13	0,897	0,349	0,021
	Pcritico_post	0,286	1	0,286	1,128	0,294	0,027
	Habitos_post	0,078	1	0,078	0,261	0,612	0,006
	AutoRegEsfu_post	1,463	1	1,463	7,838	0,008	0,16
	VISTAS_post	0,272	1	0,272	0,231	0,633	0,006
	PERCEP post	1,049	1	1,049	0,167	0,685	0,004
	MSLQ POST	0,001	1	0,001	0,009	0,923	0
	VdTarea_pos	0,071	1	0,071	0,312	0,579	0,008
	MetOrIntrin_post	0,001	1	0,001	0,003	0,958	0
	Ansiedad_post	0,046	1	0,046	0,122	0,729	0,003
	Elab_post	0,071	1	0,071	0,339	0,564	0,008
	Org_post	0,214	1	0,214	0,664	0,42	0,016
MSLQ_PRE	Autoreg_post	0,014	1	0,014	0,098	0,756	0,002
	Pcritico_post	0,001	1	0,001	0,002	0,962	0
	Habitos_post	0,076	1	0,076	0,253	0,617	0,006
	AutoRegEsfu_post	0,008	1	0,008	0,043	0,837	0,001
	VISTAS_post	0,688	1	0,688	0,585	0,449	0,014
	PERCEP post	0,001	1	0,001	0	0,99	0
	MSLQ POST	0,462	1	0,462	4,927	0,032	0,107

APOYO MOTIVACIONAL (CON / SIN)	VdTarea_pos	1,88	1	1,88	8,259	0,006	0,168
	MetOrIntrin_post	0,044	1	0,044	0,097	0,757	0,002
	Ansiedad_post	0,377	1	0,377	1,002	0,323	0,024
	Elab_post	2,103	1	2,103	9,996	0,003	0,196
	Org_post	0,067	1	0,067	0,208	0,651	0,005
	Autoreg_post	0,667	1	0,667	4,584	0,038	0,101
	Pcritico_post	1,626	1	1,626	6,42	0,015	0,135
	Habitos_post	1,04E-05	1	1,04E-05	0	0,995	0
	AutoRegEsfu_post	0,345	1	0,345	1,85	0,181	0,043
	VISTAS_post	0,327	1	0,327	0,278	0,601	0,007
	PERCEP post	4,781	1	4,781	0,761	0,388	0,018
	MSLQ POST	0,376	1	0,376	4,015	0,052	0,089
Error	VdTarea_pos	9,335	41	0,228			
	MetOrIntrin_post	18,808	41	0,459			
	Ansiedad_post	15,434	41	0,376			
	Elab_post	8,626	41	0,21			
	Org_post	13,204	41	0,322			
	Autoreg_post	5,961	41	0,145			
	Pcritico_post	10,384	41	0,253			
	Habitos_post	12,295	41	0,3			
	AutoRegEsfu_post	7,652	41	0,187			
	VISTAS_post	48,266	41	1,177			
	PERCEP post	257,578	41	6,282			
	MSLQ POST	3,842	41	0,094			
Total	VdTarea_pos	825,867	55				
	MetOrIntrin_post	743,789	55				
	Ansiedad_post	632,658	55				
	Elab_post	705,66	55				
	Org_post	544,084	55				
	Autoreg_post	687,617	55				
	Pcritico_post	659,504	55				
	Habitos_post	780,199	55				
	AutoRegEsfu_post	904,936	55				
	VISTAS_post	866,052	55				
	PERCEP post	5873,26	55				
	MSLQ POST	706,919	55				
Total corregida	VdTarea_pos	17,89	54				
	MetOrIntrin_post	30,352	54				
	Ansiedad_post	45,342	54				
	Elab_post	18,108	54				
	Org_post	28,66	54				
	Autoreg_post	16,182	54				
	Pcritico_post	16,302	54				
	Habitos_post	22,248	54				
	AutoRegEsfu_post	18,196	54				
	VISTAS_post	64,184	54				
	PERCEP post	417,523	54				
	MSLQ POST	9,491	54				

a. R cuadrado = ,478 (R cuadrado corregida = ,313)
b. R cuadrado = ,380 (R cuadrado corregida = ,184)
c. R cuadrado = ,660 (R cuadrado corregida = ,552)
d. R cuadrado = ,524 (R cuadrado corregida = ,373)
e. R cuadrado = ,539 (R cuadrado corregida = ,393)
f. R cuadrado = ,632 (R cuadrado corregida = ,515)
g. R cuadrado = ,363 (R cuadrado corregida = ,161)
h. R cuadrado = ,447 (R cuadrado corregida = ,272)
i. R cuadrado = ,579 (R cuadrado corregida = ,446)
j. R cuadrado = ,248 (R cuadrado corregida = ,010)
k. R cuadrado = ,383 (R cuadrado corregida = ,187)
l. R cuadrado = ,595 (R cuadrado corregida = ,467)

10. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Se aplicó un diseño cuasi experimental para establecer los efectos de la estrategia pedagógica basada en RA y apoyos motivacionales diseñada para esta investigación sobre el logro de aprendizaje del tema de Proyecciones Ortogonales, sobre la Percepción Espacial y sobre la motivación hacia el aprendizaje de los estudiantes del grado undécimo del colegio público Florentino González de Bogotá. Los resultados de esta investigación muestran que hubo diferencias significativas en ambos grupos: En el grupo que interactuó con la estrategia didáctica basada en AR sin apoyos motivacionales, y también en el grupo que interactuó con la estrategia basada en AR con apoyos motivacionales, tanto en las variables de motivación hacia el aprendizaje, como en el logro de aprendizaje y en la percepción espacial.

En el grupo control (con AR sin apoyo motivacional) la Percepción Espacial aumentó 40,18%, y en el grupo experimental (con AR y apoyo motivacional) la Percepción Espacial aumentó 34,25%. Vemos entonces que esta variable aumentó significativamente en ambos grupos, en proporción similar, y a pesar de que el grupo experimental tuvo apoyos motivacionales, su aumento en la PE fue menor, pero fue un aumento considerable y estadísticamente significativo. Con esto se confirma la hipótesis nula **Ho** planteada para esta investigación y se anula la hipótesis **Hiii** planteadas para esta investigación (Consultar el literal 8.4 de este documento).

En el grupo control (con AR sin apoyo motivacional) el logro de aprendizaje de proyecciones ortogonales aumentó 22,75%, y en el grupo experimental (con AR y apoyo motivacional) el logro de aprendizaje de proyecciones ortogonales aumento 29,05%. Vemos entonces que esta variable aumentó significativamente en ambos grupos, pero en proporción diferente, y al parecer el grupo control al haber tenido apoyos motivacionales tuvo un aumento significativo y considerable en el logro de aprendizaje. Entonces el aumento en el logro de aprendizaje del grupo experimental se podría atribuir en gran parte al uso de la RA combinado con los apoyos motivacionales como estrategia didáctica. Con estos resultados se confirma y se valida la hipótesis **Hii** y se confirma también la hipótesis **Hiiii** planteadas para esta investigación. (Consultar el literal 8.4 de este documento).

Lo anterior confirma que: “El uso de la RA ayuda en la visualización como una propuesta cognitiva en la persona y así estructurar imágenes mentales, en las cuales se puede controlar y realizar cambios y trasformaciones estructurales.” (Diaz & Garzón, 2014). También nos confirma que vale la pena la exploración del uso de “la RA (con adición de elementos multimedia y varias orientaciones

teóricas) para mejorar la motivación científica en los estudiantes y para proporcionar una experiencia de aprendizaje más allá de lo creíble y de la expectativa." (Gopalan, Bakar, & Zulkifli, 2017).

En el grupo control (con AR sin apoyo motivacional) la motivación hacia el aprendizaje como macro factor aumentó 13,22%, y en el grupo experimental (con AR y apoyo motivacional) la motivación aumento 5,54%. Vemos entonces que esta variable aumentó significativamente en ambos grupos, pero en proporción diferente, y el grupo experimental, a pesar de haber tenido apoyos motivacionales, tuvo un aumento en la motivación menor. Entonces el aumento en la motivación del grupo control se podría atribuir en parte al uso de la RA como estrategia didáctica sin necesidad de apoyos motivacionales adicionales.

En cuanto al uso de las TIC en la educación, esta investigación ayuda a confirmar las conclusiones de Restrepo (2023) cuando habla de cómo se debe entender la tecnología como medio para contribuir a la educación, concibiéndola como "como un entorno que sirve para adquirir conocimiento y generar espacios de socialización, interacción e integración humanas" más allá de simplemente relacionarla con "las máquinas que contribuyen a los procesos de formación de sujetos." El mismo autor concluye también que "la incorporación de la RA demuestra un persistente interés en actualizar las herramientas, las prácticas y los discursos relacionados con la tecnología y la informática en contextos educativos", y nuestros resultados confirman que dicho interés vale la pena y tiene mucho que aportar al campo de investigación de la pedagogía de la tecnología en general. Al respecto el MEN (2022) en su más reciente actualización de lineamientos curriculares para el área de tecnología e informática manifiesta que "espera superar el uso instrumental de las TIC", y en ese sentido esta investigación propendió por que el uso de la tecnología, y específicamente de la tecnología basada en RA, vaya más allá de lo instrumental, de la moda o el auge creciente de dicha tecnología aumentativa, pues aquí las mecánicas de interacción fueron cuidadosamente diseñadas para establecer mejoras en los procesos de apropiación de las habilidades necesarias para comprender el mundo en tres dimensiones, así mismo los apoyos motivacionales fueron adaptados y aplicados de forma meticulosa, con plena conciencia procedimental de cada uno de 6 estrategias planteadas por los expertos en andamiajes para aumentar el compromiso conductual, cognitivo y emocional del estudiante.

Finalmente es posible concluir que resulta preciso "introducir la variable de motivación como aliado en el proceso de aprendizaje, garantizando, entre otros aspectos, un mejor desempeño académico, pues en investigaciones previas se ha encontrado una relación positiva y significativa entre ambas variables" (Pintrich y García, 1991; Usán y Salavera, 2018; González y Martín, 2019; Gil y Cardona, 2020) Citados por Masso et al, (2021).

10.1. EVALUACIÓN DE COVARIABLES

La selección de las covariables se fundamentó en el proceso de investigación y planteamiento de hipótesis, en la revisión de la literatura y en los soportes teóricos revisados. Se esperaba que las covariables empleadas estuvieran directamente relacionadas con la variable independiente apoyo

motivacional en sus dos valores y podrían tener un impacto significativo en los resultados. La covariable MSLQ_pre muestra un efecto significativo sobre las variables dependientes analizadas, lo que indica que la motivación previa relacionada con el MSLQ si tiene impacto sobre las variables dependientes y ayuda a explicar su varianza. La covariable Percepción Espacial pre no aporta significativamente a la explicación del efecto sobre las variables dependientes, y finalmente la variable independiente Apoyo Motivacional (en sus dos valores) no aporta significativamente a la explicación del efecto sobre la Percepción Espacial, sin embargo, aunque supera el umbral de significancia, si tiene algún efecto y ayuda a explicar un porcentaje menor de la varianza de la Motivación hacia el aprendizaje.

10.2. APOYO MOTIVACIONAL Y PERCEPCIÓN ESPACIAL

El análisis MANCOVA determinó una diferencia significativa entre los grupos con apoyo motivacional y sin apoyo motivacional (F= 1,491; p= 0,228), con una diferencia de medias a favor del grupo experimental (M= 0,836) según los resultados obtenidos en las tabla 16 y 17 de la presente investigación, evidenciando así, que la presencia del apoyo motivacional favoreció el desarrollo de la percepción espacial.

10.3. APOYO MOTIVACIONAL Y MOTIVACIÓN HACIA EL APRENDIZAJE

El análisis MANCOVA determinó una diferencia significativa entre los grupos con apoyo motivacional y sin apoyo motivacional (F= 3,247; p= 0,077), con una pequeña diferencia de medias, pero en este caso a favor del grupo control (M= 0,18) de acuerdo con los resultados obtenidos en las tabla 16 y 17 de esta investigación, permitiendo inferir que, aunque la presencia del apoyo motivacional favoreció la motivación del grupo experimental de manera significativa, el grupo control tuvo mayor aumento en la motivación sin necesidad de apoyo motivacional; le atribuiremos entonces este aumento al uso de la estrategia basada en RA y varias de sus interfaces y mecánicas de interacción diseñadas para motivador al estudiante como una suerte de andamiaje en sí misma.

10.4. APOYO MOTIVACIONAL Y DIMENSIONES DE LA MOTIVACIÓN HACIA EL APRENDIZAJE

El análisis MANCOVA determinó una diferencia significativa entre los grupos con apoyo motivacional y sin apoyo motivacional únicamente para las variables dependientes “Valoración de la tarea” (F= 8,259; p= 0,006), “Elaboración” (F= 9,996; p= 0,003), “Autorregulación de la metacognición y de la conducta” (F= 4,584; p= 0,038) y “Pensamiento crítico” (F= 6,420; p= 0,015), así mismo no tuvo un efecto significativo sobre las otras 5 dimensiones. Cabe mencionar que el apoyo motivacional tuvo cierto efecto sobre la variable dependiente MSLQ_post, y aunque ligeramente superior al límite de significancia (F= 4,015; p= 0,052), podría ayudar a explicar un 8.9% de la varianza en la “motivación hacia el aprendizaje”.(Tabla 19).

Por otro lado, podemos identificar un efecto significativo de la "Ansiedad" como variable independiente sobre la "Ansiedad" como variable dependiente (F= 19,295; p= 0,000) lo cual podría explicaría un 32% de su varianza (tabla 19), en el caso de la variable "ansiedad" el aumento de la se consideraría un resultado negativo, pues es una variable en la que se espera disminución, en esta investigación la ansiedad disminuyó un 21,8% en el grupo control, y un 15,2% en el grupo experimental, lo cual significaría que aunque la ansiedad disminuyó en ambos grupos, en el grupo con apoyo motivacional la variación fue menor, en todo caso fue un resultado significativo y esperanzador.

La "Organización" como covariable tiene un efecto sobre la "Organización" como variable dependiente (F= 11,361; p= 0,002) pudiendo explicar hasta un 21,7% de su varianza, y tenemos un aumento del 16,2% en el grupo control, y un aumento de un 14,5% en el grupo experimental, favoreciendo especialmente al grupo sin apoyo motivacional. Ahora bien, la Organización también tiene un efecto sobre la "Percepción espacial" como variable dependiente (F= 4,216; p= 0,46) explicando hasta un 9,3% de su varianza, de modo que la organización del estudiante favorece el desarrollo de su percepción espacial.

Teniendo presente que el apoyo motivacional tiene un impacto significativo sobre la elaboración (F= 9,996; p= 0,003), encontramos que la variable que más aumento en el grupo control fue la dimensión de la "Elaboración", con una varianza de 24,2%, sin embargo, en el grupo experimental el aumento fue de 6,19%. La "elaboración" tiene impacto directo sobre la motivación hacia el aprendizaje (F=4,816; p=0,034), y podría explicar hasta un 10,5% de su varianza.

Teniendo en cuenta que según el MANCOVA el pensamiento crítico no tiene impacto directo sobre otras dimensiones, en todo caso es una dimensión que tuvo un incremento importante, con un aumento de 20,49% en el grupo control, y de 6,7% en el grupo experimental, entonces podemos afirmar que el apoyo motivacional no afecta de forma suficiente la variación del pensamiento crítico, viéndose mucho más favorecido éste en el grupo control.

El siguiente aumento importante se da en la dimensión "valoración de la tarea", sobre la cual el apoyo motivacional tiene impacto directo en la "Valoración de la tarea" (F= 8,259; p= 0,006), se favorece especialmente el grupo control con un aumento de 20,4%, y aumenta un 7,9% el grupo experimental; la valoración de la tarea tiene un impacto directo en la "autorregulación de la metacognición y de la conducta" (F= 5,826; p= 0,20) y podría explicar hasta un 12,4% de su varianza.

10.5. APLICACIÓN MÓVIL BASADA EN MECANICAS DE INTERACCION EN AR

En el transcurso de esta investigación se diseñaron varias actividades y retos que implican el uso de RA, cada una con mecánicas de interacción ha sido ideadas para instaurar, a través de la experimentación, conocimientos puntuales en el estudiante sobre proyecciones ortogonales, así como reforzar la percepción espacial, ambos conceptos importantes para desenvolverse, comprender e interactuar con el mundo tridimensional en el que habitamos: Luego de décadas orientando estas temáticas he llegado a la conclusión de que esta tecnología aumentativa es una de las mejores herramientas para enseñar y aprender estos contenidos temáticos, al final del ejercicio pedagógico es el docente quien diseña de la experiencia, después de todo "la escuela convierte en

didáctico todo lo que considera útil para mejorar el aprendizaje." (Hernandez, 2006); el uso de dispositivos móviles ha permitido que los estudiantes de undécimo interactuaran con esta tecnología que les permitió visualizar, tocar, mover, girar, superponer, subir, bajar, incluso rodear elementos tridimensionales afincados en el espacio.

Establecemos aquí incluso de una "inmersión sensorial", donde la AR "devuelve el valor a los sentidos y se aparta de un conocimiento abstracto y plano" (Cuervo y Gamboa, 2021), coincido con estos autores, quienes concluyen que "los elementos sensoriales y la interacción dada por esta herramienta potenciarían la inteligencia espacial, la cual mejora la capacidad de imaginar, visualizar y distinguir entre distintos objetos de 3D y 2D haciendo uso de los modelos presentados."

Las estrategias mediadas por AR usadas en la presente investigación han tenido un impacto positivo en el aprendizaje de los estudiantes, y han favorecido el aprendizaje notablemente; de acuerdo con el MANCOVA tuvimos un aumento en la Percepción Espacial de 40,18% en el grupo que tuvo acceso a la estrategia AR, y un 34,25% en el grupo que interactuó con la estrategia AR combinada con apoyos motivacionales. El aumento mencionado puede deberse también a que "Las mezclas de realidades que presenta AR, hace que la percepción del entorno sea más experiencia enriquecedora, que brinda a los maestros actuales una herramienta innovadora que se puede utilizar para mejorar la proceso de aprendizaje" (Laurens, 2020). El MEN (2022) menciona que:

> *"El conocimiento tecnológico nos habilita para adoptar una tecnología sobre otra, adaptar productos tecnológicos a tareas para las que nos estaban pensados, generar nueva tecnología, evaluar y administrar sus usos e impactos con criterios claros sobre sus límites, usos y beneficios, así como reconocer los modos en que transforma las relaciones sociales y la calidad de vida de las comunidades"*.

11. LIMITACIONES Y ALCANCES

11.1. LIMITACIONES

En el desarrollo de la investigación sucedieron toda suerte de imprevistos, que tuvieron que ser sorteados buscando el menor impacto en el proceso de desarrollo "normal" de las actividades e interactivos, y el impacto sobre los resultados en sí mismos.

La falta de conectividad fue más grande limitación, más de la mitad de las sesiones de trabajo no se contó con internet en la sala de informática, de modo que fue necesario el uso de los celulares de cada estudiante para acceder a las actividades, presentaciones, videos, e interactivos en general. No todos los estudiantes contaban con celular propio, y de los que contaban con celular propio no todos tenían plan de datos. Tuvimos que apelar a un trabajo colaborativo donde los que tenían datos compartían datos con sus compañeros, y para mi celular, adquirí un plan de datos ilimitado, llegué a tener que compartirle internet hasta a una decena de dispositivos, que conectados al tiempo (combinados entre laptops y dispositivos móviles) generaban saturación y ralentizaban procesos. (Pintrich & García, 1991) nos habla sobre cómo:

> *"un aspecto del entorno que el estudiante debe aprender a gestionar es el apoyo de los demás. Esto incluye tanto a compañeros como a instructores. Los buenos estudiantes saben cuándo no saben algo y son capaces de identificar a alguien que les brinde cierta ayuda. Existe una gran cantidad de investigaciones que indican que la ayuda entre pares, la tutoría entre pares y la asistencia individual de los maestros facilitan el rendimiento de los estudiantes."*

En ese mismo sentido, por ejemplo, los formularios en Google Forms fueron diseñados con un límite de 1 respuesta por usuario, lo cual tuvo que ser cambiado, permitiendo ahora que varios estudiantes pudieran interactuar con los test, y subir información desde un mismo celular o desde una misma cuenta de Google. Por la falta de conectividad no todos los estudiantes lograban presentar los test dentro del horario y dentro del salón, así que tenía que otorgar plazos razonables para que lo hicieran en casa, y quienes no podían en casa por falta de recurso tecnológico asistían algunos descansos, tuve que empezar a quedarme a atenderlos en periodos extra-clase.

Un componente importante que se buscaba favorecer es la motivación, pero motivar a los estudiantes se complica cuando, por ejemplo, el horario es el de las dos últimas horas de clase del viernes, cuando llegaban sudados de Educación Física, ya cansados del trabajo del día y de la semana, se procuraba que el espacio de clase fuera un espacio de activación cognitiva, y los estudiantes en su mayoría cooperaban y desarrollaban las actividades propuestas para cada sesión.

Cuando por fin el colegio tuvo de nuevo servicio de internet, me encontré con una nueva barrera: El acceso a Moodle está bloqueado por defecto (figura 58), así que se tuvo que hacer una solicitud especial que nunca fue solucionada por la entidad distrital en la que ejerzo mi cargo de planta. Finalmente se tuvo que interactuar con el contenido del AVA desde los celulares, y se creó una versión completa de cada sesión de trabajo en la nube que pago mensualmente. En todo caso volvieron a quitar el internet a la semana siguiente.

Figura 58. *Acceso al AVA bloqueado.*



Se presentaron procesos de deserción de varios estudiantes, y algunos casos de asistencia intermitente, un par de estudiantes incluso se cambiaron de jornada, así mismo llegaron estudiantes nuevos a mitad de trimestre cuando llevábamos avance de más del 50% de las actividades de la investigación.

Se debe considerar que los instrumentos MSLQ y algunos formularios, aunque presentan una alta fiabilidad, siguen siendo instrumentos de autoreporte, y pueden ser resueltos de forma subjetiva, con presión de grupo, con sesgos cognitivos, sesgos comportamentales, etc., y todo ello esto podría generar variaciones en los resultados.

Aunque en este caso no se contó con una muestra más grande, es probable que tener una muestra de estudiantes más nutrida permitiría contrastar mejor las hipótesis trabajadas, así como un tercer grupo (dos grupos experimentales u uno control) podrían ayudar a establecer mejor las varianzas de las variables planteadas, así mismo permitiría proponer e identificar nuevas covariables que establezcan una mejor comprensión de la percepción espacial y de la motivación, por otro lado las condiciones materiales y económicas podrían ser una variable digna de contrastar, como concluyen Cuervo y Gamboa (2021): "Aplicar la investigación en poblaciones con diferentes estratos socio-económicos ayudaría a realizar una comparación que permita indagar sobre cómo se puede mejorar el logro de aprendizaje y la motivación a través del uso de las nuevas TIC", en todo caso todo lo anterior por cuestiones logísticas no fue considerado como parte de los objetivos inmediatos.

Para finalizar, Restrepo (2023) sostiene que "ser docente y ser un buen docente implica diferencias, pues esto último se fundamenta en poseer conocimientos y habilidades que involucren la investigación y la capacidad de gestión." Es muy difícil encajar en la definición de un buen docente, ahora mucho más difícil ser un "docente motivador", permanecer en la iniciativa de motivar a los estudiantes sin que el docente este motivado, es casi imposible: las barreras tecnológicas institucionales pueden truncar procesos de aula cotidianos, y en este caso por poco truncan la investigación. Una pregunta para otra investigación interesante y consecuente sería, por ejemplo: ¿Cómo motivar al estudiante a través de procesos de motivación enfocados en el maestro?

11.2. ALCANCES

Con intención de hacer algún aporte al conocimiento, esta investigación recoge el trabajo de muchos años, y se espera que los productos tecnológicos y pedagógicos aquí presentados puedan ser referente y guía para otros docentes con inquietudes y necesidades similares. Todo docente de tecnología tiene que formarse constantemente, las tecnologías de RA se vuelven tema de formación obligada para docentes de cualquier área del conocimiento, añadiendo valor mediante las mecánicas de interacción que permiten, según el tema a estudiar, una comprensión de las temáticas apoyada en el uso del espacio y la tridimensionalidad. Por ejemplo, existe el interés de (en este punto no fue considerado como parte de los objetivos inmediatos) generar algún tipo de cartilla, libro, manual, que contenga sugerencias y ajustes razonables para mejorar la motivación en el aula de tecnología, y en el aula regular general, de la mano de varios andamiajes que serán comprobados en otros contextos.

Una estrategia basada en contenidos y micro contenidos podría favorecer la difusión del conocimiento a partir de la experiencia que aporta la RA y los AVA, este podría ser un siguiente paso viable, y consecuente con esta investigación; sobre la RA Calvo (2021) afirma que:

> *"El alcance real de esta tecnología en las aulas está aún por llegar, y uno de los grandes objetivos en los que se está trabajando son los llamados laboratorios virtuales: poder usar esta tecnología para dotar a centros educativos de laboratorios de diferentes materias, donde los alumnos podrán interactuar con los elementos virtuales y reales para potenciar su experimentación, exploración y trabajo empírico.*

Somos conscientes de que unos laboratorios, en escenarios realistas del contexto de lo púbico, suponen burocracia y barreras, así como un gran costo en material y espacio, sin mencionar la disposición de directivas y docentes. Sin embargo no podemos evadir el hecho de que “la llegada de esta tecnología puede facilitar la integración de estos nuevos espacios de aprendizaje en el colegio, dotándolos además de mayor seguridad y escalabilidad en los experimentos o tareas.” (Calvo, 2021).

Diseñar una estrategia que implique el desarrollo de un software, y que dicho software tenga implícito un andamiaje, es un reto que pocos docentes están dispuestos a asumir con seriedad, por falta de interés, tiempo, y/o de conocimiento técnico; la creación de software educativo es poco valorada en muchos ámbitos, incluso ámbitos académicos “a menudo se entiende la versión educacional de un software como la variante reducida con respecto a la versión estándar, que exhibe sus glorias, creyendo que el ámbito de aplicación *edu* es menos importante”. (Hernandez, 2006), cuando en realidad es todo lo contrario, la versión de un software que tiene como finalidad enseñar, requiere de muchísimo más esfuerzo, y si este software además tiene como intención subir la motivación del estudiante, el reto del docente diseñador del software aumenta exponencialmente.

Falta mucho trabajo en el largo proceso de decodificación de los principios y dimensiones de la motivación hacia el aprendizaje, el cual tendrá que seguir siendo investigado en diferentes contextos, grupos etarios, y poblaciones; la motivación es una palabra que se ha utilizado en muchas investigaciones de forma muy gratuita, es decir, sin una verdadera pretensión de ser favorecida, incluso medida con rigor, y el único camino posible para mejorar la motivación en el aula es la instauración gradual de una cultura conducente a docentes motivados, y docentes interesados en formarse en la aplicación de estrategias y apoyos motivacionales tanto en aulas tradicionales como en aulas virtuales. Aquí hablamos desde el aula de informática, lugar desde el cual es posible lograr cambios importantes en la sociedad, el MEN (2008) ha reconocido que “La informática constituye uno de los sistemas tecnológicos de mayor incidencia en la transformación de la cultura contemporánea debido a que atraviesa la mayor parte de las actividades humanas.” Finalmente, cabe mencionar que la aplicación basada en AR, y los andamiajes motivacionales producto de la presente investigación, se seguirán usando en mi aula regular, y tienen potencial de uso en muchas aulas, desde facultades de ingeniería hasta carreras de diseño y arquitectura, preuniversitarios, y licenciaturas, por lo pronto se buscará su uso y validación adicional en asignaturas de expresión gráfica como las que componen el currículo de licenciaturas en tecnología y en diseño tecnológico, asignaturas que al haber tenido la oportunidad de orientar, me han dado una perspectiva de la especial importancia que tiene el entrenamiento en habilidades de percepción espacial en todos los ciclos formativos.

12. REFERENCIAS

Albadán, H., Suárez, V., & Rivera, D. (2011). Propuesta de apoyo para el desarrollo de la comprensión espacial usando visión de máquina. *XVIII International Congress of Electronic, Electrical and Systems Engineering*.

Alvarez,, L. (2012). Motivation scale adolescent (EM1) based on the Motivational Model of McClelland Typology. *Tesis Psicológica 7*.

Andrade, L. (2012). Teoría de la carga cognitiva, diseño multimedia y aprendizaje: Un estado del arte. *Magis. Revista Internacional de Investigación en Educación*, 75-92.

Artiles, C. (2019). Identificación de las altas capacidades intelectuales por macroprocesos cognitivos.

Artiles, C., & Jimenez, J. (2019). Los macroprocesos cognitivos en la identificación del alumnado con altas capacidades intelectuales.

AutoCAD. (Agosto de 2021). Obtenido de 2019 https://knowledge.autodesk.com/es/support/autocad/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2018/ESP/AutoCAD-Core/files/GUID-D0A753CB-5A5A-48E2-AA28-5DC8DCCE2093-htm.html

Belland, B. (2014). Scaffolding: Definition, current debates, and future directions. *Handbook of research on educational communications and technology*, 505–518.

Belland, B., Kim, C., & Hannafin, M. (2013). A Framework for Designing Scaffolds That Improve Motivation and Cognition. *Educational Psychologist*. doi:10.1080/00461520.2013.838920

Berrío,, N., & Villada, D. (s.f.). Cuestionario de Motivación para el Trabajo – CMT. *LABORATORIO DE PSICOLOGÍA*.

Bertoline, G., Wibe, E., Miller, C., & Mohler, J. (1999). *Dibujo en ingeniería y comunicación.* México D.F.: Mc Graw Hill.

Bodner M., G., & Roland B., G. (1997). The Purdue visualitation of rotation test. *THE CHEMICAL EDUCATOR*. Obtenido de http://journals.springer-ny.com/chedr

Byrne, B. (2010). Structural equation modeling with AMOS: Basic concepts, applications, and programming. *Routledge.*

Calvo, J. (27 de octubre de 2021). *La "Realidad Mixta", una mezcla para el aula.* Obtenido de Magisterio: https://www.magisnet.com/2021/10/la-realidad-mixta-una-mezcla-para-el-aula/

Cardenas, N., Estévez, Y., & Ramón, B. (2018). Uso de tecnologías moviles aplicadas a la enseñanza de proyecciones ortogonales. *Ingenio Magno*.

Cely, A. (2019). *Lúdica y ludomatica, como estrategia de aprendizaje del dibujo técnico en el colegio Santa Bárbara.* Bogotá.

Chen, Y., Chi , H., Hung, W., & Kang, S. (2011). 7 Chen, Y.C.; Chi, H.L.; Hung, W.H.; Kang, S.C. Use of tangible and augmented reality models in engineering graphics courses. J. Prof. Issues Eng. Educ. Pract. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*. Obtenido de https://doi.org/10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000078

Cuervo, S., & Gamboa, Y. (2021). Efecto de una Estrategia Didáctica Basada en Realidad Aumentada en el Logro de Aprendizaje de Genética Mendeliana, la Motivación y el Esfuerzo Cognitivo de Estudiantes de Grado Noveno. *Tesis de Maestria en TIC aplicadas a Educacion. Universidad Pedagógica Nacional*.

Cuervo, S., & Gamboa, Y. (2021). *Efecto de una Estrategia Didáctica Basada en Realidad Aumentada en el Logro de Aprendizaje de Genética Mendeliana, la Motivación y el Esfuerzo Cognitivo de Estudiantes de Grado Noveno.* Bogotá.

Cuervo, S., & Gamboa, Y. (2021). *Efecto de una Estrategia Didáctica Basada en Realidad Aumentada en el Logro de Aprendizaje de Genética Mendeliana, la Motivación y el Esfuerzo Cognitivo de Estudiantes de Grado Noveno.* Tesis de maestria Universidad Pedagógica Nacional.

DANE. (2021). Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación ECTeI. *Departamento Administrativo Nacional de Estadisticas*.

DAT PAT - DAT PERCEPTUAL ABILITY TEST - STRATEGIES/PRACTICE. (febrero de 2024). Obtenido de https://www.dat-prep.com/dat-pat-perceptual-ability

Dautle, S., & Farrel, S. (2023). Using EFA to Determine Factor Structure of a Computer-Based Version of the Purdue Spatial Visualization Test: Rotations (PSVT:R). *ASEE Annual Conference & Exposition*. doi:10.18260/1-2--44574

Deci, E., & Ryan, R. (2000). Self-Determination Theory and the Facilitation of Intrinsic Motivation, Social Development, and Well-Being. *American Psychologist*.

Del Cerro Velázquez , F., & Morales Méndez, G. (2021). . Systematic Review of the Development of Spatial Intelligence through Augmented Reality in STEM Knowledge Areas. *mathematics*. Obtenido de https:// doi.org/10.3390/math9233067

Del Cerro Velázquez, F., & Morales Méndez, G. (2021). Application in Augmented Reality for Learning Mathematical Functions: A Study for the Development of Spatial Intelligence in Secondary Education Students. *Mathemahics*.

Departamento de Tecnología IES. (2019). *Expresión gráfica y dibujo técnico.* El Tablero (Aguañac).

Diaz, J., & Garzón, J. (2014). *PROPUESTA DE UNA ACTIVIDAD ESCOLAR BASADA EN REALIDAD AUMENTADA PARA EL DESARROLLO DEL RAZONAMIENTO ESPACIAL.* Tesis de pregrado, Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá.

Diegmann, P., Schmidt-Kraepelin, M., Eynden, S., & Van Den , D. (2015). *Benefits of Augmented Reality in Educational Environments – A Systematic Literature .* Wirtschaftsinformatik Proceedings 2015. 103.

El hafed, H., Guennoun, Z., & Lichioui, A. (2006). Orthographic Views Re-Proconstruction. *7th International Conference on Information Thecnology Based Higher Education an Training*, 454 - 461.

elespectador.com. (22 de octubre de 2020). *elespectador.com*. Recuperado el 15 de marzo 2022 de 2022, de https://www.elespectador.com/bogota/en-bogota-la-probabilidad-de-que-un-joven-de-estrato-bajo-no-estudie-ni-trabaje-es-del-46-article/

Font, C. (2015). *Desarrollo de la capacidad espacial en el alumnado de dibujo técnico a través de la realidad aumentada.* Tesis de maestria en educación., Universidad Internacional de La Rioja, España.

Galindo Leon, M. (2010). ATENCIÓN FOCALIZADA VS ATENCIÓN DIVIDIDA. *MAESTRIA EN TECNOLOGIAS DE LA INFORMACIÓN*.

Garaigordobil Landazabal, M. (2005). Programa Juego, 6 a 8 años : juegos cooperativos y creativos para grupos de niños de 6 a 8 años. Obtenido de http://hdl.handle.net/11162/61134

García, G. (2002). *LA ERGONOMÍA DESDE LA VISIÓN SISTÉMICA.*

Giesecke, F., Mitchell, A., Cecil, H., Leroy, I., Thomas, J., Novak, J., & Lockehart, S. (2013). *Dibujo técnico con gráficas de ingeniería.* México: Pearson.

Gómez-Tone, H., Martin-Gutierrez, J., Valencia Anci, L., & Mora Luis, C. (2020). International comparative pilot study of spatial skill development in engineering students through autonomous augmented reality-based training. *Simmetry*. Obtenido de https://doi.org/10.3390/sym12091401

Gopalan, V., Bakar, J., & Zulkifli, A. (2017). A brief review of augmented reality science learning. *AIP Conference Proceedings*.

Hair, J. (2007). *Multivariate data analysis (Spanish edition).* Prentice Hall.

Hernandez, V. (2006). *Mapas conceptuales, la gestion del conocimiento en la didactica.* México: Alfaomega Grupo Editor.

Hidi, S. (2006). Interest: A unique motivational variable. *Educational Research Review*. doi:10.1016/j.edurev.2006.09.001

Huitema, B. (1980). The analysis of covariance and alternatives.

Jaramillo Cano, J. (2017). PROYECTO DE AULA EN GRADO OCTAVO PARA LA INTRODUCCIÓN A LAS VISTAS ORTOGONALES Y LOS ISOMÉTRICOS CON APOYO EN REALIDAD AUMENTADA. *Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales*.

Jensen, C., & Mason, F. (1995). *Fundamentos de dibujo.* Mc Graw HIll.

Kim, B. (2015). Understanding gamification. *American Library Association*.

Koy, K., McDougall, H., & Sneed, M. (2003). Issues Regarding Practical Validity and Gender Bias of the Perceptual Abilities Test (PAT). *Journal of Dental Education*. Obtenido de https://doi.org/10.1002/j.0022-0337.2003.67.1.tb03616.x

las 2 orillas. (27 de septiempre de 2023). *https://www.las2orillas.co/*. Obtenido de https://www.las2orillas.co/cuantos-son-los-cupos-disponibles-en-la-universidad-nacional-51-mil-personas-presentaron-el-examen/

Laurens, L. (2020). Realidad Aumentada Móvil: Una estrategia pedagógica en el ambito universitario. *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Universidad del Zulia*, (págs. 142 - 149).

Leguizamón, M., & Restrepo, L. (2020). Educación y nuevas tecnologías: conceptos, herramientas y sujetos. Obtenido de https://repositorio.ucm.edu.co/handle/10839/4220

Liao, Y., Yu, C., & Wu, C. (2015). Learning Geometry with Augmented Reality to Enhance Spatial Ability. *Proceedings of the 2015 International Conference on Learning and Teaching in Computing and Engineering*.

Lin, H., Chen, M., & Chang, C. (2015). Assessing the effectiveness of learning solid geometry by using an augmented realityassisted learning system. *Interactive Learning Environment, 23*. Obtenido de https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10494820.2013.817435

Lópes Vargas, O., Bermudez Martínez, M., & Sanabria Rodríguez , L. (2022). Autoeficacia y logro de aprendizaje en estudiantes con diferente estilo cognitivo en un videojuego. *Revista Colombiana de Educación*(85). doi:https://doi.org/ 10.17227/rce.num85-12499

Luzadder, W., & Duff, J. (1994). *Fundamentos de dibujo en ingeniería: Con una introduccion a las graficas por computadora interactiva para diseño y producción.* México: Prentice Hall.

Martín Gutiérrez, J., Saorín, J., Contero, M., Alcañiz, M., & Pérez-López, D. (2010). Design and validation of an augmented book for spatial abilities development in engineering students. *Computer and Graphics*. Obtenido de https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0097849309001514?via%3Dihub

Masso, J., Romero, M., Fonseca, L., & Gallego, A. (2021). Motivated strategies for learning Questionnaire –MSLQ SF in university students: analysis of the internal structure.

Melgaard, J., Monir, R., Lasrado, L., & Fagerstrom, A. (2021). Academic Procrastination and Online Learning During the COVID- 19 Pandemic. *Kristiania University College, School of Economics, Innovation and Technology, 0152 Oslo, Norway*, 117–124. Obtenido de ScienceDirect: www.sciencedirect.com

MEN. (2008). *Orientaciones Generales para Educacion en Tecnología.* Bogota: MINISTERIO DE EDUCACION NACIONAL.

MEN. (7 de febrero de 2017). *Ministerio de Educación Nacional Educación virtual o educación en linea*. Recuperado el 16 de Diciembre de 2022, de https://www.mineducacion.gov.co/1780/w3-article-196492.html?_noredirect=1

MEN. (2022). *Orientaciones curriculares para el área de tecnología e informatica en educación básica y media.* Bogotá: Ministerio de Educación Nacional.

Mendivelso, L. C. (2016). *El impacto de la tecnologia de la RA en el proceso de aprendizaje de axonometría.* Univesitat Oberta de Catalunya.

Montenegro, I. (2017). La educacion en ambientes virtuales: la prevalencia del fin sobre el medio. *Ponencia en el Congreso ATICA*, (pág. 6). Medellín.

Morales, E. (2009). Los conocimientos previos y su importancia para la comprensión del lenguaje matemático en la educación superior. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 211-222.

Murtala, I., & Noor , M. (2014). Data Screening and Preliminary Analysis. *European Journal of Business and Management*, 127.

Narvaes, V., & Monzón, J. (2006). *Dibujo de Ingeniería.* UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL PERÚ.

Nuñez, M., & Aznar, J. (2009). Rotación mental: Cómo la mente rota las imágenes hasta colocarlas en su posición normal. *Ciencia Cognitiva*.

Ovalle, S. (2020). *REALIDAD AUMENTADA, UNA HERRAMIENTA PARA LA MOTIVACIÓN EN EL APRENDIZAJE DE LA GEOMETRÍA.* Universidad Pedagógica y Tecnológica. , Colombia. Obtenido de http://scielo.sld.cu/pdf/rc/v16n75/1990-8644-rc-16-75-56.pdf

Paredes, C. (2013). *El uso de dispositivos móviles en la educación: Realidad Aumentada.* Tesis de maestría en educación en especialidad en tecnología e informática, Universidad de Valladolid, España.

Pintrich, P., & García, T. (1991). Self-Regulated Learning in College Students: Knowledge, Strategies, and Motivation. *Advances in Motivation and Achievement, 7.* Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/243775205_Student_goal_orientation_and_self-regulation_in_the_college_classroom

Plumed, R., & Gomez, M. (2016). *Apuntes de expresión Gráfica.* Castelló, España: Universitat Jaume I.

Pons Abenza, A. (2020). *Diseño de un taller de impresión 3D para la mejora de la inteligencia espacial en alumnos de secundaria y bachillerato.* UNIVERSIDAD CATOLICA DE MURCIA. Murcia, España.: Máster Universitario en Formación del Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato.

Quintilla, M., & Fernández, A. (2021). Geogebra para la enseñanza de la Geometría Descriptiva: aplicación para la docencia online. *IX JORNADAS SOBRE INNOVACIÓN DOCENTE EN ARQUITECTURA*.

Restrepo, L. (2023). Educación y TIC: conceptos, herramientas y sujetos. *Centro Editorial Universidad Católica de Manizales*.

Rico, L. (2006). *La competencia matematica en PISA.* Madrid: Fundación Santillana. Obtenido de http://funes.uniandes.edu.co/529/1/RicoL07-2777.PDF

Rojas Avila, L., & López Vargas, E. (2012). UNA ESTRATEGIA DIDÁCTICA CENTRADA EN EL JUEGO PARA EL DESARROLLO DE PROYECCIONES ORTOGONALES.

Ruiz Mitjana, L. (4 de abril de 2019). *Psicologiaymente.com*. Recuperado el 27 de Noviembre de 2022, de https://psicologiaymente.com/psicologia/test-aptitudes-diferenciales

Sabogal, L., Barraza, E., Hernández, E., & Zapata, L. (2011). Validación del Cuestionario de Motivación y Estrategias de Aprendizaje Forma Corta – MSLQ SF, en estudiantes universitarios de una institución pública. *Psicogente*, 14(25), 36-50.

Said, E., Valencia, J., & Brandle, G. (2017). NIVEL DE APROVECHAMIENTO DOCENTE DE LAS TIC EN COLOMBIA. *Profesorado, revista de curriculum y formación del profesorado*.

Salinas Herrera, B., & Cañon Torrez, A. (2018). *ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA EXPRESIÓN GRÁFICA: ANÁLISIS DOCUMENTAL EN LOS TRABAJOS DE GRADO DEL PERÍODO 2001-2016 DE LA LICENCIATURA EN DISEÑO TECNOLÓGICO.* Universidad Pedadógica Nacional. Bogota: Licenciatura en Diseño Tecnológico.

Schmid , B. (2020). Validity of the Perceptual Ability Test. *Loma Linda University Electronic Theses, Dissertations & Projects.* Obtenido de https://scholarsrepository.llu.edu/etd/1119?utm_source=scholarsrepository.llu.edu%2Fetd%2F1119&utm_medium=PDF&utm_campaign=PDFCoverPages

SENA. (s.f.). *REPOSITORIO: DIBUJO TECNICO-Proyecciones diédricas y ortogonales.* Recuperado el 2022, de https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/11404/5796/1/proyecciones_diedricas_ortogonales_6.pdf

Shipei, W. (2022). The Relationship between Academic Procrastination and Self-Efficacy in Online Educational Model. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research, volume 653*, 380 -385. Recuperado el 2023

shutterstock.com. (2024). Obtenido de https://www.shutterstock.com/es/image-vector/xyz-axis-cube-vector-tridimensional-coordinate-2252902167

unity.com. (2024). *unity.com*. Obtenido de https://unity.com/es

Velásquez, F. (2008). ¿EN QUÉ CONSISTE LA QUINTA EDICIÓN DEL D.A.T? UNA APROXIMACIÓN ACTUALIZADA A LA MEDICIÓN DE ACTITUDES. *Universidad Nacional de Colombia, Colombia*, 175–182 .

Wang, M., & Eccles, J. (2013). School context, achievement motivation, and academic engagement: A longitudinal study of school engagement using a multidimensional perspective. *Learning and Instruction.*, 10.1016/j.learninstruc.2013.04.002.

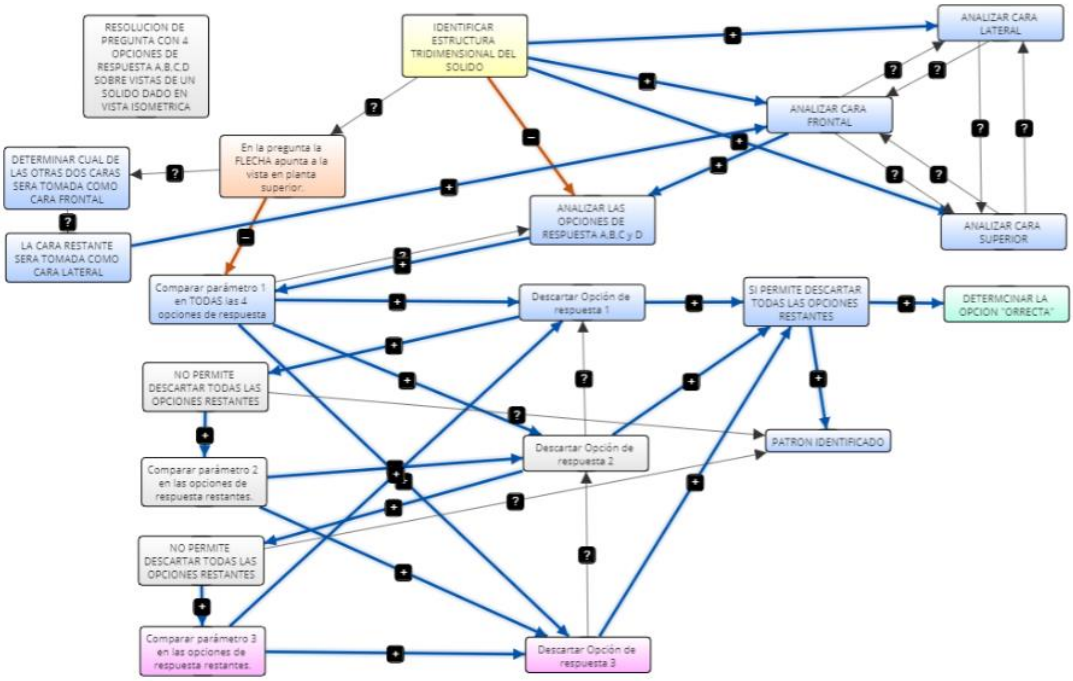
Wright, R. T. (2008). *Training generalized spatial skills.* Psychonomic Bulletin & Review. Obtenido de https://doi.org/10.3758/PBR.15.4.763

Yi-Ting, L., Chih-Hung, Y., & Cheng-Chih, W. (2015). Learning Geometry with Augmented Reality to enhance spatial ability. *International Conference on Learning and Teaching in Computing and Engineering.* Taipei, Taiwan. Recuperado el 12 de Junio de 2022

Yurksas. B, S. (1995). *Dibujo Geométrico y de proyección.* Bogotá: Panamericana Editorial.

ANEXOS

Anexo 1. *Propuesta de modelamiento del Proceso Cognitivo para la resolución de una pregunta con 4 opciones de respuesta ABCD sobre Proyecciones Ortogonales de un sólido dado en Vista Isométrica.*



Nota: Elaboración propia

Anexo 2. *Orientaciones para el diseño de andamiajes motivacionales*

TABLE 1
Guidelines

Scaffolding Guidelines	*Scaffolding Strategies*	*Other Motivation Goals Addressed*
Establish Task Value (ETV)		
1. Foster interest	1a. Prompt students to choose an aspect of the problem that connects to their interests (Palmer, 2009; Patall, 2013).	PMG, PER, PA
	1b. Display driving questions that intrigue students and which can only be addressed through investigating the target material (Barron et al., 1998; Renninger, 2009).	PMG
	1c. Use language that is congruent with students' everyday experiences when describing tasks/content (Albin, Benton, & Khramtsova, 1996; Keller, 1987).	
2. Establish attainment value	2a. Provide explanatory rationales for relevance to current and future life (Reeve, 2009; Su & Reeve, 2010).	
	2b. Embed expert modeling to illustrate how process is used in authentic settings (Herrington & Oliver, 2000; Powell & Mason, 2013).	PES
	2c. Prompt students to reflect on and articulate attainment value (Kolodner et al., 2003; Turns et al., 2010).	
Promote Mastery Goals (PMG)		
3. Encourage short-term goals	3a. Embed peer modeling of specifying and engaging in subprocesses (Miller & Brickman, 2004; Schunk, 1989; Tabachnick, Miller, & Relyea, 2008).	ETV, PES
	3b. Prompt the creation of short-term goals. (Quintana et al., 2004; Reiser, 2004).	ETV, PES, PA
4. Provide and promote informational feedback	4a. Highlight the goal of developing competence (Anderman & Maehr, 1994; Kaplan & Maehr, 2007).	
	4b. Focus feedback on substantive elements of student work (Deci et al., 1996; Rakoczy et al., 2013).	
	4c. Embed reminders to self-congratulate for successes (Brophy, 2010).	PES, PER
	4d. Embed recognition of progress, not just normative success (Ames & Archer, 1988; Pintrich & Schunk, 1996).	PES, PER
5. Promote cooperation rather than competition	5a. Highlight importance of cooperation rather than competition (Ames, 1992; Hmelo-Silver, 2004).	PB
6. Emphasize rational goals	6a. Provide explanatory rationale for rational goals (Chinn et al., 2013).	
	6b. Provide peer scaffolding framework to enable students to press each other for understanding (Middleton & Midgley, 2002).	PB
Promote Belonging (PB)		
7. Encourage shared goals	7a. Display consensus problem aspect and attainment value, along with groupmates' individual learning goals (Capdeferro & Romero, 2012; Dolmans & Schmidt, 2006).	ETV
8. Accommodate social goals	8a. Describe how persistence at the shared goal can help students reach social responsibility goals (Brophy, 2010; Tempelaar et al., 2013).	PMG, PER, PES
9. Allow students to co-construct standards	9a. Embed support for students' co-construction of standards to judge the quality of their scaffold responses and problem solutions (Reeve, 2009; Rogat et al., in press).	PES, PA
Promote Emotion Regulation (PER)		
10. Highlight controllability of actions	10a. Embed peer modeling of constructive response to failure (Pekrun, 2006; Weiner, 1985).	PES
	10b. Explain that failures are a natural part of learning, and encourage students to reflect on causes of past failures, and what could have been done differently (Belland et al., 2008; Simons & Ertmer, 2006).	ETV, PMG, PES
11. Promote reappraisal	11a. Provide an alternative explanation for negative emotions students may feel while struggling with the task so that students perceive that they belong in the profession (Thoman et al., 2013).	PB, PES, PA
Promote Expectancy for Success (PES)		
12. Promote perception of optimal challenge	12a. Enable students to see that the task is neither too difficult nor too easy through peer modeling (Moos & Azevedo, 2009; Schunk, 2003).	PMG
	12b. Persuade students that they can accomplish the scaffolded task (Bandura, 1997; Britner & Pajares, 2006).	
13. Support productive attribution	13a. Send teachers alerts based on tracking how students use scaffolding to prompt teacher-provided attributional feedback (Scheuer et al., 2010).	PER
14. Enable identification of reliable processes	14a. Encourage students to articulate strategy used, associated short-term goal, and whether it was a strategy they would use again, and why (Chinn et al., 2011; Herrenkohl & Cornelius, 2013).	

(Continued on next page)

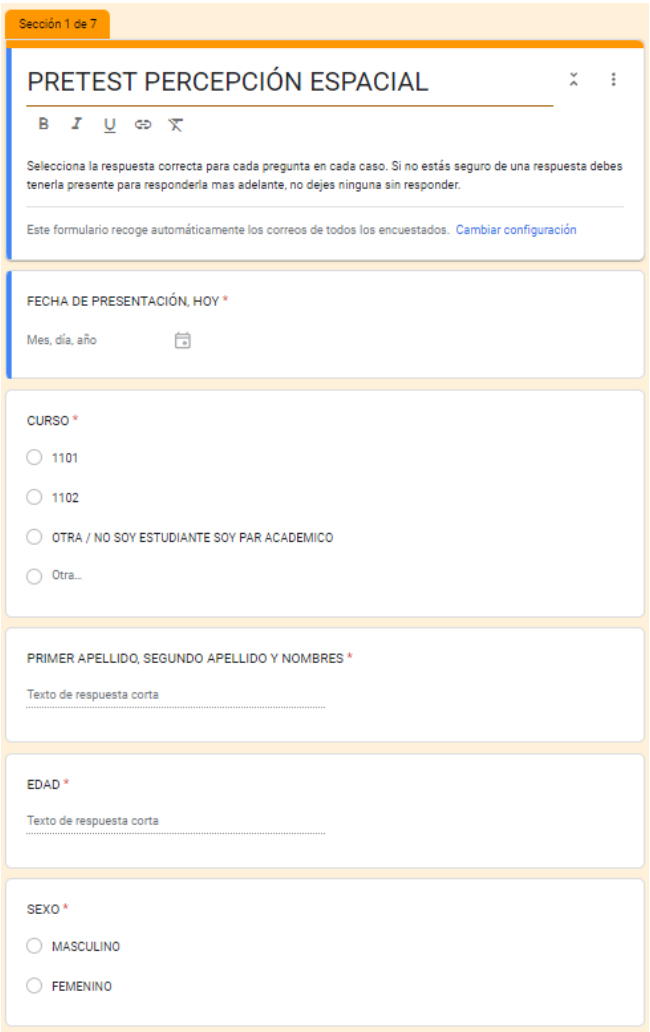
TABLE 1
Guidelines *(Continued)*

Scaffolding Guidelines	*Scaffolding Strategies*	*Other Motivation Goals Addressed*
Promote Autonomy (PA)		
15. Use noncontrolling language	15a. Incorporate only noncontrolling language in scaffolding messages (Reeve & Halusic, 2009).	PMG, PER
16. Provide meaningful cognitive choice	16a. Enable students to choose among a reasonable number of stakeholder position options with the help of choosing criteria (Chinn et al., 2013; Rogat et al., in press).	ETV
17. Help students direct their own learning	17a. Display processes students identified as reliable, from which students choose to meet shared goals and short-term goals (Weinstein et al., 2011).	
	17b. Embed support for scheduling project segments/processes (Loyens et al., 2008).	PMG, PES
	17c. Embed support for students to self-evaluate strategy use (Loyens et al., 2008).	

Note. When we note that a strategy also addresses another motivational goal, it does not necessarily address the other motivational goal in the same way that the main strategies listed under that goal.

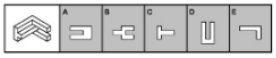
Nota. Cuando notamos que una estrategia también aborda otro objetivo motivacional, no necesariamente aborda el otro objetivo motivacional de la misma manera que las principales estrategias enumeradas bajo ese objetivo. Tomado de Belland, Kim, y Hannafin (2013., p 250).

Anexo 3. Pretest Percepción Espacial



1. *

EJEMPLO:



RESPUESTA CORRECTA: A

PREGUNTA 1: Para cada pregunta, solo un orificio coincide con la forma y el tamaño exactos de una de las vistas bidimensionales del objeto. Seleccione el orificio con el cual el objeto de la izquierda coincide.



- [ ] A
- [ ] B
- [ ] C
- [ ] D

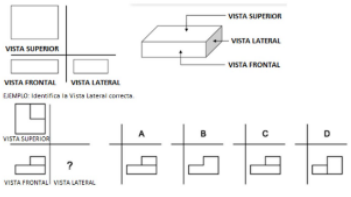
Sección 2 de 7

Sólidos y vistas 2D A 3D DAT PAT

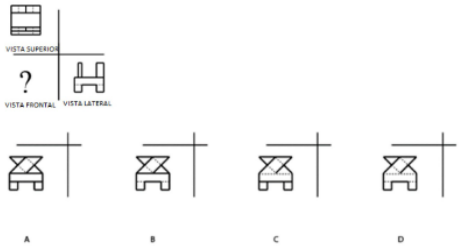
Descripción (opcional)

2. *

La siguiente figura muestra las vistas superior, frontal y lateral de un objeto sólido. La proyección que se aprecia del objeto desde el FRENTE (VISTA FRONTAL) esta en la esquina inferior izquierda. La proyección del lado DERECHO esta en la esquina inferior derecha. Las posiciones de estas vistas son siempre las mismas en cada pregunta.

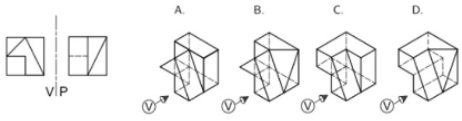


PREGUNTA 2: IDENTIFIQUE LA VISTA FRONTAL



3. *

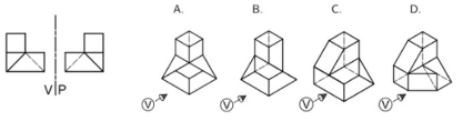
Identifique el sólido al que le corresponden la vista vertical (V) y la vista de perfil (P). La flecha indica la posición del observador en la vista vertical (V).



- [ ] A
- [ ] B
- [ ] C
- [ ] D

4. *

Identifique el sólido al que le corresponden la vista vertical (V) y la vista de perfil (P). La flecha indica la posición del observador en la vista vertical (V).



- [ ] A
- [ ] B
- [ ] C
- [ ] D

Sección 3 de 7

ÁNGULOS

Descripción (opcional)

5. *

Esta sección requiere que evalúes los cuatro ángulos INTERIORES y los organices de menos a mayor en términos de grados. De las alternativas de respuesta selecciona la que tenga el orden correcto.

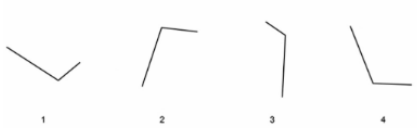
Ejemplo:



Alternatives:
A. 3-2-4-1
B. 1-4-2-3
C. 2-3-1-4
D. 4-2-3-1

La respuesta correcta es la D. El orden correcto de los ángulos de menor a mayor es 4 - 2 - 3 - 1

5. Evalúa los 4 ángulos interiores y organízalos de menor a mayor en cuanto a sus grados.



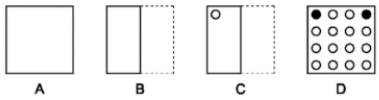
A. 2 – 1 – 4 – 3
B. 3- 4 – 2 – 1
C. 4 – 2 – 1 – 3
D. 3 – 2 – 4 - 1

6. *

Cada pregunta en esta sección presenta el siguiente escenario: Un cuadrado de papel es doblado una o más veces. Las líneas punteadas representan el esquema principal del papel. La línea continua representa la posición del papel tal como esta siendo doblado. Note que el papel no esta siendo girado o torcido. Esto significa que el papel siempre permanece dentro de los límites del cuadrado original.

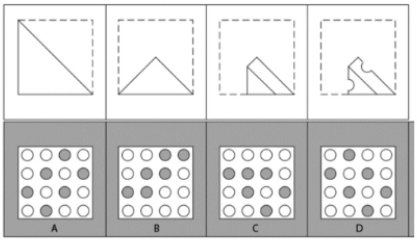
Cada pregunta muestra el papel siendo doblado varias veces. Después del último doblez el papel es perforado con un agujero. Tu tarea es visualizar cómo se desdobla el papel e identificar la posición de los agujeros en el cuadrado desplegado. Sólo un patrón es correcto para cada pregunta.

A continuacion el ejemplo 1.



La figura A muestra un cuadrado de papel sin doblar. La figura B muestra ahora el papel doblado por la mitad. La figura C muestra donde el agujero es perforado en el papel doblado. La figura D muestra el patrón resultante de los agujeros, indicados por los círculos negros, en el cuadrado original.

6. Identifique la opcion de respuesta que corresponde.



7.

Cada figura es construida apilando cubos uno encima del otro. Una vez apilados, todas las superficies, excluyendo las superficies inferiores, son pintadas. El numero de caras pintadas por cubo puede varias de cero a 5. NO olvides que hay cubos escondidos detrás de otros cubos.

Para las preguntas en esta sección, requieres evaluar cada figura y concluir cuantos cubos tienen una sola de sus caras pintada. Cuantos tienen dos de sus caras pintadas, cuantos tienen tres, cuatro o cinco de sus caras pintadas.

Recuerda que no hay problema si la respuesta es cero.

Ejemplo:
En la figura 1, ¿cuántos cubos tienen 2 de sus caras pintadas?



FIGURE 1

RESPUESTA: 1 CUBO
Hay 4 cubos en la figura 1, tres son visibles, y uno esta escondido. Dos caras del cubo escondido están pintadas; cinco caras del cubo superior están pintadas, y para los otros dos cubos: cuatro de sus caras están pintadas.

7. En la figura E cuantos cubos tienen solo una de sus caras pintadas.



FIGURE E

A. ○ 1
B. ○ 2
C. ○ 3
D. ○ 4

Sección 5 de 7

DESARROLLOS GEOMETRICOS - DAT5

Descripción (opcional)

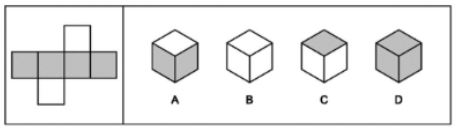
8. *

Cada pregunta presenta un patrón plano, que luego serán doblados en un modelo tridimensional. Cuatro opciones de resultado son dadas. Solo un modelo es correcto en cada pregunta.

Algunas figuras tendrán partes sombreadas similares al patrón que se muestra en el siguiente ejemplo.

Las áreas sombreadas no son necesariamente los lados de una figura. También pueden ser la parte inferior o superior de la figura.

Ejemplo:



La respuesta correcta es la A.
De las figuras dadas A, B, C o D, las partes sombreadas obviamente forman los lados de la caja. El modelo resultante tendrá entonces cuatro lados sombreados mientras la partes superior será blanca. Esto hace a la A la mejor respuesta.

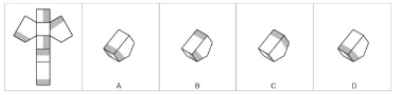
8. Determine cual es la opción que coincide con la figura de la izquierda.



☐ A
☐ B
☐ C
☐ D

9. *

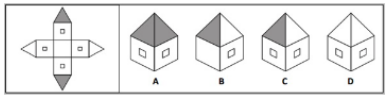
Determine cual es la opción que coincide con la figura de la izquierda.



- [ ] A
- [ ] B
- [ ] C
- [ ] D

10. *

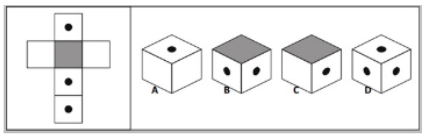
Determine cual es la opción que coincide con la figura de la izquierda.



- [ ] A
- [ ] B
- [ ] C
- [ ] D

11. *

Determine cual es la opción que coincide con la figura de la izquierda.



- [ ] A
- [ ] B
- [ ] C
- [ ] D

Después de la sección 5 Ir a la siguiente sección

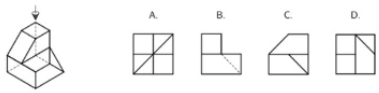
Sección 6 de 7

Sólidos y vistas3D A 2D

Descripción (opcional)

12. *

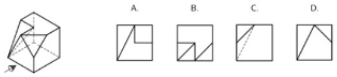
Identifique como se vería el objeto de la izquierda si se observa en el sentido que indica la flecha.



- [ ] A
- [ ] B
- [ ] C
- [ ] D

13. *

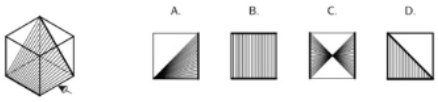
Identifique como se vería el objeto de la izquierda si se observa en el sentido que indica la flecha.



- [ ] A
- [ ] B
- [ ] C

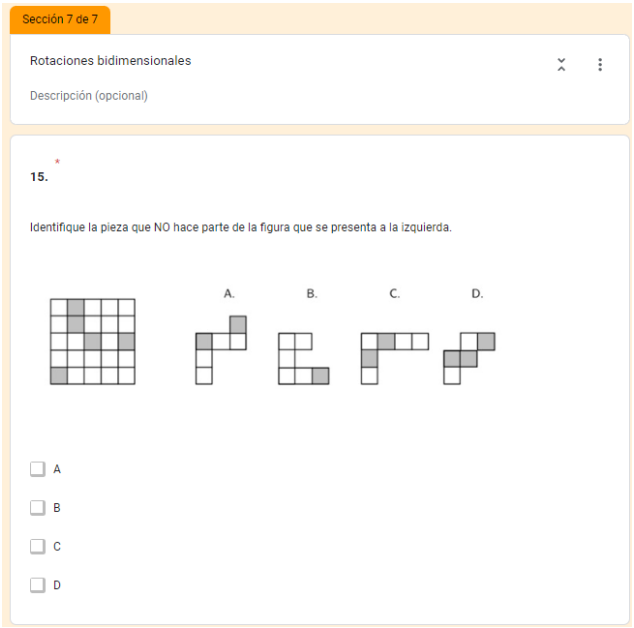
-14. *

Identifique como se vería el objeto de la izquierda si se observa en el sentido que indica la flecha.

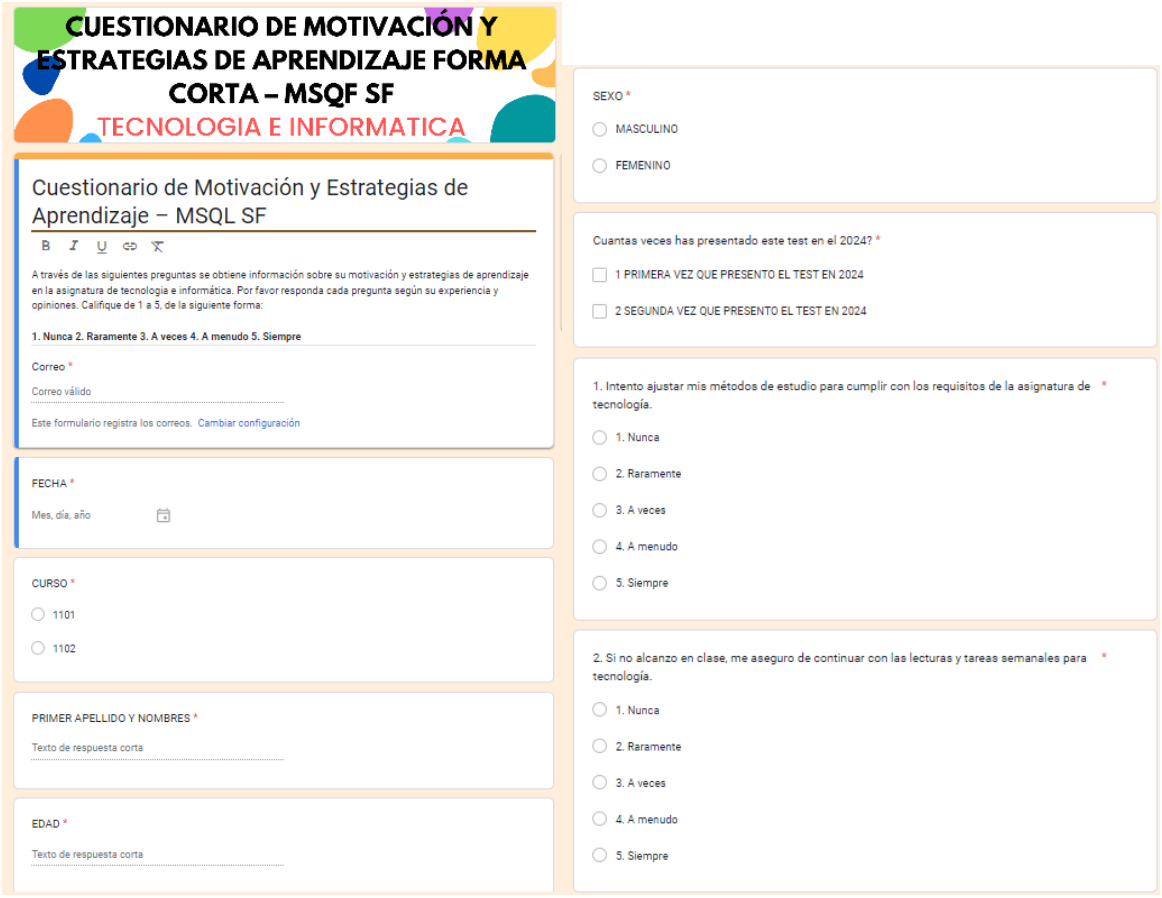


- [ ] A
- [ ] B
- [ ] C
- [ ] D

Después de la sección 6 Ir a la siguiente sección



Anexo 4. Test MSLQ SF



3. Cuando realizo un examen, o entrego un trabajo / maqueta, (o me entregan mis notas) me comparo con mis compañeros? *

- 1. Nunca
- 2. Raramente
- 3. A veces
- 4. A menudo
- 5. Siempre

4. Al leer para esta clase, intento relacionar el material con lo que ya sé y con lo que ya hemos trabajado antes. *

- 1. Nunca
- 2. Raramente
- 3. A veces
- 4. A menudo
- 5. Siempre

5. Al estudiar las lecturas y talleres para esta asignatura resalto y analizo previamente los talleres para organizar mis ideas. *

- 1. Nunca
- 2. Raramente
- 3. A veces
- 4. A menudo
- 5. Siempre

6. Intento buscar apoyo en evidencias cuando en clase se presenta una lectura, teoría o conclusión. *

- 1. Nunca
- 2. Raramente
- 3. A veces
- 4. A menudo
- 5. Siempre

7. Cuando estoy confundido sobre algo que estoy leyendo para esta clase, leo de nuevo y trato de aclararlo. *

- 1. Nunca
- 2. Raramente
- 3. A veces
- 4. A menudo
- 5. Siempre

8. Generalmente prefiero ir a un lugar donde pueda concentrarme en mi estudio. *

- 1. Nunca
- 2. Raramente
- 3. A veces
- 4. A menudo
- 5. Siempre

9. Me esfuerzo en hacer bien los trabajos académicos a pesar de que no me guste. *

- 1. Nunca
- 2. Raramente
- 3. A veces
- 4. A menudo
- 5. Siempre

10. Prefiero el material de la clase que despierta mi curiosidad, aunque sea difícil de aprender. *

- 1. Nunca
- 2. Raramente
- 3. A veces
- 4. A menudo
- 5. Siempre

11. Pienso que el material de la asignatura es útil para adquirir conocimiento. *

- 1. Nunca
- 2. Raramente
- 3. A veces
- 4. A menudo
- 5. Siempre

12. Cuando realizo un examen o actividad pienso en las consecuencias de equivocarme. *

- 1. Nunca
- 2. Raramente
- 3. A veces
- 4. A menudo
- 5. Siempre

13. Al estudiar para la asignatura resumo las ideas principales de las lecturas y de la clase. *

- 1. Nunca
- 2. Raramente
- 3. A veces
- 4. A menudo
- 5. Siempre

14. Cuando estudio para la asignatura repaso las lecturas y mis apuntes, encontrando las ideas más importantes. *

- 1. Nunca
- 2. Raramente
- 3. A veces
- 4. A menudo
- 5. Siempre

15. Cada vez que abordo un tema intento pensar ¿Por qué o para que debo aprender este tema? *

- 1. Nunca
- 2. Raramente
- 3. A veces
- 4. A menudo
- 5. Siempre

16. Generalmente me desenvuelvo y me desempeño bien en los temas de la asignatura TECNOLOGÍA? *

- 1. Nunca
- 2. Raramente
- 3. A veces
- 4. A menudo
- 5. Siempre

17. Reviso a menudo el orden del material de la asignatura antes de estudiar. *

- 1. Nunca
- 2. Raramente
- 3. A veces
- 4. A menudo
- 5. Siempre

18. Cuando estudio en clase, establezco objetivos para dirigir mis actividades durante cada período del estudio. (Ejemplo de objetivos: Pasar el año, copiar para que no me regañen, aprender algo, ser mejor que mis compañeros.) tengo claros cuales son mis objetivos en esta asignatura y en este colegio? *

- 1. Nunca
- 2. Raramente
- 3. A veces
- 4. A menudo
- 5. Siempre

19. Entender todos los contenidos de esta clase me parece muy satisfactorio. *

- 1. Nunca
- 2. Raramente
- 3. A veces
- 4. A menudo
- 5. Siempre

20. Creo que el material de este curso es util para aprender. *

- 1. Nunca
- 2. Raramente
- 3. A veces
- 4. A menudo
- 5. Siempre

21. Me siento muy inquieto cuando realizo un examen. *

- 1. Nunca
- 2. Raramente
- 3. A veces
- 4. A menudo
- 5. Siempre

22. Intento entender el material de esta clase haciendo conexiones entre lo aprendido y las lecturas o materiales trabajados en clases anteriores. *

- 1. Nunca
- 2. Raramente
- 3. A veces
- 4. A menudo
- 5. Siempre

23. Cuando estudio para esta asignatura repaso mis apuntes. *

- 1. Nunca
- 2. Raramente
- 3. A veces
- 4. A menudo
- 5. Siempre

24. Relaciono mis ideas con lo que estoy aprendiendo en esta asignatura. *

- 1. Nunca
- 2. Raramente
- 3. A veces
- 4. A menudo
- 5. Siempre

25. Al estudiar para esta asignatura intento determinar cuales conceptos son los que no entiendo bien. *

- 1. Nunca
- 2. Raramente
- 3. A veces
- 4. A menudo
- 5. Siempre

26. Es fácil para mí adaptarme a un horario de estudio. *

- 1. Nunca
- 2. Raramente
- 3. A veces
- 4. A menudo
- 5. Siempre

27. Me esfuerzo en trabajar en los materiales del curso a pesar de que sean aburridos. *

- 1. Nunca
- 2. Raramente
- 3. A veces
- 4. A menudo
- 5. Siempre

28. Para mí es importante entender el contenido de esta asignatura. *

- 1. Nunca
- 2. Raramente
- 3. A veces
- 4. A menudo
- 5. Siempre

29. Siento que mi corazón se acelera cuando realizo un examen. ¿Me pongo nervioso? *

- 1. Nunca
- 2. Raramente
- 3. A veces
- 4. A menudo
- 5. Siempre

30. Intento aplicar lo aprendido en la asignatura en otras actividades de la clase tales como exposiciones o debates. *

- 1. Nunca
- 2. Raramente
- 3. A veces
- 4. A menudo
- 5. Siempre

31. Siempre que hay una afirmación o conclusión en esta clase, pienso en alternativas de conclusiones diferentes. *

- 1. Nunca
- 2. Raramente
- 3. A veces
- 4. A menudo
- 5. Siempre

32. Me cuestiono para estar seguro de que entendí lo que he estado estudiando en la clase. *

- 1. Nunca
- 2. Raramente
- 3. A veces
- 4. A menudo
- 5. Siempre

33. Ya sea en la casa o en el colegio, tengo un lugar fijo para estudiar. *

- 1. Nunca
- 2. Raramente
- 3. A veces
- 4. A menudo
- 5. Siempre

34. En una clase que me gusta, prefiero el material que me desafía para aprender nuevas cosas.

- 1. Nunca
- 2. Raramente
- 3. A veces
- 4. A menudo
- 5. Siempre

35. Me interesa el área a la cual pertenece esta asignatura (Tecnología en general). *

- 1. Nunca
- 2. Raramente
- 3. A veces
- 4. A menudo
- 5. Siempre

36. Desarrollo mis propias ideas a partir del material y talleres del curso. *

- 1. Nunca
- 2. Raramente
- 3. A veces
- 4. A menudo
- 5. Siempre

37. Cuando tengo la oportunidad en esta asignatura, elijo tareas de las que puedo aprender, simplemente por aprender, incluso si no garantizan una buena calificación. *

- 1. Nunca
- 2. Raramente
- 3. A veces
- 4. A menudo
- 5. Siempre

38. Manejo adecuadamente el tiempo de estudio para esta asignatura. *

- 1. Nunca
- 2. Raramente
- 3. A veces
- 4. A menudo
- 5. Siempre

39. Cuando el trabajo de la asignatura es difícil, por lo menos hago lo más fácil. *

- 1. Nunca
- 2. Raramente
- 3. A veces
- 4. A menudo
- 5. Siempre

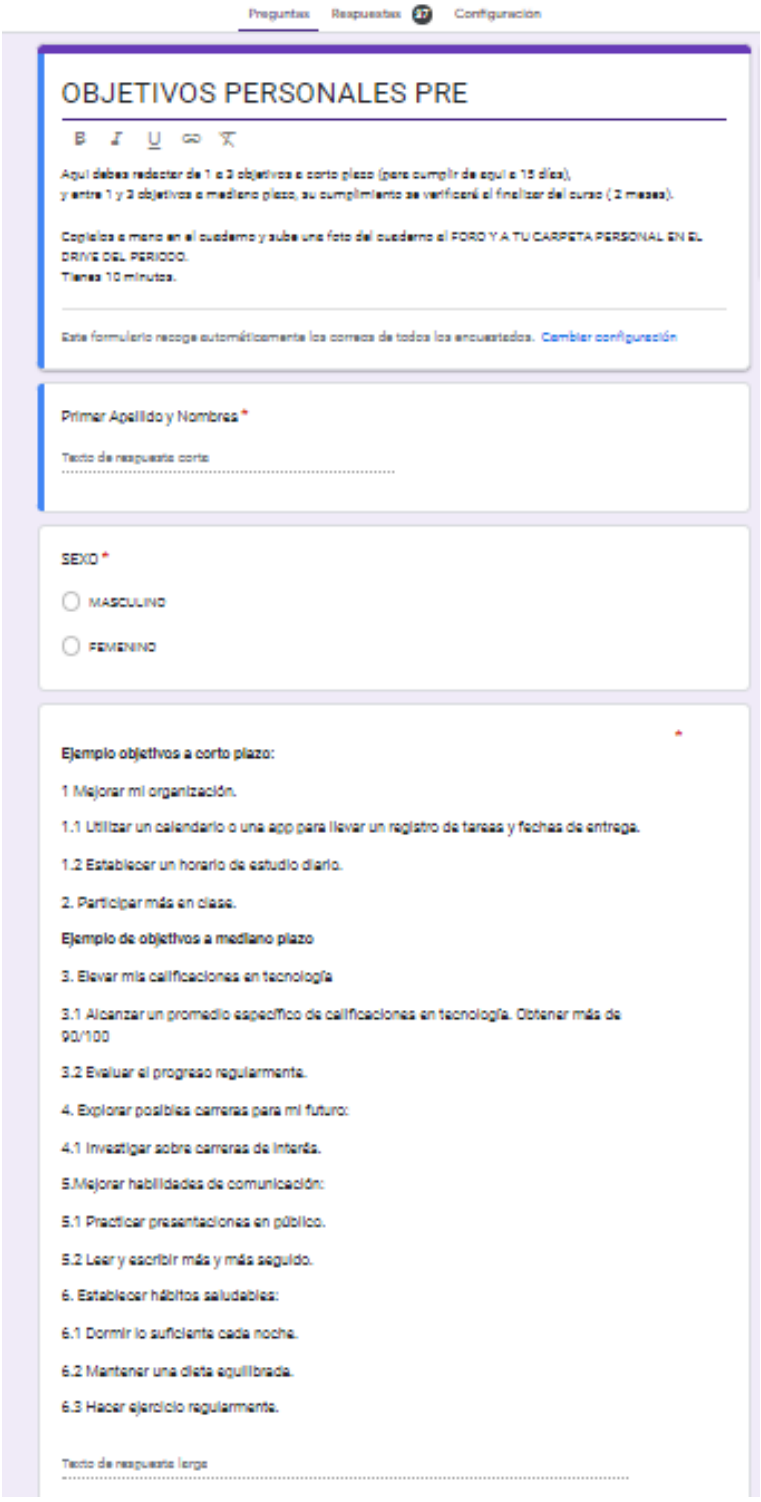
40. Si tomo apuntes desordenados en clase me aseguro de ordenarlos después. *

- 1. Nunca
- 2. Raramente
- 3. A veces
- 4. A menudo
- 5. Siempre

41. Cuando estudio para esta asignatura realizo un bosquejo, diagrama, mapa mental o similar, para los conceptos importantes.

- 1. Nunca
- 2. Raramente
- 3. A veces
- 4. A menudo
- 5. Siempre

Anexo 5. *Formulario para trazar Objetivos de aprendizaje*



Preguntas Respuestas 37 Configuración

OBJETIVOS PERSONALES PRE

B I U

Aquí debes redactar de 1 a 3 objetivos a corto plazo (para cumplir de aquí a 15 días),
y entre 1 y 3 objetivos a mediano plazo, su cumplimiento se verificará al finalizar del curso (2 meses).

Copiarlos a mano en el cuaderno y subir una foto del cuaderno al FORO Y A TU CARPETA PERSONAL EN EL DRIVE DEL PERIODO.
Tienes 10 minutos.

Este formulario recoge automáticamente los correos de todos los encuestados. Cambiar configuración

Primer Apellido y Nombres *

Texto de respuesta corta

SEXO *

MASCULINO

FEMENINO

Ejemplo objetivos a corto plazo:

1 Mejorar mi organización.

1.1 Utilizar un calendario o una app para llevar un registro de tareas y fechas de entrega.

1.2 Establecer un horario de estudio diario.

2. Participar más en clase.

Ejemplo de objetivos a mediano plazo

3. Elevar mis calificaciones en tecnología

3.1 Alcanzar un promedio específico de calificaciones en tecnología. Obtener más de 90/100

3.2 Evaluar el progreso regularmente.

4. Explorar posibles carreras para mi futuro:

4.1 Investigar sobre carreras de interés.

5.Mejorar habilidades de comunicación:

5.1 Practicar presentaciones en público.

5.2 Leer y escribir más y más seguido.

6. Establecer hábitos saludables:

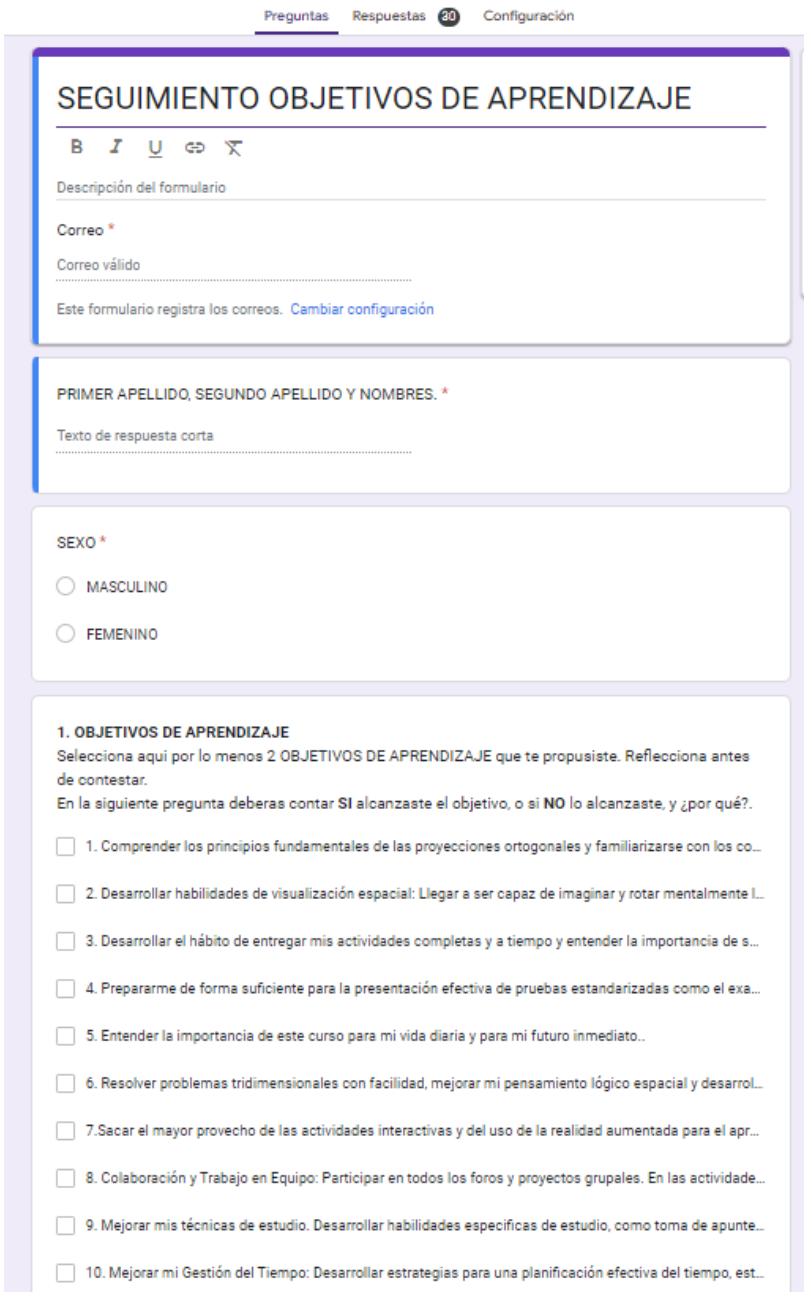
6.1 Dormir lo suficiente cada noche.

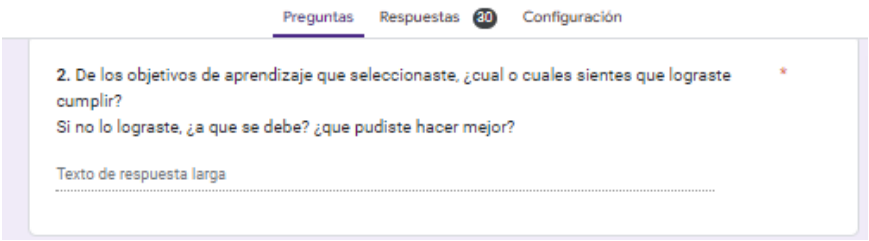
6.2 Mantener una dieta equilibrada.

6.3 Hacer ejercicio regularmente.

Texto de respuesta larga

Anexo 5.1 *Formulario para hacer seguimiento a los Objetivos personales y a los objetivos de aprendizaje*





3. OBJETIVOS PERSONALES

Recuerda los objetivos a corto y a mediano plazo que te habias propuesto hace unas semanas:

Escribe abajo cuales fueron tus objetivos personales, y ..

1.¿cual o cuales sientes que **SI** lograste cumplir? Si **NO** lo lograste, ¿a que se debe?

2. ¿que pudiste hacer mejor?

3. Crees que lograras cumplir tus objetivos a mediano o largo plazo?

Ejemplos objetivos a corto plazo:

1 Mejorar mi organización.

1.1 Utilizar un calendario o una app para llevar un registro de tareas y fechas de entrega.

1.2 Establecer un horario de estudio diario.

2. Participar más en clase.

Ejemplo de objetivos a mediano plazo

3. Elevar mis calificaciones en tecnología.

3.1 Alcanzar un promedio específico de calificaciones en tecnología. eJEMPLO: Obtener más de 100/100 este periodo.

3.2 Evaluar el progreso regularmente.

4. Explorar posibles carreras para mi futuro:

4.1 Investigar sobre carreras de interés.

5.Mejorar habilidades de comunicación:

5.1 Practicar presentaciones en público.

5.2 Leer y escribir más y más seguido.

6. Establecer hábitos saludables:

6.1 Dormir lo suficiente cada noche.

6.2 Mantener una dieta equilibrada.

6.3 Hacer ejercicio regularmente.

Texto de respuesta larga

OBJETIVOS PERSONALES SEGUIMIENTO

De forma cuantitativa, de 1 a 5 analiza en que medida cumpliste tus objetivos a corto plazo y mediano plazo, y ¿como te sientes al respecto?
Tienes 5 minutos.

geovanoty5@gmail.com Cambiar de cuenta

* Indica que la pregunta es obligatoria

Correo electrónico *

☐ Registrar geovanoty5@gmail.com como el correo que se incluirá al enviar mi respuesta

Primer Apellido y Nombres *

Tu respuesta

SEXO *

◯ MASCULINO

◯ FEMENINO

Escribe aqui los objetivos a mediano plazo que estableciste, y en el siguiente punto determina en que medida lograste cumplirlos. *

Tu respuesta

En que medida lograste cumplirlos? *

	1	2	3	4	5	
NO CUMPLIDO	◯	◯	◯	◯	◯	COMPLETADO 100%

Que facilitó, o que dificulto el cumplimiento? Como te sientes al respecto. Que acciones vas a implementar para mejorar y para cumplir tus objetivos de aqui en adelante? *

Tu respuesta