

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
MAESTRÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN
APLICADAS A LA EDUCACIÓN

**LOGRO DE APRENDIZAJE EN TAREAS DE ROTACIÓN MENTAL EN GRUPO
HETEROGÉNEO DE ESTUDIANTES, CARACTERIZADOS CON ESTILOS COGNITIVOS
ESPECÍFICOS (DEPENDENCIA, INTERMEDIO E INDEPENDENCIA DE CAMPO).**

BOGOTÁ, 2020

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
MAESTRÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN
APLICADAS A LA EDUCACIÓN

**LOGRO DE APRENDIZAJE EN TAREAS DE ROTACIÓN MENTAL EN GRUPO
HETEROGÉNEO DE ESTUDIANTES, CARACTERIZADOS CON ESTILOS COGNITIVOS
ESPECÍFICOS (DEPENDENCIA, INTERMEDIO E INDEPENDENCIA DE CAMPO).**

TESIS DE MAESTRÍA PRESENTADA POR:

JAVIER ALBERTO ROMERO GONZÁLEZ

DIRIGIDA POR:

Eng.D. LUIS CARLOS SARMIENTO

BOGOTÁ, 2020

Derechos de autor

El gestor del proyecto declara que el presente trabajo es original y autoría del mismo; en aquellos casos en los cuales ha requerido de investigaciones de otros autores, se han dado los respectivos créditos. (Artículo 42, parágrafo 2, del Acuerdo 031 del 4 de diciembre de 2007 del Consejo Superior de la Universidad Pedagógica Nacional).



Este trabajo de grado se encuentra bajo una Licencia Creative Commons de **Reconocimiento – No comercial – Compartir igual**, por lo que puede ser distribuido, copiado y exhibido por terceros si se muestra en los créditos. No se puede obtener ningún beneficio comercial y las obras derivadas tienen que estar bajo los mismos términos de licencia que el trabajo original.

DEDICATORIA

A mis madres María Dora González Garzón y Claudia Patricia González Garzón quienes han sido mi guía, confidentes y apoyo en los duros momentos que he tenido que vivir.

A mis tres amados hijos quienes son mi motor e inspiración para continuar por el buen camino, por ser el producto de un gran amor, y por ser el legado que he dejado al servicio de Dios.

A mi esposa Ángela Johanna Alfaro Hidalgo por ser el amor de mi vida, mi amiga, socia, cómplice y alcahueta de cada proyecto que me se ocurre, por tener paciencia y creer en que siempre voy a lograr cada meta u ocurrencia.

AGRADECIMIENTOS

Al Todopoderoso y a su Madre Santísima protectores de mi hogar, en quienes he encuentro refugio y fuerza para continuar en el diario vivir. Gracias por ofrecer otra alternativa de vida y recompensarme con favores no merecidos.

Por su sencillez, comprensión y altruismo, a todos los profesores del posgrado. Los conocimientos ofrecidos durante la maestría y la exigencia durante el proceso formativo, contribuyeron al desarrollo del presente proyecto de grado.

Por poner ese primer peldaño en mi carrera profesional y ampliar el horizonte de estudio, a Jaime Yecid Romero, cómplice en tantas travesuras y compañero de infancia.

Por reafirmar mi fe, ser mi referente laboral y brindar su ayuda incondicional, a Freddy Pineda Rodríguez que con su pasión académica pudo transmitir conocimientos que fueron de gran ayuda para no desfallecer en esta última meta académica.

Por el trabajo colaborativo e interés académico, a los estudiantes de la Fundación Instituto Tecnológico Del Sur promoción 2020 y a sus directivas; su entusiasmo y participación, facilitaron el análisis y los resultados en esta propuesta investigativa.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
1. EL ESTUDIO	3
1.1. Necesidad De La Investigación	3
1.2. Propósito De La Investigación	4
1.3. Pregunta De Investigación	6
1.4. Objetivos.....	7
1.4.1. Objetivo General	7
1.4.2. Objetivos Específicos.....	7
2. MARCO TEÓRICO	8
2.1. Estado Del Arte De La Investigación	8
2.1.1. Antecedentes referentes al logro de aprendizaje basado en ambientes computacionales aplicados a una población caracterizada en estilos cognitivos (DIC). 8	
2.1.2. Antecedentes referentes al desarrollo y aplicación de ambientes virtuales para favorecer el logro de aprendizaje.....	13
2.1.3. Antecedentes referentes estudiar y determinar las diferencias en un grupo poblacional mientras se realizan tareas de rotación mental.....	15
2.1.4. Antecedentes referentes al estudiar y determinar las diferencias de género mientras se realizan tareas de rotación mental.....	18
2.2. Estilos cognitivos	21
2.2.1. Estilos cognitivo en la dimensión dependencia e independencia de campo	23
2.2.2. Prueba Embedded Figures Test (EFT).....	24
2.3. Logro de aprendizaje	25

2.4. Ambiente Virtual de aprendizaje basado en la Web	26
2.4.1. Logro de aprendizaje al interactuar con un ambiente virtual de aprendizaje	27
2.5. Imagen Mental	28
2.5.1. Sistema imaginario auditivo, olfativo y gustativo.	28
2.5.2. Sistema imaginario visual.	29
2.5.3. Imágenes mentales en relación con las habilidades espaciales.	29
2.6. Rotación Mental.....	29
2.6.1. Mental Rotations Test (MRT).....	30
2.6.2. Rotación de figuras.....	32
2.6.3. Figuras Semejantes	32
2.6.4. Figuras Simétricas.....	33
2.7. Razonamiento espacial.....	33
2.7.1. Proyección Ortogonal	34
2.7.2. Sistema diedro	35
2.7.3. Líneas continuas y discontinuas.....	35
3. DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAJE DEL «RAZONAMIENTO ESPACIAL».....	39
3.1. Inicio	39
3.1.1. Registro de datos.....	39
3.1.2. Prueba Pre-test.....	40
3.1.3. Prueba EFT.....	41
3.1.4. Material de apoyo	42
3.2. Actividad # 1.....	42

3.3.	Actividad # 2.....	44
3.4.	Actividad # 3.....	46
3.5.	Actividad # 4.....	48
3.6.	Actividad # 5.....	50
3.7.	Actividad # 6.....	52
3.8.	Actividad # 7.....	54
3.9.	Actividad # 8.....	55
3.10.	Contacto	56
4.	METODOLOGÍA	57
4.1.	Diseño de investigación y variables de estudio	57
4.1.1.	Variable Dependiente	58
4.1.2.	Variable Independiente	58
4.2.	Descripción de la población	58
4.3.	Instrumentos	59
4.3.1.	Categorías del estilo cognitivo	59
4.4.	Desarrollo de la investigación.....	60
5.	RESULTADOS.....	65
5.1.	Condiciones Iniciales.....	65
5.1.1.	Estilo cognitivo	65
5.1.2.	Género	66
5.1.3.	Logro previo	66
5.2.	Análisis del efecto del ambiente virtual de aprendizaje	67
5.2.1.	Ambiente virtual de aprendizaje.....	67
5.2.2.	Logro de aprendizaje	69

5.3. Modelo lineal general univariado	70
5.3.1. Verificación de supuestos de normalidad	70
5.3.2. Contrastes de efecto inter-sujetos	73
5.3.3. Comparaciones múltiples	74
5.3.4. Análisis de gráficos.....	75
6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	78
6.1. Respuesta a la pregunta de investigación	78
6.1.1. Ambiente virtual de aprendizaje, logro de aprendizaje y estilos cognitivos.	79
6.1.2. Logro de aprendizaje y estilos cognitivos.....	80
6.1.3. Logro de aprendizaje y género	81
6.2. Hipótesis	83
6.2.1. Hipótesis uno	83
6.2.2. Hipótesis dos.....	83
6.2.3. Hipótesis tres.....	84
6.3. Conclusiones	84
6.4. Contribuciones, fortalezas y limitaciones.....	85
6.4.1. Contribución	85
6.4.2. Fortalezas.....	87
6.4.3. Limitaciones	88
6.4.4. Recomendaciones	89
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	90
ANEXOS.....	97
Anexo A.....	97

Anexo B.....	99
--------------	----

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: DC y IC comparación tomada de López y Triana (2013).....	23
Tabla 2: Descripción de los ejercicios realizados.	36
Tabla 3: <i>Tamaño de los grupos de acuerdo al diseño para el análisis de datos (Diseño factorial 3X2).</i>	58
Tabla 4: <i>Descripción de la muestra poblacional.</i>	59
Tabla 5: <i>Descripción de la metodología trabajada.</i>	60
Tabla 6: <i>Resultados del estilo cognitivo de los participantes.</i>	65
Tabla 7: <i>Resultados de clasificación del género entre los participantes.</i>	66
Tabla 8: <i>Promedio logro inicial.</i>	67
Tabla 9: <i>Descripción de la prueba 1 a la 8.</i>	67
Tabla 10: <i>Prueba de Fiabilidad del instrumento de entrenamiento.</i>	68
Tabla 11: Promedio logro de aprendizaje durante el entrenamiento de rotación mental.	69
Tabla 12: <i>Descripción de las preguntas de la prueba Final.</i>	69
Tabla 13: <i>Estadísticas de fiabilidad del logro de aprendizaje final.</i>	70
Tabla 14: Análisis de Simetría y Curtosis.....	70
Tabla 15: Comparación de Medias entre el logro previo vs logro de aprendizaje final.....	71
Tabla 16: Diferencias emparejadas entre el logro previo vs logro final de aprendizaje.....	71
Tabla 17: <i>Prueba de igualdad de Levene.</i>	71
Tabla 18: Estadísticos descriptivos-Variable dependiente: Examen final.....	72
Tabla 19: <i>Pruebas de efectos inter-sujetos.</i>	73
Tabla 20: <i>Comparaciones múltiples.</i>	75

TABLA DE GRÁFICAS

Gráfica 1: <i>Resultado del estilo cognitivo de los participantes.</i>	66
Gráfica 2: <i>Marginales estimadas del logro de aprendizaje en presencia del género.</i> ..	75
Gráfica 3: <i>Marginales estimadas del logro de aprendizaje en presencia del estilo cognitivo.</i>	76
Gráfica 4: <i>Medias marginales estimadas del logro de aprendizaje.</i>	76

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: <i>Rotación en figuras MRT.</i>	32
Ilustración 2: <i>Figuras MRT semejantes.</i>	33
Ilustración 3: <i>Simetría de una figura.</i>	33
Ilustración 4: <i>Figura de proyección ortogonal.</i>	34
Ilustración 5: <i>Sistema Diedro.</i>	35
Ilustración 6: <i>Representación de líneas continuas y discontinuas en el sistema diedro.</i>	36
Ilustración 7: <i>Rotación en figuras de proyección ortogonal.</i>	37
Ilustración 8: <i>Semejanzas en objetos de proyección ortogonal.</i>	37
Ilustración 9: <i>Simetría en objetos de proyección ortogonal.</i>	38
Ilustración 10: <i>Desarrollo de la competencia digital docente nivel II.</i>	97
Ilustración 11: <i>Evidencia de explicación diligenciamiento formulario datos perosnales.</i>	98
Ilustración 12: <i>Indicaciones para ejecutar la prueba EFT.</i>	99
Ilustración 13: <i>Prueba EFT - página 1.</i>	100
Ilustración 14: <i>Prueba EFT - página 2 "Créditos de los desarrolladores".</i>	100
Ilustración 15: <i>Prueba EFT - Almacenamiento del nombre de quien soluciona la prueba.</i>	101
Ilustración 16: <i>Prueba EFT - Instrucción de solución parte 1.</i>	101
Ilustración 17: <i>Prueba EFT - Instrucción de solución parte 2.</i>	102
Ilustración 18: <i>Prueba EFT - Instrucción de solución ejemplo 1 con retroalimentación de forma errónea.</i>	102
Ilustración 19: <i>Prueba EFT - Instrucción de solución ejemplo 1 con retroalimentación de formar correcta.</i>	103
Ilustración 20: <i>Prueba EFT - Instrucción de solución ejemplo 2.</i>	103
Ilustración 21: <i>Prueba EFT - últimas recomendaciones.</i>	104
Ilustración 22: <i>Prueba EFT - ejercicio 1.</i>	104

Ilustración 23: <i>Prueba EFT - ilustración para solucionar ejercicio 1.</i>	105
Ilustración 24: <i>Prueba EFT - indicación segunda fase.</i>	105
Ilustración 25: <i>Prueba EFT - ejercicio 1 fase 2.</i>	106
Ilustración 26: <i>Prueba EFT - ilustración de solución ejercicio 1 fase 2.</i>	106
Ilustración 27: <i>Prueba EFT - fase 3.</i>	107
Ilustración 28: <i>Prueba EFT - ejercicio 1 fase 3.</i>	107
Ilustración 29: <i>Prueba EFT - ilustración de solución ejercicio 1 fase3.</i>	108
Ilustración 30: <i>Prueba EFT - guardar resultados.</i>	108
Ilustración 31: <i>Prueba EFT - Resultados en pantallazo.</i>	109
Ilustración 32: <i>Evidencia almacenamiento de resultados en formato (.csv).</i>	109
Ilustración 33: <i>Evidencia de cargado de resultados en la plataforma Classroom.</i>	110

LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1: <i>Programa de la Prueba de figuras enmascaradas</i>	24
Imagen 2: <i>Versión redibujada del diseñado por: Vandenberg y Kuse (1978)</i>	31
Imagen 3: <i>Página de Inicio «Razonamiento espacial»</i>	39
Imagen 4: <i>Datos personales</i>	40
Imagen 5: <i>Prueba Pre-test</i>	40
Imagen 6: <i>Prueba EFT y su solución</i>	41
Imagen 7: <i>¿Cómo descargar la aplicación EFT?</i>	41
Imagen 8: <i>Sesión actividad # 1</i>	42
Imagen 9: <i>Sesión material de apoyo actividad # 1</i>	43
Imagen 10: <i>Sesión práctica 1</i>	43
Imagen 11: <i>Sesión prueba # 1</i>	44
Imagen 12: <i>Sesión explicación actividad # 2</i>	44
Imagen 13: <i>Sesión material de apoyo actividad # 2</i>	45
Imagen 14: <i>Sesión práctica 2</i>	46
Imagen 15: <i>Sesión prueba # 2</i>	46
Imagen 16: <i>Sesión material de apoyo - actividad # 3</i>	47
Imagen 17: <i>Sesión práctica 3</i>	47
Imagen 18: <i>Sesión prueba # 3</i>	48
Imagen 19: <i>Sesión material de apoyo - actividad # 4</i>	48
Imagen 20: <i>Sesión práctica 4</i>	49
Imagen 21: <i>Sesión prueba 4</i>	49
Imagen 22: <i>Sesión explicación actividad 5</i>	50
Imagen 23: <i>Sesión material de apoyo - actividad 5</i>	50
Imagen 24: <i>Sesión práctica 5</i>	51
Imagen 25: <i>Sesión prueba 5</i>	51
Imagen 26: <i>Sesión explicación actividad # 6</i>	52
Imagen 27: <i>Sesión material de apoyo - actividad 6</i>	52

Imagen 28: <i>Sesión práctica 6.</i>	53
Imagen 29: <i>Sesión prueba # 6.</i>	53
Imagen 30: <i>Sesión material de apoyo y práctica 7.</i>	54
Imagen 31: <i>Sesión práctica 7.</i>	54
Imagen 32: <i>Sesión material de apoyo y práctica 8.</i>	55
Imagen 33: <i>Sesión prueba 8.</i>	55
Imagen 34: <i>Página de contacto.</i>	56

INTRODUCCIÓN

Las políticas educativas nacionales se pronuncian continuamente sobre la adquisición y desarrollo de competencias de las TIC, para ello se enfatiza sobre la necesidad actual del manejo de las herramientas informáticas y del ciberespacio (internet). Dicha política está ligada a los avances tecnológicos a los que a diario la humanidad se enfrenta. La Maestría en Tecnologías de la Información Aplicadas a la Educación de la Universidad Pedagógica Nacional, permitió visualizar la inminente transformación del ambiente educativo, así como la renovación de sus conductas o prácticas a fin de favorecer el aprendizaje significativo dentro y fuera del aula. Para ello fue conveniente reforzar y actualizar los conocimientos en el campo disciplinar del uso de las tecnologías, además de aunar en los intereses y actitudes propios de la enseñanza para trabajar en el verdadero desarrollo de la labor docente con visión investigativa. En suma, el ejercicio investigativo faculta la innovación e implementación de herramientas tecnológicas que contribuyan a la transformación de procesos escolares encaminados a brindar alternativas de solución a problemas cotidianos mediante el uso de las TIC y el desarrollo de competencias que son de ayuda en el mundo actual.

Buscando relación desde las perspectivas entre estudiantes y docentes, el desinterés para cumplir un logro de aprendizaje está directamente relacionado en la forma que se invita a interactuar con el conocimiento. Por ende, en este documento se presentan estudios que confirman el avance cognitivo al implementarse un ambiente virtual de aprendizaje que puede moldear y potenciar la resolución de problemas de tipo espacial; esta herramienta es indispensable para trabajar con los estudiantes, quienes encuentran llamativo involucrar los recursos para facilitar y hacer más atractivo su aprendizaje. En este orden de ideas fue necesario implementar un ambiente virtual de aprendizaje para motivar logro de aprendizaje en tareas de rotación mental en grupo heterogéneo de estudiantes, caracterizados con estilos cognitivos específicos.

En este sentido el documento se organiza en seis capítulos que dan cuenta del avance investigativo de la propuesta. En el primer capítulo se contextualiza la problemática con sus respectivas preguntas y objetivos de estudio. En el segundo capítulo se ofrece un marco teórico que define de manera general la rotación mental, el razonamiento espacial, el logro de aprendizaje al aplicarse un ambiente virtual de aprendizaje, además de abordar los estilos cognitivos en la dimensión Dependencia, Intermedio e Independencia de campo (DIC) en el género masculino-femenino. El tercer capítulo describe el ambiente virtual de aprendizaje desarrollado bajo las preferencias de estudio de los participantes, validando la influencia en el logro de aprendizaje cuando se interactúa con este tipo de recursos. El cuarto capítulo expone el proceso metodológico, el diseño de la investigación y su desarrollo, las variables objeto de estudio, la descripción de la población, los instrumentos de medición del estilo cognitivo. El quinto capítulo muestra los resultados obtenidos durante la investigación, tomando los datos de las pruebas realizadas (estilos cognitivos en el género masculino-femenino y las pruebas de conocimientos) para ser analizadas bajo el modelo estadístico lineal general univariado 3×2 , empleado para determinar la influencia de las variables independientes sobre las dependientes, como los análisis descriptivos correspondientes a la interacción de los estudiantes con el ambiente virtual de aprendizaje «Razonamiento espacial». Por último, en el sexto capítulo se sintetizan las conclusiones generales en correlación con las hipótesis, además de presentar las contribuciones y limitaciones para futuros trabajos.

1. EL ESTUDIO

1.1. Necesidad De La Investigación

Pensarse como maestro investigador requiere de una apropiación contextual del ejercicio cotidiano de la docencia con la visión investigativa de la práctica pedagógica, y con ello reconocer las competencias que como formadores requerimos para estar a la vanguardia de los retos que la sociedad actual nos presenta. Entidades y autores han señalado la necesidad de replantearse los modelos tradicionales de gestión y liderazgo en las escuelas por la situación actual del Covid-19 (Ligarretto, 2020), es por ello que recae en los docentes la responsabilidad directa de la transformación de la educación, ya que dentro de su práctica, se hace imprescindible reforzar los sondeos y autoevaluaciones del ejercicio formador para así llegar a realizar procesos de inclusión en la educación remota; la intensión más predominante debe ser: servir al estudiante en su aprendizaje, a su desarrollo humano y profesional (UNESCO, 2020).

Como docentes requerimos del dominio de elementos básicos en el manejo de herramientas tecnológicas que favorezcan la enseñanza-aprendizaje, el fortalecimiento de competencias individuales, la implementación del trabajo colaborativo con el estudiantado, el aporte de conocimientos y el desarrollo de habilidades propias del ser. Lo anterior se condensa en la presente propuesta en la medida en que se establece un ambiente virtual de aprendizaje que considera importante la imbricación de los diferentes contextos en los que están inmersos tanto estudiantes como maestros durante el proceso de enseñanza-aprendizaje en el marco de la educación remota; es decir, la intersección de los contextos: académico, familiar y del hogar, como también el del desarrollo personal para la vida en comunidad.

Se reconoce entonces la urgente e imperiosa necesidad de la aplicación de tecnologías en la educación que se concentren en diferentes líneas pedagógicas para el trabajo con maestros y estudiantes; en específico, aquellas que contribuyan a la organización del pensamiento, la subordinación de las ideas y los argumentos, el

entrenamiento de la lógica y la abstracción, el procesamiento interno y el análisis para dar soluciones inmediatas. En este sentido se tomó como variable de investigación el logro de aprendizaje en la rotación mental con el fin de determinar el alcance al aplicarse un recurso informático que aborda la rotación mental de figuras y la solución de problemas de tipo espacial.

1.2. Propósito De La Investigación

La presente investigación busca aplicar un entrenamiento de rotación mental basado en un ambiente virtual de aprendizaje, para establecer qué destrezas cognitivas pueden ser moldeables durante su desarrollo a medida que los participantes interactúen con un instrumento de rotación espacial, ya que como lo menciona Newcombe y Learmonth (2009), este tipo de ejercicios le permite al sujeto entrenarse y encontrar otras alternativas de solución en el menor tiempo posible.

Se abordan estudios que involucran el uso de herramientas tecnológicas (software), que adoptan la rotación mental o el razonamiento espacial en cuatro lineamientos que para el investigador son fundamentales en el desarrollo de su práctica: i) validar el estilo cognitivo (Dependencia, Intermedio e Independencia de Campo); ii) identificar las competencias de rotación mental de los participantes; iii) aplicar un ambiente virtual de aprendizaje como objeto de entrenamiento y estudio de ejercicios de la rotación mental y, iv) determinar la diferencia de ejecución y resolución de problemas de tipo espacial en el grupo poblacional categorizados para el análisis en género masculino y femenino.

En lo que se refiere a los estilos cognitivos, estos han sido categorizados por varios autores (Messick, Casament, Sharbrough, Milde, y Michenfeider, 1987), que los definen como características en el procesamiento de la información que se desarrolla de forma conjunta alrededor de las tendencias de la personalidad. Además, para Carretero y Palacios (1982), pueden ser señalados según el énfasis en el carácter fronterizo del constructo o en sus aspectos específicamente cognitivos (Dependencia, Intermedio e Independencia de Campo). No obstante, cuando se evidencia el control de la atención, el impulso, el pensamiento y el comportamiento, el estilo cognitivo traspasa el límite de los

dominios de la actividad humana para reflejar diferencias (Hederich, 2004), no solo en los dominios propiamente perceptuales y cognitivos, sino también en los sociales y afectivos.

A groso modo, el enfoque y las metodologías trabajadas con la rotación espacial validan a su vez, las habilidades o competencias del razonamiento mental en sujetos que interactúan con dichas herramientas, favoreciendo en ellos procesos cognitivos en la resolución de problemas de tipo sensorial y ubicación del espacio. Además, se resalta cómo los estilos cognitivos se basan en los contrastes internamente individuales de habilidades que atraviesan diferentes dominios de la persona; dicho de manera concreta, los estilos cognitivos abordan dimensiones más amplias del funcionamiento individual y esto redundará en una posible diferenciación en la solución de problemas de tipo espacial que pueden evidenciarse de manera significativa entre el género masculino y el femenino, al aplicárseles un instrumento basado en sus preferencias de estudio, lo cual se abordará en la presente investigación tal punto de brindar una concepción general de esa posible diferenciación.

En cuanto a el proceso de rotación mental ha sido objeto de estudio desde los enfoques pedagógico, didáctico y cognitivo, es definido como la asimilación y reproducción interiorizada de los movimientos de acomodación de objetos (Rosa, 1981). Este es considerado como un proceso cognitivo imaginario, el cual consiste en girar objetos externos mentalmente para predecir el movimiento o siguiente estado de un cuerpo (Tamayo, 2014). Ahora bien, se reconoce que el sujeto que realiza ejercicios de tipo espacial, debe asociarlos con conocimientos preestablecidos como su entorno, elementos que lo rodean y su ubicación sensorial para así tener un referente y dar solución al problema (Newcombe y Huttenlocher, 2000), ya que desde la perspectiva de la neurociencia cognitiva el objeto es todo elemento del mundo visual que pueda estimular sensorialmente al individuo (Núñez y Aznar, 2009).

Ahora bien, estudios demuestran que la estimulación de tipo espacial desarrolla competencias cognitivas, permitiendo mayor creatividad y habilidad en el razonamiento espacial, favoreciendo a su vez el proceso académico en los estudiantes (Díaz y Garzón,

2014). De allí la importancia que las entidades educativas involucren temáticas de tipo geométrico y espacial, entre dos y tres dimensiones, que permitan realizar procedimientos interiorizados de reflexión, rotación y traslación, y que además desarrollen competencias de tipo espacial (Gómez, 2011).

En relación a los ambientes computacionales, autores demuestran el logro de aprendizaje adquirido al utilizar este tipo de recurso como andamiaje u objeto de entrenamiento en razonamiento espacial (Poveda, 2014; Díaz y Garzón, 2014; Triviño y Velandia, 2016). Entiéndase el ambiente virtual de aprendizaje o andamiaje como la combinación de hardware y software, en cual se encuentra un conjunto medios informativos (textos, audios, imágenes, animación y vídeo) para ser utilizados como recursos en el aprendizaje. En esta misma línea, López, O., Sanabria, L. y Sanabria, M. (2014) afirman que este tipo de estudios relacionados con herramientas computacionales han sido de interés para estudiar el efecto que tiene estas sobre el logro de aprendizaje.

Por otro lado, las políticas educativas nacionales (Pacto social por la educación., 2006) se pronuncian continuamente sobre la adquisición y desarrollo de competencias mediadas por Tecnologías de la Información y comunicación (TIC); para ello, se enfatizan sobre la necesidad actual de aprender a manejar los ambientes computacionales. Dichas políticas están ligadas a los avances tecnológicos y contextos que a diario la humanidad afronta; es por ello que esta investigación buscó implementar un ambiente virtual de aprendizaje basado en los intereses de los estudiantes y contribuir al desarrollo de competencias en el campo de la rotación mental y del razonamiento espacial.

1.3. Pregunta De Investigación

Fue pertinente reconocer la necesidad de desarrollar un estudio que permitiera identificar la posible existencia de diferencias significativas asociadas a los resultados obtenidos en pruebas de rotación espacial de figuras u objetos y el estilo cognitivo en el género masculino - femenino, antes y después de aplicar un objeto de entrenamiento de tipo computacional. Razón por la cual, se puntualiza el problema investigativo en la pregunta:

¿Qué efectos tiene la aplicación de un ambiente virtual de aprendizaje como objeto de entrenamiento en el análisis y solución de ejercicios de rotación mental en un grupo poblacional caracterizado con estilos cognitivos específicos DIC (Dependencia, Intermedio e independencia de Campo), y diferenciados en el género masculino y femenino?

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Establecer posibles diferencias en el logro de aprendizaje en la rotación mental en una población caracterizada con estilos cognitivos específicos DIC (Dependencia, Intermedio e independencia de Campo), diferenciados en género masculino y femenino, al aplicarse un ambiente virtual de aprendizaje como objeto de entrenamiento en el análisis y solución de ejercicios rotacionales.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Diseñar un ambiente virtual para promover el logro de aprendizaje en la rotación mental en una población caracterizada con estilos cognitivos específicos DIC.
- Identificar la relación entre el logro de aprendizaje de rotación mental y los estilos cognitivos DIC al aplicarse un ambiente virtual.
- Identificar la relación entre el logro de aprendizaje de rotación mental y el género al aplicarse un ambiente virtual.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Estado Del Arte De La Investigación

A partir de un procedimiento de búsqueda en bases de datos en línea, se toman como referencia artículos y tesis que desde el carácter investigativo que orienta el presente trabajo, ofrecen elementos que sirven como base metodológica y contribuyen a delimitar el campo de análisis, y desde las cuales se plantean tres lineamientos fundamentales. En primer lugar, establecer los estudios que sirvieron como punto inicial del análisis del logro de aprendizaje basado en ambientes computacionales aplicados a una población caracterizada en el estilo cognitivo. En segundo lugar, abordar estudios que sirvieron como referentes al desarrollo y aplicación de ambientes virtuales para favorecer el logro de aprendizaje. En tercer lugar, estudiar y determinar las diferencias en un grupo poblacional mientras se realizan tareas de rotación mental. En cuarto y último lugar de esta sección, estudiar y determinar las diferencias de género mientras se realizan tareas de rotación mental.

2.1.1. Antecedentes referentes al logro de aprendizaje basado en ambientes computacionales aplicados a una población caracterizada en estilos cognitivos (DIC).

Al adelantar estudios, López, Hederich y Camargo (2012) manifiestan que el diseño y la aplicación de Ambientes de Aprendizaje Basados en Computador (AABC), se constituye en uno de los mayores desafíos para la comunidad de las tecnologías de la información aplicadas a la educación. Esto se debe al grado de adaptabilidad que puedan poseer dichos ambientes, a indicadores que puedan analizar las preferencias de aprendizaje de los estudiantes, sus diferencias individuales y la autonomía que evidencien al interactuar con estos contenidos. Por otro lado, para esta investigación cobra vital importancia el estilo cognitivo en la dimensión de dependencia-independencia de campo (DIC), en la que según los autores Witkin y Goodenough (1981) se establece una diferencia entre dos tipos de individuos: en primer lugar, los llamados «independientes de campo» con tendencia a

un procesamiento de tipo analítico y caracterizados como sujetos poco influenciados por factores contextuales; en segundo lugar, los reconocidos como «dependientes de campo» con tendencia a un procesamiento de tipo global y caracterizados como sujetos muy influenciados por el contexto.

Una vez argumentada la injerencia del estilo cognitivo en el proceso de enseñanza-aprendizaje, más aún, si esta mediado por AABC, los autores analizan y concretan diferentes propuestas en las que se diseñan y aplican ambientes hipermediales y en las que se toman en cuenta estrategias didácticas relacionadas con: i) la inclusión de andamiajes autorreguladores y, ii) el trabajo colaborativo. Así entonces, la propuesta se enfoca en examinar el grado de eficacia de las dos estrategias sobre el logro de aprendizaje de estudiantes con diferente estilo cognitivo cuando usan un ambiente hipermedial para el aprendizaje de un tema relacionado de las transformaciones geométricas en el plano.

Dadas estas condiciones se manifiesta que la estructura de estos ambientes permite al estudiante un mayor control sobre los contenidos y mejores niveles de interactividad. Además, se afirma que este tipo de ambientes motiva de forma muy significativa hacia el aprendizaje y permite al aprendiz construir su propio conocimiento.

Centrados en la caracterización de los estudiantes por su estilo de aprendizaje, (López, et al., 2012) concretan que por lo general, los estudiantes independientes de campo (IC) obtienen mejores puntajes que los dependientes de campo en casi todas las asignaturas escolares y en diferentes tareas cognitivas. De esta manera, con el fin de cerrar esta brecha de inequidad, los investigadores plantean que el estilo cognitivo de los estudiantes es preponderante al momento de elaborar materiales de enseñanza, durante el diseño de ambientes computacionales y mucho más al momento de su implementación.

Es aquí, donde se reconoce que las herramientas más utilizadas para favorecer el desarrollo de la autorregulación en AABC es el uso de andamiajes (Wood, Bruner, y Ross, et al., 1976), término acuñado a partir del concepto de zona de desarrollo proximal (ZDP)

propuesto por Vigotsky (1987). En su sentido original, el andamiaje hace referencia al proceso de apoyo y control, por parte del profesor, de los aspectos de la tarea que superan las capacidades del estudiante. En el contexto escolar, los estudiantes que se autorregulan son promotores activos de su propio proceso de aprendizaje; esto se logra a través de la puesta en práctica de una serie de estrategias metacognitivas, motivacionales y conductuales bastante específicas.

En esta misma línea, se presenta la conceptualización del aprendizaje mediante la colaboración entre pares, definida como la "coordinación sincrónica de una actividad de aprendizaje, que es el resultado de un esfuerzo continuo para construir y mantener una imagen compartida de un problema" (Roschelle y Teasley, 1995). El aprendizaje colaborativo es trascendental para el desarrollo del estudio, dado que permite que los estudiantes se apoyen mutuamente para la construcción de conocimiento científico de manera mucho más eficaz que si lo hacen de forma individual, constituyéndose así en otra estrategia didáctica para desarrollar y/o mejorar, tanto la capacidad autorreguladora, como el logro de aprendizaje (Lucero, 2003).

Continuando con la metodología de investigativa propuesta por López, et al. (2012), se resalta que su estudio tuvo un diseño factorial $2 \times 2 \times 3$, con cuatro grupos previamente conformados, correspondientes a cursos escolares regulares. Los cuatro grupos participantes fueron asignados aleatoriamente a cada una de las condiciones de trabajo: i) con o sin andamiaje y ii) trabajo en solitario o en parejas. Antes de iniciar el trabajo con el ambiente hipermedial a todos los participantes les fue aplicada la Prueba de Figuras Enmascaradas (EFT, por sus siglas en inglés Embedded Figures Test) para la determinación del estilo cognitivo. Los puntajes del EFT fueron discriminados por terciles, de forma tal que al primer tercil se le denominó "dependientes de campo", al segundo "intermedios" y al tercero "independientes de campo". En el estudio participaron 128 estudiantes (62 hombres y 66 mujeres), correspondientes a cuatro cursos del grado décimo de un colegio público de educación secundaria de la ciudad de Bogotá (Colombia).

La investigación se llevó a cabo en los espacios académicos de la asignatura de matemáticas. La edad de los estudiantes osciló entre 14 y 19 años.

En este orden de ideas la investigación de López, et al. (2012) se convierte en un punto de partida para el presente estudio en dos de sus fases; i) diseñar y aplicar un ambiente virtual para favorecer el logro de aprendizaje en estudiantes de secundaria, y ii) caracterizar los diferentes estilos cognitivos (DIC) con la aplicación de las pruebas enmascaradas (EFT). Sus argumentos fundamentan las situaciones de aprendizaje en ambientes hipermediales y aquellos escenarios que incluyan en su estructura un andamiaje autorregulador para mejorar el logro de aprendizaje en diferentes estilos cognitivos.

El estudio realizado por López y Triana (2013), se convierte en un segundo referente, al tomar en consideración el logro de aprendizaje abordando dos nociones: la autoeficacia y el estilo cognitivo (DIC). La autoeficacia fue definida por los autores como los juicios que hace el sujeto sobre sus propias capacidades para organizar y ejecutar cursos de acción para el logro de metas; estos juicios están supeditados al comportamiento humano como resultado de la interacción recíproca entre factores personales, conductuales y ambientales (Bandura, 1997). De acuerdo con este planteamiento, un estudiante debe estar en capacidad de ejercer control sistemático sobre sus propias cogniciones, afectos y conductas para lograr las metas de aprendizaje que se propone (Schunk y Zimmerman, 1994). Respecto al estilo cognitivo en la dimensión de dependencia e independencia de campo (DIC), asociado al logro de aprendizaje (Witkin y Goodenough, 1981), se reconocen logros significativamente mayores en sujetos independientes de campo (IC), frente a los compañeros dependientes de campo cuando interactúan tanto en ambientes naturales como computacionales. En el marco de las anteriores afirmaciones, el objetivo de la investigación de López y Triana (2013) se enfocó en estudiar el efecto de un módulo que favorece la activación de la autoeficacia sobre el logro de aprendizaje, cuando estudiantes de diferente estilo cognitivo en la dimensión (DIC) interactúan con un escenario computacional para el aprendizaje de resolución de problemas con números fraccionarios.

También se considera importante señalar que el estudio de López y Triana (2013) tuvo como variable dependiente el logro de aprendizaje medido en términos de resolución de problemas matemáticos sobre números fraccionarios y como variable independiente el ambiente hipermedial con dos valores: i) el software con módulo de autoeficacia y, ii) el software sin módulo de autoeficacia. Además, se tomó como variable asociada el estilo cognitivo de los estudiantes en la dimensión dependencia–independencia de campo con tres valores: dependientes, intermedios e independientes de campo. La investigación trabajó con un grupo poblacional de estudiantes de grado quinto (33 hombres y 17 mujeres), previamente conformados como grupo control y grupo experimental.

Los resultados de estudio de López y Triana (2013) son de suma importancia para la presente investigación ya que muestran que la implementación de un ambiente hipermedial favorece el logro de aprendizaje en estudiantes en la resolución de problemas. En este sentido, el ambiente hipermedial influyó de manera positiva sobre el desempeño académico de los estudiantes con diferente estilo cognitivo. Además, el estudio mostró que el estilo cognitivo en la dimensión dependencia e independencia de campo se encuentra asociado al logro del aprendizaje en el sentido usual.

Por otro lado, Duque (2020), aplicó una investigación para diseñar y validar la implementación de andamiajes computacionales de monitoreo en un software motivacional que favoreciera el desempeño y el procesos del logro de aprendizaje, la gestión del tiempo y además, atendiera las necesidades diferenciales del estilo cognitivo DIC de los estudiantes. Su estudio contiene temas de interés para el desarrollo de la presente investigación como lo son: i) el fundamento para el diseño de un software educativo enfocado a mejorar el desempeño de los estudiantes y que promueva su autonomía sin dejar de lado las diferencias individuales y además, ii) validar los estudios que indican que un diseño emocional positivo puede despertar avances en los estudiantes, mostrando así un mayor rendimiento en la comprensión y transmisión de información; así mismo, se reconoce como una fuente investigativa que iii) resalta la implementación de imágenes llamativas como ayuda en la transferencia y comprensión dentro del mismo

ambiente virtual de aprendizaje. Por último, iv) en cuanto a las dimensiones del estilo cognitivo (DIC), a partir de los aportes de Duque (2020) contrastados con el objetivo de estudio de la presente investigación, verificar si el estilo cognitivo independientes de campo es un predictor del rendimiento académico en los participantes.

2.1.2. Antecedentes referentes al desarrollo y aplicación de ambientes virtuales para favorecer el logro de aprendizaje.

Continuando con el diseño y aplicación de ambientes virtuales de aprendizaje, en la actualidad se crean y publican cientos de páginas y aplicaciones que contienen información específica en cualquier área del saber; de aquí, surge el interés del investigador por diseñar un ambiente virtual de aprendizaje que desde su principio tenga en cuenta los pensamientos, preferencias de estudio y posturas cognitivas de los estudiantes participantes.

Autores como Chen (2010), buscaron estudiar por medio de un sistema de aprendizaje basado en la Web, el análisis de los datos de navegación del registro de archivo para identificar cómo los estilos cognitivos de los aprendices y el comportamiento de aprendizaje están relacionados. Este autor, indica que los avances tecnológicos de las TIC (Tecnologías de la información y comunicación) han permitido que la educación la utilice como medio de consulta, interacción y participación inmediata de la información. El aprendizaje basado en la Web ha sido pronosticado como el aprendizaje a distancia y muchas instituciones educativas han invertido en adaptar recursos de aprendizaje en línea (Harasim, 2000).

El análisis que Chen (2010) adelantó se convierte en fundamento para la presente investigación, en cuanto a la creación de un ambiente virtual de aprendizaje basado en la Web, ya que a diferencia del aprendizaje tradicional en las aulas, estos programas de aprendizaje pueden ofrecer varias herramientas de navegación para satisfacer las necesidades de los estudiantes. Dichas herramientas pueden ser actualizadas en sus contenidos o medios multimediales (texto, audio, gráficos, vídeo y animación) en cualquier momento, fomentando la interacción entre el alumno y el profesor, además de permitir

comprobar los procesos de aprendizaje de los estudiantes. En este punto es preciso mencionar, la necesidad del trabajo colaborativo entre el maestro y el diseño instruccional para apoyar el procesos de aprendizaje y favorecer las competencias en los estudiantes (Sandberg y Barnard, 1997).

En sintonía con la producción de medios informáticos para el diseño de ambientes virtuales y sus características, los autores, Cierniak, Scheiter y Gerjets (2009) afirman que la carga cognitiva se centra en la arquitectura cognoscitiva humana que busca generar recomendaciones para apoyar las actividades procesadas en un momento dado donde el sujeto este resolviendo tareas. Por ende, la Teoría de la Carga Cognitiva (CLT) busca implementar diseños instruccionales que favorezcan la memoria cognitiva, para que a su vez inflencie en los resultados del aprendizaje. Ahora bien, Cierniak et al. (2009) explican que la carga intrínseca se ve afectada por aquella carga inherente a la complejidad de la tarea y el nivel de experticia del estudiante, y que la carga extrínseca se define como procesamiento innecesario de la información. En este sentido, el diseño instruccional debe estar enfocado a reducir las cargas contaminantes y aumentar la carga de información favorable, pues este propone que se trabajen mecanismos de información como textos e imágenes para apoyar el proceso de aprendizaje. Su aportes sirven de fundamento para trabajar con la carga cognitiva desde un diseño instruccional, con el fin de ofrecer herramientas de trabajo para que el participante pueda culminar los procesos de entrenamiento o la solución de tareas específicas. Además reconocer el uso de las tecnologías informáticas como medio didáctico y académico para que el proceso de enseñanza-aprendizaje fuese más fácil de realizar, e invitan a trabajar con un diseño instruccional que contenga varios medios de representación de información (textos, imágenes, videos, animaciones, diagramas comparativos) con el fin de que este afiance mejor los conocimientos en los aprendices.

2.1.3. Antecedentes referentes estudiar y determinar las diferencias en un grupo poblacional mientras se realizan tareas de rotación mental.

Continuando con el diseño y aplicación de ambientes virtuales para favorecer el logro de aprendizaje en rotación mental a estudiantes caracterizados en diferentes estilos cognitivos DIC, el presente estudio toma como referente a Hernández y Hernández (2017), quienes en su investigación trabajaron de la siguiente manera; en un primer momento aplicaron cuatro cuestionarios: el test (EFT) para definir los estilos cognitivos, el test (TTCT) para validar el potencial creativo y los test (MRT y PSVT-VR) para determinar las habilidades espaciales de la población. En un segundo momento desarrollaron el ambiente de aprendizaje (ROBOT IN TROUBLES), que fue diseñado para ser utilizado en línea siendo ejecutado dentro o fuera de las instituciones; generaron usuarios y contraseñas al software para administrar y controlar la interacción de los participantes en la investigación, lo cual permitió por medio de una base de datos, determinar, ordenar y catalogar la información específica de cada uno de los estudiantes y su interacción con el videojuego. Dicho ambiente de aprendizaje articuló el entrenamiento de habilidades espaciales con la resolución de problemas, a su vez, favoreció la flexibilidad de pensamiento en el marco de un ambiente suficientemente atractivo e inmersivo en el que los usuarios a través de la experimentación y exploración del entorno, entrenan sus habilidades espaciales.

Es importante resaltar que los autores evidencian diferencias significativas en las dinámicas de interacción de los participantes categorizados por su estilo cognitivo, favoreciendo al grupo caracterizado como independiente de campo (IC) en el índice de eficacia y en las habilidades espaciales. En este contexto, sus aportes son relevantes para el presente estudio, ya que validan el uso de ambientes digitales como elementos facilitadores que soportan y promueven el pensamiento creativo, además de utilizarlos para el entrenamiento de las habilidades espaciales y para potenciar la resolución de problemas en representación tridimensional.

En consonancia con el estudio anterior, es relevante reconocer los estudios realizados Shepard y Metzler (1971), quienes son los pioneros en la investigación

descriptiva del proceso psicológico de la rotación mental, centrado en objetos tridimensionales (3D). En su estudio, los autores solicitaron a sus participantes identificar en la presentación de dos objetos, si estos eran exactamente la misma figura pero girado en grados, o si eran figuras totalmente diferentes; en las prácticas además de tenerse en cuenta los giros rotacionales, se tuvo presente como estímulo el tiempo y la reacción. Ya que los objetos a pesar de las diferencias en sus proyecciones espaciales y rotacionales podían ser identificados y contrastados, las figuras o formas pueden permanecer en la memoria reteniendo las características iniciales estructurales del objeto. La idea de estos ejercicios era producir un modelo interno mental del objeto 3D que se presentaba produciendo un movimiento o simulación imaginaria, lo que permitía después del entrenamiento resolver estos problemas más rápidamente. Dichos avances se convierten en un referente para el estudio en la presente investigación.

Díaz y Garzón (2014), realizaron una intervención educativa en las proyecciones ortogonales con y sin Realidad Aumentada (RA) para determinar las diferencias que se presentan en el desarrollo del razonamiento espacial. Su «Propuesta de una actividad escolar basada en Realidad Aumentada para el desarrollo del razonamiento espacial, hacia la enseñanza de proyecciones ortogonales» fue una investigación cuantitativa de tipo cuasi-experimental en la que adoptaron una comparación con pre-test y post-test. En primer lugar, aplicaron el pre-test para determinar el nivel de razonamiento espacial de los grupos. Luego, desarrollaron intervenciones realizadas a través de la propuesta académica centrada en la enseñanza de las vistas múltiples con y sin (RA). Por último, aplicaron el pos-test para observar y comparar el razonamiento espacial entre los dos grupos.

Con dicha metodología, Díaz y Garzón (2014), demostraron que al utilizar realidad aumentada desarrolla mayor habilidad en el razonamiento espacial, lo que genera más capacidad para realizar operaciones de transformación, decodificación y representación mental de objetos ubicados en el espacio abstracto. Estos aportes son un canon valioso para el presente estudio, al resaltar la importancia de utilizar tecnología como ambiente computacional en las actividades de interacción en la educación, al evidenciar el valor del

ejercicio para la enseñanza de proyecciones ortogonales, al abordar maneras en que la realidad aumentada contribuye al desarrollo de habilidades tanto espaciales como de rotación mental, y al ofrecer interpretaciones de lo abstracto, haciéndolo posible a un imaginario real.

Encaminado en un análisis similar, el investigador Poveda (2014), abordó los ambientes digitales de aprendizaje para determinar las diferencias en la eficiencia para solución de problemas de plano geográfico y vectores, activando los juicios autorreguladores de la memoria en la cantidad de problemas solucionados. Su trabajo «Activación de juicios de autorregulación de la memoria en un ambiente e-learning para la solución de problemas de plano geográfico y vectores» fue implementado para favorecer el aprendizaje autónomo en estudiantes con estilo cognitivo impulsivo.

En el marco de una metodología cuasi-experimental el investigador subdividió el análisis en cinco fases: i) sensibilizó e identificó el estilo cognitivo (MFTT); ii) aplicó el pre-test para determinar el estado inicial de la población; iii) aplicó el ambiente computacional (módulo 1 = plano geográfico), expuso al grupo control el respectivo ambiente computacional (plano geográfico sin juicios) y después trabajó con el grupo experimental (con juicios); iv) aplicó el ambiente computacional (módulo 2 = vectores), expuso al grupo control el respectivo ambiente computacional (vectores, sin juicios), para después trabajar con el grupo experimental (con juicios); v) por último, aplicó el pos-test de manera individual para validar el grado de significancia entre la activación de juicios autorreguladores de la memoria.

En esa dinámica rigurosa, Poveda (2014), demostró que existe una relación significativa entre la activación de juicios autorreguladores de la memoria en la eficiencia para solucionar problemas resueltos entre dos grupos de estudiantes con estilo impulsivo, como también señala que los estudiantes avanzan más rápido cuando tienen oportunidades frecuentes de autoevaluación. Sus aportes al presente trabajo investigativo radican en la confirmación que el uso de las TIC como práctica de enseñanza, amplía las oportunidades para construir un saber y en este ejercicio, motiva al estudiante a solucionar

problemas de tipo espacial al promover la activación de juicios autorregulados de la memoria.

2.1.4. Antecedentes referentes al estudiar y determinar las diferencias de género mientras se realizan tareas de rotación mental

Apoyados en Shepard y Metzler (1971), Vandenberg y Kuse (1978) implementaron pruebas con los mismos objetos tridimensionales, a la que llamaron MRT (Mental Rotations Test) y en las que mostraron una serie de pares gráficos 3D en diferentes direcciones para que los participantes verificaran si eran similares o simétricos (efecto espejo). Las pruebas iniciales se aplicaron físicamente (papel y lápiz) y mostraron representaciones de objetos 2D y 3D. Cada imagen se mostró en una dirección diferente, girada alrededor del eje vertical y horizontal, en un intento de definirla a través del proceso de rotación mental. Esta prueba trabaja con tres tipos de ejercicios; i) intenta encontrar el estado rotacional de una figura inicial respetando su forma y tamaño; ii) busca identificar características iguales entre dos figuras, manteniendo su forma; y iii) identifica la figura simétrica de un objeto inicial, el cual mantiene su forma y tamaño, pero cambia su lateralidad. Vandenberg y Kuse (1978), son unos de los primeros investigadores en presentar indicaciones diferenciales en relación al género masculino y femenino, mostrando resultados a favor de los hombres. Resultado que será una de las validaciones que se busca contrastar en la presente investigación, y de presentar el mismo efecto a favor del género masculino establecer posibles descripciones al respecto.

Para registrar las distintas estrategias en el proceso de resolución de problemas (MRT), los investigadores Shiina, Short, Miller y Suzuki (2001), desarrollaron un software (RSP-MRT), que restringía la aparición de varias alternativas de solución (figuras 3D), con el propósito de registrar la información correspondiente a los datos fijación del ojo y analizar el proceso de resolución de problemas en cada sujeto. Manejaron un grupo conformado por 29 hombres y 6 mujeres, todos estudiantes de primer semestre de la Universidad Purdue. Durante la investigación de corte experimental y descriptiva, se desarrollaron varias fases: i) explicaron la prueba RSP-MRT para familiarizar a los participantes en la

aplicación de la misma y admitieron devolverse a las respuestas anteriores y realizar ejercicios ensayo error; ii) durante la ejecución valida, se dispusieron a contestar el software RSP-MRT sin tener presente el tiempo para solucionar cada prueba test MRT como se realiza en la prueba original de rotación mental, y iii) en la prueba definitiva no se pudo omitir ningún problema, ni volver a los anteriores, aplicando 20 problemas en dos partes. Lo anterior les permitió obtener resultados más convincentes. En su análisis Shiina et al. (2001), indicaron una seria diferencia en las preferencias de estrategia entre sujetos de alta capacidad y sujetos de baja capacidad en pruebas espaciales. Así mismo, no detallaron diferencias significativas basadas en el género de las puntuaciones medias de RSP-MRT correspondientes a cualquier límite de tiempo, quizá debido a menor participación de mujeres en su estudio.

En cuanto a las diferencias de género en la solución de problemas de rotación mental, el autor Turgut (2015) validó en su investigación los efectos del género, el rendimiento académico y la educación preescolar en las habilidades de rotación mental en futuros profesores. Para ello, aplicó el test MRT desarrollado por Vandenberg en 1978, en el cual presentaba 4 figuras en 3D y 1 figura base para que el participante predijera cuál de ellas era la misma figura pero girada en grados. En este estudio participaron 364 mujeres y 161 hombres para un total de 525 sujetos que adelantaban estudios universitarios en distintas disciplinas de la educación. En su análisis varianza ANOVA, halló que existen efectos significativos en las puntuaciones del test de rotación mental (MRT) desarrollado por hombres y mujeres. Específicamente, encontró que el género tiene una gran influencia en el desempeño de las tareas de rotación mental, pues los hombres superaron ampliamente a las mujeres. Ahora bien, en una de sus conclusiones Turgut (2015), afirma que las diferencias de género en la ejecución de tareas de rotación mental pueden estar relacionadas con las estrategias utilizadas en el momento de solucionar la tarea y a las condiciones culturales a las que cada género está expuesto. Este estudio sirve como ruta de investigación para trabajar con una amplia población participante, que busca aplicar el mismo tipo de ejercicios; en este caso, a estudiantes de secundaria que no tenían una ruta vocacional definida, ni tampoco un campo disciplinario de acción específica, para validar si

existe diferencias significativas en el logro de aprendizaje y en la solución de problemas de rotación mental, predominando el género masculino.

Continuando con lo anterior, Parsons, Larson, Kratz, Thiebaut, Bluestein, Galen Buckwalter y Rizzo (2004) realizaron una investigación muy similar, donde buscaron validar las diferencias de género en las tareas de rotación mental, demostraron que la capacidad viso espacial denominada rotación mental produce una de las diferencias en género más grandes y consistentes a favor de los hombres. Este estudio aplicado a 44 sujetos (20 hombres y 24 mujeres) entre las edades de 18 y 41, utilizó la prueba (MRT) de 10 puntos en versión papel - lápiz y entorno virtual. Parsons et al. (2004) indica en sus resultados diferencias de género en los patrones de correlación entre las tareas de rotación y otras medidas neuropsicológicas, además, muestra diferencia de género cuando se usa tradicionalmente lápiz y papel para resolver el problema de rotación mental, pero el efecto sobre el género no se observa en el entorno virtual. Los resultados indican que al realizar tareas de rotación, los hombres pueden depender más del procesamiento del hemisferio izquierdo que las mujeres. Estos adelantos investigativos permiten al presente estudio, tener un panorama de cómo realizar y presentar ejercicios de rotación mental con figuras MRT en 3D para que ambos géneros se vean influenciados al trabajar con el ambiente computacional virtual de aprendizaje, además de afianzar el interés de trabajar con estudiantes de secundaria que no tengan una ruta profesional o vocacional definida.

Siguiendo con el mismo tema, Triviño y Velandia (2016), estudiaron las zonas de activación cerebral en hombres y mujeres para determinar diferencias en las señales electro-encefalográficas al aplicarse tareas de rotación mental. Su «Estudio de la actividad cerebral en la rotación mental en hombres y mujeres por medio de EEG» fue una investigación de tipo descriptivo correlacional, que se aplicó a estudiantes de licenciatura en matemáticas, distribuidos en dos grupos poblacionales (hombres y mujeres), seleccionados para garantizar correlaciones entre factores neuropsicológicos y procesos de rotación mental al aplicarse las pruebas MRT en una versión de objetos 3D. El trabajo investigativo permitió confirmar que, en las tareas de rotación mental, se presenta una

activación del lóbulo parietal tanto en el grupo de hombres como en el de mujeres, aunque en general, son evidentes las diferencias en la actividad eléctrica de hombres y mujeres para todos los ángulos de rotación mental. Los autores destacaron, por ejemplo, que el grupo de hombres tuvo predominancia de la actividad eléctrica en el lóbulo parietal derecho, mientras observaron que en el grupo de mujeres no existe un hemisferio predominante; así mismo señalaron que el grupo de hombres mostró mayor potencial eléctrico en todos los ángulos de rotación mental frente al grupo de mujeres. Es importante precisar que esta investigación sirve como referente de estudio para desarrollar el problema que aquí se dispone como eje de análisis, ya que además de confirmar las bases neurológicas que se involucran en el estilo cognitivo, esbozan posibles diferencias significativas asociadas a la actividad cerebral entre hombres y mujeres, mientras estos ejecutan tareas que implican la rotación espacial de figuras y objetos.

Por otro lado, Autores como Farzeeha, Omar, Mokhtar y Ali (2017), aprueban que aplicar un ambiente virtual de aprendizaje puede aumentar la competencia del conocimiento y mejorar habilidades en la solución de problemas del razonamiento espacial en los estudiantes. Informan que no se ha puntualizado si el uso de un ambiente virtual de aprendizaje puede favorecer individualmente al género masculino y femenino. Además, de reconocer que no existen diferencias entre los géneros después de pasar por un entrenamiento de rotación espacial adecuado, ya que según ellos, las diferencias de género en los campos cognitivo y psicosocial es menor. Reconciendo estos aportes, la presente investigación busca validar si el uso de un ambiente virtual de aprendizaje basado en la rotación mental y razonamiento espacial favorece significativamente a ambos géneros por igual, además, de contrastar si no existe diferencias en la solución de problemas de tipo rotacional en el género masculino y femenino al realizar los mismos procesos de entrenamiento.

2.2. Estilos cognitivos

Los estilos cognitivos se han caracterizado y categorizado por diferentes autores de varias maneras. Por ejemplo, Messick, J., Casament, B., Sharbrough, F., Milde, L.

Michenfeider, J. y Michenfeider, J., (1987), los definen como las características en el procesamiento de la información que se desarrollan de forma conjunta alrededor de las tendencias de la personalidad. Por su parte, Carretero y Palacios (1982) manifiestan que son las diferentes especificaciones que pueden ser categorizadas según pongan el énfasis en el carácter fronterizo del constructo o en sus aspectos específicamente cognitivos. También vale la pena citar a Hederich (2004) quien afirma:

"(...) en la medida en que se refleja en la organización y control de la atención, el impulso, el pensamiento y el comportamiento, el estilo cognitivo cruza la frontera de los dominios de la actividad humana para reflejar diferencias, no solo en los dominios propiamente perceptuales y cognitivos, sino también en los sociales y afectivos (p. 16)".

Bajo estas líneas, los estilos cognitivos se basan en los contrastes internamente individuales de habilidades que atraviesan diferentes dominios de la persona, en pocas palabras los estilos cognitivos no son estrictamente cognitivos, sino que hablan de dimensiones más amplias del funcionamiento individual.

A través del tiempo, diferentes autores han proporcionado definiciones literarias que facilitan la comprensión del gran campo del estilo cognitivo: para Goldstein y Blackman (1978) se refieren a la forma típica en que las personas organizan conceptualmente su entorno, filtrando y procesando de forma espontánea los estímulos desde su entorno para dar un significado psicológico; para Schwen, Schwen y Bedner (1976) pensar y recordar es el modo habitual de resolver problemas; para Tennant (1988) corresponde al enfoque característico y permanente de un individuo para organizar y procesar la información sin dejar de lado la experiencia; para Ford, Wood y Walsh (1994) es un conjunto de estrategias que diferencian a los individuos en la forma como procesan información; para Tennant y Pogson (1995) es el modo habitual o propio para resolver problemas, pensar percibir y recordar que tiene una persona; para Riding y Rayner (2013) es la estrategia preferida para organizar y representar información de un individuo.

2.2.1. Estilos cognitivo en la dimensión dependencia e independencia de campo

De acuerdo con la literatura los estilos cognitivos pueden citarse como dimensiones sobresalientes la dependencia / independencia de campo (Witkin, 1950). el cognitivo desde la dimensión DIC (Dependencia –Independencia de Campo) en el contexto de los estudiantes, se evidencia que la consecuencia directa del logro de aprendizaje en relación al estilo cognitivo está relacionado a la preferencia que tiene el estudiante por el material didáctico (Tinajero C. y Páramo M., 2013); de esto que los diferentes tipos de representaciones y métodos que se utilizan en el proceso de enseñanza juegan un papel importante a la hora de guiar a los estudiantes hacia el logro del aprendizaje (Morales, 2019).

Según los autores Witkin y Goodenough (1981) se establece una diferencia entre dos tipos de individuos: en primer lugar, los llamados «independientes de campo» con tendencia a un procesamiento de tipo analítico y caracterizados como sujetos poco influenciados por factores contextuales; en segundo lugar, los reconocidos como «dependientes de campo» con tendencia a un procesamiento de tipo global y caracterizados como sujetos muy influenciados por el contexto.

Tabla 1: DC y IC comparación tomada de López y Triana (2013).

Dependiente de Campo (DC)	Independientes de Campo (IC)
Percepción global: le resulta difícil separar la información de su contexto	Percepción articulada: perciben las partes como elementos separados del campo.
Estudiantes pasivos que necesitan bastante ayuda de su entorno social.	Estudiantes activos que trabajan con poco apoyo de su entorno social, su confianza está en sus preferencias internas.
Con tendencia a un procesamiento de tipo globalizado.	Con tendencia a un procesamiento de tipo analítico.
Caracterizados como sujetos muy influenciados por el contexto.	Caracterizados como sujetos poco influenciados por factores contextuales.

De acuerdo a lo anterior, las diferencias entre los sujetos en la dimensión DIC se ha planteado como un factor que debe temarse en cuenta cuando se realizan análisis en los

procesos educativos, pedagógicos o didácticos al diseñar y aplicar ambientes computacionales de aprendizaje (López y Triana, 2013)

2.2.2. Prueba Embedded Figures Test (EFT)

Ahora bien, para identificar y categorizar los dominios propios de una persona es necesario aplicar el test figuras enmascaradas (EFT: Embedded Figures Test), puesto que esta herramienta permitió dar inicio para concebir la dependencia, intermedio e independencia de campo como una dimensión de actitud perceptiva y analítica de un sujeto (Witkin, H., Michenfeider, J., Goodenough, D. y Cox, P., 1975). Este test es rápido y fácilmente evaluable ya que ofrece excelentes técnicas de aplicación y de forma grupal.

Por otro lado, es fundamental reconocer que el uso de las tecnologías favorece la solución de este tipo de pruebas, las vuelve más interactivas, llamativas, controladas y prácticas. Aquí, se considera pertinente aclarar que los estilos cognitivos de la presente investigación fueron identificados y categorizados con el programa que fue otorgado al investigador para facilitar la solución de la prueba EFT.

La imagen 2 muestra la prueba en versión aplicación llamada Emdedded Figures Test – EFT que fue desarrollada por el grupo de investigación en Estilos Cognitivos conformado hace más 25 años en el centro de Investigación de la Universidad Pedagógica Nacional con el fin de desarrollar investigación analíticas en torno a una serie de problemáticas cuyo tema general es la noción de estilo cognitivo en su relación con el aprendizaje, la cultura y el contexto educativo.



Imagen 1: Programa de la Prueba de figuras enmascaradas.

2.3. Logro de aprendizaje

La investigadora Florez (2018) describe el logro de aprendizaje como *"la adquisición de conocimientos por medio del estudio"*, por ende, el proceso de aprender es un factor importante de analizar en el desarrollo de tareas de rotación mental, pues no todas las personas cuentan con competencias para solucionar problemas de tipo espacial. De aquí, que la presente investigación toma en cuenta las estrategias educativas de los estudiantes para potenciar el ambiente computacional del razonamiento espacial.

El logro de aprendizaje es un proceso acumulativo y progresivo, lo que significa que no se puede lograr en un período corto, ya que los resultados del aprendizaje se pueden medir por el rendimiento académico; entiéndase el rendimiento académico como el indicador del nivel de aprendizaje alcanzado por el estudiante (Chadwick, 1979); por tanto, es claro que el aprendizaje es el resultado de un plan integral que puede medir el rendimiento académico y la actitud de los estudiantes (González, 2003). Esto significa que, el logro de aprendizaje se mide en relación con lo que se obtiene al final del curso, esta se considera como la realización de mediano o largo plazo para alcanzar un objetivo en la educación (Wood, D., Bruner, J. y Ross, R., 1976).

Buscando relación desde las perspectivas entre estudiantes y docentes, la desmotivación para cumplir un logro escolar está directamente relacionada con la forma en que se invita a interactuar con el conocimiento (Pintrich, 1989). Si el educando no le encuentra utilidad y sentido a un tema trabajado desde el aula, provocaría una actitud desmotivante, lo que daría paso inmediato al bajo rendimiento académico, pues el estudiante no se encuentra a gusto, presenta desinterés por el tipo de estrategias de enseñanza empleada por el profesor al interior de sus clases y las consideradas poco atractivas y tradicionales (Cano, 2001). Por ende, es necesario plantearse estrategias que puedan favorecer el logro de aprendizaje brindando otras opciones en la solución de problemas; es pertinente que el estudiante elija entre varias alternativas sin advertirle cómo hacerlo. De esta forma, se les permitirá aprender a controlar sus conocimientos y habilidades (Pérez y Ramírez, 2011), es decir, será necesario que actúen para reconocer sus

esfuerzos por resolver las dificultades que se presentan, provocando así el enfrentamiento gradual a nuevos desafíos (Bandura y Adams, 1977). No se puede caer en el error de sobrevalorar las capacidades del estudiante, pues en ocasiones se ve más conveniente darle respuestas inmediatas, y más que darle respuestas es hacerle pensar; sobrevalorar al alumno es contestarle en cuanto a todo lo que pregunten, es más productivo estimular su razonamiento si se le devuelve la pregunta. Qué mejor manera de estimular su razonamiento que hacerle pensar sin darle de primeras la solución a todo.

2.4. Ambiente Virtual de aprendizaje basado en la Web

El logro de aprendizaje apoyado en ambientes educativos basados en la web, está determinado por diferentes factores dentro de los cuales se pueden mencionar, las características particulares de interacción social que se generan en estos ambientes educativos entre el estudiante con sus pares, con su profesor, con su estilo cognitivo, los contenidos educativos y su presentación en estos escenarios, los medios tecnológicos utilizados y la mediación que realiza el docente como guía del proceso formativo (Ávila, R. 1999). Además, Henao y Guerrero (2015) describen el ambiente computacional como un instrumento educativo con relaciones pedagógicas, el cual integra agentes, contenidos, actividades, recursos, medios y servicios de comunicación. Generalmente contienen un entorno digital para facilitar la interacción entre los componentes pedagógicos y el estudiante, ya sea en el contexto presencial, virtual o mixto. Por ello, es imprescindible reconocer el uso de tecnologías (dispositivos) para reproducir e interactuar con los contenidos multimediales, estos han logrado potenciar el entorno escolar tradicional, favoreciendo los procesos comunicativos entre el profesor, estudiante, contenidos educativos y medios de información (Pinzón y Hederich, 2008).

Un ambiente virtual de aprendizaje es determinante para la resolución de problemas, la generación de ideas y procesos que estimulen e involucren el logro de aprendizaje en la resolución de problemas cotidianos (Hernández y Hernández, 2017). Su relevancia, valor e impacto dependen de la riqueza y diversidad, así como de la complejidad y flexibilidad de las relaciones o asociaciones que surgen entre el contexto y

los elementos que determinan al individuo (Gómez, 2011). Ahora bien. Plass et al. (2014), validan que un diseño emocional positivo puede despertar emociones positivas en los estudiantes, mostrando así un mayor rendimiento en la comprensión y transmisión de información, donde al implementar imágenes decorativas positivas puedan ser de ayuda para mejorar esa transferencia y comprensión dentro del mismo ambientes virtual de aprendizaje (Schneider et al., 2016) y (Chen, 2010).

A medida que se desarrollan aplicaciones y programas móviles donde el sujeto se siente cómodo para realizar tareas cotidianas, facilita y aumenta el uso de estos recursos tecnológicos. En el reporte realizado por las organizaciones The New Media Consortium y Universitat Oberta de Catalunya (2017) presentan que la computación desde la nube se ha utilizado para apoyar el almacenamiento de archivos, actualizaciones o acceso de software y el trabajo colaborativo; este recurso ha crecido enormemente y se ha convertido en un componente clave para apoyar las actividades del diario vivir, ya que admite la capacidad de acceder a los servicios o archivos desde cualquier parte y en cualquier dispositivo.

2.4.1. Logro de aprendizaje al interactuar con un ambiente virtual de aprendizaje

Las políticas educativas nacionales se pronuncian continuamente sobre la adquisición y desarrollo de competencias de las TIC, para ello se enfatiza sobre la necesidad actual del manejo de las herramientas informáticas y del ciberespacio (internet). Dichas políticas están ligadas a los avances tecnológicos a los que a diario la humanidad se enfrenta. Se requiere no solo del conocimiento de estas herramientas sino de una amplia capacitación que permita interactuar efectivamente con lo que se ha denominado como TIC (UNESCO, 2020).

En relación con la variable logro de aprendizaje mediado con un ambiente computacional Hernández y Hernández (2017) confirman que se puede moldear y potenciar en la resolución de problemas cotidianos; esta herramienta debe ser indispensable y apta para los estudiantes quienes encuentran llamativo involucrar los recursos que ofrecen las TIC para facilitar y hacer más atractivo su aprendizaje. Ahora bien,

la autora Angeles (1998) plantea que la importancia que le den los participantes al ambiente computacional puede estar ligada a la frecuencia con la que se utilice en sus actividades diarias. Por ende, al diseñarse un ambiente virtual de aprendizaje deben considerarse la programación teniendo en cuenta los estilos cognitivos del aprendizaje, la presentación de contenidos, el diseño de herramientas de navegación y el enfoque para apoyar los requerimientos de cada estudiante, propiciando un camino de aprendizaje guiado (Chen, 2010).

2.5. Imagen Mental

Varios estudios han demostrado que la imagen mental juega un papel importante en una variedad de actividades cognitivas como el aprendizaje, la memoria, el razonamiento y la resolución de problemas. La Imagen mental es definida por Tamayo (2014) como *las representaciones mentales que dan la experiencia de percepción sin la presencia de un estímulo sensorial aferente, por lo cual podemos considerarlo un fenómeno subjetivo*. Este término ha causado polémica en varios autores por definirlo como la representación que surge de una funcionalidad mental sin que haya presencia de una estimulación sensorial.

Los procesos de imagen mental no solo abarcan estímulos visuales, también incluyen los sistemas auditivo, olfativo y motor como referentes para crear una percepción del entorno en que vivimos (Triviño y Velandia, 2016). En este mismo sentido Newcombe y Huttenlocher (2000) reconocen que el sujeto que realiza ejercicios de imagen mental, debe asociarlos con conocimientos preestablecidos como su entorno, elementos que los rodean y su ubicación sensorial para así tener un referente y dar soluciones concretas a este tipo de problemas.

2.5.1. Sistema imaginario auditivo, olfativo y gustativo.

Estos sistemas están relacionados con la interpretación de sonidos, melodías y aromas de forma interiorizada, sin estímulos externos; estos permiten activar procesos internos de memorización o recapitulación de lugares y momentos vividos por un sujeto.

2.5.2. Sistema imaginario visual.

El sistema imaginario visual se estudia desde dos enfoques: el primero corresponde a la forma, color, textura y tamaño del objeto que construye la imagen mental, y el segundo responde a la posición y ubicación del objeto (Triviño y Velandia, 2016). Bajo esta misma línea Núñez y Aznar (2009) señalan que el objeto es identificado como todo elemento del mundo visual que pueda estimular sensorialmente al individuo. Por ejemplo, un sujeto puede identificar las características propias de un objeto determinando que los movimientos de giro o desplazamiento no cambian su forma ni tamaño.

2.5.3. Imágenes mentales en relación con las habilidades espaciales.

Las habilidades espaciales han sido caracterizadas en tres enfoques principales; el primero está orientada en la percepción y posición espacial de su propio cuerpo, el segundo está relacionada con la rotación o giro mental de un objeto 2D y 3D hasta que tenga una posición determinada, y por último, está la solución de problemas relacionados con el manejo de información viso espacial.

Las habilidades espaciales fueron tomadas en cuenta en la presente investigación para buscar los posibles efectos que tiene la aplicación de un ambiente computacional como objeto de entrenamiento en el análisis y solución de ejercicios de rotación mental en una población caracterizada con estilos cognitivos específicos.

2.6. Rotación Mental

El proceso de rotación mental es un término que está directamente relacionado con las habilidades viso-espaciales, que consisten en la habilidad del giro rotacional que hace un sujeto de forma imaginaria (Imaginaria mental) para calcular el movimiento, estado rotacional en grados o identificación de un objeto en el espacio (Burges, 2006). La rotación mental es definida por Rosa (1981) como la asimilación del objeto visible mediante la reproducción interiorizada de los movimientos de acomodación de éste, pues se considera como un proceso cognitivo imaginario, el cual consiste en girar objetos externos mentalmente para predecir el movimiento o siguiente estado de un cuerpo (Tamayo, 2014).

Continuando con lo anterior, es importante precisar los avances logrados por Shepard y Metzler (1971), pioneros en la investigación descriptiva del proceso psicológico de la rotación mental, el cual se enfocó en la capacidad de girar representaciones mentales de objetos tridimensionales (3D) en grados específicos. Bajo esta misma línea autores como (Parsons et al., 2004) relacionan la imagen mental con los procesos de rotación mental, caracterizándolo en dos diferentes situaciones: la primera es identificar una imagen que conserva su forma y tamaño basada en la rotación de su eje central, y la segunda el objeto igual sin presentación rotacional. Además, se señala que las tareas de rotación mental están directamente relacionadas con áreas de activación cerebral específicas independientes de las motoras.

Es preciso reconocer cómo se identifican los objetos a pesar de las diferencias en sus proyecciones espaciales y rotacionales, pues las figuras o formas habitan en la memoria y retienen las condiciones estructurales de los objetos; en ellas, se representan de la misma manera que los objetos reales independientemente de su orientación o ubicación espacial (Tarr y Pinker, 1989). De aquí que Triviño y Velandia (2016) consideraran que la forma u objeto se almacena como un conjunto de representaciones independientes, y cada dirección se almacena de tal forma que el cerebro realiza procesos de clasificación y asociación en los que cada sujeto realiza la clasificación de forma independiente de la misma forma. Ahora, esto permite establecer diferentes formas de reconocimiento y recuperación de información para realizar tareas de rotación mental.

2.6.1. Mental Rotations Test (MRT)

En este mismo horizonte de análisis, autores como Vandenberg y Kuse (1978), basados en el proceso psicológico de la rotación mental de Shepard y Metzler (1971), desarrollaron la prueba MRT, en la que presentaron una serie de pares de figuras 3D en diferentes orientaciones para que los participantes validaran si estos eran semejantes o simétricos (efecto espejo). Las primeras pruebas fueron aplicadas de forma física (papel y lápiz), en ellas se mostraban representaciones de objetos en 2D y 3D (ver imagen 1), cada imagen se mostró en diferentes orientaciones giradas alrededor del eje vertical y

horizontal para tratar de definir las por medio de procesos de rotación mental (Albaret y Aubert, 1996).



Imagen 2: Versión redibujada del diseñado por: Vandenberg y Kuse (1978).

Esta prueba trabaja con tres tipos de ejercicios; el primero pretende encontrar el estado rotacional de una figura inicial respetando su forma y tamaño; el segundo busca identificar características iguales entre dos figuras, manteniendo su forma; y el último identifica la figura simétrica de un objeto inicial, el cual mantiene su forma y tamaño, pero cambia su lateralidad.

Autores como Weiss, Siedentopf, Hofer, Deisenhammer, Hoptman, Kremser, Golaszewski, Felber, Fleischhacker y Delazer (2003), aplicaron dentro de su investigación las clásicas tareas de rotación mental desarrolladas por Shepard y Metzler (1971), en el que se presentaba a los sujetos unos pares de figuras en perspectiva de formas 3D, para que

predijeran si era la misma figura o correspondía a una simetría (Efecto espejo). Se trabajó fundamentalmente tareas en las que se variaba el ángulo de rotación de cada objeto 3D en el eje vertical.

2.6.2. Rotación de figuras

Las figuras tridimensionales funcionan con los siguientes conocimientos principales: el eje de rotación, la rotación del objeto alrededor del eje, la estructura del cubo y las características derivadas de la rotación (Gonzato, M., Fernández, T. y Díaz, J., 2011). Por ende, la rotación de figuras es un movimiento que realiza un objeto en base a un punto específico; la forma, tamaño y medida de sus lados no cambian, lo único que cambia es su posición vertical y horizontal. Ver ilustración 1.

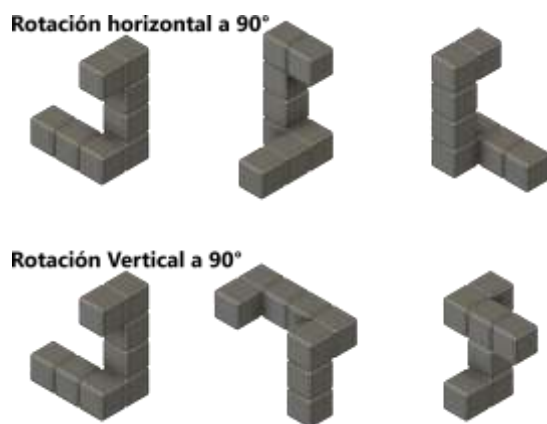


Ilustración 1: Rotación en figuras MRT.

2.6.3. Figuras Semejantes

En la isometría se hace referencia a las figuras que tienen la misma forma, medidas proporcionales (distintos tamaños) y ángulos iguales. En este sentido, autores como Guacaneme, E., Andrade, L., Perry, L. y Fernández, F., (2003) afirman que el reconocimiento de figuras semejantes es un ejercicio que no requiere mayor exigencia, ya que es una habilidad que se construye desde los primeros años de escolaridad porque los estudiantes tienen que realizar representaciones gráficas continuamente para ejemplificar o demostrar sus conocimientos (Fiol y Fortuny, 1990). En esta misma línea, para los ejercicios trabajados en el razonamiento espacial con figuras MRT se toma como referencia la forma, pero

puede variar su tamaño o posición rotacional. Ver ilustración 2. Ilustración 2: *Figuras MRT semejantes*.

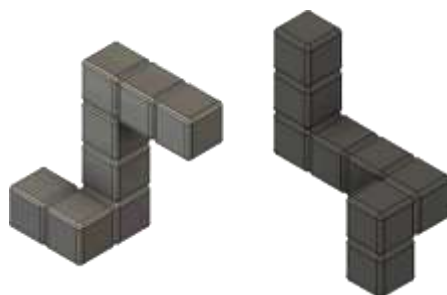


Ilustración 2: Figuras MRT semejantes.

2.6.4. Figuras Simétricas

En la isometría se hace referencia a que si a una figura se le traza una línea de lado a lado la parte izquierda correspondería a la derecha. Ahora bien, en la ilustración 3 se presenta como un objeto exactamente igual debe tener la misma forma, mismo tamaño, sus medidas y ángulos son iguales, pero con lateralidad contraria (Hernández, N., Meneses, N., Sánchez, Y., Montealegre, G. y Parra, S., 2018).



Ilustración 3: Simetría de una figura.

2.7. Razonamiento espacial

Se conceptualiza el razonamiento espacial como el conjunto de procesos o habilidades cognitivas relacionadas internamente que permiten al sujeto pensar, razonar y percibir el mundo visual (Vázquez, S., García, S. y Noriega, M., 2011). En otras palabras, se puede definir como la capacidad de identificar su entorno y elementos que lo rodean sin la estimulación física. Es por esto que Díaz y Garzón (2014) relacionan las competencias de la rotación mental con las competencias del razonamiento espacial, pues estas consisten en la capacidad, habilidad y destreza para realizar operaciones que necesiten convertir,

agrupar y representar mentalmente objetos ubicados en el espacio. De acuerdo con lo anterior, es pertinente aclarar que la rotación mental y el razonamiento espacial están enfocados a la capacidad de girar representaciones mentales de objetos tanto bidimensionales (2D) como tridimensionales (3D).

Estudios demuestran que la estimulación de tipo espacial desarrolla competencias cognitivas, permitiendo mayor creatividad y habilidad en el razonamiento espacial (Díaz y Garzón, 2014). Estas destrezas cognitivas pueden ser moldeables durante su desarrollo a medida que el participante interactúe con un instrumento de rotación espacial, pues este le permitirá entrenarse y encontrar otras alternativas de solución en el menor tiempo posible (Newcombe y Learmonth, 2009).

2.7.1. Proyección Ortogonal

Todos los objetos pertenecientes al mundo visual tienen que pasar por el proceso de diseño para lograr el efecto creativo final. Un sistema de representación es un método o conjunto de reglas establecidas que pueden expresar ideas a través de gráficos (Agotegaray, 2009). Por ende, la proyección isométrica es un método de representación gráfica, más específicamente en la métrica cilíndrica u ortogonal que se constituyen en una representación visual de un objeto con profundidad. En la ilustración 4 se representa un objeto isométrico trazado con líneas angulares que forman una geometría, pareciera que se estuviera trabajando entre los ejes X, Y y Z; por eso no está bien decir que un objeto de proyección ortogonal es igual a una figura 3D, porque serían figuras 2D realizadas con líneas angulares (Gutiérrez, 1998).

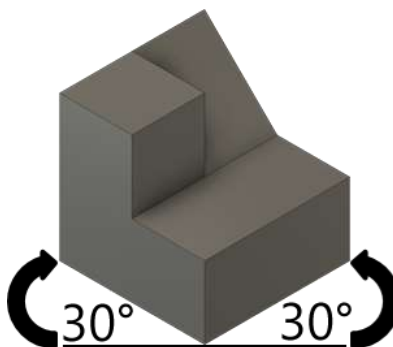


Ilustración 4: Figura de proyección ortogonal.

2.7.2. Sistema diedro

Las vistas de un objeto de proyección ortogonal se pueden identificar por medio de la representación del sistema básico de la geometría descriptiva «Sistema Diedro», ya que todos los rayos de luz proyectados son perpendiculares al plano de proyección, estas también se conocen como vista regular o vista principal (Bertoline, 1999).

Todo objeto ubicado en el espacio contiene 6 caras o vistas como se denominan en la isometría. En la ilustración 5 se pueden identificar las tres más importantes: la primera es conocida con vista lateral o plano vertical (PV), la segunda muestra vista frontal o vista lateral (VL), y la tercera y última representa vista superior o plano horizontal (PH). Por otro lado Hernández y Hernández (2017) describen las otras 3 faltantes como la vista izquierda, vista inferior y vista posterior, estas no son perceptibles a simple óptica porque tiene las caras ocultas.

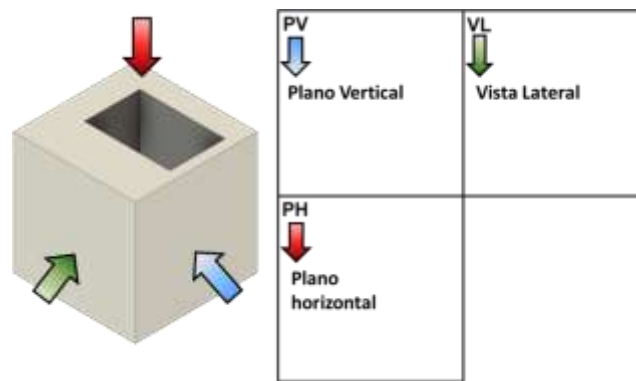


Ilustración 5: *Sistema Diedro*.

2.7.3. Líneas continuas y discontinuas

Continuando con lo anterior, en la presente investigación se tuvieron en cuenta 3 tipos de líneas que ilustraron y describieron el contorno de un objeto (ver ilustración 6) para desarrollar los ejercicios de rotación mental y razonamiento espacial: i) las líneas continuas se utilizaron para identificar las vistas y contornos que fueran perceptibles a simple vista, ii) las líneas discontinuas (ocultas) se utilizaron para identificar superficies, bordes o esquinas ocultas de un objeto (Agotegaray, 2009).

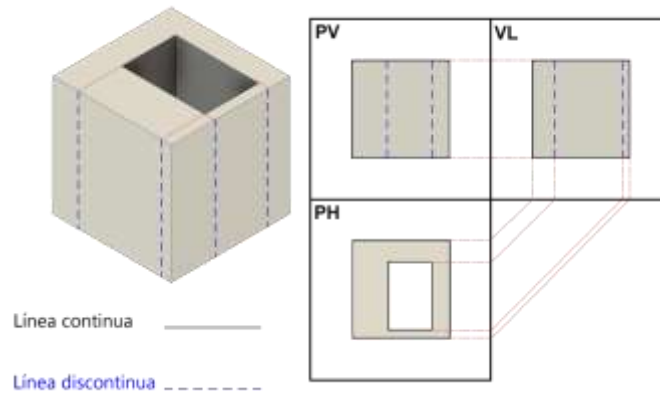


Ilustración 6: Representación de líneas continuas y discontinuas en el sistema diedro.

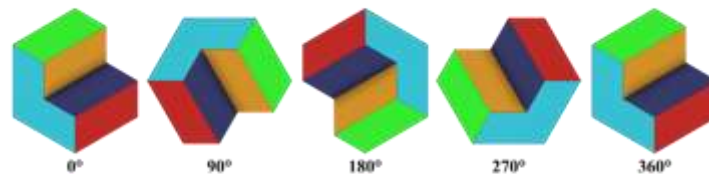
De acuerdo con los conceptos anteriormente expuestos de rotación, semejanza y simetría en la tabla 2 se muestran las características propias para realizar ejercicios de rotación mental con objetos de proyección ortogonal.

Tabla 2: Descripción de los ejercicios realizados.

	Rotación	Semejanza	Simetría
Conserva	Forma y tamaño.	Forma.	Forma y tamaño.
Varia	Orientación o giro en grados.	Tamaño y orientación.	Lateralidad

Además, se expone la rotación espacial, semejanza y simetría en los objetos isométricos. Ver ilustración 7, ilustración 8 e ilustración 9.

Rotación vertical a 90°



Rotación horizontal a 90°

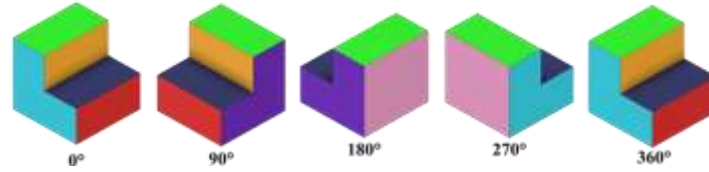


Ilustración 7: Rotación en figuras de proyección ortogonal.

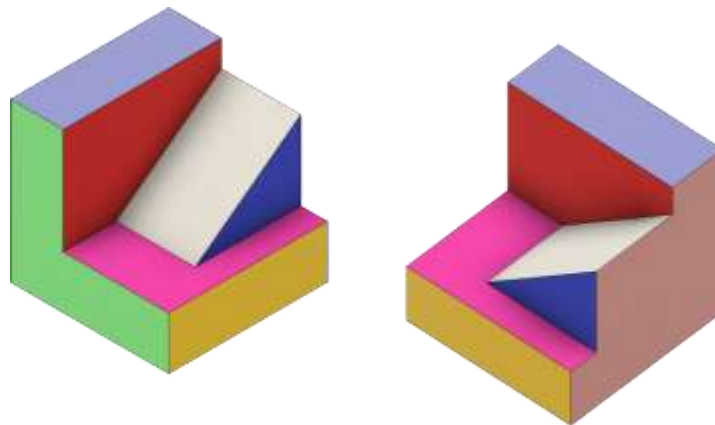


Ilustración 8: Semejanzas en objetos de proyección ortogonal.

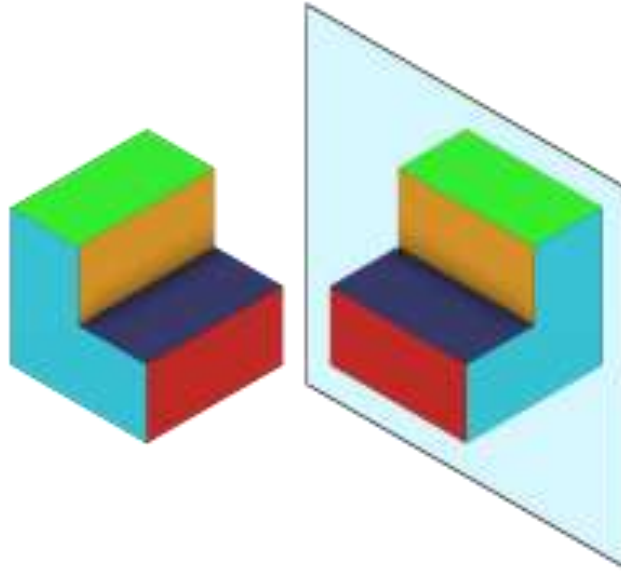


Ilustración 9: *Simetría en objetos de proyección ortogonal.*

3. DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAJE DEL «RAZONAMIENTO ESPACIAL»

El investigador desarrollo el Ambiente Virtual de Aprendizaje «Razonamiento espacial» bajo la plataforma Wix para favorecer su navegabilidad desde cualquier dispositivo (PC, Laptop, Smartphone, Ipad o Tablet, con sus respectivos sistemas operativos). Esta página contiene medios informativos propios, ya que el contenido fue diseñado para apoyar la solución de problemas de rotación mental en los participantes. La página <https://javierromero3.wixsite.com/home> fue diseñada en 11 sesiones de navegación distribuida de la siguiente manera:

3.1. Inicio

Esta sesión da la bienvenida y presenta el contenido que se trabajó durante el ejercicio de entrenamiento del razonamiento espacial (Ver imagen 3). Además, contiene tres enlaces i) registro de datos, ii) prueba pre-test y iii) prueba EFT.



Imagen 3: *Página de Inicio «Razonamiento espacial».*

3.1.1. Registro de datos

La imagen 4 muestra el formulario en cual los estudiantes registraron sus datos personales.

Imagen 4: Datos personales.

3.1.2. Prueba Pre-test

Este escenario permitió a los estudiantes contestar la prueba pre-test, que consintió en determinar las competencias iniciales en la solución de problemas de tipo espacial (ver imagen 5). Cabe resaltar que cada prueba presentaba las preguntas de forma aleatoria, esto con el fin de evitar copia entre pares.

Imagen 5: Prueba Pre-test.

3.1.3. Prueba EFT

Esta sesión presenta una definición breve de los estilos cognitivos bajo 3 referentes epistemológicos. Facilita un vídeo donde se explica que es la prueba EFT y como se soluciona (diagramar figuras simples dentro de las figuras complejas) como se muestra en la imagen 6.



Imagen 6: Prueba EFT y su solución.

Continuando con lo anterior, la página contenía una aplicación EFT en formato *.swf para ser descargada y ejecutada tal como lo describen los vídeos de ambientación (ver imagen7). Es pertinente aclarar que el programa no era propio del Ambiente virtual de aprendizaje, fue otorgado al investigador para facilitar la solución de la prueba EFT y recolectar el resultado obtenido por cada participante.



Imagen 7: ¿Cómo descargar la aplicación EFT?

3.1.4. Material de apoyo

Es pertinente mencionar que las figuras MRT y de proyección ortogonal en 2D y 3D utilizadas en la página, fueron diseñadas bajo la licencia educativa del programa Fusión 360 de Autodesk. Se utilizó la plataforma Genially para realizar presentaciones y objetos de entrenamiento que fueron incluidos en la página Wix. Además, se utilizaron herramientas como Meet, Audacity, Shotcut y Youtube para realizar material adicional que pudiera ser utilizado como explicación en cada tema.

3.2. Actividad # 1

La actividad # 1 estuvo dividida en cuatro zonas (ver imagen 8): i) explicación, ii) material de apoyo, iii) práctica y iv) prueba de la actividad. En la primera división estuvo conformada por 3 vídeos explicativos clasificados de la siguiente manera; el primero expuso qué son las líneas continuas y líneas discontinuas; el segundo presentó la proyección isométrica y sistema diedro; y el último, explicó las pruebas y como solucionarlas bajo los temas explicados anteriormente.



Imagen 8: Sesión actividad # 1.

El material de apoyo contenía toda la información que se expuso en la zona de explicación, para que el usuario interactuara con ella las veces que deseara (ver imagen 9).



Imagen 9: Sesión material de apoyo actividad # 1.

En la zona de práctica se encontraba una presentación interactiva desarrollada con la herramienta Genially (ver imagen 10). Esta le permitió al estudiante ver objetos 3D (en vídeo) con color para luego seleccionar las vistas que correspondían a su forma y diseño. Si el usuario resolvía erróneamente, aparecía un mensaje informando que estaba mal contestado, pero si seleccionaba la respuesta acertadamente, presentaba una imagen motivacional. Este material representado en 10 preguntas permitió realizar ejercicios de entrenamiento en el razonamiento espacial con figuras de proyección ortogonal.



Imagen 10: Sesión práctica 1.

La prueba # 1 fue presentada en un formulario que contenía 10 preguntas de proyección ortogonal (ver imagen 11). El participante debía seleccionar la vista correcta de acuerdo con el objeto 3D expuesto. El resultado de la prueba llegaba al correo institucional del profesor de informática (autor de la investigación), para luego ser registrado en una lista de chequeo y avances.

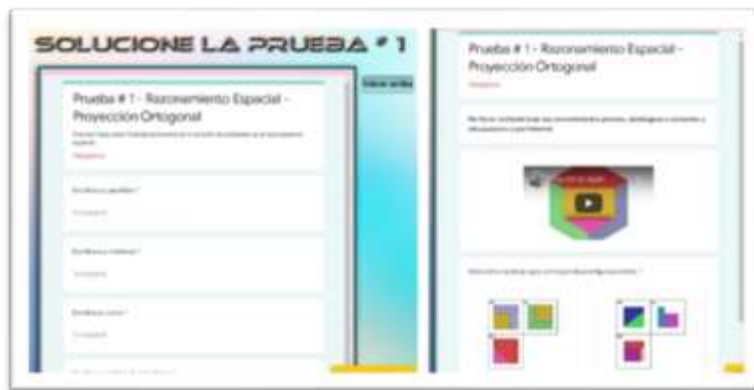


Imagen 11: Sesión prueba # 1.

3.3. Actividad # 2

La actividad # 2 está dividida en cuatro zonas: i) explicación, ii) material de apoyo, iii) práctica y iv) prueba de la actividad (ver imagen 12). La primera división está conformada por 3 vídeos explicativos clasificados de la siguiente manera: el primero presentó qué son las figuras semejantes, el segundo expuso qué son las figuras simétricas, y el último explicó qué son las figuras congruentes.



Imagen 12: Sesión explicación actividad # 2.

El material de apoyo de esta actividad representó dos exposiciones: la primera retoma la información de las figuras semejantes, simétricas y congruentes. La segunda contenía la explicación de rotación de objetos de forma vertical y horizontal (ver imagen 13).



Imagen 13: Sesión material de apoyo actividad # 2.

En la zona de práctica se encontraba una presentación interactiva desarrollada con la herramienta Genially (ver imagen 14). Esta le permitió al estudiante ver objetos 3D en color (vídeo) para luego seleccionar la respuesta (vistas o figura) que correspondían a la rotación, simetría, semejanza y congruencia de un objeto 2D-3D. Si el usuario resolvía erróneamente, aparecía un mensaje informando que estaba mal contestado, pero si seleccionaba la respuesta acertadamente, presentaba una imagen motivacional. Este material representado en 10 preguntas permitió realizar ejercicios de entrenamiento en el razonamiento espacial con figuras MRT.



Imagen 14: Sesión práctica 2.

La prueba # 2 fue representada en un formulario que contenía 10 preguntas con figura MRT (ver imagen 15), donde debía seleccionar vista o figura 2D-3D correcta a la rotación, simetría, semejanza y congruencia. El resultado de la prueba llegaba al correo institucional del profesor de informática (autor de la investigación), para luego ser registrado en una lista de chequeo y avances.

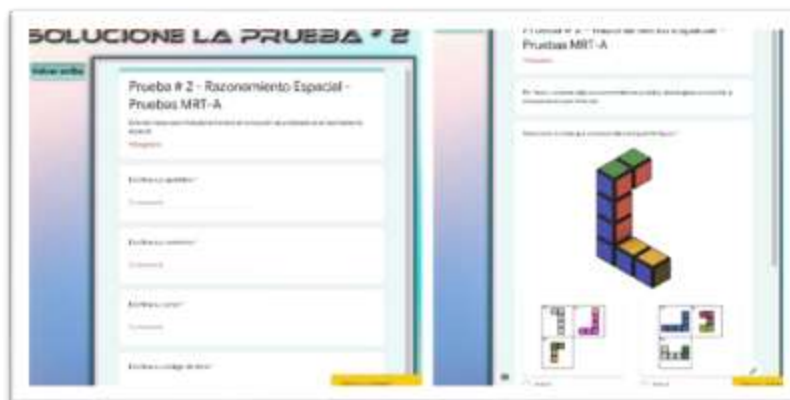


Imagen 15: Sesión prueba # 2.

3.4. Actividad # 3

La actividad #3 estuvo dividida en tres zonas (ver imagen16): i) material de apoyo, ii) práctica y iii) prueba de la actividad. El material de apoyo permitió retomar toda la información de proyección isométrica, sistema diedro, figuras semejantes, simétricas y congruentes.

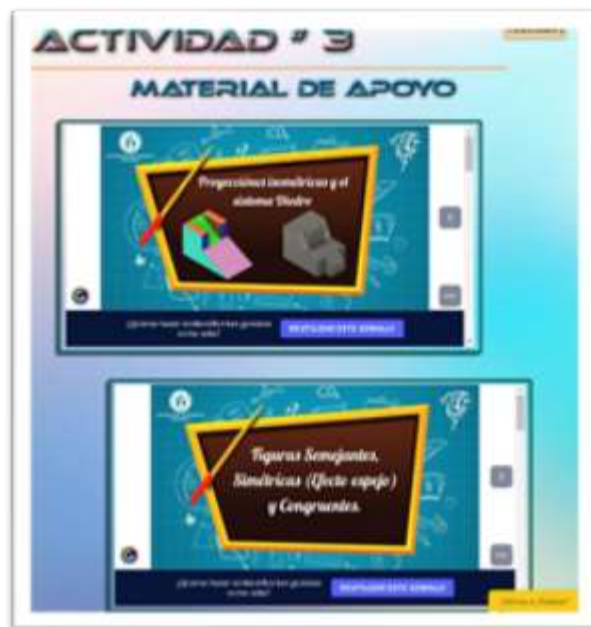


Imagen 16: Sesión material de apoyo - actividad # 3.

En la zona de práctica se encontraba una presentación interactiva desarrollada con la herramienta Genially (ver imagen 17). Esta le permitió al estudiante ver objetos 3D a color (vídeo) para luego seleccionar las vistas u objetos que correspondían a su forma, diseño, semejanza, simetría o congruencia. Si el usuario resolvía erróneamente, aparecía un mensaje informando que estaba mal contestado, pero si seleccionaba la respuesta acertadamente, presentaba una imagen motivacional. Este material representado en 10 preguntas permitió realizar ejercicios de entrenamiento en el razonamiento espacial con figuras de proyección ortogonal.



Imagen 17: Sesión práctica 3.

La prueba # 3 fue presentada en un formulario que contenía 10 preguntas de proyección ortogonal, donde debía seleccionar la vista, semejanza, simetría o congruencia correcta de acuerdo con el objeto 2D-3D expuesto (ver imagen 18). El resultado de la prueba llegaba al correo institucional del profesor de informática (autor de la investigación), para luego ser registrado en una lista de chequeo y avances.

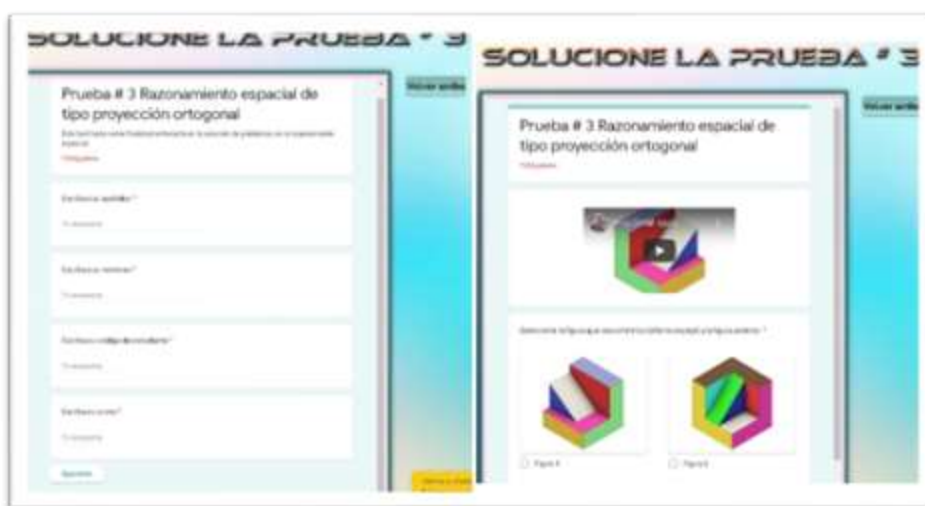


Imagen 18: Sesión prueba # 3.

3.5. Actividad # 4

La actividad # 4 estuvo dividida en tres zonas: i) material de apoyo, ii) práctica y iii) prueba de la actividad (ver imagen 19). La primera división estuvo conformada por el material de apoyo que retomó toda la información de proyección isométrica, sistema diedro, figuras semejantes, simétricas, congruentes y rotación.



Imagen 19: Sesión material de apoyo - actividad # 4.

En la zona de práctica se encontraba una presentación interactiva desarrollada con la herramienta Genially (ver imagen 20). Esta le permitió al estudiante ver figuras 2D y objetos 3D a color (vídeo) para luego seleccionar las vistas que correspondían a su forma y diseño. Si el usuario resolvía erróneamente, aparecía un mensaje informando que estaba mal contestado, pero si seleccionaba la respuesta acertadamente, presentaba una imagen motivacional. Este material representado en 10 preguntas permitió realizar ejercicios de entrenamiento en el razonamiento espacial con figuras MRT.



Imagen 20: Sesión práctica 4.

La prueba fue presentada en un formulario que contenía 10 preguntas con figuras MRT, donde debía seleccionar la vista, simetría, semejanza, congruencia o rotación correcta de un objeto 2D-3D expuesto (ver imagen 21). El resultado de la prueba llegaba al correo institucional del profesor de informática (autor de la investigación), para luego ser registrado en una lista de chequeo y avances.



Imagen 21: Sesión prueba 4.

3.6. Actividad # 5

La actividad # 5 estuvo dividida en 4 zonas (ver imagen 22): i) explicación, ii) material de apoyo, iii) práctica y iv) prueba de la actividad. En la primera división estuvo conformada por un vídeo explicativo el cual expuso las líneas continuas, líneas discontinuas y el sistema diedro, pero en formato blanco o gris, cada vez se exponían ejercicios con mayor dificultad en su solución.

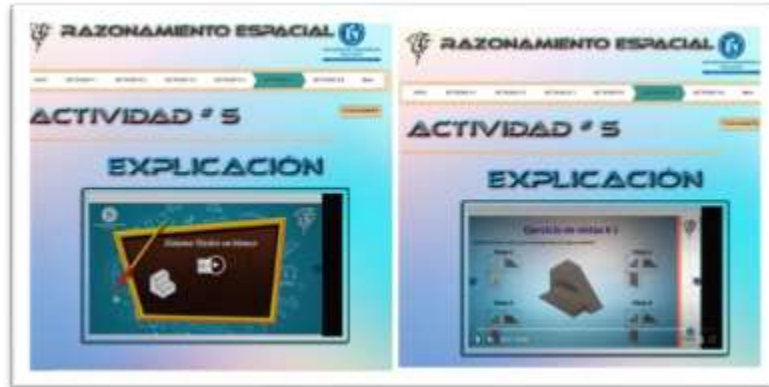


Imagen 22: Sesión explicación actividad 5.

El material de apoyo contenía todo el material expuesto en la zona de explicación, para que el usuario pudiera interactuar con ella las veces que deseara (ver imagen 23).

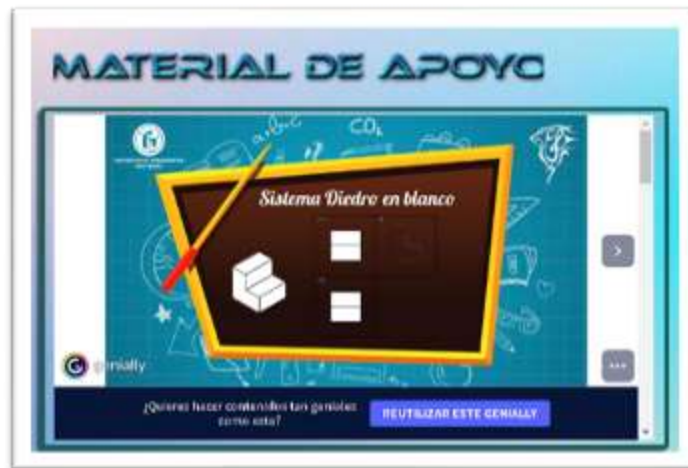


Imagen 23: Sesión material de apoyo - actividad 5.

En la zona de práctica se encontraba una presentación interactiva desarrollada con la herramienta Genially (ver imagen 24). Esta le permitió al estudiante ver objetos 3D en un solo tono (vídeo) para luego seleccionar las vistas que correspondían a su forma y diseño.

Si el usuario resolvía erróneamente, aparecía un mensaje informando que estaba mal contestado, pero si seleccionaba la respuesta acertadamente, presentaba una imagen motivacional. Este material representado en 10 preguntas permitió realizar ejercicios de entrenamiento en el razonamiento espacial con figuras de proyección ortogonal.



Imagen 24: Sesión práctica 5.

La prueba # 5 fue presentada en un formulario que contenía 10 preguntas de proyección ortogonal, donde debía seleccionar la vista o figura correcta de acuerdo con el objeto 3D expuesto (ver imagen 25). El resultado de la prueba llegaba al correo institucional del profesor de informática (autor de la investigación), para luego ser registrado en una lista de chequeo y avances.

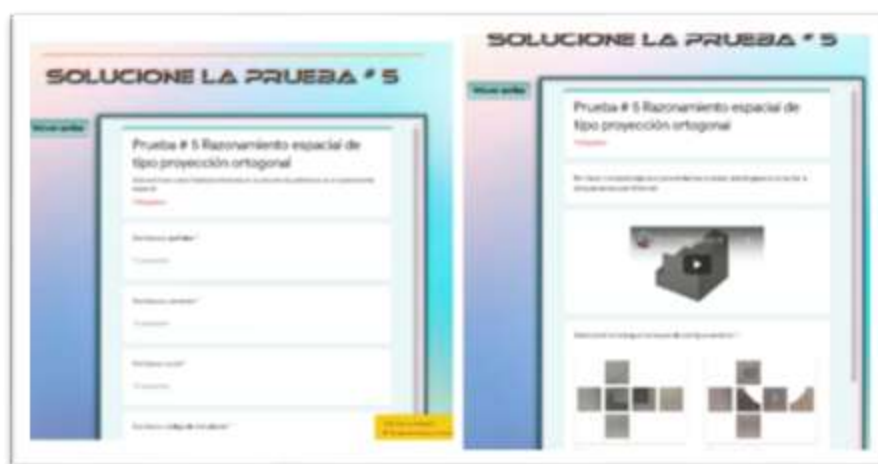


Imagen 25: Sesión prueba 5.

3.7. Actividad # 6

La actividad # 6 estuvo dividida en cuatro zonas (ver imagen 26): i) explicación, ii) material de apoyo, iii) práctica y iv) prueba de la actividad. En la primera división estuvo conformada por un vídeo explicativo de figuras simétricas y semejantes.



Imagen 26: Sesión explicación actividad # 6.

El material de apoyo contenía todo el material expuesto en la zona de explicación, para que el usuario interactuara con ella las veces que fueran necesarias (ver imagen 27).



Imagen 27: Sesión material de apoyo - actividad 6.

En la zona de práctica se encontraba una presentación interactiva desarrollada con la herramienta Genially (ver imagen 28). Esta le permitió al estudiante ver objetos MRT en 2D y 3D con un solo tono, el participante debía seleccionar la figura semejante, simétricas o posición rotacional que correspondían al objeto de exposición. Si el usuario resolvía erróneamente, aparecía un mensaje informando que estaba mal contestado, pero si seleccionaba la respuesta acertadamente, presentaba una imagen motivacional. Este material representado en 10 preguntas en un solo tono permitió realizar ejercicios de entrenamiento en el razonamiento espacial con figuras MRT.



Imagen 28: Sesión práctica 6.

La prueba # 6 fue presentada en un formulario que contenía 10 preguntas con figuras MRT, donde debía seleccionar figuras semejantes, simétricas o posición rotacional de un objeto 3D (ver imagen 29). El resultado de la prueba llegaba al correo institucional del profesor de informática (autor de la investigación), para luego ser registrado en una lista de chequeo y avances.



Imagen 29: Sesión prueba # 6.

3.8. Actividad # 7

La actividad # 7 contenía la misma información que la actividad # 5, en este escenario se pretendió realizar ejercicios de refuerzo, donde aparecían figuras más complejas que ayudaran en el desarrollo de competencias del razonamiento espacial con figuras MRT (ver imagen 30). Imagen 30: Sesión material de apoyo y práctica 7.

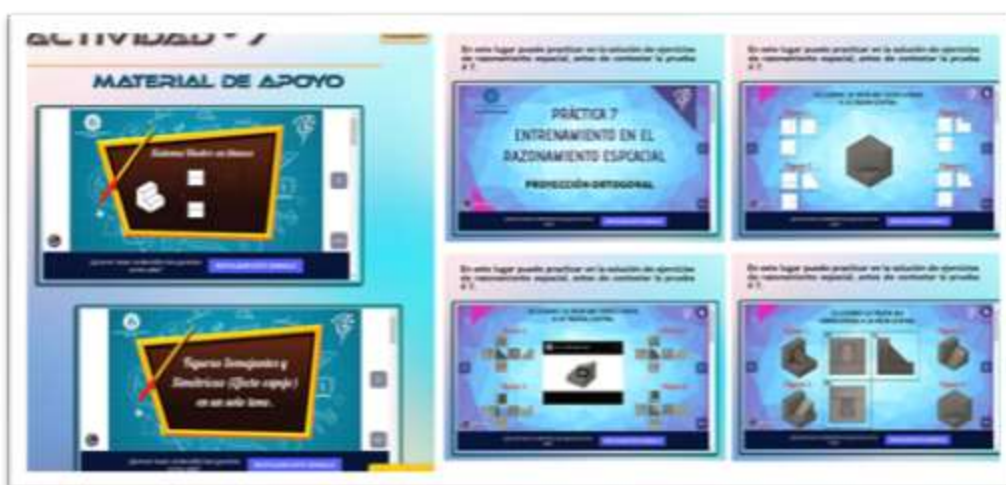


Imagen 30: Sesión material de apoyo y práctica 7.

La prueba # 7 fue presentada en un formulario que contenía 10 preguntas donde aparecían figuras más complejas que ayudaban en el desarrollo de competencias del razonamiento espacial con figuras de proyección ortogonal (ver imagen 31). El resultado de la prueba llegaba al correo institucional del profesor de informática (autor de la investigación), para luego ser registrado en una lista de chequeo y avances.

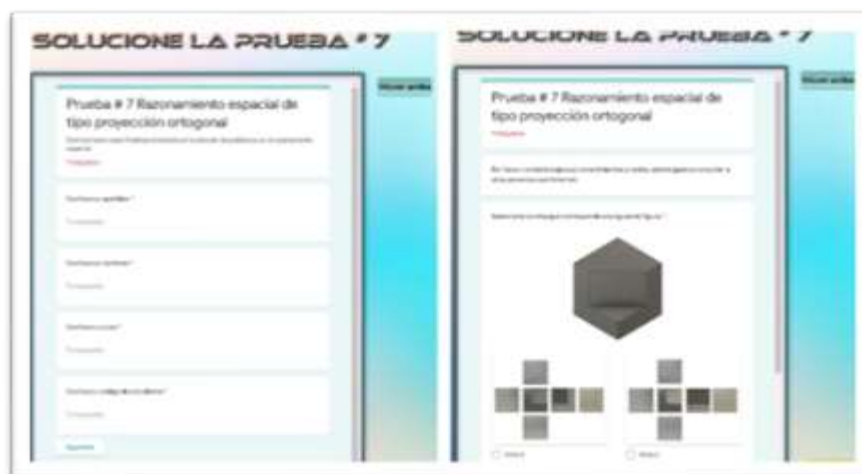


Imagen 31: Sesión práctica 7.

3.9. Actividad # 8

La actividad # 8 contenía la misma información que la actividad # 6 (ver imagen 32), en este escenario se pretendió realizar ejercicios de refuerzo, donde aparecían figuras más complejas que ayudaran en el desarrollo de competencias del razonamiento espacial con figuras de proyección ortogonal.



Imagen 32: Sesión material de apoyo y práctica 8.

La prueba # 8 fue presentada en un formulario que contenía 10 preguntas donde aparecían figuras más complejas que ayudaban en el desarrollo de competencias del razonamiento espacial con figuras MRT (ver imagen 33). El resultado de la prueba llegaba al correo institucional del profesor de informática (autor de la investigación), para luego ser registrado en una lista de chequeo y avances.

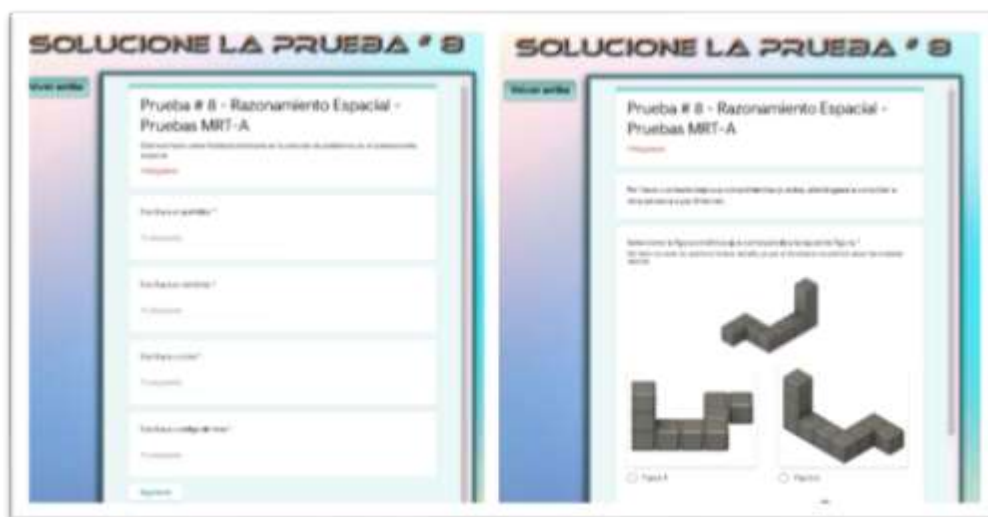


Imagen 33: Sesión prueba 8.

3.10. Contacto

La página contacto estuvo designada para que el participante se comunicara con el investigador por correo electrónico. Por este medio se solucionaron dudas referentes al procedimiento y el tiempo para la solución de pruebas (ver imagen 34).

RAZONAMIENTO ESPACIAL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CARLOS

Inicio ACTIVIDAD # 1 ACTIVIDAD # 2 ACTIVIDAD # 3 ACTIVIDAD # 4 ACTIVIDAD # 5 ACTIVIDAD # 6 Inicio

ACTIVIDAD # 7
ACTIVIDAD # 8
CONTACTO

Contacto

En este lugar puede contactarme, por favor diligencie el siguiente formato con su respectivo mensaje y gusto le contestaré.

Recuerde que sus observaciones son muy importantes para el trabajo que se está desarrollando.

Nombre
Email
Escriba su mensaje aquí.

Enviar

Imagen 34: Página de contacto.

4. METODOLOGÍA

Este proyecto de investigación fue realizado en la Fundación Instituto Tecnológico del Sur con 197 estudiantes de grado once categorizados en tres dimensiones del estilo cognitivo y en el género masculino – femenino con quienes se aplicó un ambiente virtual de aprendizaje para estudiar el logro de aprendizaje en el rotación mental.

El presente proyecto realizó una investigación de tipo Ex-post-facto, en el cual se aplicó un diseño lineal general univariado factorial de 3X2, validando las competencias de razonamiento espacial iniciales contrastadas con el logro de aprendizaje. Para el ejercicio inicial se aplicó una prueba enfocada en determinar vistas, simetrías, semejanzas y rotación de figuras MRT junto con proyección ortogonal. Después los participantes interactuaron con el ambiente virtual de aprendizaje durante 8 encuentros y por último resolvieron la prueba final con 20 preguntas relacionadas a la rotación mental.

Este capítulo se divide de la siguiente manera: en primer lugar, se muestra el diseño de la investigación y las variables de estudio. En segundo lugar, se realiza una descripción de los estudiantes participantes en la investigación. En tercer, se detalla el instrumentos de medición usado para determinar los estilos cognitivos (prueba de figuras enmascaradas EFT). Por último, a manera de tabla de síntesis se presenta el desarrollo de la investigación.

4.1. Diseño de investigación y variables de estudio

La investigación tiene un diseño factorial de 3X2, con 7 grupos de grado 11° caracterizados en tres estilos cognitivos: dependencia de campo, intermedio de campo e independencia de campo. Para ello, se aplicó el test figuras enmascaradas (EFT) que permitió identificar los dominios propios de los participantes en el género masculino-femenino.

Se aplicó una prueba de 20 preguntas con figuras MRT y proyección ortogonal en 2D y 3D, para fijar categorías de análisis de la rotación mental de los sujetos. Esto sirvió como referente de estudio antes de implementarse un ambiente virtual de aprendizaje con

8 actividades y 8 evaluaciones como objeto de entrenamiento y una prueba final, para luego determinar el logro de aprendizaje alcanzado. El análisis de datos fue realizado teniendo en cuenta las siguientes variables de estudio:

4.1.1. Variable Dependiente

Se trabajó con 1 variable dependiente: el logro de aprendizaje en la rotación mental (determinado como la comprensión de contenidos en la solución de 8 actividades presentadas en el ambiente virtual de aprendizaje).

4.1.2. Variable Independiente

La variable independiente es el “Estilo cognitivo” caracterizado en tres dimensiones (Dependiente de campo, Intermedio de campo e Independiente de campo), y el “Género” (Masculino – Femenino).

De acuerdo al diseño factorial 3X2 se realizó un análisis univariado. Para esto se utilizó el software estadístico denominado Statistical Package for the Social Science- IBM SPSS versión 25.0. En la tabla 3 presenta el tamaño de la muestra para cada uno de los grupos conformados según las variables consideradas en el diseño de análisis de datos.

Tabla 3: Tamaño de los grupos de acuerdo al diseño para el análisis de datos (Diseño factorial 3X2).

		Dependiente de campo	Intermedio de campo	Independiente de campo	Total
Género	Masculino	27,3	27,3	45,5	99
	Femenino	43,9	29,6	26,5	98
Total %		35,5%	28,4%	36,0%	100,0%

4.2. Descripción de la población

El presente estudio fue realizado en la Fundación Instituto Tecnológico del Sur ubicado en la ciudad de Bogotá (Colombia), donde participaron 197 estudiantes de grado 11°. La investigación se llevó a cabo con participantes cuyas edades oscilaban entre 16 a 18 años con una media global de 16,42 y una desviación estándar de 0,654 años; 99

hombres y 98 mujeres con una media 1,50 y desviación estándar 0,501. Datos representados en la **¡Error! La autoreferencia al marcador no es válida.**tabla 4.

Tabla 4: Descripción de la muestra poblacional.

	N	Media	Desv. Desviación
Edad en años	197	16,42	,654
Masculino y Femenino	197	1,50	,501

4.3. Instrumentos

El investigador consideró pertinente usar el instrumento EFT que fue empleado y supervisado durante 3 semanas bajo la plataforma Meet. El instrumento (EFT) permitió clasificar a los participantes de acuerdo con las categorías de estilo cognitivo para identificar si existen diferencias significativas asociadas a los resultados obtenidos en pruebas de rotación espacial, antes y después de aplicar el objeto de entrenamiento de tipo computacional.

4.3.1. Categorías del estilo cognitivo

La prueba EFT (Test de Figuras Enmascaradas) fue desarrollada durante dos semanas. En la semana A se adelantaron 3 sesiones de trabajo distribuidas así: una sesión inicial en la que presentó la definición breve de los estilos cognitivos bajo 3 referentes epistemológicos. En la segunda se hizo un ejercicio de ambientación en la solución de la prueba, donde se expuso cómo encontrar y trazar una figura simple dentro de una figura compleja en el menor tiempo posible. En la tercera se explicó como descargar la aplicación «EFT.swf» junto con la herramienta Flas Player para ser utilizada en un próximo encuentro. Es necesario informar que los dos archivos estaban dentro de una carpeta comprimida con clave para no ser ejecuta antes de lo programado.

En la semana B se adelantaron cinco sesiones: i) se explicó como descomprimir la carpeta «Prueba EFT» dando la clave para extraer los archivos pertinentes. ii) Se mostró como abrir la prueba EFT desde el programa Flash Player. iii) Se presentó la prueba y se expuso la forma correcta de contestar cada ejercicio en el menor tiempo posible,

realizando contornos en un solo segmento tal como lo indica la prueba. iv) Se dio el espacio para contestar la prueba; las dudas o inconvenientes que se presentaron fueron abordadas inmediatamente. v) Los resultados obtenidos fueron cargados en un espacio asignado en la plataforma Classroom; los participantes subieron la información en dos formatos, un pantallazo que mostraba el resultado obtenido y un archivo «*.csv» que almacenaba cada respuesta con el tiempo de ejecución.

Los resultados del EFT fueron sistematizados y agregados a la base de datos que se generó en Drive. Esta base de datos fue importada a SPSS para su tratamiento. En atención al tamaño de la población, los resultados de las pruebas «EFT» fueron categorizados en 3 dimensiones: i) Dependiente de Campo (DC), ii) Intermedio de Campo (INT) y iii) Independiente de Campo (IC).

4.4. Desarrollo de la investigación

En la tabla 5 se presenta una descripción de la metodología trabajada durante todo el proceso de la investigación. En ella se evidencian 8 momentos que describen la manera en la que se desarrolló y empleó cada prueba. Además, presenta las herramientas aplicadas, los tiempos de preparación y ejecución.

Tabla 5: Descripción de la metodología trabajada.

Momento	Prueba	Descripción	Tiempo
Fase 1	Datos Personales	Se empleó un formulario con la herramienta DRIVE para recolectar información personal de cada estudiante.	1 Clase (40 minutos)
Fase 2	Pre-test	Se utilizó una prueba de 20 preguntas, con figuras MRT y proyección ortogonal en 2D y 3D, esta fija categorías de análisis de la rotación mental de los sujetos, para que sirvieran como referente de estudio en la fase (pos-test), después de haberse aplicado el ambiente virtual de aprendizaje como objeto entrenamiento, en el que se puedo llegar a determinar posibles	1 Clases (80 minuto)

		diferencias en el proceso de aprendizaje relacionado con el estilo cognitivo (Dependencia, Intermedio e Independencia de campo).	
Fase 3	EFT	La presentación de la prueba EFT fue orientada desde la aplicación (EFT.swf) desarrollada por Hederich, C., Camargo, A., y López, O. (2019) la cual fue ejecutada, dirigida y supervisada desde la aplicación Flash Player. Los resultados obtenidos de la prueba EFT fueron cargados por cada estudiante a la plataforma Classroom. Posteriormente los datos fueron sistematizados y agregados a la base de datos que se generó en Drive.	2 Clase (80 minutos)
Fase 4	Diseño y creación del ambiente virtual de aprendizaje.	Se diseñó el ambiente virtual de aprendizaje en la plataforma (Wix) basado en las pruebas MRT y proyección ortogonal, se incluyeron representaciones bidimensionales (2D) y tridimensionales (3D), buscando favorecer el desarrollo de competencias en la rotación mental. La página web fue desarrollada bajo las preferencias de estudio de los participantes. Link: https://javierromero3.wixsite.com/home Material del ambiente virtual de aprendizaje Las figuras MRT y de proyección ortogonal utilizadas en la página, fueron diseñadas y desarrolladas bajo la licencia educativa del programa Fusión 360 de Autodesk. Se utilizaron herramientas como Meet, Audacity, Shotcut y Youtube para realizar material de apoyo que pudiera ser utilizado en la explicación en cada nuevo tema. Por otro lado, se utilizó la plataforma Genially para realizar presentaciones y	30 días

		objetos de entrenamiento que fueron incluidos a la página Wix. El ambiente virtual de aprendizaje se organizó en 8 actividades, que fueron trabajadas en 7 sesiones de clase de informática.	
Fase 5	Aplicación 1 del ambiente virtual de aprendizaje.	Se explicó y trabajó durante una clase informática la actividad # 1 con los siguientes parámetros: Explicación líneas continuas y discontinuas. Explicación Proyecciones isométricas y el sistema Diedro. Se presentó el material de apoyo. Se interactuó con la Práctica 1 entrenamiento en la rotación mental. Se mostró el procedimiento para solucionar el formulario que corresponde a la Prueba # 1. Se solicitó presentar la prueba # 1 como tarea.	1 Clase (80 minuto)
	Aplicación 2 del ambiente virtual de aprendizaje.	Se explicó y trabajó durante una clase informática la actividad # 2 con los siguientes parámetros: Explicación figuras semejantes. Explicación Figuras simétricas. Explicación Figuras congruentes. Se presentó el material de apoyo. Se interactuó con la Práctica 2 entrenamiento en la rotación mental. Se mostró el procedimiento para solucionar el formulario que corresponde a la Prueba # 2. Se solicitó presentar la prueba # 2 como tarea. Recopilación de resultados de la prueba # 1 en la sabana de notas de los estudiantes.	1 Clase (80 minuto)
	Aplicación 3 del ambiente virtual de aprendizaje.	Se explicó y trabajó durante una clase informática las actividad # 3 y 4 con los siguientes parámetros: Se retroalimentaron los temas vistos en las dos sesiones anteriores utilizando el	1 Clase (80 minuto)

		material de apoyo. Se interactuó con la Práctica 3 y 4 entrenamientos en la rotación mental. Se mostró el procedimiento para solucionar el formulario que corresponde a la Prueba # 3 y 4. Se solicitó presentar las pruebas # 3 y 4 como tarea. Recopilación de resultados de las pruebas # 2 en la sabana de notas de los estudiantes.	
	Aplicación 4 del ambiente virtual de aprendizaje.	Se explicó y trabajó durante una clase informática las actividad # 5 y 6 con los siguientes parámetros: Se explicación líneas continuas, discontinuas, sistema Diedro, figuras semejantes, simétricas y congruentes pero bajo una sola tonalidad (gris – blanco). Se interactuó con la Práctica 5 y 6 entrenamientos en la rotación mental. Se mostró el procedimiento para solucionar el formulario que corresponde a la Prueba # 5 y 6. Se solicitó presentar las pruebas # 5 y 6 como tarea. Recopilación de resultados de las pruebas # 3 y 4 en la sabana de notas de los estudiantes.	1 Clase (80 minuto)
	Aplicación 5 del ambiente virtual de aprendizaje.	Se explicó y trabajó durante una clase informática las actividad # 7 y 8 con los siguientes parámetros: Se retroalimentaron los temas vistos en las sesiones anteriores 5 y 6 utilizando el material de apoyo. Se interactuó con la Práctica 7 y 8 entrenamientos en la rotación mental. Se mostró el procedimiento para solucionar el formulario que corresponde a la Prueba # 7 y 8. Se solicitó presentar las pruebas # 7 y 8 como tarea. Recopilación de resultados de las pruebas # 5 y 6 en la sabana de notas de los	1 Clase (80 minuto)

		estudiantes.	
Fase 6	Prueba final	Se aplicó la prueba como evaluación final del tercer periodo, en la que se presentaba 20 preguntas relacionadas a las figuras MRT y proyección ortogonal. Esta fue solucionada por todos los estudiantes de grado 11° el día 3 de noviembre de 9:20 am – 11:00am, la prueba fue supervisada por el director de cada curso.	1 Clase (80 minuto)
Fase 7	Análisis de datos	Recolección y organización de toda información obtenida durante el entrenamiento, para ser trabajada sobre el programa SPSS, en el que se identificó los aspectos que son de interés en la presente investigación. Determinar si las diferencias encontradas en tareas de rotación mental son significativas en la dimensión Dependencia, Intermedio e Independencia de campo durante el entrenamiento en un ambiente virtual de aprendizaje basado en la solución de problemas de tipo rotacional y espacial.	15 días
Fase 8	Conclusiones finales	Desarrollo del documento que da reporte a los hallazgos encontrados durante la aplicación del ambiente virtual de aprendizaje basado en las pruebas MRT y proyección ortogonal.	15 días

5. RESULTADOS

El presente estudio indagó acerca del efecto de un ambiente virtual de aprendizaje como objeto de entrenamiento en el análisis y solución de ejercicios de rotación mental, al ser aplicado a un grupo poblacional caracterizado con tres estilos cognitivos específicos (Dependiente de campo, Intermedio de campo e Independiente de campo) acordes al género masculino y femenino. La variable dependiente del estudio fue el logro de aprendizaje, validada en contraste con una prueba inicial (pretest). A continuación, se muestran los resultados del estudio de análisis factorial 3X2 univariado.

5.1. Condiciones Iniciales

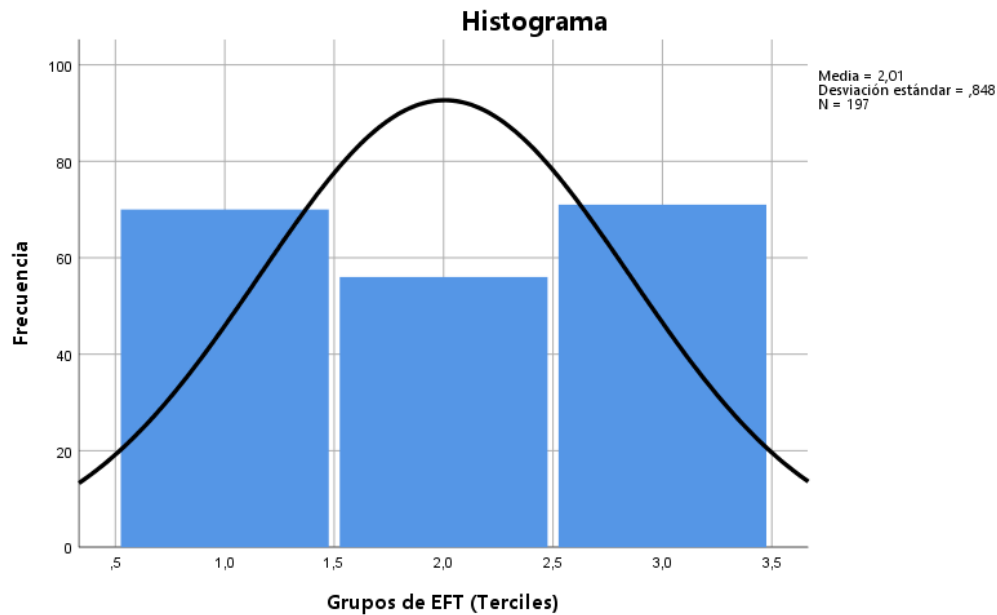
5.1.1. Estilo cognitivo

Para identificar y categorizar los dominios propios de los estudiantes se aplicó de forma individual el programa Emdedded Figures Test – EFT que fue desarrollada por el grupo de investigación en Estilos Cognitivos del centro de Investigación de la Universidad Pedagógica Nacional, con el fin de desarrollar investigación analítica en torno a una serie de problemáticas cuyo tema general es la noción de estilo cognitivo en su relación con el aprendizaje, la cultura y el contexto educativo (Hederich, C., Camargo, A. y López, O. 2017).

Tabla 6: Resultados del estilo cognitivo de los participantes.

		Frecuencia	Porcentaje
1	Dependiente de campo	70	35,5
2	Intermedio de campo	56	28,4
3	Independiente de campo	71	36,0
	Total	197	100,0

El puntaje mínimo fue de 56 y el máximo de 71 (ver tabla 6). Los sujetos fueron categorizados de tres dimensiones; Dependientes de Campo (35,5%) Intermedio de Campo (28,4%) e Independiente de Campo (36,0%), dependiendo de la ubicación en los terciles de la escala definida por puntajes, la media obtenida por los participantes del estudio fue de 2,01 con una desviación estándar de 0,848 (ver gráfica 1).



Gráfica 1: Resultado del estilo cognitivo de los participantes.

5.1.2. Género

Para identificar y clasificar el género de los estudiantes se aplicó un formulario que recolectó información personal de los participantes, en la que se halló una participación de 99 sujetos para el género masculino (50.3%) y 98 para el género femenino (49,7%). Ver tabla 7.

Tabla 7: Resultados de clasificación del género entre los participantes.

		Frecuencia	Porcentaje
1	Masculino	99	50,3
2	Femenino	98	49,7
	Total	197	100,0

5.1.3. Logro previo

Se aplicó una prueba inicial de 20 preguntas con figuras MRT y de proyección ortogonal para determinar competencias en la rotación mental antes de aplicarse el ambiente virtual de aprendizaje de «Razonamiento espacial».

En relación al factor de conocimiento inicial, los estudiantes obtuvieron un promedio de 7,47; con una desviación estándar de 2,608; las cifras describen a un grupo

heterogéneo de estudiantes, donde el puntaje mínimo obtenido fue de 2 y máximo de 16 (ver tabla 8).

Tabla 8: Promedio logro inicial.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
Logro previo	197	2	16	7,47	2,608

5.2. Análisis del efecto del ambiente virtual de aprendizaje

Con el propósito de examinar la relación entre el ambiente virtual de aprendizaje y el logro de aprendizaje, se llevó a cabo un análisis factorial 3X2 univariado. Para este estudio se tomaron en cuenta los siguientes factores; i) logro final de aprendizaje, ii) el estilo cognitivo en tres dimensiones (Dependientes de Campo, Intermedio de Campo e Independiente de Campo) y iii) el género de los participantes (Masculino y femenino).

5.2.1. Ambiente virtual de aprendizaje

Se realizaron 8 sesiones en las que se aplicaron pruebas que contenían 10 preguntas para cada una, bien fuera con figuras MRT o de proyección ortogonal. La tabla 9 presenta la distribución y aplicación de las pruebas de rotación mental.

Tabla 9: Descripción de la prueba 1 a la 8.

Prueba	Tipo de figuras	Tipo de ejercicio	Total preguntas
1	Proyección Ortogonal (Versión en color)	✓ Identificación de vistas con sistema diedro. ✓ Identificación las 6 vistas de un objeto.	10
2	Figuras MRT (Versión en color y gris)	✓ Identificación de vistas con sistema diedro. ✓ Identificación las 6 vistas de un objeto. ✓ Identificar posición rotacional secuencial de forma horizontal. ✓ Identificar objeto simétrico.	10
3	Proyección Ortogonal (Versión en color)	✓ Identificar objeto semejante. ✓ Identificar objeto simétrico. ✓ Identificación de vistas con sistema diedro. ✓ Identificar posición rotacional	10

		secuencial de forma horizontal.	
4	Figuras MRT (Versión en color y gris)	✓ Identificar objeto simétrico. ✓ Identificar objeto semejante. ✓ Identificar posición rotacional secuencial de forma vertical. ✓ Identificación las 6 vistas de un objeto.	10
5	Proyección Ortogonal (Versión en gris)	✓ Identificación las 6 vistas de un objeto. ✓ Identificación de vistas con sistema diedro.	10
6	Figuras MRT (Versión en gris)	✓ Identificar objeto simétrico. ✓ Identificar objeto semejante. ✓ Identificar posición rotacional secuencial de forma vertical. ✓ Identificar posición rotacional secuencial de forma horizontal.	10
7	Proyección Ortogonal (Versión en gris)	✓ Identificación las 6 vistas de un objeto. ✓ Identificación de vistas con sistema diedro.	10
8	Figuras MRT (Versión en gris)	✓ Identificar objeto semejante. ✓ Identificar objeto simétrico. ✓ Identificar posición rotacional secuencial de forma horizontal.	10

En la tabla 10 se evidencia el Alfa de Cronbach $r=0,781$, mostrando fiabilidad positiva de la muestra para la categoría del logro de aprendizaje obtenido durante el entrenamiento de rotación mental, donde $N=8$ corresponde desde la prueba 1 hasta la 8.

Tabla 10: Prueba de Fiabilidad del instrumento de entrenamiento.

Alfa de	N de elementos
Cronbach	
,781	8

En relación al factor de conocimiento durante el entrenamiento de rotación mental, los estudiantes obtuvieron un promedio de 13,332; con una desviación estándar de 3,3189; las cifras describen a un grupo heterogéneo de estudiantes, donde el puntaje mínimo obtenido fue de 4,3 y máximo de 19,3 (ver tabla 11).

Tabla 11: Promedio logro de aprendizaje durante el entrenamiento de rotación mental.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
Promedio logro de aprendizaje	197	4,3	19,3	13,332	3,3189

5.2.2. Logro de aprendizaje

De manera general, en los datos se puede observar que al trabajar con el ambiente virtual de aprendizaje se obtienen promedios más altos desempeño, en comparación con los resultados de la prueba inicial de rotación mental. La tabla 12 presenta características de la última actividad solucionada por los estudiantes, esta fue aplicada como evaluación final con 20 preguntas que contenían objetos de proyección ortogonal y MRT-A en un solo tono (gris); la prueba busco determinar el logro de aprendizaje en competencias de rotación mental y razonamiento espacial después de aplicarse el ambiente virtual de aprendizaje «Razonamiento Espacial».

Tabla 12: Descripción de las preguntas de la prueba Final.

Tipo de figuras	Tipo de ejercicio	Uso de la figura	Total preguntas
Proyección Ortogonal (Versión en gris)	✓ Identificación las 6 vistas de un objeto. ✓ Identificación de vistas con sistema diedro. ✓ Identificar objeto semejante. ✓ Identificar objeto simétrico. ✓ Identificar posición rotacional secuencial de forma horizontal.	1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17 y 19.	10
Figuras MRT-A (Versión en gris)	✓ Identificar posición rotacional secuencial de forma horizontal. ✓ Identificar posición rotacional secuencial de forma vertical. ✓ Identificar objeto simétrico. ✓ Identificar objeto semejante.	2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 y 20.	10

En la tabla 13 se evidencia el Alfa de Cronbach $r=0,634$, mostrando fiabilidad positiva de la muestra para la categoría del logro de aprendizaje final, donde $N=20$ corresponde desde las preguntas 1 hasta 20.

Tabla 13: Estadísticas de fiabilidad del logro de aprendizaje final.

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,634	20

5.3. Modelo lineal general univariado

5.3.1. Verificación de supuestos de normalidad

En la tabla 14 se valida los resultados recomendados de la simetría y la curtosis para las variable dependiente de la presente investigación, se halló una simetría de -1,709 con una desviación estándar de 0,173 y una curtosis de 4,326 con una desviación estándar de 0,345.

Tabla 14: Análisis de Simetría y Curtosis.

		Estadístico	Desv. Error
Examen final	Asimetría	-1,709	,173
	Curtosis	4,326	,345

De acuerdo los autores Mertler y Reinhart, (2017) plantea que la distribución normal de la variable dependiente se refleja si la simetría se encuentra entre el valor -1 a +1 (± 1), bajo este supuesto no se cumpliría la normalidad. Ahora bien, George y Mallery, (2010) analizan los valores de asimetría y curtosis deben estar entre -2 a +2 (± 2) para que estos valores puedan ser considerados como una distribución univariante normal, lo que indica que no se cumple el supuesto porque la curtosis sobre pasa los valores considerados. Sin embargo, autores como Byrne, (2010) y Hair, Black, Babin y Anderson, (2010) confirman que los datos se consideran normales si la asimetría está entre -2 y +2 (± 2) y la curtosis entre -7 y +7 (± 7) afirmando más reglas generales atribuibles a (Kline, 2011), lo que indica que bajo los referentes anteriores la variable dependiente tiene una distribución normal.

En relación a la comparación de Medias entre el logro previo y el logro de aprendizaje final, La tabla 15 muestra en sus resultados un promedio de 7,47 con una

desviación estándar de 2,608 para el logro previo, y para el logro final de aprendizaje se encuentra con un promedio de 17,93 con una desviación estándar de 2,056.

Tabla 15: Comparación de Medias entre el logro previo vs logro de aprendizaje final.

	Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Logro previo	7,47	197	2,608	,186
Logro final	17,93	197	2,056	,146

Continuando con lo anterior, se aplicó una prueba T para muestras relacionadas con el fin identificar las posibles diferencias significativas entre el logro previo y el logro final de aprendizaje. En la tabla 16 muestra una diferencia significativa de 0,001.

Tabla 16: Diferencias emparejadas entre el logro previo vs logro final de aprendizaje.

	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	g	Sig. (bilateral)
				Inferior	Superior			
Logro previo - Logro final	-10,462	2,854	,203	-10,863	-10,061	-51,443	196	,000

Se realizó la comparación de medias con el método paramétrico, la tabla 17 muestra que los resultados de la prueba de Levene de igualdad de varianza es de 4,505 con una significancia de $p=0,001$.

Tabla 17: Prueba de igualdad de Levene.

		Estadístico de Levene	de gl1	gl2	Sig.
Examen final	Se basa en la media	4,505	5	191	,001

Prueba la hipótesis nula de que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.

a. Variable dependiente: Examen final

b. Diseño : Intersección + Genero + Grupos_EFT + Genero * Grupos_EFT

La presente investigación trabajó con el modelo lineal univariado que no requiere que se cumpla la normalidad supuestos, por ende se procede a realizar el estudio de análisis factorial 3X2 univariado. La tabla 18 muestra los análisis estadísticos donde se

presenta la media del género masculino y femenino junto con los estilos cognitivos Dependientes de campo, Intermedio de campo e Independiente de campo.

Tabla 18: Estadísticos descriptivos-Variable dependiente: Examen final.

Género	Grupos de EFT (Terciles)	Media	Desv. Desviación	N
Masculino	Dependiente de campo	18,07	1,730	27
	Intermedio de campo	18,41	1,338	27
	Independiente de campo	18,91	1,164	45
	Total	18,55	1,416	99
Femenino	Dependiente de campo	16,74	2,744	43
	Intermedio de campo	17,69	2,173	29
	Independiente de campo	17,85	1,826	26
	Total	17,32	2,397	98
Total	Dependiente de campo	17,26	2,477	70
	Intermedio de campo	18,04	1,839	56
	Independiente de campo	18,52	1,520	71
	Total	17,93	2,056	197

En primer lugar, se realizó el análisis estadístico en el género masculino donde presenta lo siguiente: i) la Dependencia de Campo tiene una media de 18,07 con una desviación estándar de 1,730, datos obtenidos de 27 sujetos; ii) el Intermedio de Campo tiene una media de 18,41 con una desviación estándar de 1,338, datos obtenidos de 27 sujetos y iii) la Independencia de Campo tiene una media de 18,91 con una desviación estándar de 1,164, datos obtenidos de 45 sujetos.

En segundo lugar, se halló que el género femenino presenta los siguientes análisis estadísticos: i) la Dependencia de Campo tiene una media de 16,74 con una desviación estándar de 2,744, datos obtenidos de 43 mujeres; ii) el Intermedio de Campo tiene una media de 17,69 con una desviación estándar de 2,173, datos obtenidos de 26 mujeres y iii) la Independencia de Campo tiene una media de 17,85 con una desviación estándar de 1,826, datos obtenidos de 26 mujeres.

En tercer lugar, se realizó el análisis en el total del estilo cognitivo en las tres dimensiones (DC, IntC, IC) donde muestra lo siguiente: i) la media total de la Dependencia de Campo es de 17,26 con una desviación estándar de 2,447, datos obtenidos de 70

participantes; ii) la media total del Intermedio de Campo es de 18,04 con una desviación estándar de 1,839, datos obtenidos de 56 participantes y iii) la media total de la Independencia de Campo es de 18,52 con una desviación estándar de 1,520, datos obtenidos de 71 participantes.

En resumen se halló que el género masculino tuvo una media más alta que el femenino. La media total de los hombres es de 18,55 con una desviación estándar 1,4116, mientras que las mujeres presentan una media total de 17,32 con una desviación estándar 2,397. Además, se muestra que es estilo cognitivo tiene una media total de 17,93 con una desviación estándar de 2,056, datos obtenidos de 197 estudiantes.

5.3.2. Contrastes de efecto inter-sujetos

La tabla 19 muestra que los modelos resultantes tienen un leve nivel de predicción en la variable dependiente examinada. La explicación de su varianza en el logro de aprendizaje alcanza a predecir el 11,3% de la varianza total. A continuación, se procede a presentar los resultados principales.

Tabla 19: Pruebas de efectos inter-sujetos.

Variable dependiente: Examen final

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
Modelo corregido	112,350 ^a	5	22,470	5,996	,000	,136
Intersección	60226,507	1	60226,507	16070,670	,000	,988
Género	50,330	1	50,330	13,430	,000	,066
Grupos_EFT	32,037	2	16,019	4,274	,015	,043
Género * Grupos_EFT	2,845	2	1,423	,380	,685	,004
Error	715,792	191	3,748			
Total	64189,000	197				
Total corregido	828,142	196				

a. R al cuadrado = ,136 (R al cuadrado ajustada = ,113)

Continuando con lo anterior, se valida la variable dependiente **logro de aprendizaje** con cada una de las variables independientes **género** y **estilo cognitivo**; arroja como resultado para el género que hay diferencias significativas entre hombres y

mujeres ($F=13,430$, $p=0,001$, $\eta^2=0,66$). Esto señala que existen diferencias en el logro de aprendizaje de rotación mental y el género al aplicarse un ambiente virtual de aprendizaje, en donde los hombres tienen una media más alta que el de las mujeres. La media total de los hombres es de 18,55 mientras que las mujeres la media total es de 17,32 tal como se representa en la tabla 18 de estadísticos descriptivos.

Por otro lado, indica que para los estilos cognitivos también existen diferencias significativas ($F=4,274$, $p=0,015$, $\eta^2=0,043$). En otras palabras, si existe relación significativa entre el logro de aprendizaje de rotación mental y los estilos cognitivos DIC al aplicar un ambiente virtual de aprendizaje. Esto se puede explicar desde los resultados reflejados en la tabla de estadísticos descriptivos y en la tabla de comparaciones entre parejas de Grupos de EFT, donde muestran que la media total del Intermedio de Campo es de 18,04 de 56 participantes y para la Independencia de Campo tiene una media total de 18,52 de 71 participantes.

Ahora bien, según el análisis del Género * Grupos_EFT (Estilos cognitivos), los resultados muestran que no hay interacción entre las dos variables independientes ($F=0,380$, $p=0,685$, $\eta^2=0,004$), ya que la significancia da mayor 5% pues las dos variables independientemente trabajan de forma individual, no se articulan para favorecer el logro de aprendizaje.

5.3.3. Comparaciones múltiples

Continuando con el estudio univariado, el análisis post hoc se presenta las comparaciones múltiples donde indican las posibles diferencias entre los estilos cognitivos (ver tabla 20).

Se marcan con asteriscos las parejas que son distintas. Se observa que hay diferencias significativas entre los sujetos Dependientes con los Independientes de campo. La diferencia entre las medias es de -1,26. Sin embargo, no existen diferencias entre los intermedios y los dependientes e Independientes de campo, estos datos también pueden ser validados desde la tabla comparaciones entre parejas de Grupos de EFT.

Tabla 20: Comparaciones múltiples.

Variable dependiente: Examen final
HSD Tukey

(I) Grupos de EFT(J) Grupos de EFTde medias (Terciles)	(Terciles)	(I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Dependiente de campo	Intermedio de campo	-,78	,347	,067	-1,60	,04
	Independiente de campo	-1,26*	,326	,000	-2,03	-,49
Intermedio de campo	Dependiente de campo	,78	,347	,067	-,04	1,60
	Independiente de campo	-,49	,346	,341	-1,30	,33
Independiente de campo	Dependiente de campo	1,26*	,326	,000	,49	2,03
	Intermedio de campo	,49	,346	,341	-,33	1,30

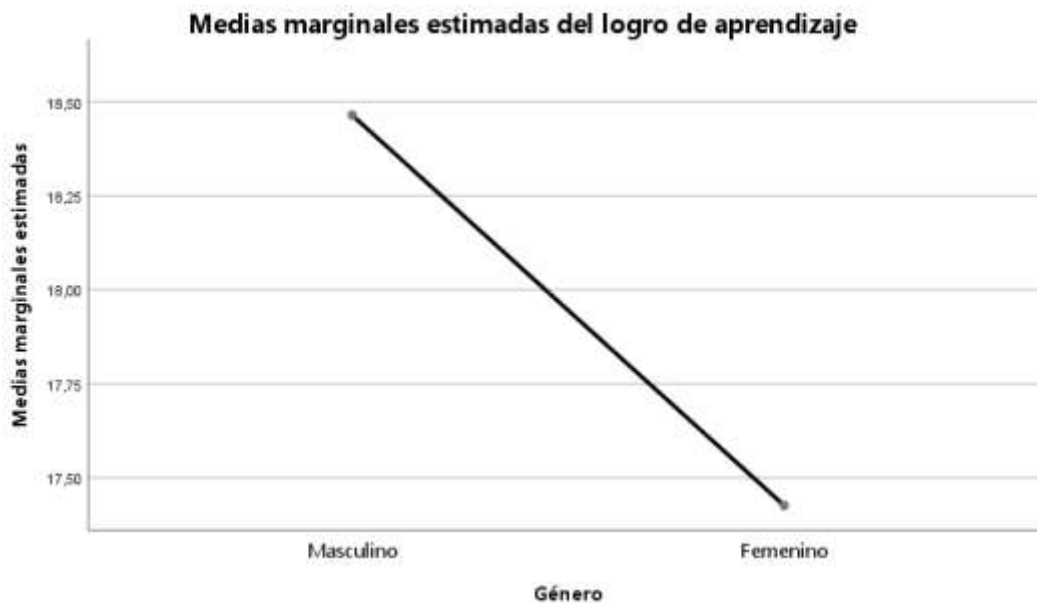
Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 3,748.

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel ,05.

5.3.4. Análisis de gráficos

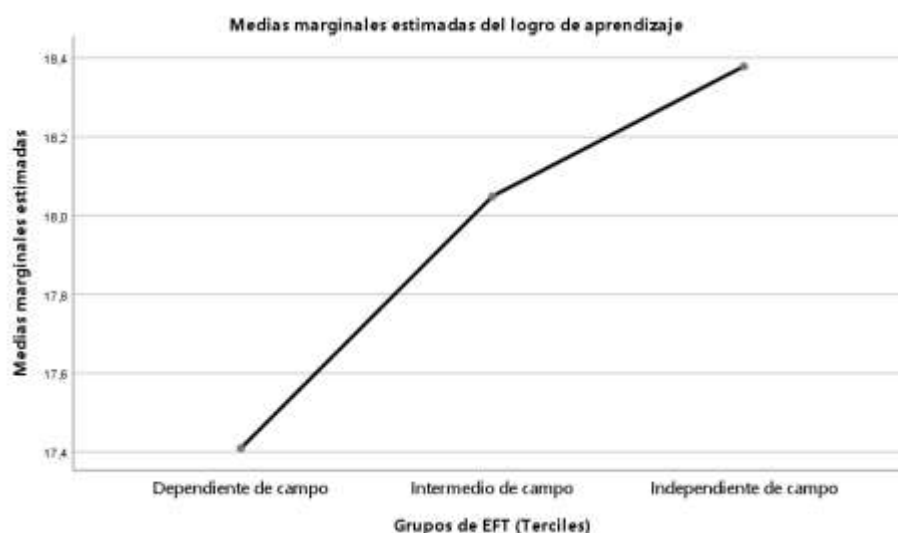
En cuanto a la relación entre el logro de aprendizaje, el género y el estilo cognitivo, se observaron los siguientes resultados gráficos:



Gráfica 2: Marginales estimadas del logro de aprendizaje en presencia del género.

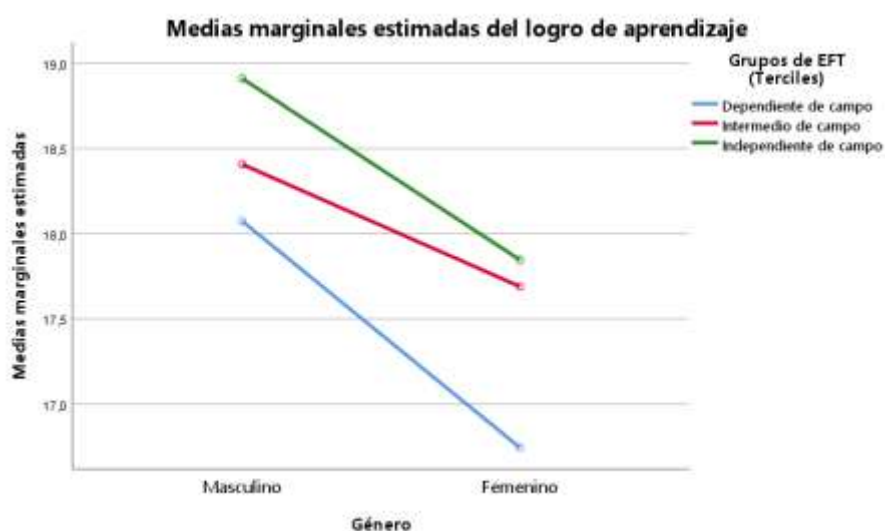
De acuerdo con la variable dependiente logro de aprendizaje y teniendo en cuenta la relación que hay entre el género y los estilos cognitivos de los estudiantes, al trabajar

con el ambiente virtual de aprendizaje se presentan buenos desempeños en la rotación mental. Para el estilo cognitivo, la gráfica 2 se evidencia que los participantes del género masculino obtuvieron mayor logro de aprendizaje que el género femenino, la gráfica corrobora los análisis expuestos en la tabla 18.



Gráfica 3: Marginales estimadas del logro de aprendizaje en presencia del estilo cognitivo.

En la gráfica 3, se evidencia que los estudiantes Independientes e Intermedio de campo mejoraron su percepción de rotación mental en contraposición a los dependientes de campo, esta grafica corrobora el análisis post hoc.



Gráfica 4: Medias marginales estimadas del logro de aprendizaje.

De acuerdo con la variable dependiente logro de aprendizaje en la rotación mental en relación con el género y los estilos cognitivos de los estudiantes, se evidencia un avance en predominancia con el género masculino y los Independientes de campo al solucionar problemas de rotación mental.

6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El propósito de esta investigación consistió en explorar la relación entre el logro de aprendizaje y estilo cognitivo DIC de un grupo de estudiantes caracterizados en el género masculino – femenino, para lo cual se abordaron estudios que involucraron el uso de herramientas tecnológicas (ambiente virtual de aprendizaje), y que además, incluyeran la rotación mental a fin de favorecer en los participantes procesos cognitivos en la resolución de problemas de tipo sensorial y ubicación del espacio.

6.1. Respuesta a la pregunta de investigación

Desde el primer capítulo se mencionó que los estilos cognitivos abordan dimensiones amplias del funcionamiento individual que redundan en la diferenciación de solución de problemas de tipo espacial entre el género masculino y el femenino, al aplicárseles un instrumento basado en sus preferencias de estudio. En el marco de estas consideraciones y como punto de partida en la ruta de estudio, se formuló la pregunta investigativa: ¿Qué efectos tiene la aplicación de un ambiente virtual de aprendizaje como objeto de entrenamiento en el análisis y solución de ejercicios de rotación mental en un grupo poblacional caracterizado con estilos cognitivos específicos DIC (Dependencia, Intermedio e independencia de Campo), y diferenciados en el género masculino y femenino?

En consonancia, haber diseñado un ambiente virtual de aprendizaje como una estrategia facilitadora de contenidos y además, haber gestionado su implementación hacia el entrenamiento en actividades aplicadas a la rotación mental y la ubicación espacial, permitió a los participantes realizar ejercicios de ensayo error que les condujo a solucionar problemas de tipo espacial de manera más eficaz, en relación al tiempo utilizado para finiquitar cada prueba, y eficiente, en relación a resolver de forma acertada los ejercicios (Vandenberg y Kuse, 1978); (Farzeeha et al., 2017) y (Shiina et al., 2001).

En relación a la comparación de medias entre el logro previo y el logro de aprendizaje final, el promedio del logro previo fue 7,47 con una desviación estándar de 2,608 y para el logro final de aprendizaje el promedio fue de 17,93 con una desviación estándar de 2,056 (ver tabla 15). En esta misma línea, al aplicar la prueba T con el fin de identificar las posibles diferencias significativas entre el logro previo y el logro final de aprendizaje, se muestra una diferencia significativa de 0,001 (ver tabla 16), esto indica que el implementar el ambiente virtual de aprendizaje «Razonamiento Espacial» si promovió competencias en solución de problemas de rotación mental en la población heterogénea caracterizada con estilos cognitivos específicos DIC, esto valida las afirmaciones de Hernández y Hernández (2017). Así entonces, parafraseando a Parsons et al. (2004); Díaz y Garzón (2014) y Poveda (2014), un ambiente virtual genera más capacidad para realizar operaciones de transformación, decodificación y representación mental de objetos ubicados en el espacio abstracto. A su vez, Hernández y Hernández (2017) y Farzeeha et al. (2017), aprueban el uso de ambientes digitales como medio para el entrenamiento de las habilidades espaciales y para potenciar la resolución de problemas en representación tridimensional.

Después de haber validado el ambiente virtual de aprendizaje, se realizó el análisis del modelo lineal general univariado factorial 3X2 para concretar la incidencia de un objeto de entrenamiento en la solución de problemas de tipo rotacional, sobre la variable dependiente de estudio (logro de aprendizaje en la rotación mental).

6.1.1. Ambiente virtual de aprendizaje, logro de aprendizaje y estilos cognitivos.

A partir de los resultados del estudio y en correlación a los objetivos específicos trazados, se continúa aquí, con la enumeración y ampliación de las conclusiones en el marco de una visión analítica de las variables estudiadas y su influencia.

En primer lugar, se identificó el estilo cognitivo para caracterizar a los estudiantes de acuerdo a la forma de procesar la información, a fin de identificar el estilo cognitivo que más predomina en los participantes y poderlos contrastar con el logro de aprendizaje en

rotación mental al ser aplicado el ambiente virtual de aprendizaje. Para ello, los estudiantes contestaron la prueba EFT en la que se logró categorizar en tres campos fundamentales: i) Dependientes de campo con 70 participantes que equivalen al 35,5%, ii) Intermedio de campo con 56 estudiantes que equivalen al 28,4% y iii) Independiente de campo con 71 participantes que equivalen al 36,0%, para un total de 197 estudiantes (ver tabla 6). Ahora bien, en relación al logro de aprendizaje, la tabla 15 demuestra que al trabajar con el ambiente virtual de aprendizaje se obtienen promedios más altos de desempeño (López, et al., 2012); (López y Triana, 2013) y (Duque, 2020), en comparación con los resultados de la prueba inicial de rotación mental. Lo anterior, indica que el entrenamiento de rotación mental basado en un ambiente virtual de aprendizaje establece destrezas cognitivas, moldeándolas durante su desarrollo a medida que los participantes interactuaban con el instrumento de rotación espacial, ya que como lo mencionan Shepard y Metzler (1971); Vandenberg y Kuse (1978); Newcombe y Learmonth (2009); Cierniak et al. (2009) y Turgut (2015), este tipo de ejercicios le permite al sujeto entrenarse y encontrar otras alternativas de solución en el menor tiempo posible.

6.1.2. Logro de aprendizaje y estilos cognitivos

En segundo lugar, la tabla 19 presenta que para los estilos cognitivos existen diferencias significativas ($F=4,274$, $p=0,015$, $\eta^2=0,043$). Esto indica que si existe relación significativa entre el logro de aprendizaje de rotación mental y los estilos cognitivos DIC al aplicar un ambiente virtual de aprendizaje. Lo anterior, se puede explicar también desde los resultados reflejados en la tabla de *Estadísticos descriptivos* y en la tabla de *comparaciones entre parejas de Grupos de EFT*, en las que se muestran: i) que la media total del intermedio de campo es de 18,04 con una desviación estándar de 1,839 para 56 participantes; ii) para la independencia de campo tiene una media total de 18,52 con una desviación estándar de 1,520 para 71 participantes; iii) diferente a los dependientes de campo que obtienen una media de 17,26 con una desviación estándar de 2,477 para 70 participantes.

Ahora bien, al contrastar la información anterior con la tabla de *Comparaciones múltiples*, se marcan las parejas que son distintas del estilo cognitivo. En esta se observa que hay diferencias significativas entre los sujetos dependientes con los independientes de campo. La diferencia entre las medias es de -1,26, sin embargo, no existen diferencias entre los intermedios y los dependientes e independientes de campo; estos datos también pueden ser confirmados en la tabla *comparaciones entre parejas de Grupos de EFT*.

En la gráfica 3 puede observarse también, las diferencias de medias entre los estilos cognitivos; los resultados muestran diferencias significativas en las dinámicas de interacción de los participantes categorizados por su estilo cognitivo, obteniendo los dependientes de campo (DC) un promedio más bajo, en contraste a los independiente de campo (IC) que representan mayores promedios. Estos efectos permiten validar que los Independientes de campo tienen mayor rendimiento en el logro de aprendizaje, tal como lo mencionan los autores López, et al. (2012); López y Triana (2013); Hernández y Hernández (2017) y Duque (2020) en sus investigaciones.

6.1.3. Logro de aprendizaje y género

En tercer lugar, contrario a la población participante seleccionada por los investigadores Triviño y Velandia (2016); Turgut (2015); Farzeeha et al. (2017) y, quienes trabajaron con estudiantes universitarios en el campo disciplinario de la matemática, de la educación e ingeniería con conocimientos en razonamiento espacial y avances en las competencias de solución de problemas de tipo rotacional. Esta investigación buscó aplicar el mismo tipo de ejercicios a una amplia población participante; en este caso, estudiantes de secundaria que no tenían una ruta vocacional definida, ni tampoco un campo disciplinario de acción específica.

Así mismo, en contraste al estudio adelantado por Shiina et al., (2001) y Turgut (2015), quienes fueron conscientes que en su investigación no había proporción entre géneros, predominando en su muestra poblacional uno de los dos géneros, en este estudio, fue importante el haber aumentado y equilibrado el esquema de población cuya caracterización los ubica en la última etapa de su educación secundaria (ver sección 4.2 de

este documento), y además propender porque fuese un grupo heterogéneo que sirviera de base robusta, que permitiera tener una mayor visión de los resultados en el logro de aprendizaje de rotación mental y ampliara el margen de la muestra comparativa en equilibrio entre el género masculino y femenino.

La tabla 18 muestra en resumen que el género masculino tuvo una media más alta que el femenino. La media total de los hombres es de 18,55 con una desviación estándar 1,4116 para 99 hombres, mientras que las mujeres presentan una media total de 17,32 con una desviación estándar 2,397 para 98 mujeres; además, muestran en ambos géneros mayor promedio el estilo cognitivo Independiente de Campo (IC) validando así la aseveración de (López, et al., 2012); (López y Triana, 2013); (Hernández y Hernández, 2017) y (Duque, 2020).

Continuando con lo anterior la tabla de *efectos de inter-sujetos* presenta que hay diferencias significativas entre hombres y mujeres ($F=13,430$, $p=0,001$, $\eta^2=0,66$). Así mismo, en la gráfica 2 también se puede observar la diferencia de medias entre ambos géneros y en la gráfica 4, de acuerdo con la variable dependiente logro de aprendizaje en relación con el género y los estilos cognitivos, se evidencia un avance en predominancia del género masculino en cada uno de los estilos cognitivos con mayor relevancia en los Independientes de Campo (IC) al solucionar problemas de rotación mental. Se puede afirmar entonces, que si existen diferencias en cuanto al logro de aprendizaje de rotación mental en relación al género, ya que después de haber aplicado un ambiente virtual de aprendizaje y de haber analizado la información (ver sección 5.3 de este documento) se encontró predominancia del género masculino sobre el género femenino, lo que permite validar las afirmaciones de algunos investigadores (Vandenberg y Kuse, 1978; Parsons et al., 2004; Turgut, 2015; Triviño y Velandia, 2016) quienes señalan que el género masculino muestra un mayor rendimiento y logro de aprendizaje en la solución de problemas de rotación mental. A diferencia de Shiina et al. (2001) y Farzeeha et al. (2017) quienes afirman que no existen diferencias en la solución de problemas de tipo rotacional en el género

masculino y femenino al realizar los mismos procesos de entrenamiento de rotación mental o razonamiento espacial.

6.2. Hipótesis

6.2.1. Hipótesis uno

El ambiente virtual de aprendizaje de rotación mental favorece el logro de aprendizaje de los estudiantes caracterizados en los diferentes estilos cognitivos.

Una vez desarrolladas las diferentes fases propuestas como ruta investigativa (enunciadas en el capítulo 4 numeral 4.4.), los resultados obtenidos bajo el diseño lineal general univariado de 3X2 representan una relación positiva en el estilo cognitivo y en el logro de aprendizaje, ya que después de analizar y tabular la información que refleja los datos de acuerdo a las medidas marginales, se puede confirmar que el ambiente virtual favorece el logro de aprendizaje y es representativo el margen de desempeño en la solución de tareas de tipo rotacional y espacial en las dimensiones Dependiente, Intermedio e Independiente de campo.

6.2.2. Hipótesis dos

Existen diferencias marcadas en el logro de aprendizaje de acuerdo a los estilos cognitivos de los participantes en contraste al género masculino-femenino.

Los resultados relacionados entre el estilo cognitivo, el género y el logro de aprendizaje, indicaron una relación positiva. Una vez agotadas las fases metodológicas, y aplicado el estudio univariado, se reveló la existencia de diferencias significativas en los estilos cognitivos de ambos géneros del grupo participante. Sin embargo, es preciso aclarar que se reporta mayor significancia en el estilo cognitivo Independiente de campo para el género masculino, mientras que en el género femenino se reflejan diferencias graduales en las dimensiones Intermedio e Independiente de campo.

6.2.3. Hipótesis tres

El ambiente virtual de aprendizaje de rotación mental con enfoque hacia el logro de aprendizaje de los estudiantes caracterizados en los géneros masculino y femenino permite visualizar una diferenciación progresiva y comparativa entre los mismos.

En el marco del desarrollo de las fases propuestas en la metodología investigativa, se validaron los datos mediante el análisis univariado, que permitió visualizar diferencias entre el género masculino y el femenino del grupo participante. Es así que, en los resultados del logro de aprendizaje se puede evidenciar una caracterización predominante en ambos géneros en las dimensiones Intermedio de campo e Independiente de campo, en las que incluso se representa un promedio progresivo en el género masculino que ofrecen una mayor incidencia para los Independientes de campo (ver tabla Estadísticos descriptivos).

6.3. Conclusiones

El análisis de los resultados permitió centrar el estudio en correlación a los objetivos trazados, con las que se amplían la visión analítica de las variables estudiadas y su influencia. Se utilizó el modelo lineal univariado 3X2 para concretar la incidencia de un objeto de entrenamiento en la solución de problemas de tipo rotacional y espacial, sobre la variable dependiente de estudio y de este modo revelar que los resultados del logro final de aprendizaje de los participantes se vieron influenciados de manera positiva por la presencia del ambiente virtual de aprendizaje.

En este sentido se concluyó: se puede confirmar que el ambiente virtual de aprendizaje favorece el logro de aprendizaje y es representativo el margen de desempeño en la solución de tareas de tipo rotacional y espacial en las dimensiones Dependiente, Intermedio e Independiente de campo (Hernández y Hernández, 2017). Además, valida que al implementar imágenes decorativas positivas puedan ser ayuda para mejorar la transferencia y comprensión dentro del mismo ambientes virtual de aprendizaje (Cierniak et al., 2009); (Farzeeha et al., 2017) y (Duque W., 2020).

En relación al estilo cognitivo DIC, en los resultados del logro de aprendizaje se puede evidenciar una caracterización predominante del género masculino en la dimensión Independiente de campo, en las que incluso se representa un equilibrio progresivo en contraste a los resultados representativos del género femenino que ofrecen una mayor incidencia para los Intermedios e Independientes de campo. Dicho de manera más puntual, ambos géneros demuestran ser más predominante en la Independencia campo (López, et al., 2012); (López y Triana, 2013); (Hernández y Hernández, 2017) y (Duque, 2020).

En cuanto al género masculino y femenino, los resultados del logro de aprendizaje señalan que este tipo de ejercicios permiten a los sujetos entrenarse para encontrar otras alternativas de solución en el menor tiempo posible, además, presentan una mayor progresión y logro en el género masculino al solucionar problemas de tipo rotacional (Vandenberg y Kuse, 1978; Parsons et al., 2004; Turgut, 2015; Triviño y Velandia, 2016).

6.4. Contribuciones, fortalezas y limitaciones.

6.4.1. Contribución

La presente investigación busco aplicar ejercicios a una mayor población de estudiantes de secundaria que no tuvieran una ruta vocacional, ya que los participantes de las investigaciones de Triviño y Velandia (2016); Turgut (2015); Farzeeha et al. (2017) eran universitarios que ya tenían definida una línea profesional. Además, que pudiera ser aplicado el objeto de entrenamiento a una población equilibrada entre el género masculino y femenino, ya que como lo menciona Hernández y Hernández (2017) en su investigación no había proporción entre el género, lo que podría impedir un mejor panorama en los resultados entre los géneros.

El presente estudio buscó validar la existencia de diferencias significativas en el logro de aprendizaje entre el género masculino y femenino en un grupo heterogéneo de estudiantes caracterizados con estilos cognitivos específicos DIC (Chen, 2010; López, et al., 2012; López y Triana, 2013; Hernández y Hernández, 2017 y Duque, 2020), después de

haber aplicado tareas de rotación mental que fueron adaptadas en un ambiente virtual de aprendizaje «Razonamiento espacial» desarrollado por el autor para el cumplimiento del propósito investigativo.

En este ejercicio, fue fundamental tomar como uno de los puntos de partida los aportes de Triviño y Velandia (2016), que en su estudio investigativo confirmaron que en las tareas de rotación mental, en general, se presenta una activación del lóbulo parietal tanto en hombres como en mujeres. Los autores, destacan, que el grupo de hombres tuvo predominancia de la actividad eléctrica en el lóbulo parietal derecho, mientras observaron que en el grupo de mujeres no existe un hemisferio predominante; así mismo señalaron que el grupo de hombres mostró mayor potencial eléctrico en todos los ángulos de rotación mental frente al grupo de mujeres. En contraste, aunque las lecturas EEG no fueron consideradas como insumo metodológico, esta investigación da un paso al frente al proponer un ambiente virtual de aprendizaje diseñado y ejecutado bajo la dirección del autor, con el cual se armonizaron contenidos digitales de rotación mental de calidad, favoreciendo la interacción con figuras 2D y 3D, además de incluir varios medios de representación como la reproducción de videos y animaciones para identificar la posición de un objeto (Cierniak et al., 2009; Chen, 2010; Díaz y Garzón, 2014; Poveda, 2014 y Farzeeha et al., 2017). Actividades dinámicas que permitieron establecer diferencias en el logro de aprendizaje asociado a la solución de problemas de tipo rotacional entre los géneros masculino y femenino categorizados en estilos cognitivos DIC (Hernández y Hernández, 2017).

También fueron considerados los aportes de Shiina et al. (2001) y Farzeeha et al. (2017), quienes no encontraron diferencias significativas basadas en el género de las puntuaciones medias de (RSP-MRT) y (PSVT: R), quizá debido a la diferencia de la muestra poblacional entre el género masculino y femenino. En este sentido, para desarrollar la presente investigación, fue importante definir un grupo poblacional heterogéneo más numeroso y equilibrado entre el género masculino (99 participantes) y el femenino (98 participantes), a fin de correlacionar y verificar cambios significativos en la solución de

problemas de tipo rotacional con figuras de proyección ortogonal y MRT. Cabe resaltar que Shiina et al. (2001), diseñaron un software con finalidad específica hacia la fijación del ojo en la posición de las distintas figuras RSP-MRT, en contraposición, aquí se propuso un ambiente virtual de aprendizaje en la misma línea como trabajó Chen (2010); Farzeeha et al. (2017) para que pudiese ser ejecutado (no instalado) desde cualquier dispositivo tecnológico con su respectivo sistema operativo con acceso a una red de internet.

En este orden de ideas, fue posible diseñar e implementar estrategias y contenidos digitales, de tal modo que favoreciera el desarrollo de competencias orientadas a la solución de problemas de rotación mental (Vandenberg y Kuse, 1978; Newcombe y Learmonth, 2009; Díaz y Garzón, 2014; Poveda, 2014; Hernández y Hernández, 2017; Farzeeha et al., 2017). A pesar de que el ambiente virtual de aprendizaje se postulara para todo el grupo poblacional, fue evidente un mayor aprovechamiento de las estrategias contenidas en el mismo, por parte de los participantes del género masculino, en quienes se encontró un grado progresivo positivo en el logro de aprendizaje (Vandenberg y Kuse, 1978; Parsons et al., 2004; Turgut, 2015; Triviño y Velandia, 2016).

6.4.2. Fortalezas

- Aplicación de la etapa de desarrolló de manera remota y a distancia en el marco de estrategias académicas y escolares abordadas en casa, dadas las condiciones generadas por COVID 19 (Ligarretto, 2020). Etapa que inicialmente no fue planeada para implementarse de manera remota y que periódicamente se aprovechó para gestionar asesorías virtuales que favorecieran el uso de herramientas tecnológicas.
- Además de lo anterior, esta compleja y atípica situación por la que fuimos empujados al confinamiento, provocó en los estudiantes actitudes de resiliencia, autorregulación y autonomía en su proceso formativo (UNESCO, 2020). Para el autor, se convirtió en un mecanismo de enriquecimiento del ejercicio pedagógico mediador y de orientación al logro, en el rol de docente investigador.

- El uso de herramientas en línea y bajo una licencia educativa, favoreció el diseño y desarrollo del ambiente virtual de aprendizaje «Razonamiento espacial», ya que no se presentaron limitaciones que dificultaran la creación de contenido digital propio.
- Se desarrolló el ambiente virtual de aprendizaje «Razonamiento espacial» bajo la plataforma Wix con herramientas como Genially y herramientas Google, para que los estudiantes navegaran sin dificultad desde cualquier dispositivo conectado a una red de internet y avanzaran en las tareas programadas en las fases metodológicas.
- El ambiente virtual de aprendizaje «Razonamiento espacial» diseñado y ejecutado bajo la dirección del autor, permitió la armonización de contenidos digitales de rotación mental de calidad, además de favorecer la interacción con figuras 2D y 3D con la reproducción de videos y animaciones (Cierniak et al., 2009; Newcombe y Learmonth, 2009 y Farzeeha et al., 2017).

6.4.3. Limitaciones

- Teniendo en cuenta que la investigación es de carácter Ex-post-facto, al no haberse definido un grupo control, los resultados se limitaron a ofrecer datos para el análisis 3X2 univariado. De haber considerado dicha variable, la visión y el margen de evidencias contribuirían a un mejor soporte metodológico.
- Dadas las condiciones para el avance de la investigación en el marco de la contingencia por COVID 19, la interacción por parte de algunos estudiantes del grupo poblacional con el ambiente virtual de aprendizaje «Razonamiento espacial», se vio limitada debido a la falta de recursos tecnológicos o a la tenencia de dispositivos obsoletos que no soportan actualizaciones.
- Continuando con lo anterior, la presente investigación hace reconocimiento también a que no todos los estudiantes pueden lograr el rendimiento académico esperado al momento de interactuar con el ambiente virtual de aprendizaje «Razonamiento espacial».

6.4.4. Recomendaciones

- Es relevante para las futuras investigaciones que van a diseñar ambientes virtuales de aprendizaje para favorecer el logro de aprendizaje, realizarlo con contenido digital propio, llamativo y libre para mitigar el uso de las tecnologías en todos los escenarios posibles de la educación.
- Se recomienda continuar la línea de investigación de presente estudio, donde se puntualice en el desarrollo contenidos digitales y ambientes de aprendizaje, para favorecer el estilo cognitivo en los estudiantes dependientes de campo (DC).
- En esta misma línea, sería valioso incorporar más investigaciones donde se realicen estrategias, contenidos digitales, ambientes de computacionales, que favorezcan el logro de aprendizaje en la rotación mental en el género femenino.
- Sería de suma importante para las futuras investigaciones, tener presente un grupo control, ya que de tenerse en cuenta esta variable de estudio la investigación podría tener otra dirección metodológica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agotegaray, S. B. (2009). *SISTEMAS DE REPRESENTACIÓN* .Capítulo 1. www.pdfactory.com
- Albaret, J. M., & Aubert, E. . (1996). *Etalonnage rotation mentale Vandenberg* (Vol. 8).
- Angeles, M. (1998). *IMPORTANCIA DE LAS IMÁGENES MENTALES EN EL APRENDIZAJE Y EL RAZONAMIENTO: INFLUENCIA DE LAS IMÁGENES ESPONTÁNEAS*.
- Ávila, R. (1999). Factores asociados al logro educativo. *Alegría de Enseñar*, 10 (38), 32–38.
- Bandura, A. (1997). The anatomy of stages of change. *American Journal of Health Promotion: AJHP*, 12 (1), 8–10.
- Bandura, Albert, & Adams, N. E. (1977). Analysis of Self-Efficacy Theory of Behavioral Change'. *Cognitive Therapy and Research*, 1(4), 287–310.
- Bertoline, W. M. & M. (1999). *Dibujo en ingeniería y comunicación gráfica*.
- Burges, L. (2006). DIFERENCIAS MENTALES ENTRE LOS SEXOS: INNATO VERSUS ADQUIRIDO BAJO UN ENFOQUE EVOLUTIVO. *Ludus Vitalis*, XIV(25), 43–73.
- Byrne, B. M. (2010). Structural equation modeling with AMOS: Basic concepts, applications, and programming. *New York: Routledge*.
- Cano, J. (2001). El rendimiento escolar y sus contextos. *Revista Complutense de Educación*, 12(1), 15–80.
- Carretero, M., & Palacios, J. (1982). Los estilos cognitivos. Introducción al problema de las diferencias cognitivas individuales. *Infancia y Aprendizaje*, 5(17), 20–28. <https://doi.org/10.1080/02103702.1982.10821924>
- Chadwick, C. (1979). Los adolescentes ante el estudio–causas y consecuencias del rendimiento académico. *España. Ed. Fundamentos*.
- Chen, L. H. (2010). Web-based learning programs: Use by learners with various cognitive styles. *Computers & Education*, 54(4), 1028–1035.
- Cierniak, G., Scheiter, K., & Gerjets, P. (2009). Explaining the split-attention effect: Is the reduction of extraneous cognitive load accompanied by an increase in germane cognitive load? *Computers in Human Behavior*, 25(2), 415–324. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2008.12.020>
- Díaz, J., & Garzón, J. (2014). *PROPUESTA DE UNA ACTIVIDAD ESCOLAR BASADA EN REALIDAD AUMENTADA PARA EL DESARROLLO DEL RAZONAMIENTO ESPACIAL, HACIA LA ENSEÑANZA DE PROYECCIONES ORTOGONALES*. Universidad Pedagógica

Nacional.

- Duque W. (2020). *Ambiente virtual con software motivacional y su efecto en el logro de aprendizaje, el monitoreo del aprendizaje, la gestión del tiempo y el estilo cognitivo en la dimensión DIC*. Universidad Pedagógica Nacional.
- Farzeeha, D., Omar, M., Mokhtar, M., & Ali, M. (2017). Enhancing students' mental rotation skills in engineering drawing by using virtual learning environment Geometric Thinking View project Engineering Drawing Skills Improvement View project. *Man in India*, 97 (17), 161–170. <https://www.researchgate.net/publication/320695259>
- Fiol, M., & Fortuny, J. (1990). Fiol, M. L., & Fortuny, J. M. (1990). Proporcionalidad directa: la forma y el número. *Madrid: Editorial Síntesis*.
- Florez, N. (2018). *Andamiaje de tipo metacognitivo para el desarrollo de habilidades metacognitivas y el logro de aprendizaje de las Ciencias Naturales en estudiantes Básica Primaria con diferente estilo cognitivo en la dimensión DIC*. Universidad Pedagógica Nacional.
- Ford, N., Wood, F., & Walsh, C. (1994). Cognitive styles and searching. *Online and CD-Rom Review*.
- George, D., & Mallery, P. (2010). SPSS for Windows step by step. A simple study guide and reference (10. Baskı). MA: *Pearson Education, Inc.*
- Goldstein, K. M., & Blackman, S. (1978). Cognitive style: Five approaches and relevant research. *John Wiley & Sons*.
- Gómez, M. (2011). *Pensamiento Geométrico y Métrico en las Pruebas Nacionales*. Universidad Nacional de Colombia.
- González, J. A. (2003). EL RENDIMIENTO ESCOLAR. UNA ANÁLISIS DE LAS VARIABLES QUE LO CONDICIONAN. *REVISTAGALEGO-PORTUGUESADEPSICOLOXÍAE EDUCACIÓN*°, 8, 247–258.
- Gonzato, M., Fernández, T., & Díaz, J. (2011). Tareas para el desarrollo de habilidades de visualización y orientación espacial. *Revista Didáctica de Las Matemáticas* , 77, 99–117. <http://www.sinewton.org/numeros>
- Guacaneme, E., Andrade, L., Perry, P., & Fernández, F. (2003). ¿CONFÍA EN SUS CONOCIMIENTOSGEOMETRICOS PARA CONSTRUIR ´FIGURAS SEMEJANTES?
- Gutiérrez, A. (1998). LAS REPRESENTACIONES PLANAS DE CUERPOS3-DIMENSIONALES EN LA ENSEÑANZA DE LA GEOMETRÍA ESPACIAL. *REVISTA EMA*, 3(3), 193–220. http://funes.uniandes.edu.co/1079/1/41_Gutiérrez1998Las_RevEMA.pdf
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2010). Multivariate data analysis. *Pper*

Saddle River, New Jersey: Pearson Educational International, 7th ed., 651-undefined.

Harasim, L. (2000). Shift happens: Online education as a new paradigm in learning. *The Internet and Higher Education*, 3 (1-2), 41–61.
https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/51271912/s1096-7516_2800_2900032-420170109-5708-x7gs84.pdf?1484014012=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DShift_happens_Online_education_as_a_new.pdf&Expires=1618609261&Signature=dFjk2lIFaiQowb2-7AsGJcpBxuo1rqd7r115-vXSEOS6D331CN9-atnba7FrNVF-42rCfKfK6BQLzjmPAY4pw7~nPzuXS8gyybEUOVry~d1nRAgY9EGNRzpb7RN7WGdbG0UqNyZS9qh~DjQnf-sip2oecKB1t6Xnb1u~UMnz0P11sz5myHksoYP6FDr205qrLeTL5mz5HDzYVo6fvdtkw4-ICYnf-022NlJzEu7RrfjESe2kLCHV0jl1BsuMm0wsYt0vy2z7kl~ktmPknUqpHIEoXo7oy2oLBameElxPpWZhsCIRV6YtERGTLKkrrZcXCGt6P4GxQzFqkoCKN~Dw__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA

Hederich, C. (2004). *Estilo cognitivo en la dimensión de Independencia-Dependencia de campo -Influencias culturales e implicaciones para la educación-*. Universitat Autònoma de Barcelona.

Hederich, Christian, Camargo, Á., & López, O. (2017). *Embedded Figures Test - EFT* (p. 36).

Henao, L. H., & Guerrero, C. (2015). *DESARROLLO DE OPERACIONES MENTALES EN PERSONAS CON DISCAPACIDAD COGNITIVA SÍNDROME DE DOWN MEDIANTE UN AMBIENTE COMPUTACIONAL EDUCATIVO* [Universidad Pedagógica Nacional]. <http://repository.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/10621/TE-18148.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Hernández, J., & Hernández, W. (2017). *Potencial Creativo, Habilidades Espaciales, Logro de Aprendizaje y Estilo Cognitivo: Relaciones y Diferencias a partir de la Interacción con un Ambiente de Aprendizaje Basado en el Videojuego*. [Universidad Pedagógica Nacional]. <https://doi.org/10.1080/10400419.2010.503530>

Hernández, N., Meneses, N., Sánchez, Y., Montealegre, G., & Parra, s. (2018). *SIMETRÍA AXIAL EN FIGURAS PLANAS* [Universidad de los Andes]. <http://funes.uniandes.edu.co/11767/1/Hernandez2018Simetria.pdf>

Kline, R. B. (2011). Principles and practice of structural equation modeling. *New York: The Guilford Press., 5th ed., 3–427.*

Ligarretto, R. (2020). *Educación virtual: realidad o ficción en tiempos de pandemia* | *Revista Pesquisa Javeriana*. <https://www.javeriana.edu.co/pesquisa/educacion-virtual-realidad-o-ficcion-en-tiempos-de-pandemia/>

López, O., Sanabria, L., & Sanabria, M. (2014). *Psicología desde el Caribe* Universidad del

Norte. *Psicología Desde El Caribe*, 31(3), 475–494.
<https://doi.org/10.14482/psdc.31.3.5366>

López, V. O., Hederich, M. C., & Camargo, U. A. (2012). Logro de aprendizaje en ambientes hipermediales: andamiaje autorregulador y estilo cognitivo. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 44 (2), 13–26. <http://www.revistalatinoamericana>

López, V., & Triana, V. (2013). Efecto de un activador computacional de autoeficacia sobre el logro de aprendizaje en estudiantes de diferente estilo cognitivo. *Revista Colombiana de Educación*, 64, 225–244.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=413634076010>

Lucero, M. M. (2003). Entre el trabajo colaborativo y el aprendizaje colaborativo. *Revista Iberoamericana de Educación*, 33(1), 1–21.

Mertler, C. A., & Reinhart, R. V. (2017). *Advanced and Multivariate Statistical Methods: Practical Application and Interpretation.: Vol. Sixth edit* (Routledge (ed.); Taylor & F, pp. 32–45). Sixth edition published 2017 by Routledge.

Messick, J., Casament, B., Sharbrough, F., Milde, L., Michenfeider, J., & Sundt, T. (1987). *Correlation of Relational Cerebral Bloon Flow (rCBF) with EEG Changes During Isoflurane Anesthesia for Carotid Endarterectomy: Critical rCBF*. 344–349.

Morales, R. (2019). *Influencia de los activadores metacognitivos en un ambiente de realidad aumentada sobre el logro de aprendizaje, la carga cognitiva y la metacognición en estudiantes con diferente estilo congitivo*.
<http://repository.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/11452/TO-23730.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Newcombe, N., & Huttenlocher, J. (2000). *Making Space: The Development of Spatial Representation and Reasoning* - Nora S. Newcombe, Janellen Huttenlocher - Google Libros. The MIT Press.
https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=MUJhhDH2M50C&oi=fnd&pg=P111&dq=making+space:+The+development+of+spatial+representation+and+reasoning&ots=QC5UUcfc3O&sig=sjTxLoPSq1n4r7gKeRqPrtkLmo4&redir_esc=y#v=onepage&q=making+space%3A+The+developmen

Newcombe, N., & Learmonth, A. (2009). Development of Spatial Competence. *The Cambridge Handbook of Visuospatial Thinking*, 213–256.
<https://doi.org/10.1017/cbo9780511610448.007>

Núñez, M., & Aznar, A. (2009). *Rotación mental: Cómo la mente rota las imágenes hasta colocarlas en su posición normal*. www.cienciacognitiva.org

Parsons, T. D., Larson, P., Kratz, K., Thiebaut, M., Bluestein, B., Galen Buckwalter, J., & Rizzo, A. A. (2004). Sex differences in mental rotation and spatial rotation in a virtual environment. *Neuropsychologia*, 42, 555–562.

<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2003.08.014>

- Pérez, Y., & Ramírez, R. (2011). Estrategias de enseñanza de la resolución de problemas matemáticos. Fundamentos teóricos y metodológicos Maths solving problem strategies. Theoretical and methodological foundations. *Revista de Investigación N°*, 73, 169–194.
- Pintrich, P. R. (1989). The dynamic interplay of student motivation and cognition in the college classroom. *Advances in Motivation and Achievement*, 6, 117–160.
- Pinzón, J., & Hederich, C. (2008). Caracterización de algunos factores asociados al nivel de logro en la educación virtual. *Umbral Científico*, 13, 141–159. <https://www.redalyc.org/pdf/304/30420469014.pdf>
- Plass, J. L., Heidig, S., Hayward, E. O., Homer, B. D., & Um, E. (2014). Emotional design in multimedia learning: Effects of shape and color on affect and learning. *Learning and Instruction*, 29, 128–140. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2013.02.006>
- Poveda, R. (2014). *ACTIVACIÓN DE JUICIOS DE AUTORREGULACIÓN DE LA MEMORIA EN UN AMBIENTE E-LEARNING PARA LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE PLANO GEOGRÁFICO Y VECTORES*. Universidad Pedagógica Nacional.
- Riding, R., & Rayner, S. (2013). *Cognitive styles and learning strategies: Understanding style differences in learning and behavior*. (Routledge).
- Rosa, A. (1981). *Imágenes mentales y desarrollo cognitivo en ciegos totales de nacimiento - Dialnet* [Estudios de Psicología]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=65813>
- Roschelle, J., & Teasley, S. D. (1995). The construction of shared knowledge in collaborative problem solving. In *Computer Supported Collaborative Learning*. Springer, Berlin, Heidelberg., 69–97.
- Sandberg, J., & Barnard, Y. (1997). Deep learning is difficult. *Instructional Science*, 25(1), 15–36.
- Schneider, S., Nebel, S., & Rey, D. (2016). Decorative pictures and emotional design in multimedia learning SEE PROFILE Decorative pictures and emotional design in multimedia learning. *Learning and Instruction*, 44, 65–73. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2016.03.002>
- Schunk, & Zimmerman. (1994). Self-regulation of learning and performance: Issues and educational applications. *Lawrence Erlbaum Associates, Inc.*
- Schwen, T. M., Bedner, A. K., & Hodson, K. (1976). Cognitive Styles: Boon or bane? *Viewpoints in Teaching and Learning*, 55, 49–63.

- Sherpard, R., & Metzler, J. (1971). *Mental Rotation of Three-Dimensional Objects*.
- Shiina, K., Short, D., Miller, C., & Suzuki, K. (2001). Development of Software to Record Solving Process of a Mental Rotations Test. *Journal for Geometry and Graphics*, 5(2), 193–202.
- Tamayo Martínez, N. (2014). *Artículo de revisión Imaginería mental: neurofisiología e implicaciones en psiquiatría* (Vol. 43, Issue 1). www.elsevier.es/rcp
- Tamayo N. (2014). Artículo de revisión Imaginería mental: neurofisiología e implicaciones en psiquiatría. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 43(1), 40–46. www.elsevier.es/rcp
- Tarr, M. J., & Pinker, S. (1989). Mental Rotation and Orientation-Dependence in Shape Recognition. In *COGNITIVE PSYCHOLOGY* (Vol. 21).
- Tennant, M. (1988). Psychology and adult learning. In *London: Routledge*.
- Tennant, M., & Pogson, P. (1995). *Learning and change in the adult years: A developmental perspective*. (Jossey-Bass).
- The New Media Consortium, & Universitat Oberta de Catalunya. (2012). *Perspectivas tecnológicas: educación superior en Iberoamérica 2012-2017*. http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/17021/6/horizon_iberoamerica_2012_ESP.pdf
- Tinajero C., & Páramo M. (2013). Cognitive Style. *Revista Colombiana de Educación*, 64, 57–78. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-39162013000100003
- Triviño, J., & Velandia, J. (2016). *Estudio de la actividad cerebral en la rotación mental en hombres y mujeres por medio de EEG*. Universidad Pedagógica Nacional.
- Turgut, M. (2015). Individual Differences in the Mental Rotation Skills of Turkish Prospective Teachers. *IUMPST: The Journal*, 5, 12. www.k-12prep.math.ttu.edu
- UNESCO. (2020). *Liderazgo docente en la educación remota (Webinar)*. <https://es.unesco.org/news/liderazgo-docente-educacion-remota-webinar>
- Vandenberg, S., & Kuse, A. (1978). Mental rotations, a group test of three-dimensional spatial visualization. *Perceptual and Motor Skills*, 47(2), 599–604. <https://doi.org/10.2466/pms.1978.47.2.599>
- Vázquez, S., García, S., & Noriega, M. (2011). Competencia espacial, motivación y rendimiento académico. Perfiles diferenciados en ingresantes a carreras de Arquitectura y de Diseño. *Revista de Psicología*, 7(13), 45–70. <https://repositorio.uca.edu.ar/bitstream/123456789/5976/1/competencia-espacial-motivacion-rendimiento.pdf>

- Vigotsky, L. S. (1987). Historia del desarrollo de las funciones psíquicas superiores. *La Habana: Editorial Científico-Técnica*, 456.
- Weiss, E., Siedentopf, C. M., Hofer, A., Deisenhammer, E. A., Hoptman, M. J., Kremser, C., Golaszewski, S., Felber, S., Fleischhacker, W. W., & Delazer, M. (2003). Sex differences in brain activation pattern during a visuospatial cognitive task: a functional magnetic resonance imaging study in healthy volunteers. *Neuroscience Letters*, 344, 169–172. [https://doi.org/10.1016/S0304-3940\(03\)00406-3](https://doi.org/10.1016/S0304-3940(03)00406-3)
- Witkin, H. A. (1950). Individual differences in ease of perception of embedded figures. *Journal of Personality*.
- Witkin, H. A., & Goodenough, D. R. (1981). Cognitive styles Essence and origins. *International Universities*.
- Witkin, H., Moore, C., Goodenough, D., & Cox, P. (1975). FIELD-DEPENDENT AND FIELD-INDEPENDENT COGNITIVE STYLES AND THEIR EDUCATIONAL IMPLICATIONS. *ETS Research Bulletin Series*, 1975(2), 1–64. <https://doi.org/10.1002/j.2333-8504.1975.tb01065.x>
- Wood, D., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976). THE ROLE OF TUTORING IN PROBLEM SOLVING. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17(2), 89–100. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1976.tb00381.x>

ANEXOS

Anexo A

A.1. Instrumento de recolección de datos personales.

A.2. Evidencia de explicación para aplicación de formulario datos personales.

The image shows a digital form titled "DATOS PERSONALES" (Personal Data) with a light blue header. Below the title, there is a paragraph: "Registre en el siguiente formulario sus datos personales, este permitirá realizar seguimiento al proceso que usted va realizando durante el entrenamiento del razonamiento espacial." (Register in the following form your personal data, this will allow you to follow up on the process you are carrying out during the training of spatial reasoning). In the top right corner of the form area, there is an orange button labeled "Volver a Inicio" (Return to Home). The form contains four input fields, each with a label and an asterisk indicating it is required:

- Label: "Escriba el programa al que pertenece *" (Write the program you belong to). Value: "1104".
- Label: "Escriba su primer apellido *" (Write your first surname). Value: "Juan Andrés".
- Label: "Escriba su segundo apellido *" (Write your second surname). Value: "Rodríguez Ruíz".
- Label: "Escriba su código de estudiante *" (Write your student code).

At the bottom right of the form, there is a yellow button with the text "¡Vamos a chatear!" (Let's chat!) and a lightning bolt icon, followed by the text "Te responderemos tan pronto" (We will answer you as soon as).

Ilustración 10: Desarrollo de la competencia digital docente nivel II.

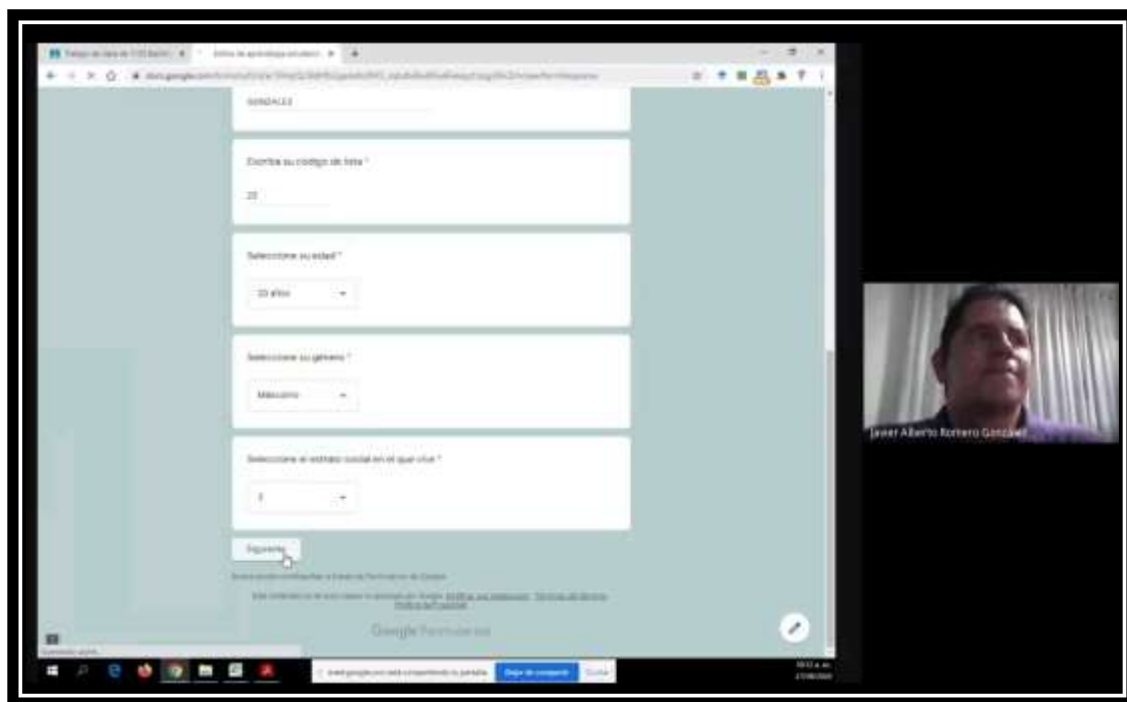


Ilustración 11: Evidencia de explicación diligenciamiento formulario datos personales.

Anexo B

A.1. Indicaciones para abrir la prueba EFT.

A.2. Instrumento de EFT.

A.3. Evidencia de explicación para aplicación del instrumento EFT.

A.4. Evidencia recolección información de la prueba EFT.

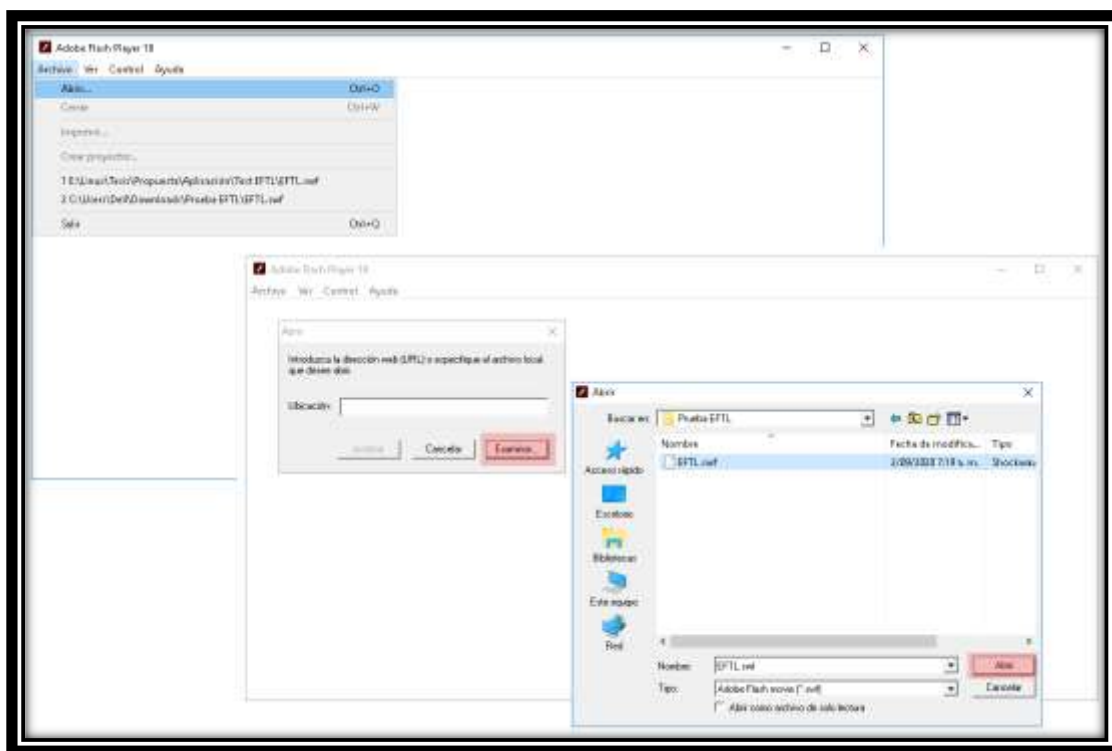


Ilustración 12: Indicaciones para ejecutar la prueba EFT.



Ilustración 13: Prueba EFT - página 1.

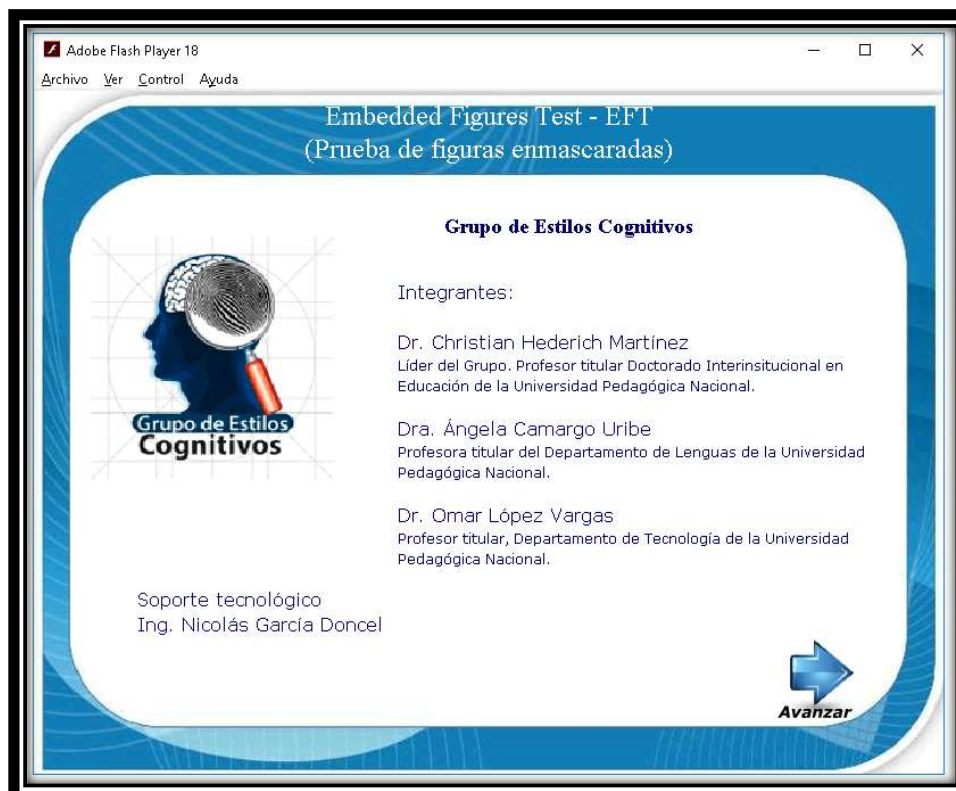


Ilustración 14: Prueba EFT - página 2 "Créditos de los desarrolladores".

Adobe Flash Player 18

Archivo Ver Control Ayuda

Embedded Figures Test - EFT (Prueba de figuras enmascaradas)

Nombre:

Número Identificación

Género ☒ Masculino ☐ Femenino

Fecha de nacimiento (mm/dd/aaaa) / /

 **Avanzar**

Ilustración 15: Prueba EFT - Almacenamiento del nombre de quien soluciona la prueba.

Adobe Flash Player 18

Archivo Ver Control Ayuda

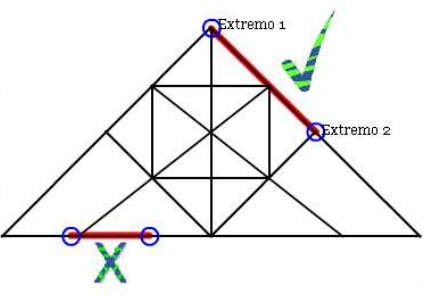
Embedded Figures Test - EFT (Prueba de figuras enmascaradas)

INSTRUCCIONES

Esta es una prueba para encontrar una forma simple cuando está escondida en otra figura compleja.

Para hacerlo debe trazar líneas rectas con el ratón. Simplemente haga click en uno de los extremos y, con el botón presionado, busque el otro extremo de la recta y suelte el botón. Para trazar otra recta, debe repetir todo el procedimiento. Es importante que cada línea recta sea hecha en un solo trazo, sin completarla en pequeños segmentos.

Para borrar una línea, simplemente ubique el puntero sobre la línea y haga click. Esta desaparecerá inmediatamente.



 **Avanzar**

Ilustración 16: Prueba EFT - Instrucción de solución parte 1.



Ilustración 17: Prueba EFT - Instrucción de solución parte 2.

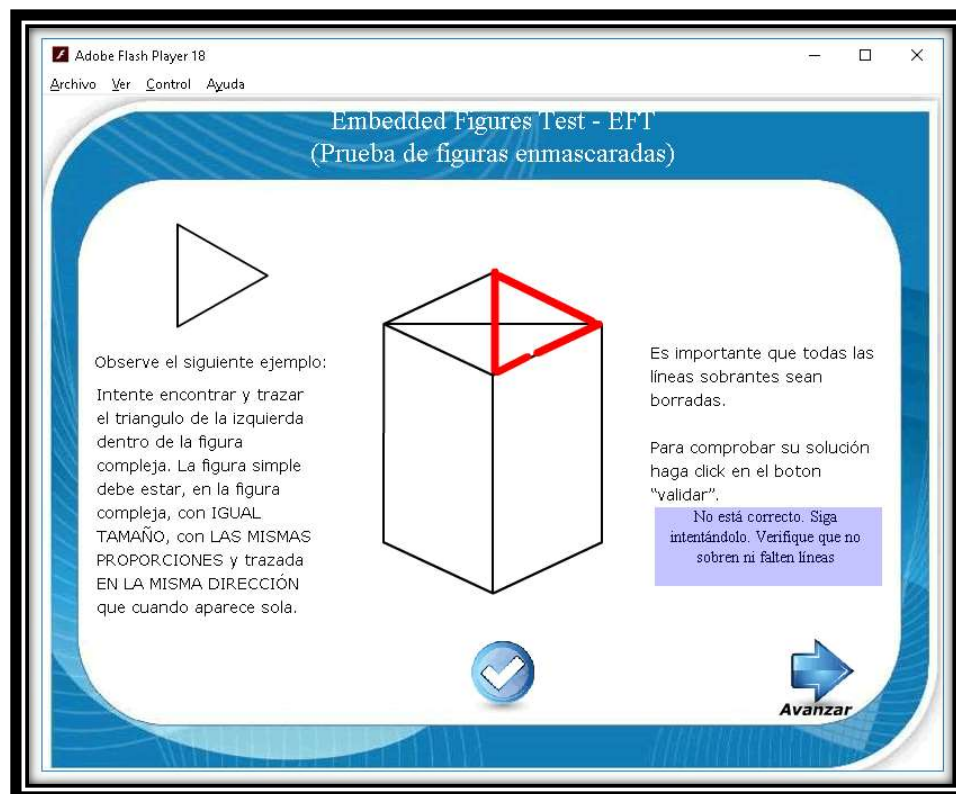


Ilustración 18: Prueba EFT - Instrucción de solución ejemplo 1 con retroalimentación de forma errónea.

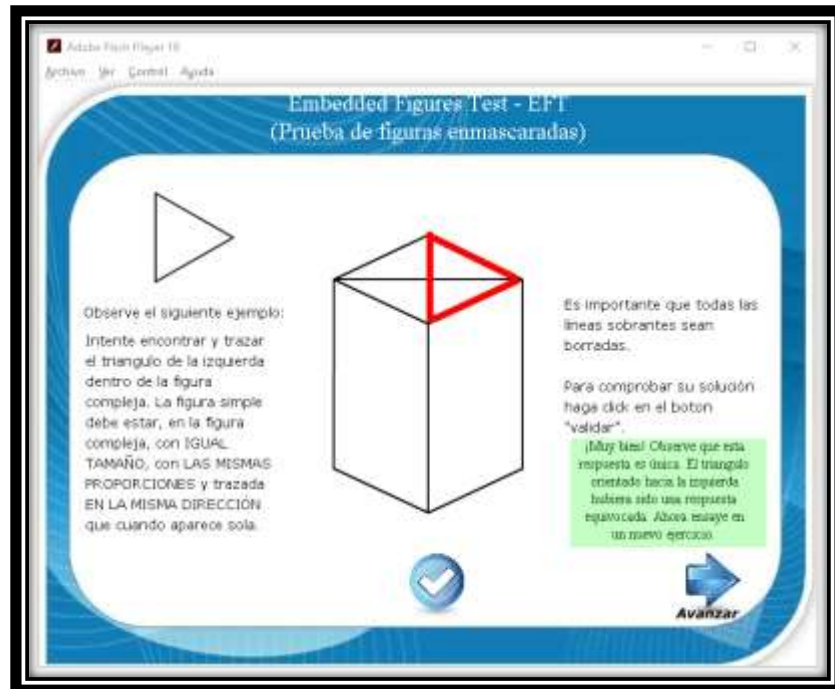


Ilustración 19: Prueba EFT - Instrucción de solución ejemplo 1 con retroalimentación de forma correcta.

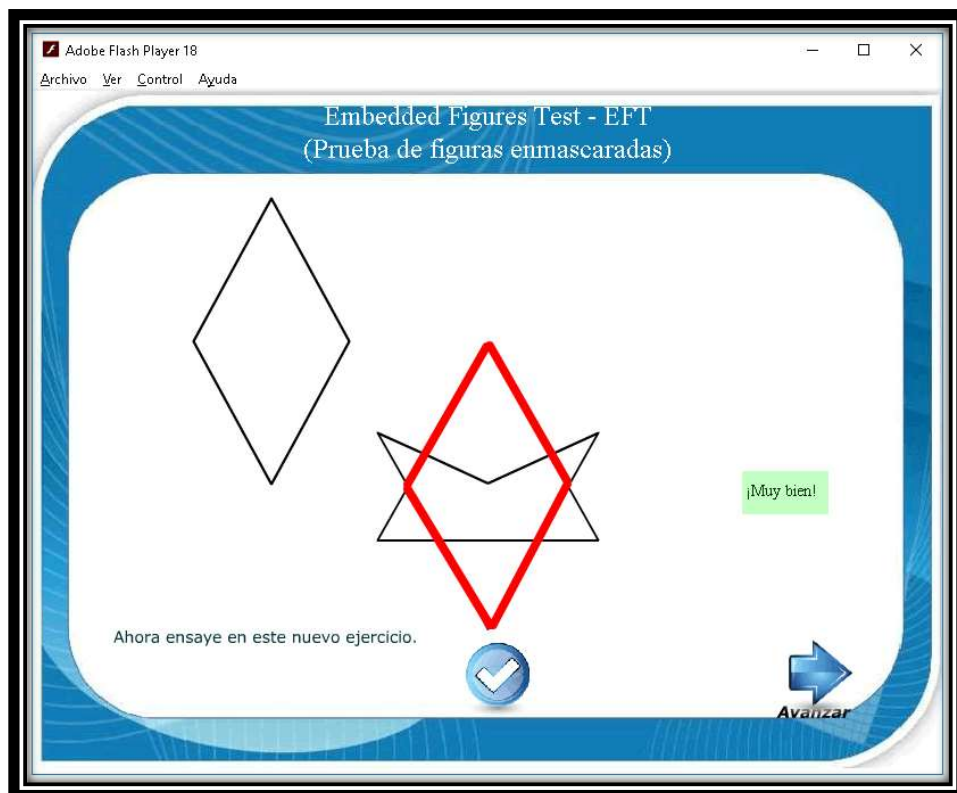


Ilustración 20: Prueba EFT - Instrucción de solución ejemplo 2.

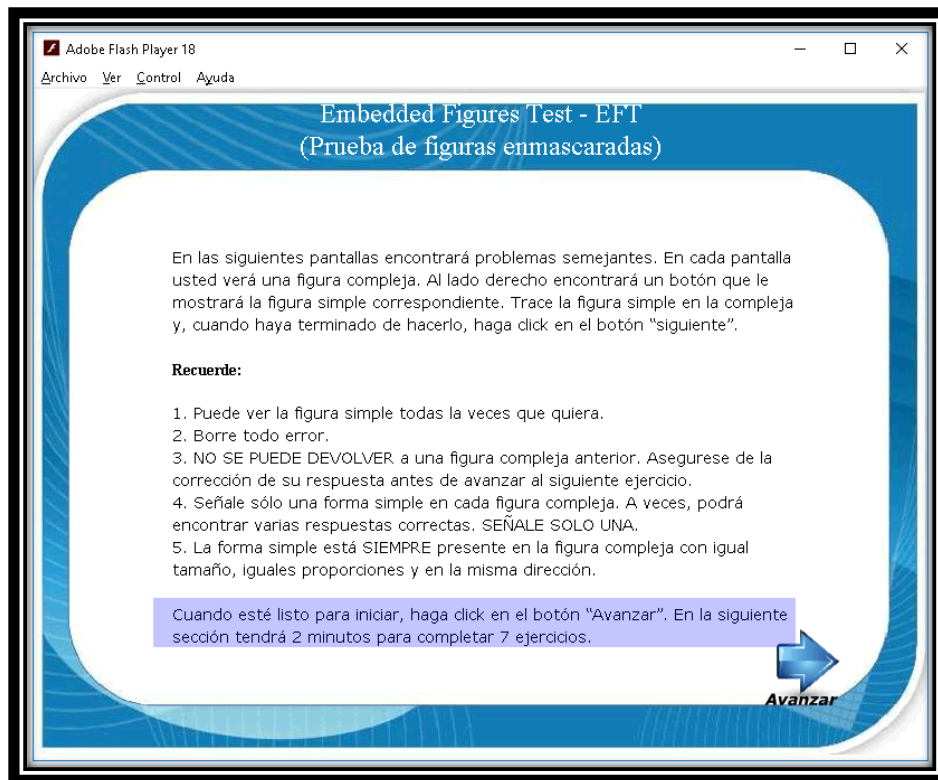


Ilustración 21: Prueba EFT - últimas recomendaciones.

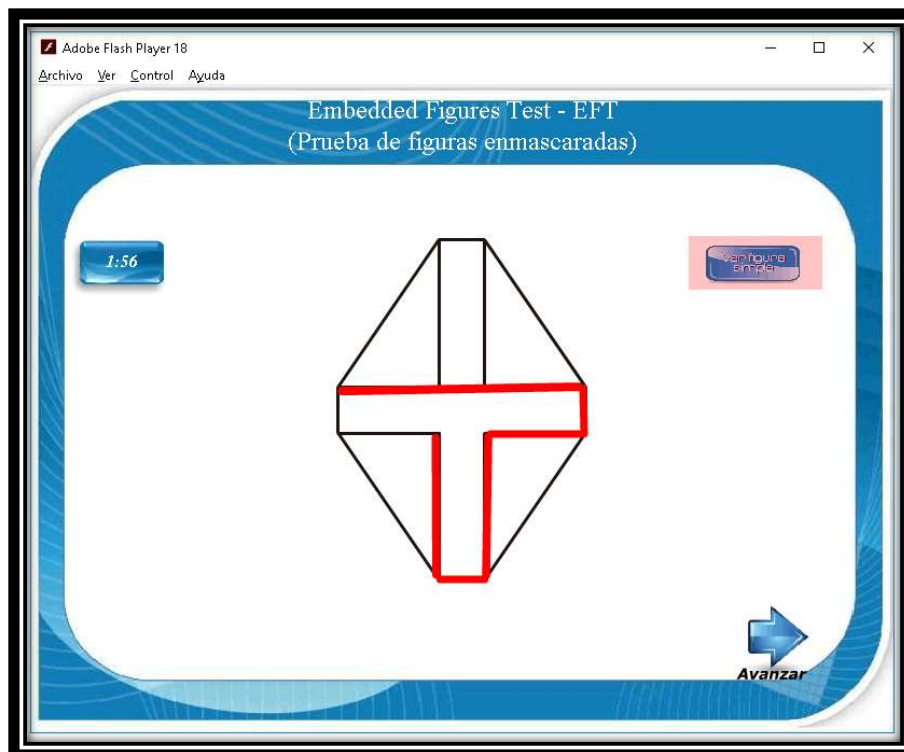


Ilustración 22: Prueba EFT - ejercicio1.



Ilustración 23: Prueba EFT - ilustración para solucionar ejercicio 1.



Ilustración 24: Prueba EFT - indicación segunda fase.

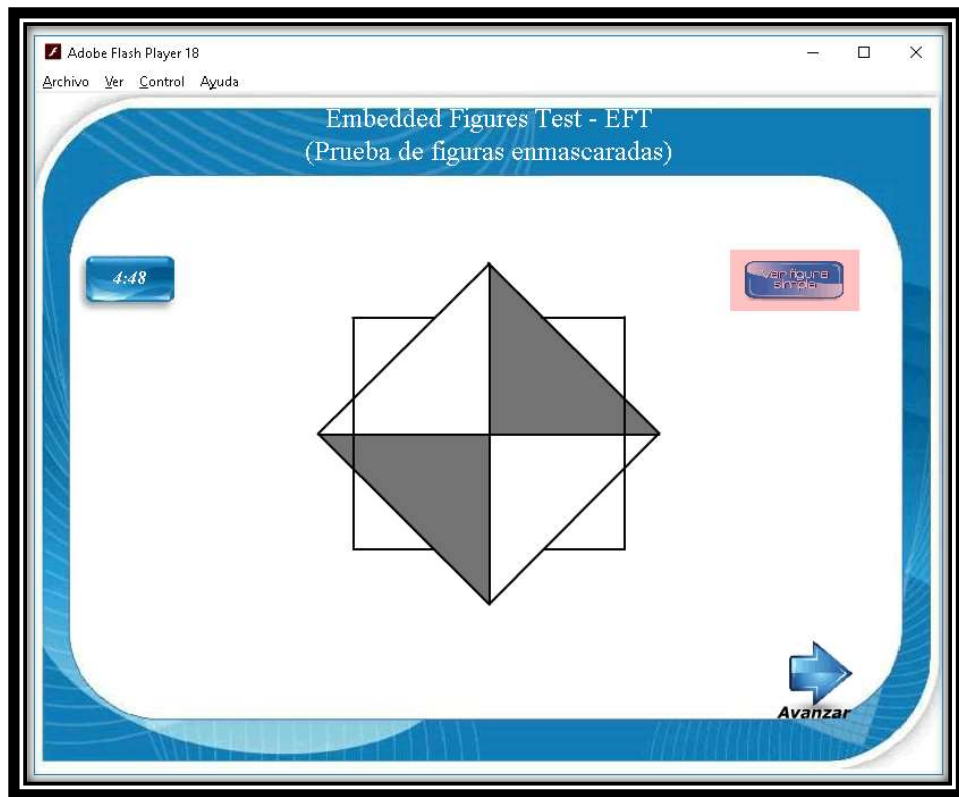


Ilustración 25: Prueba EFT - ejercicio 1 fase 2.

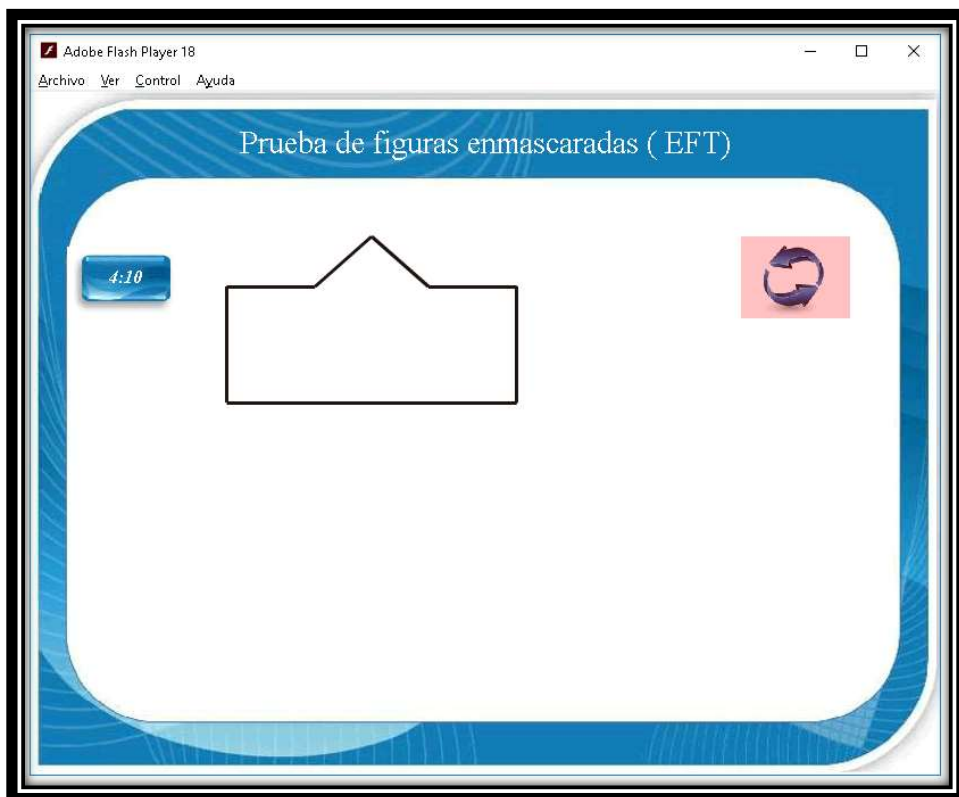


Ilustración 26: Prueba EFT - ilustración de solución ejercicio 1 fase 2.

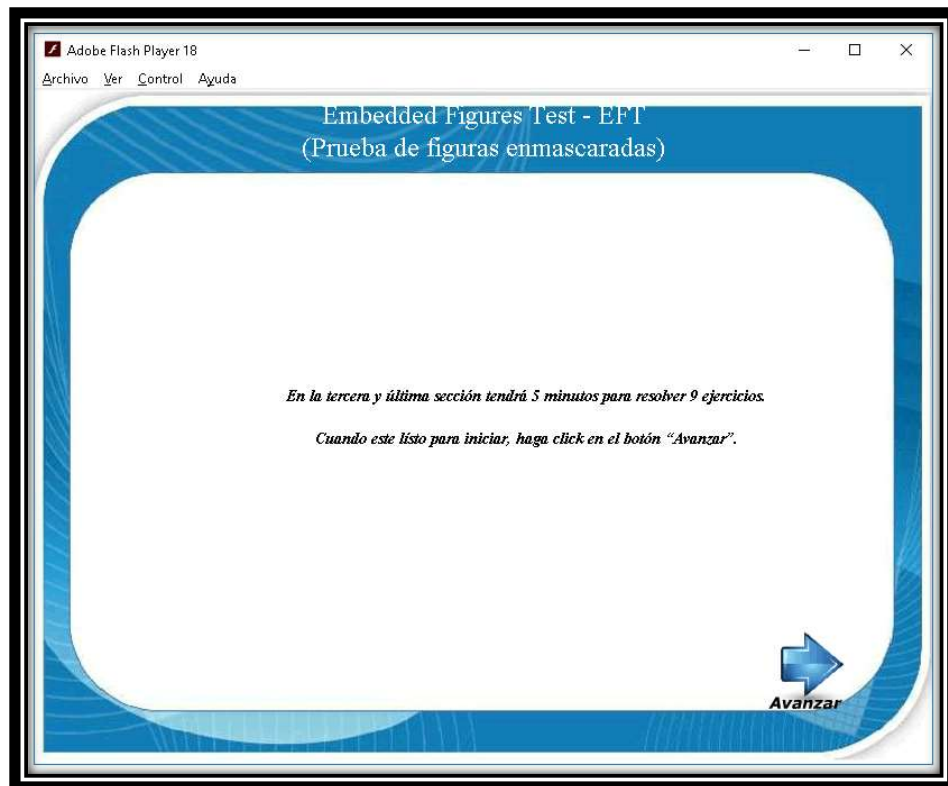


Ilustración 27: Prueba EFT - fase 3.

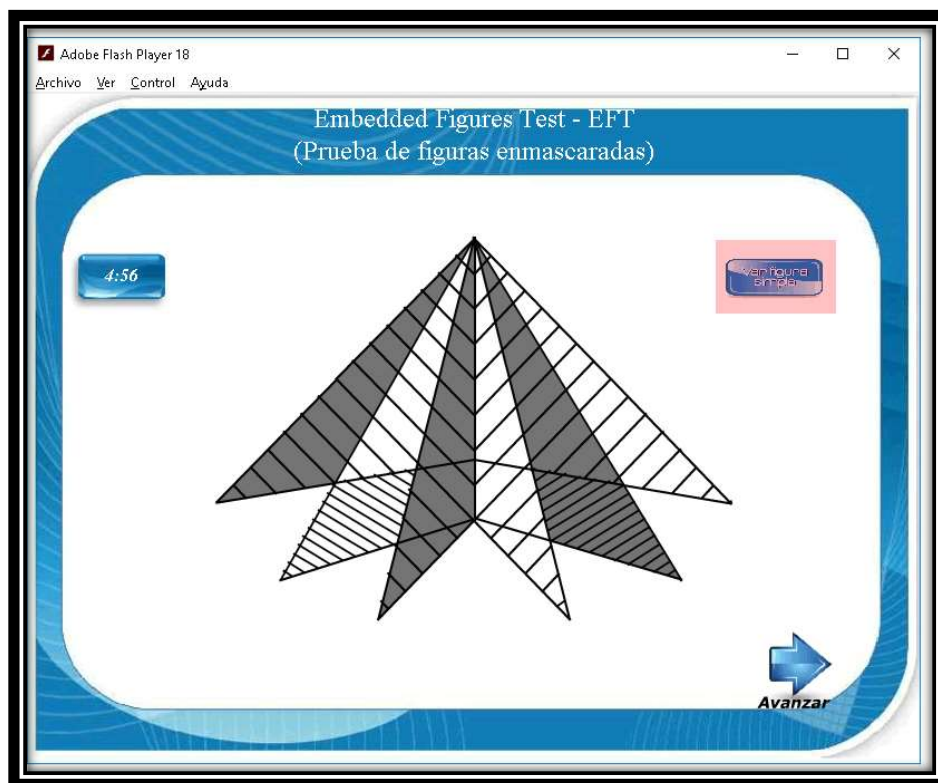


Ilustración 28: Prueba EFT - ejercicio 1 fase 3.

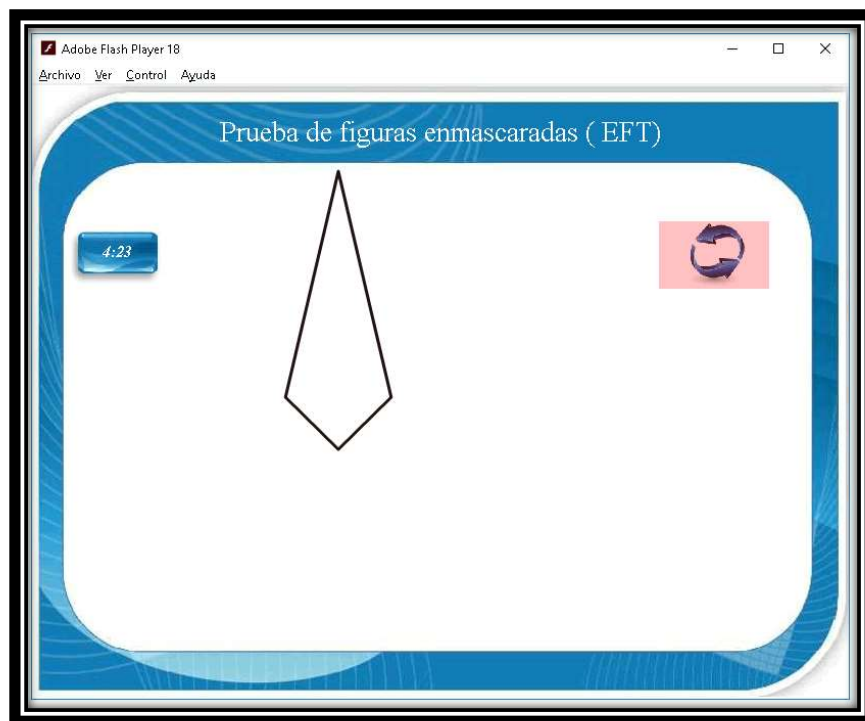


Ilustración 29: Prueba EFT - ilustración de solución ejercicio 1 fase3.



Ilustración 30: Prueba EFT - guardar resultados.

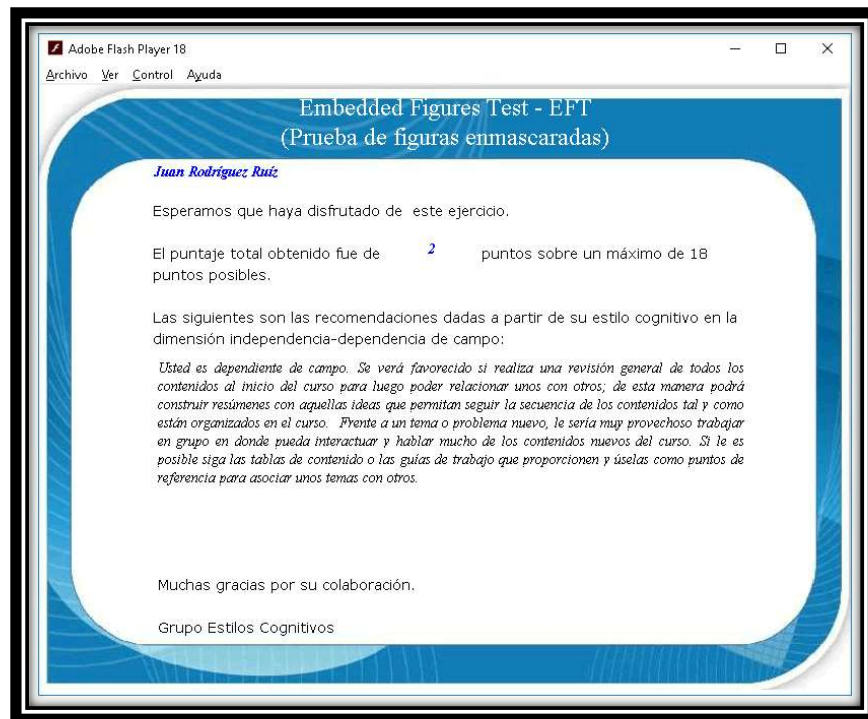


Ilustración 31: Prueba EFT - Resultados en pantallazo.

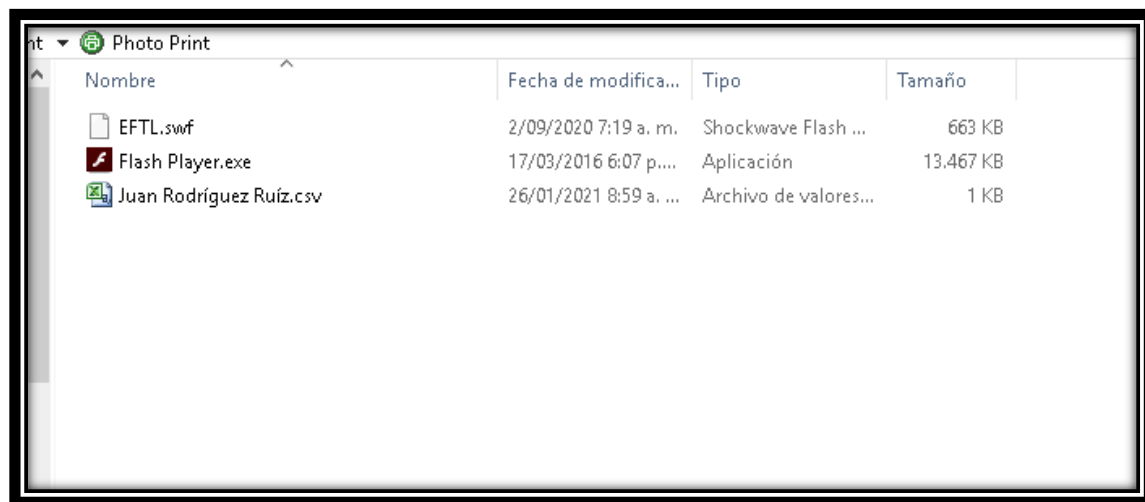


Ilustración 32: Evidencia almacenamiento de resultados en formato (.csv).

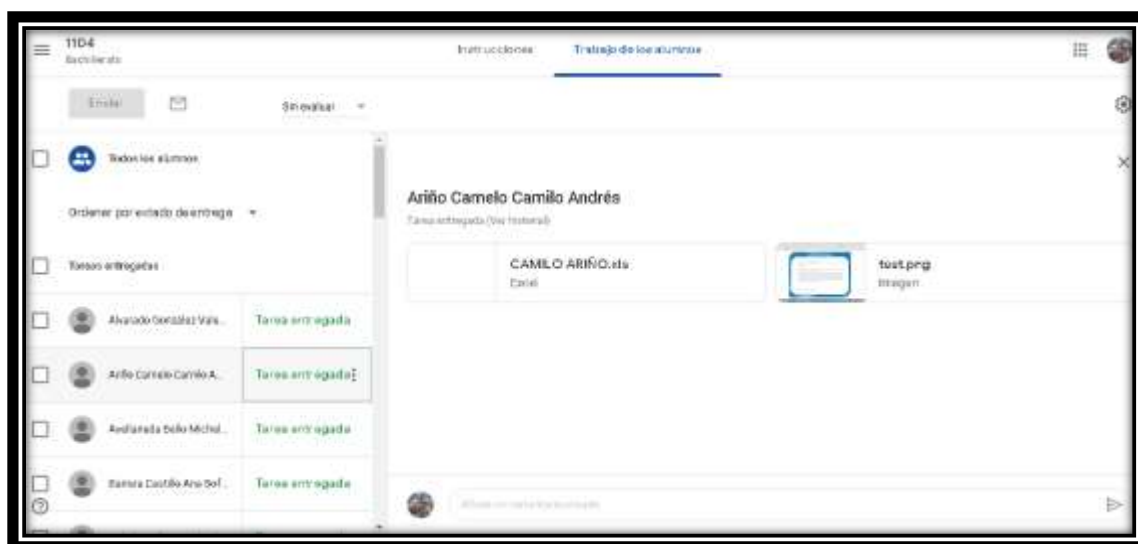


Ilustración 33: Evidencia de cargado de resultados en la plataforma Classroom.