



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

FAVORECIMIENTO DE LAS HABILIDADES ESPACIALES DE ORIENTACIÓN,
ROTACIÓN Y VISUALIZACIÓN, A TRAVÉS DE UNA ATE, EN LOS ESTUDIANTES DE
GRADO DÉCIMO.

JOSÉ GUSTAVO COLINA GUZMÁN.

Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Facultad de Ciencias y Educación.

Maestría en Educación en Tecnología.

Bogotá, D, C.

2018.

FAVORECIMIENTO DE LAS HABILIDADES ESPACIALES DE ORIENTACIÓN,
ROTACIÓN Y VISUALIZACIÓN, A TRAVÉS DE UNA ATE, EN LOS ESTUDIANTES
DE GRADO DÉCIMO

JOSÉ GUSTAVO COLINA GUZMÁN.

Trabajo de grado para optar por el título de Magister en Educación en Tecnología.

Director.

ANTONIO QUINTANA RAMÍREZ.

Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Facultad de Ciencias y Educación.

Maestría en Educación en Tecnología.

Bogotá, D, C.

2018.

Agradecimientos

A mi Director de Tesis Antonio Quintana, quien, gracias a sus consejos, aclaraciones y sugerencias, contribuyó con la elaboración de este trabajo de investigación.

A mi esposa

En el camino encuentras personas que iluminan tu vida, con su apoyo te permiten alcanzar de la mejor manera tus logros; a través de sus consejos, de su amor, y paciencia, ella, me ayudó a concluir esta meta.

A cada uno de mis maestros por cada detalle y momento dedicado en mi formación, gracias por compartir conmigo esta aventura llamada educación.

Al colegio CODEMA I.E.D., a mis compañeros y estudiantes por haberme ofrecido sus espacios académicos para la realización de esta investigación.

Dedicatoria

El presente trabajo de investigación lo dedico principalmente a Dios y la Virgen María, por darme la vida y permitirme haber llegado a este momento tan importante en mi formación profesional.

A mi amada esposa Yaneth, a mis amados hijos Ian y Madi, por su paciencia, amor y apoyo incondicional.

† A mi madre por su dulce compañía.

RESUMEN

1. Información General	
Tipo de documento	Trabajo de Grado.
Acceso al documento	Universidad Francisco José de Caldas – RIUD.
Título del documento	Favorecimiento de las habilidades espaciales de orientación, rotación y visualización, a través de una ATE, en los estudiantes de grado décimo.
Autor	Colina Guzmán José Gustavo.
Director	Antonio Quintana Ramírez.
Publicación	Digital.
Unidad Patrocinante	Maestría en Educación en Tecnología.
Palabras clave	Habilidad espacial, orientación, rotación, visualización, actividad tecnológica escolar, STEM

2. Descripción
<p>En el trabajo de grado, el autor presenta la forma de favorecer y desarrollar las habilidades espaciales de orientación, rotación y visualización, en estudiantes de grado décimo, mediante la aplicación de una Actividad Tecnológica Escolar ATE, la cual tiene en cuenta el maquetado de objetos en 2D y 3D. El desarrollo de dichas habilidades espaciales se hace indispensable, para el área de tecnología, en tanto, permite a los estudiantes comprender conceptos propios del área, de las matemáticas y de la geometría, como también, para que, a partir de la construcción, el estudiante pueda resolver problemas de la vida cotidiana y proyectarse en el campo profesional. Dicho esto, se encuentra que el objetivo fundamental de la investigación está relacionado con determinar el impacto de la construcción de objetos en 2D Y 3D, a partir de los ejercicios de maquetado planteados en una ATE, para el desarrollo y favorecimiento de las habilidades espaciales de rotación, visualización y orientación en los estudiantes de grado décimo del colegio CODEMA I.E.D.</p>

3. Fuentes
<p>El sustento teórico de la investigación proviene de amplias y profundas fuentes bibliográficas las cuales han fundamentado temas relacionados con la presente investigación.</p> <p>Ausubel, D. P., Novak, J. Y. H. H., y Hanesian, H. (1976). Significado y aprendizaje significativo. Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo, 53-106.</p>

Jirout, J. J., y Newcombe, N. S. Building blocks for developing spatial skills: Evidence from a large, representative US sample.

Liao, K. H. The abilities of understanding spatial relations, spatial orientation, and spatial visualization affect 3D product design performance: using carton box design as an example.

Quintana, A. (2016) Orientaciones para la elaboración de ATE.

Sanders, M. E. Stem, stem education, stemmania.

Saorín-Pérez, J. L., Navarro-Trujillo, R. E., Martín-Dorta, N., Martín-Gutiérrez, J., y Contero, M. La capacidad espacial y su relación con la ingeniería.

Solórzano, Vicario. Construccinismo. Referente sociotecnopedagógico para la era digital.

Tristancho Ortiz, J.A., Contreras Bravo, L.E. y Vargas Tamayo, L.F. Propuesta y aplicación de nuevas herramientas para el desarrollo de habilidades espaciales en la asignatura Dibujo de Ingeniería.

4. Contenidos

El trabajo de investigación se estructura de la siguiente manera: En la primera parte se presentan las preguntas que orientan el trabajo; se plantean los objetivos generales y específicos y la justificación; en el segundo apartado se presentan los antecedentes los cuales provienen de hallazgos importantes del contexto internacional y local ellos nos permiten conocer investigaciones previas con temas relacionados en la educación STEM, las habilidades espaciales; en la tercera parte se expone el marco teórico el cual aborda conceptos fundamentales para la presente investigación tales como las habilidades espaciales y su clasificación, el modelo STEM; la educación STEM y el desarrollo de las habilidades espaciales y algunas formas de evaluación de las mismas, finalmente se tienen en cuenta temas relacionados con la educación STEM en Colombia y su aporte para el desarrollo de las habilidades espaciales, en el último apartado se retoman los referentes pedagógicos los cuales son el sustento teórico que dinamiza la presente investigación; en la cuarta parte se presenta el marco metodológico de la presente investigación; en el quinto apartado se plantea la propuesta de la ATE; en la sexta parte se da a conocer el análisis de los resultados y en el último apartado se recopilan las conclusiones y se dejan planteadas las recomendaciones de la investigación.

5. Metodología

El enfoque investigativo es de carácter cualitativo mixto con un componente no métrico y un componente métrico; el componente no métrico es cualitativo etnográfico, puesto que mediante la utilización del diario de campo y de la entrevista semiestructurada, se efectúa

observación participante con el fin de describir los desarrollos conceptuales que van presentando los estudiantes durante la intervención con la ATE denominada *cubos divertidos*, para el componente métrico con un diseño cuasi experimental de pre-test post-test se valora los avances en la mejora de las habilidades de orientación, visualización y rotación. El análisis de resultados es realizado a través del estudio de datos estadísticos provenientes del pre-test y el post-test, y de los análisis inferenciales producto de la observación directa y de la entrevista semiestructurada.

6. Conclusiones

Respecto a la pregunta de investigación, se encuentra que el efecto de diseñar y aplicar la ATE denominada cubos divertidos, la cual incluía la construcción de objetos en 2D y 3D, fue oportuna para favorecer y desarrollar las habilidades espaciales de rotación, orientación y visualización en los estudiantes de grado décimo del colegio CODEMA I.E.D,

Se encontró que el impacto de la construcción de objetos en 2D Y 3D, a partir de los ejercicios de maquetado planteados en una ATE, para el desarrollo y favorecimiento de las habilidades espaciales de rotación, visualización y orientación en los estudiantes de grado décimo del colegio CODEMA I.E.D., fue significativo, esta afirmación se pudo determinar a partir del análisis de la prueba post test en el grupo control (GC.), una vez realizada la intervención con la ATE cubos divertidos. Estos datos mostraron un aumento en el número de respuestas acertadas, tal como se sustentó en el capítulo de análisis de resultados.

Las actitudes de los estudiantes frente al desarrollo de ejercicios planteados en la ATE, para el fortalecimiento de sus habilidades, tal como quedó evidenciado en los diarios de campo y la entrevista semiestructurada, estuvieron relacionadas con: el manejo del tiempo, el trabajo colaborativo y la innovación en el desarrollo de la clase.

La presente investigación en lo esencial da elementos que pueden servir como base para, mejorar las prácticas de enseñanza de la tecnología en el aula, para posteriores investigaciones en campos como la matemática, la física, la ingeniería, la química entre otros, o para incluir nuevas reflexiones respecto a la educación en tecnología en distintos niveles de educación, atendiendo al siguiente orden: desarrollo de habilidades espaciales, aprendizaje a partir de la construcción, y la educación STEM.

Elaborado por:	José Gustavo Colina Guzmán.
Revisado por:	Antonio Quintana Ramírez.

Fecha de Elaboración del resumen:	20	11	2018
--	----	----	------

Tabla de Contenidos

	Pág.
1. Planteamiento de la investigación.....	4
1.1. Problema y pregunta de investigación.	4
1.2. Objetivos.	7
1.2.1.General.	7
1.2.2.Específicos.	8
1.3. Justificación.....	8
2. Antecedentes.	15
2.1. Educación STEM.	16
2.2. Las habilidades espaciales.....	18
3. Marco Teórico.....	26
3.1. Habilidades espaciales.	27
3.2. Habilidad, inteligencia o capacidad.	27
3.3. Clasificación de las habilidades espaciales.....	29
3.4. Modelo STEM.	31
3.5. Origen, Evolución y aportes.	32
3.6. La educación STEM y el desarrollo de las habilidades espaciales.	34
3.7. La educación STEM en Colombia, como estrategia para el desarrollo de habilidades....	42
3.8. Referentes pedagógicos.....	44
3.8.1.El constructivismo.....	45
3.8.2.Aprendizaje significativo.	48
3.8.3.Construccionismo.....	49

3.8.4.Principios básicos del construccionismo de Papert.....	51
3.8.5.Modelo Pedagógico STEM.....	52
3.9. La educación STEM y el desarrollo de habilidades espaciales.....	53
3.10.Ejercicios prácticos para el favorecimiento y desarrollo de habilidades espaciales.	56
3.11.La ATE, el modelo STEM y las habilidades espaciales.	60
4. Marco Metodológico.....	63
4.1. Enfoque de la investigación.....	63
4.2. Diseño del componente cuasiexperimental o métrico.....	65
4.2.1.Hipótesis.....	66
4.3. El diseño del componente No métrico.....	67
4.4. Instrumentos para la recolección de la información.....	68
4.5. Validación del instrumento.....	69
4.6. Presentación de expertos.....	71
4.7. Proceso de validación de la prueba.....	72
4.8. Población.....	73
4.8.1.Caracterización de la población objeto de estudio.....	74
4.9. Muestra.....	76
4.10.Ámbito disciplinar.....	76
5. La propuesta.....	78
5.1. Descripción y explicación de la propuesta.....	82
5.2. ATE: Cubos divertidos.....	83
6. Resultado y análisis.....	88
6.1. Resultados.....	88

6.2. Análisis de resultados prueba pretest, post-test.....	89
6.3. Análisis de resultados de la prueba pretest tanto en el grupo control como en el grupo experimental previos a la intervención.	89
6.4. Análisis de resultados de la prueba post test tanto en el grupo control (GC.) como en el grupo experimental (GE.) posterior a la intervención.....	96
6.5. Análisis entrevista semiestructurada.	102
6.5.1.Las percepciones de los estudiantes sobre el desarrollo de la ATE.....	103
6.6. Análisis de los diarios de campo.....	108
7. Consideraciones finales.....	121
7.1. Conclusiones	121
7.2. Recomendaciones.....	128
8. Referencias Bibliográficas.	131

Lista de Anexos.

	Pág.
Anexo 1. Consentimiento informado.....	140
Anexo 2. Actas de comisión de promoción y evaluación.....	141
Anexo 3. Resultados pruebas saber 11.	143
Anexo 4. Índice sintético de calidad 2017, grado noveno	145
Anexo 5. Instrumento TEST	148
Anexo 6. Validación del instrumento de medición pre y post test	158
Anexo 7. Prueba Pre test. Sin intervención.....	161
Anexo 8. Actividad Tecnológica Escolar (ATE) Cubos Divertidos.....	166
Anexo 9. Prueba post-test luego de la intervención.....	173
Anexo 10. Productos elaborados por los estudiantes durante el desarrollo de la ATE.	178
Anexo 11. Diarios de campo.....	181
Anexo 12. Entrevista semiestructurada.....	217
Anexo 13. Resultados de la prueba pre y post-test	232

Índice de Figuras.

	Pág.
Figura 1. Clasificaciones de las habilidades espaciales	30
Figura 2. Vistas axonométricas.....	39
Figura 3. Generación de vistas ortogonales a partir de material blando.....	40
Figura 4. Ejercicios de habilidades espaciales	57
Figura 5. Tareas para desarrollar habilidades espaciales	59
Figura 6. Ejercicios para desarrollar habilidades espaciales.....	59
Figura 7. Prueba para medir habilidades espaciales.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 8. Tomadas durante la aplicación de la ATE, se observa el dominio de acuerdo con los indicadores de las variables.	102

Índice de Gráficas.

	Pág.
Gráficas 1. Resultados de prueba pretest en el GC y GE, antes de la intervención, para la habilidad espacial de orientación.	90
Gráficas 2. Resultados de prueba pretest en el GC y GE, antes de la intervención, para la habilidad espacial de visualización.	92
Gráficas 3. Resultados de prueba pretest en el GC y GE, antes de la intervención, para la habilidad espacial de rotación.	93
Gráficas 4. Resultados de prueba post test en el GC y GE, después de la intervención, para la habilidad espacial de orientación.	96
Gráficas 5. Resultados de prueba post test en el GC y GE, después de la intervención, para la habilidad espacial de visualización.	98
Gráficas 6. Resultados de prueba post test en el GC y GE, después de la intervención, para la habilidad espacial de rotación.	101

Índice de tablas.

Tabla 1. Tipos de test que permiten evaluar las habilidades espaciales.	37
--	----

Introducción

Las experiencias recogidas a lo largo de la trayectoria como docente del área de tecnología conllevan a la reflexión, análisis y posterior desarrollo investigativo, en torno a las falencias que tienen algunos estudiantes de secundaria, al representar figuras en un plano, o girarlas mentalmente o para concretarlas en la construcción de sólidos. Dichas dificultades habían sido comentadas en reuniones de ciclo y en charlas informales con docentes de otras asignaturas como las matemáticas, la química y la geometría. Pero no habíamos logrado identificar qué era lo que realmente estaba causando este tipo de problemas en los jóvenes.

Una vez iniciada la búsqueda de información, se encontró que varios autores como (Liao, 1999; Mc Gee, 1979; Newcombe, 2010 y Lohman, 1979) atribuyen las dificultades de los estudiantes para representar figuras, interpretar planos y construir objetos en 2D y 3D, e incluso para desenvolverse en áreas relacionadas con las ciencias, al poco desarrollo de las habilidades espaciales.

En la revisión de documentos se halló otra información importante relacionada con el modelo STEM, el cual ha resultado ser un aporte significativo para la presente investigación, en la medida que nos permitió reconocer la importancia de integrar áreas como las matemáticas, la ciencias y la tecnología, como un saber contextualizado y significativo el cual a partir de su aplicación contribuye con el desarrollo de habilidades y viceversa (Lewis, 2006).

Por último, a través de los distintos seminarios desarrollados en la Maestría de Educación en Tecnología, de la Universidad Francisco José de Caldas, se empezaron a consolidar elementos

conceptuales que permitieron hacer un acercamiento más directo a la forma como se podría abordar esta constante preocupación. Específicamente, desde el seminario de didáctica de la tecnología, se encontró que el diseño y construcción de una actividad tecnológica escolar, (ATE), era una estrategia clave para favorecer y desarrollar las habilidades de orientación, visualización y rotación en los estudiantes de grado décimo del colegio CODEMA I.E.D.

Por lo tanto, esta investigación, pretende aportar desde las dinámicas de la clase de tecnología, una estrategia que permita fortalecer las habilidades espaciales de orientación, visualización y rotación, en los estudiantes de grado décimo.

La estructura del trabajo se presenta de la siguiente manera; en el primer apartado se abordan el problema y la pregunta de investigación, los objetivos y la justificación, los cuales son fundamentales para encaminar la investigación, pues de ellos depende, que se pueda dar respuesta a la pregunta en cuestión. En la segunda parte, se presentan los antecedentes, los cuales dan cuenta de las diversas formas, en que investigadores, académicos y teóricos han abordado, el desarrollo de las habilidades espaciales, la educación STEM, y la relación entre el modelo STEM y las habilidades espaciales de orientación, visualización y rotación. En la tercera parte, se abordan los referentes teóricos y pedagógicos que dan sustento a la investigación.

En un cuarto momento, se presenta el marco metodológico, allí se sustentan las razones por las cuales se decidió estructurar este diseño investigativo, el cual se convierte en un reto para quienes iniciamos procesos de investigación en educación.

En el quinto apartado, se presenta la propuesta pedagógica de creación e implementación de la ATE, cubos divertidos. En la sexta parte se dan a conocer los resultados y el análisis de la

investigación, posteriormente, en el apartado siete se muestran las consideraciones finales, y, por último, se dan a conocer los referentes bibliográficos, que son el soporte teórico del trabajo investigativo.

1. Planteamiento de la investigación.

En este apartado se relacionan, el planteamiento del problema, la pregunta de investigación, los objetivos y la justificación, los cuales dan las bases argumentativas y el sustento para la realización de esta investigación.

1.1. Problema y pregunta de investigación.

Como bien lo han evidenciado las diferentes investigaciones y trabajos académicos de profundización analizados para la presente investigación, el desarrollo de habilidades espaciales, resulta fundamental para los estudiantes, en la medida que les permite tener un mayor dominio de las ciencias, las matemáticas, las ingenierías y el diseño, no obstante, y pese a que se ha demostrado en diferentes estudios y teorías que estas pueden ser educables, entrenables y potenciables, su desarrollo en la mayoría de instituciones es escaso, motivo por el cual se evidencian bajos resultados académicos en áreas del conocimiento como las matemáticas, la tecnología, o las ciencias, y una tendencia muy marcada por parte de los jóvenes por evadir en el campo profesional estas disciplinas que son de tipo científico.

- 1 Con base a lo mencionado, es válido afirmar que el colegio CODEMA I.E.D., no resulta ajeno a esta problemática; a partir de la observación directa por parte del docente investigador, específicamente dentro del área de tecnología, en las temáticas relacionadas con expresión gráfica los estudiantes de grado décimo, presentan dificultades al momento de realizar gráficos a escala bien sean de ampliación o de reducción lo cual se asocia con poco

desarrollo de la habilidad espacial de visualización; así mismo presentan dificultades para comprender cuando se gira una figura bien sea de manera horizontal, de arriba abajo o diagonalmente sobre un plano, hecho que compromete el poco desarrollo de la habilidad espacial de rotación, en este mismo sentido, cuando se presentan ejercicios en clase se les dificulta dibujar en 3D un sólido que le falten partes. Respecto a la ubicación en un plano se ha logrado evidenciar que a los estudiantes les cuesta ubicarse en el plano XY (2D), y expresan aún mayor complejidad cuando se trata de ubicar un sólido en el plano XYZ (3D) y a consecuencia de ello les resulta más complicado modelar sólidos con materiales blandos (jabón, plastilina, balsa).

- 2 Las dificultades observadas y valoradas desde el salón de clase han sido expuestas en las reuniones de ciclo, de área y académicas donde se ha podido constatar que estas mismas dificultades se perciben en otras disciplinas, por ejemplo, en ciencias, pues como lo expresan los docentes de dicha materia, a los estudiantes les cuesta elaborar modelos a escala. En matemáticas, los docentes manifiestan que las dificultades se hacen explícitas en geometría, cuando tienen que encontrar el volumen de un sólido, crear figuras en 3D como conos, cilindros y esferas. Incluso, los docentes de geografía concuerdan con que los jóvenes tienen dificultades para ubicarse según los puntos cardinales, o para ubicarse en un mapa. Dichas problemáticas abordadas por los docentes han quedado registradas en las actas destinadas para tal fin. (Ver anexo 2).

- 3 Los resultados de pruebas anuales externas del colegio CODEMA I.E.D. evidencian que las metas y objetivos institucionales no se han cumplido de manera satisfactoria, tal como lo muestran las estadísticas de las pruebas SABER de los últimos tres años, en grado once. Teniendo en cuenta que áreas como las Ciencias y las Matemáticas, requieren del dominio de competencias específicas que les permitan hacer razonamientos, solucionar problemas geométrico – métricos, explicar el movimiento de los cuerpos, hacer modelación y representación, se encuentra que hay una correspondencia entre el manejo de las habilidades de orientación, rotación y visualización y la solución acertada en los componentes de las pruebas que requieren del manejo de dichas habilidades. Esto resultados son evidenciables según el análisis presentado por el ICFES, de las pruebas SABER once de los años 2016, 2017 y 2018. (ver anexo 3).

Por otro lado, los resultados obtenidos de los estudios hechos para todas las instituciones del país, en el marco del denominado “Día E” o día Excelencia, en el que se observa con detenimiento el *Índice sintético de calidad* (ISC), el cual detalla los resultados obtenidos en las pruebas, para las áreas de matemáticas y lenguaje en el grado noveno, se observa que para el caso del área de matemáticas en el colegio CODEMA I.E.D., en el año 2017, un 54% de los estudiantes, no contestó correctamente las preguntas relacionadas con la competencia de resolución de problemas, la cual incluye, dificultades para realizar mediciones en superficies y volúmenes, así mismo, evidenció inconvenientes para resolver o formular problemas con modelos geométricos. El 50% de los estudiantes no contestó correctamente las preguntas de la competencia de razonamiento, lo cual refleja dificultades para predecir y explicar los efectos de aplicar transformaciones rígidas sobre figuras bidimensionales. Y el 51% de los jóvenes no contestó correctamente, preguntas relacionadas con la competencia de

comunicación, lo cual revela, dificultades para usar un sistema de referencia para localizar o describir la posición de objetos y figuras. (Ver anexo 4).

4. Al observar estas realidades se evalúan diversas circunstancias que pudieron haber afectado el poco desarrollo de las habilidades espaciales de rotación, orientación y visualización de los estudiantes de grado décimo del colegio CODEMA I.E.D., entre ellas se encontraron: la falta de una revisión curricular pertinente que apunte al trabajo práctico en el aula, el poco espacio académico que existe para organizar una propuesta académica que involucre un trabajo interdisciplinar que permita movilizar el mejoramiento de habilidades en los jóvenes de manera conjunta; y finalmente, el poco o nulo espacio dedicado desde el área de tecnología para crear y desarrollar ejercicios prácticos que permitan el desarrollo de habilidades espaciales en los estudiantes.

Una vez analizadas estas circunstancias surge un gran reto investigativo el cual se esboza mediante la siguiente pregunta de investigación: ¿Qué efecto tiene la aplicación de una Actividad Tecnológica Escolar, diseñada para el potenciamiento de las habilidades espaciales de rotación, orientación y visualización en los estudiantes de grado décimo del colegio CODEMA I.E.D.?

1.2. Objetivos.

1.2.1. General.

Determinar el impacto de la construcción de objetos en 2D y 3D, a partir de ejercicios de maquetado planteados en una ATE, para el desarrollo y favorecimiento de las habilidades espaciales de rotación, visualización y orientación en los estudiantes de grado Décimo del Colegio CODEMA I.E.D.

1.2.2. Específicos.

1. Analizar la forma como los estudiantes de grado décimo del colegio CODEMA I.E.D. resuelven ejercicios de diseño en 2D y 3D, antes y después, de la puesta en práctica de la ATE, cubos divertidos, la cual fue implementada en la clase de tecnología.
2. Describir la forma en que la ATE cubos divertidos puede desarrollar o favorecer las habilidades espaciales de orientación, rotación y visualización en los estudiantes de grado décimo del colegio CODEMA.
3. Establecer relación entre el favorecimiento de las habilidades espaciales de rotación, visualización y orientación a través del desarrollo de la ATE, cubos divertidos, y el manejo de conceptos o saberes previos propios de las áreas STEM.
4. Evaluar los alcances de la implementación de la ATE, cubos divertidos, la cual tiene en cuenta ejercicios de maquetado en 2D y 3D, como estrategia para el favorecimiento de las habilidades espaciales de rotación, visualización y orientación.

1.3. Justificación.

Para la educación del Siglo XXI resulta prioritario dar valor trascendental y protagónico a los sujetos del aprendizaje (los estudiantes), por lo que, como docentes nos vemos hoy convocados a generar metodologías y estrategias pedagógicas que les permitan reconocer y trascender los elementos conceptuales que requieren para afrontar distintas disciplinas académicas y circunstancias de la vida cotidiana y que les darán herramientas para un óptimo

desempeño en el campo profesional. Es así como desde el área de tecnología surge la necesidad de realizar un trabajo investigativo para favorecer el desarrollo de habilidades espaciales en los estudiantes de grado décimo del colegio CODEMA I.E.D.

Al realizar la revisión de distintas fuentes bibliográficas e investigaciones, se ha podido establecer que el desarrollo de habilidades espaciales, es necesario para la mejor comprensión de diversas disciplinas entre ellas las relacionadas con las matemáticas, la ciencia, la tecnología y la ingeniería; así mismo se evidencia la importancia del fortalecimiento de las habilidades espaciales para la mejor comprensión de entornos virtuales y reales, como también para la solución de problemas cotidianos.

Las habilidades espaciales han sido profundamente estudiadas desde diversos campos, entre ellos la arquitectura, la ingeniería, la psicología y la pedagogía, no obstante, y para efectos de la presente investigación se hace referencia a las habilidades espaciales desde los referentes conceptuales ofrecidos por la psicología y la pedagogía.

Debido a las distintas formas como se ha abordado el estudio de las habilidades espaciales se encuentran diferentes formas de definir las: Capacidad espacial, razonamiento espacial o como las cataloga Gardner, desde 1983, inteligencia espacial, sin embargo, la connotación es la misma, como lo refiere la Real Academia de la Lengua española, y los distintos escritos revisados aquí. Los diversos autores internacionales que se presentan en el marco teórico, apuntan a concluir que las habilidades espaciales forman parte de la inteligencia.

Las habilidades espaciales como lo argumenta Newcombe (2010), son fundamentales al momento de abordar contenidos y de predecir el éxito en áreas que conforman el enfoque educativo STEM¹, el cual, busca que los estudiantes construyan sus saberes disciplinares, mediante la relación y el dominio de disciplinas como las matemáticas, la ingeniería, las ciencias y la tecnología.

A nivel Nacional, el interés educativo por desarrollar y fortalecer habilidades en los jóvenes estudiantes, y la motivación porque los procesos de enseñanza y aprendizaje en Ciencia y Tecnología se realicen de manera interdisciplinar, se encuentra sustentado en las propuestas del Ministerio de Educación Nacional MEN (2008), la cual presenta una guía de orientaciones generales para que docentes y estudiantes las asuman; “¡Ser competente en tecnología: una necesidad para el desarrollo!”, en esta se dan a conocer los conceptos claves de esta disciplina, las áreas de relación, el sentido y los alcances de la alfabetización tecnológica, los componentes, competencias y desempeños que han de ser abordados en la escuela desde el grado primero y hasta el grado once. La guía, da valor especial a la relación de la tecnología con otras disciplinas la ciencia, el diseño, la informática y la ética sustentándolas así:

Tecnología y diseño: Aquí se soporta su relación dando valor al diseño como elemento esencial para la resolución de problemas y satisfacer necesidades presentes y futuras. A nivel cognitivo el diseño da lugar:

¹ De la sigla en inglés Science, Technology, Engineering and Math

al desarrollo de procesos cognitivos, creativos, crítico - valorativos y transformadores. Sin embargo, durante el proceso de diseño, es posible reconocer diversos momentos: algunos se relacionan con la identificación de problemas, necesidades u oportunidades; otros, con el acceso, la búsqueda, la selección, el manejo de información, la generación de ideas y la jerarquización de las alternativas de solución, y otros, con el desarrollo y la evaluación. (MEN, 2008, p. 9)

Dicho esto, queda evidenciado que, para identificar problemas, para hacer efectivo el manejo de información y para llevar a cabo el desarrollo de propuestas y su posterior evaluación, los estudiantes han de tener un óptimo desarrollo de habilidades espaciales tal como se plantea en la presente investigación.

Tecnología e informática: la informática se configura como

herramienta que permite desarrollar proyectos y actividades tales como la búsqueda, la selección, la organización, el almacenamiento, la recuperación y la visualización de información. Así mismo, la simulación, el diseño asistido, la manufactura y el trabajo colaborativo son otras de sus múltiples posibilidades Guía 30 ser competente en tecnología. (MEN, 2008, p. 10)

Desde esta perspectiva, tanto las habilidades espaciales, como el trabajo interdisciplinar cobran valor trascendental al momento de hacer efectivo y exitoso el entorno educativo de los estudiantes; para el caso particular la informática pasa a ser un recurso valioso mediante el cual

sé viabiliza, diseña y presenta la ATE, herramienta que permite el favorecimiento de las habilidades espaciales de rotación, visualización y orientación.

Tecnología y ética. En tal sentido, se propone no solo crear y transformar desde la tecnología. “Es imperioso desarrollar un análisis crítico y reflexivo en torno a nuevos temas que afectan a la sociedad, tales como el futuro en peligro, la seguridad, el riesgo y la incertidumbre, el ambiente, la privacidad y la responsabilidad” Guía 30 ser competente en tecnología. (MEN, 2008, p. 11)

Respecto al sentido y los alcances de la alfabetización tecnológica, la Guía 30, deja muy bien sustentado el argumento respecto a la necesidad de que todos los individuos entiendan, reflexionen, y desarrollen habilidades y competencias para la comprensión y solución de problemas cotidianos. “El desarrollo de actitudes científicas y tecnológicas, tiene que ver con las habilidades que son necesarias para enfrentarse a un ambiente que cambia rápidamente y que son útiles para resolver problemas, proponer soluciones, y tomar decisiones sobre la vida diaria” Guía 30 ser competente en tecnología (MEN, 2008, p.12)

De acuerdo con lo planteado anteriormente, y respondiendo a las motivaciones de la presente investigación, se considera importante dar valor trascendental a todas las propuestas y acciones que se puedan implementar al interior del aula, ya que ellas serán fundamentales para que los estudiantes hagan el abordaje de las diferentes áreas del conocimiento, específicamente del área de tecnología, con pertinencia y significancia.

Finalmente, vale la pena resaltar que la alfabetización tecnológica, la cual hace énfasis en el desarrollo de tres dimensiones interdependientes a saber: El conocimiento, las formas de pensar y las posibilidades para actuar, adquirirá verdadero sentido en la medida en que el trabajo en el área de tecnología sea interdisciplinar y potencie el desarrollo de habilidades espaciales, como medios efectivos para la resolución de problemas cotidianos, la proyección profesional y la comprensión del mundo.

De otra parte, en el contexto institucional, el colegio CODEMA I.E:D., siendo consecuente con los lineamientos establecidos por el Ministerio de Educación Nacional y con lo propuesto en su filosofía institucional “Construyendo una comunidad crítica, justa y tolerante”, impulsa a través de las distintas áreas, en sus planes de estudio, estrategias metodológicas con el fin de desarrollar habilidades, competencias y procesos en los estudiantes que les permitan desenvolverse en su contexto y proyectarse en su vida profesional; No obstante, y pese a las diversas actividades que se realizan al interior de las áreas se perciben mayores dificultades en ciencias, tecnología y matemáticas, áreas que requieren desarrollo de habilidades espaciales como la orientación, la visualización y la rotación tan necesarias para la comprensión de sus temáticas.

Específicamente, para el caso del área de tecnología, en grado décimo, cuando se hace el abordaje de temáticas relacionadas con expresión gráfica, vistas de un sólido, figuras geométricas a escala, descomposición de una figuras tridimensionales, se observan grandes dificultades en la mayoría de estudiantes puesto que al momento de plasmar, realizar actividades con elementos tridimensionales como solidos (proyección isométrica); o cuando se les solicita rotar un sólido, para elaborar sus vistas evidencian confusión; finalmente, al solicitarles elaborar

un modelo a escala, tienden a confundir el sentido de orientación en la misma, problemas que continúan hasta ciertos niveles de la educación universitaria (los estudiantes que cursan carreras afines a la ingeniería) las evidencias que se analizan para llegar a esa conclusión parten, tanto de los resultados valorativos obtenidos de las distintas prácticas escolares de los estudiantes, el poco o nulo adiestramiento de los estudiantes desde temprana edad o en los niveles de preescolar y transición a través de juegos didácticos, así como también, en los resultados obtenidos en las pruebas externas (saber noveno), al evaluar el razonamiento espacial de los jóvenes.

En este sentido, y valorando las necesidades específicas del área es que se realiza esta investigación, la cual, busca potenciar las habilidades espaciales de visualización, orientación y rotación en los estudiantes de grado décimo, a partir de maquetado de objetos en 2D y 3D, lo cual será un aporte no solo para el mejoramiento académico en el área, sino que será un aporte significativo para la mayor comprensión de otras disciplinas, para la resolución de problemas cotidianos y para su campo profesional.

2. Antecedentes.

Los antecedentes que se presentan a continuación son el resultado de una profunda y pertinente revisión de fuentes e investigaciones que sugieren relaciones, avances, aportes o similitudes con la investigación aquí planteada. En tal sentido, los antecedentes son un aporte significativo para la consecución de los objetivos aquí propuestos; además, permitirán identificar los vacíos existentes en este campo, los cuales serán, solventados con elementos novedosos en la presente investigación.

Al indagar en distintos documentos se encuentran hallazgos importantes del contexto internacional que nos acercan a investigaciones previas, las cuales son un insumo necesario para conocer las aproximaciones que otros investigadores han tenido frente a la enseñanza de la tecnología; en este sentido, y para las necesidades educativas del ámbito estudiando, se aborda la educación STEM, y su impacto para la mejora de habilidades espaciales, en áreas como el diseño y la ingeniería.

La presentación de antecedentes contiene dos elementos fundamentales: por un lado, investigaciones que evidencian cómo la educación STEM en primer lugar, ha logrado avances importantes para la enseñanza de la ingeniería, tecnología y las matemáticas, y, en segundo lugar, cómo estos hallazgos encuentran necesario el desarrollo de las habilidades espaciales para el éxito en el desarrollo de estas áreas, para la resolución de problemas y para la comprensión y transformación de la realidad.

2.1. Educación STEM.

De acuerdo con lo dicho anteriormente, en primer lugar, vale la pena resaltar que la enseñanza de la tecnología en el ámbito internacional ha ganado un espacio muy importante gracias al enfoque dado por la educación STEM, la cual presenta una orientación interdisciplinar del aprendizaje que desafía a las mentes jóvenes con la tarea de hacer un mundo mejor.

El acto de aprender en la actualidad requiere de la integración de saberes disciplinares, puesto que, tal como sucede en la vida cotidiana, el estudiante se relaciona con el mundo a partir de dinámicas complejas que le permiten valorar y vivir el mundo como un todo dinámico. La enseñanza y el aprendizaje STEM integra información y conocimientos que permiten a los jóvenes actuar en contextos reales e interdisciplinares permitiendo así desarrollar mentes de diseño, en palabras Keane (2012): “Las mentes del diseño hacen referencia a personas capacitadas en STEM las cuales están preparadas para asumir retos sociales, culturales, tecnológicos, ambientales y económicos, presentes y futuros a nivel de transformaciones tecnológicas” (p. 61).

Los procesos de formación en Ciencia y Tecnología en el siglo XXI deben ser cada vez más dinámicos y han de procurar ser impulsados en la escuela desde corta edad, esto debido a que, según estudios realizados en los últimos años, cada vez menos jóvenes parecen estar interesados en problemas que están relacionados con lo científico-tecnológico. “Esta situación se refleja en el alto número de estudiantes que terminan la etapa de estudios formales sin una buena preparación en ciencia, lo cual conlleva a un considerable descenso de matrículas en carreras científicas” (Bogdan y Greca, 2016, p. 1).

En este sentido, con la puesta en práctica de la educación STEM se busca favorecer la alfabetización científica en los estudiantes, pues se dice que una de las principales causas del desinterés por estas disciplinas se debe a una actitud negativa hacia la ciencia. Como lo indican Osborne y Dillon (2008), esta situación se convierte en un reto para la educación actual, se hace necesario volver a imaginar la educación científica para un mundo posmoderno. Las nuevas propuestas educativas deben incluir retos que compensen las necesidades de los estudiantes de hoy, puesto que a nivel educativo existen deficiencias en el currículo, en las estrategias didácticas, en las pedagógicas, y en la evaluación.

En una investigación realizada por Castellanos y Lozano (2009), a una escuela rural de Colombia, los autores encontraron un aporte fundamental del modelo STEM a los procesos de formación de los estudiantes. En el diagnóstico inicial de su trabajo, los investigadores identificaron algunas dificultades de los jóvenes para desarrollar competencias y habilidades a través de ejercicios concretos “ los estudiantes presentan dificultades en las competencias para operar con los conceptos y procedimientos relacionados con el espacio (formas y figuras en el plano) y con las magnitudes (longitud, área, volumen, capacidad, masa), así como en las habilidades necesarias para interpretar datos y realizar inferencias y estadísticas sencillas” (p.1).

La intervención realizada a los estudiantes, la cual consistió, en la elaboración y aplicación de guías, talleres y actividades relacionadas con STEM, tuvo gran impacto de acuerdo con los resultados expuestos por los investigadores. El uso del modelo STEM, con una herramienta como la robótica en el aula, permitió desarrollar, en los jóvenes, el trabajo autónomo y colaborativo; de la misma manera, el ensayo y error permitió el cumplimiento de las metas propuestas en la investigación, finalmente, de acuerdo con los resultados obtenidos del estudio,

el Modelo STEM, permitió potenciar el trabajo interdisciplinar, el desarrollo de habilidades y el pensamiento científico en el grupo intervenido.

La aplicación del modelo STEM, tal como lo concluyen Castellanos y Lozano (2009), brinda escenarios distintos y motivadores los cuales favorecen el aprendizaje significativo y contextualizado de los estudiantes. El uso de la robótica, como práctica pedagógica innovadora, generó mejoras en la comprensión de las matemáticas, la física y la tecnología, puesto que, gracias a esta experiencia, se desarrollaron habilidades en los jóvenes que les permitieron la conceptualización y práctica de operaciones básicas, establecer relaciones espaciales, generar mediciones y establecer comparaciones, mientras se construían modelos.

Los argumentos hasta aquí expuestos, permiten validar el modelo STEM, como estrategia que contribuirá con el favorecimiento de las habilidades espaciales de rotación, orientación y visualización, en los estudiantes de grado décimo del colegio CODEMA. I.E.D., al incluir el modelo STEM se tendrá la posibilidad de realizar una actividad tecnológica escolar que incluya elementos de las matemáticas, de la ciencia y de la tecnología, para el mejoramiento de dichas habilidades.

2.2. Las habilidades espaciales.

De acuerdo con (Weckbacher y Okamoto, 2015, p. 35) estudios recientes han demostrado que las fortalezas en las habilidades espaciales son la clave del éxito en STEM pero que, pese a ello estas habilidades están infravaloradas en nuestro sistema educativo, y que por lo tanto rara vez están incorporados en la enseñanza en el aula. Razón por la cual investigaciones actuales,

buscan crear talleres, propuestas didácticas y metodologías que, reconociendo el valor intrínseco de las STEAM, permitan el fortalecimiento de habilidades espaciales las cuales le serán de gran ayuda para sus futuras profesiones. Cada vez más, hay evidencias para sugerir asociaciones fuertes entre la capacidad espacial y el éxito en la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (Wai, Lubinski y Benbow, 2009, como se citó en Weckbacher y Oka moto, 2015, p. 35).

La capacidad espacial se refiere a la habilidad de poder generar y manipular imágenes o, como postula (Clement y Battista, 1992, como se citó en Godino, Cajaraville, Fernández y Gonzato, 2012, p. 4) la capacidad de ver, inspeccionar y reflexionar sobre objetos espaciales, imágenes, relaciones y transformaciones, los objetos espaciales se pueden concebir como los cuerpos físicos que están a nuestro alrededor, sus posiciones físicas en el espacio, las imágenes que son las representaciones mentales de dichos objetos, su relación y transformación a nivel psicológico. Puede involucrar elementos tales como la recreación de un patrón visual en la memoria, comparando patrones visuales, o haciendo una transformación mental y requiere la manipulación de representaciones internas (mentales). La habilidad espacial incluye trabajar con imágenes mentales o, más específicamente, imágenes espaciales (Hegarty y Waller, 2005). Las imágenes espaciales se refieren a una representación de las relaciones espaciales entre las partes de un objeto, la ubicación de los objetos en el espacio o su movimiento, Hegarty y Waller (2005, p.144). Estos procesos podrían involucrar imaginar la transformación de una configuración espacial particular, como realizar una rotación, visualizar la apertura de un cubo, o encontrar las posiciones relativas de los objetos en un mapa.

Dicho esto, se puede catalogar como esencial dentro de la clase de tecnología dar cabida a la educación STEM y a la formación y desarrollo de habilidades espaciales las cuales, permitirán a los estudiantes tanto de primaria como de secundaria, la apropiación de conceptos tales como volumen, rotación, razonamiento, escala, plegado, entre otras, la transferencia de conocimientos, y la comprensión de estos conceptos en contextos reales; como también será el impulso para incursiones en el campo de la Ciencia en su vida profesional.

Respecto a la forma como se ha venido trabajado en el desarrollo de habilidades espaciales en el aula, autores como (Jirout y Newcombe, 2015, p. 302) revelan que el uso de juguetes como puzzles, rompecabezas, bloques de construcción y actividades espaciales permiten mejorar las habilidades espaciales. Por ejemplo, al emplear un diagrama para completar una estructura de bloques de construcción, un niño practica la correspondencia uno a uno y la escala espacial. Al armar un rompecabezas, un niño usa la rotación mental para unir piezas de imágenes. Asimismo, en casi todas las edades, se ha encontrado que los hombres superan a las mujeres en ejercicios de rotación mental, aunque las características de este ejercicio también parecen influir en el resultado de dicha tarea en cuanto a género respecta (Miller y Halpern, 2014, como se citó en Jirout y Newcombe, 2015, p. 303).

En una investigación realizada por (Revina, Zulkardi y Darmawijoyo, 2011, p.2), se analiza la dificultad de los estudiantes de grado quinto al manejar el concepto de volumen porque solo tenían en cuenta la parte frontal del sólido y la parte posterior no la incluían en la medición, para lograr que los estudiantes puedan realizar esta actividad se propone una actividad en clase que permita desarrollar la visualización espacial (manipulación mental de objetos tridimensionales), en un primer momento los estudiantes dibujan varios cuadrados en una hoja,

los recortan y comienzan a elaborar un cuadrado más grande, posteriormente con cajas de té cuadradas elaboran un cubo comenzando por la base y por capas lo completan, para terminar lo hacen con bloques de construcción donde el alumno debe predecir cuantos bloques va a necesitar para la elaboración del sólido, por ultimo le piden a los estudiantes que dibujen el cubo en una hoja de papel teniendo en cuenta las vistas del objeto, esta práctica permitió desarrollar habilidades espaciales en un número significativo de estudiantes. El estudio reveló que realizar una medida de volumen, para los niños era muy complejo, puesto que requería que los estudiantes tuvieran este dominio desarrollado.

Concretamente, Ben y Haim (1985, como se cita en Revina, Zulkardi y Darmawijoyo, 2011) indican los errores que los estudiantes de los grados 5-8 cometieron en la medición del volumen, tareas con matrices de cubos tridimensionales están relacionadas con algunos aspectos de visualización espacial, como la habilidad de "leer" la representación bidimensional de objetos sólidos. Al realizar la intervención, los autores elaboran secuencias didácticas² en las cuales se proponen ejercicios tridimensionales con cubos de construcción, con objetos tridimensionales de la vida cotidiana y con prototipos, en primer lugar, se fortalece la observación, posteriormente, se lleva a la reflexión sobre el objeto representado (razonamiento espacial) para posteriormente plasmarlo en el papel.

Una vez realizado el dibujo con sus respectivas vistas, se reorienta la dinámica comparando la propuesta inicial, buscando que el estudiante logre mejorar el proceso inicial al representarla en objetos estructurados en 3D. Los investigadores concluyen que los estudiantes

² Planeación estratégica de actividades a seguir para alcanzar objetivos y propósitos muy concretos

necesitan practicar o entrenar con tareas concretas que permitan ir aumentando el nivel de complejidad, con lo cual pueden adquirir nuevas habilidades espaciales.

(Liao, 2017 p.2) evidencia en su investigación sobre la construcción de cajas de cartón que es el proceso de plegar, cortar y pegar generando un elemento tridimensional, donde el éxito del diseñador está relacionado con la capacidad de entender las relaciones espaciales, debido a que las habilidades espaciales están ampliamente relacionadas con el diseño arquitectónico y mecánico. Para que los estudiantes tengan éxito en el desarrollo de las Ciencias, matemáticas y tecnología se hace indispensable fortalecer dichas habilidades. La habilidad espacial, la imaginación y la orientación espacial logran un alto nivel de conocimiento arquitectónico (Gobert, 1999, como se citó en Liao, 2017 p.2). Cuando los diseñadores carecen de estas habilidades, su rendimiento en el diseño de productos se ve notoriamente afectado.

Las habilidades espaciales, que son un tipo de habilidad mental, son un indicador de la inteligencia humana (Neisser y otros, 1996, citado por Liao, 2017, p.4). La literatura referida a estos estudios indica que, en vez de hablar de una sola habilidad, estas comprenden varios componentes. Las habilidades espaciales son cruciales para que las personas se puedan involucrar y puedan participar en rutinas diarias y en el aprendizaje de la ciencia. Diversos estudios han confirmado que las habilidades espaciales están estrechamente relacionadas con el aprendizaje de la ciencia y las operaciones mecánicas (Black, 2005; Huk, 2006; Liao, 1999 y Newcombe, 2010). (McGee, 1979, citado por Liao, 2017, p.4) indicó que las habilidades espaciales comprenden las habilidades de visualización espacial y orientación espacial. (Linn y Petersen, 1985, citado por Liao, 2017, p.4) afirmó que las habilidades espaciales comprenden las habilidades de percepción espacial, rotación espacial e imaginación espacial. (Macnab y

Johnstone, 1990 como se citó en Liao, 2017, p.4) describieron las habilidades espaciales como las habilidades para convertir estructuras 3D en imágenes 2D generadas por los diseñadores, visualizar las estructuras tridimensionales de objetos 2D e identificar cambios en la dirección estructural de objetos.

De acuerdo con Lohman (1979), las habilidades espaciales son las habilidades utilizadas para convertir imágenes 2D en 3D, cuyo proceso implica generar, retener y manipular objetos. Lohman (1988) concluyó que las habilidades espaciales incluyen tres dimensiones: relaciones espaciales, orientación espacial y visualización espacial.

Dentro de los resultados obtenidos por Liao (1999) se afirma que recibir la capacitación adecuada para mejorar las habilidades espaciales permite a los diseñadores mejorar su desempeño en el diseño de productos 3D.

El entrenamiento de habilidades espacial es requerido para lograr un mejor desempeño en las labores de diseño. Para mejorar la enseñanza de la capacidad espacial, el autor sugiere seguir los métodos de entrenamiento que describe en la investigación. (Samsudin, 2011, como se citó en Liao, 2017, p.13).

El escaso dominio de estas habilidades puede afectar cualquier campo del diseño, la construcción de objetos a escala y el desempeño en ejercicios de la realidad cotidiana. Vásquez, García y Noriega (2012) muestran los resultados de la aplicación de una propuesta didáctica para la enseñanza de las proyecciones, desarrollada con alumnos que cursan el CBC en la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de UBA. El objetivo central del trabajo fue evaluar la

diferencia en rendimiento académico en relación con el uso del recurso didáctico de maquetas, controlando la variable de capacidad espacial.

A manera de conclusión los autores evidencian que, dentro de los recursos didácticos, el uso de elementos reales, como la maqueta, permite mejorar el rendimiento a partir de condiciones equivalentes de competencia espacial de los alumnos Vásquez, García y Noriega, (2012, p.5). La prueba de esta hipótesis tiene una relevancia teórica y práctica. En el aspecto teórico avala los estudios sobre el desarrollo de esta competencia, en el sentido de que la manipulación de sólidos facilita el pasaje del nivel perceptivo al operatorio, con la condición de que la guía constante del docente dirija el proceso de captación del sentido de las transformaciones realizadas, sugiriendo la reflexión sobre las propias acciones y sobre sus resultados (Vásquez, García y Noriega, 2012, p.5)

Por otra parte, en el aspecto práctico, el uso de maquetas es accesible para todo el alumnado, a diferencia de otros dispositivos, como los digitales.

A manera de precisión en cuanto al manejo de los conceptos de habilidad y capacidad espacial se consideran estos como sinónimos, tal como lo expone la Real Academia de la Lengua española.

De acuerdo con (Uttal y Cohen, 2012; Lubinski y Benbow, 2009, citados por Newcombe, 2015, p. 302) las habilidades espaciales tienen cabida importante en la educación STEM porque permite potencializar a los estudiantes en dichas asignaturas. De acuerdo con la documentación hecha se evidencia la necesidad de incursionar en la educación STEM, como medio para realizar

interdisciplinariedad, pues es justo allí en la convergencia de saberes donde se puede incentivar a los estudiantes para que se involucren de manera más comprometida con la ciencia, la solución de problemas reales y tengan mayor perfilamiento en el ámbito profesional.

En otro sentido, el desarrollo de habilidades espaciales mediante la transformación de objetos en 3D, se rescata como elemento esencial para la mayor comprensión de distintos saberes, el dominio del espacio y la configuración de capacidades en entornos reales.

De acuerdo con la revisión de antecedentes realizada, se encuentra pertinente y oportuno para la presente investigación, contar con el modelo STEM, como estrategia para favorecer las habilidades espaciales de los estudiantes de grado decimo del colegio CODEMA I.E.D, ya que como lo sustentan las diversas investigaciones y autores, por un lado STEM, permite el manejo transdisciplinar de las áreas, lo cual motiva y despierta interés en los estudiantes para abordar el conocimiento de manera totalizada. El conocimiento visto así los lleva a resolver problemas del aula, tal como los resuelven en la vida cotidiana, de manera contextualizada e integrada. Por otro lado, se encuentra que las habilidades espaciales son educables, es decir que se pueden fortalecer mediante la práctica con distintos ejercicios, entre ellos los de maquetado de objetos en 2D y 3D, los cuales permitirán que los estudiantes tengan un mayor dominio de la orientación, la rotación y la visualización, habilidades ineludibles en las áreas de tecnología, ingeniería, matemáticas, en ciencias, en diseño, en expresión gráfica; e incluso en dominios necesarios para la solución de problemas cotidianos y como aporte para su vida profesional.

3. Marco Teórico.

La educación en tecnología requiere como en las demás áreas del conocimiento, sustentos epistemológicos que permitan tanto a docentes como a estudiantes cualificar procesos de enseñanza y aprendizaje en el aula, los cuales han de trascender a distintos contextos (profesionales o laborales), es decir de elementos conceptuales que les permita a los estudiantes moverse y transformar el mundo.

En la presente investigación se abordan conceptos fundamentales tales como los de habilidad espacial, este concepto el cual está ampliamente profundizado, cuenta con gran variedad de documentos e investigaciones que lo sustentan, no obstante, y para fines del presente trabajo se encuentra oportuno contar con los aportes dados por algunos autores los cuales han hecho contribuciones importantes para el fortalecimiento de este componente en el campo educativo; en esta misma dinámica se pretende dar a conocer algunas de las más reconocidas clasificaciones que se han hecho, y se mostrarán algunas de las formas más significativas en las que se han implementado y evaluado las habilidades espaciales.

Otro componente importante en marco teórico de la presente investigación tiene que ver con el análisis de elementos relacionados con el movimiento STEAM: origen, génesis y aportes del modelo y su relación con las habilidades espaciales.

Finalmente se presenta una breve contextualización de lo que ha significado la educación STEM para el caso colombiano y su influencia en el desarrollo de habilidades en la educación escolar.

3.1. Habilidades espaciales.

Definir de manera concreta el concepto de habilidad espacial resulta muy complejo debido a que, por un lado, han sido varios los campos que se han dedicado a ello (ingeniería, psicología, educación, diseño) y por otro, porque la génesis del concepto ha sobrepasado más de 80 décadas donde se han percibido formas distintas de abordar el tema.

3.2. Habilidad, inteligencia o capacidad.

A manera de precisión inicial vale la pena anotar que al realizar la investigación se encuentran varios autores que hacen referencia a este concepto como: inteligencia espacial, Gardner (2011); capacidad espacial, Thorndike (1921); habilidad espacial Carroll (1993), no obstante como lo afirmara Carroll (1993, p. 3) aunque el término habilidad es de uso común tanto en la charla cotidiana como en las discusiones científicas entre psicólogos, educadores y especialistas, su precisa definición exacta pocas veces se explica o se considera.

La Real Academia de la Lengua española define el concepto de habilidad como la capacidad, disposición o destreza para ejecutar una acción; y en ese mismo sentido el término capacidad, se define como una cualidad de capaz, es decir como la posibilidad que tiene un sujeto para ejecutar una acción con talento, aptitud o cualidad; así mismo el término inteligencia, se define como capacidad, de entender o comprender, con lo cual queda evidenciado que la terminología inicial en la presente investigación se puede mover en estos términos sin que ello implique un cambio epistemológico, de su concepción. No obstante, y para dar precisión en la presente investigación se hace alusión al término de habilidades espaciales.

Cuando Gardner (1995), realiza su análisis en torno a las inteligencias múltiples, argumenta que la inteligencia es la capacidad necesaria que tiene un individuo para resolver problemas, la cual requiere que se establezcan objetivos y métodos para resolverlos. En cuanto a la inteligencia espacial, la relaciona con aspectos biológicos (explicación del dominio de los hemisferios cerebrales) y con capacidades implicadas (habilidades para presentar ideas visualmente, crear imágenes mentales, percibir detalles, dibujar bocetos). Dicho esto, y retomando a Gardner se puede concluir que el desarrollo de habilidades espaciales permite la resolución de problemas reales o imaginarios que requieran de dominio visual, manipulación de objetos mapeo y ubicación en el espacio.

Por su parte Carroll (1993), para definir las habilidades espaciales, destaca principalmente el concepto de habilidad. “La habilidad general se refiere a todo tipo de tareas, pero especialmente a aquellas de tipo cognitivo o intelectual”. La habilidad espacial tiene que ver con un tipo definido de tarea. (Carroll, 1993, p. 4). (Thorndike, 1921), es un referente histórico trascendental a tener en cuenta por cuanto define la capacidad espacial como un factor importante de la inteligencia humana, el cual requiere de herramientas para su medición (Thorndike, 1921, como se citó en González, 2016).

En suma, y retomando a Saorín (2006), las habilidades espaciales, se relacionan con la habilidad de operar de forma mental los objetos y sus componentes en un espacio bidimensional y tridimensional:

“Desde la perspectiva de su medición se puede entender como la habilidad de realizar rotaciones y comparaciones de cubos bidimensionales y tridimensionales (relaciones

espaciales) y la habilidad de reconocer piezas tridimensionales mediante plegado y desplegado de sus caras (visualización espacial)” (p. 17)

Reconociendo la importancia de las habilidades espaciales como factor necesario para que los estudiantes tengan éxito en sus procesos de formación académica a continuación se relacionan algunos investigadores, los cuales, han realizado distintas categorizaciones de estas habilidades a saber:

3.3. Clasificación de las habilidades espaciales.

Distintas investigaciones han elaborado contribuciones acerca de cómo se pueden subdividir las habilidades espaciales para facilitar su estudio. McGee (1979) por ejemplo, distingue cinco componentes de las habilidades espaciales: percepción espacial, visualización espacial, rotaciones mentales, relaciones mentales y orientación espacial.

De otra parte, autores como Maier (1979), Linn y Petersen (1982), y demás, como se puede observar en el siguiente cuadro tomado de Saorín (2006), centran sus subdivisiones en máximo tres componentes:

Autor	Componentes del factor espacial	
McGee(1979)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Relaciones espaciales (SR) ✓ Percepción espacial (SP) ✓ Visualización espacial (SV) ✓ Rotación mental (MR) ✓ Orientación espacial (SO) 	5 Componentes
Maier (1998)		
Linn y Petersen (1982)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Percepción espacial. ✓ Visualización espacial. ✓ Rotación espacial. 	3 Componentes
Pellegrino (1984)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Relaciones espaciales. (incluye rotaciones mentales y percepción espacial). ✓ Visualización espacial. 	2 Componentes
Olkun (2003).		
Carroll (1993).	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Rotación Mental. ✓ Visualización espacial. 	2 Componentes

Figura 1. Clasificaciones de las habilidades espaciales (Saorín 2006, p. 54)

No obstante, como en la presente investigación se hace referencia concretamente a tres habilidades espaciales (visualización espacial, rotación espacial y orientación espacial), para clarificar sus significados, se hace uso de distintos autores.

La visualización espacial como la refiere Gutiérrez (1991), tiene en cuenta como elemento fundamental las imágenes mentales o representaciones mentales que los individuos pueden hacer de objetos físicos, relaciones, conceptos entre otros. La visualización es tenida en cuenta mediante, la construcción de estas formas.

Maier (1998), entiende la visualización espacial, como “la capacidad de manipular mentalmente, las imágenes visuales esto puede implicar imaginar las rotaciones de objetos en el espacio.” Así mismo, se reconoce la afirmación de Pellegrino, Alderton, y Shute, (1984) y Olkun, (2003), quienes explican la habilidad de visualización espacial como “la habilidad de reconocer objetos tridimensionales mediante el plegado y desplegado de sus caras.”

La rotación espacial es definida como la velocidad mental para girar formas simples reconocerlas en otra posición; la visualización espacial se define como la capacidad de manejar mentalmente formas complejas. (Saorín, 2006, p. 54).

En particular, en relación con la presente investigación, la rotación espacial, va a ser considerada en términos de la representación de las formas tanto bidimensionales como tridimensionales, las cuales se mueven en el espacio.

Respecto a la *orientación espacial*, Maier (1998), afirma que esta “es la capacidad que tienen el individuo de orientarse física o mentalmente en el espacio. La posición espacial de una persona es esencial para esta tarea”, así mismo, Potter y van der Merwe (2003) aseveran que la orientación espacial “Es considerada como la capacidad de orientarse en el espacio con relación a otros objetos y la conciencia de donde se encuentra el observador”

En cuanto a la orientación espacial, en el presente trabajo se hace reconocimiento de esta, a partir de la identificación de la posición en la que se presentan figuras bidimensionales y tridimensionales, de la agilidad mental y del dominio que tienen los estudiantes para rotarlas en distintas direcciones.

3.4. Modelo STEM.

El modelo STEM, el cual sirve de base para la sustentación teórica de la presente investigación, es fundamental para respaldar la importancia que tiene el saber interdisciplinar en

el desarrollo de las habilidades espaciales, no obstante, se encuentra que tanto el modelo STEM, como el constructivismo y el construccionismo, se entrelazan para la creación de la estrategia que permitirá el favorecimiento y desarrollo de las habilidades de rotación, orientación y visualización.

La palabra STEM es el acrónimo que se utiliza para aludir al estudio y la práctica profesional en diversas áreas de la ciencia, tecnología, ingeniería, y matemáticas.

Las definiciones que se presentan sobre lo que significa STEM varía de un teórico a otro. Así, mientras que la mayoría de las propuestas defienden una educación STEM de cada disciplina por separado, otros defienden un enfoque multidisciplinar. Pese a ello, en general, el significado de la educación STEM se refleja en sus principales objetivos: (a) responder a los desafíos económicos presentes en todas las naciones, (b) identificar las necesidades de los trabajadores que requieren un conocimiento más flexible y nuevas habilidades para ajustarse a los requisitos laborales y sociales actuales, y (c) hacer hincapié en la necesidad de solucionar los problemas tecnológicos y medioambientales a través de la alfabetización científica de los estudiantes. (Bodgan, T y Greca, I. 2016. p.2).

3.5. Origen, Evolución y aportes.

En consonancia con Bodgan, T y Greca, I. (2016). Se encuentra que pese a la búsqueda de documentación que dé cuenta de las diversas teorías que sustentan este movimiento, solo se identifican programas que incluyen este modelo a partir del año 2013 con las siguientes características:

Hill y Associates (2013) indica que (1) hay una ausencia de estudios empíricos y marco teórico para guiar el diseño y la implementación de programas STEM, (2) la gran mayoría de propuestas se desarrollan en horario extracurricular, y (3) los programas, generalmente, tienen como destinatarios los alumnos de Educación Secundaria y sus familias. (Bodgan, T y Greca, I. 2016. P.4).

No obstante, se encuentra que debido al gran interés que existe por motivar la educación científica desde temprana edad, este modelo se ha venido aplicando en algunas instituciones internacionales con efectos muy positivos, de los cuales se destacan: mejora en los resultados conseguidos en Matemáticas y Ciencias; Incremento de la motivación para aprender; transferencia de los conocimientos y habilidades para resolver problemas del mundo real y retención de saberes a largo plazo. (Ocaña, G. Romero, A y Gil, F 2017).

La relación existente entre las Matemáticas, Ciencias y Tecnología es inherente a estas disciplinas. De lo que se trata con la educación STEM es de generar, de manera intencionada, procesos de investigación científica para el aprendizaje conjunto de nuevos conceptos de Matemáticas, Ciencias y Tecnología dentro de un proceso práctico de diseño y resolución de problemas, tal y como se hace en Ingeniería en el mundo real. Ocaña, G. Romero, A y Gil, F (2017).

Respecto a lo mencionado anteriormente, se puede observar como dentro de los procesos prácticos de enseñanza se requiere del desarrollo de habilidades espaciales, no solo como herramienta para conceptualización de contenidos específicos, sino, como elemento fundamental

para la comprensión de entornos reales. En el siguiente capítulo en el cual se abordan los referentes pedagógicos que orientan la investigación, se retoma nuevamente el movimiento STEM, como modelo pedagógico y se hacen las argumentaciones correspondientes.

3.6. La educación STEM y el desarrollo de las habilidades espaciales.

La elaboración de imágenes mentales tridimensionales a partir de representaciones simbólicas, bidimensionales (al igual que el proceso inverso) es uno de los mayores logros en el avance de los individuos, de tal manera que su desarrollo está enmarcado por elementos fundamentales como lo son: la aptitud, la destreza y la habilidad. Sánchez Carlessi y Reyes Romero (2003), consideran que la habilidad se organiza sobre la base de la aptitud y que ella requiere de aprendizaje y entrenamiento para poder concretarse, dicho de otra manera, la forma más evidente para el desarrollo de habilidades espaciales proviene de la práctica y el entrenamiento.

Respecto a la medición de habilidades espaciales, una vez hecha la documentación pertinente, se encuentra que la psicología ha realizado grandes aportes que han servido como soporte para medir a partir de test los avances en el desarrollo de habilidades espaciales principalmente en estudiantes de ingeniería y diseño.

(Kelly como se citó en Villa 2017), realizó un análisis de artículos relacionados con ingeniería y expresión gráfica publicados desde 1966 respecto a la forma como se evalúan las habilidades espaciales, encontrando que 24 test eran los utilizados con mayor frecuencia en educación y expresión gráfica. Así mismo aplicó una encuesta en línea a los miembros de

Engineering Design Graphics División, con el propósito de averiguar qué pruebas consideraban las más importantes para evaluar habilidades espaciales, encontrando que de las 24 tres en su orden fueron las más importantes:

- MCT, Mental Cutting Test
- MRT, Mental Rotation Test
- PSVT: R. Purdue Spatial Visualization Test. Villa (2016).

A continuación, en la tabla se pueden observar los test retomados por Kelly, los cuales están clasificados de acuerdo con el orden de preferencia, el autor que lo propuso y la descripción.

TEST	AUTORES	DESCRIPCION
Purdue Spatial Visualization Test: Visual of Rotations (PSV:R)	(Guay 1977)	Aplicar a un sólido la misma rotación que otro ya rotado
Mental Rotations Test (MRT)	(Vandenberg y Kuse 1978)	Versión del test mental rotation task de Shepard y Metzler (1971) identificar formas en 3D como representaciones rotadas de un objeto.
Mental Cutting Test (MCT)	(CEEB 1939)	Determinar la sección que produce un plano en un solido
Purdue Spatial Visualization Test: Visual of views	(Guay 1977)	Indicar desde donde se ha observado un objeto para visualizar una perspectiva dada.
Paper Folding Test (PFT)	Ekstrom, Frech y Harman, 1976	Escoger entre cuatro piezas desarrolladas de papel, cual es la misma que el modelo plegado dado
Differential Aptitude Test-Space Relation (DATSR)	(Bennett et al. 1973)	Relacionar una forma tridimensional con la imagen de su desarrollo en 2D

3-Dimensional Cube Test (3DC)	Gittler, 1998	Elegir entre 6 vistas, la que corresponde a una rotación de un cubo dado. Opciones también de “no se” o “ninguno”
Differential Aptitude Test- Mechanical Reasoning (DAT-MR)	Bennett Seashore y Wesman. 1973	Elegir entre dos opciones a partir de un dibujo sobre principios elementales de mecánica
Haptic Visual Discrimination Test (HVDT)	McCarron y Dial 1976	Requiere habilidades de sensibilidad táctil, síntesis espacial y capacidad de integrar información parcial de un objeto en su conjunto. Se manipula un objeto en una mano sin verlo. Y se selecciona un objeto correspondiente en un gráfico de identificación con la mano libre.
Guilford- Zimmerman Aptitude Survey- Spatial Orientation	Guilford y Zimmerman, 1948	Capacidad para ver cambios en dirección y posición. Marcar como ha cambiado la posición de un bote desde una primera imagen hasta otra segunda
Guilford Zimmerman Aptitude Survey – Spatial Visualization		
Surface Development Test	Ekstrom, French y Harman 1976	Se da un desarrollo y una perspectiva de un sólido. Consiste en relacionar caras o aristas entre las dos imágenes
Revised Minnesota Paper Form Board Test (RMPFB)	Rensis Likert y Quasha 1995	Determinar si una pieza puede completarse con una serie de trozos de papel recortado
Closure Flexibility-Concealed Figures Task (CFT)	Thurstone and Jeffrey 1984	Capacidad de mantener una configuración en mente a pesar de la distracción.
Cube Comparisons Test (adapter from Thurstone’s Cubes)	1976	Cada ítem presenta 2 dibujos de un cubo. Decir si pueden ser del mismo cubo o no.
Group Embedded-Concealed Figures Test (various adult and children’s versions) (EFT-CEFT)	Witkin, 1950	Encontrar una figura simple incluida dentro de una imagen más compleja.

Minnesota Paper Form Board Test	Likert y Quasha. 1994 (Revised)	Discernir los componentes de una figura desordenada y decidir que figura muestra la unión ordenada de ellas
SRA Mechanical Aptitudes-Space Relations	Science Research Associates. 1947	Valora aptitudes de mecánica
Mutilated Cube Test (Clare V. Mann)		
SRA Primary Mental Abilities	Optometric Extension Program 1995	Elegir, entre cinco opciones

Tabla 1. Tipos de test que permiten evaluar las habilidades espaciales. (como se citó en Villa 2017 p. 68)

Documentados los diferentes test que permiten medir el desarrollo de habilidades espaciales en estudiantes de ingeniería y expresión gráfica se encuentra que estos, no realizan mediciones de manera integral o conjunta de los componentes objeto de estudio de la presente investigación, rotación, visualización y orientación; como tampoco permiten valorar los alcances del uso de áreas del conocimiento tales como las matemáticas, la tecnología y las ciencias las cuales hacen parte del modelo STEM, como medios que buscan potenciar habilidades espaciales en estudiantes de secundaria, específicamente de grado décimo.

En tal sentido se encuentra pertinente recurrir a un estudio realizado por la Universidad Católica del Norte escrito por Tristancho, Contreras y Vargas (2014), la cual ejecutó una evaluación de técnicas tradicionales y TIC para el desarrollo de habilidades espaciales a un grupo de estudiantes quienes en su proceso de formación relacionan el desarrollo de habilidades con el modelo STEM.

La Universidad Católica del Norte, argumenta y documenta que hay gran variedad de estudios respecto al desarrollo de habilidades espaciales, no obstante, presenta dos métodos que

ella considera clásicos para el favorecimiento de habilidades espaciales, los cuales a su vez son un gran referente para el presente estudio.

“Estudios completos a nivel de doctorado sobre este tema de desarrollo de habilidades espaciales se encuentran disponibles en la literatura (Melgosa 2012, Martin 2009, Gutiérrez 2010), además de robustas y prolongadas investigaciones realizadas en la Michigan Technological University, guiadas por la profesora Sheryl Sorby y su grupo de investigación, con una experiencia de más de 20 años en el tema (Sorby, 2007). Los métodos de desarrollo de habilidades que se encuentran oportunos para el desarrollo de habilidades espaciales se pueden dividir en dos tipos: Métodos clásicos basados en papel y modelos físicos, y los métodos basados en herramientas tecnológicas o TIC. Universidad Católica del Norte” (UCN, 2014, p. 39).

Con base en los métodos planteados anteriormente, y para el caso de esta investigación, se recurre, a manera de referencia, al método basado en papel y modelos físicos para la generación de vistas ortogonales a partir de proyecciones asimétricas en un plano y con materiales blandos.

Generación de vistas ortogonales a partir de proyecciones asimétricas

“Las vistas axonométricas y en caso particular las isométricas, son las formas más comunes de representar objetos tridimensionales en papel, con el objetivo de dar una idea más clara del sólido, pero sacrificando la exactitud dimensional e incrementando la dificultad de interpretación de aristas no visibles y posibles superposiciones de bordes.

Los ejercicios básicos de interpretación de sólidos a partir de representaciones isométricas consisten en la generación de vistas ortogonales a partir de su representación axonométrica (Ver Figura 2). Este tipo de ejercicios son los más utilizados en ambientes clásicos de aprendizaje debido a su facilidad de reproducción, aplicación en el salón de clase y muy bajo costo de generación”. UCN (2014).

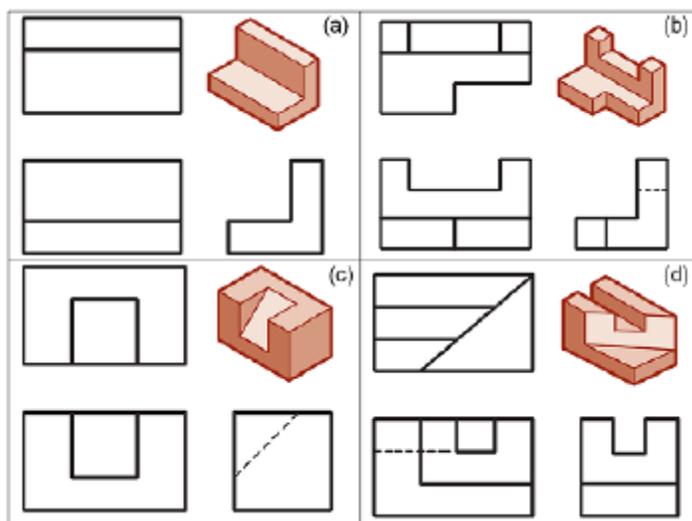


Figura 2. Vistas axonométricas. Adaptado de: Bertolini G. (2006)

Los ejercicios de la figura 2, consisten en presentar cinco objetos en proyección isométrica, tomados de los ejercicios del libro *Fundamentals of Graphics Communication*, donde los estudiantes deben generar las vistas ortogonales. Tristancho Ortiz, J. A., Contreras Bravo, L. E. y Vargas Tamayo, L. F. (2014).

Generación de vistas ortogonales construyendo modelo físico en material blando:

Una de las técnicas más usadas en la literatura clásica para el aprendizaje de habilidades espaciales es la creación en material suave y maleable; del sólido equivalente a una serie de vistas ortogonales suministradas. El material usado es generalmente Poliestireno - Icopor, arcilla, plastilina, espuma floral o jabón. El proceso consiste en tallar el material base poco a poco, haciendo el análisis de las distintas caras o planos, que logren ser coherentes con el planteamiento del problema suministrado. UCN (2014). Ver figura 3.

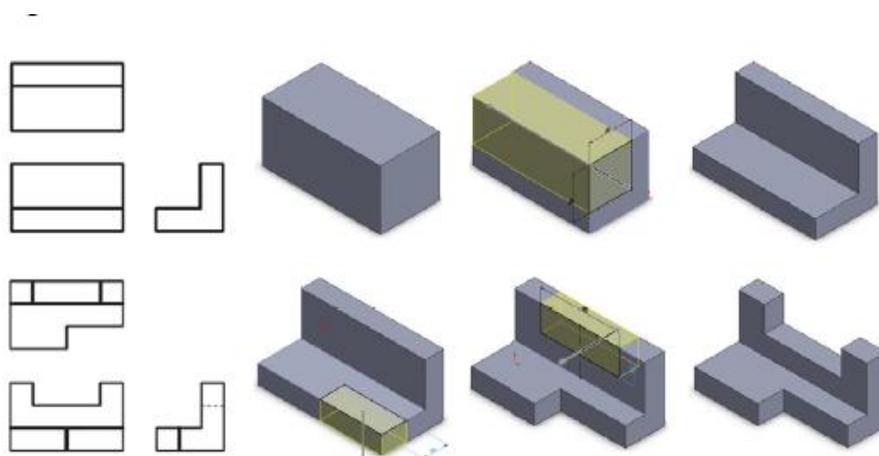


Figura 3. Generación de vistas ortogonales a partir de material blando. Adoptado de Bertolini G. Como lo citó: Tristancho Ortiz, J. A., Contreras Bravo, L. E. y Vargas Tamayo, L. F. (2014).

A los estudiantes se les plantea 5 ejercicios basados en tres vistas ortogonales con los cuales deben obtener el sólido equivalente tallando algún tipo de material blando con el uso de un corta papel suministrado al inicio. Tristancho Ortiz, J. A., Contreras Bravo, L. E. y Vargas Tamayo, L. F. (2014).

Así mismo, para el desarrollo de habilidades espaciales se recurre en el presente trabajo, a la propuesta de Gutiérrez (2010) la cual presenta una recopilación, selección y tipificación de ejercicios utilizados en asignaturas de expresión gráfica en relación con el desarrollo de habilidades espaciales.

Los ejercicios han sido clasificados por categorías o tipologías atendiendo a las tareas espaciales que son necesarias realizar para llegar a la solución. En los cuadros de ejercicios que el autor presenta aparece una gran diversidad de tareas las cuales se pueden aplicar para medir el dominio que los estudiantes tienen de las categorías de la rotación, visualización y orientación. Las tablas de ejercicios incluyen: tipología del ejercicio, descripción, tareas a desarrollar y ejemplos.

A manera de conclusión y para el caso de la presente investigación, este método sirve como instrumento base, para ser aplicado antes y después de la intervención con los estudiantes, con el fin de determinar el impacto de la construcción de objetos en 2D y 3D, a partir de la implementación de una ATE, para el favorecimiento de habilidades espaciales.

Finalmente, mediante la implementación de la ATE, los estudiantes podrán interrelacionar conceptos, captar ideas, diseñar planos en 2D y construir diseños en 3D, recurriendo para ello a elementos conceptuales provenientes de otras áreas del conocimiento del modelo STEM, como las matemáticas, la ciencia y la tecnología, mientras se favorece el desarrollo de las habilidades espaciales de rotación, visualización y orientación, tan necesarias para el área de tecnología, como para cualquier otro campo del saber.

La educación STEM en Colombia, como estrategia para el desarrollo de habilidades.

La puesta en marcha del modelo STEM, que, para el caso colombiano, aún es novedoso y solo se ha ejecutado en algunas instituciones a nivel nacional, ha despertado gran interés en los académicos del país, tal como se ha podido observar en el primer foro de educación STEM denominado “Educación STEM para el futuro”, llevado a cabo en el Parque Explora de la ciudad de Medellín, en el año 2016, al que asistieron más de 140 personas de distintas regiones Colombianas. Castiblanco y Lozano (2016).

En este foro, tal como lo referencian los autores antes citados, algunos expertos dejan sus argumentos en favor del desarrollo del modelo STEM en Colombia

Nirmala Kannankutty, subdirectora de la División de Educación Superior de la National Science Foundation, argumenta que Colombia está afrontando los mismos retos que Estados Unidos: 1. Ampliar la participación y la capacidad institucional porque desean aprovechar la diversidad de la población. 2. Contar con ambientes de aprendizaje con investigación más allá de las aulas 3. Desarrollar una fuerza profesional STEM en estudiantes y docentes que se acompañen en estrategias basadas en la indagación y evidencias para mejorar la educación, la cual ha de procurar el desarrollo de habilidades y competencias que les permitan encontrar solución a problemas reales en un entorno concreto. Castiblanco y Lozano (2016).

Con el propósito de retomar elementos pedagógicos que permitan dar mayor sustento a la investigación aquí planteada, se encuentra pertinente concluir que la educación STEM será el puente de entrada que le permita al estudiante, potenciar las habilidades espaciales de rotación, visualización y orientación, a partir del diseño, desarrollo y análisis de ejercicios prácticos de dibujo técnico (Gutiérrez 2010 p. 157, 158,159,160), ya que gracias a estos ejercicios los jóvenes de grado décimo, podrán explorar, asimilar y aplicar conceptos y metodologías relacionadas con el diseño, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas, mientras realizan el maquetado de las figuras en 2D y 3D.

Habilidades espaciales y STEM. Potenciación de habilidades espaciales en estudiantes de secundaria a partir del maquetado de objetos en 2D y 3D.

Haciendo énfasis en la importancia de la educación STEM como medio para el desarrollo de habilidades y competencias en los jóvenes de hoy, y tomando la misma como referente para la presente investigación, tal como lo indican Ocaña, Romero y Gil (2017), la educación STEM se hace necesaria para la integración de conocimientos científicos en asignaturas como Tecnología en secundaria.

La relación existente entre las Matemáticas, Ciencias y Tecnología es inherente a estas disciplinas. De lo que se trata es de provocar de manera intencionada procesos de construcción científica para el aprendizaje conjunto de nuevos conceptos de Matemáticas, Ciencias y Tecnología dentro de un proceso práctico de diseño y resolución de problemas, tal y como en el mundo real. (Ocaña, Romero y Gil 2017, p. 2).

Retomando toda la documentación presentada en esta investigación, se puede concluir que las habilidades espaciales son educables, entrenables y transferibles para la resolución de cualquier problema hipotético o real en cualquier campo disciplinar, de tal manera, que la educación STEM, llevada a la escuela es una herramienta pertinente, que permite fortalecer en los niños y jóvenes a procesos de pensamiento, tener un mayor acercamiento a elementos de la ingeniería y el diseño y potencian habilidades espaciales.

La evolución educativa que supone la Educación STEM en el siglo XXI es que la ingeniería y sus métodos se abren paso en el currículo de la educación secundaria de igual modo que la ciencia y el método científico se han incorporado al currículo en el siglo XX (Capraro y Slough, 2009).

Teniendo en cuenta estos planteamientos, los ejercicios prácticos de la ingeniería y el diseño propuestos por Gutiérrez (2010), sirven como herramienta fundamental para la potenciación de las habilidades de visualización, orientación y rotación en los estudiantes de grado decimo del colegio CODEMA; ya que estos, ejercitan a los jóvenes para la comprensión de modelos en 2D y 3D, mientras, hacen uso de conceptos propios del diseño, la ingeniería y las matemáticas los cuales han sido propuestos por el modelo STEM.

3.7. Referentes pedagógicos

La presente investigación se fundamenta en conceptos educativos como lo son, el constructivismo, el aprendizaje significativo, construccionismo y el modelo pedagógico STEM, los cuales como ya se ha indicado, son el sustento teórico que dinamiza la presente investigación, gracias a que estos reconocen al estudiante como protagonista de sus propios procesos de enseñanza y dan valor fundamental al desarrollo de aprendizajes significativos y contextualizados mediante la interacción de los estudiantes con los objetos de aprendizaje a través de la construcción.

3.7.1. El constructivismo.

Partiendo del hecho que, para la presente investigación, la Actividad Tecnológica Escolar, es el instrumento mediante el cual se busca favorecer el desarrollo de las habilidades espaciales de orientación, visualización y rotación, se hace prioritario fundamentar su diseño y aplicación a partir de cuatro grandes postulados pedagógicos, el constructivismo, el aprendizaje significativo, el construccionismo y el modelo STEM.

Son varias las teorías y los autores que han hecho referencia al concepto de constructivismo, no obstante, los principales aportes frente a la forma como se construye conocimiento son los provenientes de la psicología y la pedagogía

la postura constructivista en la educación se alimenta de las aportaciones de diversas corrientes psicológicas: el enfoque psicogenético piagetiano, la teoría de los esquemas cognitivos, la teoría ausubeliana de la asimilación y el aprendizaje significativo, la psicología sociocultural vigotskyana, así como algunas teorías instruccionales, entre otras. A pesar de que los autores de estas se sitúan en encuadres teóricos distintos, comparten el principio de la importancia de la actividad constructivista del alumno en la realización de los aprendizajes escolares. (Coll, citado por Díaz Barriga, 2002, p. 168).

Por otro lado, es importante reconocer la teoría psicológica piagetiana, como una de las primeras en hablar del constructivismo, según esta teoría, es el individuo, a través de sus propios procesos internos quien genera nuevos conocimientos al interiorizar los que ya posee y al relacionarlos con los nuevos. Si bien es cierto a Piaget se le ha criticado por desconocer el impacto de la cultura y el contexto en los procesos de aprendizaje, como lo afirma Díaz Barriga (2002) no se pueden eludir sus postulados y su impacto en la educación, puesto que sus principios dejan evidenciada la necesidad de generar un nuevo conocimiento donde el estudiante tenga un papel activo y autónomo y el docente deja de ser una figura autoritaria para pasar a ser mediadora.

En tal sentido, el desarrollo de las habilidades espaciales a través de la construcción de objetos en 2D y 3D, mediado por una ATE, se hace consecuente con la teoría constructivista, toda vez que el aprendizaje será el resultado de la interacción, y el seguimiento sistemático de las indicaciones dadas a partir del desarrollo de la Actividad Tecnológica Escolar.

Estos aprendizajes no se producirán de manera satisfactoria a no ser que se suministre una ayuda específica mediante la participación del alumno en actividades intencionales, planificadas y sistemáticas, que logren propiciar en este una actividad mental constructivista (Coll, 1987)

El aprendizaje según la teoría constructivista se logra con la creación de significados a partir de experiencias, la mente filtra lo que llega del mundo para producir la realidad. Los humanos crean significados, no los adquieren. Siguiendo a Díaz Barriga (2002), los factores que intervienen en el aprendizaje van relacionados con el sujeto (estudiante), factores ambientales y sus interacciones y el contexto. Respecto a la memoria, dentro del constructivismo, está relacionada directamente con el conocimiento, pues aquel no se transfiere de la memoria al mundo externo, al contrario, el sujeto construye interpretaciones personales del mundo basados en las experiencias e interacciones individuales, además, las representaciones mentales son susceptibles al cambio y finalmente el conocimiento es producto de contextos que les son significativos.

El diseño y aplicación de la ATE, es coherente con la teoría constructivista, toda vez que a partir de las diversas estrategias didácticas que se plantean allí, se coloca al estudiante como protagonista en la generación de nuevos aprendizajes. La cartilla explora ejercicios que motivan la autonomía, la interacción y la construcción, elementos que estimulan el aprendizaje significativo a partir de la construcción.

3.7.2. Aprendizaje significativo.

Construir significados nuevos implica un cambio en los esquemas de conocimiento que se poseen previamente, esta construcción se logra introduciendo nuevos elementos o estableciendo nuevas relaciones entre el conocimiento o saber previo y los nuevos conocimientos que se integran a las estructuras cognitivas de los estudiantes, así, los estudiantes podrán ampliar o ajustar dichos esquemas o reestructurarlos a profundidad como resultado de su participación en el proceso de enseñanza. En tal sentido el diseño de la ATE, procura tener en cuenta para su desarrollo, los intereses y motivaciones de los estudiantes, el saber disciplinar e interdisciplinar, su contexto, sus experiencias y los recursos con que disponen. De esta manera no solo se da significado a los conceptos trabajados, sino que, gracias a su intencionalidad, se favorece el desarrollo de las habilidades espaciales, las cuales como ya se ha indicado anteriormente, se pueden, aprender, entrenan y fortalecer.

En todo caso y como elementos de tipo pedagógico que dan sentido a la presente investigación, se retoman las ideas fundamentales de la teoría del aprendizaje significativo, de Ausubel (1976). El aprendizaje se facilita gracias a la mediación o interacción con los otros, en este sentido la dinámica de aplicación de la ATE, está fundamentada en el trabajo colaborativo y en ella se sugiere, que antes de iniciar las actividades se organicen equipos de trabajo.

El aprendizaje se produce cuando entra en conflicto lo que el alumno ya sabe con lo que debería saber. La estrategia de la ATE, se fundamenta en el manejo de saberes previos por ello,

la pregunta, es fundamental antes de realizar las conceptualizaciones y del desarrollo de los ejercicios prácticos.

3.7.3. Construccionismo.

Si bien es cierto esta propuesta de investigación centra su atención en el constructivismo, como elemento que busca el fomento por el desarrollo de procesos cognitivos, los cuales se desarrollan de manera individual y colectiva teniendo en cuenta el establecimiento de redes entre saberes previos y saberes adquiridos; esta no desconoce que para el caso específico de la educación en tecnología, dichos saberes implican cuestiones más profundas como el hecho de transformar objetos tangibles del entorno, como lo explica el modelo pedagógico de la facultad de Ingeniería de la Universidad Distrital: “los sujetos implicados construyen su conocimiento no solo por el entendimiento y apropiación de la teoría, sino que la práctica es la encargada de posibilitar dicha apropiación con la relación que se establece con los laboratorios y la construcción de objetos que lleven a la práctica la teoría” situación por la cual se considera pertinente el abordaje de la teoría construccionista impulsada por el científico contemporáneo Seymour Papert.

Papert y Harel (1991), consideran de gran importancia realizar cambios substanciales en las formas de enseñar, y estos cambios viene acompañados de argumentos retomados del constructivismo, puesto que su teoría no se aleja de este postulado fundamental, más bien fortalece su propuesta mediante elementos que constituyen otras formas de enseñar y aprender.

El aprender haciendo se enriquece con elementos fundamentales tales como, la

posibilidad que tiene el estudiante de estar en cercanía con los objetos que desea transformar, y con el contexto mismo, pues es allí, donde, en palabras de Papert y Harel (1991), el estudiante enriquece su saber. En este sentido, el favorecimiento de las habilidades espaciales de rotación, orientación y visualización, mediante la implementación de la ATE, cubos divertidos; se convierte en el elemento fundamental sobre el cual los estudiantes tienen la posibilidad de aprender haciendo, construyendo y transformando a partir de materiales concretos y tangibles como lo son los cubos. Otro elemento a ser tenido en cuenta, con el desarrollo de la presente cartilla, tiene que ver con, la posibilidad que tiene el estudiante de hacerse protagonista de sus propios procesos de aprendizaje, puesto que la ATE está diseñada, desde la base de la proposición, en cada indicación, por encima de la instrucción, elemento que el mismo Papert considera, poco oportuno por considerarlo como rutinario por cuanto vuelve al estudiante en simple receptor de la información.

El construccionismo impulsado por este autor resalta la importancia de la acción, es decir de la puesta en práctica de los aprendizajes adquiridos por los estudiantes mediante la construcción. “El construccionismo expresa la idea de que esto sucede particularmente cuando el aprendiz se compromete en la elaboración de algo que tenga significado social, y que por tanto pueda compartir; por ejemplo, un castillo de arena, una máquina, un programa de computación” (Obayo, 2003, p.61).

En este sentido, el construccionismo se constituye en una teoría fundamental para las orientaciones pedagógicas que se pretenden aquí.

En el construccionismo el rol del estudiante es totalmente activo, comprometiéndolo

incluso como diseñador de sus propios proyectos, siendo el principal reto facultarlo, empoderarlo, para asumir ese papel, y este es, a su vez, el papel fundamental de la sociedad y la cultura. De modo que sea posible revertir la pasividad de la educación de corte tradicional donde los estudiantes son, básicamente, receptores de información. (Vicario 2009, p. 47).

Papert, siendo discípulo de Piaget reconoce la importancia que juega la cultura en los procesos de aprendizaje de los estudiantes, no obstante, se aleja de Piaget, al afirmar que cada individuo tiene una forma de aprender. Con ello Papert establece su principal diferencia con la teoría de los estadios propuesta por Piaget.

Otro elemento en común analizado por estos dos autores es el referido a la inteligencia, en ambos casos, esta se entiende como la posibilidad de adaptación o la habilidad de mantener un equilibrio entre lo permanente y lo cambiante, cierre y apertura. Sin embargo, para Papert la inteligencia está ligada más con el cambio que se da al interior y exterior del sujeto.

3.7.4. Principios básicos del construccionismo de Papert.

La teoría papertiana considera que el aprendizaje del estudiante se da gracias a la forma como este interactúa de manera dinámica con el mundo físico, social y cultural que lo rodea. El conocimiento será el fruto del trabajo propio y el resultado del conjunto de vivencias del individuo desde que nace. (Obaya, 2003, p.63).

Papert, da valor al pluralismo epistemológico en tanto que afirma que no existe un único

estilo de aprendizaje, su argumento se centra en sustentar que cada individuo conoce y aprende de formas diferentes, no hay jerarquías, no hay superioridad de unos estilos de aprendizaje sobre otros.

Papert, reconoce además un valor primordial a la creatividad, no solo para ser impulsada en los estudiantes, sino para ser manejada de manera versátil por los docentes, quien debe responder de maneras distintas a las necesidades de los estudiantes. “El construccionismo de Papert supone, por tanto, el concepto de aprender haciendo, pero también el de respetar los intereses y motivos propios de cada estudiante, así como su estilo de aprendizaje”. (Obaya, 2003, p.67).

Retomando lo dicho hasta este momento se encuentra pertinente reconocer que el favorecimiento de habilidades espaciales a partir del maquetado de objetos en 2D y 3D, encuentra sustento teórico para su realización, tanto en el constructivismo como en el construccionismo, los cuales, resulta acertados como formas de aprender en el área de tecnología.

3.7.5. Modelo Pedagógico STEM.

Siendo las teorías expuestas hasta este punto, las que más se ajustan a los requerimientos de las sociedades actuales en la formación de estudiantes líderes, dinámicos, críticos y activos, en la construcción de sus procesos de aprendizaje, como se retoma también, el modelo STEM, el cual, aporta a la presente investigación elementos claves para sustentar la forma como el estudiante aprende, contextualizadamente y de manera transdisciplinar.

Como respuesta a los desafíos que propone la educación del siglo XXI y teniendo en cuenta la poca vocación científica que se está impulsando a las nuevas generaciones; así como el disminuido interés de los mismos respecto a áreas del conocimiento como la ingeniería y las matemáticas y la poca motivación por temas relacionados con áreas científico- tecnológicas, es que surgen propuestas pedagógicas como la de la educación STEM, la cual busca favorecer la alfabetización científica en los estudiantes. Este apartado se profundiza en el capítulo de referentes pedagógicos.

3.8. La educación STEM y el desarrollo de habilidades espaciales.

El avance de nuevas propuestas educativas, como lo es la educación STEM, propenden por la alfabetización científico-tecnológica desde temprana edad, traen implícitas consigo, no solo, las herramientas para realizar interdisciplinariedad de áreas; sino que además, incluyen en factores de orden práctico que estimulan el desarrollo de habilidades espaciales; toda vez que acercan a los estudiantes a la ciencia de manera dinámica y contextualizada permitiéndole comprender los saberes como un todo integrado que les facilita resolver problemas cotidianos o propios de la ciencia.

El desarrollo de habilidades espaciales es fundamental en la vida cotidiana. (Bannatyne, citado por Villa 2016), argumentaba que la generalidad de las profesiones depende más de la capacidad espacial que de la capacidad verbal: arquitectos, ingenieros, astrólogos, bioquímicos, biólogos, químicos, cartógrafos, geólogos, cirujanos, pilotos, matemáticos, mecánicos, físicos, constructores, agricultores.

La capacidad de visualizar y manipular imágenes y objetos mentalmente es una habilidad cognitiva importante en muchos dominios. Numerosos estudios han demostrado la relación entre el éxito en materias STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) y la habilidad espacial: En medicina (Wanzel y otros, 2002; Palmer y otros, 2015; Phelps y otros, 2015; Guillot y otros, 2007; Luursema y otros, 2010; Kozhevnikov y otros, 2013), Ingeniería (Hsi y otros, 1997), uso de ordenador (Zhang y Salvendy, 2001), matemáticas (Prugh, 2012), química (Pribyl y Bodner, 1987), geología (Titus y Horsman; Liben y otros, 2011). Es clave para el desarrollo conceptual y para la comunicación en estos ámbitos. Villa (2016, p. 61).

Gran número de investigaciones han evidenciado la importancia del desarrollo de habilidades espaciales para el razonamiento, para los procesos creativos y para el análisis de diagramas, los cuales facilitan a quienes se educan en STEM resolver problemas.

Así mismo, áreas como el dibujo, la expresión gráfica y el diseño, requieren del fortalecimiento de habilidades espaciales:

Debemos considerar el desarrollo de la capacidad para percibir, concebir y manejar el espacio tridimensional, de especial significado en la expresión gráfica por su implicación práctica en el buen hacer del profesional de Ingeniería. La gran importancia atribuida al diseño de proyectos, productos e instalaciones, reflejados siempre por medio de la correspondiente documentación gráfica, así como la creciente demanda de innovación, creatividad y calidad de los productos, que parte inicialmente de la imagen mental de

diseño, hacen que esta competencia sea la base operativa gráfica de la comunicación entre técnicos profesionales y clientes no expertos en la materia. Villa (2016, p. 62).

Para finalizar, se puede decir que tanto las habilidades espaciales como la educación STEM, juegan un papel trascendental en el contexto actual, en tanto confrontan de manera contextualizada los paradigmas que atañen la realidad de los jóvenes hoy.

La nueva forma de presentar las áreas científicas, bajo el modelo STEM, y la posibilidad de hacerlo desde temprana edad en los currículos educativos, permite a los estudiantes adentrarse en campos tecno-científicos con gran seguridad, puesto que el ejercicio mismo de desarrollar problemas o retos académicos, lleva implícitas nuevas formas de pensar, de ejercitar la mente y de potenciar habilidades espaciales que les permitirán en este mismo sentido solucionar problemas cotidianos y proyectarse en campos profesionales propios de las ciencias. Sanders (2009, Pág. 21)

Con base en los argumentos anteriormente expuestos se encuentra que el desarrollo y favorecimiento de las habilidades espaciales de orientación, rotación y visualización, a través de la ATE cubos divertidos, con ejercicios de maquetado de objetos en 2d y 3d, en los estudiantes de grado décimo del colegio CODEMA I.E.D., es una estrategia, dinámica y contextualizada, que busca generar aprendizajes significativos a partir de la construcción, teniendo en cuenta para ello, los saberes previos, la transformación de objetos concretos y reales y la relación entre distintos saberes adquiridos provenientes de áreas como las matemáticas, la geometría, el diseño y la tecnología.

3.9. Ejercicios prácticos para el favorecimiento y desarrollo de habilidades espaciales.

Gutiérrez (2010) desarrolla una investigación extensa y profunda en la cual condensa el estudio y la evaluación de contenidos didácticos para el desarrollo de habilidades espaciales en estudiantes de ingeniería, no obstante, y teniendo en cuenta la importancia de llevar la ingeniería y el diseño a la escuela se encuentran pertinentes y oportunos sus estudios como instrumentos que servirán de medición y potenciación en el desarrollo de las habilidades espaciales de rotación, visualización y orientación de objetos en 2D y 3D en los estudiantes de grado décimo, de la misma manera que serán retomados los ejercicios de (Tristancho Ortiz, J. A., Contreras Bravo, L. E. y Vargas Tamayo, L. F. 2014), como se argumentó anteriormente (ver pag.30).

De tal manera que, para el favorecimiento de las habilidades espaciales en los jóvenes del colegio, se deben tener presentes tres elementos fundamentales: 1. Las habilidades a desarrollar (visualización, rotación y orientación); 2. Los elementos conceptuales de la educación STEM (ingeniería, diseño y matemáticas) 3. Y los referentes pedagógicos que son indispensables para el abordaje de cualquier investigación en educación, pues ellos definen el proceso pedagógico que se quiere desarrollar en los estudiantes.

A continuación, se presentan algunos ejercicios tomados de Gutiérrez (2010), los cuales serán retomados y adaptados, para la construcción y aplicación de una prueba evaluativa antes y después de la intervención de la presente investigación, y que servirán como instrumento de medición del favorecimiento de habilidades de los estudiantes de grado décimo del colegio CODEMA I.E.D.

Los ejercicios tienen una gran riqueza en cuanto a tareas espaciales, ya que con ellos se pueden trabajar todas las habilidades espaciales. (Gutiérrez 2010, p. 156).

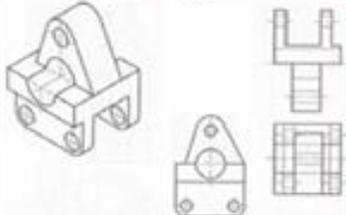
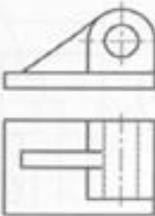
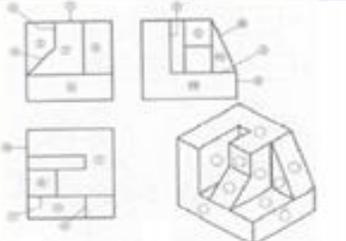
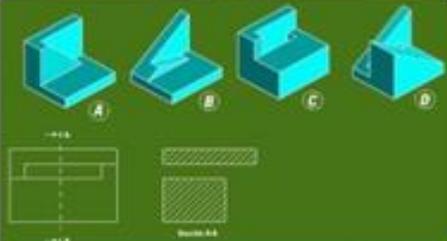
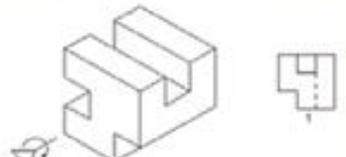
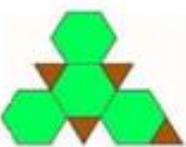
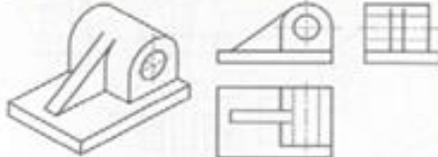
Tareas (Imagen de un ejercicio relacionado)	
<p>Puzles</p>  <p>Búsqueda de errores (vistas mal colocadas y giradas).</p>	<p>Rotación de figuras</p>  <p>Obtener tercera vista. sin dato de perspectiva.</p>
<p>Bloque</p>  <p>Identificar formas del bloque, caras...</p>	<p>Intersección</p>  <p>Identificar corte de un plano con el bloque.</p>
<p>Rotación de bloques</p>  <p>Obtener vistas después de rotar.</p>	<p>Plegado y desplegado de piezas</p>  <p>Plegar o desplegar piezas.</p>  <p>Operación de proyectar vistas o reconstruir perspectiva, está fuertemente relacionado con esta tarea.</p>

Figura 4. Ejercicios de habilidades espaciales (Tomada de Gutiérrez 2010, p. 157)

Como lo explica el autor un mismo ejercicio puede desarrollar una o más habilidades espaciales, ello depende en gran medida de las motivaciones e intereses de los estudiantes:

Tareas para desarrollar habilidades espaciales: Descripción y ejemplo

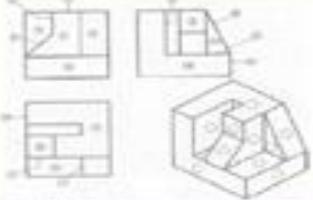
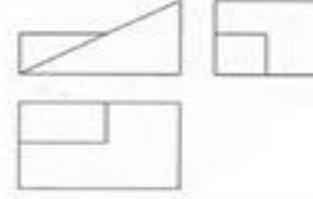
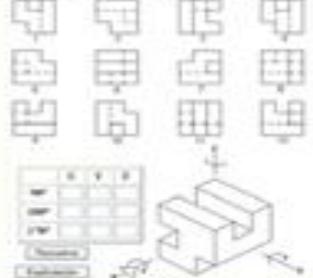
Nº	Tipología de ejercicio. Descripción	Tareas que desarrolla	Ejemplo
1	Identificación de superficies en una perspectiva.	Bloque, Perspectivas	
2	Identificación de superficies en las vistas.	Bloque, Perspectivas	
3	Obtención de las vistas de una pieza	Bloque, Perspectivas, Plegado y desplegado de piezas	
4	Discriminación de vistas. Dada la perspectiva de una pieza, elegir entre varias vistas, las tres proyecciones que corresponden con la pieza dada.	Bloque, Perspectivas, Plegado y desplegado de piezas.	
5	Obtención de la perspectiva a partir de las vistas.	Bloque, Perspectivas, Plegado y desplegado de piezas.	
6	Rotación. Identificar el objeto después de haber sufrido el original una rotación un ángulo determinado.	Rotación de bloques, Perspectivas	

Figura 5. Tareas para desarrollar habilidades espaciales (Tomada de Gutiérrez 2010, p. 15)

Tareas para Identificación de superficies: Vistas

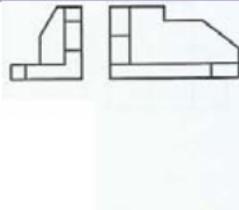
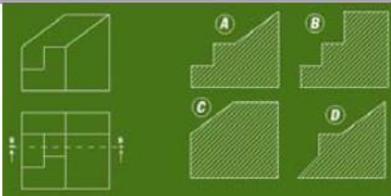
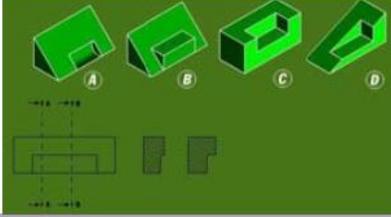
	Tipología de ejercicio. Descripción	Tareas que desarrolla	Ejemplo
7	Rotación. Representar vistas del objeto después de haber sufrido el original una rotación un ángulo determinado.	Rotación de bloques, Perspectivas, Plegado y desplegado de piezas.	
8	Obtener la tercera vista. Dadas dos vistas, dibujar la tercera. No se dispone de la perspectiva.	Bloque, Rotación de figuras.	
9	Obtener las vistas mínimas de una pieza en perspectiva.	Bloque, Perspectivas, Plegado y desplegado de piezas.	
10	Identificar el corte o sección que produce un plano. Dato Vistas.	Intersección, perspectiva.	
11	Identifica la perspectiva a que se refiere la representación. Dato vista y seccion.	Intersección, perspectiva.	

Figura 6. Ejercicios para desarrollar habilidades espaciales (Tomada de Gutiérrez 2010, p. 160)

Reconociendo la gran batería de ejercicios que se presentan tanto en: Tristancho Ortiz, J. A., Contreras Bravo, L. E. y Vargas Tamayo, L. F. (2014) como en Gutiérrez (2010), y para el

caso de la presente investigación, se adaptarán y aplicarán algunos ejercicios que se consideran importantes para el desarrollo de las habilidades de orientación, visualización y rotación, y que permitirán fortalecer conceptos propios de la geometría, las matemáticas, la ingeniería y la tecnología; conceptos tales como volumen, construcción, medición, habilidad espacial.

Con los planteamientos anteriormente mencionados se espera contribuir con el desarrollo y favorecimiento de las habilidades de visualización, rotación y orientación, en el maquetado de figuras en 2D y 3D en los estudiantes de grado decimo del colegio CODEMA IED.

3.10. La ATE, el modelo STEM y las habilidades espaciales.

Una vez abordados cada uno de los referentes teóricos que dan sustento a la presente investigación, se procede a mostrar la importancia de diseñar y aplicar una ATE³, teniendo en cuenta para ello el modelo STEM, en el favorecimiento de las habilidades espaciales de visualización, orientación y rotación.

La Actividad Tecnología Escolar *ATE*, siendo una estrategia diseñada para generar efectos positivos y deseables en relación con los aprendizajes de los estudiantes Quintana (2015), tiene como propósito en este trabajo diseñar y desplegar actividades tendientes al desarrollo de habilidades espaciales; en este sentido, la ATE, brinda la posibilidad a los estudiantes de grado décimo, de integrar saberes previos, con los nuevos, de hacerse protagonistas de sus propios

³ Este concepto se abordará más adelante de manera amplia y relacionada con el presente trabajo.

procesos de aprendizaje y de resolver problemas cotidianos a partir de las estrategias diseñadas para tal fin.

Por su parte la educación STEM, siendo un modelo pedagógico novedoso, el cual busca integrar el aprendizaje interdisciplinar de las áreas STEM (matemáticas, ciencias, tecnología e ingeniería), pasa a ser un elemento fundamental en el desarrollo de este trabajo, toda vez que permite a los jóvenes, hacer uso de los conocimientos previos que ellos pueden traer, producto del trabajo en otras disciplinas académicas.

Dicho esto, se encuentra que la intención fundamental del trabajo con la ATE, bajo el Modelo STEM, para el desarrollo de las habilidades espaciales de visualización, orientación y rotación, es la de generar de manera intencionada procesos de construcción de saberes en conjunto con el manejo de conceptos de Matemáticas, Ciencias y Tecnología dentro de un proceso práctico y dinámico de diseño y resolución de problemas, tal y como se podrían presentar en el mundo real. (Ocaña, Romero y Gil 2017, p. 2).

Las habilidades espaciales, las cuales resultan fundamentales para la comprensión de conceptos propios del modelo STEM y para el desenvolvimiento de los jóvenes en áreas como la ingeniería, el diseño o la arquitectura, entre otras, requieren para su desarrollo o favorecimiento, gracias a que son educables y entrenables, de áreas como la tecnología, puesto que es allí donde los estudiantes pueden realizar de manera intencionada, ejercicios prácticos que les permitan tener gran dominio de las mismas.

La ATE, dadas sus características posibilita a los jóvenes desarrollar ejercicios prácticos, que requieren para su ejecución de la creatividad, la autonomía, el trabajo colaborativo, el manejo de materiales, herramientas y elementos cotidianos, los cuales, los llevarán a la comprensión práctica de conceptos propios de las ciencias, mientras desarrollan habilidades para visualizar y rotar objetos en 2D y 3D; como también, para identificar la posición en la que se presentan figuras bidimensionales y tridimensionales y su agilidad mental para rotarlas en distintas direcciones.

A manera de síntesis se encuentra que el diseño y la implementación de la ATE, para el favorecimiento de las habilidades espaciales de visualización, orientación y rotación, permite gracias a su estructura, no solo entrenar y potenciar dichas habilidades, sino que, además, permite una comprensión práctica de conceptos propios de las áreas STEM, las cuales les será indispensables para la solución de problemas cotidianos y para la formación profesional en carreras como la ingeniería y el diseño entre otros.

4. Marco Metodológico.

El presente capítulo tiene la finalidad de establecer, definir y sustentar el tipo de investigación que se realiza teniendo en cuenta, que el estudio corresponde al ámbito educativo.

En primer lugar, se define el enfoque investigativo que es de carácter cualitativo mixto con un componente No métrico y un componente Métrico; seguidamente, se presenta el instrumento y la validación del mismo, posteriormente se da a conocer la población, la muestra y finalmente el ámbito disciplinar de la presente investigación

4.1. Enfoque de la investigación.

Sampieri y Mendoza (2018) definen el enfoque mixto como un conjunto de procesos, sistemáticos, empíricos y críticos de investigación, los cuales tienen en cuenta para la recolección y análisis de datos elementos cualitativos y cuantitativos.

Dadas las características de la presente investigación, la cual busca fomentar y favorecer el desarrollo de las habilidades espaciales de rotación, visualización y orientación en estudiantes de grado décimo, resulta pertinente abordar el trabajo desde una perspectiva en la cual se combinan el componente métrico con el no métrico de manera complementaria con el fin de comprender y describir cualitativamente el efecto de la propuesta diseñada sobre las habilidades espaciales en cuestión.

En tal sentido el diseño de la investigación en su componente No métrico es de tipo etnográfico, sin la pretensión de ser una etnografía como tal, puesto que hace uso de técnicas propias de la etnografía, como los diarios de campo, se efectúa observación participante con el fin de describir, las circunstancias, los eventos y las situaciones en las cuales se dan los desarrollos conceptuales que van presentando los estudiantes durante la intervención. En el componente métrico se realiza una intervención que, en términos de Campbell y Stanley (1973), corresponde a un diseño cuasi experimental de pre test; post test con grupo control, el cual está encaminado a identificar las variaciones en las habilidades espaciales una vez puesto en desarrollo la experiencia a través del desarrollo de una ATE. Finalmente, el análisis de resultados se realizó, a través del estudio de datos estadísticos provenientes del pres-test, post-test, y de su entrecruzamiento con los análisis inferenciales, producto de la observación directa.

De esta manera se configura la descripción e interpretación de los datos provenientes de los componentes métrico y no métrico de este estudio, dado el número de participantes en la muestra y el diseño de la investigación, no tiene pretensiones estadísticas de generalización, más sí la descripción interpretativa de los datos que confluyen para dar una mirada holística e integrada al investigador sobre los efectos y el proceso de desarrollo de las habilidades espaciales.

“Uno de los diseños experimentales más difundidos en la investigación educacional comprende un grupo experimental y uno control, de los cuales ambos han recibido un pretest, y un post-test, pero no poseen equivalencia preexperimental de muestreo” (Campbell y Stanley, 1973, p. 93).

Para el caso de la presente investigación el grupo experimental está conformado por treinta y cuatro estudiantes del grado 1001, y el grupo control por treinta y cuatro estudiantes del grupo 1002; respondiendo con las recomendaciones de Campbell y Stanley (1973), los grupos están conformados por entidades naturales (clase), tan similar como la disponibilidad lo permite.

4.2. Diseño del componente cuasiexperimental o métrico

El diseño del componente cuasiexperimental se representa de la siguiente manera:

Grupo	pre-test	Experimento	post-test
GC	O1	-	O3
GE	O2	X	O4

Donde: GC, es el grupo control (sin experimento) ATE, potenciación de habilidades espaciales

GE, es el grupo Experimental, con la intervención de ATE, potenciación de habilidades espaciales.

O1 y O2, Pre-test aplicado a nivel de diagnóstico en ambos grupos

X, es el experimento, aplicación de una ATE, para potenciar habilidades espaciales.

O3 y O4, Post-test aplicado a los dos grupos después de la intervención experimento ATE, para fomentar y favorecer el desarrollo de habilidades espaciales, forma de establecer diferenciación.

La duración total de la intervención, incluida la aplicación pre- test y post- test, y la puesta en práctica de la ATE, es de cuatro sesiones de tres horas clase, las cuales son de 55 minutos cada una. El tiempo se distribuye de la siguiente manera, una sesión para la aplicación del pre-test, en el grupo control y el grupo experimental, dos sesiones para aplicar la ATE, al grupo experimental, y finalmente, una sesión para la aplicación del post-test a los dos grupos, control y el experimental. El registro en el diario de campo se llevará durante la aplicación del instrumento ATE; y la entrevista semiestructurada, en el momento que la situación lo requiera.

4.2.1. Hipótesis.

En palabras de Cea D'Ancona (1996). “Las hipótesis vienen expresadas en forma de proposiciones en las que se afirma la existencia o inexistencia de asociación esperada, al menos entre dos variables (dependiente e independiente, generalmente), en una situación determinada” (p. 86 -87), en tal sentido y en concordancia con la pregunta de investigación y los objetivos planteados en la presente investigación se encuentra que:

El maquetado de objetos de 2D a 3D, a partir del desarrollo de una ATE permite la mejora de las habilidades espaciales de rotación, visualización y orientación, en estudiantes de grado décimo del colegio IED CODEMA.

Variable independiente: Maquetado de objetos de 2D a 3D a partir de una ATE.

Variable dependiente: Habilidades espaciales de rotación, visualización y orientación que se favorecen a partir del desarrollo de una ATE.

Los indicadores de la variable, por cada una de las habilidades espaciales, son los siguientes:

Habilidad espacial de rotación: Tiene como indicador la capacidad que tiene el estudiante para hacer correspondencia entre la representación gráfica tridimensional y su representación mental y gráfica luego de su rotación en el espacio.

Habilidad espacial de visualización: Tiene como indicador la capacidad que posee el estudiante para manipular mentalmente las imágenes visuales y la posibilidad de hacer la correspondencia entre la representación gráfica tridimensional y la representación bidimensional, teniendo en cuenta para ello el plegado y desplegado de las caras de un objeto.

Habilidad gráfica de orientación: Tiene como indicador la agilidad mental que tiene el estudiante para identificar y hacer el desplazamiento de un objeto gráfico en una superficie bidimensional, y en un espacio tridimensional representándolo gráficamente.

4.3. El diseño del componente No métrico.

El diseño del componente no métrico corresponde, tal como se indicó previamente, a la toma de información mediante diarios de campo “Este no es otra cosa que un registro continuo y acumulativo de todo lo acontecido durante la vida del proyecto de investigación” (Sandoval, 2002, p. 140). Grabaciones de audio y video, una entrevista semiestructurada (Anexo 12) y el análisis de los productos y materiales de los estudiantes (Anexo 10). La validez interna del estudio se da en tanto triangulación de la información de las distintas técnicas de recolección

mencionadas con el fin de hacer una descripción e interpretación de la información recolectada. Retomando a Benavides y Restrepo (2005), la triangulación en investigación cualitativa hace referencia a la forma como se realiza el análisis de los distintos datos provenientes del fenómeno estudiado; en suma, con la triangulación de la información, se busca, dar mayor validez a la información derivada, corroborar los datos obtenidos y ampliar la perspectiva en cuanto a la interpretación de la información recogida.

Por cada sesión de trabajo se realizó un diario de campo, se efectuaron grabaciones de audio y video y hacia la última semana de intervención se aplicó una entrevista semiestructurada, la cual consistió en la selección de un grupo de seis preguntas, las cuales fueron el resultado, de comentarios, inquietudes y sugerencias hechas por los estudiantes, mientras se realizaba la intervención. Las preguntas fueron abiertas y pese a que existía un guion previamente elaborado por el investigador se dio la posibilidad a los estudiantes de enriquecer las preguntas y las respuestas abordadas. La entrevista semiestructurada fue aplicada a algunos estudiantes del grupo experimental, seleccionados al azar.

4.4. Instrumentos para la recolección de la información.

De acuerdo con Hernandez, Fernández y Baptista (2010), un instrumento para la medición de datos debe ser confiable, valido y objetivo; respecto a la selección del instrumento de medición los autores afirman que este puede ser creado, adaptado o ya elaborado para su aplicación, recurriendo a esta clasificación y con el propósito de garantizar la validez y confiabilidad del instrumento de medición empleado en la presente investigación, el instrumento

que se presenta a continuación corresponde al modelo adaptado de test para la medición de las habilidades espaciales de rotación, orientación y visualización tomado de Gutiérrez (2010).

Instrumento

El instrumento ha sido elaborado para determinar el nivel de desarrollo en algunas habilidades espaciales de rotación, visualización y orientación. (ver anexo 5)

Objetivo

Medir las habilidades espaciales de rotación, visualización y orientación en estudiantes de grado décimo del colegio CODEMA I.E.D.

La prueba está dividida en tres partes: la primera busca determinar el nivel de desarrollo en orientación espacial, la segunda orientada hacia la visualización espacial y la tercera y última hacia la rotación espacial, las preguntas son de tipo I de selección múltiple con única respuesta.

4.5. Validación del instrumento.

La validación del instrumento, Test, es realizada mediante la evaluación de juicio de expertos; esta validación resulta primordial para dar fiabilidad al instrumento, el cual, a su vez, es fundamental para el logro de los objetivos propuestos en la presente investigación:

La evaluación mediante el juicio de expertos, método de validación cada vez más utilizado en la investigación, “consiste, básicamente, en solicitar a una serie de personas la demanda de un juicio hacia un objeto, un instrumento, un material de enseñanza, o su

opinión respecto a un aspecto concreto” (Cabero y Llorente, 2013. p, 14). Se trata de una técnica cuya realización adecuada desde un punto de vista metodológico constituye a veces el único indicador de validez de contenido del instrumento de recogida de datos (Escobar Pérez, 2008).

Así mismo, Escobar y Cuervo (2008), indican respecto al número de expertos, que son varias las posturas que existen, y que, pese a que no hay un consenso entre autores, se estima viable un número, entre uno y hasta 20 jueces, dependiendo el espectro de conocimiento.

Finalmente, respecto a los requisitos que deben cumplir los expertos, Skjong y Wentworht (2000), incluyen: Experiencia en la realización de juicios y toma de decisiones basada en evidencia o experticia; reconocimiento en la comunidad; disponibilidad y motivación para participar, e imparcialidad y cualidades inherentes como confianza en sí mismo y adaptabilidad. Además, plantean que los expertos pueden estar relacionados por educación similar, entrenamiento y experiencia, entre otros.

Para determinar la validez del presente instrumento, Test, se realizó una prueba inicial con la colaboración de seis expertos, pares académicos, los cuales analizaron el test, hicieron revisión de la redacción y pertinencia de la misma; posteriormente resolvieron la prueba y dejaron sus comentarios y observaciones respecto a la conveniencia de la misma, en el formato de observaciones diseñado para tal fin. (Anexo 6)

4.6. Presentación de expertos.

El proceso de validación realizado por juicio de expertos se presenta de la siguiente manera: Experto número uno: Licenciado en Matemáticas de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Magister en Educación con énfasis en Matemáticas de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, fue docente de Matemáticas en el colegio Claretiano durante cuatro años, actualmente es docente de Matemáticas del colegio CODEMA I.E.D., en el ciclo V, razón por la cual conoce el ritmo de aprendizaje de los estudiantes y el proceso cognitivo de los mismos.

Experto número dos: Licenciado en Matemáticas de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Magister en Ciencias de la Educación de la Universidad San Buenaventura, fue docente de Matemáticas del colegio Celestin Freinet, en la actualidad es docente de Matemáticas del colegio CODEMA I.E.D., en el ciclo IV, el docente ha acompañado procesos académicos de los estudiantes en las áreas de geometría y física. Su experticia, permite reconocer el nivel de complejidad de la prueba.

Experto número tres: Licenciado en Física de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Magister en Ciencias de la Educación de la Universidad San Buenaventura, docente de la Universidad EAFIT, actualmente es docente de Matemáticas del Colegio CODEMA I.E.D., en el ciclo III, su trabajo en áreas como la Geometría y la Física, son un gran aporte para la valoración de la prueba.

Experto número cuatro: Licenciada en Informática de la Universidad Minuto de Dios, Magister en Tecnología Informática de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Docente de informática en la Corporación Universitaria Iberoamericana, especialista en diseño de software, sus aportes son valiosos en el ámbito de la construcción y el diseño.

Experto número cinco: Licenciado en Diseño Tecnológico de la Universidad Pedagógica Nacional, Docente de Tecnología, de la Jornada Tarde, pertenece al ciclo quinto, sus aportes resultan valiosos, puesto que es condecorado del plan de estudios del área de tecnología y tiene amplio dominio en el manejo de estrategias pedagógicas lúdicas.

Experto número seis: Licenciado en Docencia del Diseño de la Universidad Pedagógica Nacional, Magister en Educación de la Universidad de la Sabana, docente de Tecnología de un colegio distrital, con amplio dominio del dibujo técnico y experiencia en el diseño de pruebas tipo SABER.

4.7. Proceso de validación de la prueba.

Se solicitó a cada experto de manera individual que evaluara la prueba TEST, previa explicación de la intencionalidad de esta; junto a la prueba se entregó el formato de validación. Tiempo empleado para la validación 3 días.

Seguidamente, se recogieron los formatos de evaluación junto con la prueba y se realizó una síntesis de la información recolectada.

Los datos obtenidos fueron clasificados; las observaciones hechas al instrumento fueron ajustadas, se reorganizó la prueba según las sugerencias aportadas y se ratificó la validez de la prueba.

Una vez realizada la validación se pudo deducir que la prueba es pertinente, práctica, concreta y fácil de entender, los expertos valoran de manera positiva el instrumento, y consideran viable la aplicación del mismo.

En general las recomendaciones apuntan a mejorar cuestiones de forma más no de fondo. Los expertos consideran que la prueba “contribuye a medir el constructo en estudio: medición de la variación de las habilidades de rotación, orientación y visualización, contribuyen a los objetivos planteados en investigación” y “se adecúa al tema de investigación”.

Dentro de las observaciones finales, los expertos coinciden en afirmar que “es una prueba bastante útil para medir el manejo de las habilidades de orientación, rotación y visualización de los estudiantes.

4.8. Población.

Según Hernández Sampieri, "una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones" (p. 65). Es la totalidad del fenómeno a estudiar, donde las entidades de la población poseen una característica común la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación. Para responder con las metas propuestas en la presente

investigación se establecen como grupo poblacional a los estudiantes de grado décimo del colegio CODEMA.I.E.D.

Los estudiantes del colegio hacen parte del sector oficial; el colegio es de carácter mixto y asume población de los estratos uno, dos y tres de la localidad de Kennedy. El grupo total de estudiantes de grado decimo que participan en la investigación son sesenta y ocho, de los cuales treinta y cuatro hacen parte del grupo experimental y treinta y cuatro del grupo control. El promedio general de edades, se encuentra entre los 14 y 16 años, de los cuales, treinta y cuatro, estudiantes son mujeres y treinta y cuatro son hombres.

4.8.1. Caracterización de la población objeto de estudio.

El colegio CODEMA Institución Educativa Distrital es de carácter oficial, pertenece a la localidad octava de Kennedy. Se encuentra ubicado al suroccidente de la ciudad, rodeada por las ciudadelas primavera, tierra buena y Tintal. El colegio cuenta con una única sede y funciona con dos jornadas (mañana y tarde).

El colegio alberga 800 estudiantes por jornada y cada jornada cuenta con 45 docentes.

El Proyecto Educativo Institucional (PEI) denominado “Construyendo una comunidad crítica, justa y tolerante” estructura su filosofía institucional. El colegio CODEMA I.E.D, según su propósito fundamental busca brindar a los niños y jóvenes una educación de calidad y una formación consciente, integral e incluyente, mediante un proceso pedagógico que posibilite el desarrollo de su personalidad e identidad, que reconstruya su contexto tanto cultural como social

y que viabilice el acceso al conocimiento de la ciencia y la tecnología. (Tomado del Manual de Convivencia del colegio CODEMA I.E.D).

Frente al área de TECNOLOGÍA E INFORMATICA, es bueno precisar que en la básica secundaria se ofrecen las asignaturas de tecnología e informática por separado y en la media vocacional los estudiantes asumen únicamente clases de Tecnología.

Los cursos decimos, cuenta con 34 a 38 estudiantes en promedio por curso, con edades entre los 14 a 16 años, lo cual permite hacer un óptimo seguimiento de la intervención producto de la investigación aquí planteada.

Dentro de los objetivos que se plantean desde el área de tecnología se encuentran: El reconocer la Tecnología como una área que facilita los avances en la humanidad, tanto en conocimiento como en habilidades psicomotrices; el ayudar y estimular a los estudiantes en la investigación y búsqueda de diferentes conceptos universales para acercarlos a las diferentes manifestaciones culturales, técnicas y científicas; y el integrar los conocimientos y herramientas de las diferentes áreas del saber a la tecnología e informática para la solución de los problemas de la vida cotidiana.

Es así que al recurrir al modelo STEM, y al propiciar ejercicios para potenciar el desarrollo de las habilidades de rotación, orientación y visualización de objetos en 2D y 3D, en el área de tecnología, no solo se estará contribuyendo con los objetivos propuestos en el área, sino

que además, se estará aportando a los estudiantes un recurso novedoso para que desarrollen nuevas habilidades que les permitan, dominar situaciones problema de su entorno, tener resultados más eficientes en el campo escolar e incursionar en el ámbito científico o profesional según sus propias preferencias.

4.9. Muestra.

Se parte de la consideración inicial, que los dos grupos que participan de la presente investigación, presentan condiciones equiparables en género (hombres y mujeres), dados su proceso de maduración psicobiológica y su equivalencia cognitiva y de saberes por compartir una historia común de formación en la misma institución. El grupo experimental corresponde a 34 estudiantes del curso 1001; y un grupo control de 34 estudiantes del curso 1002. La asignación de los grupos en experimental y control, correspondió a una selección al azar, tomando para ello, dos balotas las cuales se introdujeron en una bolsa, cada balota estaba marcada con el rol que se asignaría al grupo; posteriormente, se pidió a un estudiante externo al experimento, que tomara una balota. Con el resultado del sorteo correspondió al grupo 1001, ser el grupo experimental; y el grupo 1002, ser el grupo control.

4.10. Ámbito disciplinar.

Teniendo en cuenta los criterios establecidos por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia, respecto a las áreas obligatorias y fundamentales dentro de los procesos de formación académica en la educación básica y media, así como los planes curriculares y los derechos

básicos del aprendizaje, específicamente para el área de Tecnología e Informática, y el desarrollo de competencias, las cuales se definen como:

“un conjunto de conocimientos, habilidades, actitudes, comprensiones y disposiciones cognitivas, meta-cognitivas, socio-afectivas y psicomotoras, apropiadamente relacionadas entre sí para facilitar el desempeño flexible, eficaz y con sentido, de una actividad o de cierto tipo de tareas en contextos relativamente nuevos y retadores” (Cartilla 30. MEN, p.15); se encuentra que la investigación aquí planteada, responde con el desarrollo de competencias y el fomento de habilidades espaciales en un grupo experimental de 34 estudiantes del colegio CODEMA I.E.D.

5. La propuesta

La propuesta que se presenta a continuación está centrada en dar a conocer una Actividad Tecnológica Escolar (ATE) como estrategia para el favorecimiento de las habilidades espaciales de rotación, orientación y visualización a partir del maquetado de objetos en 2D y 3D, en los estudiantes de grado décimo del colegio CODEMA I.E.D.

Dicha propuesta retoma los sustentos conceptuales obtenidos del marco teórico, los cuales soportan y dan validez a la estrategia aquí planteada, y con ellos se realiza la descripción y explicación de la propuesta relacionada.

Tal como se ha explicitado en el marco teórico, el favorecimiento y mejoramiento de las habilidades espaciales es posible ya que estas pueden ser educables y entrenables. Gardner (1995), considera fundamental el desarrollo de las habilidades espaciales, ya que, con ello, los estudiantes tienen mayores posibilidades de resolver problemas cotidianos, tener una mayor comprensión del mundo y potencializar las formas de aprender en las diversas áreas del conocimiento. Con la estrategia del desarrollo de la ATE, se busca que el estudiante, mediante la resolución de ejercicios que implican la rotación, visualización y orientación de cubos en 2D y 3D, logren mejorar estas habilidades espaciales, las cuales son fundamentales para la clase de tecnología, el trabajo interdisciplinar en otras áreas y la solución de problemas en contextos reales.

Saorín (2006), como se explica en el marco teórico, sostiene que el favorecimiento de las habilidades espaciales a partir de ejercicios que impliquen rotación de cubos permite mayor

desarrollo de la habilidad espacial de visualización; se espera entonces que la mejora en las habilidades de los estudiantes se haga evidentes a partir de la propuesta *Cubos divertidos* (Anexo 8), puesto que, en ella, se presentan diversas actividades que favorecen el desarrollo de la habilidad.

En este mismo sentido, las habilidades de orientación y rotación cobran sentido fundamental con la puesta en práctica de la ATE, ya que, con ella, los estudiantes podrán hacer construcciones, girar y desplazar objetos gráficos en una superficie bidimensional y en un espacio tridimensional. Saorín, (2006)

Siendo la ATE *cubos divertidos*, el instrumento diseñado por el docente para el favorecimiento de habilidades espaciales, cabe mencionar, además, que han sido de gran utilidad los referentes teóricos dados por el constructivismo y del construccionismo, para el diseño de esta.

El constructivismo, desde sus postulados ha servido de base para la consolidación de la propuesta, en tanto ha permitido dinamizar la estructura de la ATE, recurriendo para ello a sus premisas fundamentales; siendo Piaget uno de los precursores de este modelo pedagógico, se retoma de su estudio un aporte que resulta ser valioso para las pretensiones de la presente intervención

“el mecanismo básico de adquisición de conocimientos consiste en un proceso en el que las nuevas informaciones se incorporan a los esquemas o estructuras preexistentes en la mente de las personas, que se modifican y reorganizan según un mecanismo de

asimilación y acomodación facilitado por la actividad del alumno”. (Tünnermann, 2011, p. 24)

En tal sentido, se encuentra que la ATE, parte de los conocimientos previos que traen los estudiantes a la clase, y sobre la base de los mismos se hace la construcción de los nuevos saberes.

Siendo la teoría auto estructurante de Piaget, un principio válido para el ejercicio pedagógico que se desarrolla en la propuesta, cabe argumentar que es gracias a Ausubel (2008) con la teoría del aprendizaje significativo y Vygotsky (2008), con la integración de procesos socioculturales, quienes dan el soporte psicológico y pedagógico fundamental que cimienta las bases de la propuesta de la ATE cubos divertidos aquí descrita.

Sumado a lo anterior, es importante resaltar que la presente propuesta tiene en cuenta como lo retoma Tünnermann (2011), sobre la teoría de Ausubel, las tres condiciones básicas para generar aprendizaje significativo, en primer lugar, los materiales de enseñanza están estructurados lógicamente con una jerarquía conceptual; en segundo lugar, se organiza la enseñanza respetando la estructura psicológica del alumno, es decir, sus conocimientos previos y por último, la estrategia busca a través del diseño de la misma, que los alumnos estén motivados para aprender.

Otro componente pedagógico asumido en la propuesta y que ya ha sido previamente presentado en el marco teórico tiene que ver con, el modelo constructorista que se deriva de la

corriente constructivista, y el cual está ampliamente fundamentado por el teórico, matemático y pedagogo Papert (1991).

De acuerdo, con sus postulados, el construccionismo aporta elementos valiosos como lo son el aprendizaje a través de la acción (la construcción), en otras palabras, impulsa el valor por aprender haciendo; además, rescata elementos fundamentales como la creatividad y el papel protagónico del estudiante, como diseñador de sus propios proyectos, lo cual le permite empoderarse, para asumir su rol.

Para Papert la preocupación es por los procesos de aprendizaje, los modos en que los sujetos aprenden incluso a aprender, las cosas que hacen y su relación con sus aprendizajes. El construccionismo pone el acento en las acciones, las operaciones, las alteraciones que los aprendices hacen sobre sus objetos de conocimiento y los aprendizajes que se derivan de estas interacciones. (Quintana, 2016, p. 90).

Finalmente, para el desarrollo de la ATE, se rescatan algunos elementos del modelo STEM, los cuales son fundamentales para la comprensión de saberes a partir de la transdisciplinariedad, sin tener la pretensión, como se ha explicado en capítulos anteriores, de tener este modelo como objeto central de la presente investigación.

Según este modelo, las actividades STEM son más eficaces cuando alientan a los estudiantes a trasladar las ideas a través de múltiples disciplinas. Es fundamental que los estudiantes tengan la oportunidad de reflexionar en torno a las distintas perspectivas disciplinares entre conceptos, mientras se enfrentan a los desafíos con énfasis en los problemas del mundo

real. No obstante, para garantizar que los estudiantes hagan conexiones entre los conceptos científicos estudiados y desarrollen habilidades durante el proceso, es necesario que el profesor tenga en mente el modelo traslacional. (García, 2017, p. 40).

En este sentido, El modelo STEM, aporta dentro del desarrollo de la ATE, un manejo interdisciplinar entre conceptos y saberes propios de la ingeniería, la geometría y las matemáticas, los cuales, a su vez, dan mayor sentido a la propuesta *Cubos divertidos*.

5.1.Descripción y explicación de la propuesta.

Partiendo del hecho de que para la educación en Tecnología son fundamentales, por un lado, los lineamientos curriculares, el desarrollo de capacidades, los desempeños y los logros de los estudiantes, y, por otro lado, la formación integral de los jóvenes, la cual incluye su desempeño y respuesta a las nuevas exigencias sociales, culturales técnicas y humanísticas, como lo propone el MEN (2008), se pretende, a partir de estas orientaciones para la educación en tecnología, emplear en la presente investigación, como instrumento para el favorecimiento y desarrollo de las habilidades espaciales de rotación, orientación y visualización espacial, una Actividad Tecnológica Escolar.

Las Actividades Tecnológicas Escolares -ATE- corresponden a las unidades de trabajo con los estudiantes, dentro de las distintas estrategias, y que, en la propuesta de ambientes de aprendizaje, corresponden a los dispositivos pedagógicos que se diseñan para generar efectos previstos y deseables en relación con los aprendizajes (Quintana, 2015, p. 24).

La ATE, denominada *Cubos divertidos*, es una estrategia versátil que busca involucrar a los estudiantes en el desarrollo de sus propios procesos de aprendizaje, a partir de reconocimiento de distintos campos disciplinares (matemáticas, geometría, tecnología e ingeniería), tal como lo propone el modelo STEM, los cuales a su vez permiten el favorecimiento y mejora en el desarrollo de habilidades espaciales, mediante, el maquetado de objetos en 2D y 3D.

5.2.ATE: Cubos divertidos

La ATE se ha diseñado considerando la estrategia didáctica de análisis a través de la construcción, la cual en palabras de Quintana (2015) busca promover la acción transformadora a través de esta.

El análisis a través de la construcción es una de las estrategias didácticas que se ha venido consolidando para el aprendizaje de la tecnología y se fundamenta en que mediante procesos constructivos es posible aprender sobre conceptos, desarrollar actitudes y aplicar habilidades propias de la tecnología. (Quintana, 2016, p. 90).

A continuación, se presentan los componentes que integran la ATE *Cubos divertidos*, la cual tiene como propósito fundamental contribuir con el favorecimiento y desarrollo de las habilidades espaciales de rotación, orientación y visualización, a partir del maquetado de objetos en 2D y 3D, en los estudiantes de grado décimo del colegio CODEMA I.E.D. (Anexo 8)

Componentes:

Situación inicial: En este apartado se da a conocer a quien va dirigida la ATE, y las orientaciones dadas por el MEN, la cual sustenta, el componente a desarrollar y el desempeño.

¿Qué vamos a aprender? En este apartado se indica a los estudiantes los conceptos de los cuales se van a apropiar: Uso correcto de herramientas, conceptos transdisciplinarios, de acuerdo con el modelo STEM (Volumen, medición, expresión gráfica).

¿Qué sabemos? Aquí se dan las indicaciones generales respecto a la organización en grupos de trabajo y a partir de preguntas generadoras, se hace una indagación inicial frente a los conceptos previos que los tienen los estudiantes, los cuales, como lo afirma la teoría constructivista, parten del hecho de reconocer que los estudiantes cuentan con estructuras cognoscitivas previas al conocimiento que desean incorporar.

Ausubel, como otros teóricos cognoscitivistas, postula que el aprendizaje implica una reestructuración activa de las percepciones, ideas, conceptos y esquemas que el aprendiz posee en su estructura cognitiva. Podríamos clasificar su postura como constructivista (el aprendizaje no es una simple asimilación pasiva de información literal, el sujeto la transforma y estructura), e internaliza, (los materiales de estudio y la información exterior se interrelacionan e interactúan con los esquemas de conocimientos previo y las características personales del aprendiz). (Días Barriga, 1997).

Posteriormente, estos conocimientos previos deben quedar consignadas en su cuaderno de tecnología.

¡Aprendamos más!: En esta parte, se amplían y profundizan los conceptos que se van a trabajar a lo largo del desarrollo de la ATE y se hace énfasis especial en el aporte al favorecimiento y desarrollo de las habilidades espaciales producto del trabajo propuesto. Este apartado está, además, profundizado por ayudas visuales y videos recuperados de YouTube.

¿Cuál es el reto? En este apartado se presenta al estudiante el ejercicio práctico el cual debe desarrollar, teniendo en cuenta para ello, los conceptos analizados y los elementos pedagógicos provenientes del construccionismo, los cuales darán el sustento teórico para el desarrollo del ejercicio. En este sentido, se hace un énfasis fundamental en propiciar el aprendizaje a través de la acción, es decir a partir de la construcción. En palabras de Papert, (1991), el mejor aprendizaje no derivará de encontrar mejores formas de instrucción, sino de ofrecer al educando mejores oportunidades para construir.

¿Cuál es el reto?, es de hecho, una oportunidad para invitar al estudiante a crear y a generar aprendizajes a partir de su propia experiencia.

Esta es la premisa que va a regir el proceso de aprendizaje desde el enfoque construccionista, el cual supone que existe una habilidad natural en las personas para aprender a través de la experiencia, y para crear estructuras mentales que organicen y sinteticen la información y las vivencias que adquiere en la vida cotidiana. (Badilla y Chacón, 2004 p.5).

¡A trabajar se ha dicho! En este espacio se presenta el paso a paso de la actividad a realizar que consiste en la elaboración de 10 cubos de distintos tamaños y colores con material de

cartulina arte. Una vez terminados los cubos se pide al estudiante crear un sólido, con la mayoría de cubos posible; posteriormente, se pide realizar la proyección isométrica del sólido creado, en una hoja DIN A4, y así mismo realizar las vistas.

La intencionalidad de este apartado radica en concretar la construcción, a partir de los postulados, de Papert (1991). Este ejercicio, requiere de la observación, el análisis y la comprensión de los elementos estudiados y de la elaboración parcial o total de las construcciones sugeridas, haciendo para ello uso de las habilidades espaciales requeridas (rotación, orientación y visualización).

Pensemos. En este apartado se solicita la estudiante reflexionar sobre todo el trabajo realizado en la ATE y los aprendizajes obtenidos con su desarrollo; así mismo, se le invita a crear sus propios modelos a partir de los conocimientos adquiridos con otras figuras geométricas. Los elementos que llevan al estudiante a la reflexión frente a sus propios procesos de aprendizaje están sustentados en los indicadores destinados para mediar el mejoramiento de cada habilidad:

- Habilidad espacial de orientación: Tiene como indicador la agilidad mental que tiene el estudiante para identificar y hacer el desplazamiento de un objeto gráfico, en una superficie bidimensional, y en un espacio tridimensional representándolo gráficamente.
- Habilidad espacial de visualización: Tiene como indicador la capacidad que posee el estudiante para manipular mentalmente las imágenes visuales y la posibilidad de hacer la correspondencia entre la representación gráfica tridimensional y la representación bidimensional, teniendo en cuenta para ello el plegado y el desplegado de las caras de un objeto.

- Habilidad de rotación espacial: Capacidad que tiene el estudiante para hacer correspondencia entre la representación gráfica tridimensional y su representación mental y gráfica luego de su rotación en el espacio.

¡Recuerda! Este espacio hace referencia a la síntesis del recorrido realizado a lo largo de la ATE. La retroalimentación juega un papel fundamental para el aprendizaje significativo de larga duración en los estudiantes, según los postulados del constructivismo.

Finalmente se presenta la evaluación de la ATE, la cual invita a los estudiantes a reflexionar sobre sus propios procesos de aprendizaje mediante preguntas generadoras, las cuales, incluyen preguntas respecto al dominio de conceptos y el reconocimiento del desarrollo de las habilidades espaciales de rotación, visualización y orientación.

6. Resultado y análisis.

6.1.Resultados.

En este capítulo se presenta el análisis e interpretación de los datos obtenidos producto del desarrollo de la investigación. Dichos datos provienen, de las pruebas pretest (Anexo 7) y post-test (Anexo 9), aplicadas tanto al grupo control, como al grupo experimental, teniendo en cuenta para ello la variable dependiente, del análisis de la observación directa la cual quedó registrada en el diario de campo (Anexo 11), de los productos elaborados por los estudiantes, durante el desarrollo de la ATE, (Anexo 10); y de la entrevista semiestructurada realizada a los estudiantes durante la intervención, (Anexo 12).

A manera de precisión, como quedó definido en el capítulo anterior, la población total analizada fue de 68 estudiantes de grado décimo del colegio CODEMA I.E.D., de los cuales 34 hicieron parte del grupo control y 34 del grupo experimental. La organización de los estudiantes por género se realizó al azar, no obstante, para facilitar el análisis de los datos, se organizaron de manera homogénea los grupos, la misma proporción de hombres y mujeres tanto en el GE como en el GC: 34 hombres y 34 mujeres.

Partiendo del hecho que los estudiantes objeto de estudio de la presente investigación son menores de edad, se tiene en cuenta el aval de los padres de familia o acudientes respecto al consentimiento informado sobre derechos de imagen, según ley 1581 de 2012. (Anexo 1)

6.2. Análisis de resultados prueba pretest, post-test.

Las pruebas pretest, post-test, diseñadas para evaluar el desarrollo y fortalecimiento de las habilidades de rotación, orientación y visualización en los estudiantes de grado décimo del colegio, estuvieron diseñadas, a partir de la adaptación de los ejercicios presentados tanto en: Tristancho, Contreras y Vargas, (2014) como en Gutiérrez (2010), las cuales buscan determinar el nivel de desarrollo de dichas habilidades. Las pruebas fueron validadas por un grupo de siete pares académicos, considerados como expertos para este estudio, los cuales, aplicaron la prueba y realizaron su apreciación mediante un instrumento de validación, (Anexo 6)

6.2.1. Análisis de resultados de la prueba pretest tanto en el grupo control como en el grupo experimental previos a la intervención.

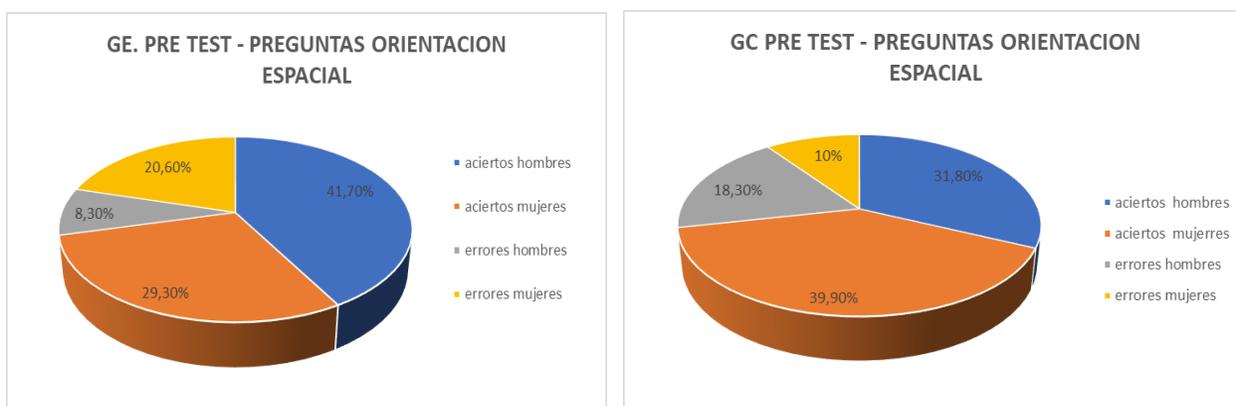
El propósito de este apartado consistió en evidenciar cuáles fueron los dominios que tuvieron los estudiantes de cada una de las habilidades evaluadas. Posteriormente, se realizó un comparativo entre el grupo control y el grupo experimental, con el ánimo de establecer diferencias e interpretación de los resultados de los dos grupos previos a la intervención.

Tanto la prueba pretest, como la prueba post test, contienen un total de diez preguntas cada una discriminada de la siguiente manera: 5 preguntas para evaluar la habilidad espacial de orientación; 3 preguntas para evaluar la habilidad de visualización y 2 preguntas para evaluar la habilidad de rotación; cada prueba incluye un indicador para medir la variable.

Para valorar el grado de dominio que tienen los estudiantes de cada una de las habilidades, orientación, visualización y rotación, evaluadas en la prueba pretest y post test se tienen en cuenta los indicadores de las variables, los cuales permiten evidenciar el progreso en el mejoramiento de estas habilidades una vez realizada la intervención.

Habilidad de orientación espacial: a continuación, se presenta en la gráfica 1, el porcentaje de estudiantes que respondieron mayor cantidad de veces de manera acertada, y discriminadamente entre hombre y mujeres, a las preguntas de orientación espacial. (Anexo 13)

Indicador: La agilidad mental que tiene el estudiante para identificar y hacer el desplazamiento de un objeto gráfico en una superficie bidimensional y en un espacio tridimensional representándolo gráficamente.

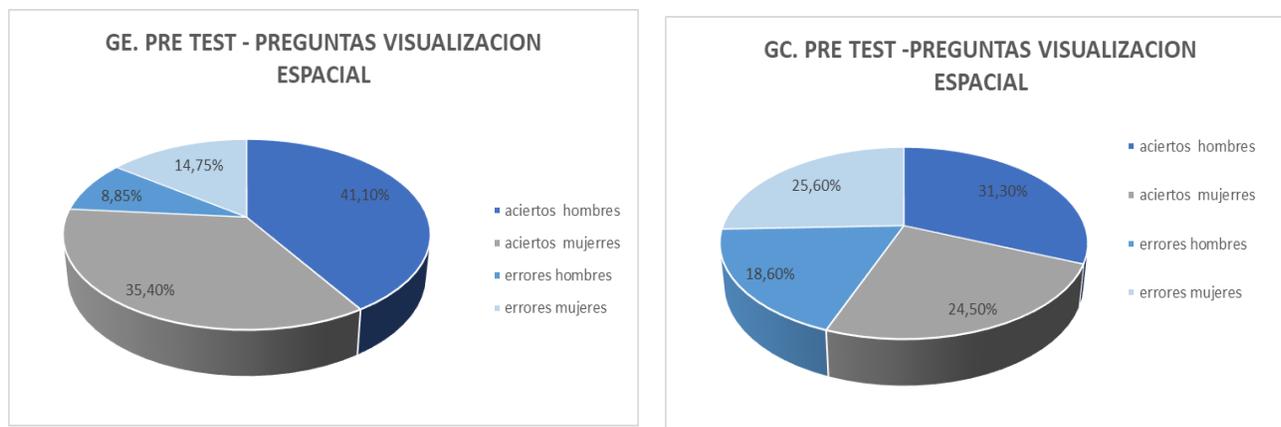


Gráficas 1. Resultados de prueba pretest en el GC y GE, antes de la intervención, para la habilidad espacial de orientación.

A partir de la gráfica anterior se puede afirmar que, tanto en el grupo experimental como en el grupo control, los hombres lograron un porcentaje de respuestas acertadas del 41.7% y 31.8% respectivamente, mientras que las mujeres lograron un porcentaje de respuestas acertadas del 29.3% y 39.9% respectivamente. Tanto en el grupo experimental como en el grupo control, alcanzaron el 73.5% y 69.2% del total de las marcaciones correctas. Dato que permite inferir que el dominio de la habilidad espacial de orientación tanto en el GE. como en el GC. alcanza un dominio superior al 71.35%. Lo cual evidencia, que los estudiantes, hombres y mujeres, tuvieron un buen manejo de la orientación espacial. De acuerdo con el indicador utilizado para esta variable, se encuentra que los estudiantes presentan agilidad mental para desplazar un objeto en el espacio en 2D y en 3D. Este resultado es explicable en la medida que da cuenta de los conocimientos previos que poseen los estudiantes, de áreas como dibujo técnico y geometría los cuales les permitieron resolver de manera eficiente la prueba de orientación espacial.

Habilidad de visualización espacial: en la gráfica 2, se presenta el porcentaje de los estudiantes que respondieron con mayor frecuencia de manera acertada, y discriminadamente entre hombre y mujeres, a las preguntas de visualización espacial. (Anexo 13)

Indicador: La capacidad que posee el estudiante para manipular mentalmente las imágenes visuales y la posibilidad de hacer la correspondencia entre la representación gráfica tridimensional y la representación gráfica bidimensional, teniendo en cuenta para ello el plegado y desplegado de las caras de un objeto.



Gráficas 2. Resultados de prueba pretest en el GC y GE, antes de la intervención, para la habilidad espacial de visualización.

De acuerdo con la gráfica anterior, se evidencia que, tanto en el grupo experimental como en el grupo control, los hombres lograron un porcentaje de respuestas acertadas del 41.1% y 31.3% respectivamente, mientras que las mujeres lograron un porcentaje de respuestas acertadas del 29.3% y 35.4% respectivamente. Tanto en el grupo experimental como en el grupo control, alcanzaron el 70.4% y 66,7% del total de las marcaciones correctas. Dato que permite inferir que el dominio de la habilidad espacial de visualización tanto en el GE. como en el GC. alcanza un dominio del 68.5%. Teniendo en cuenta el indicador de esta variable queda demostrado que los estudiantes, hombres y mujeres, presentaron una buena comprensión de los ejercicios que comprometían la visualización espacial, en tanto que tuvieron la capacidad de manipular en la mente imágenes visuales, mediante el plegado y desplegado de las caras de un cubo. Respecto a la diferenciación entre el grupo de hombres y el grupo de mujeres, se puede reconocer que el contraste no es muy marcado, lo cual se puede explicar porque, los grupos se han mantenido unidos desde grado quinto y se han apoyado en los procesos de formación en asignaturas que

están asociadas con áreas que requieren del manejo de esta habilidad, matemáticas, geometría, dibujo técnico.

Habilidad de rotación espacial: En la gráfica 3, se presenta el porcentaje de los estudiantes que respondieron con mayor frecuencia de manera acertada, y discriminadamente entre hombre y mujeres a las preguntas de rotación espacial. (Anexo 13)

Indicador: La capacidad que tiene el estudiante para hacer correspondencia entre la representación gráfica tridimensional y su representación mental y gráfica, luego de su rotación en el espacio.



Gráficas 3. Resultados de prueba pretest en el GC y GE, antes de la intervención, para la habilidad espacial de rotación.

Teniendo en cuenta la gráfica anterior, se puede decir que, tanto en el grupo experimental como en el grupo control, los hombres lograron un porcentaje de respuestas acertadas del 30,8% y 22% respectivamente, mientras que las mujeres lograron un porcentaje de respuestas acertadas

del 13% y 16,2% respectivamente. Tanto en el grupo experimental, como en el grupo control, alcanzaron el 52.8% y 28.2% del total de las marcaciones correctas. Dato que permite verificar que el dominio de la habilidad espacial de rotación tanto en el GE. como en el GC. alcanza en promedio un dominio del 40.5%. Este dato evidencia, de acuerdo con el indicador planteado para la variable, que los estudiantes presentan niveles bajos de comprensión y análisis de ejercicios que requieren hacer correlaciones entre las representaciones gráficas tridimensionales y su representación mental y gráfica, luego de su rotación en el espacio. Estos escasos niveles de comprensión y análisis, se ven evidenciados en la forma como los estudiantes resuelven problemas de la clase, los cuales requieren de la rotación de objetos en 2D y 3D.

A manera de síntesis se puede afirmar que la habilidad de rotación frente a la habilidad de orientación evidencia un bajo dominio en los dos grupos, tanto GE. como GC. Esta diferencia, muestra que los estudiantes tienen más desarrollada la habilidad espacial de orientación, respecto a la habilidad espacial de rotación; ello se puede explicar porque los saberes previos, provenientes de áreas como las matemáticas, la geometría y el dibujo técnico, les han permitido analizar y resolver ejercicios que requieren de ubicación, colocación y posición de sólidos en el espacio.

Respecto a la habilidad espacial de orientación, se encuentra que las mujeres en los dos grupos, GE. y GC., tuvieron un porcentaje inferior, 4.3% respecto al de los hombres. Al momento de aplicar la prueba se observó que el grupo de hombres estuvo más atento y dispuesto a seguir las indicaciones dadas por el profesor.

En cuanto a las marcaciones erradas se evidencia lo siguiente:

En el GE. Las mujeres tienen una marcación errada alta 20.6 % frente a los hombres los cuales tuvieron una marcación errónea del 8.3%.

El en GC. los hombres tuvieron una mayor marcación errada del 18.3%, mientras que las mujeres presentan una marcación errada del 10%.

Teniendo en cuenta los datos presentados anteriormente, se puede concluir que el desarrollo y mejoramiento de las habilidades espaciales de orientación, visualización y rotación, es posible mediante la aplicación de una ATE. La implementación de la propuesta, la cual incluyó el maquetado de objetos en 2D y 3D, permitió a los estudiantes de grado décimo del Colegio CODEMA I.E.D., explorar otras formas de hacer trabajo transdisciplinar, resolver problemas que requieren el manejo de dichas habilidades, de comprender contenidos de otras ciencias y reconocer nuevas formas de aprender. Los indicadores elaborados para cada una de las variables, permitieron medir el grado de mejoramiento de cada una de las habilidades.

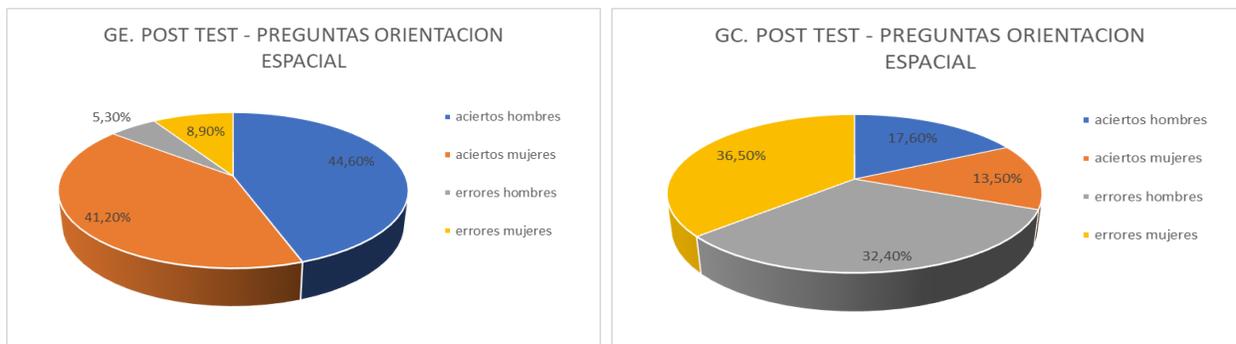
Respecto al manejo de las habilidades espaciales en el grupo de las mujeres se logran ratificar una vez más teorías e investigaciones, que como se pudieron analizar en el capítulo de antecedentes, indican que las mujeres tiene mayores dificultades para dominar estas habilidades; no obstante y como se ha explicado ampliamente en la presente investigación, estas habilidades son educables, entrenables y mejorables, lo cual, se buscó lograr una vez realizada la intervención, desarrollo de la ATE cubos divertidos.

6.2.2. Análisis de resultados de la prueba post test tanto en el grupo control (GC.) como en el grupo experimental (GE.) posterior a la intervención.

Este análisis consiste en evidenciar cuáles fueron los dominios que tuvieron los estudiantes de cada una de las habilidades evaluadas, tenido en cuenta para ello los indicadores de la variable. Posteriormente, se realiza un comparativo entre el grupo control y el grupo experimental, con el ánimo de comparar los resultados de los dos grupos, luego de la intervención.

Habilidad de Orientación espacial: en la gráfica 4, se presenta el porcentaje de estudiantes que respondieron mayor cantidad de veces de manera acertada, y discriminadamente entre hombre y mujeres, a las preguntas de orientación espacial. (Anexo 13)

Indicador: La agilidad mental que tiene el estudiante para identificar y hacer el desplazamiento de un objeto gráfico en una superficie bidimensional y en un espacio tridimensional representándolo gráficamente.



Gráficas 4. Resultados de prueba post test en el GC y GE, después de la intervención, para la habilidad espacial de orientación.

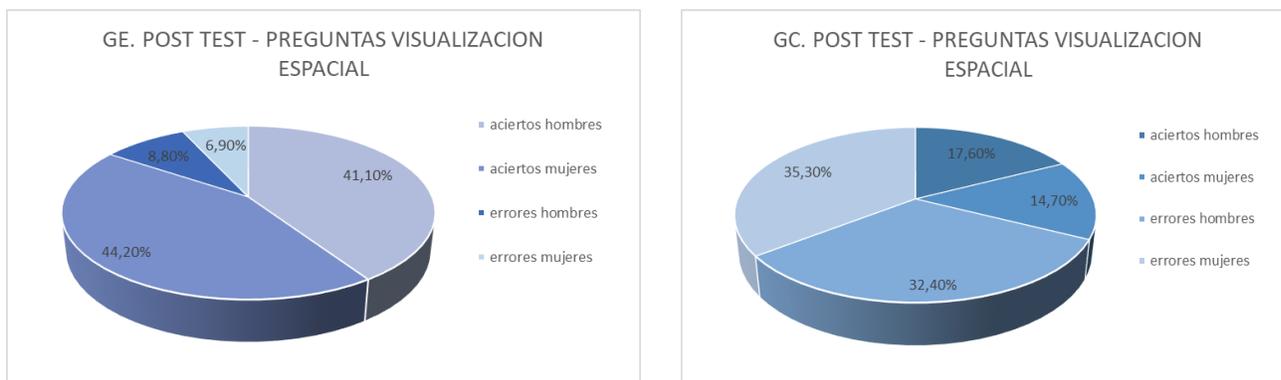
A partir de la gráfica anterior se evidencia que, tanto en el grupo experimental como en el grupo control, los hombres lograron un porcentaje de respuestas acertadas del 44.6% y 17.6% respectivamente, mientras que las mujeres lograron un porcentaje de respuestas acertadas del 41.2% y 13.5% respectivamente. En el grupo experimental, los estudiantes en general alcanzaron el 85.8% de las marcaciones correctas. Por el contrario, el grupo control obtuvo solo el 31.1% del total de las marcaciones correctas. Dato que permite inferir que el dominio de la habilidad espacial de orientación en el GE, fue mayor respecto al GC. Los datos evidencian que hubo avances en el dominio de la habilidad de orientación espacial, de acuerdo con el indicador de la variable, luego de desarrollar los ejercicios prácticos presentados en al ATE, *cubos divertidos*. Estos ejercicios sugerían al estudiante, desarrollar cubos de distintos tamaños y colores, para posteriormente maquetar un sólido con la mayoría de los cubos posibles, seguidamente se indicaba hacer la representación gráfica en proyección isométrica, para finalmente, realizar las vistas ortogonales a partir del sólido creado. (Anexo 8)

Una vez realizada la intervención y aplicada la prueba post test se observa que el GE. presenta un aumento en el porcentaje de aciertos del 85.8%, este progreso evidencia que los ejercicios propuestos en la ATE lograron mejorar la agilidad mental para identificar y hacer el desplazamiento de un objeto gráfico en una superficie bidimensional, y en un espacio tridimensional representándolo gráficamente. Por otro lado, se evidencia que el GC. bajó el porcentaje de marcaciones acertadas al obtener un 31.1% respecto a los resultados obtenidos en la prueba pretest, esto se podría explicar porque los estudiantes no encontraron estrategias novedosas para mejorar esta habilidad espacial y perdieron el interés al momento de aplicar la prueba.

En cuanto al desempeño discriminado entre hombres y mujeres los datos muestran que los hombres tanto en el GE. como en el GC, y en las pruebas pre test y post test, presentaron mayor cantidad de aciertos, aunque los hombres del GC, obtuvieron menores resultados en la prueba post test frente al GE. Las razones que pueden explicar este resultado a nivel general, tienen que ver con la manera como los hombres centran la atención al momento de dar las indicaciones correspondientes, los hombres, en general, se muestran más atentos y seguros al momento de solicitar aclaraciones, o de intervenir en la aplicación del instrumento.

Habilidad espacial de visualización: la gráfica 5, presenta el porcentaje de estudiantes que respondieron mayor cantidad de veces de manera acertada, y discriminadamente entre hombre y mujeres, a las preguntas de visualización espacial. (Anexo 13)

Indicador: La capacidad que posee el estudiante para manipular mentalmente las imágenes visuales y la posibilidad de hacer la correspondencia entre la representación gráfica tridimensional y la representación gráfica bidimensional, teniendo en cuenta para ello el plegado y desplegado de las caras de un objeto.



Gráficas 5 Resultados de prueba post test en el GC y GE, después de la intervención, para la habilidad espacial de visualización.

A partir de la gráfica se muestra que, tanto en el grupo experimental como en el grupo control, los hombres lograron un porcentaje de respuestas acertadas del 41.1% y 17.6% respectivamente, mientras que las mujeres lograron un porcentaje de respuestas acertadas del 44.2% y 14.7% respectivamente. A nivel general, el grupo experimental, alcanzó el 85.3% de marcaciones correctas; mientras que el grupo control, alcanzó solo el 32,2%. Dato que permite inferir que el dominio de la habilidad espacial de visualización fue mayor luego de haber desarrollado la ATE en el GC.

Respecto a la habilidad espacial de visualización se concluye que:

Ambos grupos tanto GE. como GC. evidencian un dominio medio en la prueba pre-test, con un porcentaje del 68%. Teniendo en cuenta el indicador de la variable, se observa que los estudiantes encontraron dificultades para representar y manipular mentalmente objetos en tres dimensiones.

Una vez realizada la ATE y desarrollada la prueba post test se observó que el GE. presentó un aumento en el porcentaje de aciertos. Este aumento en la cantidad de respuestas marcadas como correctas, evidencia que los ejercicios propuestos en la ATE sobre plegado y desplegado de las caras de un objeto, permitió mejorar la capacidad para manipular mentalmente las imágenes visuales y hacer la correspondencia entre la representación gráfica tridimensional y la representación bidimensional.

Respecto al GC, se evidenció que el porcentaje de marcaciones acertadas para las preguntas de esta habilidad fueron inferiores, esto se podría explicar porque al igual que se

presentó en la habilidad de orientación espacial, los estudiantes no encontraron estrategias novedosas para mejorar esta habilidad espacial y perdieron el interés al momento de aplicar la prueba.

En cuanto al desempeño discriminado entre hombres y mujeres los datos muestran que los hombres tanto en el GE. como en el GC, y en las pruebas pre test y post test, presentaron mayor cantidad de aciertos, aunque los hombres del GC. obtuvieron menores resultados en la prueba post test frente al GE. Lo que se puede interpretar de este resultado es que las mujeres en general, se mostraron más ansiosas respecto a los hombres, al suponer que lo más importante del Test era la obtención de una nota numérica, pese a que en la instrucción el profesor había explicado que el valor numérico no sería tenido en cuenta.

Habilidad de rotación: en la gráfica 6, se presenta el porcentaje de estudiantes que respondieron mayor cantidad de veces de manera acertada, y discriminadamente entre hombre y mujeres, a las preguntas de rotación espacial. (Anexo 13)

Indicador: La capacidad que tiene el estudiante para hacer correspondencia entre la representación gráfica tridimensional y su representación mental y gráfica, luego de su rotación en el espacio.



Gráficas 6. Resultados de prueba post test en el GC y GE, después de la intervención, para la habilidad espacial de rotación.

A partir de la gráfica dada, se muestra que, tanto en el grupo experimental como en el grupo control, los hombres lograron un porcentaje de respuestas acertadas del 28% y 16.1% respectivamente, mientras que las mujeres lograron un porcentaje de respuestas acertadas del 25% y 14.8% respectivamente. Este dato permitió concluir que, a nivel general en el GE, una vez realizada la intervención con la ATE., se observó una mejoría en los resultados de la prueba en un 53%, respecto al GC, el cual alcanzó solo el 30,9% de las marcaciones correctas.

El indicador de la variable, permitió valorar los progresos que iban teniendo los estudiantes a medida que iban avanzando en el trabajo de la guía; evidenciaron progreso en las actividades propuestas en la ATE y lograron graficar, maquetar y construir sólidos, para luego representarlos en 2D y 3D, teniendo en cuenta para ello, proyecciones isométricas, vistas (superior, frontal, derecha) y la rotación del sólido elaborado.



Figura 8. Tomadas durante la aplicación de la ATE, se observa el dominio de acuerdo con los indicadores de las variables.

En cuanto al desempeño discriminado entre hombres y mujeres, los datos muestran que los hombres tanto en el GE. como en el GC. y en las pruebas pretest y post test, presentaron mayor cantidad de acierto, aunque los hombres del grupo control obtuvieron menores resultado en la prueba post test frente al GE. A manera de conclusión se podría decir que al igual que en las otras habilidades, por un lado, las mujeres, se mostraron más ansiosas al momento de desarrollar la prueba, se sintieron algunas veces más inseguras y mostraron más temor al momento de aclarar dudas, respecto a los hombres. Finalmente, este resultado puede ser constatado, con distintas investigaciones y estudios que evidencian que las mujeres tienen un menor dominio de las habilidades de rotación mental respecto a los hombres en casi todas las edades. (Miller y Halper, 2014, como se citó en Jirout y Newcombe, 2015, p.303)

6.3. Análisis entrevista semiestructurada.

Una vez que los estudiantes del GE iniciaron el desarrollo de la ATE, se encontró pertinente realizar una entrevista semiestructurada (Anexo 12), con el fin de conocer las diversas percepciones que ellos tienen respecto a la totalidad del trabajo realizado. Los diarios de campo y

la entrevista semiestructurada presentaron gran importancia, toda vez, que al ser complemento del análisis estadístico presentado, permitieron en gran medida, dar respuesta a la pregunta problema y al cumplimiento los objetivos planteados en la presente investigación.

6.3.1. Las percepciones de los estudiantes sobre el desarrollo de la ATE

La mayoría de las estudiantes encuentra que la Actividad Tecnológica Escolar (ATE) proporciona ejercicios que permiten mejorar habilidades espaciales por medio de la práctica, el hecho de construir cubos y luego colocarlos en una superficie para rotarlos, facilitó la comprensión de la habilidad espacial de rotación. Por otro lado, los estudiantes reconocieron la importancia de permitirles desarrollar de manera autónoma y colaborativa las actividades propuestas en la cartilla, puesto que gracias a ello se sintieron protagonistas de sus propios procesos de aprendizaje. Con estos ejercicios, consideran que se les facilitó la comprensión del maquetado en 2D y 3D. Por último, consideraron oportuna la forma como se articularon saberes de otras áreas STEM, puesto que ello les permitió hacer relación entre conceptos para comprender mejor los problemas y así mismo darles solución.

Estudiante: Gracias al desarrollo de la ATE, podemos mejorar nuestras habilidades para futuras actividades, para nuestros trabajos haciéndolo de la mejor manera y afrontado todo lo que nos proponamos.

Entrevistador: Con los ejercicios desarrollados ¿encuentras alguna mejoría en la comprensión, aplicación y desarrollo de sólidos en 2D y 3D.

Estudiante: claro porque nos permite mejorar en el desarrollo de una figura, para este caso el cubo y el dibujo del solido que cada uno creó.

Entrevista a estudiantes 4 de octubre 2018.

Otro aspecto desarrollado en la entrevista incluyó el preguntar a los estudiantes, sobre qué aspectos de los trabajados en la ATE, cambiarían o mejorarían. Valorando el nivel de motivación y de participación de los estudiantes, resultó interesante corroborar que la mayoría de estudiantes consideraron que la ATE es clara, dinámica y entendible; no obstante, algunos sugirieron que se presentara la ATE en formato física y con mayor cantidad de dibujos ilustrativos.

Entrevistador: ¿Qué aspectos o elementos mejorarías de la actividad?

Estudiante: la cartilla es fácil de entender ya que en cada punto explicaba con detalle lo que se debía hacer, de pronto lo que le mejoraría sería un poco más de dibujos, o mejor, más claros porque en el videobeam no se veía bien.

Estudiante: un poco más explicación al inicio porque no entendí muy bien, pero con el pasar de las imágenes fui entendiendo, de resto fue muy divertida e interesante.

Entrevista a estudiantes 5 de octubre 2018.

La entrevista semiestructurada permitió a la vez, preguntar a los estudiantes si habían encontrado en la ATE, relación con temáticas de tecnología, geometría, matemáticas e ingeniería; pregunta que resultó valiosa puesto que permitió sustentar la importancia del modelo STEM, en el desarrollo de procesos de aprendizaje.

En general los estudiantes lograron hacer asociación de los conceptos de volumen, medición y construcción, con temáticas trabajadas en otras áreas como geometría y matemáticas. Esta asociación de conceptos permite entender que los jóvenes logran hacer uso del saber interdisciplinar y que ello les permite generar, aclarar o mejorar estrategias para la solución de múltiples problemas y en variadas circunstancias.

Entrevistador: otra pregunta, ¿A partir del desarrollo de esta actividad has encontrado alguna relación o interacción entre las temáticas de Tecnología, geometría, matemáticas e ingeniería?

Estudiante: si claro, cada una desarrolla habilidades espaciales por ejemplo en ingeniería para hacer un edificio, se necesitan bastante las habilidades espaciales, la geometría para encontrar el volumen de un sólido, en tecnología, lo que venimos trabajando de escalas.

Entrevista a estudiantes 5 de octubre 2018.

Cuando se abordó a los estudiantes con la pregunta de que, si con los ejercicios desarrollados habían encontrado alguna mejoría en la comprensión, aplicación y desarrollo de sólidos en 2D y 3D, ellos respondieron afirmativamente, lo cual permitió concluir que el aprender haciendo y la cercanía con los objetos de aprendizaje, como lo indica Papert (2002), son elementos necesarios para generar nuevos conocimientos y de manera contextualizada.

Estudiante: esta actividad me permitió un buen desarrollo en las habilidades espaciales de orientación y visualización, puesto que, con la construcción del cubo, aclare dudas, así

mismo, me parece importantes los ejercicios de proyección isométrica para ejercitar las habilidades espaciales.

En otra pregunta realizada a los estudiantes se les pidió indicar cuál había sido su sentir frente a esta nueva experiencia de trabajo en la clase de tecnología, las respuestas dadas por ellos permitieron ratificar la importancia del constructivismo y del aprendizaje significativo, en la generación de nuevos saberes. Se evidenció que las indicaciones dadas por el profesor, permitieron hacer el trabajo más flexible y dinámico. Cada estudiante trabajó a su ritmo y encontró significativo los saberes adquiridos para proyectarse en el campo profesional.

Entrevistador: Describe tu sentir frente a esta nueva experiencia de trabajo en la clase de tecnología.

Estudiante: me sentí muy bien, cómoda haciendo esta actividad, me sentí relajada no te estresas, simplemente si no puedes lo vuelves a hacer o puedes pedir ayuda al profesor no fue una actividad difícil para mí, tal vez a otras personas se les pudo presentar algún tipo de dificultad.

Estudiante: mientras realizamos la actividad de la ATE, fue una experiencia muy chévere, entretenida, que me apporto mucho, como ya le dije profe me ayudo para aclarar aspectos de la clase de geometría, además fue relajante, paso a paso.

Entrevista a estudiantes 4 de octubre 2018.

Finalmente, se les indagó respecto a cuál habilidad espacial de las trabajadas en la cartilla, habían sentido más desarrollada, la mayoría consideró que la habilidad de orientación fue la más fácil de trabajar, seguidas por las de visualización y rotación, argumentando que se les hizo fácil girar en la mente y dibujar el sólido que diseñaron. Esto puede ser explicable, puesto que, dentro de la clase de tecnología, en años anteriores, los estudiantes habían venido trabajando algunos ejercicios en dibujo técnico. En este sentido, los ejercicios trabajados en la cartilla, sirvieron de entrenamiento y fortalecimiento de estas habilidades.

Estudiante: Encuentro llamativa la actividad porque me ha permitido mejorar mis habilidades espaciales, aunque todos tenemos estas habilidades, esta cartilla nos permite a cada uno ejercitarlas y sacar el mejor provecho para nuestro bien.

Estudiante: si encuentro mejoría ya que al elaborar el cubo se debe hacer primero una imagen en la mente, luego en la cartulina que es el 2D y luego plegarlo y formar el cubo que es el 3D.

Entrevistador: ¿este proceso que describes imagen mental, dibujo y corte en cartulina y posteriormente plegado y creación del cubo con que lo asocias?

Estudiante: con las habilidades espaciales profe, como decía la cartilla la de rotación, orientación y visualización.

Entrevista a estudiantes 5 de octubre 2018.

A modo de conclusión se puede decir que la aplicación de la ATE cubos divertidos, ha servido como instrumento para el favorecimiento y desarrollo de las habilidades de orientación,

visualización y rotación, toda vez que ha permitido, generar aprendizajes significativos en los estudiantes. Los postulados del constructivismo y el construccionismo fueron un elemento fundamental de su diseño, ya que, gracias a ellos, los estudiantes lograron hacer contextualizados sus saberes y les permitieron hacer transferencia a las otras disciplinas STEM, como también, les permitió proyectar estos saberes en el perfilamiento de su futuro profesional.

6.4. Análisis de los diarios de campo

Para hacer un análisis más objetivo de los diferentes momentos que acompañaron el desarrollo de la ATE, los cuales como ya se ha explicado anteriormente abarcaron dos clases de tres horas cada una, se recurrió a realizar las interpretaciones pertinentes de estos hechos, los cuales permitieron dar mayor soporte al análisis estadístico realizado, a partir de cinco categorías, las cuales surgieron de los eventos más repetidos durante la intervención y de los hechos más sobresalientes de la actividad, como también de algunas aportaciones hechas por los estudiantes las cuales se hicieron reiterativas, durante el desarrollo de la actividad.

Dicho esto, se clasificaron las categorías en: saber interdisciplinar previo, creatividad, trabajo colaborativo, dominio de las habilidades y habilidad por género.

Saber interdisciplinar previo: Durante la intervención se pudo evidenciar que los estudiantes recurrieron a sus saberes previos para dar mayor comprensión a las diversas orientaciones presentadas en la cartilla. Retomando lo planteado en el marco teórico, en referentes pedagógicos, se puede constatar que “el grado de aprendizaje depende del nivel de

desarrollo cognitivo. El punto de partida de todo aprendizaje son los conocimientos previos. El aprendizaje es un proceso de (re)construcción de saberes culturales. (Diaz Barriga, 1987, p. 7).

Dichos saberes fueron evidenciados en varios momentos; un primer momento se pudo observar cuando el docente hizo la presentación de la cartilla, al llegar al componente “¿qué vamos a aprender?” el cual inicia con conceptos referentes a volumen, algunos estudiantes expresaron opiniones como:

Estudiante: ¿Lo de volumen lo vimos en química, o fue en matemáticas?”,

Estudiante: fue en geometría con la profesora Victoria.

Estudiante: Carlos les recuerda y afirma que sí, la profe nos dio un volumen y debíamos elaborar cinco figuras geométricas con ese mismo volumen.

Estudiante: Pedro les dice, pero también con el profe de química vimos algo de volumen.

Diario de campo 17 de septiembre 2018.

En un segundo momento, cuando el docente explicó la forma de construir un cubo, este recurrió para ello al dibujo técnico y a la geometría, se pudo evidenciar la manera como los estudiantes traían al presente conceptos que habían sido utilizados en clases previas:

Estudiante: “¿Profe las medidas que se van a manejar son en centímetros o milímetros?”.

Profesor: en centímetros, así lo indica la cartilla.

En un grupo de tres niñas, una de ellas les pregunta a sus compañeras:

Estudiante: ¿La medida del cubo de dos centímetros a cuánto equivale en milímetros?

Estudiante “a 20 milímetros”, la estudiante aún no entiende la equivalencia, entonces, una de ellas toma la escuadra y empieza a explicarle.

Estudiante: cada línea de la escala numérica equivale a un milímetro, cada diez líneas es igual a un centímetro.

Diario de campo 17 de septiembre 2018.

Un tercer momento el cual permitió reconocer la importancia que han tenido los saberes previos con la optimización del trabajo en la ATE para el desarrollo de habilidades espaciales de orientación, visualización y rotación, tiene que ver con las indicaciones dadas por el maestro para la marcación de las planchas; allí los estudiantes debían recurrir a sus saberes previos para cumplir con esta actividad, una vez indicada la acción los estudiantes cumplieron con lo sugerido, sin necesidad de hacer nuevas explicaciones al respecto.

Profesor: las planchas que se elaborarán el día de hoy, deben estar marcadas con letra técnica y buena presentación.

Diario de campo 24 de septiembre 2018.

Creatividad: Siendo la creatividad una característica del aprendizaje significativo, en cuanto, permite la flexibilidad del conocimiento, y diversidad de formas para resolver un mismo problema (Martínez, 1981, p. 53), a través del desarrollo de la ATE se pudo evidenciar la creatividad que tienen los estudiantes para afrontar las situaciones que se presentaron a lo largo de la cartilla. En el momento en que los estudiantes debían crear el sólido, las ideas respecto a cómo

hacerlo, de la manera más sencilla posible, saltaron a la vista, en algunos grupos de trabajo, propuestas de estudiantes decidieron unir con cinta los cubos para evitar que se cayeran y para permitir su fácil rotación. A continuación, se presentan algunos testimonios del diario de campo:

El estudiante Gabriel pregunta:

Estudiante: ¿el sólido lo podemos crear sobre un cuaderno? esto permite rotarlo.

A esta pregunta el profesor responde:

Profesor: es interesante la pregunta porque, al colocar el sólido en una base, para este caso el cuaderno, ello va a permitir rotar el sólido en varias direcciones, así se toma diferentes vistas para graficarlo.

Nota del profesor

Profesor: al acercarme a un grupo observo como una estudiante busca la forma de pegar los cubos entre sí, y luego estos a una hoja, ello le permite girarlos en cualquier dirección y le facilita la representación de las vistas.

Diario de campo 24 de septiembre 2018.

Trabajo colaborativo: Es importante hacer claridad entre lo que se entiende por trabajo colaborativo y por trabajo en equipo, el primero busca que el conocimiento sea compartido sin existir una actividad o tarea definida, en el segundo los miembros del grupo buscan un fin en común para dar solución a un problema.

El construccionismo, que como ya se ha mencionado, ha sido fundamental como referente pedagógico para la construcción de la ATE, nos deja claro que la posibilidad de construir, permite entre otros elementos, gracias al trabajo colaborativo, como lo explican (Agudelo y Arango, 2013) un intercambio entre individuos que comparten un contexto cultural, para la construcción de saberes. A lo largo del trabajo con la cartilla se apreció trabajo colaborativo en la mayoría de los grupos, en uno conformado por tres mujeres, se observó como una de ellas le explica a su compañera la equivalencia de centímetros a milímetros:

En un grupo de tres niñas, una de ella les pregunta a sus compañeras:

Estudiante: ¿La medida del cubo de dos centímetros a cuánto equivale en milímetros?

Estudiante “a 20 milímetros”, la estudiante aún no entiende la equivalencia, entonces, una de ellas toma la escuadra y empieza a explicarle.

Estudiante: cada línea de la escala numérica equivale a un milímetro, cada diez líneas es igual a un centímetro

En otro grupo conformado por tres mujeres se presenta otra evidencia de trabajo colaborativo:

Estudiante: ¿Qué diferencia se presenta entre un cubo y un cuadrado?

Una estudiante del grupo hace que la compañera dibuje varios cuadrados de la misma medida en el cuaderno, hasta formar una T, seguidamente, le indica que debe plegarlos; y de manera muy práctica le explica la diferencia; con esta acción la estudiante aclara sus dudas entendiendo así la diferencia entre una y otra figura.

El profesor quien está prestando atenta nota a lo sucedido, valora positivamente la explicación, y argumenta:

Profesor: Es muy interesante observar como entre ustedes logran aclarar conceptos y apoyar aprendizajes;

Al terminar la primera sesión de trabajo con la ATE, y teniendo en cuenta el trabajo colaborativo un estudiante concluye:

Estudiante: se comparten experiencias, aprendemos de los demás compañeros, por ejemplo, la compañera que explicó la equivalencia de los centímetros en milímetros, o los consejos que nos dimos entre estudiantes para mejorar el trabajo.

Diario de campo 17 de septiembre 2018.

Dominio de las habilidades: La aplicación de la ATE, buscó de manera especial el favorecimiento y desarrollo de las habilidades de orientación, rotación y visualización en los estudiantes de grado décimo, del colegio, puesto que ellas, son fundamentales para la comprensión de saberes disciplinares del manejo STEM; así mismo, las habilidades espaciales, son necesarias para la solución de problemas académicos y del entorno inmediato. El trabajo realizado con la ATE, permitió a los jóvenes tener dominio y comprensión de la orientación, visualización y rotación de objetos en 2D y 3D. Algunos estudiantes lograron comprender que el dominio de estas habilidades les permite tener mayores acercamientos a carreras profesionales como la ingeniería.

Estudiante: Profe ahora entiendo porque a mi tía le queda complicado muchas veces parquear el carro en reversa, por lo que vi en el video ella no tiene bien desarrollada la habilidad espacial de orientación, se demora mucho haciendo esto y en algunas ocasiones le ha hecho golpes al carro.

Al respecto el docente contesta:

Profesor: He ahí la importancia de trabajar en el desarrollo de habilidades espaciales, puesto que con su dominio podemos aportar al aprendizaje en diversas áreas, a ser más exitosos en carreras como la ingeniería y la medicina y por su puesto a resolver problemas de nuestro entorno real.

En los grupos los estudiantes dialogan sobre los conceptos de habilidades espaciales y se escuchan comentarios como:

Estudiante: ¿Cuál habilidad tienen más desarrollada usted?

Estudiante: Yo creo que ninguna luego de observar los videos.

Estudiante: Oscar tiene desarrolladas todas es el bueno en dibujo técnico.

Estudiante: Yo tengo desarrollada la de rotación y visualización.

Estudiante: ¡Que chévere me gustaría tener desarrollada las tres habilidades!

Estudiante: ¿Para qué me sirve eso si yo no voy a estudiar ingeniería?

Estudiante: Mi prima salió de aquí y está estudiando arquitectura, ella tiene desarrollada las tres habilidades.

Habilidades por género: De acuerdo con varias investigaciones y teorías desarrolladas en el siglo XX, se ha llegado a concluir que las diferencias por género, respecto al desarrollo de las habilidades espaciales, no se encuentran radicalmente relacionadas con un componente neuronal o genético no obstante, en algunos estudios, como los de (Sánchez y Sánchez, 2011), los hombres presentan mayor dominio de las habilidades espaciales, respecto a las mujeres “porque las actividades y juegos que se les permite realizar desde niños les proporcionan un conocimiento más amplio de su ambiente”. (Sánchez y Sánchez, 2011, p. 211). Así mismo, (Halpern y Miller citado por, Newcombe, 2015) sustenta que esta diferencia se da como consecuencia de la distribución de actividades en las sociedades primitivas.

Al comparar estas afirmaciones, con lo analizado en el diario de campo, se encontró que las mujeres presentaron algunas dificultades para el desarrollo de estas habilidades, puesto que se observaron más tímidas y ansiosas por considerar el concepto evaluativo de la actividad, pese a las aclaraciones hechas por el profesor.

Profesor: Según algunas investigaciones y estudios se ha encontrado que las habilidades espaciales se desarrollan más en los hombres que en las mujeres; esto debido, entre otras razones, a la distribución de las actividades en las sociedades primitivas. Otros estudios, muestran, además, que el desarrollo de habilidades depende de la edad. Pero que, en todo caso, está también ampliamente sustentado, el hecho de que las habilidades espaciales son entrenables y educables. Justo por ello, concluye el docente, es que estamos desarrollando esta Actividad Tecnológica Escolar.

Algunos estudiantes comentan:

Estudiante: claro si sabemos orientarnos y desarrollar habilidades visuales seguramente podremos ejercer nuestras actividades cotidianas.

Muchos estudiantes asienten con la cabeza y otros se ríen y hacen comentarios graciosos al respecto,

Estudiante: ya sé porque a maricela le va mal en geometría.

Estudiante: Por eso Felipe se pierde hasta en la cama,

Estudiante: Claudia... Por eso vive perdida.

En uno de los grupos los estudiantes insisten en preguntar:

Estudiante: ¿Profe es en serio? ¿Estas habilidades espaciales se pueden desarrollar, o mejor dicho ejercitar?

El profesor responde y afirma nuevamente:

Profesor: Como ya lo expliqué antes, sí, el hecho de realizar esta cartilla es una de esas actividades que permite el mejoramiento de estas habilidades, el ejercicio de graficar imágenes en 2d y de elaborar a partir de ello diversas figuras agudiza sus habilidades espaciales de visualización, rotación y orientación.

Diario de campo 17 de septiembre 2018.

Una vez realizado el análisis de los resultados obtenidos en la presente investigación, los cuales buscaban dar respuesta al problema planteado, a la pregunta de investigación y a los objetivos de la misma, se encontró que fue posible, la comprensión y descripción cualitativa del efecto de la propuesta diseñada sobre las habilidades espaciales de rotación, visualización y orientación.

Es oportuno precisar que de acuerdo con el enfoque de la investigación no fue necesario aplicar el T student, para el análisis de las pruebas pre-test y post-test, puesto que este análisis se realizó con elementos básicos de la estadística descriptiva, esto debido a que las preguntas diseñadas, tanto, en el pretest como en el post test, se basaron esencialmente en el éxito o fracaso de la respuesta, lo cual permitió obtener datos que son categóricos.

Una vez explicada la metodología empleada para el análisis de los datos del pre-test y post test, y recurriendo a los elementos etnográficos de la presente investigación, como lo fueron los diarios de campo y la entrevista semiestructurada, se pudieron recoger las siguientes conclusiones respecto al favorecimiento y desarrollo de las habilidades de orientación, visualización y rotación, mediante el desarrollo de la ATE, cubos divertidos, la cual incluyó el maquetado de objetos en 2D y 3D.

Respecto a los datos obtenidos de las pruebas aplicadas a los estudiantes, antes y después de la intervención con la ATE, se evidenció que los jóvenes presentaron mejorías en la comprensión y análisis de ejercicios que implicaban la orientación, visualización y rotación de objetos en 2D y 3D, ello justificado a partir del número de marcaciones correctas dadas por parte del GE, en la prueba post test. La mejoría en la prueba post test, estuvo relacionada con el

desarrollo de la ATE, cubos divertidos, puesto que a través de ella los estudiantes se sintieron motivados, estimularon la creatividad y en la mayoría de las veces desarrollaron aprendizaje autónomo y colaborativo.

En cuanto a los resultados obtenidos por género, se encontró que los hombres obtuvieron más respuestas acertadas respecto de las mujeres, entre otras razones, porque los hombres se sintieron más seguros de preguntar y aclarar dudas en la clase. Desde la sustentación presentada en el marco teórico, se puede afirmar que otra justificación de este hecho, proveniente de algunas investigaciones, las cuales, explican que esta diferencia puede darse como consecuencia de la distribución de actividades en las sociedades primitivas (Halpern y Miller citado por, Newcombe, 2015), o de las actividades y juegos que se les permite practicar a los niños los cuales les proporcionan un conocimiento más amplio de su ambiente. (Sánchez y Sánchez, 2011, p. 211)

El momento de la intervención: El diseño de la ATE, cubos divertidos, se fundamentó para su elaboración, en los postulados, del constructivismo (Coll, 1982), del aprendizaje significativo (Ausubel, 1991), el construccionismo (Papert, 1991) y del modelo STEM. Una vez diseñada y desarrollada la cartilla, se halló que los estudiantes, fueron receptivos y se mostraron expectantes respecto a la forma como la abordarían.

Las orientaciones dadas para el desarrollo de la ATE, despertaron interés en los jóvenes quienes tuvieron la oportunidad de organizar grupos de trabajo, hecho que dio mayor organización para el desarrollo de la actividad. El trabajo colaborativo se hizo evidente, en la

medida que permitió a los estudiantes organizarse libremente y así se sintieron más cómodos para sugerir, por ejemplo, otras formas creativas para la construcción de un cubo.

En la medida en que se fue desarrollando el paso a paso de la cartilla, se pudo evidenciar que los jóvenes recurrieron a los saberes previos disciplinares; estos saberes sirvieron a su vez como puente para retomar elementos del modelo STEM, logrando hacer relación entre conceptos propios de las matemáticas, la geometría, la tecnología y la ingeniería.

En cuanto al dominio de las habilidades espaciales de orientación, visualización y rotación, se pudo evidenciar que el hecho de construir objetos en 3D, para luego representarlos gráficamente, permitió a los estudiantes entrenar cada una de estas habilidades. Dentro de las oportunidades de mejoramiento de la ATE, los estudiantes encontraron que la dinámica de presentación de la misma, puede ser mejorada, si se ilustra más y si se presenta en formato físico.

Como se comprobó en las clases, los ejercicios propuestos a partir del desarrollo de la ATE, evidenciaron que la mayoría de los estudiantes, tienen manejo de instrumentos de medición y de corte, como también dominio de conceptos disciplinares. Los cubos elaborados, y la posterior conformación de sólidos, permitió evidenciar que los estudiantes llevaron a la práctica el paso a paso, indicado en la ATE, lo cual, facilitó el entrenamiento de las habilidades de rotación, visualización y orientación.

Posteriormente, en la aplicación del post test, se corroboró esta afirmación, puesto que el porcentaje, de marcaciones correctas aumentó, respecto a la prueba pre-test. Al realizar la prueba los jóvenes, hombres y mujeres, se observaron más seguros y menos ansiosos por responder, no

obstante, como ya se indicó, aunque mejoraron las marcaciones de las respuestas acertadas, las mujeres quedaron por debajo de las de los hombres.

7. Consideraciones finales.

7.1. Conclusiones

Respecto a la pregunta de investigación, se encuentra que el efecto de diseñar y aplicar la ATE, cubos divertidos, la cual incluía la construcción de objetos en 2D y 3D, fue oportuna para favorecer y desarrollar las habilidades espaciales de rotación, orientación y visualización en los estudiantes de grado décimo del colegio CODEMA I.E.D, en tanto que:

- Permitió a los jóvenes, ser autónomos de sus propios procesos de aprendizaje, la cartilla, se encuentra estructurada de tal forma que los estudiantes pudieron seguir el paso a paso de cada uno los ejercicios, solo con la necesaria asesoría o instrucción del docente; como lo proponen (Papert y Harel, 2002), se reemplazó la instrucción teórica, por la interpretación y construcción práctica, mediante la cercanía que pudieron tener los estudiantes con los objetos.
- La posibilidad que tuvieron los estudiantes de comprender y llevar a la práctica los conceptos de volumen, medición, y expresión gráfica, los cuales a su vez los llevaron a retomar saberes disciplinares previos; elementos necesarios para la posterior construcción y representación de los sólidos.
- La cartilla dio la oportunidad a los estudiantes de relacionar los conceptos previos adquiridos, con distintas áreas del saber, como las matemáticas, la geometría y la ingeniería, áreas que integran la educación STEM; ello a su vez resulto ser un aporte significativo al momento de la creación de los sólidos. Tal como lo menciona (Sanders, 2009), la educación STEM se ha desarrollado como una nueva manera de enseñar

conjuntamente, para resolver problemas complejos a través del diseño y construcción de objetos.

- Dentro del paso a paso, cuando se explicó el desarrollo de un cubo, los estudiantes lograron entrenar, o desarrollar la habilidad espacial de visualización, al realizar los diferentes plegados del sólido, en tanto que esto les implico hacer representaciones mentales bidimensionales y tridimensionales y su correspondencia al elaborar las caras del cubo.
- En la ATE, al momento de crear y representar gráficamente el sólido con los cubos de diferentes tamaños y colores, los estudiantes desarrollaron y entrenaron la habilidad espacial de rotación, puesto que, debieron hacer correspondencia entre la representación gráfica tridimensional y su representación mental y gráfica luego de haberla rotado en el espacio.
- Finalmente, al momento de elaborar las vistas del sólido, los estudiantes ejercitaron la habilidad espacial de orientación, en tanto que, debieron identificar y hacer el desplazamiento de un objeto gráfico en una superficie bidimensional, y en un espacio tridimensional representándolo gráficamente, de acuerdo con la indicación dada en la cartilla.

Frente al cumplimiento de los objetivos se halla que:

Respecto al objetivo general, se encuentra que el impacto de la construcción de objetos en 2D Y 3D, a partir de los ejercicios de maquetado planteados en una ATE, para el desarrollo y

favorecimiento de las habilidades espaciales de rotación, visualización y orientación en los estudiantes de grado décimo del colegio CODEMA I.E.D., fue notorio, esta afirmación se pudo establecer a partir del análisis de la prueba post test en el GC., una vez realizada la intervención con la ATE llamada cubos divertidos. Estos datos mostraron un aumento en el número de respuestas acertadas, tal como se sustentó en el capítulo de análisis de resultados. (ver anexo 13)

En cuanto a los objetivos específicos se encontró que:

Las actitudes de los estudiantes frente al desarrollo de ejercicios planteados en la ATE, para el fortalecimiento de sus habilidades, tal como quedo evidenciado en los diarios de campo y la entrevista semiestructurada, estuvieron relacionadas con:

- El manejo del tiempo, puesto que los estudiantes se sintieron cómodos sin presión de tiempo, trabajando a su ritmo y bajo sus propias motivaciones.
- Con el trabajo colaborativo, ello debido a que, al momento de elegir el grupo de trabajo estuvieron en libertad de elegir compañeros a fines, lo cual les permitió desarrollar la actividad con mejor disposición y dinamismo.
- Lo novedoso de la actividad, los estudiantes se mostraron interesados e inquietos por conocer y desarrollar la cartilla, puesto que la encontraron innovadora, se sintieron protagonistas en la construcción del conocimiento.

Respecto a la evaluación de los alcances de la implementación de la ATE, para el fortalecimiento y desarrollo de las habilidades espaciales de orientación, visualización y

rotación; se puede concluir que las pruebas pre y post- test, fueron un indicador válido, para medir los avances frente al manejo de dichas habilidades.

La presente investigación en lo esencial, da elementos que pueden servir como base para, mejorar las prácticas de enseñanza de la tecnología en el aula, para posteriores investigaciones, o para incluir nuevas reflexiones respecto a la educación en tecnología en distintos niveles de educación, atendiendo al siguiente orden:

Respecto a cómo mejorar las prácticas de enseñanza en tecnología, se encontró que se hace necesaria una revisión curricular pertinente que apunte al trabajo práctico en el aula. El diseño tecnológico y el dibujo técnico han de ser vistos no como una enseñanza instrumental técnica de representación, sino, como una manera de desarrollar el pensamiento, en tanto, habilidades de orden espacial cognitivo que le permita a los jóvenes, no solo desarrollar habilidades para el área, sino que les facilite resolver problemas cotidianos, desarrollar saberes de la educación STEM y proyectarse profesionalmente en carreras como la ingeniería, el diseño o cualquier otro saber científico.

A sí mismo, se encuentra favorable el desarrollo de la ATE, como estrategia didáctica, dentro de la dinámica de las clases de Tecnología, ya que permiten el manejo de conceptos y la interdisciplinariedad; ello no solo resulta favorable para el área de Tecnología, sino que, permite la dinamización del modelo STEM. Así mismo, la cercanía del estudiante con los objetos, el maquetado, y el trabajo colaborativo, estimulan y facilitan el dominio de habilidades espaciales.

Esta investigación sirve, no solo como reflexión frente a la forma como se debe transformar la enseñanza de la educación en Tecnología, específicamente la expresión gráfica y el dibujo técnico, sino como una nueva posibilidad de generar desarrollo a nivel cognitivo, pues permite hacer visible todo el potencial que se desarrolla a nivel de habilidades espaciales mediante la representación gráfica y los cambios bidimensionales y tridimensionales, los cuales, modifican los estados de pensamiento (habilidades espaciales). Por otro lado, a partir de esta investigación se hace evidente que el saber interdisciplinar, permite integrar conceptos de otras áreas del conocimiento, las cuales, enriquecen la enseñanza de la Tecnología y estimulan e impulsan el aprendizaje en los estudiantes, dando fuerza a la importancia de modificar las prácticas del área a través del modelo STEM.

Una vez realizado el análisis de los resultados obtenidos en la presente investigación, los cuales buscaban dar respuesta al problema planteado, a la pregunta de investigación y a los objetivos de la misma, se encontró que siendo esta una investigación de carácter educativo, con un enfoque cualitativo mixto y con un componente métrico y uno No métrico, estos permitieron hacer de manera complementaria, una mayor comprensión y descripción cualitativa del efecto de la propuesta diseñada sobre las habilidades espaciales de rotación, visualización y orientación.

En tal sentido, se hace necesario precisar que de acuerdo con el enfoque de la investigación, el análisis de las pruebas pre test y post test, se realizó con elementos básicos de la estadística descriptiva, esto debido a que, por un lado, la población objeto de estudio correspondió a un grupo homogéneo de 34 estudiantes, igual número entre hombres y mujeres; y, por otro lado, a que las preguntas diseñadas tanto en el pretest como en el post test, se basaron

en el éxito o fracaso de la repuesta, se encontró que no era necesario realizar, T Student, para su análisis, en tanto, que los datos obtenidos son categóricos.

Una vez explicada la metodología empleada para el análisis de los datos del pre-test y post test, y recurriendo a los elementos etnográficos de la presente investigación, como lo fueron los diarios de campo y la entrevista semiestructurada, se pudieron recoger las siguientes conclusiones respecto al favorecimiento y desarrollo de las habilidades de orientación, visualización y rotación, mediante el desarrollo de la ATE, cubos divertidos, la cual incluyó el maquetado de objetos en 2D y 3D.

Respecto a los datos obtenidos de las pruebas aplicadas a los estudiantes, antes y después de la intervención con la ATE, se encontró que los jóvenes presentaron mejorías en la comprensión y análisis de ejercicios que implicaban la orientación, visualización y rotación de objetos en 2D y 3D, ello evidenciado con la marcación de las respuestas correctas por parte del GE, en la prueba post test. La mejoría en la prueba post test, estuvo relacionada con el desarrollo de la ATE, cubos divertidos, puesto que a través de ella los estudiantes se sintieron motivados, estimularon la creatividad y en la mayoría de las veces desarrollaron aprendizaje autónomo y colaborativo.

En cuanto a los resultados obtenidos por género, se encontró que los hombres obtuvieron más respuestas acertadas respecto de las mujeres, entre otras razones, porque los hombres se sintieron más seguros de preguntar y aclarar dudas en la clase. Desde la sustentación presentada en el marco teórico, una justificación de este hecho proveniente de algunas investigaciones, las cuales, explican que esta diferencia puede darse como consecuencia de la distribución de

actividades en las sociedades primitivas (Halpern y Miller citado por, Newcombe, 2015), o de las actividades y juegos que se les permite a los practicar a los niños los cuales les proporcionan un conocimiento más amplio de su ambiente. (Sánchez y Sánchez, 2011, p. 211)

El momento de la intervención: El diseño de la ATE, cubos divertidos, encontró los fundamentos para su elaboración, en los postulados, del constructivismo (Coll, 1982), del aprendizaje significativo (Ausubel, 1991), el construccionismo (Papert, 1991) y del modelo STEM. Un vez diseñada y desarrollada la cartilla, se halló que los estudiantes, fueron receptivos y se mostraron expectantes respecto a la forma como la abordarían.

La propuesta presentada para desarrollar la ATE, despertó interés en los jóvenes quienes tuvieron la oportunidad de organizar grupos de trabajo, hecho que dio mayor organización para el desarrollo de la actividad. El trabajo colaborativo se hizo evidente, en la medida que permitió a los estudiantes organizarse libremente y así se sintieron más cómodos para sugerir otras formas creativas para la construcción de un cubo.

En la medida en que se fue desarrollando el paso a paso de la cartilla, se pudo evidenciar que los jóvenes recurrieron a los saberes previos disciplinares; estos saberes sirvieron a su vez de puente para retomar elementos del modelo STEM, logrando hacer relación entre conceptos propios de las matemáticas, geometría la tecnología y la ingeniería.

En cuanto al dominio de las habilidades espaciales de orientación, visualización y rotación, se pudo evidenciar que el hecho de construir objetos en 3D, para luego representarlos gráficamente, permitió a los estudiantes entrenar cada una de estas habilidades. Sin embargo, los

estudiantes encontraron que la dinámica de presentación de la ATE, puede ser mejorada, si se ilustra más y se presenta en formato físico.

Finalmente, se puede concluir que la dinámica de desarrollo de una clase de tecnología a partir del diseño y desarrollo de una ATE, resulta, favorable para la implementación de nuevas estrategias de enseñanza, por ejemplo, el hecho de construir, manipular y representar cubos, hace que la práctica en el aula genere aprendizaje significativo y contextualizado.

7.2. Recomendaciones.

Como docente de Tecnología, e investigador, encuentro pertinente sugerir que se haga una revisión de los planes de estudio del área, específicamente al abordar temáticas de la expresión gráfica y el dibujo técnico, que involucren otras formas de llevar a la práctica dichos contenidos, bien sea a través de la construcción de instrumentos como las ATE, donde se vaya más allá de lo instrumental, y se pueda llevar a la práctica ejercicios que tengan en cuenta procesos de pensamiento espacial como la construcción, el maquetado, el contexto y los intereses, el trabajo colaborativo y los saberes disciplinares.

- Es importante reconocer la enseñanza del dibujo técnico en el aula, en tanto brinda la oportunidad de desarrollar y favorecer las habilidades espaciales, las cuales forman parte fundamental del conocimiento tecnológico.
- La continuidad del proceso iniciado por parte de nuevos investigadores es importante, puesto que el desarrollo de las habilidades espaciales no ha sido lo suficientemente

explorado en el país, y su fortalecimiento es fundamental no solo para la comprensión de saberes tecnológicos, sino que, está profundamente relacionado con las ingenierías, las Matemáticas y la Tecnología, carreras que tienden a ser poco elegidas por los estudiantes en el campo profesional en la actualidad

- Se requiere fortalecer la formación de profesionales en tecnología que impulsen y dominen el trabajo interdisciplinar, el modelo pedagógico STEM, el cual está siendo ampliamente desplegado en otros países y ha evidenciado ser eficiente para responder con las nuevas competencias y habilidades que requieren los jóvenes en formación. El despliegue tecnológico, la era digital, y el gran desarrollo de los medios, exige al profesional de hoy, mayor versatilidad para resolver problemas de su contexto, razón por la cual, es importante dar continuidad a estos procesos, tal como lo ha venido realizando la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Respecto al aporte del presente trabajo a la educación en Tecnología, se recomienda continuar desplegando este campo de investigación, para que, en los distintos escenarios académicos, se reoriente el ejercicio del dibujo técnico no solo como una técnica instrumental de la representación, sino, como un escenario que conlleve a repensar el dibujo como aporte al desarrollo de procesos de pensamiento.
- Es importante la divulgación y publicación de investigaciones como la que aquí se presenta, ya que ello contribuye con el intercambio de saberes en este campo disciplinar. En la medida que se den a conocer este tipo de trabajos se logra establecer un diálogo académico, que permitirá dinamizar nuevas prácticas docentes, las cuales involucren el

desarrollo de procesos cognitivos y estimulen el conocimiento y favorecimiento de las habilidades espaciales en sus estudiantes.

- Se espera que la investigación desarrollada, tenga continuidad y sirva como impulso para que otros estudiantes de pregrado o posgrado, puedan ampliar o profundizar en el favorecimiento de habilidades espaciales, a partir de estrategias, didácticas como las ATE.
- Se espera que, a partir de la presente investigación, se pueda organizar grupos académicos interdisciplinarios interesados en dinamizar una nueva estrategia de la enseñanza de la tecnología a partir del modelo STEM.
- Se recomienda generar proyectos de investigación en educación en tecnología, que le apuesten a la creación de escenarios nacionales e internacionales dispuestos a establecer cambios en las prácticas docentes, donde se involucren la expresión gráfica, las habilidades espaciales y el movimiento STEM.

8. Referencias Bibliográficas.

- Ausubel, D. P., Novak, J. Y. H. H., y Hanesian, H. (1976). Significado y aprendizaje significativo. *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*, 53-106.
- Badilla y Chacón. (2004). Construccinismo: objetos para pensar, entidades públicas y micromundos. Recuperado de: <file:///C:/Users/Yaneth%20Hernandez/Downloads/9048-36887-1-PB.pdf>
- Cakmak, S., Isiksal, M., y Koc, Y. (2014). Investigating effect of origami-based instruction on elementary students' spatial skills and perceptions. *The Journal of Educational Research*, 107(1), 59-68.
- Campbell, D. T. (1973). Diseños experimentales y cuasi experimentales en la investigación social (No. 04; Q175, C3y.).
- Capraro, M. M., Bicer, A., Grant, M. R., y Lincoln, Y. S. (2017). Using precision in STEM language: A qualitative look. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 5(1), 29-39.
- Carroll, J. B. (1993). *Human cognitive abilities: A survey of factor-analytic studies*. Cambridge University Press.

Castiblanco, P.P., y Lozano, M. R. (2016). El modelo STEM como práctica innovadora en el proceso de aprendizaje de las matemáticas en las escuelas unitarias de la IED instituto técnico agrícola de Pacho, Cundinamarca. Universidad Tecnológica de Bolívar.

Coll, C., Martín, E., Mauri, T., Miras, M., Onrubia, J., Solé, I., y Zabala, A. (1997). El constructivismo en el aula. Graó.

Contero, M. (2009). La capacidad espacial y su relación con la ingeniería. DYNA-Ingeniería e Industria, 84(9). *desarrollo de las habilidades espaciales en el ámbito de la ingeniería. Vol. I.* (Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Valencia).

Díaz-Barriga, F. y Hernández, G (2002). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista. México. Mac Graw Hill.

Escobar-Pérez, J., & Cuervo-Martínez, Á. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización. *Avances en medición*, 6(1), 27-36

García, Reyes y Burgos, (2017). Actividades STEM en la formación inicial de profesores: nuevos enfoques didácticos para los desafíos del siglo XXI. Volumen 18. p. 40.

Gardner, J. (1995). Inteligencias múltiples la teoría en la práctica. Paidós editorial. Barcelona.

Godino, J. D., Gonzato, M., Cajaraville, J. A., y Fernández, T. (2012). Una aproximación ontosemiótica a la visualización en educación matemática. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, 30(2), 109-130.

Gómez, B. R. (1996). Investigación en educación. Icfes.

González, C. R. (2016). *Habilidades espaciales y género. Análisis y desarrollo en estudiantes de grados de ingeniería en la universidad de las palmas de gran canaria* (Doctoral dissertation, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria).

Gutiérrez, J. M. (2010). *Estudio y evaluación de contenidos didácticos en el desarrollo de las habilidades espaciales en el ámbito de la ingeniería* (Doctoral dissertation).

Hartman W. Natham, Wiebe E, y otros. Fundamentals of Graphics Communication. Sexta edition. By chegg
<http://revistavirtual.ucn.edu.co/index.php/RevistaUCN/article/view/550/1096>

Jirout, J. J., y Newcombe, N. S. (2015). Building blocks for developing spatial skills: Evidence from a large, representative US sample. Psychological science, 26(3), 302-310.

Keane, L., y Keane, M. (2016). STEAM by Design. Design and Technology Education, 21(1), 61-82.

Kelly, W.F., 2013. *Measurement of Spatial Ability in an Introductory Graphic Communications Course*.

Liao, K. H. (2017). The abilities of understanding spatial relations, spatial orientation, and spatial visualization affect 3D product design performance: using carton box design as an example. *International Journal of Technology and Design Education*, 27(1), 131-147.

Lin, H. (2016). Influence of design training and spatial solution strategies on spatial ability performance. *International Journal of Technology and Design Education*, 26(1), 123-131.

Ministerio de Educación Nacional. (2008). Ser competente en tecnología. Orientaciones generales para la educación en tecnología. Recuperado de:
http://www.mineduccion.gov.co/1621/articles-160915_archivo_pdf.pdf

Ministerio de Educación Nacional. (2008). Ser competente en tecnología: ¡una necesidad para el desarrollo! Orientaciones generales para la educación en tecnología (MEN). Bogotá:
Autor. Recuperado de http://www.mineduccion.gov.co/1759/articles-160915_archivo_pdf.pdf

Ministerio de Educación Nacional. (s.f.). Docentes y Directivos de Superior.
Colombiaaprende.edu.co. Recuperado de:
<http://www.colombiaaprende.edu.co/html/directivos/1598/article-172369.html>

Modelo interdisciplinar de educación STEM para la etapa de Educación Primaria (PDF Download Available). Recuperado de:

https://www.researchgate.net/publication/303919928_Modelo_interdisciplinar_de_educacion_STEM_para_la_etapa_de_Educacion Primaria

Ocaña, G. Romero, A y Gil, F (2017). Educación STEM para integrar conocimientos científicos en la asignatura “tecnología Industrial” de bachillerato. *X congreso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias*. Sevilla.

Okuda Benavides, M., y Gómez-Restrepo, C. (2005). Métodos en investigación cualitativa: triangulación. *Revista colombiana de psiquiatría*, 34(1).

Önal, G. K. (2017). Searching Creativity:(N) On Place Design Workshop. *Design and Technology Education: and International Journal*, 22(2), 58-82.

Ovaya, Adolfo (2003). *El construccionismo y sus repercusiones en el aprendizaje asistido por computadora*. UNAM FES. México.

Papert, S., y Harel, I. (2002). *Situar el construccionismo*. Alajuela: INCAE.

Quintana, A. Páez, J. y Téllez, P, (2016). *Estrategia pedagógica para promover una cultura de las energías renovables en el sistema educativo colombiano*. Bogotá. Universidad Francisco José de Caldas.

Ramful, A., Lowrie, T., y Logan, T. (2017). Measurement of spatial ability: Construction and validation of the spatial reasoning instrument for middle school students. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 35(7), 709-727

Revina, S., Zulkardi, Z., Darmawijoyo, D., y van Galen, F. (2011). Spatial Visualization Tasks to Support Students Spatial Structuring In Learning Volume Measurement. *Journal on Mathematics Education*, 2(2), 127-146.

Rodríguez, M., Moreira, M., Caballero, C., García, M. (2008). *La teoría del aprendizaje significativo en la perspectiva de la psicología cognitiva*. Barcelona. España. Ediciones octaedro.

Sandoval, C. (2002). *Investigación cualitativa*. Colombia. Instituto Colombiano para el fomento de la educación superior. ICFES

Sánchez C. y Reyes R, (2009). *Psicología del aprendizaje en Educación Superior*. Edit. Lima. Perú.

Sanders, M. E. (2008). *Stem, stem education, stemmania*.

Sanders, M. E. (2008) *Tallo, Educación del tallo, stemmania*

Saorín-Pérez, J. L., Navarro-Trujillo, R. E., Martín-Dorta, N., Martín-Gutiérrez, J., y Contero, M. (2009). La capacidad espacial y su relación con la ingeniería. *DYNA-Ingeniería e Industria*, 84(9)

SIBAI, S. A. (2006). M. ^a Ángeles Cea D'Ancona. Reis. Revista Española de Investigaciones Sociológicas, (116), 298-302.

Solórzano, Vicario (2009). Construccinismo. Referente sociotecnopedagógico para la era digital. Innovación Educativa, vol. 9, núm. 47. Instituto Politécnico Nacional, México.

Skjong, R., & Wentworth, B. H. (2001, January). Expert judgment and risk perception. In *the Eleventh International Offshore and Polar Engineering Conference*. International Society of Offshore and Polar Engineers.

Thorndike, E. L. (1921). On the Organization of Intellect. *Psychological Review*, 28(2), 141.

Toma, R. B., y Greca Dufranc, I. M. (2016). Modelo interdisciplinar de educación STEM para la etapa de Educación Primaria.

Toptas, V., Celik, S., y Karaca, E. T. (2012). Improving 8th grades spatial thinking abilities through a 3D modeling program. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 11(2).

Tristancho Ortiz, J. A., Contreras Bravo, L. E. y Vargas Tamayo, L. F. (2014). Evaluación de técnicas tradicionales y TIC para el desarrollo de habilidades espaciales en estudiantes de

primer semestre de ingeniería industrial. Revista Virtual Universidad Católica del Norte, 43, 34-50. Recuperado de

Tristancho Ortiz, J.A., Contreras Bravo, L.E. y Vargas Tamayo, L.F. (2015). Propuesta y aplicación de nuevas herramientas para el desarrollo de habilidades espaciales en la asignatura Dibujo de Ingeniería. Revista Virtual Universidad Católica del Norte, 46, 200-216. Recuperado de <http://revistavirtual.ucn.edu.co/index.php/RevistaUCN/article/view/709/1236>

Universidad Distrital (2005) Modelo pedagógico Construcccionista. Facultad de Ingeniería. Bogotá.

Vázquez, S. M., García, S. M., y Noriega Biggio, M. (2010). Competencia espacial, uso de maquetas y rendimiento académico en ingresantes a la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo. IX Jornada de Didáctica del Nivel Superior: “El aprendizaje por competencias, 20.

Villa, S. Arantza. (2016). *Desarrollo y evaluación de las habilidades espaciales de los estudiantes de ingeniería. Actividades y estrategias de resolución de tareas espaciales.* (Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Cataluña).

Wai, J., Lubinski, D., y Benbow, C. P. (2009). Spatial ability for STEM domains: Aligning over 50 years of cumulative psychological knowledge solidifies its importance. *Journal of Educational Psychology*, 101(4), 817

Wai, J., Lubinski, D., y Benbow, C. P. (2009). Spatial ability for STEM domains: Aligning over 50 years of cumulative psychological knowledge solidifies its importance. *Journal of Educational Psychology*, 101(4), 817

Weckbacher, L. M., y Okamoto, Y. (2015). Discovering Space in the Elementary Classroom. *Journal of Education and Learning*, 4(1), 35.

Anexos

Anexo 1. Consentimiento informado.

Bogotá D.C., agosto 22 de 2018



Respetados

Padres de Familia y/o Acudientes:

Reciban un cordial saludo. El presente comunicado tiene como fin solicitar a ustedes (según ley 1581 de 2012) sobre protección de imagen, autorización para hacer uso y tratamiento de los derechos de imagen que incluyen fotografías en el estudio que se realizará con los estudiantes del grado 10__ de la jornada de la mañana, enmarcado en un trabajo de investigación para el fortalecimiento de habilidades espaciales mediante la utilización de una actividad tecnológica escolar (ATE) y en el cual algunos de sus hijos tendrán la oportunidad de participar (previa autorización).

La participación en dicho trabajo, forma parte de la clase de tecnología por lo cual se realizará utilizando los tiempos normales dentro de la jornada escolar. Los datos obtenidos serán confidenciales, no se usarán para ningún otro propósito fuera de esta investigación y no afectará de ninguna manera la integridad de los estudiantes. Así mismo si usted decide no autorizar la participación de su hijo (a) en esta actividad, no habrá ningún tipo de represalias ni cambios en el proceso escolar normal.

Durante el proceso de la investigación se pueden tomar fotografías, videos, llenar encuestas, responder entrevistas, realizar test y se podrán solicitar algunos datos personales de carácter básico.

De antemano agradezco su colaboración en este proceso de formación.

Atentamente,

DANIEL QUEVEDO
Coordinador

GUSTAVO COLINA
Docente de Tecnología e Informática J.M.

NOTA: POR FAVOR DEVOLVER FIRMADO EL PRESENTE COMUNICADO AUTORIZANDO O NO LA PARTICIPACIÓN DE SU HIJO(A) EN EL PROYECTO.

NOMBRE DEL PADRE DE FAMILIA O ACUDIENTE:

Acepto voluntariamente que mi hijo (a) participe en la actividad y he sido informado(a) de los fines de la misma. SI ___ NO ___ FIRMA: _____

C.C. No. _____ de _____

NOMBRE COMPLETO DEL ESTUDIANTE:

Anexo 2. Actas de comisión de promoción y evaluación.

		COLEGIO CODEMA IED. ACTA DE COMISION DE PROMOCIÓN Y EVALUACIÓN 							
Código	003	Fecha	Jueves 22 de Marzo 2017	Inicio	6: 15 a.m.	Fin	12:00 a.m.	Lugar	Sala Profesores
Reunión	Comisión de promoción y evaluación			Asunto		Comisión N.º 1 de promoción y evaluación			
Fecha de Elaboración	Elaborado por			DANIEL ERNESTO PIRE				Próxima Reunión	julio

AGENDA:

1. Saludo y Verificación de asistencia.
2. Lectura y análisis de los artículos 3 y 5 del SIE
3. Informe de coordinación y Orientación.
4. Avances, dificultades y evaluación de las estrategias para la superación de las dificultades por área.
5. Informe de cada director de curso:
 - 5.1. Reconocimiento de estudiantes por su desempeño académico (2) convivencia (2). Estudiantes quienes se les entrega boletín en dirección de curso
 - 5.2. Reporte de estudiantes retirados y seguimiento.
 - 5.3. Reporte de estudiantes que presentan ausentismo con su respectivo seguimiento.
 - 5.4. Informe del seguimiento a casos de repitencia por bajo rendimiento académico.
 - 5.5. Informe de estudiantes que repiten comisión
 - 5.6. Registro de estudiantes que se presentan por primera vez a comisión.
5. Recomendaciones generales o particulares a docentes.
6. Acuerdos y plan de mejoramiento del ciclo
8. Finalización y firma del acta.

DIRECTOR DE CURSO xxxxxxxx

.1 Reconocimiento de estudiantes por su espíritu académico.

Reconocimiento de estudiantes por convivencia, Se continúan llevando a cabo estrategias a nivel de convivencia, orientación, aportes de la profesora Yamile Pastrana y dirección de curso para tratar las dificultades académicas y de convivencia.

5.2 Reporte de estudiantes retirados y seguimiento. Se hace el seguimiento del caso de la estudiante xxxxxx desde orientación y dirección de grupo. No desarrollaba ningún tipo de trabajo desde el año pasado en el área de inglés. Seguimiento desde dirección de grupo y coordinación. Se cita a la madre de la estudiante y se hace acuerdo con la docente de inglés. Posteriormente se retira, aduciendo madre e hija que la estudiante se va a vivir con su pareja. En el segundo periodo perdió 7 áreas: Ciencias Naturales, Ciencias Económicas, Religión, Media Integral, Filosofía, Humanidades y Trigonometría.

5.4. Informe del seguimiento a casos de repitencia por bajo rendimiento académico.

xxxxxx 8 áreas: Ciencias Naturales, Religión, Ética, Media Integral, Filosofía, Humanidades, trigonometría y Tecnología. Se dialoga con la madre del estudiante, quien manifiesta que él está solo, vive solo y que se lo encarga al colegio, ya que ella debe trabajar como empleada interna. El señor coordinador le hace registro en el observador por sus constantes llegadas tarde a clases.

5.5. Informe de estudiantes en comisión

1. xxxxxxx perdiendo todas las áreas (10) excepto artes y religión. Se hizo acompañamiento con el padre de familia.
2. xxxxxxx 9 áreas: Ciencias Naturales, Ciencias Económicas, Ciencias Sociales, Artes, Ética, Filosofía, Humanidades, Trigonometría y Tecnología.
3. xxxxxxx pierde 9 áreas, Ciencias Naturales, Ciencias Políticas, Ciencias Sociales, Ética, Media, Filosofía, Humanidades, Matemáticas, Tecnología. Seguimiento por Orientación y Coordinación. Ha mejorado su convivencia. Viene con seguimiento desde años anteriores.
4. xxxxxxx 8 áreas: Ciencias Naturales, Religión, Ética, Media Integral, Filosofía, Humanidades, Trigonometría y Tecnología.
5. xxxxxxx 8 áreas: Ciencias Naturales, Ciencias Económicas, Ciencias Sociales, Ética, Filosofía, Humanidades, Trigonometría y Tecnología.
6. xxxxxxx 7 áreas: Ciencias Naturales, Ciencias Económicas, Ciencias Sociales, Ética, Media Integral, Humanidades y Trigonometría. Sanción por llegadas tarde.
7. xxxxxxx 7 áreas: Ciencias Naturales, Ciencia Económicas, Ciencias Sociales, Religión, Filosofía, Humanidades, Trigonometría. Seguimiento por llegadas tarde. Situación familiar difícil, luego de conversar con la madre de familia se remite a orientación.
8. xxxxxxx 6 áreas: Ciencias Naturales, Ciencias Económicas, Ciencias Sociales, Ética, Filosofía, Humanidades.
9. xxxxxxx 5 áreas: Ciencias Naturales, Ciencias Económicas, Artes, Ética, Media, Filosofía Humanidades y Trigonometría. Se habían reportado 5 anotaciones en el observador por diferentes situaciones: salir al baño sin pedir permiso, hablar en clase, evasión de clases, entrar comiendo al salón y violencia fuera del colegio. Llega constantemente tarde a clases de trigonometría (registro en el observador), la madre de familia se acerca al colegio para dialogar sobre la situación académica del estudiante, el coordinador y la orientadora la atienden. Se hace análisis de la situación y definen que el estudiante terminará su proceso académico para no perder la calidad de estudiante.
10. xxxxxxx 5 áreas: Ciencias Naturales, Ciencias Sociales, Ética, Humanidades y Matemáticas. Se había reportado 1 anotación en el observador y presunto consumo de SPA, frecuentemente cuando va al baño regresa con mucho olor a perfume.
11. xxxxxxx 5 áreas: Ciencias Naturales, Ética, Filosofía, Humanidades y Tecnología.
12. xxxxxxx 4 áreas: Ciencias Naturales, Filosofía, Humanidades, Trigonometría.
13. xxxxxxx 5 áreas: Ciencias Naturales, Ciencias Económicas, Ética, Filosofía y Trigonometría.
14. xxxxxxx 4 áreas: Ciencias Económicas, Ciencias Sociales, Media Integral, Filosofía.
15. xxxxxxx 5 áreas: Ciencias Naturales, Ciencias Económicas, Ciencias Sociales, Ética y Filosofía.
16. xxxxxxx 3 áreas: Ciencias Naturales, Ciencias Económicas, Trigonometría.
17. xxxxxxx 3 áreas: Ciencias Naturales, Media, Trigonometría.

Acuerdos:

Entrega de rúbricas el lunes por parte de cada docente con sus respectivos cronogramas.

Salida pedagógica trabajo interdisciplinar con nota y actividad. Se articulan con otras áreas humanidades, matemáticas, comunicación, inglés, patrimonio Muisca Filosofía, Artes, tecnología, física, química.



COLEGIO CODEMA

INFORME PLAN DE MEJORAMIENTO PERIODO 1 2017

ÁREA: xxxxxxxx. DOCENTE: xxxxxxxxxxxx. GRUPOS: 1001, 1002, 1003, 1004 1101, 1102, 1103.

ESTRATEGIAS ESTABLECIDAS	CURSOS	AVANCES	DIFICULTADES
<p>Preparación de los estudiantes de grado 11º para la prueba SABER 11º, los estudiantes de grado 10º reforzarán los contenidos del primer semestre.</p> <p>Fortalecer y articular las actividades del proyecto de vida, dedicar una reunión para consolidar las acciones de la imprevista del ciclo V.</p> <p>Hacer la guía interdisciplinar, para entregar el documento en la semana 5 del tercer período, y disponer la información desde el ambiente de aprendizaje presentado en el plan de acción.</p> <p>Para el caso de Ciencias Sociales y Ciencias Económicas y Políticas, de acuerdo con las autoevaluaciones de los estudiantes, recibir trabajos y tareas en los plazos establecidos. Realizar exámenes con mayor frecuencia.</p> <p>Continuar con los procesos de acompañamiento desde orientación y</p>	DÉCIMO	<p>Mejora en los hábitos de estudio. Presentan trabajos de mejor calidad. Por el control de los profesores, la mayoría de los estudiantes asisten con regularidad a clases. Mayor autonomía en las actividades de clase y extraclase.</p>	<p>BAJOS DESEMPEÑOS:</p> <p>Factores endógenos:</p> <p>Conceptos temporales contruados por acomodación, sin una reestructuración cognitiva. Tienen una incipiente capacidad para generalizar o usar abstracciones. No manejan la habilidad práctica de ordenar cronológicamente los sucesos que obtienen de varias fuentes.</p> <p>Desmotivación debida a la atención centrada en otros intereses.</p> <p>Carencia de hábitos de estudio. Ausentismo.</p> <p>Factores exógenos:</p> <p>Falta de acompañamiento y supervisión de tareas por parte de los padres. Relaciones entre pares.</p> <p>LOGRO NO DESARROLLADO</p> <p>Por la dificultad en el desarrollo del logro con bajo</p>

Pagina 3 | De 4

coordinación.			desempeño, se extendió el tema. No alcanzamos a abordarlo en el período.
	UNDÉCIMO		<p>Logros no desarrollados:</p> <p>COGNITIVO</p> <p>Reconoce su dominancia cerebral y la relaciona con sus actitudes en cuanto a su estrategia en la construcción de su proyecto de vida.</p> <p>PROCEDIMENTAL</p> <p>Construye su carpeta de proyecto de vida con los documentos test RCT, prospectos universitarios y actividades propuestas para su acompañamiento. Los estudiantes generaron representaciones incipientes de los fenómenos geomorfológicos propuestos, que fueron paulatinamente mejorados. Por esta razón, el trabajo tomó más tiempo del previsto, lo cual no permitió el abordaje del logro sobre proyecto de vida.</p>

ESTRATEGIAS SEGUNDO PERÍODO:

Ajustes en la programación y las rúbricas. La representante de los padres de familia solicita que se haga el seguimiento de los estudiantes por sus llegadas tarde.

Fortalecimiento de los sistemas de representación de conocimiento, ajuste y complemento de mapas conceptuales y fuentes. Producción de textos a partir de experiencias. Uso del ambiente de aprendizaje. Artículo periodístico interdisciplinar.

DÉCIMO: BAJOS DESEMPEÑOS:

Factores endógenos:

Actividades de clase basadas en la experiencia directa, para ir de la noción al concepto: Maletas Didácticas de Museo del Oro. Reestructuración cognitiva de los conceptos temporales a partir de la práctica con líneas de tiempo a partir de fuentes primarias y secundarias.

Actividades de motivación basadas en el trabajo sobre proyecto de vida (carpeta, página web).

Pagina 4 | De 4

Anexo 3. Resultados pruebas saber 11.

4. MATEMÁTICAS

4.1 Promedio y desviación estándar en Matemáticas

Nivel de agregación	Promedio	Desviación
Establecimiento educativo (EE)	53	9
Sede 0 / Jornada 0	54 ●	9 ●
Sede 0 / Jornada 1	52 ●	9 ●
Colombia	52 ●	11 ●
ETC	56 ●	10 ●
Oficiales urbanos ETC	53 ●	10 ●
Oficiales rurales ETC	52 ●	10 ●
Privados ETC	59 ●	10 ●
GC 1 ETC	50 ●	6 ●
GC 2 ETC	50 ●	10 ●
GC 3 ETC	55 ●	10 ●
GC 4 ETC	64 ▼	10 ●

6. CIENCIAS NATURALES

6.1 Promedio y desviación estándar en Ciencias naturales

Nivel de agregación	Promedio	Desviación
Establecimiento educativo (EE)	54	8
Sede 0 / Jornada 0	54 ●	7 ●
Sede 0 / Jornada 1	54 ●	8 ●
Colombia	54 ●	9 ●
ETC	57 ●	9 ●
Oficiales urbanos ETC	55 ●	8 ●
Oficiales rurales ETC	54 ●	8 ●
Privados ETC	60 ●	9 ●
GC 1 ETC	50 ●	8 ●
GC 2 ETC	52 ●	8 ●
GC 3 ETC	56 ●	8 ●
GC 4 ETC	64 ▼	8 ●

Resultados pruebas saber en matemáticas y ciencias naturales año 2016

4. MATEMÁTICAS

4.1 Promedio y desviación estándar en Matemáticas

Nivel de agregación	Promedio	Desviación
Establecimiento educativo (EE)	54	10
Sede 0 / Jornada 0	54 ●	10 ●
Sede 0 / Jornada 1	54 ●	10 ●
Colombia	52 ●	12 ●
ETC	55 ●	11 ●
Oficiales urbanos ETC	53 ●	10 ●
Oficiales rurales ETC	52 ●	10 ●
Privados ETC	59 ●	11 ●
GC 2 ETC	50 ●	10 ●
GC 3 ETC	55 ●	10 ●
GC 4 ETC	65 ▼	10 ●

6. CIENCIAS NATURALES

6.1 Promedio y desviación estándar en Ciencias naturales

Nivel de agregación	Promedio	Desviación
Establecimiento educativo (EE)	56	8
Sede 0 / Jornada 0	55 ●	8 ●
Sede 0 / Jornada 1	56 ●	7 ●
Colombia	52 ●	10 ●
ETC	56 ●	9 ●
Oficiales urbanos ETC	54 ●	8 ●
Oficiales rurales ETC	53 ●	8 ●
Privados ETC	59 ●	9 ●
GC 2 ETC	52 ●	8 ●
GC 3 ETC	55 ●	8 ●
GC 4 ETC	63 ●	8 ●

Resultados pruebas saber en matemáticas y ciencias naturales año 2017

4. MATEMÁTICAS

4.1 Promedio y desviación estándar en Matemáticas

Nivel de agregación	Promedio	Desviación
Establecimiento educativo (EE)	52	8
Sede 0 / Jornada 0	53 ●	9 ●
Sede 0 / Jornada 1	52 ●	8 ●
Colombia	52 ●	12 ▼
ETC	56 ●	11 ●
Oficiales urbanos ETC	53 ●	10 ●
Oficiales rurales ETC	50 ●	9 ●
Privados ETC	60 ▼	10 ●
GC 2 ETC	51 ●	10 ●
GC 3 ETC	55 ●	10 ●
GC 4 ETC	65 ▼	10 ●

6. CIENCIAS NATURALES

6.1 Promedio y desviación estándar en Ciencias naturales

Nivel de agregación	Promedio	Desviación
Establecimiento educativo (EE)	52	8
Sede 0 / Jornada 0	52 ●	8 ●
Sede 0 / Jornada 1	52 ●	9 ●
Colombia	51 ●	10 ●
ETC	54 ●	10 ●
Oficiales urbanos ETC	52 ●	9 ●
Oficiales rurales ETC	49 ●	8 ●
Privados ETC	58 ●	9 ●
GC 2 ETC	50 ●	8 ●
GC 3 ETC	54 ●	9 ●
GC 4 ETC	63 ▼	8 ●

Resultados pruebas saber en matemáticas y ciencias naturales año 2018.

Jornada 0 = Mañana

OC 4 ETC = Rendimiento del centro educativo

Anexo 4. Índice sintético de calidad 2017, grado noveno

Saber 9^o

Matemáticas

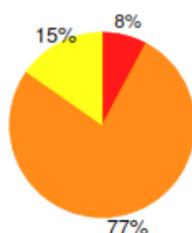
1. Descripción general de la competencia.



Interpretación

El **51%** de los estudiantes **NO** contestó correctamente las preguntas de esta competencia.

2. Descripción general de los aprendizajes.



*Los porcentajes son números redondeados. En algunos casos pueden sumar 99% o 101%.

Interpretación

De los aprendizajes evaluados en esta competencia, su establecimiento educativo tiene el **8%** de aprendizajes en rojo, el **77%** en naranja, el **15%** en amarillo y el **0%** en verde.

3. Aprendizajes.

A continuación encontrará el listado de aprendizajes. Ponga especial énfasis en los que están en rojo y naranja para implementar acciones pedagógicas de mejoramiento y siga fortaleciendo los que están en amarillo y verde.

Interpretación

El **70%** de los estudiantes **NO** contestó correctamente las preguntas correspondientes al primer aprendizaje. Esta interpretación aplica de igual manera para los demás aprendizajes.

- El **70%** no reconoce el lenguaje algebraico como forma de representar procesos inductivos.
- El **65%** no usa sistemas de referencia para localizar o describir posición de objetos y figuras.
- El **62%** no compara, usa o interpreta datos que provienen de situaciones reales ni traduce entre diferentes representaciones de un conjunto de datos.
- El **62%** no identifica expresiones numéricas y algebraicas equivalentes.
- El **57%** no identifica ni describe efectos de transformaciones aplicadas a figuras planas.
- El **57%** no identifica relaciones entre distintas unidades utilizadas para medir cantidades de la misma magnitud y determinar su pertinencia.
- El **50%** no identifica características de gráficas cartesianas en relación con la situación que representan.

ROJO

El 70% o más de los estudiantes del establecimiento educativo **no contestaron correctamente** las preguntas relacionadas al aprendizaje.

NARANJA

Entre el 40% y el 69% de los estudiantes del establecimiento educativo **no contestaron correctamente** las preguntas relacionadas al aprendizaje.

AMARILLO

Entre el 20% y el 39% de los estudiantes del establecimiento educativo **no contestaron correctamente** las preguntas relacionadas al aprendizaje.

VERDE

El 19% o menos de los estudiantes del establecimiento educativo **no contestaron correctamente** las preguntas relacionadas al aprendizaje.

Saber 9°

Matemáticas

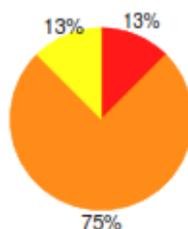
1. Descripción general de la competencia.



Interpretación

El 54% de los estudiantes NO contestó correctamente las preguntas de esta competencia.

2. Descripción general de los aprendizajes.



*Los porcentajes son números redondeados. En algunos casos pueden sumar 99% o 101%.

Interpretación

De los aprendizajes evaluados en esta competencia, su establecimiento educativo tiene el 13% de aprendizajes en rojo, el 75% en naranja, el 13% en amarillo y el 0% en verde.

3. Aprendizajes.

A continuación encontrará el listado de aprendizajes. Ponga especial énfasis en los que están en rojo y naranja para implementar acciones pedagógicas de mejoramiento y siga fortaleciendo los que están en amarillo y verde.

Interpretación

El 73% de los estudiantes NO contestó correctamente las preguntas correspondientes al primer aprendizaje. Esta interpretación aplica de igual manera para los demás aprendizajes.

El 73% no resuelve problemas que involucran potenciación, radicación y logaritmicación.

El 69% no resuelve problemas en situaciones de variación con funciones polinómicas y exponenciales en contextos aritméticos y geométricos.

El 66% no resuelve problemas de medición utilizando de manera pertinente instrumentos y unidades de medida.

El 65% no establece ni utiliza diferentes procedimientos de cálculo para hallar medidas de superficies y volúmenes.

El 48% no plantea ni resuelve situaciones relativas a otras ciencias utilizando conceptos de probabilidad.

El 44% no resuelve ni formula problemas a partir de un conjunto de datos presentado en tablas, diagramas de barras y diagrama circular.

El 40% no resuelve ni formula problemas usando modelos geométricos.

Saber 9^o

Matemáticas

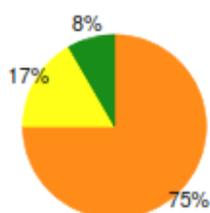
1. Descripción general de la competencia.



Interpretación

El 50% de los estudiantes NO contestó correctamente las preguntas de esta competencia.

2. Descripción general de los aprendizajes.



Interpretación

De los aprendizajes evaluados en esta competencia, su establecimiento educativo tiene el 0% de aprendizajes en rojo, el 75% en naranja, el 17% en amarillo y el 8% en verde.

*Los porcentajes son números redondeados. En algunos casos pueden sumar 99% o 101%.

3. Aprendizajes.

A continuación encontrará el listado de aprendizajes. Ponga especial énfasis en los que están en rojo y naranja para implementar acciones pedagógicas de mejoramiento y siga fortaleciendo los que están en amarillo y verde.

Interpretación

El 68% de los estudiantes NO contestó correctamente las preguntas correspondientes al primer aprendizaje. Esta interpretación aplica de igual manera para los demás aprendizajes.

- El 68% no generaliza procedimientos de cálculo para encontrar el área de figuras planas y el volumen de algunos sólidos.
- El 60% no analiza la validez o invalidez de usar procedimientos para la construcción de figuras planas y cuerpos con medidas dadas.
- El 60% no fundamenta conclusiones utilizando conceptos de medidas de tendencia central.
- El 59% no interpreta ni usa expresiones algebraicas equivalentes.
- El 54% no formula inferencias ni justifica razonamientos y conclusiones a partir del análisis de información estadística.
- El 52% no predice ni explica los efectos de aplicar transformaciones rígidas sobre figuras bidimensionales.
- El 52% no interpreta tendencias que se presentan en una situación de variación.
- El 48% no argumenta formal e informalmente sobre propiedades y relaciones de figuras planas y sólidos.
- El 47% no usa modelos para discutir acerca de la probabilidad de un evento aleatorio.

Anexo 5. Instrumento TEST

DATOS GENERALES

INFORMACION BASICA.

Nombre completo _____

Curso y jornada _____ Fecha _____

Edad _____ Genero. Masculino _____ Femenino _____

INFORMACION ACADEMICA (Marque con una X Si o No según el caso)

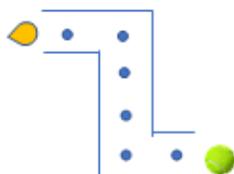
¿Ha tenido formación en dibujo técnico? Si _____ No _____

PRUEBA 1 DE ORIENTACION ESPACIAL

Tiene como indicador la agilidad mental que tiene el estudiante para identificar y hacer el desplazamiento de un objeto gráfico en una superficie bidimensional, y en un espacio tridimensional representándolo gráficamente.

Por favor marque con una x la respuesta que considere correcta, en caso de marcar más de una respuesta la pregunta será nula.

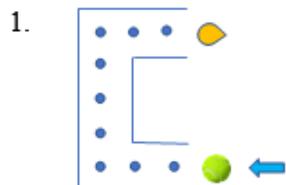
Ejemplo: ¿Cuánto se desplaza la pelota para llegar a la cesta teniendo en cuenta los puntos?



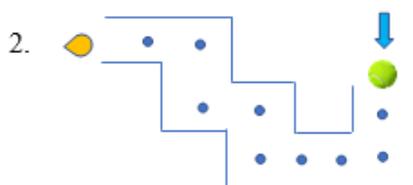
- 2 puntos izquierda, 5 puntos arriba, 1 punto derecha.
- 2 puntos izquierda, 4 puntos arriba, 2 puntos derecha.
- 2 puntos izquierda, 4 puntos arriba, 2 puntos izquierda
- 2 puntos arriba. 4 puntos derecha, 2 puntos derecha

Para este ejemplo la respuesta correcta es la C.

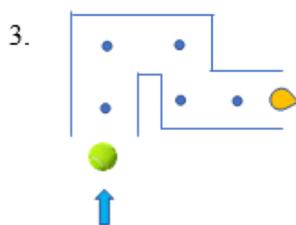
¿Cuánto se desplaza la pelota teniendo en cuenta los puntos?



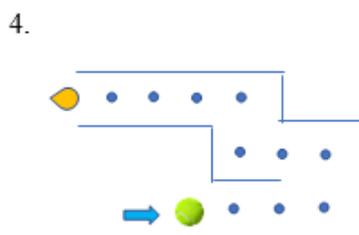
- a. 3 puntos izquierda, 5 puntos arriba, 3 punto derecha.
- b. 2 puntos izquierda, 4 puntos arriba, 2 puntos derecha.
- c. 2 puntos izquierda, 4 puntos arriba, 2 puntos izquierda
- d. 2 puntos arriba. 4 puntos derecha, 2 puntos derecha



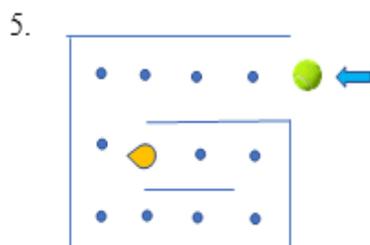
- a. 2 p. abajo, 4 p. izquierda, 2 p. arriba, 2 p. izquierda, 2 p. arriba, 2 p. izquierda
- b. 2 p. izquierda, 4 p. arriba, 2 p. derecha, 2 p. derecha, 3 p. abajo, 2 p. izquierda
- c. 2 p. izquierda, 4 p. arriba, 2 p. izquierda, 2 p. izquierda, 3 p. abajo, 2 p. derecha
- d. 2 p. abajo. 4 p. derecha, 2 p. arriba, 2 p. izquierda, 2 p. arriba, 2 p. derecha.



- a. 3 p. izquierda, 2 p. arriba, 3 p. derecha, 2 p. izquierda
- b. 2 p. izquierda, 4 p. arriba, 2 p. derecha, 2 p. abajo
- c. 2 p. izquierda, 2 p. arriba, 2 p. izquierda, 2 p. derecha.
- d. 2 p. arriba. 2 p. derecha, 2 p. abajo, 2 p. derecha.



- a. 3 p. izquierda, 2 p. arriba, 3 p. derecha, 2 p. izquierda, 4 p. izquierda
- b. 2 p. izquierda, 4 p. arriba, 2 p. derecha, 2 p. abajo, 3 p. izquierda
- c. 3 p. derecha, 2 p. arriba, 3 p. izquierda, 2 p. arriba, 4 p. izquierda
- d. 2 p. arriba. 2 p. derecha, 2 p. abajo, 2 p. derecha, 4 p. izquierda

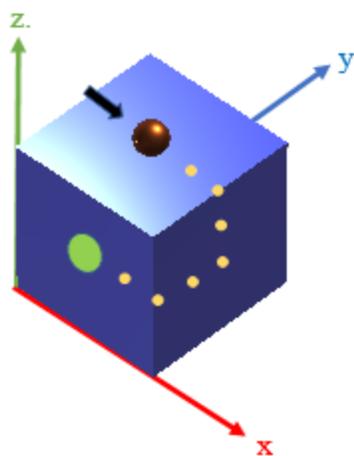


- a. 4 p. izquierda, 3 p. abajo, 4 p. derecha, 2 p. arriba, 2 p. izquierda
- b. 2 p. izquierda, 4 p. arriba, 2 p. derecha, 2 p. abajo, 3 p. izquierda
- c. 3 p. derecha, 2 p. arriba, 3 p. izquierda, 2 p. arriba, 4 p. izquierda
- d. 2 p. arriba. 2 p. derecha, 2 p. abajo, 2 p. derecha, 4 p. izquierda

PRUEBA 2 DE ORIENTACION ESPACIAL

Tiene como indicador la agilidad mental que tiene el estudiante para identificar y hacer el desplazamiento de un objeto gráfico en una superficie bidimensional, y en un espacio tridimensional representándolo gráficamente.

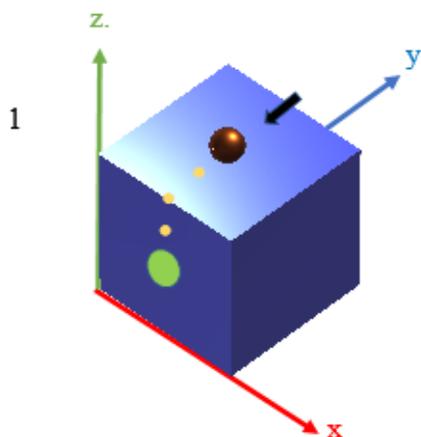
Ejemplo ¿cuál es el desplazamiento de la esfera para llegar al agujero teniendo en cuenta los puntos y los ejes?



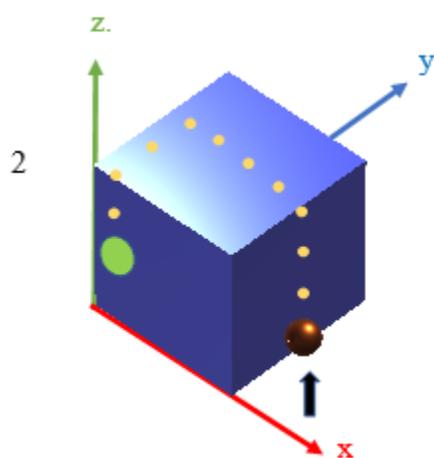
- a. 2 en x, 2 en z, 2 en y, 2 en x
- b. 2 en z, 2 en y, 2 en x, 1 en y
- c. 2 en y, 3 en x, 2 en z, 2 en z
- d. 2 en x, 3 en z, 1 en x, 2 en x

para este ejemplo la respuesta correcta es la A

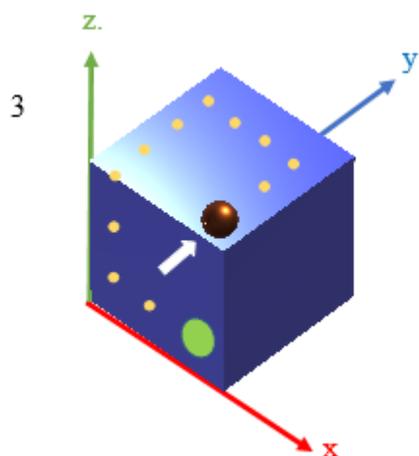
¿cuál es el desplazamiento de la esfera para llegar al agujero teniendo en cuenta los puntos y los ejes?



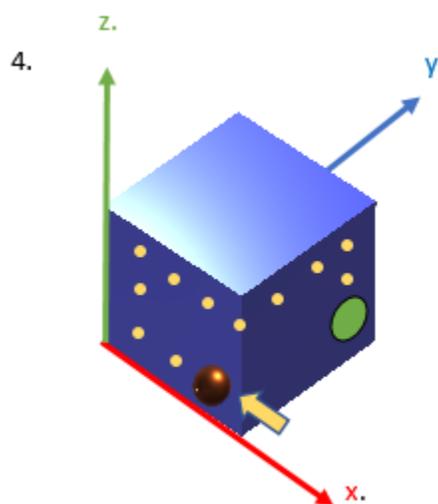
- a. 2 en y, 1 en z.
- b. 2 en z, 2 en y.
- c. 2 en y, 3 en x.
- d. 2 en x, 3 en z.



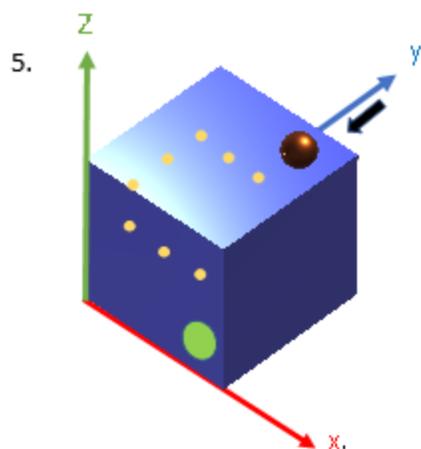
- a. 3 en z, 4 en z, 2 en y, 2 en x
- b. 2 en z, 3 en y, 2 en x, 1 en y
- c. 4 en y, 3 en x, 2 en z, 2 en z
- d. 3 en z, 4 en x, 2 en y, 2 en z



- a. 3 en z, 1 en z, 3 en y, 2 en x, 1 en z
- b. 4 en z, 3 en y, 2 en x, 1 en y, 3 en y
- c. 2 en y, 3 en x, 3 en y, 2 en z, 2 en x.
- d. 3 en z, 2 en x, 2 en y, 2 en z, 1 en y



- a. 1 en z, 3 en z, 3 en y, 2 en x, 1 en z
- b. 2 en x, 2 en z, 3 en x, 3 en y, 2 en z
- c. 3 en y, 2 en x, 3 en y, 1 en z, 3 en x.
- d. 1 en z, 2 en x, 2 en y, 2 en z, 1 en y

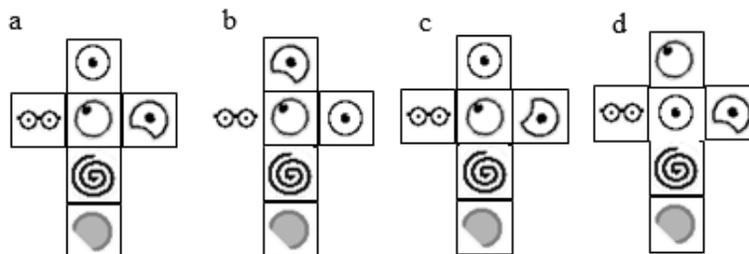
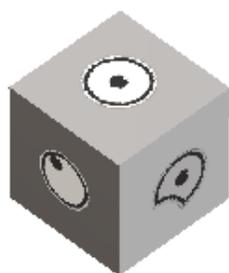


- a. 3 en z, 2 en z, 1 en y, 2 en x, 1 en z, 1 en x
- b. 1 en x, 2 en z, 1 en x, 3 en y, 1 en z, 2 en y
- c. 1 en y, 2 en x, 3 en y, 2 en z, 2 en x, 1 en z
- d. 1 en y, 2 en x, 2 en y, 1 en z, 2 en x, 1 en z

PRUEBA VISUALIZACION ESPACIAL

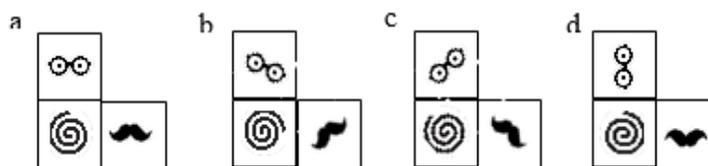
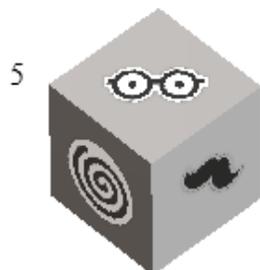
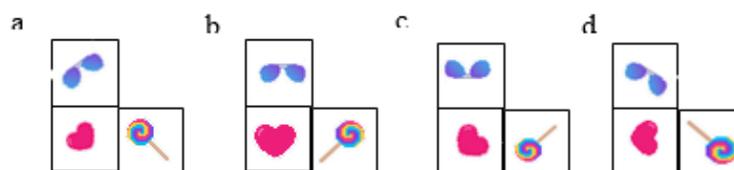
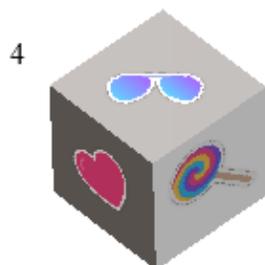
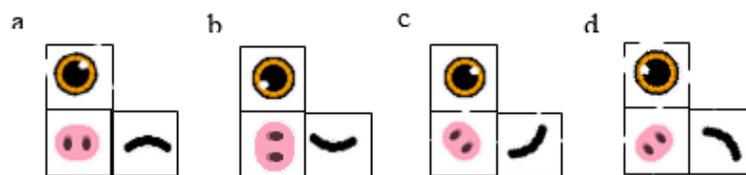
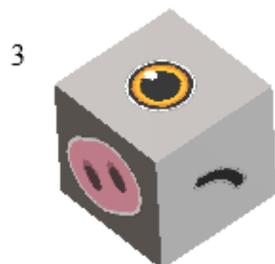
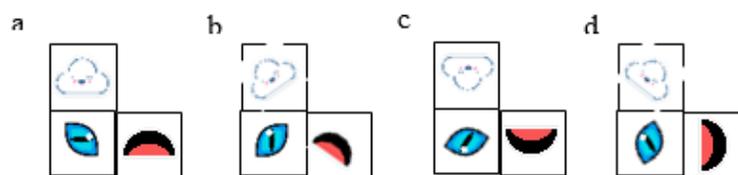
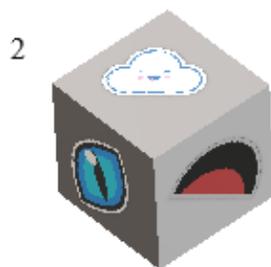
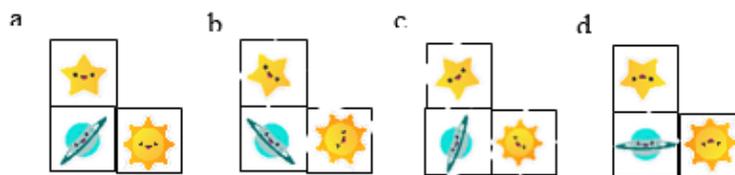
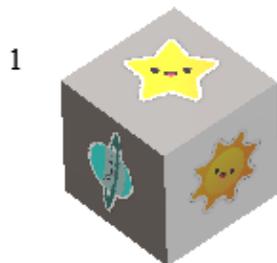
Tiene como indicador la capacidad que posee el estudiante para manipular mentalmente las imágenes visuales y la posibilidad de hacer la correspondencia entre la representación gráfica tridimensional y la representación bidimensional, teniendo en cuenta para ello el plegado y desplegado de las caras de un objeto

En el ejemplo ¿Cuál de las opciones corresponde con la figura de la derecha?



La respuesta correcta es la a.

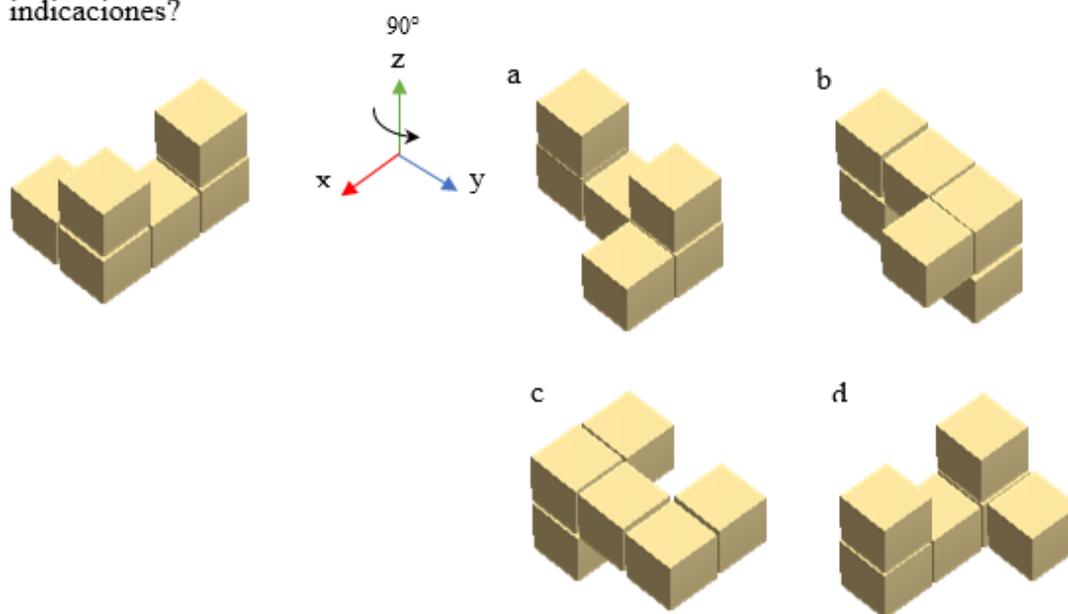
¿Cuál de las opciones corresponde al cubo según las tres caras visibles



PRUEBA DE ROTACION ESPACIAL.

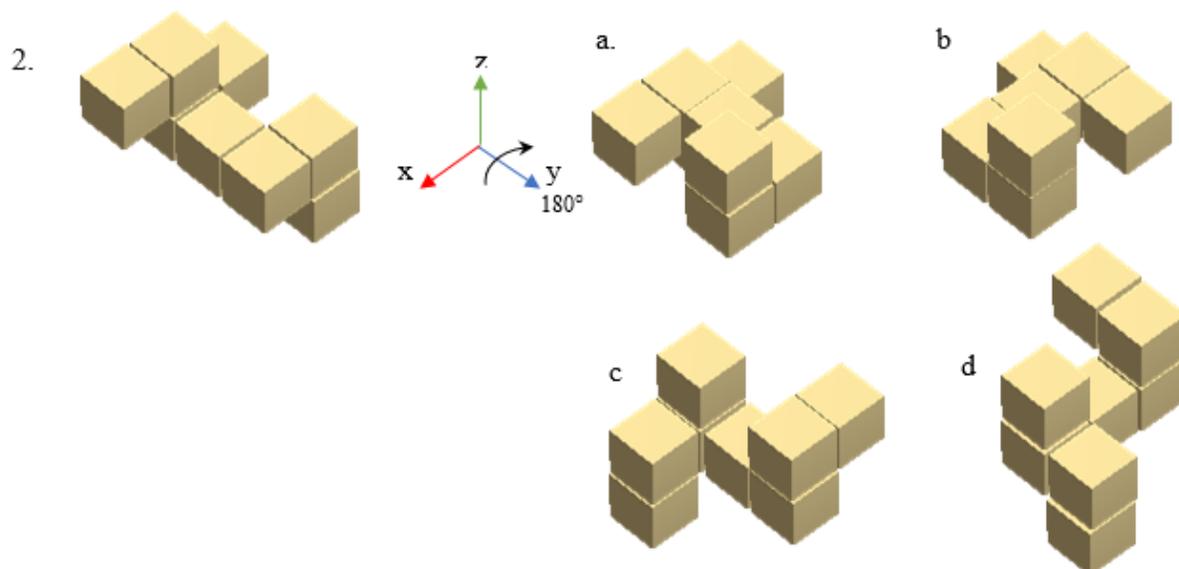
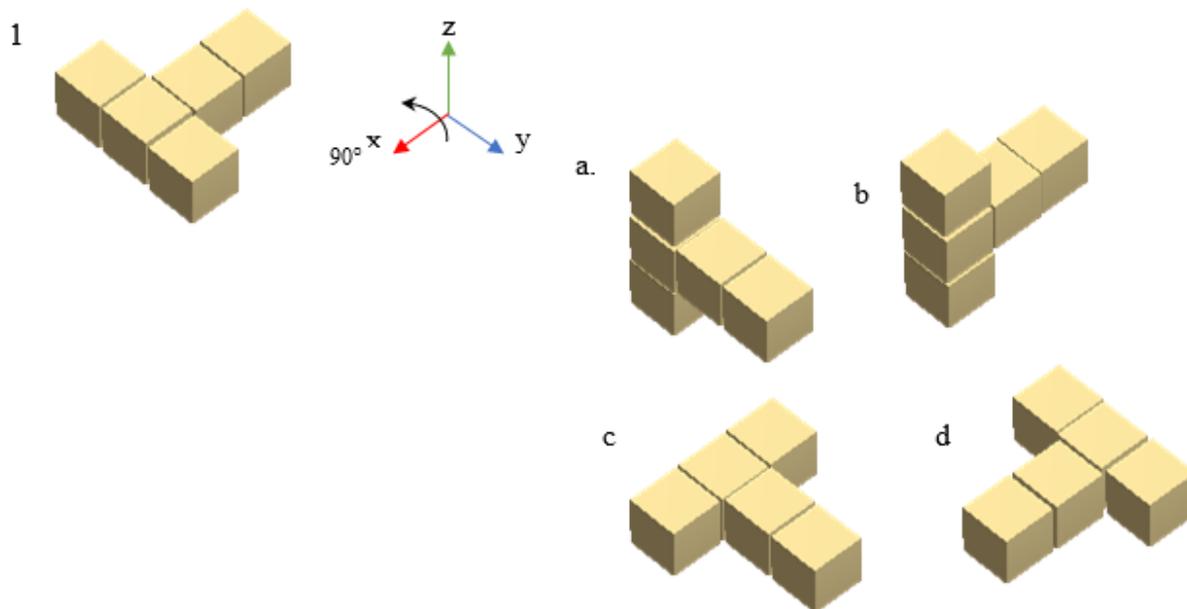
Tiene como indicador la capacidad que tiene el estudiante para hacer correspondencia entre la representación gráfica tridimensional y su representación mental y gráfica luego de su rotación en el espacio.

En el ejemplo ¿A cuál de las opciones corresponde el sólido luego de ser girado según las indicaciones?

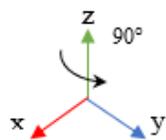


La respuesta correcta al ejemplo anterior es la A, la figura gira 90° hacia la derecha en el sentido contrario a las manecillas del reloj.

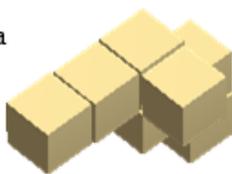
¿A cuál de las opciones corresponde el sólido luego de ser girado según las indicaciones?



3.



a.



b.



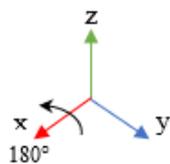
c.



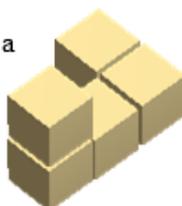
d.



4.



a.



b.



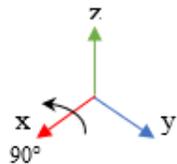
c.



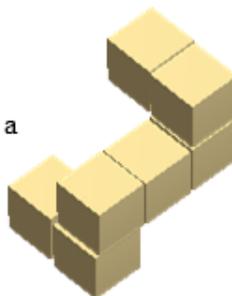
d.



5.



a.



b.



c.



d.



Prueba para medir habilidades espaciales. Test adaptado por el autor, de Gutiérrez (2010)

Anexo 6. Validación del instrumento de medición pre y post test

UNIVERSIDAD FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS MAESTRÍA EN EDUCACIÓN EN TECNOLOGÍA

Objetivo: Determinar el impacto de la construcción de objetos EN 2D Y 3D, a partir del maquetado, mediante la implementación de una ATE, en el favorecimiento y desarrollo de las habilidades espaciales de rotación, visualización y orientación en los estudiantes de grado Décimo del Colegio CODEMA I.E.D.

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE MEDICIÓN PRE TEST – POST TEST

Respetad@ profesional usted ha sido seleccionado para evaluar el presente test el cual está vinculado con el trabajo de investigación de la Maestría en Educación en Tecnología titulado: *Favorecimiento de las habilidades de orientación, rotación y visualización de objetos de 2D a 3D, mediante la implementación de una Actividad Tecnológica Escolar ATE, en estudiantes de grado décimo del colegio IED CODEMA*. Es muy importante contar con sus valiosas observaciones, ya que de ellas depende, el éxito en el análisis de los resultados.

El cuestionario consta de diez preguntas, las cuales están divididas en tres segmentos que corresponden a cada una de las habilidades espaciales a evaluar, por favor tómese el tiempo que requiera y seleccione la opción que considera correcta; seguidamente, diligencie le formato, sea, lo más preciso posible.

OBJETIVO: Evaluar la pertinencia, coherencia y precisión del test, en la medición de las habilidades espaciales de rotación, orientación y visualización.

CRITERIOS A EVALUAR	SI	NO
<i>Criterios Generales</i>		
Claridad en la redacción de las preguntas del test		
Coherencia, en la presentación de los ítems		
Sesgo (inducción a la respuesta)		
Las instrucciones orientan claramente para resolver el Test		
La secuencia de los ítems es clara		
La cantidad de ítems es adecuada		
<i>Criterios específicos</i>		
Contribuye a medir el constructo en estudio: Medición de la variación de las habilidades espaciales DE ROTACIÓN		
Contribuye a medir el constructo en estudio: Medición de la variación de las habilidades espaciales DE VISUALIZACIÓN.		
Contribuye a medir el constructo en estudio: Medición de la variación de las habilidades espaciales DE ORIENTACIÓN.		
Contribuye al objetivo de la investigación: <i>Leer en la parte superior del cuadro.</i>		
Se adecua al tema de investigación		
<i>Consideraciones finales</i>		
<i>Por favor agregar las observaciones que considere pertinentes para mejorar el instrumento observado.</i>		
Instrumento validado por:	Firma:	
Teléfono		
Correo electrónico		
Fecha:		

Zoriano Rodríguez Ana María (2014) diseño y validación de instrumentos de medición. Editorial Universidad don Bosco.

UNIVERSIDAD FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN EN TECNOLOGÍA

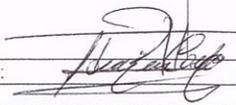
Objetivo: Determinar el impacto de la construcción de objetos EN 2D Y 3D, a partir del maquetado, mediante la implementación de una ATE, en el favorecimiento y desarrollo de las habilidades espaciales de rotación, visualización y orientación en los estudiantes de grado Décimo del Colegio CODEMA I.E.D.

FORMATO PARA LA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE MEDICIÓN PRE TEST – POST TEST

Respetad@ profesional usted ha sido seleccionado para evaluar el presente test el cual está vinculado con el trabajo de investigación de la Maestría en Educación en Tecnología titulado: *Favorecimiento de las habilidades de orientación, rotación y visualización de objetos de 2D a 3D, mediante la implementación de una Actividad Tecnológica Escolar ATE, en estudiantes de grado décimo del colegio IED CODEMA*. Es muy importante contar con sus valiosas observaciones, ya que de ellas depende, el éxito en el análisis de los resultados.

El cuestionario consta de diez preguntas, las cuales están divididas en tres segmentos que corresponden a cada una de las habilidades espaciales a evaluar, por favor tómese el tiempo que requiera y seleccione la opción que considera correcta; seguidamente, diligencie el formato, sea, lo más preciso posible.

OBJETIVO: Evaluar la pertinencia, coherencia y precisión del test, en la medición de las habilidades espaciales de rotación, orientación y visualización.

CRITERIOS A EVALUAR	SI	NO
Crterios Generales		
Claridad en la redacción de las preguntas del test	X	
Coherencia, en la presentación de los ítems	X	
Sesgo (inducción a la repuesta)	X	
Las instrucciones orientan claramente para resolver el Test	X	
La secuencia de los Ítems es clara	X	
La cantidad de ítems es adecuada	X	
Crterios específicos		
Contribuye a medir el constructo en estudio: Medición de la variación de las habilidades espaciales DE ROTACIÓN	X	
Contribuye a medir el constructo en estudio: Medición de la variación de las habilidades espaciales DE VISUALIZACIÓN.	X	
Contribuye a medir el constructo en estudio: Medición de la variación de las habilidades espaciales DE ORIENTACIÓN.	X	
Contribuye al objetivo de la investigación: <i>Leer en la parte superior del cuadro.</i>	X	
Se adecua al tema de investigación	X	
Consideraciones finales		
<i>Por favor agregar las observaciones que considere pertinentes para mejorar el instrumento observado.</i>		
Instrumento validado por: <i>EDWIN RIVERA</i> Firma: 		
Teléfono <i>301 725 73 40</i>		
Correo electrónico <i>edwinrcmatene@gmail.com</i>		
Fecha: <i>4 Sep 18</i>		

Zoriano Rodríguez Ana María (2014) diseño y validación de instrumentos de medición. Editorial Universidad don Bosco

Formato de validación diligenciado por un experto

UNIVERSIDAD FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN EN TECNOLOGÍA

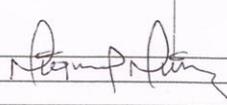
Objetivo: Determinar el impacto de la construcción de objetos EN 2D Y 3D, a partir del maquetado, mediante la implementación de una ATE, en el favorecimiento y desarrollo de las habilidades espaciales de rotación, visualización y orientación en los estudiantes de grado Décimo del Colegio CODEMA I.E.D.

FORMATO PARA LA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE MEDICIÓN PRE TEST – POST TEST

Respetad@ profesional usted ha sido seleccionado para evaluar el presente test el cual está vinculado con el trabajo de investigación de la Maestría en Educación en Tecnología titulado: *Favorecimiento de las habilidades de orientación, rotación y visualización de objetos de 2D a 3D, mediante la implementación de una Actividad Tecnológica Escolar ATE, en estudiantes de grado décimo del colegio IED CODEMA*. Es muy importante contar con sus valiosas observaciones, ya que de ellas depende, el éxito en el análisis de los resultados.

El cuestionario consta de diez preguntas, las cuales están divididas en tres segmentos que corresponden a cada una de las habilidades espaciales a evaluar, por favor tómese el tiempo que requiera y seleccione la opción que considera correcta; seguidamente, diligencie el formato, sea, lo más preciso posible.

OBJETIVO: Evaluar la pertinencia, coherencia y precisión del test, en la medición de las habilidades espaciales de rotación, orientación y visualización.

CRITERIOS A EVALUAR	SI	NO
Criterios Generales		
Claridad en la redacción de las preguntas del test	x	
Coherencia, en la presentación de los ítems	x	
Sesgo (inducción a la respuesta)		x
Las instrucciones orientan claramente para resolver el Test	x	
La secuencia de los ítems es clara	x	
La cantidad de ítems es adecuada	x	
Criterios específicos		
Contribuye a medir el constructo en estudio: Medición de la variación de las habilidades espaciales DE ROTACIÓN	x	
Contribuye a medir el constructo en estudio: Medición de la variación de las habilidades espaciales DE VISUALIZACIÓN.	x	
Contribuye a medir el constructo en estudio: Medición de la variación de las habilidades espaciales DE ORIENTACIÓN.	x	
Contribuye al objetivo de la investigación: <i>Leer en la parte superior del cuadro.</i>	x	
Se adecua al tema de investigación	x	
Consideraciones finales	x	
<i>Por favor agregar las observaciones que considere pertinentes para mejorar el instrumento observado.</i>		
Instrumento validado por: MIGUEL A. MUÑOZ Firma: 		
Teléfono 3125776104		
Correo electrónico miguelmuoz2332@yahoo.es		
Fecha: 4 SEP 18		

Zoriano Rodríguez Ana María (2014) diseño y validación de instrumentos de medición. Editorial Universidad don Bosco

Anexo 7. Prueba Pre test. Sin intervención

DATOS GENERALES

INFORMACION BASICA.

Nombre completo _____

Curso y jornada _____ Fecha _____

Edad _____ Genero. Masculino _____ Femenino _____

INFORMACION ACADEMICA (Marque con una X Si o No según el caso)

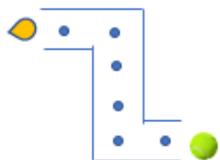
¿Ha tenido formación en dibujo técnico? Si _____ No _____

PRUEBA DE ORIENTACION ESPACIAL

Tiene como indicador la agilidad mental que tiene el estudiante para identificar y hacer el desplazamiento de un objeto gráfico en una superficie bidimensional, y en un espacio tridimensional representándolo gráficamente.

Por favor marque con una x la respuesta que considere correcta, en caso de marcar mas de una respuesta la pregunta será nula.

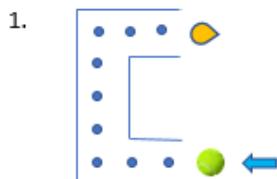
Ejemplo: ¿Cuánto se desplaza la pelota para llegar a la cesta teniendo en cuenta los puntos?



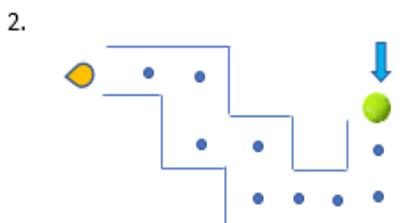
- 2 puntos izquierda, 5 puntos arriba, 1 punto derecha.
- 2 puntos izquierda, 4 puntos arriba, 2 puntos derecha.
- 2 puntos izquierda, 3 puntos arriba, 1 puntos izquierda
- 2 puntos arriba. 4 puntos derecha, 2 puntos derecha

Para este ejemplo la respuesta correcta es la C.

¿Cuanto se desplaza la pelota teniendo en cuenta los puntos?



- 3 puntos izquierda, 4 puntos arriba, 2 punto derecha.
- 2 puntos izquierda, 5 puntos arriba, 3 puntos derecha.
- 2 puntos izquierda, 4 puntos arriba, 2 puntos izquierda
- 2 puntos arriba. 4 puntos derecha, 2 puntos derecha

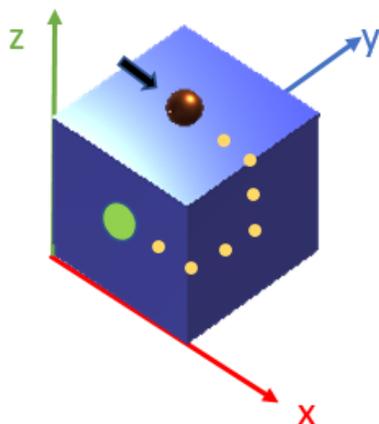


- 2 p. abajo, 4 p. izquierda, 2 p. arriba, 2 p. izquierda, 2 p. arriba, 2 p. izquierda
- 2 p. izquierda, 4 p. arriba, 2 p. derecha, 2 p. derecha, 3 p. abajo, 2 p. izquierda
- 2 p. izquierda, 4 p. arriba, 2 p. izquierda, 2 p. izquierda, 3 p. abajo, 2 p. derecha
- 2 p. abajo. 3 p. derecha, 1 p. arriba, 1 p. izquierda, 1 p. arriba, 1 p. derecha.

PRUEBA DE ORIENTACION ESPACIAL

Tiene como indicador la agilidad mental que tiene el estudiante para identificar y hacer el desplazamiento de un objeto gráfico en una superficie bidimensional, y en un espacio tridimensional representándolo gráficamente.

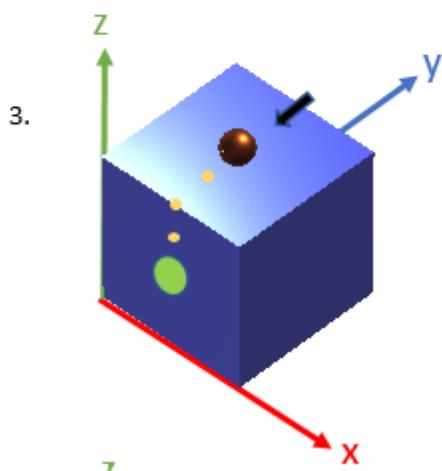
Ejemplo ¿cuál es el desplazamiento de la esfera para llegar al agujero teniendo en cuenta los puntos y los ejes?



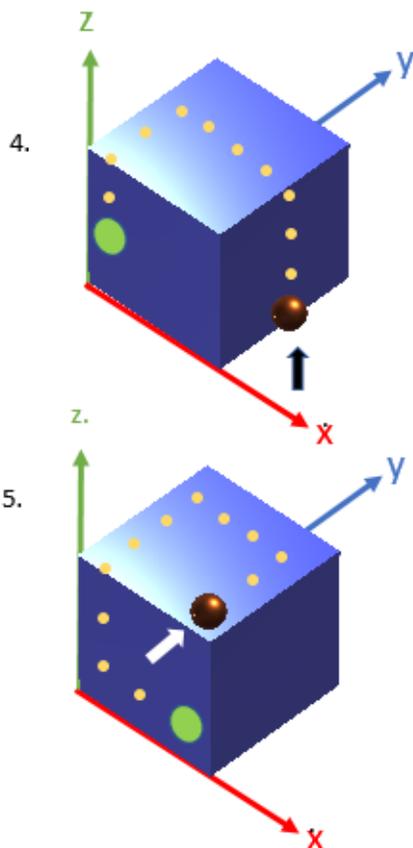
- a. 2 en x, 2 en z, 2 en y, 2 en x
- b. 2 en x, 2 en z, 2 en y, 1 en x
- c. 2 en y, 3 en x, 2 en z, 2 en z
- d. 2 en x, 3 en z, 1 en x, 2 en x

para este ejemplo la respuesta correcta es la A

¿cuál es el desplazamiento de la esfera para llegar al agujero teniendo en cuenta los puntos y los ejes?



- a. 2 en y, 1 en z.
- b. 1 en z, 2 en y.
- c. 1 en y, 1 en z.
- d. 2 en x, 3 en z.



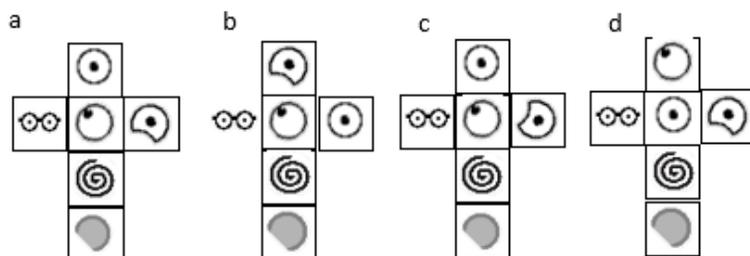
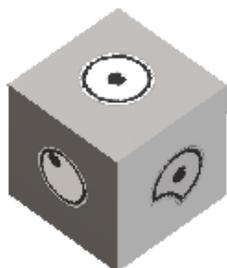
- a. 3 en z, 4 en z, 2 en y, 2 en x
- b. 2 en z, 3 en y, 2 en x, 1 en y
- c. 4 en y, 3 en x, 2 en z, 2 en z
- d. 3 en z, 4 en x, 2 en y, 1 en z

- a. 3 en z, 1 en z, 3 en y, 2 en x, 1 en z
- b. 4 en z, 3 en y, 2 en x, 1 en y, 3 en y
- c. 2 en y, 3 en x, 3 en y, 2 en z, 2 en x.
- d. 3 en z, 2 en x, 3 en y, 2 en z, 1 en x

PRUEBA VISUALIZACION ESPACIAL

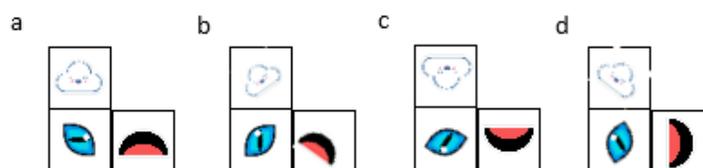
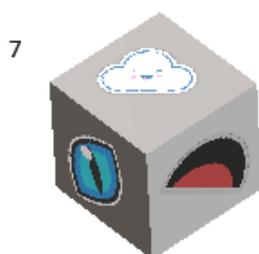
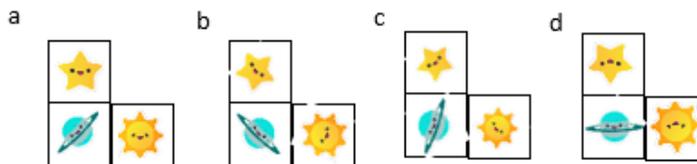
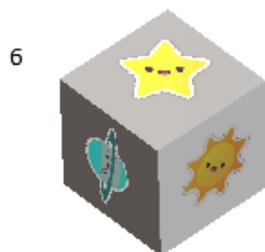
Tiene como indicador la capacidad que posee el estudiante para manipular mentalmente las imágenes visuales y la posibilidad de hacer la correspondencia entre la representación gráfica tridimensional y la representación bidimensional, teniendo en cuenta para ello el plegado y desplegado de las caras de un objeto.

En el ejemplo ¿Cuál de las opciones corresponde con la figura de la derecha?



La respuesta correcta es la a.

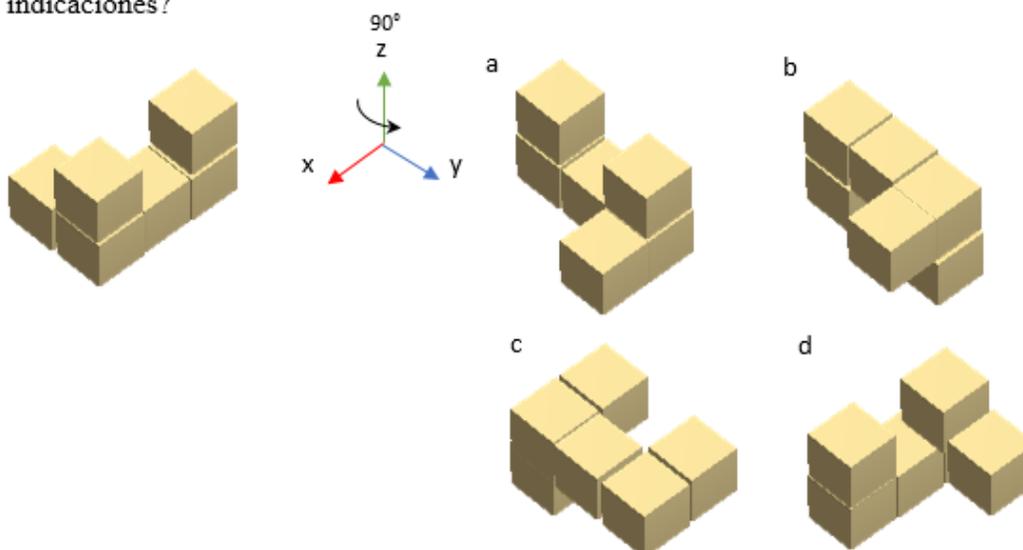
¿Cuál de las opciones corresponde al cubo según las tres caras visibles

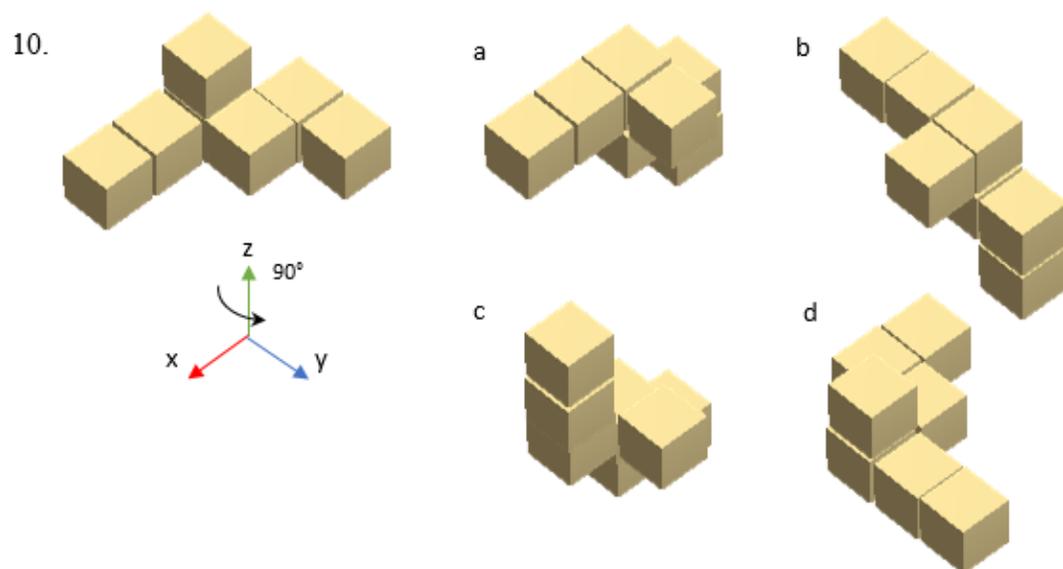


PRUEBA DE ROTACION ESPACIAL

Tiene como indicador la capacidad que tiene el estudiante para hacer correspondencia entre la representación gráfica tridimensional y su representación mental y gráfica luego de su rotación en el espacio.

En el ejemplo ¿A cuál de las opciones corresponde el sólido luego de ser girado según las indicaciones?

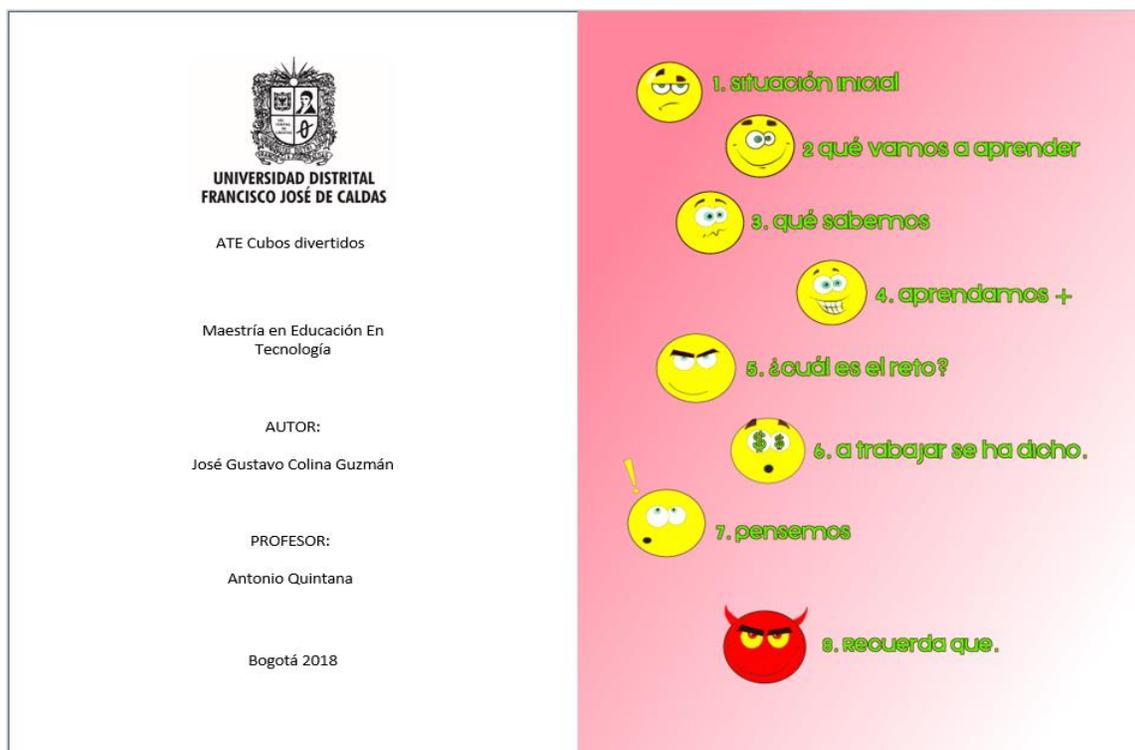




Anexo 8. Actividad Tecnológica Escolar (ATE) Cubos Divertidos



Portada de la Actividad Tecnológica Escolar cubos divertidos



Contraportada y capítulos de la cartilla

1. situación inicial

La ATE que se presenta a continuación está dirigida a estudiantes de ciclo 5; y para poder alcanzar los resultados se espera que los estudiantes recurran a conceptos de la geometría, la matemática, la ingeniería y la tecnología.

Atendiendo a las indicaciones presentadas en la cartilla 30 del MEN, el componente que se va a desarrollar es el de: Apropriación y uso de la tecnología; y el desempeño corresponde al ensamble de sistemas siguiendo instrucciones y esquemas

2. ¿Qué vamos a aprender?

Aprenderemos a... Usar herramientas manuales para realizar de forma segura cortes, trazos, plegados, uniones entre otros, para la construcción de maquetas y modelos

Aprenderemos sobre... Volumen, el cual permite conocer la cantidad de espacio que ocupa una figura tridimensional.

Aprenderemos sobre... medición, la cual consiste en comparar una cantidad con una medida convencional (metro o kilo).

Aprenderemos acerca de... Expresión gráfica, esta permite expresar ideas de forma gráfica, desarrollando percepción espacial y abstracción.

Potenciaremos... Habilidades espaciales como la rotación, visualización y orientación.

Capítulo 1. Situación inicial - capítulo 2. ¿Qué vamos a aprender?

3. ¿Qué sabemos?

ACTIVIDAD

Organiza grupos de trabajo máximo de tres estudiantes y resuelve las siguientes preguntas en tu cuaderno:

1. ¿Qué conocen sobre volumen?
2. ¿Cómo resulta útil en nuestro diario vivir?
3. ¿Es importante el concepto de volumen en el diseño?
4. ¿Cómo se aplica el concepto de volumen en la elaboración de una figura tridimensional?

Para tener en cuenta... Esta actividad la deben resolver en el cuaderno de tecnología

4 aprendamos +

El volumen es un concepto que relacionamos frecuentemente con el tamaño, en geometría, cualquier cuerpo cerrado se le denomina sólido, pues no cambia de tamaño y está bien limitado en todas direcciones por los lados o caras del cuerpo. El volumen de un cubo (o cualquier otra figura de caras paralelas: paralelepípedo) se calcula multiplicando su largo por su ancho por su alto.

Las unidades de medida del volumen más comunes son: centímetros cúbicos (cm^3), metros cúbicos (m^3), pulgadas cúbicas (in^3) y los pies cúbicos (ft^3).
Por ejemplo, para calcular el volumen de un cubo su fórmula es:
 $V = l \times l \times l = l^3$

amplia tus conocimientos aquí
https://www.youtube.com/watch?v=FV20Wbi_1II

Capítulo 3. ¿Qué sabemos? - capítulo 4. Aprendamos más.



¿Qué son las Habilidades espaciales?

La habilidad espacial evalúa la capacidad del individuo para visualizar objetos en su mente, así como la habilidad de imaginar un cuerpo en diferentes posiciones, sin perder de él sus características, como por ejemplo, la rotación de imágenes o la construcción de figuras.

¡Para el desarrollo de esta ATE tendremos en cuenta las habilidades de: rotación, visualización y orientación espacial!

Rotación espacial: Alude a la capacidad de girar mentalmente objetos bidimensionales o tridimensionales en bloque.

Por ejemplo: Al girar la figura de abajo ciertos grados, y en cierta dirección



Visualización espacial: capacidad de representar y manipular mentalmente objetos en tres dimensiones.

Un ejemplo de ello sería cuando se pide a un estudiante que escriba la cantidad de cubos necesarios para representar la figura de la izquierda, vista desde arriba.



CLICK AQUI



CLICK AQUI

La orientación espacial: supone determinar la posición de un objeto con respecto a unas referencias espaciales que están en el propio cuerpo (ejes verticales, horizontales y puntos cardinales). A partir de ellas se puede localizar arriba-abajo, alto-bajo, delante- detrás, derecha- izquierda

Un ejemplo de ello se da cuando se pide a un estudiante representar las vistas ortogonales de la figura de la izquierda: vista superior, vista frontal y vista lateral derecha.



Capítulo de habilidades espaciales de rotación, Visualización y orientación.

Indicadores de las HABILIDADES ESPACIALES

OBJETIVO.
Determinar el impacto de la construcción de objetos EN 2D Y 3D, a partir del maquetado, mediante la implementación de una ATE, en el favorecimiento y desarrollo de las habilidades espaciales de rotación, visualización y orientación en los estudiantes de grado Décimo del Colegio CODEMA I.E.D.

HABILIDADES ESPACIALES DE ROTACION

Tiene como indicador la capacidad que tiene el estudiante para hacer correspondencia entre la representación gráfica tridimensional y su representación mental y gráfica luego de su rotación en el espacio.




HABILIDADES ESPACIALES DE VISUALIZACIÓN.

Tiene como indicador la capacidad que posee el estudiante para manipular mentalmente las imágenes visuales y la posibilidad de hacer la correspondencia entre la representación gráfica tridimensional y la representación bidimensional, teniendo en cuenta para ello el plegado y desplegado de las caras de un objeto.



HABILIDADES ESPACIALES DE ORIENTACIÓN

Tiene como indicador la agilidad mental que tiene el estudiante para identificar y hacer el desplazamiento de un objeto gráfico en una superficie bidimensional, y en un espacio tridimensional representándolo gráficamente



Indicadores de las habilidades espaciales.



Hablemos de medición...

Si queremos medir un objeto debemos emplear una unidad de longitud, comparamos ésta con el objeto a medir, el resultado de la comparación es la medida, es decir el número de veces que la unidad está contenida en el objeto a medir.



Los sólidos y la expresión gráfica...

Para comprender la forma de un sólido y establecer con exactitud sus dimensiones: Alto, ancho y profundidad, es necesario utilizar un Sistema de Representación (Expresión gráfica) que proporcione esta información completa y sin distorsiones

¿Y como medir un cubo...?

El cubo es un poliedro con seis caras, cada una con forma de cuadrado y con las mismas dimensiones, unidas entre sí mediante ángulos rectos, motivo por el que también se conoce como hexaedro regular.

La forma más fácil de calcular su volumen es elevar al cubo o tercera potencia la longitud de una de sus aristas.



La expresión gráfica busca...

Dar Precisión en Mediciones, permitiendo sobre todo una muy alta calidad en el Diseño de Objetos, siendo utilizado inclusive para poder realizar una descripción de los mismos cuando ya han sido realizados...

Para ampliar tus conocimientos sobre medición [click aquí:](https://www.youtube.com/watch?v=iw1b-milcMg)

<https://www.youtube.com/watch?v=iw1b-milcMg>

Para ampliar tus conocimientos sobre Expresión grafica [click aquí:](https://www.youtube.com/watch?v=XIjVUMvLEgY)

<https://www.youtube.com/watch?v=XIjVUMvLEgY>

Ampliación de conceptos trabajados en la cartilla.

5. ¿CUÁL ES EL RETO?



Te presentamos el siguiente desafío

Teniendo en cuenta los conceptos de volumen, medición y habilidad espacial; ahora tu desafío consiste en explicar, elaborar y entender el desarrollo y creación de varios cubos de diferentes tamaños.

¡Animarse será divertido!




6. A TRABAJAR SE HA DICHO....

COMENCEMOS CON LOS CUBOS DIVERTIDOS

Para ello necesitamos una conexión a internet donde observarás un video que te permitirá realizar el desarrollo de los cubos.



¿QUÉ MÁS VAMOS A NECESITAR?

Cartulina, tijeras o bisturí, pegante en barra, regla, lápiz, hoja din A4. ¡Y un gran desborde de creatividad!



Capítulo 5. ¿Cuál es el reto? – Capítulo 6. A trabajar se ha dicho.

CONTINUEMOS

Teniendo en cuenta el desarrollo de figuras sólidas mostrado en el siguiente video, toma tus materiales e inicia la construcción de los cubos.

Ten cuidado con las herramientas de corte

Recuerda tener en cuenta los conceptos de volumen, medición y habilidad espacial en tu construcción.

Debes elaborar 10 cubos de diferentes tamaños y colores: 2 de 2 cm, 2 de 3 cm, 2 de 4 cm, y 2 de 5 cm. Puedes colorearlos o intercambiar colores de cartulina con tus compañeros.

Toma la cartulina y dibuja un cuadrado exacto de 5 cm de lado, a ese cuadrado dibújale 2 cuadrados mas a un lado, como lo muestra la figura.

Ahora al cuadrado del centro, que se visualiza de color verde, dibújale un cuadrado a la derecha y dos cuadrados a la izquierda.

Desarrollo de la actividad Cubos divertidos.

Ahora dibujamos unas pestañas, como lo muestra la figura...

Ten cuidado con las herramientas de corte.

Seguidamente, recortamos con las tijeras o el bisturí por todo el contorno de la figura.

Recuerda el concepto sobre medición.

Ahora, Plegamos cada cuadrado por la línea roja como lo indica la figura.

...DOBLAMOS

Al doblar, cada cara debe coincidir exactamente una con otra.

Construcción de un cubo.

Por último, pegamos todas las pestañas y evidenciamos que el cubo quede paralelo entre sus caras.



...Tu diseño debe verse así.



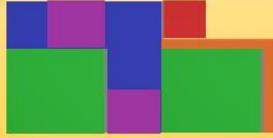

¡Juguemos con los cubos un poco! toma tu hoja din A4, tu lápiz, tus cubos y a dibujar.



Crea tu propio sólido, dibújalo en proyección isométrica y representa las vistas (superior, frontal, lateral derecha).

Por ejemplo

Recuerda... aquí estas poniendo a prueba tus habilidades espaciales.



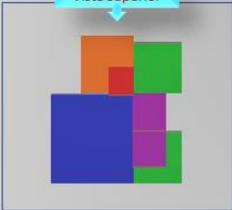
EL DISEÑO



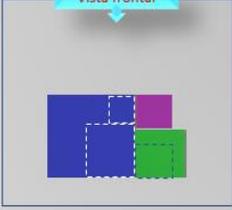
LA PROYECCION ISOMETRICA

Creación del sólido y su representación gráfica.

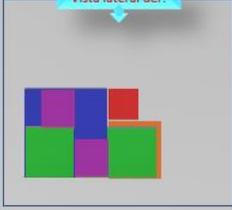
Vista superior



Vista frontal



Vista lateral der.



Amplia tus conocimientos sobre vistas.

Las vistas

¿Qué habilidades espaciales has puesto a prueba?

Rotación espacial.

Orientación espacial.

Visualización espacial.

7. PENSEMOS...

¿Qué diferencia encuentras antes y después de la actividad respecto a tus conocimientos sobre volumen, medición, habilidades espaciales?

¿En qué situaciones de tu vida cotidiana podrías aplicar los conceptos de medición, habilidad espacial y volumen?

Responde estas preguntas en tu cuaderno.

Por último pon a prueba tus saberes dando solución al siguiente problema: ¿Cuál es el volumen total de tu sólido? Siil el que creaste páginas atrás.

Discute con tus compañeros sobre habilidad espacial y crea diferentes sólidos (pirámides, cilindros, tetraedros entre otros) y realiza el ejercicio anterior, desarrollo del sólido, proyección isométrica y vistas.

Usa una hoja DIN A4.

Representación gráfica de las vistas del sólido – Capítulo7. Pensemos.

8 . RECUERDA...

...LO QUE HEMOS ESTUDIADO

HABILIDAD ESPACIAL

EXPRESIÓN GRÁFICA

VOLUMEN

MEDICIÓN

USO DE HERRAMIENTAS

— cortar
- - - - - doblar
/// pegar

diviértete un poco elabora la figura roja según las indicaciones

Capítulo 8. Recuerda.

Anexo 9. Prueba post-test luego de la intervención.

DATOS GENERALES	POST-TEST
-----------------	-----------

INFORMACION BASICA.

Nombre completo _____

Curso y jornada _____ Fecha _____

Edad _____ Genero. Masculino _____ Femenino _____

INFORMACION ACADEMICA (Marque con una X Si o No según el caso)

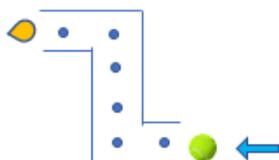
¿Ha tenido formación en dibujo técnico? Sí _____ No _____

PRUEBA DE ORIENTACION ESPACIAL

Tiene como indicador la agilidad mental que tiene el estudiante para identificar y hacer el desplazamiento de un objeto gráfico en una superficie bidimensional, y en un espacio tridimensional representándolo gráficamente.

Por favor marque con una x la respuesta que considere correcta, en caso de marcar más de una respuesta la pregunta será nula.

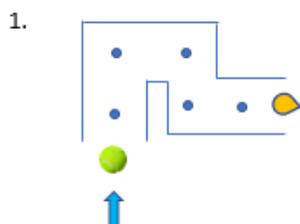
Ejemplo: ¿Cuánto se desplaza la pelota para llegar a la cesta teniendo en cuenta los puntos?



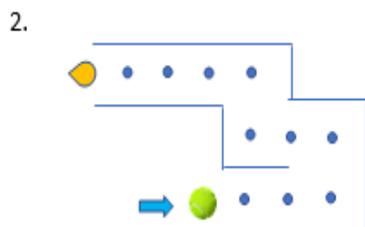
- 2 puntos izquierda, 5 puntos arriba, 1 punto derecha.
- 2 puntos izquierda, 4 puntos arriba, 2 puntos derecha.
- 2 puntos izquierda, 3 puntos arriba, 2 puntos izquierda
- 2 puntos arriba. 4 puntos derecha, 2 puntos derecha

Para este ejemplo la respuesta correcta es la C.

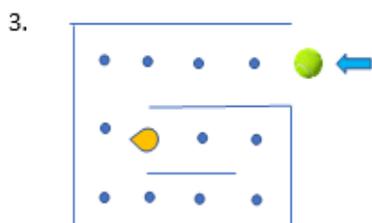
¿Cuánto se desplaza la pelota teniendo en cuenta los puntos?



- 3 p. izquierda, 2 p. arriba, 3 p. derecha, 2 p. izquierda
- 2 p. arriba, 2 p. derecha, 2 p. abajo, 3 p. derecha
- 2 p. izquierda, 2 p. arriba, 2 p. izquierda, 2 p. derecha.
- 2 p. arriba. 1 p. derecha, 1 p. abajo, 2 p. derecha.



- 3 p. derecha, 2 p. arriba, 3 p. derecha, 2 p. izquierda, 4 p. izquierda
- 2 p. izquierda, 4 p. arriba, 2 p. derecha, 2 p. abajo, 3 p. izquierda
- 3 p. derecha, 1 p. arriba, 2 p. izquierda, 1 p. arriba, 4 p. izquierda
- 2 p. arriba. 2 p. derecha, 2 p. abajo, 2 p. derecha, 4 p. izquierda

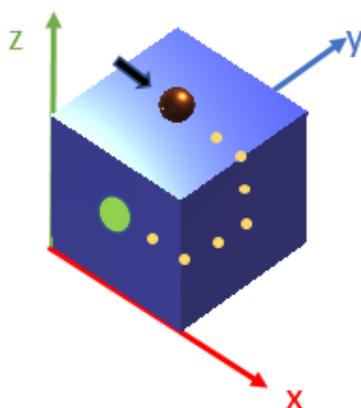


- 4 p. izquierda, 2 p. abajo, 3 p. derecha, 1 p. arriba, 2 p. izquierda
- 2 p. izquierda, 4 p. arriba, 2 p. derecha, 2 p. abajo, 3 p. izquierda
- 3 p. derecha, 2 p. arriba, 3 p. izquierda, 2 p. arriba, 4 p. izquierda
- 2 p. arriba, 2 p. derecha, 2 p. abajo, 2 p. derecha, 4 p. izquierda

PRUEBA DE ORIENTACION ESPACIAL

Tiene como indicador la agilidad mental que tiene el estudiante para identificar y hacer el desplazamiento de un objeto gráfico en una superficie bidimensional, y en un espacio tridimensional representándolo gráficamente.

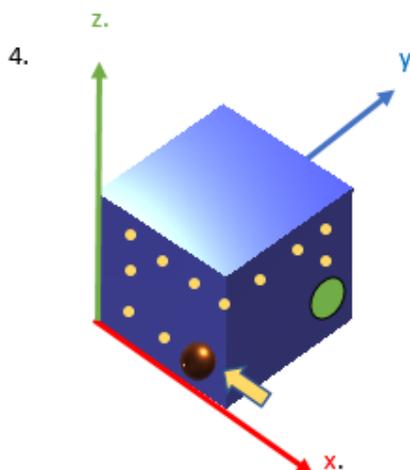
Ejemplo ¿cuál es el desplazamiento de la esfera para llegar al agujero teniendo en cuenta los puntos y los ejes?



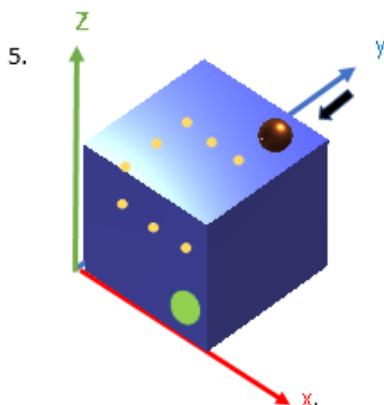
- 2 en x, 2 en z, 2 en y, 2 en x
- 2 en x, 2 en z, 2 en y, 1 en x
- 2 en y, 3 en x, 2 en z, 2 en z
- 2 en x, 3 en z, 1 en x, 2 en x

para este ejemplo la respuesta correcta es la A

¿cuál es el desplazamiento de la esfera para llegar al agujero teniendo en cuenta los puntos y los ejes?



- 1 en z, 3 en z, 3 en y, 2 en x, 1 en z
- 2 en x, 2 en z, 3 en x, 3 en y, 2 en z
- 3 en y, 2 en x, 3 en y, 1 en z, 3 en x.
- 1 en z, 2 en x, 2 en y, 2 en z, 1 en y

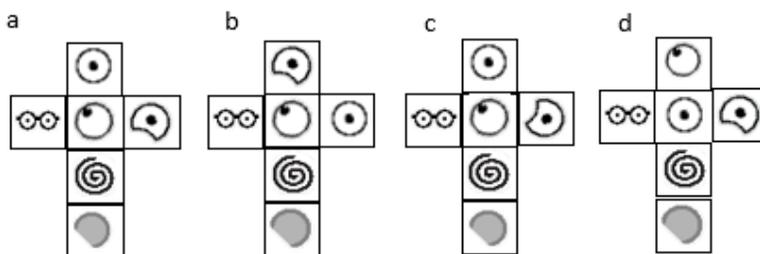
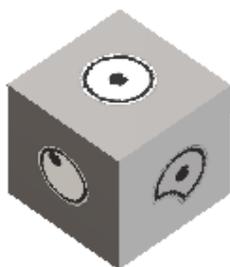


- a. 3 en z, 2 en z, 1 en y, 2 en x, 1 en z, 1 en x
- b. 1 en x, 2 en z, 1 en x, 3 en y, 1 en z, 2 en y
- c. 1 en y, 2 en x, 3 en y, 2 en z, 2 en x, 1 en z
- d. 1 en y, 2 en x, 2 en y, 1 en z, 2 en x, 1 en z

PRUEBA VISUALIZACION ESPACIAL

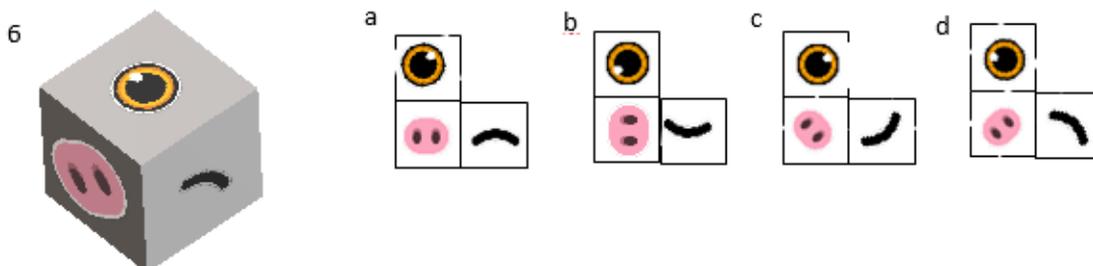
Tiene como indicador la capacidad que posee el estudiante para manipular mentalmente las imágenes visuales y la posibilidad de hacer la correspondencia entre la representación gráfica tridimensional y la representación bidimensional, teniendo en cuenta para ello el plegado y desplegado de las caras de un objeto.

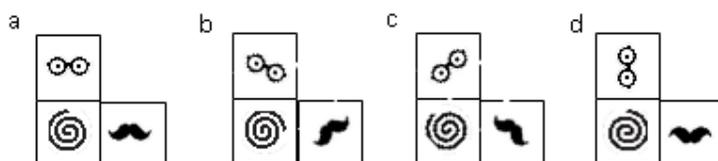
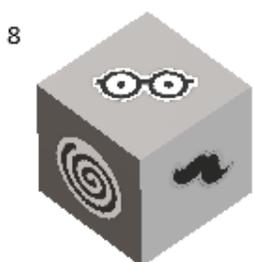
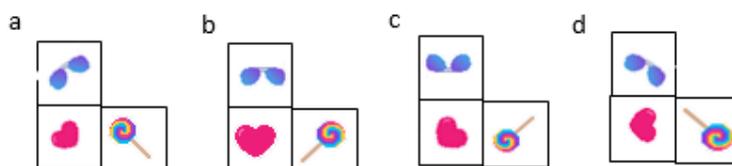
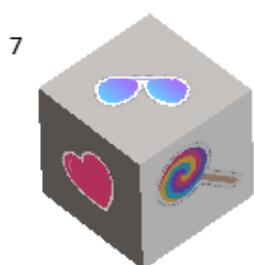
En el ejemplo ¿Cuál de las opciones corresponde con la figura de la derecha?



La respuesta correcta es la a.

¿Cuál de las opciones corresponde al cubo según las tres caras visibles

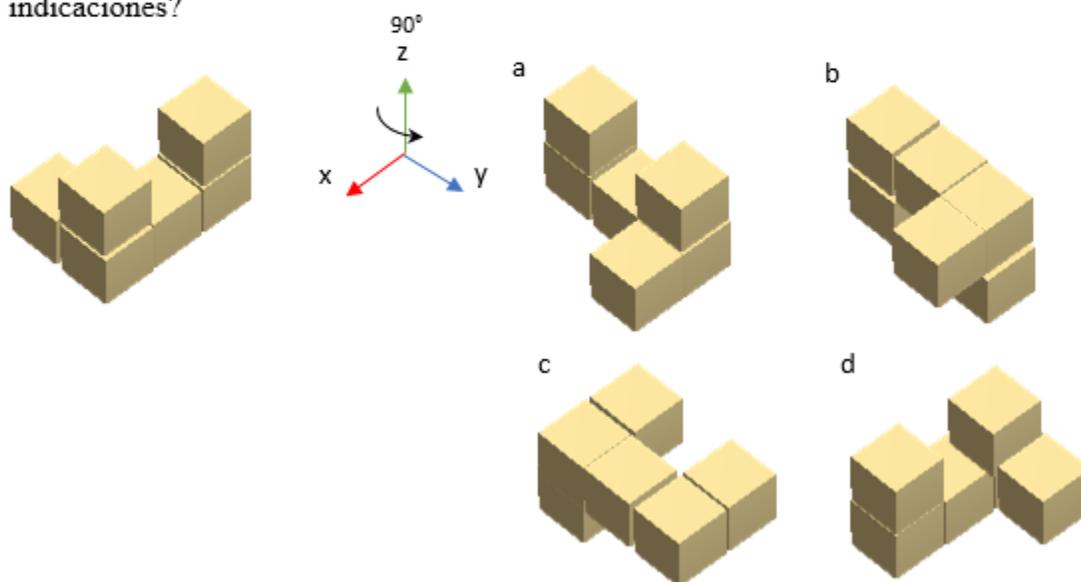




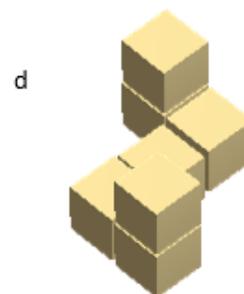
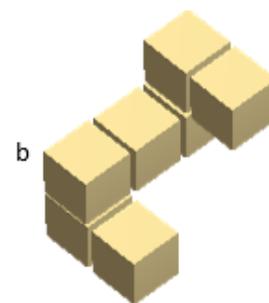
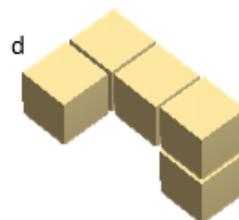
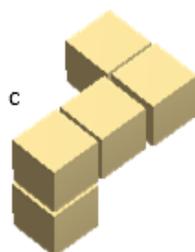
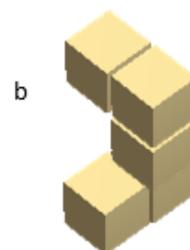
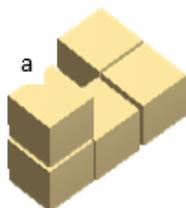
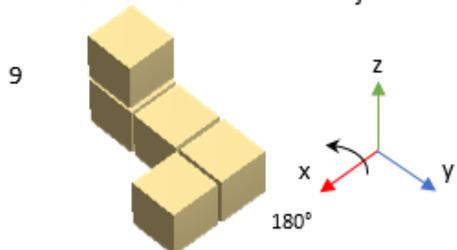
PRUEBA DE ROTACION ESPACIAL

Tiene como indicador la capacidad que tiene el estudiante para hacer correspondencia entre la representación gráfica tridimensional y su representación mental y gráfica luego de su rotación en el espacio.

En el ejemplo ¿A cuál de las opciones corresponde el sólido luego de ser girado según las indicaciones?



La respuesta correcta al ejemplo anterior es la A, la figura gira 90° hacia la derecha en el sentido contrario a las manecillas del reloj.

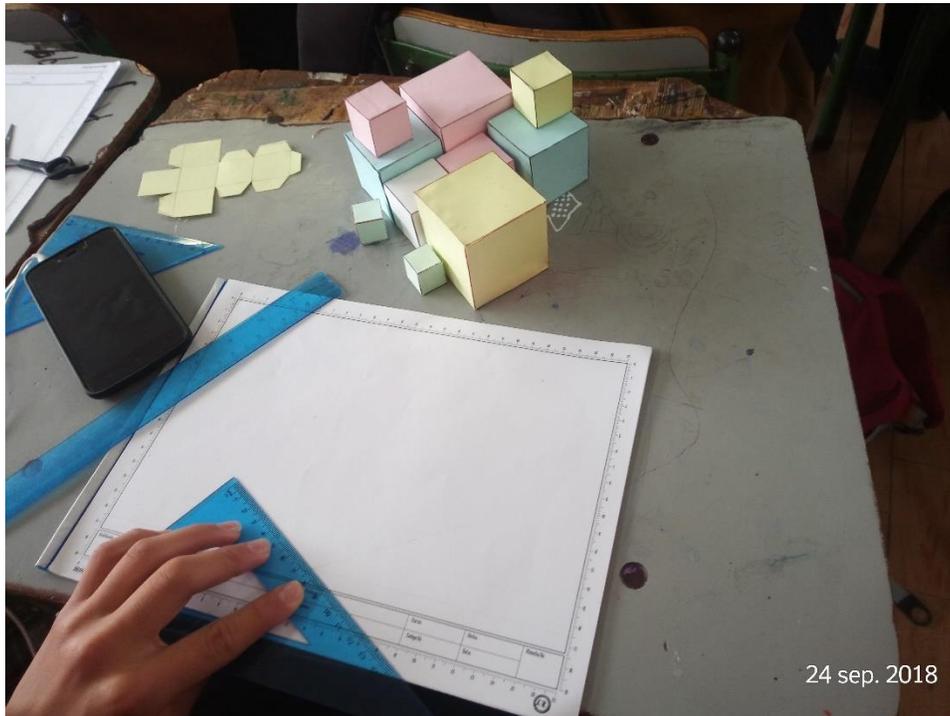


Anexo 10. Productos elaborados por los estudiantes durante el desarrollo de la ATE.

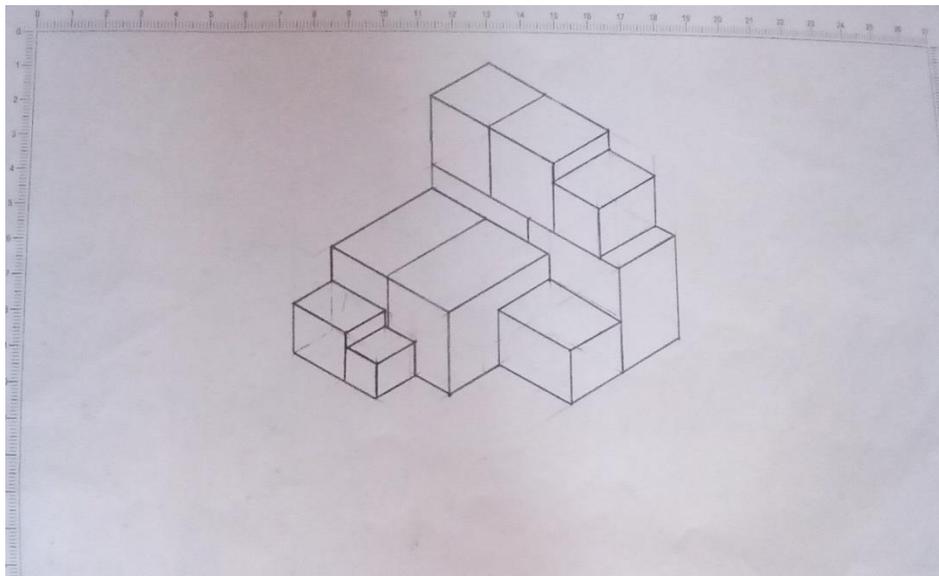
Creación de un sólido sobre un cuaderno, acción que le permite girar la figura, elaborado durante el desarrollo de la ATE.



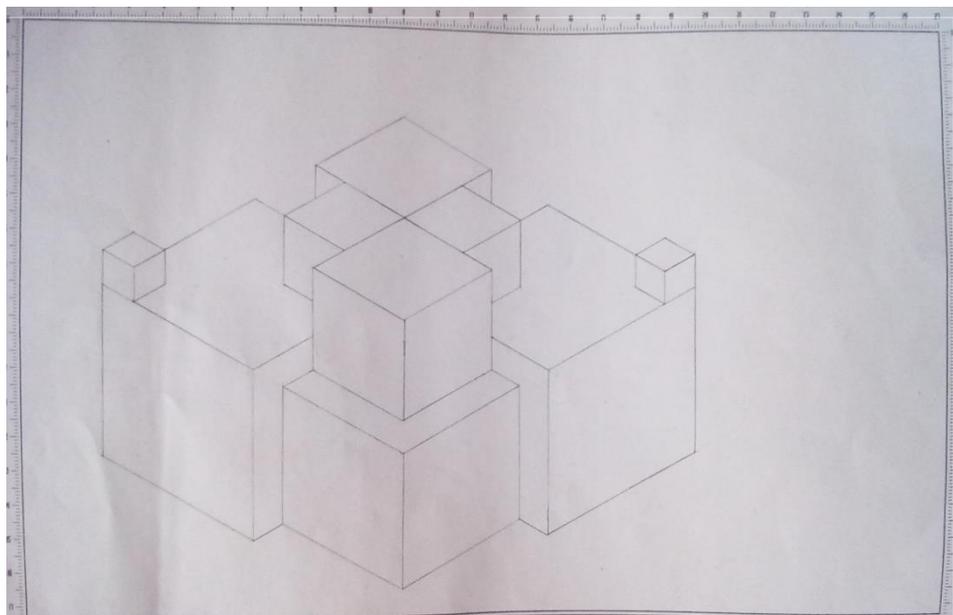
Sólido creado con 10 cubos de diferentes colores y tamaños



Estudiante elaborando la proyección del sólido.



Representación gráfica de un sólido elaborado por un estudiante durante el desarrollo de la ATE.



Representación gráfica de un sólido con 12 cubos de diferentes tamaños y colores.

Anexo 11. Diarios de campo.

LUGAR: salón 305 colegio CODEMA I.E.D.

ACTIVIDAD: aplicación actividad tecnológica escolar (ATE), cubos divertidos (primera sesión)

OBJETIVO: Registrar la información proveniente de la observación directa en el aula, de la puesta en práctica de la Actividad Tecnología Escolar (ATE) cubos divertidos, para su posterior análisis dentro de la investigación.

FECHA: 17 DE SEPTIEMBRE 2018

HORA: 7:00am a 10:00am

PARTICIPANTES: treinta y cuatro estudiantes del grado 1001 de la jornada mañana y un docente investigador.

Nota: Los nombres de los participantes han sido cambiados para preservar su anonimato

DESCRIPCIÓN:

Al inicio de la actividad se adecuó el espacio de trabajo instalando un computador portátil, un video beem, cámara de video y grabadora de audio. Para esta sesión el grupo se encuentra un poco disperso debido a que, en la anterior hora de clase, se había realizado una dirección de curso. Una vez instalada la clase, el profesor inicia el desarrollo de la misma indicando la temática, el objetivo y las actividades a realizar. En este sentido, se explica que la actividad central de la clase está basada en el desarrollo de una ATE (Actividad Tecnológica Escolar). En primer lugar, el docente hace las explicaciones pertinentes respecto a lo que es una ATE en segundo lugar, explica, que el objetivo de su aplicación consiste en favorecer y desarrollar habilidades espaciales a través de la elaboración de cubos de diferentes tamaños y colores, pasándolos de una transformación bidimensional a una tridimensional. Finalmente, el docente indica que la ATE está dividida en ocho partes a saber

1. Situación inicial.
2. ¿Qué vamos a aprender?
3. ¿Qué sabemos?
4. Aprendamos más.
5. ¿Cuál es el reto?
6. A trabajar se ha dicho...
7. Pensemos.

8. Recuerda...

Continuando con la explicación, el profesor hace referencia al tiempo que será necesario para su implementación. En esta primera clase, se establece un tiempo estimado de tres horas clases (cada una de 55 minutos) para su aplicación; posteriormente se indica que la siguiente sesión tendrá la misma duración y que se efectuará el próximo lunes 24 de septiembre de 2018. Por último, se les exhorta a tener presente que en esta fecha se espera que den por terminada la ATE. La última recomendación tiene que ver con los materiales de trabajo que requieren los estudiantes, los cuales se presentan dentro de la misma ATE. Se les pide que organicen y traigan los materiales de trabajo solicitados (cartulina de colores, pegante, tijeras o bisturí, lápiz, borrador, escuadras y hojas DIN A4).



Imagen 1, En esta imagen se observa la conformación de los grupos de Trabajo (máximo tres estudiantes por grupo).



Imagen 2, en ella se observa los materiales de trabajo que traen los estudiantes, cartulina, tijeras, escuadras. También se observa el portátil y video beem, elementos para proyectar la ATE.

Presentadas las recomendaciones generales, el docente inicia el desarrollo de la clase. Al presentar la imagen de la cartilla a través del video beem, los estudiantes comienzan a mostrar interés por lo proyectado, algunos de ellos toman fotos para leer desde el sitio de trabajo, otros se acercan y leen directamente desde el portátil, otros desde la presentación en pantalla. Al llegar al componente “¿qué vamos a aprender?” los estudiantes leen y muestran gran interés; algunos expresan opiniones como:

Estudiante: ¿Lo de volumen lo vimos en química, o fue en matemáticas?”,

Estudiante: fue en geometría con la profesora Victoria.

Estudiante: Carlos les recuerda y afirma que sí, la profe nos dio un volumen y debíamos elaborar cinco figuras geométricas con ese mismo volumen|

Estudiante: Pedro les dice, pero también con el profe de química vimos algo de volumen.

Algunas estudiantes mujeres preguntan:

Estudiante: “¿Profe las medidas que se van a manejar son en centímetros o milímetros?”.

Profesor: en centímetros, así lo indica la cartilla.

En un grupo de tres niñas, una de ellas les pregunta a sus compañeras:

Estudiante: ¿La medida del cubo de dos centímetros a cuánto equivale en milímetros?

Estudiante: “a 20 milímetros”, la estudiante aun no entiende la equivalencia, entonces, una de ellas toma la escuadra y empieza a explicarle.

Estudiante: cada línea de la escala numérica equivale a un milímetro, cada diez líneas es igual a un centímetro.

El estudiante Javier le pregunta al profesor:

Estudiante: ¿A qué hace referencia la expresión gráfica?

Profesor: le invita a leer el apartado ¿Qué vamos a aprender? y a sacar sus propias deducciones, no obstante, le argumenta:

Profesor: si luego de leída la definición deseas aclarar algo más, me puedes preguntar.

El estudiante hace la lectura correspondiente, y contesta con firmeza

Estudiante: está claro profe.

No obstante, el profesor amplía la información indicándole que:

Profesor: la expresión gráfica es la manifestación de ideas, pensamientos de forma gráfica, teniendo en cuenta aspectos relacionados con las habilidades espaciales”, y continúa argumentando “estas últimas se van a ampliar más adelante en la cartilla en un apartado dedicado solo a este concepto.

Cuando los estudiantes llegan al componente: ¿qué sabemos?, leen la instrucción y se reúnen en grupos de máximo de tres estudiantes; los grupos son elegidos por los estudiantes, algunos deciden quedarse a trabajar en los grupos que habían conformado con anterioridad en la actividad de dirección de curso, otros conforman grupos nuevos. En total se forman once grupos de trabajo, cuatro grupos son solo de mujeres; y tres grupos solo de hombres, los demás están conformados de manera mixta.



Imagen 3, grupos de trabajo

De acuerdo con la indicación presentada en la ATE, como primera medida, los grupos solucionan una actividad de conceptos previos sobre volumen, esta acción es realizada en el cuaderno de tecnología de forma individual.

Andrés integrante de un grupo propone:

Estudiante: Profesor es mejor entregar un escrito por los integrantes del equipo y no uno por cada integrante, frente a la sugerencia, el profesor indica,

Profesor: es aceptada la sugerencia, pero cada grupo debe recoger los aportes de cada uno y llegar a un consenso para plasmarlo en el cuaderno.

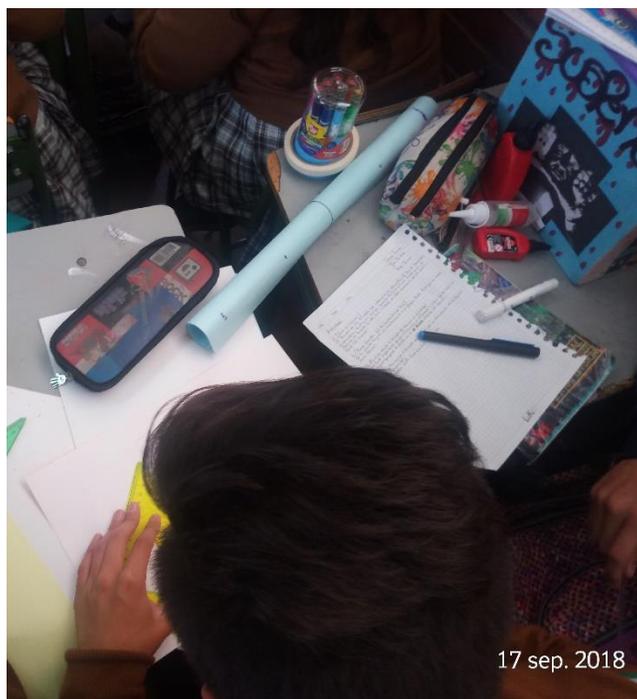


Imagen 4, Elaboración del escrito sobre volumen, medición y expresión gráfica

Acto seguido comienzan a responder los interrogantes, una estudiante pregunta:

Estudiante: ¿Profe el concepto de volumen se debe responder con respecto a la química o a la matemática?

Frente a la pregunta el profesor les recuerda:

Profesor: Son conceptos de volumen respecto a la matemática y en especial a la geometría.

En un grupo se escucha el siguiente comentario gracioso:

Estudiante: ¿El volumen es de la radio o de la televisión?

En un grupo conformado por solo niñas se presenta la siguiente confusión, una niña le pregunta a las demás del grupo:

Estudiante: ¿Qué diferencia se presenta entre un cubo y un cuadrado?

Una estudiante del grupo hace que la compañera dibuje varios cuadrados de la misma medida en el cuaderno, hasta formar una T, seguidamente, le indica que debe plegarlos; y de manera muy práctica le explica la diferencia; con esta acción la estudiante aclara sus dudas entendiendo así la diferencia entre una y otra figura.

El profesor quien está prestando atenta nota a lo sucedido, valora positivamente la explicación, y argumenta:

Profesor: Es muy interesante observar como entre ustedes logran aclarar conceptos y apoyar aprendizajes; posteriormente, concluye diciendo:

Profesor: respecto a la pregunta de su compañera les sugiero a todos observar el video sobre volumen y desarrollo de un cubo, que se presenta en la ATE.

Los estudiantes se muestran expectantes, hacen total silencio y comienzan a ver el video que proyecta el profesor: https://www.youtube.com/watch?v=FV20Wbi_1II

La proyección hace referencia a:

La construcción de un sólido a través del desarrollo de sus caras teniendo en cuenta medidas establecidas, también explica paso a paso como hallar el volumen de dicha figura teniendo en cuenta sus lados y sus áreas.

Una vez terminado el video, el docente sugiere que los estudiantes lean el apartado de la cartilla llamado *aprendamos +*, ya que en él se amplía el concepto de volumen; el docente afirma

Profesor: es el lugar donde se presenta la teoría y los videos que aclaran los conceptos que se van a manejar.

A las 8:10 am, aproximadamente, los estudiantes avanzan en el desarrollo de la cartilla hasta donde se da la explicación de las habilidades espaciales. Allí los estudiantes encuentran de forma detallada (teórica y visualmente) la explicación referente a las habilidades espaciales de rotación, orientación y visualización.

Una vez hecha la conceptualización el docente amplía el concepto diciendo que:

Profesor: Según algunas investigaciones y estudios se ha encontrado que las habilidades espaciales se desarrollan más en los hombres que en las mujeres; esto debido, entre otras razones, a la distribución de las actividades en las sociedades primitivas. Otros estudios, muestran, además, que el desarrollo de habilidades depende de la edad. Pero que, en todo caso, está también ampliamente sustentado, el hecho de que las habilidades espaciales son entrenables y educables. Justo por ello, concluye el docente, es que estamos desarrollando esta Actividad Tecnológica Escolar.

Algunos estudiantes comentan:

Estudiante: claro si sabemos orientarnos y desarrollar habilidades visuales seguramente podremos ejercer nuestras actividades cotidianas.

Muchos estudiantes asienten con la cabeza y otros se ríen y hacen comentarios graciosos al respecto,

Estudiante: ya sé porque a maricela le va mal en geometría.

Estudiante: Por eso Felipe se pierde hasta en la cama,

Estudiante: Claudia... por eso vive perdida.

En uno de los grupos los estudiantes insisten en preguntar:

Estudiante: ¿Profe es en serio? ¿Estas habilidades espaciales se pueden desarrollar, o mejor dicho ejercitar?

el profesor responde y afirma nuevamente:

Profesor: Como ya lo expliqué antes, sí, el hecho de realizar esta cartilla es una de esas actividades que permite el mejoramiento de estas habilidades, el ejercicio de graficar imágenes en 2d y de elaborar a partir de ello diversas figuras agudiza sus habilidades espaciales de visualización, rotación y orientación.

Los estudiantes continúan leyendo sobre rotación espacial https://www.youtube.com/watch?v=dej8dAK_EcA, visualización espacial https://www.youtube.com/watch?v=dej8dAK_EcA y orientación espacial en la cartilla, por cada uno concepto que van leyendo, realizan la visualización de un video que se presenta en la ATE, y que sirve para profundizar los elementos trabajados.

En el video de visualización espacial se observa como

Mediante un ejemplo se explica la visualización espacial a través del desarrollo de un cubo.

En el video de orientación espacial se observa

¿Qué es la orientación espacial?, ¿para qué sirve?, y la diferencia de géneros frente al desarrollo de esta habilidad.

Al terminar este corto video un estudiante hace la siguiente reflexión:

Estudiante: Profe ahora entiendo porque a mi tía le queda complicado muchas veces parquear el carro en reversa, por lo que vi en el video ella no tiene bien desarrollada la habilidad espacial de orientación, se demora mucho haciendo esto y en algunas ocasiones le ha hecho golpes al carro.

Al respecto el docente contesta:

Profesor: He ahí la importancia de trabajar en el desarrollo de habilidades espaciales, puesto que con su dominio podemos aportar al aprendizaje en diversas áreas, a ser más exitosos en carreras como la ingeniería y la medicina y por su puesto a resolver problemas de nuestro entorno real.

En los grupos los estudiantes dialogan sobre los conceptos de habilidades espaciales y se escuchan comentarios como:

Estudiante: ¿Cuál habilidad tienen más desarrollada usted?

Estudiante: Yo creo que ninguna luego de observar los videos.

Estudiante: Oscar tiene desarrolladas todas es el bueno en dibujo técnico.

Estudiante: Yo tengo desarrollada la de rotación y visualización.

Estudiante: ¡Que chévere me gustaría tener desarrollada las tres habilidades!

Estudiante: ¿Para qué me sirve eso si yo no voy a estudiar ingeniería?

Estudiante: Mi prima salió de aquí y está estudiando arquitectura, ella tiene desarrollada las tres habilidades.

Continuando con el desarrollo de la cartilla, se llegó a los conceptos de medición y expresión gráfica. El docente les pidió a los estudiantes que leyeran los textos que trae la cartilla y posteriormente, se procedió a observar los cortos videos que dan fuerza a los conceptos.

Al terminar el video un estudiante pregunta:

Estudiante: ¿Profe porque en el colegio no se manejan estos instrumentos de medición?

El profesor responde:

Profesor: Como el énfasis del colegio no es en tecnología, sino, en biotecnología y comunicación, no poseemos un taller especializado y por ende no contamos con los diferentes instrumentos que se requiere en dicho taller, entre ellos los diferentes instrumentos de medición.

Luego de la aclaración los estudiantes leen sobre expresión gráfica, que es otro de los conceptos contenidos en la cartilla, seguidamente profundizan el concepto con otro corto video; en éste se observa:

Historia de la expresión gráfica, división del dibujo en artístico y técnico, la explicación sobre graficadores digitales.

Terminado este video un estudiante comenta:

Estudiante: ¿Lo que hemos visto desde sexto con la profe Glenda y ahora con usted es expresión gráfica?

El profesor responde:

Profesor: En el video se observa que la expresión gráfica se divide en artística y técnica, nosotros, es decir, la profe Glenda y yo hacemos énfasis en el dibujo técnico a través del papel y en graficadores CAD.

A las 9:00 am, se llega al apartado “¿Cuál es el reto?” los estudiantes vuelven a tomar fotos directamente del portátil, de la pantalla o se acercan a leer la información consignada allí. El docente solicita a los integrantes de cada equipo que alisten todos los materiales necesarios para afrontar el reto (cartulina de colores, cortador, tijeras, pegante, escuadras, reglas, lápiz), al interior de los grupos se evidencia el intercambio de cartulinas de colores, esto debido a que muchos trajeron cartulina de un solo color; ellos caen en la cuenta de que los cubos deben ser de diferentes colores, al percatarse de las instrucciones en la ATE.

El docente pide que por favor centran la atención en la siguiente explicación:

Profesor: bien muchachos ahora vamos a observar el siguiente video con total atención, puesto que en él se presenta la forma de desarrollar un cubo.

El video mostrado https://www.youtube.com/watch?v=wfnZ9At_ddI presenta el desarrollo de un cubo a partir de sus áreas, en éste también se explica paso a paso como construirlo.

Al terminar de observar el video surgen preguntas de algunos estudiantes como:

Estudiante: ¿Profe podemos buscar un tutorial diferente al del video?

El profesor responde:

Profesor: claro siempre y cuando se cumpla con lo observado en el video para la construcción de un cubo, es decir cuando sus caras queden totalmente paralelas entre sí, su desarrollo este dado por las fórmulas matemáticas, y que el resultado sea un cubo y no otro sólido.

Andrés integrante de uno de los grupos pregunta:

Estudiante: ¿Podemos elaborar los cubos como nos enseñó la profe Victoria en clase de geometría?

El profesor responde de forma insistente y de paso para todos los grupos:

Profesor: los cubos los pueden elaborar como crean conveniente lo único que deben tener presente es lo sugerido en el video, es decir que sus caras queden totalmente paralelas entre sí, que su desarrollo este dado por las fórmulas matemáticas, que el resultado sea un cubo y no otro sólido, insiste.



Imagen 5, los estudiantes inician con el desarrollo del Cubo.

Al realizar un recorrido por el salón, el docente puede observar que el desarrollo del trabajo es comprometido y que hay trabajo colaborativo:

Profesor: en algunos grupos de trabajo están observando y realizando el desarrollo del cubo de acuerdo al video sugerido en la cartilla, copian el link y lo abren desde sus dispositivos móviles.

Profesor: en otros grupos abren otros videos que también les muestra el desarrollo de un cubo, diferente al sugerido en la cartilla.

Profesor: otros usan sus móviles, pero abren un tutorial paso a paso en imágenes del desarrollo del cubo.

Profesor: otros grupos lo están realizando como aprendieron con la profesora Victoria.

Juana integrante de unos de los grupos pregunta:

Estudiante: ¿Los diez cubos que se deben elaborar son todos de diferente color o se puede hacer dos de un color, dos de otro color y así sucesivamente?

A esta pregunta el maestro responde:

Profesor: sí en el grupo tienen tanta variedad de colores se pueden realizar los diez cubos de diferentes colores, caso contrario por lo menos cada pareja de distinto color.

El profesor explica de manera general a todo el salón lo antes expuesto,

Profesor: Muchachos pongan atención, sí en cada grupo tienen tanta variedad de colores se pueden realizar los diez cubos de diferentes colores, caso contrario por lo menos cada pareja de distinto color. (los de dos centímetros de un color, los de tres centímetros de otro color y así sucesivamente hasta completar los cubos de seis centímetros).

En uno de los grupos el estudiante Gabriel pregunta:

Estudiante: ¿Profe yo traje temperas, puedo pintar cada cubo de diferente color?

El profesor responde:

Profesor: te aconsejo que lo realices en casa para evitar que el vinilo desprenda el pegamento, recuerda que este contiene agua, aquí en el salón realizas por favor, todo el desarrollo de los diez cubos posteriormente en casa los pintas”

El profesor recuerda a todos los estudiantes la importancia de realizar bien los cubos teniendo en cuenta las medidas indicadas; también les recuerda manejar con precaución los elementos de corte, tijera o bisturí.

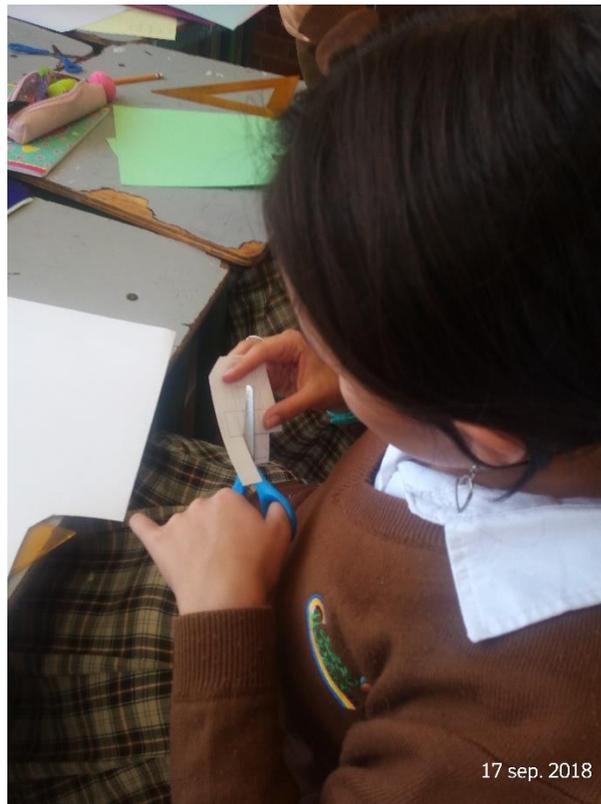


Imagen 6, se observa el adecuado manejo de las herramientas de corte

Al dar un nuevo recorrido por el salón, el docente observa que:

Profesor: la mayoría de grupos llevan la mitad de los cubos realizados.

Profesor: La mayoría están elaborando cubos de colores por parejas de acuerdo con la medida (de un color los de dos centímetros, de otro color los de tres centímetros).

Profesor: en uno de los grupos conformado por hombres colocan música variada desde un celular y a la par van elaborando los cubos.

Profesor: al inspeccionar los cubos que han elaborado hasta el momento los estudiantes, el docente evidencia que las características solicitadas en el ejercicio, elaboración de (caras paralelas, medidas exactas, colores variados, buena aplicación del pegamento y cortes) están bien elaborados.

Al continuar la observación, el docente evidencia que el estudiante que en un primer momento quería pintar los cubos con vinilo desiste de esta idea y decide elaborarlos con cartulina.

Al preguntar el docente ¿por qué hizo este cambio?, el estudiante respondió:

Estudiante: mis compañeros de grupo me dijeron, que con el vinilo la cartulina se arruga y se desprende el pegamento, que si quería hacerlo debía utilizar un material más duro como cartón paja, también me dijeron que me demoraba el doble de tiempo, por esta razón decidí hacerlo en cartulina de colores”

Al docente observar que se va agotando el tiempo estimado para esta primera sesión, realiza un último recorrido por el salón y concluye lo siguiente:

Profesor: la mayoría de grupos llevan entre seis y ocho cubos elaborados.

Profesor: un grupo de estudiantes ya termino de elaborar las diez piezas.

Profesor: se puede establecer que los hombres de este curso son más ágiles que las mujeres, esto debido a que, de los trece estudiantes, diez tenían ocho, o los diez cubos elaborados; mientras que el grupo de las mujeres que en este curso suman veintiuna, quince tenían entre seis y siete cubos elaborados.

Profesor: al no colocar un tiempo límite para la elaboración de las piezas (cubos), los estudiantes realizan de la mejor manera la actividad, se observan los sólidos bien cortados, bien unidos, con medidas acorde a la actividad, de diversos colores y muy bien presentados.

Antes de dar por terminada la clase el docente indaga a los estudiantes frente a la forma como fue desarrollada la clase y se obtuvieron las siguientes apreciaciones:

Un grupo de estudiantes concluyó diciendo:

Estudiante: la actividad fue chévere, porque es práctica.

Estudiante: además se puede escuchar música mientras se trabaja”.

Estudiante: se comparten experiencias, aprendemos de los demás compañeros, por ejemplo, la compañera que explicó la equivalencia de los centímetros en milímetros, o los consejos que nos dimos entre estudiantes para mejorar el trabajo.

El líder del curso terminó concluyendo: “

Estudiante: es interesante aprender sobre habilidades espaciales y saber que con estas actividades podemos mejorarlas.

Estudiante: si manejamos las habilidades espaciales por lo menos no vamos a parquear mal un carro.

A las 9.50 a.m. se termina la clase y con ella el desarrollo de la actividad (en este momento todos los estudiantes de secundaria salen a descanso), el docente agradece a los estudiantes por su buena disposición para el trabajo y les indica que para la próxima sesión del día lunes 24 de septiembre, deben traer los cubos completos.

Agrega el docente para finalizar “

Profesor: Muchachos, los que aún no han terminado los cubos los deben realizar en casa, es importante que cada uno traiga sus diez piezas, lápiz, borrador, escuadras 60° y 45°, hojas DIN A4 y la misma disposición para el trabajo. En la siguiente sesión se van a usar los cubos, no los olviden.

Los estudiantes detienen el trabajo, organizan todo el espacio de trabajo; y el docente apaga los elementos de recolección de información, grabadora de video, grabadora de audio, video vean, y portátil, y les desea feliz día.

DIARIO DE CAMPO

LUGAR: salón 305 colegio CODEMA I.E.D.

ACTIVIDAD: aplicación actividad tecnológica escolar (ATE), cubos divertidos (segunda sesión)

OBJETIVO: Registrar la información proveniente de la observación directa en el aula, de la puesta en práctica de la Actividad Tecnología Escolar (ATE) cubos divertidos, para su posterior análisis dentro de la investigación.

FECHA: 24 DE SEPTIEMBRE 2018

HORA: 7:00am a 10:00am

PARTICIPANTES: treinta y cuatro estudiantes del grado 1001 de la jornada mañana y un docente investigador.

Nota: Los nombres de los participantes han sido cambiados para preservar su anonimato

DESCRIPCIÓN:

Se da inicio a la actividad a las 7:15 am, se organiza el espacio de trabajo, se ubica el video beam, el portátil, la grabadora de video y la de audio, se encienden estos elementos y se procede a terminar la Actividad Tecnológica Escolar, para esta sesión se determina un tiempo estimado de tres horas clase (55 minutos) las cuales terminan a las 9:50 de la mañana.

Los estudiantes ingresan al salón, charlan, se instalan en sus puestos de trabajo y saludan al profesor; una vez el profesor les responde el saludo, solicita silencio para dar las indicaciones pertinentes para el desarrollo de la clase.

Profesor: muchachos muy buenos días, por favor prestan atención a las indicaciones que se darán para el desarrollo de la clase:

Profesor: se reúnen los mismos equipos de trabajo de la sesión anterior, les recuerdo que, aunque están en grupos deben tener de forma individual todos los elementos de trabajo (diez cubos de diferentes colores y diferentes tamaños, escuadras de 60° y 45°, lápiz 2h – Hb, borrador, hojas DIN A4, y mucha imaginación)

Profesor: las planchas que se elaborarán el día de hoy, deben estar marcadas con letra técnica y buena presentación.

Profesor: todos los sólidos deben ser diferentes, porque las construcciones así lo ameritan.

Profesor: de igual forma las vistas de los sólidos deben ser diferentes.

Profesor: no olviden que esta actividad busca mejorar sus habilidades espaciales y que por ello deben hacer trabajos de calidad, consciente y responsablemente; por este motivo la sesión de hoy tiene una duración de tres horas”.

Antes de dar inicio al desarrollo de las actividades de la ATE, organizadas para esta sesión, el docente formula algunas preguntas con el ánimo de retroalimentar el trabajo de la clase anterior:

Profesor: Bien, ¿alguien recuerda como se llama la cartilla que estamos desarrollando?

Inmediatamente, Laura, responde:

Estudiante: La ATE, de cubos divertidos

Profesor: muy bien”.

Seguidamente, el docente vuelve a preguntar,

Profesor: me recuerdan ¿Cuál era el propósito de desarrollar la ATE?

Frente a la pregunta los estudiantes se quedan en silencio por un momento, hasta

que David, responde:

Estudiante: si no me equivoco profe, la idea es que logremos desarrollar habilidades espaciales”

El profesor vuelve a preguntar

Profesor: ¿Qué habilidades específicamente?

A lo que varios estudiantes responden al unisonó:

Estudiantes: “Visuales, de rotación y...nuevamente silencio hasta que el docente complementa

Profesor: y de orientación.

Con estas preguntas se da inicio al desarrollo de la sesión.

El docente retoma el trabajo del encuentro anterior y recuerda lo que hacían los estudiantes con la cartulina de colores.

Profesor: no olviden el desarrollo de diez cubos de diferentes colores y medidas (dos de dos centímetros por cada lado, dos de tres centímetros por cada lado, dos de cuatro centímetros por cada lado, dos de cinco centímetros por cada lado y dos de seis centímetros por cada lado)”.

Seguidamente informa que, para esta última sesión, los cubos deben estar totalmente terminados; de igual forma recuerda que cada estudiante debe tener sus elementos de trabajo (escuadras de 60° y 45°, lápiz 2h – Hb, borrador, hojas DIN A4). Aclarado esto, el docente muestra, a partir de la diapositiva once de la ATE, la forma como deben quedar los diez cubos, justifica el uso que se le dará a las piezas de colores ya elaboradas, y se les solicita continuar con la lectura y el análisis de la cartilla en la parte denominada: “¡juguemos con los cubos un poco!

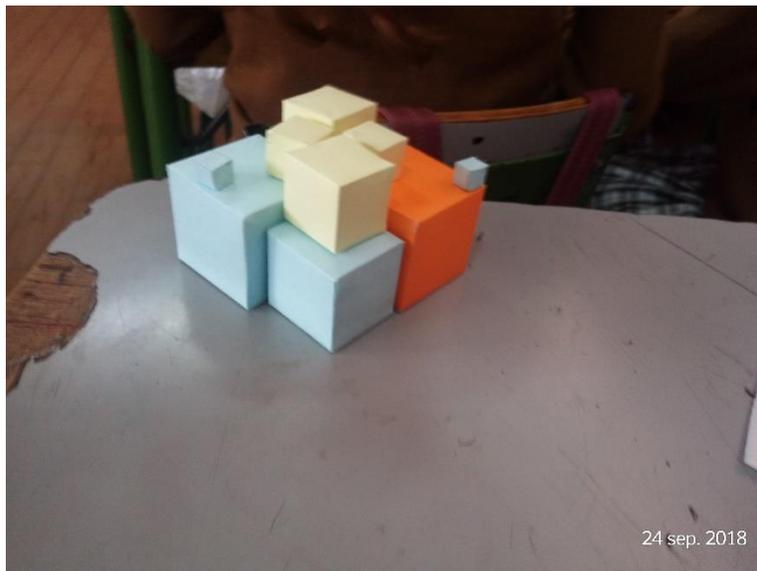


Imagen 7, cubos de diferentes tamaños

Los estudiantes comprenden y realizan lo sugerido en la ATE: Toma tu hoja DIN A4, tu lápiz, tus cubos y a dibujar.

“crea tu propio sólido, dibújalo en proyección isométrica y representa las vistas (superior, frontal, lateral derecha)”

El profesor retoma el ejemplo de la cartilla donde se muestra un sólido elaborado con los cubos y les pide que creen su propio cubo; el docente hace énfasis en que es creación individual no puede haber dos sólidos iguales, luego explica que deben representar gráficamente el sólido recién creado, en una proyección isométrica.

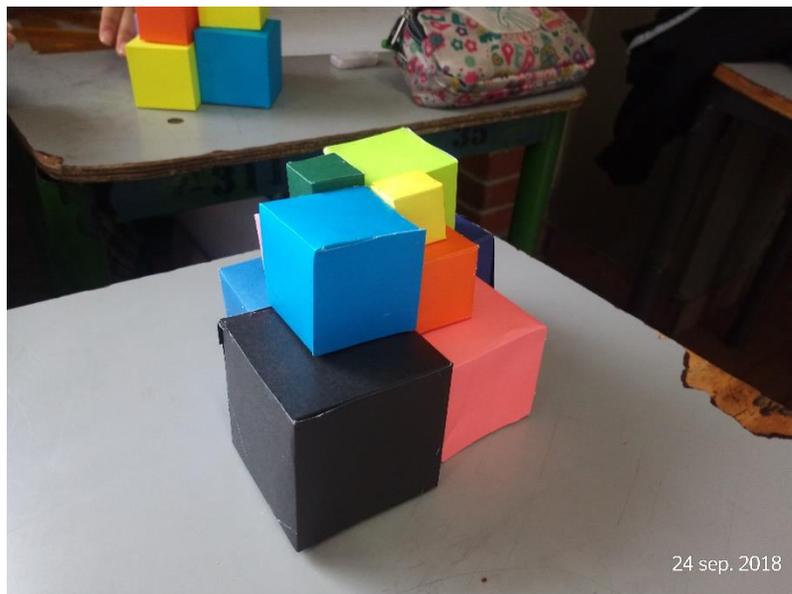


Imagen 8, creación de sólidos teniendo en cuenta los cubos de colores

En este punto el profesor indaga si existe alguna duda sobre el trabajo a realizar, Gonzalo realiza la siguiente pregunta:

Estudiante: ¿se deben utilizar los diez cubos en la elaboración del sólido?

El profesor responde:

Profesor: Lo ideal es que utilicen los diez cubos, pero pueden manejar como mínimo siete, es decir que el sólido debe estar creado entre siete y diez cubos.

Continúa ...

Profesor: se da este tipo de tolerancia porque al final cada estudiante debe dar el volumen total del sólido creado, si se estandariza en diez cubos todos van a tener el mismo volumen y la idea es que se generan diferentes valores.

El estudiante Gabriel pregunta:

Estudiante: ¿el sólido lo podemos crear sobre un cuaderno? esto permite rotarlo”

A esta pregunta el profesor responde:

Profesor: es interesante la pregunta porque, al colocar el sólido en una base, para este caso el cuaderno, ello va a permitir rotar el sólido en varias direcciones, así se toma diferentes vistas para graficarlo.

la estudiante Hasbleidy comenta:

Estudiante: lo que vamos a dibujar es parecido a lo que hacemos en clase, la diferencia es que en clase se manejan escalas de ampliación y reducción y la figura la crea el profe, en esta actividad nosotros creamos la figura, y dibujamos la proyección y sus vistas”.

A este comentario el profesor manifiesta:

Profesor: las palabras que la compañera Hasbleidy acaba de decir, son claves para lo que se debe realizar, “sí” afirma de nuevo el profesor, es como se viene trabajando en clase de tecnología, de tal manera que en la cartilla se enfatizan estos conceptos y además se hace hincapié en el favorecimiento y desarrollo de habilidades espaciales”.

Acto seguido el maestro dice a los estudiantes que inicien con la creación de sus sólidos, teniendo presentes las indicaciones antes expuestas.

Nota del profesor

Profesor: al acercarme a un grupo observo como una estudiante busca la forma de pegar los cubos entre sí, y luego estos a una hoja, ello le permite girarlos en cualquier dirección y le facilita la representación de las vistas”

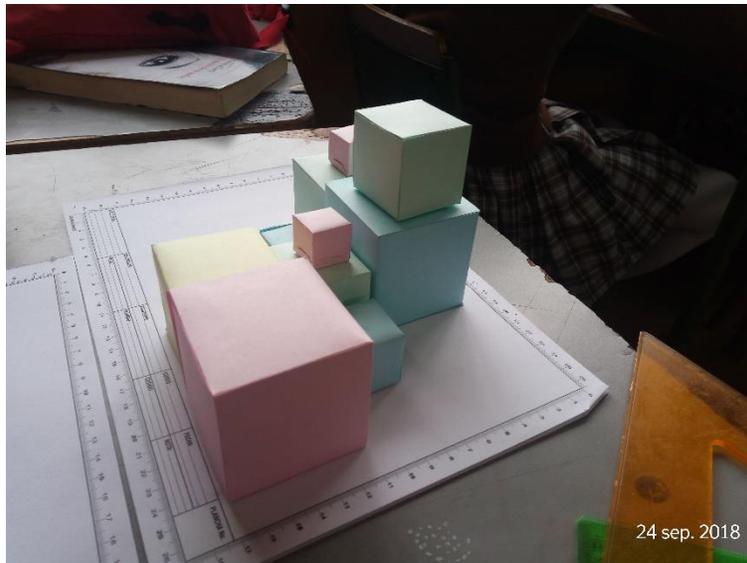


Imagen 9, creación de una estudiante que pego los cubos entre sí y luego los adhirió en una hoja

El profesor les comenta que esa actividad que están realizando, la de crear un sólido, tiene que ver con las habilidades espaciales de rotación y les recuerda los indicadores para esta habilidad: Tiene como indicador la agilidad mental que posee el estudiante para identificar y hacer el desplazamiento de un objeto gráfico en una superficie bidimensional, y en un espacio tridimensional representándolo gráficamente

El profesor explica:

Profesor: la actividad de representar un sólido en la mente girándolo en ciertos sentidos y ciertos grados, para posteriormente materializarlo en una figura sólida real es lo que entendemos por rotación espacial.

Por otro lado, el profesor retoma lo realizado en la clase anterior, retrocede un poco la cartilla hasta el apartado que hace referencia a las variables de las habilidades espaciales y hace la aclaración sobre qué tipo de habilidad están desarrollando, y a través de qué actividad. Mediante el desarrollo de un cubo les recuerda que indicador está siendo tenido en cuenta para el desarrollo la habilidad de visualización; se lee como está en la cartilla:

“Es la capacidad que posee el estudiante para manipular mentalmente las imágenes visuales y la posibilidad de hacer la correspondencia entre la representación gráfica tridimensional y la representación bidimensional, teniendo en cuenta para ello el plegado y desplegado de las caras de un objeto”.

Partiendo de este indicador el profesor hace énfasis en el proceso realizado en la sesión anterior: desarrollo de un cubo (medición, trazo, plegado, pegado, representación gráfica bi y tridimensional) y se enlaza con lo referente a la habilidad espacial de visualización.

El estudiante Adolfo pregunta

Estudiante: ¿Profe me sirve el sólido que acabo de hacer?

A esta pregunta el profesor responde:

Profesor: Está bien, se debe tener claro cuál es el frente y cual el lado derecho esto con el ánimo de ir visualizando como se van a representar las vistas.

Otro estudiante Miguel, solicita que le explique:

Estudiante: ¿profe cómo inicio la representación gráfica del solido que he creado?

El profesor le recuerda a Miguel y de paso a todo el salón:

Profesor: para realizar un buen dibujo del solido debemos recordar que es necesario el uso de las dos escuadras la de 60° y la de 45° , tal como lo hacemos en clase, iniciamos con un cubo o un paralelepípedo según las medidas, luego se dibujan las partes del sólido, recuerden el uso del lápiz 2H el trazo debe ser muy suave, para poder borrar sin manchar, ni dejar marcas.

Simón pregunta lo siguiente:

Estudiante: ¿Las medidas que se van a manejar son las reales o con alguna escala aumentada o reducida?

A esta pregunta el profesor responde para todo el curso:

Profesor: Muchachos, teniendo en cuenta la pregunta que hace el compañero Simón, para esta ocasión es importante realizar el sólido con medidas reales, si el cubo es de dos centímetros dibujamos dos centímetros, salvo el caso en que el sólido resultante sea demasiado grande aplicamos una escala de reducción 1:2, pero ojo solo en caso que la figura no se pueda dibujar dentro de la hoja



Imagen 10, representación gráfica del sólido que han creado previamente.



Imagen 11. Solido sobre el cuaderno el cual permite su rotación.

La compañera Andrea realiza una pregunta que se había aclarado con antelación:

Estudiante: ¿Profe se deben usar los 10 cubos o se pueden usar menos?

El profesor aclara esta duda nuevamente:

Profesor: El estudiante Gonzalo ya había preguntado si se debían usar los diez cubos o menos, yo les dije que podrían manejar la construcción entre siete y diez cubos.

La estudiante Melissa pregunta:

Estudiante: ¿Profe es necesario colocarle las cotas al dibujo del solido?

A este cuestionamiento el profesor responde:

Profesor: si es necesario, al final de la cartilla deben hallar el volumen total del sólido y para ello necesitan las medidas que dan las cotas.

Nota del profesor

Profesor: algunos estudiantes al momento de dibujar dejaron los cubos grandes al frente y los pequeños atrás, este hecho les está dificultando graficarlos, se les sugiere usar líneas invisibles para ubicar cada cubo, posteriormente se deben borrar estas líneas.

El estudiante John Mario pregunta:

Estudiante: ¿Profe se deben hacer en la misma hoja el dibujo del sólido y las vistas?

El docente responde:

Profesor: según las medidas que tienen los cubos, en el formato DIN A4 no caben las dos cosas, sólido y vistas, es mejor usar otra hoja solo para las vistas.

Se realiza un recorrido por el salón y se evidencia:

Profesor: de los 34 estudiantes del curso, 30 llevan la actividad adelantada en un 30 %, los demás llevan la actividad entre 15% y 20% de avances

Profesor: se observan sólidos elaborados con mucha creatividad.

Profesor: están teniendo en cuenta las sugerencias dadas para la elaboración gráfica del sólido.

Profesor: una estudiante, Carmen, tomó prestado ocho cubos que sus compañeros no utilizaron y creó un sólido con cubos de dos centímetros y tres centímetros.

Profesor: en un grupo de trabajo los integrantes están mezclando los cubos entre ellos, es decir, cuatro de seis centímetros, uno de cinco centímetros, tres de dos centímetros.

La estudiante Verónica realiza el siguiente cuestionamiento:

Estudiante: ¿El dibujo del sólido debe ser igual al que creamos? Porque al dibujarlo no me queda igual, los cubos cambian de tamaño.

El profesor le aclara:

Profesor: no es que los cubos se agranden, se debe tener en cuenta la perspectiva que toma el sólido al ser plasmado en el papel.

Como consejo para Verónica y los demás estudiantes el profesor propone:

Profesor: al encender la cámara del celular y situarlo en la arista del primer cubo, esta imagen se ve en perspectiva dependiendo el ángulo en que se mueva la cámara, es una aproximación de cómo debe quedar el dibujo del sólido.

Algunos estudiantes manifiestan al mismo tiempo:

Estudiantes: ¿Y los que no tenemos celular...?

El profesor responde:

Profesor: es una sugerencia, pueden pedirle al compañero que les permita observar a través del móvil cómo va a quedar el sólido de cada uno, caso contrario lo representamos como hacemos en clase, partiendo de un paralelepípedo o un cubo grande que encierra a los demás.

Continuando con la actividad se observa:

Profesor: algunos estudiantes se ponen de pie, unos en busca de escuadras, borradores o tajalápiz, y otros, para observar las construcciones de sus compañeros.

También observa que, al elaborar el sólido, un estudiante, aplica medidas muy grandes y que por ello éste se sale de la hoja, de tal manera que el profesor sugiere a este estudiante:

Profesor: como las medidas de tu sólido son muy grandes y el resultado es una figura que se sale de la hoja, te sugiero que dibujes tu figura a una escala 1:2 como lo hacemos en clase, todas las medidas reales se dividen en dos y esa nueva medida es la que representamos en la hoja, es decir si la altura real es diez centímetros, en la hoja a escala 1:2 quedaría de cinco centímetros.

A esta sugerencia el estudiante responde:

Estudiante: profe es lo mismo que hacemos en clase, una escala de reducción y una escala de ampliación partiendo del sólido que usted nos da en clase.

El profesor responde:

Profesor: Efectivamente.

La estudiante Karla está elaborando el sólido en la hoja DIN A4 con una escuadra de 45°, al observar la de sus compañeros ella cree que lo está haciendo mal.

El profesor le aclara:

Profesor: Karla tus compañeros están usando la escuadra de 60°, razón por la cual la proyección se ve distinta en tu hoja, no te preocupes continúa trabajando.

Una estudiante Margaret, pregunta al profesor:

Estudiante: ¿Profesor, el dibujo del sólido debe quedar cubo por cubo, o una sola figura, es decir se deben ver las divisiones entre cada cubo o no?

A esta pregunta el profesor responde:

Profesor: para esta actividad se debe ver cubo por cubo, ya para actividades posteriores, debemos dibujar el sólido como si fuera una sola pieza.

Varios estudiantes preguntan al docente como va quedando el trabajo hasta ahora realizado.

Estudiante: ¿profe cómo voy con la actividad?

Estudiante: ¿profe va quedando bien el dibujo?

Estudiante: ¿profesor está bien o mal lo que llevo hasta el momento?

La mayoría de estudiantes está haciendo un buen trabajo según las indicaciones dadas.

El profesor responde:

Profesor: Muchachos estoy muy contento con su trabajo. Que buena actitud. Los felicito.

Sobre las 9:00 am se observa a nivel general que ocho grupos de trabajo inician la elaboración de las vistas del sólido, los otros tres aún están terminando el dibujo.

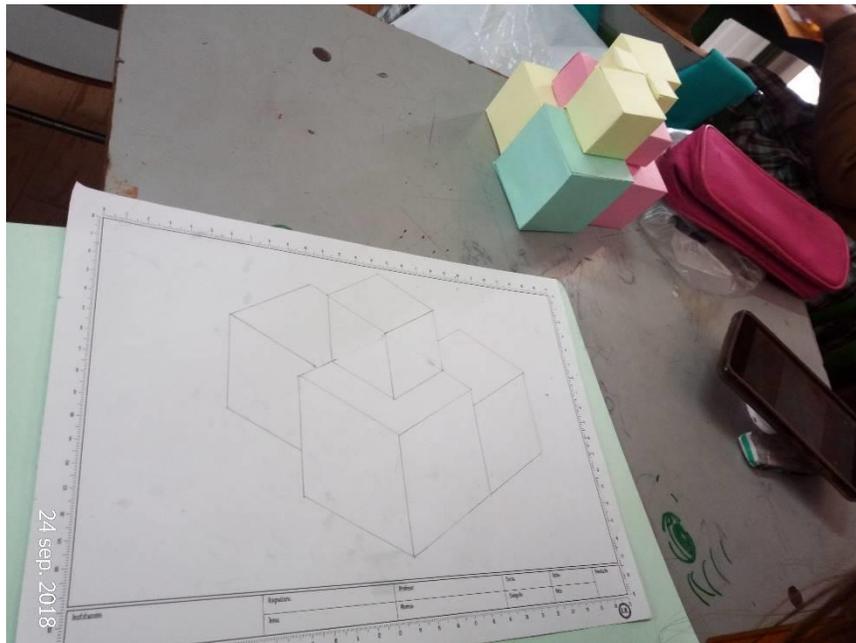


Imagen 11, dibujo de un sólido a punto de terminar.

El profesor invita a todo el salón a observar un documento <https://www.fceia.unr.edu.ar/desire/Vistas-SR.pdf> el cual está en la ATE y hace referencia a las vistas de un sólido, definición de vistas, tipos de vistas, métodos de representación, ejercicios prácticos.

Un estudiante David realiza la siguiente pregunta:

Estudiante: ¿profe que significa la letra e en ISO(E) y la letra a en ISO(A)?

El profesor aclara:

Profesor: La sigla ISO en inglés es International Organization For Standardization (organización internacional de normalización), y la letra e significa europea y la letra a significa americana.

Estudiante: ¿profe qué diferencia hay entre las dos?

Profesor: la diferencia entre estos dos métodos de representación radica en la posición del observador; para el europeo el objeto se encuentra entre el observador y el plano de proyección, para el americano el plano de proyección se encuentra

entre el observador y el objeto, se puede apreciar mejor en la imagen que se observa en el proyector.

La estudiante Francly pregunta:

Estudiante: ¿profe debemos hacer los ejercicios prácticos que se muestran en el documento?

El profesor responde:

Profesor: los ejercicios prácticos sobre vistas para esta actividad no son necesarios de realizar, los retomamos en clase de tecnología así adquirimos destreza en la elaboración de vistas.

En un recorrido por el salón el profesor encuentra que:

Azucena integrante de un grupo de trabajo de solo mujeres, tomo ocho cubos, los pego entre sí, luego tomo todos los cubos y los pego en una hoja. esta estrategia permitió mover en cualquier dirección el sólido, sin que se cayeran o se desacomoden los cubos.

El profesor toma el sólido de azucena y da las indicaciones para el siguiente ejercicio elaboración de vistas o proyección ortogonal.

Profesor: como ya vimos en el documento las vistas o proyecciones ortogonales nos permiten representar un elemento tridimensional en un plano bidimensional.

Profesor: las vistas que se van a manejar en este ejercicio son la superior, frontal y lateral derecha.

Profesor: las vistas deben tener correlación en sus medidas, es decir, si en la vista superior el ancho es de 10 centímetros, en la vista frontal debe ser igual, de diez centímetros de ancho; de igual forma si en la vista frontal la altura es de cinco

centímetros, en la vista lateral derecha la altura debe ser la misma, de cinco centímetros, tal como lo podemos evidenciar en la diapositiva 12 de la ATE.

Los estudiantes inician la actividad y se puede observar lo siguiente:

Profesor: ocho grupos de trabajo, donde se inicia el dibujo de las vistas, lo hacen correctamente según las indicaciones dadas.

Profesor: los tres grupos restantes aún están terminando el dibujo del sólido.

El estudiante Felipe pregunta:

Estudiante: ¿las vistas deben tener las medidas reales?

El profesor responde para todo el salón:

Profesor: deben tener en cuenta que los que hicieron su figura a escala 1:2, las vistas deben tener las medidas de dicha escala, esto lo hacemos porque con las medidas reales, al dibujar las vistas estas se salen del espacio de trabajo en la hoja DIA A4.

La estudiante Azucena pregunta:

Estudiante: ¿profe para hacer las vistas se deben utilizar las dos escuadras la de 60° y 45°?

El profesor le aclara a la estudiante:

Profesor: para lograr que las vistas queden paralelas es mejor usar las dos escuadras.

A las 9:40 am. De los 34 estudiantes 29 ya han terminado de dibujar la perspectiva y las vistas del sólido, como indicación general para todo el salón el profesor les recuerda:

Profesor: en la última parte de la ATE pensemos, se presentan unas preguntas las cuales deben responder de forma individual en el cuaderno de tecnología.

Gonzalo, estudiante que en la sesión anterior sugirió la entrega de un escrito por grupo para el apartado ¿que sabemos?, vuelve a sugerir lo mismo.

El profesor hace la claridad para todo el curso:

Profesor: estas preguntas la deben responder de forma individual porque tienen que ver con la construcción, representación en perspectiva y las vistas del sólido que de forma individual cada uno creo.

Profesor: la última pregunta “discute con tus compañeros sobre habilidad espacial y crea diferentes sólidos (pirámides, cilindros, tetraedros entre otros) y realiza el ejercicio anterior, desarrollo del sólido, proyección isométrica y vistas” la retomamos en la clase de tecnología.

A las 9.50 a.m. se termina la clase y con ella el desarrollo de la actividad (en este momento todos los estudiantes de secundaria salen a descanso), el docente agradece a los estudiantes por su buena disposición y por los buenos trabajos realizados durante las dos sesiones, dichos trabajos son recolectados por el docente.

El profesor apaga los elementos de recolección de información, grabadora de video, grabadora de audio, video beam, y portátil, y les desea feliz día.

Anexo 12. Entrevista semiestructurada.

TRANSCRIPCIÓN DE ENTREVISTA

Jueves 4 de octubre. Entrevista a una estudiante del grado decimo, colegio CODEMA I.E.D.

jornada mañana, 8:00 am

Entrevistador: Me encuentro en el colegio CODEMA I.E.D. jornada mañana, en compañía de una estudiante de grado decimo. ¿Qué encuentras positivo en la aplicación de la ATE para el desarrollo de tus habilidades espaciales?

Estudiante: Gracias a esta actividad podemos mejorar nuestras habilidades para futuras actividades, para nuestros trabajos haciéndolo de la mejor manera y afrontado todo lo que nos propongamos.

Entrevistador: ok. ¿Qué aspectos o elementos mejorarías de la actividad?

Estudiante: tal vez...no, supongo que no mejoraría nada de la actividad, me gustó mucho la actividad y fue placentera para mí porque me ayudo a mejorar mis habilidades espaciales para mis futuros trabajos.

Entrevistador: listo, ¿Te resultó fácil desarrollar las actividades que se plantean en la ATE?

Estudiante: si, la verdad me pareció muy fácil porque todo se fue dando paso a paso y lo que no se entendía el profesor lo fue aclarando.

Entrevistador: Bueno... ¿A partir del desarrollo de esta actividad has encontrado alguna relación o interacción entre las temáticas de Tecnología, geometría, matemáticas e ingeniería? Es decir ¿las temáticas de tecnología, geometría, matemáticas e ingeniería las relaciones con el desarrollo de la cartilla?

Estudiante: si, porque todas se reúnen, cada temática está relacionada con los temas vistos en la actividad que desarrollamos en clase.

Entrevistador: dice, Con los ejercicios desarrollados ¿encuentras alguna mejoría en la comprensión, aplicación y desarrollo de sólidos en 2D y 3D?

Estudiante: claro porque nos permite mejorar en el desarrollo de una figura, para este caso el cubo y el dibujo del solido que cada uno creó.

Entrevistador: por último, Describe tu sentir frente a esta nueva experiencia de trabajo en la clase de tecnología.

Estudiante: me sentí muy bien, cómoda haciendo esta actividad, me sentí relajada no te estresas, simplemente si no puedes lo vuelves a hacer o puedes pedir ayuda al profesor no fue una actividad difícil para mí, tal vez a otras personas se les dificulté.

Entrevistador: Gracias por tu tiempo.

Estudiante: con todo gusto.

Jueves 4 de octubre. Entrevista a un estudiante del grado decimo, colegio CODEMA I.E.D. jornada mañana, 8:30 am.

Entrevistador: muchacho, ¿Qué encuentras positivo en la aplicación de la ATE para el desarrollo de tus habilidades espaciales?

Estudiante: Encuentro positiva la actividad porque me ha proporcionado ejercicios que me permiten mejorar mis habilidades espaciales, aunque todos tenemos estas habilidades, esta cartilla nos permite a cada uno ejercitarlas y sacar el mejor provecho para nuestro bien.

Entrevistador: ¿por qué dices que todos ya tienen estas habilidades espaciales?

Estudiante: lo digo, porque el profe en la explicación de habilidades espaciales nos dijo que todos tenemos estas habilidades, lo que ocurre es que algunos las tenemos más desarrolladas que otros, y que la cartilla nos permite mejorarlas.

Entrevistador: bien... ¿Qué aspectos o elementos mejorarías de la actividad?

Estudiante: la verdad me parece que todo está bastante bueno, pero creo que se podrían insertar más herramientas para que la persona que la lea, la pueda comprender mucho más.

Entrevistador: ¿esto qué significa?

Estudiante: si, es decir yo la entendí desde el comienzo a mi compañero de grupo le tomo un poco más entender la cartilla, a eso me refiero que desde el comienzo sea más clara.

Entrevistador: ¿cómo se lograría eso?

Estudiante: yo pensaría que la dificultad fue que se hizo desde un videobeam y la imagen no era muy clara, pienso que para solucionar esto se podría entregar una cartilla por grupo de forma física o utilizar tables.

Entrevistador: ahora... ¿Te resultó fácil desarrollar las actividades que se plantean en la ATE?

Estudiante: las actividades son bastante metódicas, lúdicas y didácticas y me resultaron fáciles eh.... no presentan ningún problema para poder realizarla, me pareció de alguna forma entretenido.

Entrevistador: otra pregunta, ¿A partir del desarrollo de esta actividad has encontrado alguna relación o interacción entre las temáticas de Tecnología, geometría, matemáticas e ingeniería? Es decir ¿las temáticas de tecnología, geometría, matemáticas e ingeniería las relaciones con el desarrollo de la cartilla?

Estudiante: si encuentro relación, porque en la lectura y desarrollo de la cartilla se observan conceptos que tienen que ver con estas áreas, por ejemplo, cuando hablamos de volumen, de medición, de construcción, de dibujo, todos tienen relación con las temáticas de tecnología, geometría, matemáticas y demás.

Entrevistador: listo otra pregunta, Con los ejercicios desarrollados ¿encuentras alguna mejoría en la comprensión, aplicación y desarrollo de sólidos en 2D y 3D?

Estudiante: esta actividad me permitió un gran desarrollo en la habilidad espacial de orientación y visualización puesto que para elaborar el cubo se deben tener bien claras.

Entrevistador: ¿De las habilidades espaciales presentadas en la cartilla cual crees que desarrollaste más durante la actividad, rotación, orientación o visualización?

Estudiante: aunque la cartilla nos ayuda a desarrollarlas todas, en la que mejor me sentí fue en la de orientación, pues la verdad fue en la que más me enfoque porque me parece que es la que tengo mejor desarrollada.

Entrevistador: ¿porque crees que tienes más desarrollada la habilidad espacial de orientación?

Estudiante: yo creo que la tengo desarrollada porque en la parte donde nos tocó hacer el dibujo de las vistas del solido creado, lo hice bien sin ayuda del profe solo siguiendo las indicaciones de la cartilla.

Entrevistador: gracias por tu tiempo y respuestas.

Estudiante: bueno.

Jueves 4 de octubre. Entrevista a un estudiante del grado decimo, colegio CODEMA I.E.D. jornada mañana, 9:30 am.

Entrevistador: ¿Qué encuentras positivo en la aplicación de la ATE para el desarrollo de tus habilidades espaciales?

Estudiante: me ayudo a mejorar, ha como se veía cada imagen, figura en 3D y 2D.

Entrevistador: bueno... ¿Qué aspectos o elementos mejorarías de la actividad?

Estudiante: la cartilla es fácil de entender ya que en cada punto explicaba con detalle lo que se debía hacer, de pronto lo que le mejoraría sería un poco más de dibujos, o mejor, más claros porque en el videobeam no se veía bien.

Entrevistador: ¿Te resultó fácil desarrollar las actividades que se plantean en la ATE?

Estudiante: al comienzo no entendí muy bien, pero poco a poco con las explicaciones del profe y mis compañeros la fui entendiendo.

Entrevistador: ¿Cuál fue el motivo por el cual, al inicio no entendieras la actividad?

Estudiante: una de las razones fue la proyección, no se visualizaban muy bien las letras, aparte se me olvidaron las gafas profe, por eso no veía muy bien, pero mi compañero tomo fotos del portátil y fue más fácil leer y entender.

Entrevistador: dice, Con los ejercicios desarrollados ¿encuentras alguna mejoría en la comprensión, aplicación y desarrollo de sólidos en 2D y 3D?

Estudiante: si encuentro mejoría ya que al elaborar el cubo se debe hacer primero una imagen en la mente, luego en la cartulina que es el 2D y luego plegarlo y formar el cubo que es el 3D.

Entrevistador: ¿este proceso que describes imagen mental, dibujo y corte en cartulina y posteriormente plegado y creación del cubo con que lo asocias?

Estudiante: con las habilidades espaciales profe, como decía la cartilla la de rotación, orientación y visualización.

Entrevistador: siguiente pregunta, A partir del desarrollo de la ATE, ¿sentiste mayor inclinación por proyectarte a futuro en profesiones que tengan en cuenta la ejercitación de habilidades espaciales, como la medicina, la ingeniería u otras?

Estudiante: si, en especial me gusta la tecnología y a futuro pienso estudiar ingeniería y creo que con esta actividad voy a desenvolverme bien en acciones propias de la carrera que elija.

Entrevistador: Gracias

Estudiante: Listo profe.

*Viernes 5 de octubre. Entrevista a un estudiante del grado decimo, colegio CODEMA I.E.D.
jornada mañana, 10:30 am.*

Entrevistador: Pregunta, ¿Qué encuentras positivo en la aplicación de la ATE para el desarrollo de tus habilidades espaciales?

Estudiante: en la aplicación de la ATE encuentro positivo que he aprendido a manejar las dos dimensiones 2D y 3D.

Entrevistador: ¿Cómo manejas las dos dimensiones?

Estudiante: pues la de 2D cuando dibujamos los cuadrados que forman una t, y la de 3D cuando cortamos, doblamos y pegamos formando el cubo.

Entrevistador: ¿Qué aspectos o elementos mejorarías de la actividad?

Estudiante: pues por lo visto yo no le cambiaría nada, está bien redactada, no creo que necesite algo más.

Entrevistador: ¿Te resultó fácil desarrollar las actividades que se plantean en la ATE?

Estudiante: Si me pareció fácil, porque esta actividad de la cartilla tiene que ver con lo que pienso estudiar a futuro, me fascina todo este tema de habilidades espaciales, es muy chévere y divertido.

Entrevista: ¿Qué piensas estudiar?

Estudiante: me gustaría estudiar una ingeniería mecatrónica, que involucra mucho de estos temas y por eso me parece importante empezarlo a desarrollarlo desde ya.

Entrevistador: interesante que quieras estudiar una carrera de ingeniería, ¿De las habilidades espaciales presentadas en la cartilla cual crees que desarrollaste más durante la actividad, rotación, orientación o visualización?

Estudiante: yo creo que las habilidades que más desarrollé fue rotación y visualización.

Entrevistador: ¿Por qué lo crees?

Estudiante: porque se me hizo fácil girar en la mente y dibujar el sólido que diseñamos, viendo a los compañeros de grupo para ellos fue más difícil hacer esto, ellos pedían ayuda del profe y mía.

Entrevistador: ok, Con los ejercicios desarrollados ¿encuentras alguna mejoría en la comprensión, aplicación y desarrollo de sólidos en 2D y 3D?

Estudiante: se notó mucha mejoría porque antes de empezar el proyecto, en clase de geometría había cosas de volumen, de sólidos que no lograba entender, pero con la actividad ya se me fue facilitando las cosas, a mi mamá le pareció interesante el cambio de dimensión del 2D al 3D, ella en la casa me vio haciendo unos cubos que me hicieron falta y le pareció muy interesante.

Entrevistador: dice la última pregunta, Describe tu sentir frente a esta nueva experiencia de trabajo en la clase de tecnología.

Estudiante: mientras realizamos la actividad de la ATE, fue una experiencia muy chévere, entretenida, que me aportó mucho, como ya le dije profe me ayudó para aclarar aspectos de la clase de geometría, además fue relajante, paso a paso.

Entrevistador: Muchas gracias

Estudiante: con gusto profe

*Viernes 5 de octubre. Entrevista a una estudiante del grado decimo, colegio CODEMA I.E.D.
jornada mañana, 11:00 am.*

Entrevistador: Buenos días la pregunta es, ¿Qué encuentras positivo en la aplicación de la ATE para el desarrollo de tus habilidades espaciales?

Estudiante: yo encuentro todo positivo porque aprendí bastante y me aclaro muchas dudas frente a otras asignaturas como matemáticas y geometría.

Entrevistador: ¿De las habilidades espaciales presentadas en la cartilla cual crees que desarrollaste más durante la actividad, rotación, orientación o visualización?

Estudiante: en si las tres, pero para mí desarrolle más la de visualización, porque imaginarse un sólido es muy difícil, pero con la cartilla este proceso es más fácil y por eso lo logre dibujar en la hoja DIN A4.

Entrevistador: ¿Qué aspectos o elementos mejorarías de la actividad?

Estudiante: un poco más explicación al inicio porque no entendí muy bien, pero con el pasar de las imágenes fui entendiendo, de resto fue muy divertida e interesante.

Entrevistador: bien, ¿Te resultó fácil desarrollar las actividades que se plantean en la ATE?

Estudiante: si completamente, me parecieron fáciles de hacer, de entender y me aportaron mucho.

Entrevistador: ¿de qué manera te aportaron?

Estudiante: en clase de tecnología con otros profes no había logrado entender varias cosas, manejo de escuadras, representación mental de un sólido, giros en la mente del mismo, como hacer una proyección isométrica, con la actividad comprendí muchas de estas cosas que antes no entendía.

Entrevistador: otra pregunta, ¿A partir del desarrollo de esta actividad has encontrado alguna relación o interacción entre las temáticas de Tecnología, geometría, matemáticas e ingeniería?

Estudiante: si claro, cada una desarrolla habilidades espaciales por ejemplo en ingeniería para hacer un edificio, se necesitan bastante las habilidades espaciales, la geometría para encontrar el volumen de un sólido, en tecnología, lo que venimos trabajando de escalas.

Entrevistador: ¿Qué te gustaría estudiar?

Estudiante: Pienso estudiar medicina o veterinaria o algo que tenga que ver con las ciencias y por supuesto que en todas las materias uno tiene que tener desarrollado las habilidades espaciales y más en carreras que tengan que ver con las ciencias, siempre vas a tener que aplicar estos tres elementos (habilidades espaciales)

Entrevistador: última pregunta, Describe tu sentir frente a esta nueva experiencia de trabajo en la clase de tecnología.

Estudiante: me parecieron rápidas y divertidas y me parece que en todas las materias deberían implementar el trabajo a través de ATE, ya que es una herramienta muy valiosa y fácil de comprender.

Entrevistador: gracias por tu tiempo.

Estudiante: de nada.

*Viernes 5 de octubre. Entrevista a un estudiante del grado decimo, colegio CODEMA I.E.D.
jornada mañana, 11:30 am.*

Entrevistador: pregunta, ¿Qué encuentras positivo en la aplicación de la ATE para el desarrollo de tus habilidades espaciales?

Estudiante: yo encuentro positivo muchas cosas, ya que las habilidades espaciales se encuentran en casi todas las áreas del conocimiento y esta ATE nos ayuda a desarrollar estas habilidades.

Entrevistador: ¿Qué aspectos o elementos mejorarías de la actividad?

Estudiante: de la actividad mejoraría más la explicación al inicio, no se entiende muy bien y los estudiantes tardan un poco en entender.

Entrevistador: Con los ejercicios desarrollados ¿encuentras alguna mejoría en la comprensión, aplicación y desarrollo de sólidos en 2D y 3D?

Estudiante: yo creo que si sirvió demasiado y como la actividad trata sobre las habilidades espaciales nos permitió entender en la mente y en papel el pasar del 2D al 3D.

Entrevistador: A partir del desarrollo de la ATE, ¿sentiste mayor inclinación por proyectarte a futuro en profesiones que tengan en cuenta la ejercitación de habilidades espaciales, como la medicina, la ingeniería u otras?

Estudiante: yo quiero estudiar animación 3D o diseño gráfico, y para estas profesiones se necesita mucho tener desarrollado las habilidades espaciales, tener mucha imaginación.

Entrevistador: última pregunta, Describe tu sentir frente a esta nueva experiencia de trabajo en la clase de tecnología.

Estudiante: muy bueno por el desarrollo que permite en nosotros, es más fácil de entender algunos conceptos y la aplicación me resulto divertida, entretenida, deberían implementar más actividades como esta en las demás asignaturas.

Entrevistador: Gracias por tu tiempo y respuesta

Estudiante: con todo gusto profe.

Anexo 13. Resultados de la prueba pre y post-test

	1001 grupo experimental		1002 grupo control	
	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer
Pregunta #. 1 orientación espacial	17	17	17	17
Respuesta a	13	16	16	16
Respuesta b	4	0	1	1
Respuesta c	0	1	0	0
Respuesta d	0	0	0	0
Pregunta # 2 Orientación espacial	17	17	17	17
Respuesta a	3	5	8	3
Respuesta b	0	1	1	0
Respuesta c	0	0	0	0
Respuesta d	14	11	8	14
Pregunta # 3 Orientación espacial	17	17	17	17
Respuesta a	14	9	10	12
Respuesta b	0	3	5	0
Respuesta c	1	0	0	1
Respuesta d	2	5	2	4
Pregunta # 4 Orientación espacial	17	17	17	17
Respuesta a	1	2	3	0
Respuesta b	0	3	0	1
Respuesta c	2	9	5	4
Respuesta d	14	3	9	12
Pregunta # 5 Orientación espacial	17	17	17	17
Respuesta a	0	2	0	0
Respuesta b	0	1	6	2
Respuesta c	16	11	11	14
Respuesta d	1	3	0	1
Pregunta # 6 Visualización espacial	17	17	17	17
Respuesta a	0	2	2	7
Respuesta b	0	2	0	1
Respuesta c	17	13	15	9
Respuesta d	0	0	0	0
Pregunta # 7 Visualización espacial	17	17	17	17
Respuesta a	1	1	3	3
Respuesta b	16	15	12	13
Respuesta c	0	1	2	0
Respuesta d	0	0	0	1
Pregunta # 8 Visualización espacial	17	17	17	17
Respuesta a	1	4	4	1

Respuesta b	9	8	5	3
Respuesta c	3	0	6	6
Respuesta d	4	5	2	7
Pregunta # 9 Rotación espacial	17	17	17	17
Respuesta a	2	2	3	3
Respuesta b	3	6	3	6
Respuesta c	8	4	4	3
Respuesta d	4	5	7	5
Pregunta # 10 Rotación espacial	17	17	17	17
Respuesta a	2	2	2	5
Respuesta b	2	4	3	1
Respuesta c	0	6	1	3
Respuesta d	13	5	11	8

Resultados de la prueba pre-test sin intervención en el GC y el GE.

	1001 grupo experimental		1002 grupo control	
	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer
Pregunta #. 1 orientación espacial	17	17	17	17
Respuesta a	0	0	2	3
Respuesta b	0	0	4	4
Respuesta c	0	1	4	5
Respuesta d	17	16	7	5
Pregunta # 2 Orientación espacial	17	17	17	17
Respuesta a	0	2	5	4
Respuesta b	0	0	5	4
Respuesta c	17	15	6	5
Respuesta d	0	0	1	4
Pregunta # 3 Orientación espacial	17	17	17	17
Respuesta a	16	16	6	4
Respuesta b	0	1	4	5
Respuesta c	1	0	4	4
Respuesta d	0	0	3	4
Pregunta # 4 Orientación espacial	17	17	17	17
Respuesta a	0	0	5	4
Respuesta b	17	16	7	5
Respuesta c	0	1	3	4
Respuesta d	0	0	2	4
Pregunta # 5 Orientación espacial	17	17	17	17

Respuesta a	2	2	3	1
Respuesta b	2	0	5	4
Respuesta c	4	8	5	8
Respuesta d	9	7	4	4
Pregunta # 6 Visualización espacial	17	17	17	17
Respuesta a	2	2	3	3
Respuesta b	0	0	4	4
Respuesta c	0	1	3	5
Respuesta d	15	14	7	5
Pregunta # 7 Visualización espacial	17	17	17	17
Respuesta a	13	15	6	5
Respuesta b	1	1	3	5
Respuesta c	1	1	5	4
Respuesta d	2	0	3	3
Pregunta # 8 Visualización espacial	17	17	17	17
Respuesta a	1	1	3	3
Respuesta b	1	1	5	4
Respuesta c	14	15	5	5
Respuesta d	1	0	4	5
Pregunta # 9 Rotación espacial	17	17	17	17
Respuesta a	2	3	4	2
Respuesta b	1	2	3	4
Respuesta c	4	3	4	5
Respuesta d	10	9	6	6
Pregunta # 10 Rotación espacial	17	17	17	17
Respuesta a	9	8	5	4
Respuesta b	0	0	2	5
Respuesta c	2	4	3	4
Respuesta d	6	5	7	4

Resultado de la prueba post-test luego de la intervención en el GE. GC sin intervención