

**Relación Entre Creatividad Y Modelación Matemática En Estudiantes de Grado Octavo
De Un Colegio Rural De Bogotá.**



Jury Mabel Forero Urquijo

Javier Gilberto Cañón Chaparro

Director. Mg. David Macias Mora

Universidad Pedagógica Nacional

Facultad de Ciencias y Tecnología

Maestría en Tecnologías de la Información Aplicadas a la Educación

Bogotá, 2022

AGRADECIMIENTOS...

*Agradecemos a Dios,
ese ser supremo quien permitió
que lográramos concluir con éxito esta etapa*

*A nuestros maestros,
por compartir sus conocimientos
durante el desarrollo de esta investigación;
además de ser ejemplo
para nuestra vida personal y profesional.*

*A la Universidad Pedagógica Nacional,
por abrir sus puertas para brindarnos
una oportunidad de aprendizaje y nuevas experiencias.*

*A nuestros compañeros y amigos por su apoyo
y colaboración incondicional en todo el proceso.*

*A nuestras familias,
por la paciencia, apoyo y palabras de ánimo
durante toda esta locura*

*A María y a Christian
Por tener la palabra justa en el momento justo,
El amor incondicional y el abrazo cálido,
cuando el estrés parecía vencernos.*

DEDICATORIAS

Dedicado especialmente a mi padre

Ilberto Cañón Cortes,

*porque tu ejemplo me llevo a no dejarme vencer,
y aunque no estés aquí, siempre supe que estabas a mi lado.*

A mi esposa María, mis hijas Valentina y

Natalia por su apoyo incondicional,

*por permitir que el tiempo de ustedes
estuviera dedicándolo a este proyecto,*

*A mi madre por sus oraciones y bendiciones
para que todo saliera de la mejor manera.*

A mi hermana por cada palabra de

aliento y apoyo en todo este proceso.

Javier Gilberto Cañón Chaparro

A mis padres, hermanos y cuñadas

Porque siempre pensaron que lo lograría.

*A mis sobrinos: Danna, Matías y Marly,
por cada locura que tuvimos que aplazar,
mientras terminaba esta etapa.*

*A Christian, por la oportunidad de
aprender a crecer juntos.*

*Y a ti, siempre a ti
que guías mi camino*

Jury Forero

Contenido

Relación Entre Creatividad Y Modelación Matemática En Estudiantes de Grado Octavo De Un Colegio Rural De Bogotá.....	1
Contenido	5
Índice de Tablas	8
Índice de Figuras	9
Capítulo Uno: Introducción	11
<i>Planteamiento del problema.....</i>	<i>11</i>
<i>Objetivos Del Estudio</i>	<i>17</i>
Objetivo General.....	17
Objetivos Específicos	17
<i>Hipótesis.....</i>	<i>17</i>
Capítulo Dos: Revisión De Literatura	19
<i>Estado del arte de la investigación</i>	<i>19</i>
Desde creatividad	19
Desde Modelación Matemática.....	24
<i>Marco Teórico.</i>	<i>31</i>
Desde la creatividad	31
Desde la modelación matemática	37
Capítulo Tres: Metodología de la investigación	42
<i>Metodología Propuesta.</i>	<i>42</i>

<i>Variables de la investigación</i>	42
Variable Independiente:.....	42
Variables Dependientes:.....	42
Covariables:	42
Variable Asociada	42
<i>Diseño de la investigación</i>	43
<i>Población y selección de la muestra</i>	43
Metodología Análisis de datos	44
Implementación de la investigación	45
<i>Instrumentos utilizados</i>	47
Test de Torrance Pretest	47
Prueba de modelación matemática:.....	52
Ambiente de aprendizaje	53
Capítulo Cuatro: Análisis de datos	63
<i>Primer interrogante</i>	63
Momento 1: incidencia de la estrategia “Observa, Piensa y Actúa” en el fortalecimiento de la creatividad.	63
Momento 2. Incidencia de la estrategia “Observa, Piensa y Actúa” en el desarrollo de la modelación matemática.	65
<i>Segundo interrogante</i>	66
<i>Tercer Interrogante</i>	68
Capitulo Cinco: Interpretación y Discusión de Resultados	72
<i>Efecto de un ambiente computacional con estrategias de creatividad sobre el desempeño en la modelación matemática.</i>	72

Primera parte: Incidencia del ambiente “Observa, piensa y actúa” en la creatividad	72
Segundo momento: Incidencia del ambiente “Observa, piensa y actúa” en la modelación.	73
<i>Relación entre la creatividad y modelación matemática</i>	73
<i>Relación género vs. Creatividad</i>	78
Capítulo Seis: Conclusiones generales	80
<i>Adaptación estrategia</i>	80
<i>Ambiente Computacional-Creatividad-Modelación Matemática</i>	80
<i>Modelación matemática y Creatividad</i>	81
<i>Creatividad-género</i>	82
<i>Implicaciones para investigaciones futuras</i>	83
Referencias	84
Anexos	90
<i>ANEXO 1. Formato permiso de uso de imagen. Formato institucional.</i>	90
<i>Anexo 2. Prueba B (Pos-test)</i>	91
<i>Anexo 3. Respuestas de la prueba de Torrance</i>	93
<i>Anexo 4. Actividades de modelación matemática</i>	94

Índice de Tablas

Tabla 1	<i>Características utilizadas en la creatividad de los estudiantes del colegio rural</i>	34
Tabla 2	<i>Tipología según el uso de la modelación matemática</i>	38
Tabla 3	<i>Preguntas prueba Saber 9° 2012</i>	52
Tabla 4	<i>Descripción de la estrategia Observa Piensa y Actúa, módulo 1</i>	54
Tabla 5	<i>Descripción de la estrategia Observa Piensa y Actúa, módulo 2</i>	55
Tabla 6	<i>Descripción de la estrategia Observa Piensa y Actúa, módulo 3</i>	55
Tabla 7	<i>Descripción de la estrategia Observa Piensa y Actúa, módulo 4</i>	56
Tabla 8	<i>Módulos del ambiente computacional Observa, Piensa y Actúa realizado en Genial.ly</i>	61
Tabla 9	<i>Descriptivos de Género y Creatividad</i>	64
Tabla 10	<i>Datos descriptivos de Género y Creatividad</i>	64
Tabla 11	<i>Datos Descriptivos del Género Femenino, con estrategia</i>	65
Tabla 12	<i>Datos Descriptivos de Género Masculino con estrategia</i>	66
Tabla 13.	<i>Intervalos de Correlación</i>	67
Tabla 14	<i>Correlaciones</i>	67
Tabla 15	<i>Correlaciones según Genero</i>	68
Tabla 16	<i>Promedios obtenidos en las variables dependientes</i>	70

Índice de Figuras

Figura 1 *Resultados prueba PISA en Matemáticas*.....12

Figura 2. *Habilidades Blandas en la propuesta de la OMS*.....32

Figura 3.....33

Figura 4 *Procesos cognitivos desde la modelación matemática*39

Figura 5 *Fases o dimensiones en la Modelación Matemática*.....41

Figura 6 *Trazos de pretest juego # 2*48

Figura 7 *Líneas paralelas*48

Figura 8 *Dibujos a partir de trazos*.....49

Figura 9 *Dibujos a partir de círculos*50

Figura 10 *Lista de juegos*50

Figura 11 *Completar dibujos*.....51

Figura 12 *Completar dibujos*.....51

Figura 13 *Imágenes del ambiente computacional observa piensa y actúa por módulos*57

Figura 14 Imágenes del ambiente observa piensa y actúa57

Figura 15 *Mapas de navegación y compañeros de cada aventura.*58

Figura 16 *Desbloqueo siguiente nivel de cada misión*59

Figura 17 *Al abrir el candado esta es la interfaz que vera el estudiante en GeoGebra*
online.....59

Figura 18 *Lecciones creadas para el seguimiento de las actividades realizadas en*
GeoGebra.....60

Figura 19 *Estructura ideada para la estrategia Observa, piensa y actúa.*61

Figura 2062

Figura 211 <i>Efecto del ambiente computacional sobre la creatividad</i>	71
Figura 22 <i>Efecto del ambiente computacional sobre el desempeño en modelación matemática</i>	71
Figura 23 Modelo para Creatividad	74
Figura 24	75
Figura 25 <i>Procesos cognitivos comunes entre creatividad y modelación matemática</i> ..	76

Capítulo Uno: Introducción

Planteamiento del problema

En Colombia se han propuesto lineamientos y estándares curriculares que les permite a las instituciones establecer pautas o directrices para planear los procesos de enseñanza aprendizaje en el aula, adaptando a su contexto y a su población según sus necesidades lo establecido en la ley general de educación de 1994; permitiendo asegurar los mínimos conocimientos por asignatura según el nivel académico para los estudiantes. No obstante, en dicha ley se deja de lado directrices para desarrollar habilidades blandas o habilidades sociales necesarias en el individuo para obtener éxito en el campo escolar y profesional.

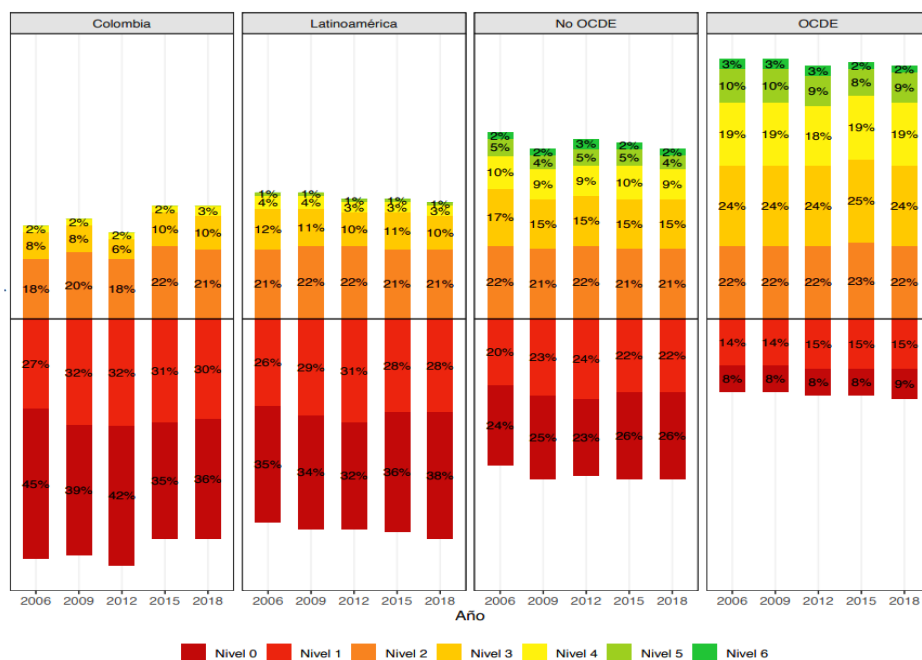
Lo que invita a las comunidades educativas a reforzar y trabajar en la integración de habilidades cognitivas y habilidades sociales tal como lo refiere la Organización de las Naciones Unidas para la Cultura, las Ciencias y la Educación UNESCO, en el informe presentado por Delors (2013) donde los cuatro pilares (aprender a ser, aprender a conocer, aprender a hacer y aprender a vivir juntos) refuerzan la idea concebida de que la educación debe abordar todas las dimensiones del ser humano siendo una experiencia global para el individuo que no solo se enfoque en el conocimiento académico para tener éxito.

Este vacío dentro de los procesos de enseñanza aprendizaje es notorio en los resultados obtenidos por los jóvenes dentro del Programme for International Student Assessment, (PISA) donde se miden las competencias científicas, matemáticas y de lenguaje que tienen los jóvenes de 15 años, o como en el caso de Colombia, los jóvenes que cursan grado noveno. Desde el 2006 cuando se participó por primera vez, los resultados no han sido favorables en ninguna de las tres áreas evaluadas como se observa en la figura 1. En la prueba del 2018 se definen diferentes aspectos a evaluar para cada área del conocimiento, sin embargo para el área de matemáticas se limitan a evaluar tres aspectos importantes: contexto, procesos y contenidos; en donde los resultados de los 7522 estudiantes pertenecientes a la

muestra de nuestro país se ubican en mayor porcentaje dentro de los niveles cero y uno; quedando en desventaja frente a otros países de Latinoamérica que también presentan la prueba como se observa a continuación.

Figura 1

Resultados prueba PISA en Matemáticas



Fuente: pruebas PISA

Los resultados obtenidos por los estudiantes de nuestro país abren un espacio de reflexión en torno a la implementación de procesos en el aula que permitan fortalecer y desarrollar habilidades y competencias valoradas en pruebas nacionales e internacionales.

En el caso particular de las matemáticas, aunque en nuestro país los lineamientos curriculares expedidos por el Ministerio de Educación Nacional permiten identificar una propuesta que hace énfasis en los cinco procesos generales de pensamiento: 1. formular y resolver problemas, 2. Comunicar, 3. razonar y comparar 4. ejercitar procedimientos y

algoritmos; 5. modelar procesos y fenómenos de la realidad. Entendiendo como modelo matemático un sistema figurativo mental o gráfico que reproduce o representa la realidad, con el propósito de que al culminar su formación educativa en la educación básica y media los estudiantes sean “matemáticamente competentes”. No es posible afirmar que se estén desarrollando competencias y saberes dentro del aula tal como lo sugieren los documentos.

Al revisar la literatura se encuentra que la modelación matemática como proceso general, se ha dejado de lado en el aula por diferentes percepciones del docente, siendo ese actuar un obstáculo para que los estudiantes puedan relacionar algoritmos, conceptos y teoremas que se trabajan en las sesiones de clase. Según Rivera (2016) en clase se trabaja de manera descontextualizada y sin sentido, situación que fue objeto de estudio en la investigación desarrollada por Arrieta (1993). No obstante (Villa y otros 2010) en su análisis del discurso entre los participantes del seminario organizado en el 2009 por la Red Colombiana de modelación en Educación Matemática – RECOMEM en la ciudad de Medellín, da a conocer la opinión de los maestros frente a la importancia de la modelación como una vía que posibilita la comprensión de los estudiantes en torno a la relevancia e incidencia de las matemáticas en la vida cotidiana. Lo que permite pensar que en el aula se ha dado prioridad a la repetición de algoritmos, cerrando opciones como la modelación matemática para entender y comprender los fenómenos que rodean a los estudiantes.

Pero no solo la modelación como proceso se ha dejado de lado en la escuela, la ausencia de actividades que incentiven y/o desarrollen la creatividad o habilidades creativas es otra falencia del sistema educativo de nuestro país en todos los niveles de escolaridad, situación que desde la ciudad capital ya fue identificada como una falencia a cubrir dentro de la educación, como lo describe el plan sectorial de educación 2020-2024 en su Capítulo jóvenes con capacidades: *proyecto de vida para la ciudadanía, la innovación y el trabajo del siglo XXI*.

Para tener mejor claridad del concepto hablaremos sobre ¿Qué es la creatividad?

Torrance (1966) inicia su teoría definiéndola como: Capacidad del ser humano para identificar lagunas en la información, formular y probar hipótesis acerca de los defectos y lagunas encontradas, producir nuevas ideas y recombinarlas, proponer varias alternativas para la solución de problemas y comunicar los resultados. Asimismo, Méndez y otros citando a Boden, plantean que es una capacidad que en general todos los seres humanos poseen y se necesita experticia para potencializarla por medio del desarrollo hábil de destrezas como observar, recordar y reconocer (Boden, 1994). La Organización Mundial de la salud, la describe como la habilidad que permite al ser humano reconocer alternativas y analizar las consecuencias de las distintas opciones. En otras palabras, la creatividad es una palabra polisémica, que sigue siendo objeto de estudio y crea conflicto entre diferentes instancias de la educación, pero para el caso de esta investigación tomaremos las definiciones propuestas por Torrance, la Organización Mundial de la Salud y Boden.

Pero ¿Por qué pensar en la modelación matemática y la creatividad como elemento importantes dentro del aula?, Los procesos cognitivos según López y Llamas (2016) inmersos en la creatividad son cuatro: Preparación, Incubación, Iluminación y Verificación: siendo la primera de ellas un empleo máximo de los sentidos para obtener información a través de la sensación, percepción y atención, en un segundo momento la memoria juega un papel fundamental en la identificación y selección de la información apropiada para ser consciente del problema o situación a la que se enfrenta, posterior a ello se establecen relaciones, se realizan procesos de asociación de información que abren paso a un cuarto momento donde las áreas motoras, visuales y auditivas tiene su protagonismo en la ejecución de la idea, las funciones ejecutivas y la flexibilidad cognitiva evalúan la asertividad de las respuestas y si no son adecuadas se reinicia el proceso tal como lo describe (De bono 1994).

De manera similar Blum & Borromeo (2009), hacen ver como la modelación matemática además de estar ligada a otras competencias matemáticas necesita de procesos cognitivos relacionados con la memoria a corto y largo plazo, la metacognición y la flexibilidad del pensamiento dentro de siete fases: 1. construyendo, 2. simplificando, 3. matemáticas, 4. trabajando en matemáticas, 5. interpretando, 6. validando y 7. exponiendo. (Guerrero y Mena, 2015).

A partir de lo anterior es posible afirmar que existen procesos cognitivos en común entre la creatividad y la modelación matemática que permiten volcar la mirada como educadores e iniciar procesos de investigación, reflexión y conversación frente a esta relación; pues la literatura muestra investigaciones desde la modelación o desde la creatividad, pero no desde la relación entre ambas. Lo que permitirá abrir caminos de oportunidades atractivos, creativos e interactivos para que el estudiante pueda crear, imaginar y expresarse dentro del aula de tal manera que se obtengan beneficios en la rama de las matemáticas y que no se pierda durante el paso por la educación básica ese actuar de la infancia donde la creatividad era protagonista.

Investigaciones como las de Kaplan (2019) dan a conocer como pensar en creatividad dentro del aula, exige cambios dentro de las prácticas de enseñanza, donde actividades guiadas, pueden mejorar los procesos de aprendizaje en los estudiantes, por eso se hace importante realizar investigaciones en Colombia que permitan conocer los impactos de la creatividad en los jóvenes estudiantes.

Este proyecto de investigación inicia con el planteamiento de diferentes hipótesis entorno al trabajo de la creatividad en la clase de matemáticas; por ejemplo: es posible desarrollar creatividad en la clase de matemáticas a partir de la interacción entre compañeros, es necesaria la creatividad en el aula de matemáticas para entender los conceptos propios del área, los estudiantes que son creativos son buenos al trabajar la modelación matemática en el

aula; entonces surge el interrogante: **¿Cómo incide el desarrollo de la creatividad en la modelación matemática?**

Aunque el camino para dar una respuesta a esta inquietud se llena de varias preguntas más, se definen para efectos del desarrollo apropiado del MANCOVA Factorial 2x2. tres interrogantes en los cuales se basará el estudio estadístico.

1. ¿Cuál es el efecto de un ambiente computacional con estrategias de creatividad sobre el desempeño en la modelación matemática?
2. ¿Existe relación entre la creatividad y el desempeño en modelación matemática?
3. ¿Existe diferencia significativa en el desarrollo de la creatividad entre estudiantes mujeres y hombres, cuando interactúan en un ambiente computacional con estrategias de creatividad?

Es importante recordar que D'Amore et al. (2010) expone que una de las causas del fracaso en matemáticas está ligado con la incapacidad que tienen los estudiantes en gestionar diversos registros semióticos de los objetos matemáticos trabajados en el aula. Intentando que no exista este fracaso en la población de la muestra, en esta investigación existen actividades donde los estudiantes pueden explorar a través del uso de plataformas y software en línea como el GeoGebra, Edmodo y Genially situaciones que se salen del típico ejercicio matemático propuesto en la sesión de clase y que además no tienen un solo camino de solución e interpretación, abriéndoles así un camino hacia la modelación y la creatividad.

Oviedo (2012) afirma que, en la mayoría de los libros de textos, existe un predominio del escenario algebraico trayendo como consecuencia visiones parciales de los conceptos trabajados e invita a los docentes e investigadores a establecer articulaciones conceptuales. Posiblemente esto sea más adecuado si en el aula se retoma la indagación, la observación y la experimentación como procesos fundamentales de la ciencia, que además están relacionados

con la modelación y la creatividad, los cuales están presentes en el ser humano desde su nacimiento.

Objetivos Del Estudio

Para dar solución a los interrogantes planteados se proponen los siguientes objetivos:

Objetivo General

Establecer la relación entre la creatividad y la Modelación matemática que puede presentarse en los jóvenes de grado octavo de educación básica secundaria en una institución educativa rural de la ciudad de Bogotá.

Objetivos Específicos

- Adaptar e implementar la estrategia “Observa, Piensa y Actúa” dentro de un ambiente computacional, que permita fortalecer la habilidad de creatividad en estudiantes de grado octavo de educación básica.
- Determinar la incidencia de la estrategia “Observa, Piensa y Actúa” en el fortalecimiento de la creatividad.
- Determinar la incidencia de la estrategia “Observa, Piensa y Actúa” en el desarrollo de la modelación matemática.
- Determinar si existe una relación entre creatividad y la modelación matemática
- Determinar si existe una relación entre creatividad y la modelación matemática teniendo en cuenta el género del estudiante

Hipótesis.

Dentro de la investigación planteada se manejan tres hipótesis en torno a la posible relación entre creatividad y modelación:

- No existe efecto de la estrategia de creatividad sobre el desempeño de modelación matemática.
- No existe relación entre el desarrollo de la creatividad y el desempeño en la modelación matemática
- No existe diferencia significativa al interactuar con un ambiente computacional con estrategia de creatividad en el desarrollo de la creatividad entre hombres y mujeres.

Capítulo Dos: Revisión De Literatura

Estado del arte de la investigación

Para la elaboración del estado del arte se hace una consulta basados en dos ejes conceptuales “Creatividad y modelación matemática”.

Desde creatividad

Hernández N. & Hernández (2017) Utilizan un video juego dentro del contexto del dibujo técnico potencian habilidades cognitivas y creativas en un grupo de más de 200 estudiantes, con diferentes estilos cognitivos quienes cursan sus estudios en la educación media de dos instituciones educativas ubicadas en Cajicá y Bogotá. Para el desarrollo de dicha investigación; realizaron la aplicación de la prueba (EFT, Embebed Figured Test) el cual les permitiría identificar el estilo cognitivo de los participantes y clasificarlos; además de visualizar el potencial creativo de cada uno a partir del test (TTCT, Torrance Test of Creative Thinking, Torrance, 1972) y la habilidad espacial (MRT, Mental Rotation Test, Vandenberg & Kuse, 1978 y PSVT-VR, Pardeu Spatial Visualization Test, R. Guay, 1977).

Se realiza un estudio correlacional entre el ambiente de aprendizaje, el estilo cognitivo como variables independientes y el potencial creativo y las habilidades espaciales como variables dependientes. También se valoraron las interacciones que se tuvieron con el juego midiendo como primera variable el comportamiento ante la cantidad de eventos que los llevaran al éxito y como segunda variable la eficiencia y la eficacia, entendidas como la razón entre la cantidad de eventos exitosos y el tiempo total invertido en alcanzarlos.

Los resultados de esta investigación dentro del ANOVA muestran una correlación débil y positiva entre el estilo cognitivo con la flexibilidad, originalidad y potencial creativo de los integrantes de la muestra; adicionalmente una correlación significativa muy débil con fluidez y elaboración. También se encontró que los estudiantes que conforman el grupo de

independencia de campo poseen diferencias significativas en el potencial creativo, frente a los integrantes del grupo dependientes de campo.

Elisondo, R. C., & Piga, M. F. (2020). tenía el propósito de analizar las concepciones y emociones que condicionan los procesos creativos, se centraron en la creatividad cotidiana, en las autopercepciones frente a potencialidades y autovaloraciones según los desempeños de los investigados; además de analizar los contextos educativos y las condiciones que pueden potenciar la creatividad en los individuos.

El estudio de corte cualitativo fenomenológico fue desarrollado en dos etapas, la primera contó 200 participantes entre los 18 y 78 años quienes respondieron un cuestionario sobre concepciones, actividades y contextos creativos. Para la segunda fase se eligen 20 personas de la muestra inicial diferenciadas según su actividad laboral y académica; a las cuales se les realizan entrevistas semiestructuradas entorno a preguntas basadas en las percepciones de la creatividad, contexto educativo, uso del tiempo libre y condicionantes de incidencia en el proceso creativo dicha elección permite tener diversidad de respuestas que amplía la información para ser analizada dentro de cuatro categorías: concepciones de creatividad, actividades creativas, emociones en el proceso creativo y creatividad en contextos educativos.

Los resultados indican que la creatividad es una capacidad que puede desarrollarse en las más diversas actividades cotidianas del ser humano; además de estar vinculadas con las emociones positivas y satisfacción personal. Al ser un proceso complejo que incluye componentes subjetivos y contextuales, requiere de ciertas condiciones cognitivas, personales, sociales y culturales para desplegarse en diferentes áreas.

Allueva, P. (2002) diseñó y evaluó un programa de intervención para 10 sujetos peruanos que cursan segundo año de diseño industrial. La hipótesis gira entorno a: Si a un grupo de sujetos bien motivados se les aplica un programa de intervención para el desarrollo

de la creatividad, adecuado a las características del grupo, se producirá un incremento de la creatividad; lo que le llevo a generar como objetivo: Diseñar, aplicar y constatar un programa de intervención para el desarrollo de la creatividad.

La metodología de investigación se ejecuta dentro de un plan de siete sesiones con las que, a través de técnicas de resolución de problemas y discusiones guiadas en torno al problema aumentan la creatividad al combinar atributos intelectuales, estrategias propias de su estilo cognitivo y de su personalidad. Se aplica el test de Torrance, para medir los niveles de creatividad al inicio y al final del programa de intervención y medir la variación de la habilidad luego de aplicar la estrategia. A pesar de que sus resultados no son concluyentes, muestra que la implementación de programas de creatividad en la escuela adaptados a diferentes niveles puede producir incremento en la capacidad creativa en los estudiantes.

Cuetos, Et al. (2020). Presenta las percepciones de 245 profesores sobre las potencialidades de las TIC dentro del ámbito educativo, y papel de las nuevas tecnologías en el fomento de la creatividad de los estudiantes. La muestra de docentes se obtiene luego de cuatro convocatorias para los estudiantes del Máster Oficial en eLearning y Tecnología Educativa, máster de modalidad online (eLearning) de Bureau Veritas Formación desde el 2015 hasta el 2018.

La población objeto del estudio estaba compuesta en un 66% por el género femenino y en un 34% por el género masculino (84 alumnos), quienes se encontraban en un rango de edades entre 23 y 52 años. Todos ellos cursaban la asignatura “Tecnologías y Entornos Virtuales para eLearning” y debían contestar dentro del foro participativo dos interrogantes: ¿Las herramientas tecnológicas ayudan a potenciar la creatividad de los estudiantes?, ¿Qué potencialidades de las TIC son las que más valoras dentro del ámbito educativo y cómo las relacionas con la creatividad?”;

Como el foro estuvo abierto durante los dos meses de duración del espacio académico y se lograron diversas intervenciones de los docentes, se realizó un análisis de carácter cualitativo a través de un sistema de categorías obtenido al extrapolar las características específicas de las herramientas TIC y las características propias de la creatividad. Es así como se tienen en cuenta las categorías de: Motivación, Inmediatez en el acceso a la información, Flexibilidad, Fomento del aprendizaje colaborativo, Medio de expresión y creación, Nuevos espacios interactivos y formas de presentar la información, Fuente de dinamismo, Canal de comunicación e intercambio. Todas estas categorías se digitalizaron utilizando EXCEL como herramienta tecnológica para luego proceder con el análisis

La investigación concluye que el 85% de los profesores que participaron en el foro confirmaron que las TIC fomentan la creatividad de los estudiantes por las potencialidades que ellas representan, destacaron su flexibilidad para satisfacer las necesidades individuales de los estudiantes; además definen las TIC como una herramienta que fomenta la ludificación y la estimulación a través del juego.

Para Esparza et al. (2015) quienes centraron sus estudios en la relación entre creatividad y género con 78 estudiantes entre los 12 y 16 años que cursan Educación Secundaria Obligatoria (ESO), identificados como alumnos de altas habilidades y talentos donde 40 son de género masculino y 38 de género femenino.

A partir de la valoración de la creatividad científica implementando el Test de Habilidad de la Creatividad Científica (Sak y Ayas, 2011) el cual mide tres dimensiones: habilidades de creatividad (fluidez, flexibilidad y compuesto creativo); habilidades científicas (generación de hipótesis, diseño de experimentos y evaluación de la evidencia); y el conocimiento en las áreas de ciencias. Se realiza un ANOVA y una prueba t. teniendo en cuenta las puntuaciones obtenidas por el estudiante en cada una de las dimensiones, el género y el curso académico.

Los resultados de los análisis muestran que hay mejores rendimientos en los hombres, que en las mujeres en la creatividad científica y en el dominio de las ciencias (biología, física, química y ecología); estos datos coinciden con los hallados por Özdemir y Sak (2013). También les fue posible encontrar que entre mayor sea el nivel educativo, puntúan mejor solo en algunas dimensiones de la prueba en relación con la ecología.

Torres (2018) en su informe de investigación expone la matemática como herramienta para incentivar el pensamiento creativo con los estudiantes de la clase: teoría de sistemas. A través de la estrategia: "Espacio RE-creativo"; donde era posible en 30 minutos resolver situaciones o problemas matemáticos que no tenían una única respuesta y además no les era permitido el uso del borrador.

Haciendo uso de un análisis cualitativo, alimentado por la observación de comportamientos y la escritura de cada participante en las 9 sesiones de implementada la estrategia. se definen las categorías: abstracción, fluidez y capacidad de síntesis, las cuales tuvieron un ascenso en las puntuaciones a partir de la cuarta sesión de trabajo. Y aunque no fue posible alcanzar una respuesta del 100% a los problemas propuestos, los estudiantes luego de la quinta sesión lograron completar más del 80 % de la actividad.

El autor concluye que el gusto por la actividad permitió el desarrollo de la creatividad, al no tener que memorizar fórmulas, ni ecuaciones y la existencia de diversidad de métodos para llegar a la respuesta; además al pasar las sesiones los estudiantes desarrollaron la capacidad de síntesis situación que les permitió reducir interrogantes frente al análisis de los enunciados. Lo anterior permite al investigador Inferir que las matemáticas son buenas estrategias para el desarrollo del pensamiento creativo.

Concluye que los estudiantes universitarios reflejan desinterés por los problemas matemáticos; considera necesario que desde la educación básica primaria y secundaria, se motive, estimule, y desinhiba el desarrollo de capacidades desde las matemáticas, buscando

potenciar el pensamiento creativo de los niños y jóvenes aprovechando que en esa edad existe facilidad para darle mayor flexibilidad y fluidez para generar ideas originales.

Desde Modelación Matemática

En cuanto a modelación matemática Molina, J. (2020) docente de Cálculo de la escuela de matemáticas de la Universidad de Costa Rica organiza una estrategia mediada por las TIC para la enseñanza del curso Cálculo II; con el propósito de reconocer y aplicar los conceptos analíticos que modelan matemáticamente diferentes situaciones de la vida real o del área académica para dar una interpretación válida en el contexto del problema.

Cada concepto por trabajar está desarrollado en tres etapas: 1. Contextualización: haciendo uso de saberes previos, 2. Aplicación de modelos matemáticos utilizando software especializado, y por último una discusión de los resultados y la aplicabilidad de los conceptos que intervienen en la experiencia. Dicha estrategia fue evaluada por los estudiantes y docentes quienes a través de un cuestionario expresaron su satisfacción y aceptación al trabajo realizado.

El autor concluye que este experimento permitió que varios estudiantes de diferentes carreras con la misma asignatura realizaran una mejor comprensión de los conceptos propuestos a través de los procesos de modelación planteados dentro de la estrategia planteada para mejorar los procesos de enseñanza aprendizaje que habían venido solicitando los estudiantes en semestres anteriores.

(Rivera Quiroz, Londoño Orrego, and Jaramillo López 2016) las inundaciones provocadas por el desbordamiento del río Cauca en el bajo Cauca, son una oportunidad para utilizar la modelación matemática y acercar a los estudiantes al trabajo de construir ecuaciones matemáticas que les permita entender la cantidad del área afectada por la inundación, cuando cambia el nivel del agua en un punto de referencia dentro de la institución.

La investigación está desarrollada dentro un enfoque cualitativo, analizando las respuestas que dan los estudiantes a ciertas preguntas escritas relacionados con los conocimientos que se tiene frente a las afectaciones socioeconómicas que se observan en el entorno cuando hay inundaciones y la argumentación que los mismos dan al ser interrogados para justificar su actuar; la investigación concluye que la práctica y la teoría deben estar ligadas para que los estudiantes sean capaces de relacionar elementos numéricos con fenómenos que emergen de su entorno y así construir ecuaciones que son entendidas como modelación matemática.

Arrieta, J. (1993) muestra la importancia de la representación gráfica, para comprender y resolver una situación matemática. La investigación cualitativa de su tesis doctoral muestra las diferentes interpretaciones que pueden dar los estudiantes cuando se enfrentan a un problema. El objetivo era indagar sobre la ideología y las creencias alrededor de las matemáticas; Además de las interacciones sociales entre individuos que permiten encontrar una solución diferente según el contexto en el que se ha desarrollado cada ser y cómo éste se puede desenvolver en el aula con los demás compañeros; ya que él afirma que *“la construcción del conocimiento no es un proceso individual aislado, sino un proceso social de creación conjunta”*.

La muestra se realizó con 36 docentes divididos en tres grupos: 12 de ellos resolvieran los problemas individualmente, a otros 12 se les dieron los problemas poniéndolos en el contexto y por último los restantes se les dan cinco minutos para resolver el problema. La conclusión confirma que las estrategias que son utilizadas en el aula permiten una interacción apropiada para construir, proponer y argumentar ideas para llegar a consensos que favorezcan al grupo.

Villa-Ochoa (2010). En su estudio de caso frente al uso de la modelación matemática en el aula de clase en una pequeña región en Antioquia, da a conocer como a pesar de que los

cuatro docentes objeto de estudio, son conscientes de la relación de su asignatura con varios campos de conocimiento, les cuesta develar dicha relación en clase, para llegar a sus estudiantes. Tras un año de seguimiento, observación, diarios de campo y entrevistas, se vislumbra como el uso de situaciones reales en el aula requiere de varios conocimientos no solo matemáticos sino de otras disciplinas y de procesos creativos por parte del docente; Además influye la formación obtenida en sus estudios profesionales, y el conocimiento sociocultural del grupo de estudiantes que tiene a su cargo para generar contextos con situaciones reales para su grupo. Como conclusión los profesores reconocen la importancia de la matemática y en particular la de modelación que permite entender la realidad y estructurarla.

Gilat. T y Amid. M (2013) en su estudio con dos estudiantes de género femenino de 10 y 13 años pertenecientes al equipo de atletismo y con altos logros en matemáticas. Analizan los procesos de modelación matemática desarrollada por ellas al tratar de resolver una tarea “Auténtica” que implicaba la Selección del equipo de atletismo.

El estudio cualitativo diseña una metodología dividida en dos partes, la primera llamada “Actividad de Calentamiento” donde se les suministra a las niñas un artículo de periódico que habla sobre el récord de los 100 metros lisos impuesto por el deportista jamaicano y medallista de oro Usain St. Para luego contestar una serie de preguntas que tienen como propósito adquirir argumentos para sostener una discusión por algo más de una hora con la investigadora a cerca de la lectura, estimulando así el interés y la motivación de las investigadas.

Para un segundo momento se desarrolla una actividad con los MEA “Actividades de Obtención de Modelos Matemáticos”, planteada desde la elección de los integrantes de la selección de Atletismo. Este proceso implicó tres sesiones, donde hubo un trabajo individual que luego fue socializado por cada niña para mostrar sus elecciones.

Para recoger información se tuvo en cuenta las entrevistas y socializaciones grabadas de las niñas, lo que permite clasificar y analizar las expresiones corporales y lingüísticas

mientras desarrollaban “la tarea Auténtica”; además se tuvo en cuenta que todos los procesos desarrollados para llegar a la solución de la tarea estaban escritos en hojas, lo que permite revisar detenidamente los ciclos de modelación. Se realizó un análisis a partir de cuatro ítems: adaptabilidad, resolución de problemas, la creatividad y las habilidades sociales o habilidades blandas.

Este estudio de caso muestra cómo es posible trabajar el potencial creativo de los estudiantes, a través de los MEA. Además, evidencia dos tipos de características involucradas en el proceso de modelación desarrollado por las estudiantes: uno cognitivo concentrado en flexibilidad, analogía y metacognición; otro afectivo desde la motivación, el interés, la autoeficacia y la persistencia. Se sugiere poder involucrar a los estudiantes en problemas matemáticos no rutinarios que les permita crear o inventar modelos matemáticos significativos.

Pantoja, Ulloa y Nesterova (2013) en su reporte de investigación dan a conocer como a través de prácticas de laboratorio con los asistentes al curso de Métodos Numéricos de las carreras de ingeniería del Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán en México, apoyados en el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y el Aprendizaje colaborativo (AC), es posible plantear una estrategia que involucre la tecnología y permita evidenciarle a los estudiantes como las matemáticas están presentes en la vida diaria.

Utilizan para ello situaciones que pueden ser vivenciadas por los mismos estudiantes, como: recipientes de diferentes formas que pueden llenarse con líquido, la velocidad de un balón de futbol, el movimiento de un ciclista, el tiro al aro en baloncesto. La estrategia consiste en que cada una de las situaciones son grabadas y analizadas por el grupo de estudiantes utilizando el software AVIMECA, que les permite identificar las variables que intervienen en la grabación y obtener un registro apropiado de los datos. En un segundo momento se deben revisar los datos que pueden ayudar a modelar la situación según las variables acordadas y

exportar a EXCEL, en un tercer momento debe hacerse uso del concepto de mínimos cuadrados para obtener la función polinomial en el software Math Cad.

En esta estrategia el docente es un facilitador del aprendizaje, los estudiantes trabajan en equipo para intercambiar conocimientos y experiencias que les permita llegar a modelar la situación analizada y los procesos realizados deben estar dentro del reporte de laboratorio que entregan a los docentes al finalizar cada análisis.

En cuanto a los resultados de la implementación de la propuesta pudieron concluir que no es posible modelar muchas situaciones del entorno, porque pocas de ellas son constantes; además se requiere que los jóvenes posean ciertos conceptos matemáticos previos tales como resolución de sistemas lineales, o el método de mínimos cuadrados para el óptimo desarrollo de las actividades. Se encontró que el programa AVIMECA al permitir obtener datos reales les ayudo a entender a los estudiantes la importancia de las funciones.

Pabón, G. Nieto, S. & Gómez C. (2015) realizan una investigación con 27 estudiantes con edades entre 7 y 15 años, 7 de los cuales son jóvenes investigadores pertenecientes al Semillero del Colegio José María Córdoba ubicado en Durania, Norte de Santander. La investigación acción -participación con un enfoque cualitativo tiene como propósito introducir al grupo de estudiantes a interactuar con GeoGebra para modelar y predecir situaciones.

La investigación inicia con un dialogo con el grupo experimental frente a que es la modelación y la importancia en la solución de problemas. Se propone un trabajo sin tecnología y se traba con material tangible, con el propósito de revisar conceptos previos que les permita introducir GeoGebra al aula. A partir de situaciones relacionadas con la modelación matemática se induce al estudiante frente a cómo debe modelar una función e interpretar los resultados utilizando el software, con el propósito de que comprenda la importancia de la interpretación y traducción de los resultados.

Aunque el Software interactivo y dinámico le permite al estudiante desarrollar habilidades y competencias matemáticas por medio de simulaciones y visualizaciones dinámicas e interactivas; Además de centrar su atención en los procesos de modelación y la interpretación de las soluciones, se hace necesario que ellos posean un amplio conocimiento de conceptos previos en matemáticas, tales como la realización de gráficos de dispersión, variable dependiente e independiente, entre otras para obtener mayor comprensión de la actividad desarrollada.

Existe una gran dificultad con el uso de las TIC en el aula por la escasa iniciativa de los jóvenes por explorar las herramientas y generar soluciones sin la intervención del docente. En conclusión, para esta investigación el estudiante desarrolla competencias comunicativas al interactuar con sus compañeros, desarrolla el pensamiento geométrico a partir del uso de GeoGebra, y muestra apropiación del conocimiento al interpretar los resultados de la modelación.

Biembengut, M. & Hein, N. (2004) en su investigación tienen una muestra de 30 docentes mexicanos de varios niveles de enseñanza, pertenecientes al curso de formación continua en Matemáticas, quienes luego de recibir una serie de estrategias didácticas en torno a la modelación matemática deciden implementar procesos de modelación con sus estudiantes (casi 600 alumnos de secundaria y 300 de bachillerato).

El propósito radicaba en integrar las matemáticas con otras áreas del conocimiento por medio de la modelación y así generar interés en: aplicabilidad de las matemáticas, mejoría de los conceptos matemáticos, capacidad para leer, interpretar, formular y resolver situaciones problema, estimular la creatividad, tener habilidad en el uso de la tecnología y capacidad para trabajar en grupo.

En esta investigación se tienen en cuenta siete etapas fundamentales en la modelación matemática: Exposición de un tema, Delimitación del problema, Formulación del problema,

Desarrollo del contenido programático, Presentación de ejemplos análogos, Formulación del modelo matemático, Interpretación y Validación de los resultados del modelo. Para los autores es importante que se tengan en cuenta estas etapas, pero eso no quiere decir que todas se den en un solo momento ellos indican que estas pueden ser ejecutadas en varias fases y no siempre de manera consecutiva.

Al finalizar la investigación se obtienen las siguientes consideraciones:

La modelación propicia en el alumno una mejoría en la comprensión de los contenidos y mejora el interés por las temáticas.

El docente se siente más seguro en su clase y determina los tiempos que le llevara para la explicación de esta.

Permite que el estudiante actúe o realice las diferentes indagaciones de las temáticas a trabajar y así pueda tener claridad de su conocimiento.

El docente puede tener en cuenta a cada estudiante con sus dificultades de aprendizajes y así poder ayudarles u orientarles en sus procesos.

Poder ver la modelación matemática como un método de enseñanza e investigación y pueda ser tenida en cuenta como una herramienta o una estructura del área de conocimiento y que esta le permita al estudiante tener mayores desempeños en las investigaciones e interpretaciones del contexto apoyados desde los profesores.

En su artículo finalizando indican que las Investigaciones realizadas, a pesar de las dificultades, propician un mejor desempeño del alumno, convirtiéndolo en uno de los principales agentes de los cambios en todas las áreas.

Marco Teórico.***Desde la creatividad***

El marco teórico de esta investigación está desarrollado en torno a cuatro aspectos importantes: habilidad blanda, creatividad, modelación matemática y ambientes computacionales. Al inicio de la indagación cuando se consultaba por Creatividad, se hizo necesario realizar un barrido por la definición de habilidades blandas para conocer cómo es tratada por organizaciones a nivel mundial, que tienen claro lo polisémico del término y tratan de acoplarlo de tal forma que nos brinde un punto de partida para continuar con la consulta.

Aunque no existe una definición clara y puntual de qué se entiende por habilidades blandas, habilidades no cognitivas, o soft skill; en el informe entregado por Ortega (2016), las define como: “actitudes y prácticas que afectan y cómo un individuo enfoca el aprendizaje e interactúa en el mundo que le rodea”, dichas habilidades pueden ser desarrolladas o cambiadas según el contexto en el que se desenvuelva el individuo; además las habilidades afectan la motivación y perseverancia para culminar una tarea.

la Organización Mundial de la Salud realiza una clasificación del conjunto de habilidades blandas necesarias para manejar las relaciones entre el ser humano y su mundo. Ver figura 1. Y es la carencia de tales habilidades la que genera comportamientos inadecuados que, en el ámbito laboral, pueden volver ineficaz las propias competencias y habilidades técnicas que posee el individuo.

Figura 2.

Habilidades Blandas en la propuesta de la OMS

Habilidades	Definición
<i>Decision making</i>	Ser capaz de tomar decisiones eficaces de manera constructiva en las distintas situaciones y contextos de vida
<i>Problem solving</i>	Ser capaz de enfrentar de manera constructiva los problemas que se encuentran en la vida cotidiana y en el desarrollo de las propias actividades
<i>Creatividad</i>	Ser capaz de reconocer y analizar las alternativas posibles y las consecuencias de las distintas opciones
<i>Sentido crítico</i>	Ser capaz de analizar la información y las experiencias de manera objetiva, y luego evaluar las ventajas y desventajas en función de una decisión consciente
<i>Comunicación eficaz</i>	Ser capaz de expresarse, verbal y no verbalmente, de manera eficaz y coherente con la propia cultura y con las situaciones vividas
<i>Habilidades para las relaciones interpersonales</i>	Ser capaz de interactuar y relacionarse con los demás de manera positiva
<i>Autoconsciencia</i>	Conocimiento de sí mismo, del propio carácter, de las propias fortalezas y debilidades, de los propios deseos y necesidades
<i>Empatía</i>	Ser capaz de comprender a los demás aun en situaciones que no nos son familiares
<i>Manejo de las emociones</i>	Ser capaz de reconocer las emociones en sí mismos y en los demás y manejarlas de manera apropiada
<i>Manejo del estrés</i>	Ser capaz de reconocer y controlar las causas de estrés de la vida cotidiana

Nota: Definiciones propuestas por la Organización Mundial de la salud para las habilidades blandas

Ser capaz de reconocer y analizar las alternativas posibles y las consecuencias de las distintas opciones, es la definición de creatividad propuesta por la OMS, está muy ligada a lo que en Colombia se conoce como “saber hacer en contexto”; Es decir, no basta con que el estudiante posea el conocimiento, se hace necesario e invaluable que él sepa cómo y cuándo utilizarlo en una situación problema al que se vea enfrentado, distinto al que le pueda proponer la escuela y a eso se le conoce como ser *matemáticamente competente*.

Al revisar De Bono (1994) quien afirma que la creatividad no es una cualidad o destreza quasi mística; tampoco es una cuestión de talento natural, temperamento o suerte, sino una habilidad más que es posible cultivar y desarrollar, mediante el seguimiento de 4 etapas generalizadas: 1. La preparación, 2. La incubación, 3. La iluminación y 4. La verificación; que

los procesos no son lineales y se van modificando según los conocimientos, vivencias y entorno en el que se desarrolla el individuo, como lo refiere López y Llamas (2018) (ver figura 3). El éxito del proceso creativo depende de la interacción de las habilidades cognitivas y no cognitivas que se den en cada etapa, Aguilera (2021)

Figura 3

Procesos cognitivos en torno a la creatividad.



Aunque la creatividad es una habilidad y medirla es algo complejo Aranguren (2015), propone e implementa una serie de actividades evaluables que le permiten conocer la creatividad que poseen los seres humanos al verse enfrentados a una situación no esperada. Torrance (1966), indica que dichas actividades se conocen como Test de Pensamiento Creativo y su escritura por abreviatura es (TTCT) la cual es una prueba para niños, adolescentes, adultos y representa hasta la fecha el instrumento más utilizado a nivel internacional para valorar la creatividad desde su implementación desde el año 1966. Con las pruebas de Torrance, se le muestra al sujeto una serie de objetos y se le pide que proponga sugerencias para mejorar el producto. Se enfoca en la capacidad de generar ideas nuevas.

Desde las investigaciones de Guilford (1952) la creatividad, en sentido limitado, se refiere a las aptitudes que son características de los individuos creadores, como la fluidez, la flexibilidad, la originalidad y el pensamiento divergente. Esta relación fue tomada y trabajada por algunos otros autores como Thurstone (1952), Obsbon (1953), Fromm (1959), Mac Kinnon (1960), Ausubel (1963), Bruner (1963), Torrance (1965), Fernández (1968), Pesut (1990), Gardner (1999) entre otros. Y a pesar de lo polisémico que puede ser el término creatividad, varios de ellos consideran definiciones particulares para cada característica de la creatividad, las cuales se intentan condensar en la tabla 1.

Tabla 1

Características utilizadas en la creatividad de los estudiantes del colegio rural

<i>CARÁCTERÍSTICAS</i>	<i>DEFINICIÓN</i>
Fluidez	Capacidad para producir diversas ideas. Se valora la cantidad de respuestas que pueda dar el individuo
Flexibilidad	Capacidad para ver y abordar situaciones similares de formas diferentes. Se valora la variedad de categorías que pueda entregar en los dibujos
Elaboración	Capacidad para producir detalles que complementan la idea principal Se valoran los pormenores que incluya en su dibujo que, aunque no son necesarios resaltan o complementan la idea
Originalidad	Capacidad para producir respuestas poco frecuentes en el entorno

Se valoran a lo diferente que es la percepción o
idea respecto a otras del entorno

Ricci (2020) da una mirada de la creatividad, en torno a tres preguntas: ¿Qué es la creatividad?, ¿Las personas inteligentes son más creativas?, ¿Qué pasa en nuestro cerebro en el acto creativo? Después de estos interrogantes definen “*la creatividad es considerada como la búsqueda de nuevas soluciones a los problemas, logrando algo novedoso a partir de ideas previas*” En su investigación plantean una relación entre creatividad e inteligencia y como se complementan entre sí, situación reflejada en los resultados de la aplicación de las pruebas Test CREA, las cuales en la actualidad hacen parte de los instrumentos o baterías utilizados para medir la creatividad, así como son los descritos por LUI L. (2017).

Por otra parte Cemades (2008) cuenta desde su quehacer docente en educación infantil como la creatividad influye en su trabajo, recalcando que “La escuela se encuentra en una constante búsqueda de metodologías que le ayuden a mejorar y acercarse más al mundo actual y satisfacer demandas e intereses de los niños” pero indica que las metodologías que se usan en la actualidad están basadas en el desarrollo del pensamiento convergente lo que quiere decir que si hay un problema se le busca la solución, aunque este proceso no desarrolla las capacidades creativas y esto hace que muchos niños se frustren al momento de no poder desarrollar alguna actividad específica. Indica que es importante desde la infancia desarrollar este tipo de pensamiento creativo por medio de búsquedas de problemas, búsquedas de soluciones y explicaciones dependiendo la capacidad de cada niño.

Su pregunta de investigación: ¿Qué hace que un niño sea más creativo? Permite vislumbrar que cada niño debe experimentar los deseos de resolver problemas, buscar soluciones y enfrentarse a diferentes situaciones que le generen retos y frustraciones sin obstaculizar el aprendizaje; en este rango de edades al niño se le debe dar confianza, recibir

palabras de aliento, permitir que indaguen sobre sus pensamientos y no poner obstáculos a sus ideas. Situaciones que abren el camino para enseñar matemáticas o aprender a leer de modo creativo.

Por otra parte, Renzulli, (2000). Diseñó un programa para desarrollar las habilidades de pensamiento creativo: Fluidez, Flexibilidad, Originalidad y Elaboración, conocido como *New Directions in Creativity* distribuidos en 5 tomos: Mark A, Mark B, Mark 1, Mark 2, Mark 3, con el objetivo principal de fortalecer el pensamiento divergente de los jóvenes haciendo que fluyan y surjan nuevas ideas para solucionar un problema al sondear, manipular y aplicar experiencias a situaciones diferentes abordadas de manera individual o grupal. Los dos primeros volúmenes están enfocados para uso en la educación inicial y preescolar; y los tres últimos presentan actividades adecuadas para estudiantes que cursan la educación básica primaria y secundaria; las cuales están organizadas por grado y nivel de habilidad progresivo.

El programa cuenta con 24 tipos de actividades clasificadas según el tipo de información que posee cada ejercicio (semántica, simbólica y figurativa) y, la forma en la que se organiza la información, (unidades, clases, implicaciones y relaciones); además el programa ofrece una serie de sugerencias para que los docentes implementen adecuadamente la estrategia, e invita a realizar las modificaciones o adaptaciones necesarias según la población a trabajar, para ampliar las habilidades mentales del estudiante.

Este programa creado por Renzulli va de la mano con lo planteado en el ámbito educativo por Carvalho et al. (2021) quienes presentan una serie de opiniones desde la literatura donde concluyen que es necesario considerar las edades de los estudiantes a la hora de abordar actividades de promoción de la creatividad, ya que cuanto más pequeños son, más generales son sus aprendizajes. Además cita a Braga & Fleith (2018): La creatividad puede estimularse y desarrollarse en los estudiantes, para lo cual es necesario brindar un clima

favorable en el aula y crear oportunidades para que los estudiantes expresen sus habilidades creativas.

Desde la modelación matemática

El Ministerio de Educación Nacional define cinco procesos generales para tener en cuenta dentro de la educación matemática; ente los cuales se encuentra la modelación entendida como:

“Un sistema figurativo mental, gráfico o tridimensional que reproduce o representa la realidad en forma esquemática para hacerla más comprensible. Es una construcción o artefacto material o mental, un sistema –a veces se dice también “una estructura”– que puede usarse como referencia para lo que se trata de comprender; una imagen analógica que permite volver cercana y concreta una idea o un concepto para su apropiación y manejo. Un modelo se produce para poder operar transformaciones o procedimientos experimentales sobre un conjunto de situaciones o un cierto número de objetos reales o imaginados, sin necesidad de manipularlos o dañarlos, para apoyar la formulación de conjeturas y razonamientos y dar pistas para avanzar hacia las demostraciones” (MEN 2003)

Molina (“2017) también la define como la actividad de representar, manipular y comunicar objetos del mundo real con fórmulas y contenidos matemáticos que, en alguna forma, permitan la simulación de procesos complejos que generan hipótesis y sugieren experimentos. Villa-Ochoa (2018) va más allá de la definición y plantea una tipología según el uso que pueda desempeñar la modelación matemática dentro de la investigación en Educación Matemática, observar (tabla 2)

Tabla 2

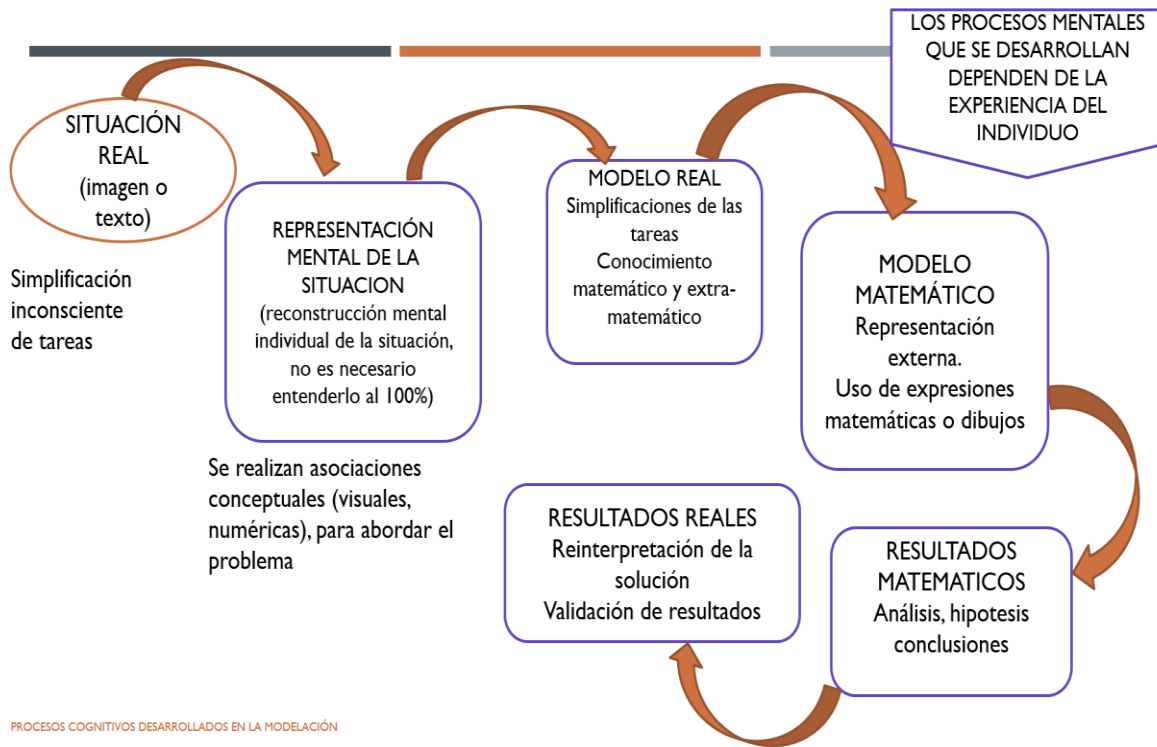
Tipología según el uso de la modelación matemática

<i>CLASIFICACIÓN</i>	<i>USO</i>
	<i>Aprender a modelar</i>
<i>Objeto de estudio</i>	<i>Relación con otros enfoques y teorías</i>
	<i>Comprensión de la modelación</i>
	<i>Enseñar o aprender matemática</i>
	<i>Desarrollar habilidades y competencias</i>
<i>Herramienta o medio</i>	<i>Resolver problemas con o por medio de las matemáticas</i>
	<i>Formación política crítica y democrática</i>
	<i>Conexiones con contextos y otras disciplinas</i>

Guerrero y Mena (2015), haciendo un aporte significativo al estudio de la modelación realizan una descripción de los diferentes procesos cognitivos inmersos en la misma; aclarando que dichos procesos no siempre son lineales, pues dependen del contexto en el que se desarrolla la situación y las experiencias que han formado al individuo. Por lo tanto, los procesos pueden saltarse o ser repetidos una y otra vez hasta que se obtenga una respuesta satisfactoria en cuanto a modelación de una situación se refiere (Ver figura 4).

Figura 4

Procesos cognitivos desde la modelación matemática



En el artículo: “Un panorama de investigaciones sobre modelación matemática en Colombia y Brasil en los años 2015 hasta el 2017”, se hace una indagación frente a las investigaciones desarrolladas en torno a la modelación matemática y el papel que desempeñó en cada estudio, de los dos países. Apoyados en la tipología ofrecida por Villa-Ochoa (2018) este meta-estudio clasifica la modelación como un objeto didáctico en los procesos enseñanza-aprendizaje de las matemáticas y en una segunda clasificación como una representación de fenómenos y su correspondiente estudio, generando situaciones posibles al manipular las variables. Basados en este estudio es posible identificar que la modelación tiene diferentes facetas para ser incluida dentro del aula, según la intención de la investigación; lo que invita a generar nuevas investigaciones orientadas a potenciar dichas facetas.

Acebo y Rodríguez (2020) en su estudio diseñan y validan una rúbrica de evaluación para la modelación matemática. La cual debe ser utilizada cuando se realizan actividades

individuales en el aula. Se establecen cuatro fases o dimensiones con indicadores que permitan valorar las respuestas en una escala de 1 a 4. Ver (figura 5)

Figura 5

Fases o dimensiones en la Modelación Matemática

Fases	Indicadores	1	2	3	4
Formulación	Identifica el problema o situación del mundo real	No se da ninguna declaración del problema	La declaración del problema es difícil de comprender	La declaración del problema es fácilmente identificable, pero no precisa con otras declaraciones	Concisa declaración del problema que indica exactamente cual será el resultado del modelo
	Identifica las partes o datos relevantes del problema para su solución	Todos los datos del problema son considerados relevantes.	Toma algunos datos del problema como relevantes cuando no son.	Identifica algunas de los datos relevantes del problema.	Identifica todos los datos relevantes del problema.
Resolución	Determina variables y parámetros para construir un modelo matemático.	No enlista variables ni parámetros relevantes para construir el modelo matemático.	Enlista variables y parámetros, pero no todos son relevantes para construir el modelo matemático.	Todos los parámetros y las variables que enlista son relevantes, pero faltan otras que también lo son.	Enlista todas las variables y parámetros relevantes para construir el modelo matemático.
	Genera un modelo matemático para representar el problema.	El modelo no se presenta o no representa el problema.	El modelo contiene errores matemáticos significativos.	El modelo se indica, pero contiene errores matemáticos corregibles.	Expresa el modelo matemático correctamente.
	Realiza cálculos y resuelve el modelo matemático.	No realiza cálculos.	Realiza cálculos que no son pertinentes por lo que no llega a resolver el modelo matemático.	Realiza cálculos pertinentes, pero tiene errores que no permiten llegar a resolver el modelo matemático.	Realiza cálculos pertinentes y resuelve el modelo matemático.
Interpretación	Formula explicaciones	No puede explicar el problema.	Reconoce que hay una explicación, pero no puede establecerla.	Ofrece una explicación del problema, pero no es correcta o no está bien fundamentada.	Ofrece una explicación del problema correctamente fundamentada.
	Hace supuestos y reconoce limitaciones	No establece supuestos ni limitaciones.	Establece supuestos o limitaciones, pero no son relevantes para el problema.	Establece supuestos o limitaciones relevantes.	Establece supuestos y limitaciones relevantes.
Validación	Contrasta los resultados con la realidad	No contrasta resultados con la realidad.	Contrasta los resultados con la realidad, pero llega a conclusiones equivocadas.	Contrasta los resultados con la realidad logrando conclusiones secundarias.	Contrasta los resultados con la realidad logrando a conclusiones relevantes.
	Reflexionar sobre otras formas de resolver el problema o desarrollar las soluciones existentes de diferentes maneras	No reflexiona sobre otras alternativas de solución.	Afirma que hay otras alternativas para resolver el problema, pero no las puede enlistar ni detallar.	Enlista otras alternativas para resolver el problema, pero no las detalla.	Enlista y detalla otras alternativas para resolver el problema.

Capítulo Tres: Metodología de la investigación

Metodología Propuesta.

Con el propósito de cumplir el objetivo de “establecer la relación entre la creatividad y la Modelación Matemática en el Colegio Rural José Celestino Mutis, se plantea un diseño de investigación de corte cuantitativo experimental para valorar las relaciones que puedan establecerse entre las variables: estrategia pedagógica, creatividad y modelación matemática; haciendo uso del programa SPSS versión (25).

Variables de la investigación

Para establecer la incidencia de la creatividad en la modelación matemática, se plantearon las siguientes variables:

Variable Independiente:

Estrategia Metodológica de creatividad en un ambiente computacional y que para esta investigación recibe el nombre de: “Estrategia Observa, Piensa y Actúa”.

Variables Dependientes:

Creatividad y desempeño en Modelación Matemática.

Covariables:

Las covariables fueron: (a) el pretest de estrategias de creatividad y (b) el pretest en modelado matemático.

Variable Asociada

El género con dos valores (femenino y masculino)

Diseño de la investigación

Según Sampieri (2014, pág. 145) debe contarse con dos grupos equilibrados por cualquiera de las estrategias recomendadas (asignación aleatoria o por emparejamiento), a quienes se les aplica simultáneamente las prepruebas necesarias; además a uno de los grupos se le aplica el tratamiento experimental y al otro no; logrando así que la variable independiente se encuentre en el estudio dentro de dos niveles: presencia y ausencia. Al finalizar la experimentación se aplica una medición sobre la variable dependiente objeto de estudio.

El diseño se diagrama como se observa a continuación:

RG ₁	O ₁	X	O ₂
RG ₂	O ₃	---	O ₄

Siendo RG₁ Y RG₂, los participantes de los grupos 1 y 2, la X representa el estímulo que se aplica, el O₁ y O₃ la medición inicial a cada grupo y el O₂ y O₄ la medición final realizada a cada grupo participe del experimento.

Este diseño tiene ventajas si se mira desde la aplicación de la preprueba o prueba inicial, pues las puntuaciones obtenidas en ella sirven para control del experimento (que tan adecuada fue la asignación aleatoria); también es útil en el momento de analizar la diferencia de puntuaciones entre el inicio y el final de la experimentación.

Se sugiere que lo que afecte a un grupo, debe afectar al otro de igual manera para mantener la equivalencia entre los grupos; es importante que ningún acontecimiento solo infiera en las actividades de un grupo.

Población y selección de la muestra

La población está conformada por estudiantes de los cursos de grado octavo del colegio rural José Celestino Mutis, ubicado en la zona rural de la localidad de Ciudad Bolívar de la ciudad de Bogotá; con un estrato socioeconómico entre 0,1 y 2 y edades entre los 13 a 18

años, habitantes de la zona rural y urbana de Bogotá cercana al territorio de Mochuelo Bajo donde se encuentra ubicada la institución.

Para conformar la muestra objeto de esta investigación se tomaron los integrantes de dos de los cuatro grupos de la institución para un total de 58 estudiantes. Se realiza un sorteo al ingresar a la sala de cómputo de la biblioteca escolar para definir la participación de cada estudiante dentro de cada grupo (Experimental o de control) y así cumplir lo que indica, Sampieri (2014, pág. 142); cuando se habla de las características de una investigación de corte experimental. Dicha aleatoriedad permite que 30 estudiantes conformen el grupo que interactúa con el ambiente computacional con estrategias y 28 estudiantes conformaran el grupo control; es decir aquellos que interactuaron sin ambiente computacional (sin estrategia). Sin embargo, con el paso de los días el grupo control se redujo a 26 estudiantes debido al retiro de la institución de dos ellos pertenecientes a este grupo.

Entonces, cada grupo establecido por el colegio fue dividido en dos partes iguales, así es posible controlar los estímulos a los que estarán expuestos tanto los estudiantes que estaban dentro del grupo experimental, como los que estarán dentro del grupo control; estos últimos solo tendrán una intervención dentro del marco de la geometría, sin la estrategia computacional de creatividad.

Metodología Análisis de datos

A partir de los resultados obtenidos en la implementación se realiza una base de datos en donde aparecerá ID, nombres y apellidos, genero, estrategia metodológica y la valoración a las actividades relacionadas con las características o fases de las variables dependientes; para creatividad se tienen en cuenta: fluidez, flexibilidad, originalidad y elaboración y para la modelación matemática las fases: formulación, resolución, interpretación y validación. Tanto para el pretest como para el Postest aplicados a los estudiantes de la muestra.

Desde dicha base de datos se realiza el análisis estadístico con el programa SPSS versión 25, teniendo en cuenta los datos faltantes, valores atípicos de la muestra y la eliminación de estos si corresponden. En segunda instancia se revisa el cumplimiento de los supuestos de normalidad, linealidad, homogeneidad para las matrices de varianzas y covarianzas; además de los coeficientes de Pearson para proceder a realizar un MANCOVA FACTORIAL 2 x 2 “Análisis multivariante de covarianza”, para obtener la información necesaria y dar respuesta a las preguntas de investigación planteadas.

Implementación de la investigación

Considerando que esta investigación es de corte cuantitativo con grupo control y experimental con pretest y postest. Se plantea la siguiente organización para la adecuada implementación y alcance de los objetivos propuestos.

Se inicia con la elección de los estudiantes que conforman la muestra, teniendo en cuenta la disponibilidad del aula de tecnología y coincidencia con las clases de matemáticas, para la aplicación adecuada de la estrategia. Apoyados en técnicas de asignación aleatoria se distribuyen los jóvenes en los dos grupos (control y experimental) necesarios en la investigación.

Después de la presentación de los investigadores se realiza la presentación de la investigación, la importancia dentro de la Maestría en Tecnologías de la Información aplicadas a la Educación de la Universidad Pedagógica Nacional, y el objetivo de las actividades preparadas para 12 sesiones de clase de 80 min. aproximadamente.

Aunque los espacios de clase en la institución están organizados en sesiones de 110 minutos se descartan 30 minutos, por cuestiones de desplazamiento de un aula de clase a la sala de tecnología, organización de los estudiantes en la sala, organización de material para la sesión, además de la verificación de funcionamiento de equipos electrónicos tanto al inicio como al final de cada encuentro.

Al tener seleccionados los grupos de estudiantes se procede a implementar las pruebas de TTCT de (Torrance) “pretest” para evidenciar el nivel inicial del potencial creativo o creatividad que poseen los jóvenes. Se implementa y evalúa con la rigurosidad descrita por los autores de la prueba Jiménez et al. (2007). En un segundo momento se aplican las pruebas SABER con un tiempo de 60 minutos para resolver las preguntas relacionadas con modelación matemática según la caracterización dada por el ICFES. Para tomar registro de qué tan competentes son los jóvenes en los procesos de modelación matemática, se solicita realizar todos los apuntes, gráficos y operaciones necesarias en hojas blancas; se evalúa teniendo en cuenta la matriz dada por Acebo y Rodríguez (2020)

En un tercer momento se realiza la implementación de la estrategia, es importante que cada integrante del grupo experimental le sea asignado un computador con acceso a Internet y audífonos para favorecer el rastreo de información que necesitan los investigadores. Haciendo uso de una plataforma educativa como EDMODO, la cual funciona como plataforma institucional en el colegio rural José Celestino Mutis desde el 2020, se establece la comunicación tecnológica con los estudiantes de grado octavo. Allí se dispondrán los recursos, enlaces y demás instrucciones necesarias para el óptimo desarrollo de la investigación y a las cuales tendrán acceso cada individuo según su ritmo de trabajo.

Importante que cada estudiante que participa en el grupo experimental, al iniciar cada sesión cuente con hojas blancas, colores, esferos y demás elementos que les permita escribir, dibujar, crear según las interacciones que se generen en el ambiente computacional: “Observa, Piensa y Actúa”, y así no interferir en el trabajo de sus compañeros. Se valoran las actividades según las baremaciones realizadas para la modelación matemática y la creatividad, antes expuestas.

Mientras los estudiantes pertenecientes al grupo experimental trabajan con el ambiente computacional, el grupo control desarrolla guías de trabajo con los mismos ejercicios de

modelación en hojas blancas y sin interacción con tecnología. Se les solicita que realicen en las hojas todo lo que consideren como acciones para tener en cuenta en la modelación de la situación dada. Es de aclarar que el docente es un guía en el trabajo que desarrollan los estudiantes, acompañando el proceso de descubrimiento, frustración y genialidad que se pueda presentar durante las doce sesiones propuestas, no es adecuado darles respuestas, solo que contra pregunte al estudiante para generar los procesos de metacognición necesarios en los procesos de creatividad y modelación

Al culminar se realizan las pruebas consideradas como Postest de creatividad y de modelación matemática y se evalúan según indicaciones ya descritas. Los resultados obtenidos se organizan en una base de datos y con ayuda del software SPSS, se inicia el análisis de esta para identificar correlaciones si las hay.

Instrumentos utilizados

Test de Torrance Pretest

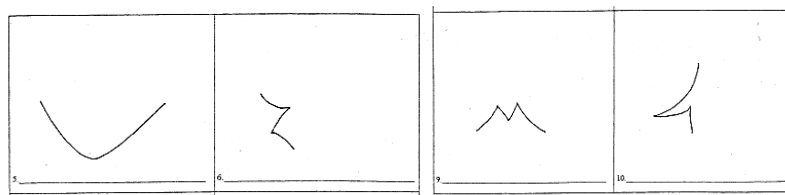
Tiene como objetivo valorar la creatividad de los estudiantes de grado octavo. Dicha prueba cuenta con tres actividades o juegos de tipo gráfico y verbal, que el estudiante debe completar en un tiempo límite de 30 minutos. El ejercicio es implementado y valorado como se solicita en Jiménez. Et al (2007).

Para entender un poco mejor en que consiste el test de Torrance a continuación se describen las tres pruebas del test A. En el Juego 1: componer un dibujo desde un objeto. En este caso desde un trozo de papel de color, que además posee una forma definida, se inicia la composición de un dibujo con los detalles que el estudiante considere necesarios y que esté relacionado con título que le ponga a dicha obra. Esta actividad tiene un tiempo de duración de 10 minutos y permite dar juicios de valor para las características de originalidad y elaboración.

En el juego 2: el estudiante debe completar dibujos a partir de algunos trazos que ya se encuentran en varios rectángulos distribuidos en las hojas. Esta prueba también cuenta con 10 minutos para su aplicación y permite que los jueces emitan valores respecto a las cuatro características de la creatividad de los estudiantes. En la Figura 6 se observan algunos de los objetos definidos en el TTCT.

Figura 6

Trazos de pretest juego # 2

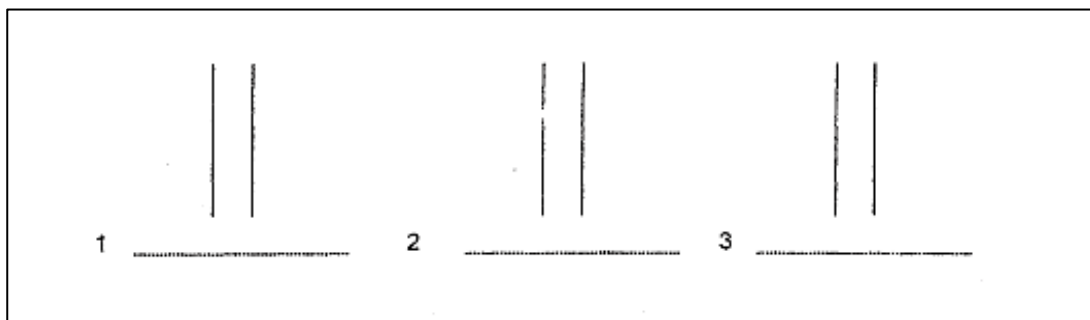


Nota. Desde estos trazos los estudiantes complementan un dibujo

En el juego 3: Los estudiantes deben construir un dibujo a partir del uso de líneas paralelas verticales que se encuentran en la hoja, lo ideal es que utilicen todos los colores que consideren de apoyo para enriquecer su idea. Esta actividad permite valorar todas las características de la creatividad de los jóvenes.

Figura 7

Líneas paralelas



Nota. Cada estudiante debe tener su creatividad activa para realizar dibujos desde las parejas de líneas que permitan evaluar dicho potencial

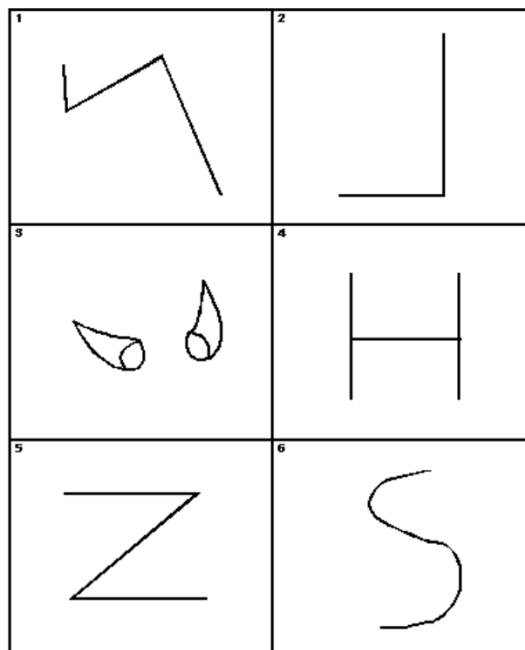
Dicha prueba fue validada para el contexto colombiano por Nopsa y Hernández (2015) con un coeficiente de 0,838 considerado como de alta fiabilidad

Para el posttest se utilizó la prueba adaptada por Ramos (2014), donde se encuentran seis pruebas tres de tipo verbal y tres de tipo gráfico. Cada individuo debe poseer una cartilla o folleto individual con los juegos y cuentan con un máximo de 30 minutos para dar respuesta a todas las actividades propuestas; es decir que tiene exactamente 5 minutos para cada una de ellas.

Juego 1: El estudiante debe completar dibujos a partir de algunos trazos que ya se encuentran en varios rectángulos distribuidos en las hojas ver figura 8. Los jueces podrán emitir juicios en las cuatro características de la creatividad

Figura 8

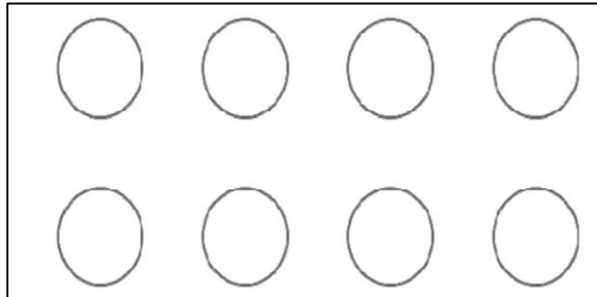
Dibujos a partir de trazos



Juego 2: realizar un dibujo a partir de un círculo como figura principal de la composición. Ver figura 9. Puntuara para las cuatro características.

Figura 9

Dibujos a partir de círculos



Juego 3: A partir de un objeto de su entorno el estudiante genera nuevas ideas.

Puntuara para fluidez y flexibilidad. Ver figura 10.

Figura 10

Lista de juegos

**Ejercicio 3 – Haz una lista de juegos que puedes hacer con una
bottella de plástico de 500cm³**

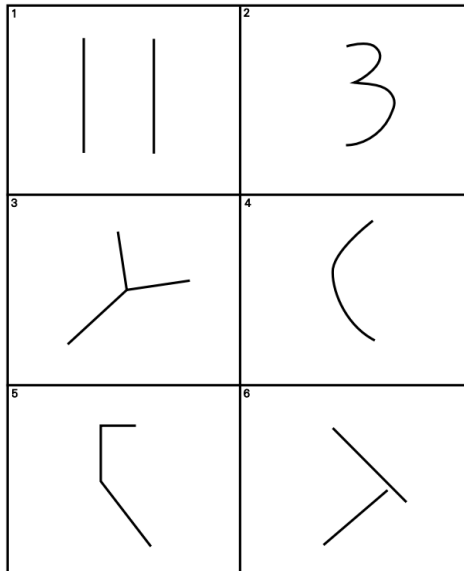
(cuantos más, mejor)

Nota. Los estudiantes realizan en una hoja de su cuaderno un listado de juegos que se puedan realizar con botellas de plástico

Juego 4. Nuevamente se hace una propuesta de completar dibujos sin terminar a partir de unos trazos definidos en varios rectángulos como se observa en la figura 11. Los jueces puntuaran para las cuatro características de la creatividad.

Figura 11

Completar dibujos



Nota. Los estudiantes por medio de los trazos completan lo que para ellos podían ser los dibujos.

Juego 5. A partir de varios cuadrados es necesario construir un nuevo dibujo donde cada cuadrado sea el protagonista, como se observa en la siguiente figura

Figura 12

Completar dibujos

Ejercicio 5 – Haz un dibujo
(con cada cuadrado)

Juego 6

A partir de sus conocimientos se presenta la oportunidad de crear un nuevo deporte, con reglas, pertinencia, rangos de edades para deportistas y atractivo para ser practicado.

Puntuara para flexibilidad, fluidez y originalidad.

Debido a la poca información de la implementación de esta prueba dentro del contexto colombiano se realiza una medición de fiabilidad del instrumento utilizando el alfa de Cron Branch. La validación de dicha prueba se realiza con 10 estudiantes de los grados noveno y se obtiene un coeficiente de 0,841% analizado desde el programa SPSS, en donde se evidencia que tiene una buena respuesta para su aplicación con la población objeto de este estudio.

Prueba de modelación matemática:

Su objetivo es identificar los procesos de modelación matemática que realizan los estudiantes de grado octavo al encontrarse con situaciones problema, Se emplea la prueba Saber de grado 9° 2012 y 2015, con los ejercicios correspondientes a modelación matemática según la clasificación dada por el mismo instituto colombiano para la evaluación de la educación (ICFES). Información que se presenta en la siguiente tabla

Tabla 3

Preguntas prueba Saber 9° 2012

<i>Pregunta</i>	<i>Componente</i>	<i>Afirmación</i>
2	<i>Numérico-variacional</i>	<i>Reconocer relaciones entre diferentes representaciones de un conjunto de datos y analizar la pertinencia de la representación</i>
5 y 6	<i>Numérico-variacional</i>	<i>Identificar características de gráficas cartesianas en relación con la situación que representan</i>
9	<i>Geométrico - métrico</i>	<i>Identificar relaciones entre distintas unidades utilizadas para medir cantidades de la misma magnitud y determinar su pertinencia.</i>

10, 11 Y 12	Geométrico - métrico	Identificar y describir efectos de transformaciones aplicadas a figuras planas.
14,16	Aleatorio	Reconocer relaciones entre diferentes representaciones de un conjunto de datos y analizar la pertinencia de la representación.
15, 34	Numérico- variacional	Identificar características de gráficas cartesianas en relación con la situación que representan.
30	Numérico- variacional	Reconocer el lenguaje algebraico como forma de representar procesos inductivos.
31	Aleatorio	Comparar, usar e interpretar datos que provienen de situaciones reales y traducir entre diferentes representaciones de un conjunto de datos.
40	Aleatorio	Comparar, usar e interpretar datos que provienen de situaciones reales y traducir entre diferentes representaciones de un conjunto de datos.

Nota. Clasificación de preguntas según el pensamiento matemático y su respectivo indicador

Ambiente de aprendizaje

Para la secretaria de Educación (2012) el ambiente de aprendizaje se define como un espacio para que los estudiantes interactúen, bajo condiciones y circunstancias físicas, humanas, sociales y culturales que les permitan siempre tener una intensión formativa haciendo que los niños tengan sus procesos de aprendizajes y se desenvuelvan cada uno en su medio educativo y este haga una transformación en su ser. El que se transforma es el niño

El ambiente computacional para Perla, S (2001) se entiende como una herramienta o un entorno integrado con diferentes elementos que permiten a los estudiantes crear o recrear situaciones que afiancen sus conocimientos y aprendizajes a partir de las herramientas tecnológicas computacionales

A partir de lo anterior desde el ambiente de computacional que se puede obtener con la plataforma educativa de Edmodo y el software en línea Genially, se diseña “Observa, piensa y actúa” como estrategia computacional interactiva que permitirá a los estudiantes incentivar la

creatividad por medio de actividades adaptadas del proyecto “New directions in creativity” MARK 1, MARK2 Y MARK3. Aunque el proyecto cuenta con cinco módulos, se toman estos tres, porque según su autor estos son los más adecuados para las edades en las que se encuentran los integrantes del grupo experimental.

Todos los niños tienen potencial para pensar de manera creativa y pueden mejorar si se proporcionan experiencias que fomenten la imaginación, según lo descrito en el manual diseñado Renzulli (2000); por lo que para el ambiente computacional se adaptaron actividades haciendo uso de los beneficios de las plantillas de Genially con elementos del entorno cercano de los jóvenes tales como: animales de la zona, semillas nativas, lugares del colegio y de su territorio. Lo que permitía tener motivados a los jóvenes como sugiere Allueva, P. (2002). En las tablas 4,5,6 y 7 que aparecen a continuación se encuentra una relación entre las actividades propuestas, el propósito de estas atendiendo a procesos cognitivos y las plantillas utilizadas y ofrecidas por la tecnología desarrollada por el grupo de colaboradores de Genially hasta el primer semestre del 2022.

Tabla 4

Descripción de la estrategia Observa Piensa y Actúa, módulo 1

<i>Módulo 1</i>	<i>Actividades</i>	<i>Propósito</i>	<i>Estrategia</i>
Se perdieron animales del entorno.	Relajación	Concentrar la atención al Trabajo eficiente	Video relajación, adaptado de Mindfulness para líderes
	Observación	Despertar el saber del estudiante en torno a objetos vistos dentro del aula y en su entorno	Rompecabezas, Clasificación de objetos según sus características
	Vocabulario	Recurrir a la memoria para recordar significados y relaciones entre palabras	Enlistar palabras que inicien o terminen con una letra específica; además de estar relacionados con lugares concretos. Sopas de letras y crucigramas que activen la memoria de los jóvenes

Interpretación	Establecer relaciones al buscar palabras	Encontrar sinónimos y antónimos, haciendo uso de imágenes y palabras
----------------	--	--

Tabla 5

Descripción de la estrategia Observa Piensa y Actúa, módulo 2

Módulo 2	Actividades	Propósito	Estrategia
Se perdieron lugares del colegio	Relajación	Concentrar la atención para ser creativo	Video de relajación en torno a la creatividad, adaptado del libro Mindfulness para líderes
	Observación e Interpretación	Relacionar imágenes y palabras con lugares, espacios y profesiones específicas	Armar parejas de imágenes con lugares y profesiones
	Vocabulario	construir significados y relaciones entre palabras	Concebir posibles apellidos de los artesanos según la artesanía construida, basados en la historia de como surgieron los apellidos en el mundo
	Imaginación	Validar diversidad de respuestas ante una situación	Basados en la historia de algunas pinturas importantes, idear nombres para obras geométricas

Tabla 6

Descripción de la estrategia Observa Piensa y Actúa, módulo 3

Módulo 3	Actividades	Propósito	Estrategia
Se perdieron las semillas	Relajación	Concentrar la atención para ser creativo	video de relajación en torno a la resolución de problemas
	producción Textual	Construir relaciones utilizando su saber	producir poemas, rimas y prosas que permitan expresar ideas en torno a un tema
	Imaginación	Validar información que le permita resolver una situación	Renombrar varios objetos según sus nuevas adaptaciones y funciones

Clasificación	Encontrar similitudes entre la información	Armar parejas teniendo en cuenta las características matemáticas propuestas
---------------	--	---

Tabla 7

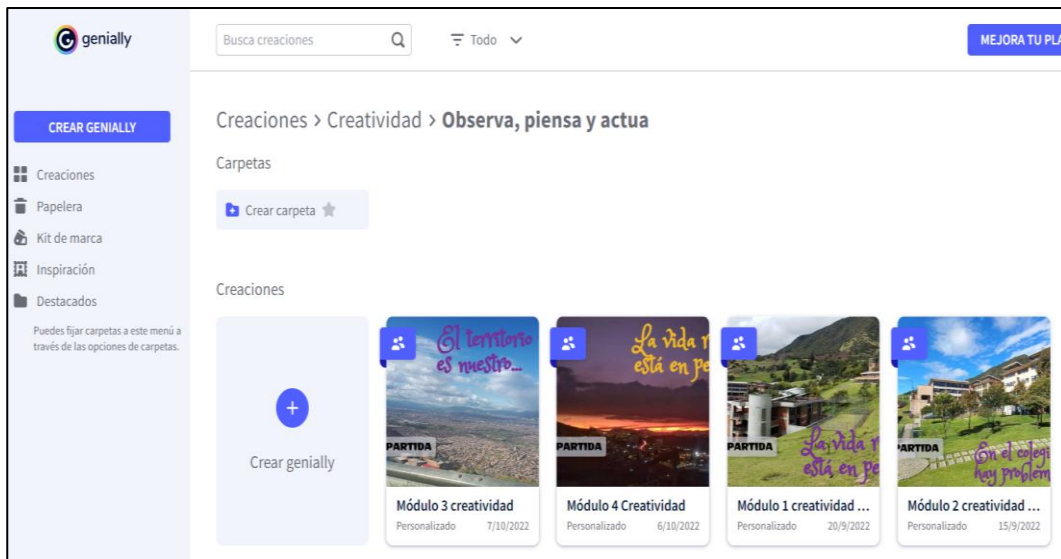
Descripción de la estrategia Observa Piensa y Actúa, módulo 4

Módulo 4	Actividades	Propósito	Estrategia
	Relajación	Concentrar la atención para ser creativo	Video de relajación en torno a la resolución de problemas
	Observación	Desarrollar la habilidad de Observar detalles	Hallar dentro de una ilusión óptica varios objetos
Lugares del territorio rural	Imaginación	Recurrir a la memoria a largo plazo para recordar el cuento de caperucita roja	Escribir la historia de Caperucita roja, pero a través de los ojos del Búho que observo todo lo ocurrido. Además de dibujar el arma que utilizo el cazador para abrir el Lobo
	Vocabulario	Recurrir a la memoria en busca de léxico según la situación	Escribir la mayor cantidad de palabras que cumplan una característica, en el menor tiempo posible
	Creación	Crear nuevas imágenes	A partir de dos objetos crear otras figuras, utilizando traslación de elementos

Todos los módulos se realizaron dentro de las plantillas conocidas como Scape room ofrecidos por el Genially, se ambientaron con fotografías del colegio para que los jóvenes no perdieran el interés y se desconectarán de las actividades propuestas y se utilizaron otras actividades ofrecidas por páginas como educaplay.

Figura 13

Imágenes del ambiente computacional observa piensa y actúa por módulos



Las plantillas utilizadas se adaptaron para recrear una pequeña historia donde los vegetales asesinos son los malvados a derrotar, pues quieren aprovecharse de sus poderes para extraer lugares, animales y alimento de la tierra porque no comprenden la importancia en el planeta. Como se observa en la figura 14,

Figura 14

Imágenes del ambiente observa piensa y actúa



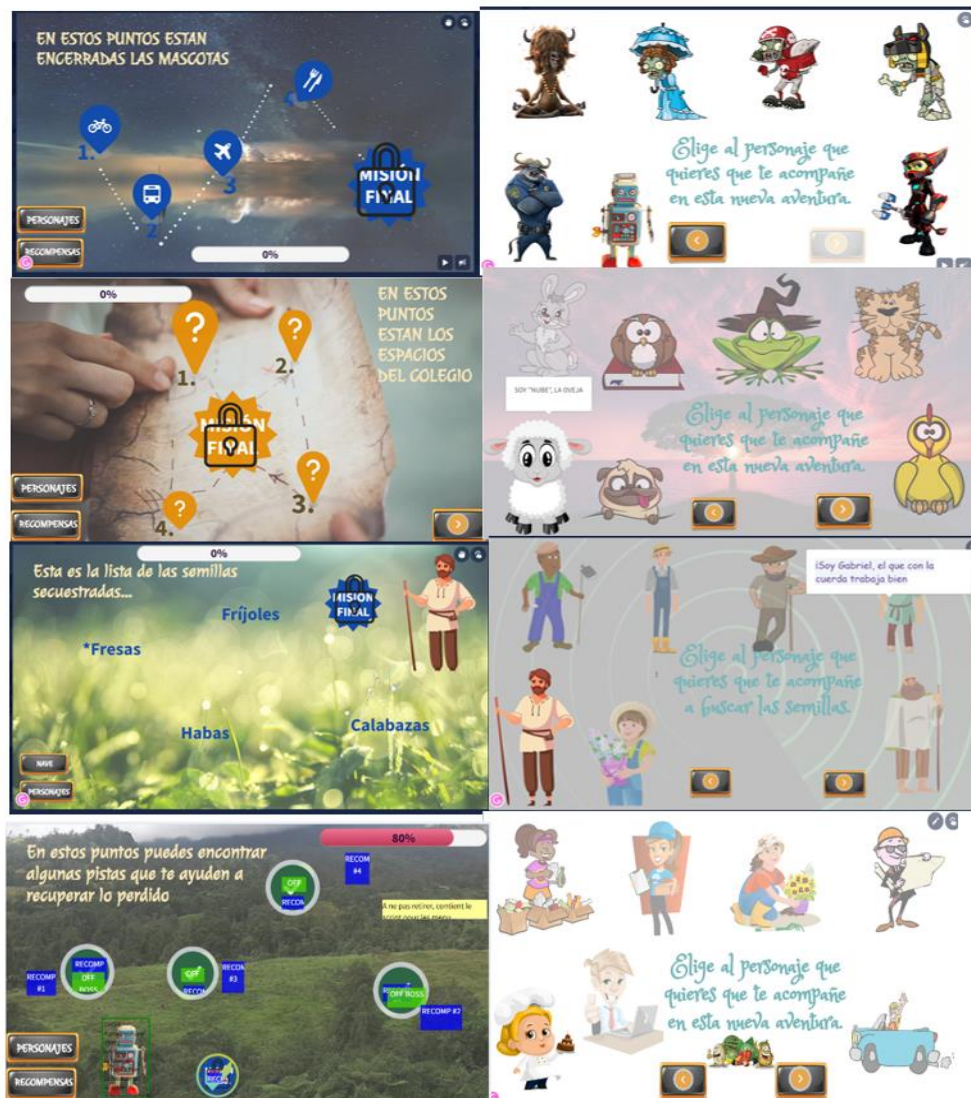
Nota. Cada estudiante interactúa con la interfaz del ambiente computacional el cual maneja diferentes gamas de colores y protagonistas

Dentro del ambiente computacional en cada módulo, los jóvenes tienen la oportunidad de contar con un compañero de aventuras elegido por ellos dentro de una pequeña oferta que

cambiaba al terminar cada pequeña historieta o misión de rescate. Se cuenta con un mapa de navegación que le permite al joven observar el camino que le falta por recorrer, las pruebas que ya ha pasado y los rescates realizados.

Figura 15

Mapas de navegación y compañeros de cada aventura.



Cada estudiante avanza a su ritmo para desarrollar las actividades del módulo, solo que cada vez que rescata un elemento como semillas, lugares o animales según sea el caso, el ambiente lo recompensa con un número que le permite al final del módulo abrir el candado que lo conduce al siguiente nivel del juego. El cual está desarrollado en GeoGebra online.

Figura 16

Desbloqueo siguiente nivel de cada misión



Nota. Siempre son cuatro recompensas que se necesitan para abrir el candado

Figura 17

Al abrir el candado esta es la interfaz que vera el estudiante en GeoGebra online



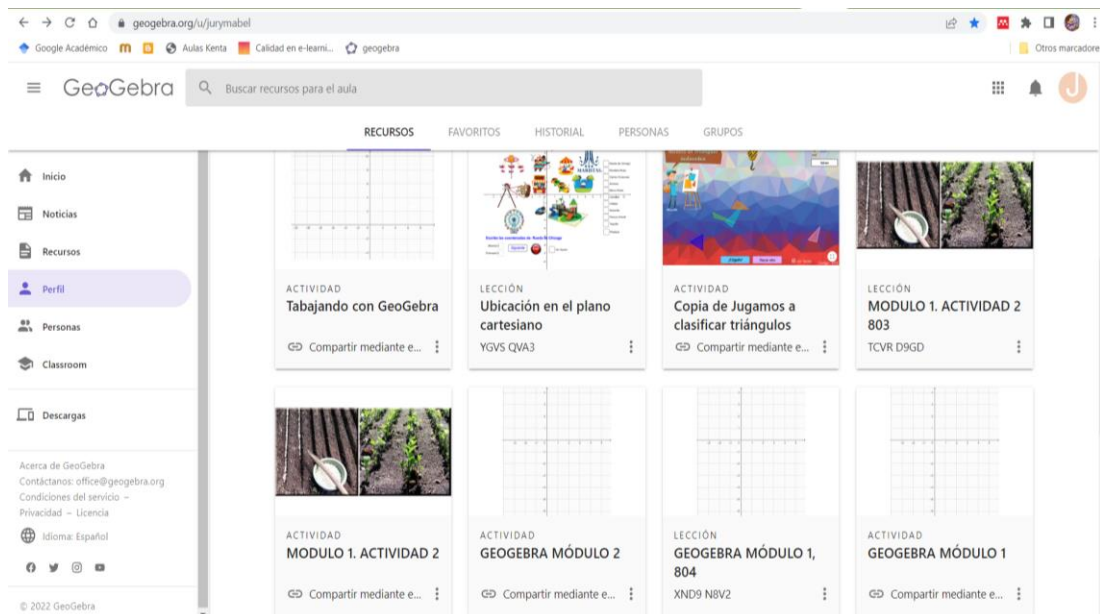
Nota. Los estudiantes deben ingresar sus datos para poder interactuar con la interfaz de GeoGebra

En GeoGebra, los estudiantes encontraran una guía que les da la bienvenida a la plataforma y una breve lectura con indicaciones del trabajo a realizar, continua un video introductorio para activar esos saberes previos de los estudiantes, una sesión de preguntas y manipulación de objetos en aplicación de la plataforma para que ellos generen y comprueben hipótesis; además de conocer herramientas proporcionadas por la plataforma. Y por último una situación que requiere de la modelación matemática, para poder ser analizada.

El seguimiento a los estudiantes se realiza desde el perfil del docente en la misma plataforma, quien tiene acceso en línea y de manera sincrónica a lo que van resolviendo, situación que le permite corregir, resolver dudas y guiar de manera adecuada el proceso. En la figura 18 se pueden ver como desde el perfil del docente se tienen acceso a todas las lecciones y actividades diseñadas para los jóvenes

Figura 18

Lecciones creadas para el seguimiento de las actividades realizadas en GeoGebra

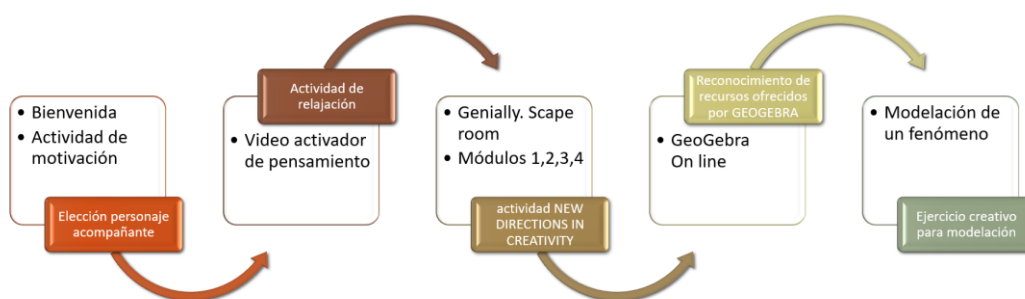


En síntesis, cada módulo con el que interactúa el estudiante perteneciente al grupo experimental tiene la siguiente estructura donde se integran actividades de creatividad y modelación matemática. Y a la cual se le hace seguimiento, utilizando las herramientas computacionales, pero solicitando además siempre el uso de papel blanco y colores para no perder de vista otras posibles respuestas que piensen los estudiantes y que no se materialicen en las respuestas que dan al utilizar la tecnología

Figura 19

Estructura ideada para la estrategia Observa, piensa y actúa.

ESTRUCTURA DE CADA MÓDULO



Debido a la desaparición de la plataforma educativa EDMODO, el pasado 22 de septiembre del 2022, no es posible dar a conocer el ambiente de aprendizaje diseñado para la interacción de los jóvenes con el ambiente computacional. Sin embargo, a continuación, se encuentran los enlaces de cada módulo adaptado para incentivar la creatividad.

Tabla 8

Módulos del ambiente computacional Observa, Piensa y Actúa realizado en Genial.ly

Ambiente Computacional de Genially		
Modulo	Nombre	URL
1	Los animales están en peligro	https://view.genial.ly/6307350e2f41bd00180eaf56/interactive-content-modulo-1-creatividad-jcm

2	En el colegio rural hay problemas	https://view.genial.ly/62ef2877e6ac660012c33a44/interactive-content-modulo-2-creatividad-jcm
3	El territorio rural es nuestro	https://view.genial.ly/62f1dd4ba28a7100110b1179/interactive-content-modulo-3-creatividad
4	La vida rural está en peligro	https://view.genial.ly/6323d366b59ced00107960ab/interactive-content-modulo-4-creatividad

Todos los estudiantes deben modelar situaciones que fueron evaluadas en la prueba PISA, y que corresponden a conceptos de geometría propias del nivel educativo en el que se encuentran los estudiantes de la muestra de esta investigación. Dichos conceptos son: longitud de segmentos, diagonal de un rectángulo, circunferencia, área de una circunferencia y un rectángulo, área lateral de un cilindro, tal como se observa en la figura 20 que se encuentra a continuación.

Figura 20

Situaciones de Modelación Matemática

La siembra directa es aquella que se hace directo en el lugar donde las plantas se van a desarrollar totalmente. Consiste en la siembra debe ser hecha en las líneas, lo que significa sembrar las semillas a través de surcos cuya separación es variable dependiendo de la especie. Una vez que las plantas tengan 10 cm, se deben entresacar las que sobren de manera que queden de 5 a 10 cm, en cada hilera. esta situación funciona para las plántulas de Hierbabuena por ejemplo.

Si se tienen en el colegio 22 plántulas de Hierbabuena, para sembrar en un espacio de la Huerta escolar. ¿Cómo distribuirías las plántulas en los tres surcos designados y cuál sería la distancia de cada surco?

Sarcos en un terreno



Medición de distancia entre plántulas



Tarea 1

1. Escribe con tus palabras ¿Cuál es la pregunta a resolver en la situación?

2. ¿Cómo distribuirías las plántulas en los tres surcos designados y cuál sería la distancia de cada surco?



El mensajero quiere cruzar el patio de la casa que tiene 12 x 8 metros; para dejar el recibo de la energía. En esquinas opuestas del patio están atados dos perros. La cadena que tiene el perro de la esquina inferior izquierda tiene una longitud de 8 metros. Y la cadena del perro de la esquina superior derecha, alcanza una longitud de 6 metros. ¿Puede pasar el mensajero sin que los perros lo muerdan? Haga una construcción geométrica para encontrar un camino recto por el que pueda transitar el cartero sin ser mordido.



Elabora una construcción geométrica que te permita entender y dar la solución a la situación problema en el programa GEOGEBRA. No sin antes contestar las siguientes preguntas que te ayudan a organizar tus ideas.

1. ¿Cuál es la pregunta a resolver en la situación descrita en el enunciado?

Ingresa aquí tu respuesta...



Capítulo Cuatro: Análisis de datos.

El análisis de los datos se establece según los objetivos propuestos, por ello este capítulo se divide en tres secciones donde se expone el análisis estadístico realizado para dar respuesta a cada pregunta planteada para la investigación; a partir de lo obtenido desde el software SPSS versión 25,

Primer interrogante

Teniendo en cuenta que el primer interrogante planteado es: ¿Cuál es el efecto de un ambiente computacional con estrategias de creatividad sobre el desempeño en la modelación matemática?; se realiza el análisis en dos momentos, para cumplir los alcances propuestos en los objetivos específicos 2 y 3.

Momento 1: Determinar la incidencia de la estrategia “Observa, Piensa y Actúa” en el fortalecimiento de la creatividad.

Momento 2. Determinar la incidencia de la estrategia “Observa, Piensa y Actúa” en el desarrollo de la modelación matemática.

Momento 1: incidencia de la estrategia “Observa, Piensa y Actúa” en el fortalecimiento de la creatividad.

Con el propósito de fortalecer la creatividad se plantea la interacción entre el ambiente computacional “Observa, piensa y actúa” incorporando la variable asociada del género y cada una de las características de la creatividad: Fluidez, flexibilidad, elaboración y originalidad al realizar el pretest y el postest.

Los resultados de los contrastes multivariados realizados en el análisis Mancova 2×2 , desde el ambiente computacional (Wilks $\Lambda=0.73$, $F(2, 49)=8.8$, $p=0.001$, $\eta^2=0.265$) afecta significativamente la variable dependiente: Creatividad ($F(1, 50)=9.6$, $p=0.003$, $\eta^2=0.162$).

Para dar claridad en cuál de los grupos se presenta la incidencia en la creatividad se hace un análisis de medias del grupo con estrategia, teniendo en cuenta la covariable Género.

Como resultado, desde el grupo femenino con estrategia existe un incremento de 1,1 en la característica de Fluidez. Dentro de la característica de Flexibilidad un incremento de 1,4. Para la característica Elaboración presenta un incremento de 4,6 unidades y en la Originalidad permite evidenciar un incremento del 3,3. Información que se encuentra en la tabla (9)

Tabla 9

Descriptivos de Género y Creatividad

Ambiente computacional	Genero	Características de creatividad	Pretest			Postest	
			N	M	DE	M	DE
con estrategia	Femenino	Fluidez	15	5,1	0,9	6,2	1,6
		Flexibilidad	15	5,5	1,6	6,9	1
		Elaboración	15	1,9	1,1	6,5	1,2
		Originalidad	15	3,3	2	6,3	2
		Promedio Creatividad	15	4	1,4	6,5	1,5

Desde los participantes del grupo de género masculino los valores de la media en la característica de Fluidez obtuvieron un incremento de 1,1 unidades, desde la característica Flexibilidad existe un incremento de 1,9 para la característica de Elaboración se refleja un incremento de 5,5 y desde la Originalidad un incremento de 6,1 como se puede observar en la tabla (10).

Tabla 10

Datos descriptivos de Género y Creatividad

Ambiente computacional	Genero	Características de creatividad	Pretest			Postest	
			N	M	DE	M	DE
con estrategia	Masculino	Fluidez	15	5,2	0,8	6,1	1,6
		Flexibilidad	15	4,6	0,8	6,5	1,1
		Elaboración	15	1,7	0,9	7,2	1,6

Originalidad	15	2,7	1,2	6,1	1,9
Promedio	15	3,6	0,9	6,5	1,6
Creatividad					

Momento 2. Incidencia de la estrategia “Observa, Piensa y Actúa” en el desarrollo de la modelación matemática.

Con el propósito de desarrollar la modelación matemática, se plantea la interacción entre el ambiente computacional “Observa, piensa y actúa” y la variable asociada de género y cada una de las categorías que conforman la modelación matemática (Formulación, Resolución, Interpretación y Validación) al realizar el pretest y el postest.

Los resultados de los contrastes multivariados realizados en el análisis Mancova, indican que desde el ambiente computacional (Wilks $\Lambda=0.73$, $F(2, 49)=8.8$, $p=0.001$, $\eta^2=0.265$) afecta significativamente la variable dependiente: modelación matemática ($F(1, 50)=8.0$, $p=0.007$, $\eta^2=0.138$).

Para el género femenino en la fase de Formulación se refleja una media de 3,5 constante en las dos pruebas, para Resolución se obtiene un incremento de tan solo dos décimas en las medias del pretest y el postest, desde la fase de Interpretación se identifica un incremento de ocho décimas en la puntuación. Para la fase de Validación el incremento es de cinco décimas, como se observa en la tabla (11).

Tabla 11

Datos Descriptivos del Género Femenino, con estrategia

Ambiente computacional	Genero	Fases de Modelación	N	Pretest		Postest	
				M	DE	M	DE
con estrategia	Femenino	Formulación	15	3,5	1,1	3,5	0,7
		Resolución	15	2,8	1,1	3	0,7
		Interpretación	15	1,7	0,8	2,5	0,5

Validación	15	1,4	0,6	1,9	0,5
Promedio modelación	15	2,4	0,9	2,7	0,6

Para el Género masculino desde la fase de Formulación se tiene una disminución de seis décimas, para Resolución se obtiene un decrecimiento de cuatro décimas, con la fase de Interpretación hay un incremento de 0,7 y en validación también se encuentra un incremento de 0,8. Todos estos datos se encuentran discriminados en la tabla (12).

Tabla 12

Datos Descriptivos de Género Masculino con estrategia

Ambiente computacional	Genero	Fases de Modelación	Pretest			Postest	
			N	M	DE	M	DE
con estrategia	Masculino	Formulación	15	4	1,1	3,4	0,8
		Resolución	15	3,3	1,3	2,9	0,6
		Interpretación	15	1,9	0,9	2,6	0,6
		Validación	15	1,1	0,4	1,9	0,4
		Promedio modelación	15	2,6	0,9	2,7	0,6

Segundo interrogante

Para responder el segundo interrogante: ¿Existe relación entre la creatividad y el desempeño en modelación matemática? Y cumplir con el tercer objetivo propuesto: *Determinar si existe relación entre creatividad y la modelación matemática*. Se plantea una correlación de Pearson entre las variables dependientes (desempeño en modelación matemática, creatividad) y los resultados obtenidos en los pretest al inicio de la investigación, las cuales se toman como covariables.

Teniendo en cuenta que Hernández y Fernández (2006) sugieren diferentes intervalos de interpretación para la correlación se adoptan los mismos para esta investigación. En la tabla 13 que aparece dicha relación.

Tabla 13.

Intervalos de Correlación

Coeficientes de Correlación	
-0.90 = correlación negativa muy fuerte	+0.10 = correlación positiva muy débil
-0.75 = correlación negativa considerable	+0.25 = correlación positiva débil
-0.50 = correlación negativa media	+0.50 = correlación positiva media
-0.25 = correlación negativa débil	+0.75 = correlación positiva considerable
-0.10 = correlación negativa muy débil	+0.90 = correlación positiva muy fuerte
0 = no existe correlación alguna entre las variables	

Los resultados presentados en el SPSS, al relacionar las variables dependientes y las covariables; evidencian correlaciones significativas positivas, pero débiles ($r < 0.4$). tal como se observa en la tabla 14.

Tabla 14

Correlaciones

		DESEMPEÑO MODELACION	CREATIVIDAD
CREATIVIDAD PRETEST	Correlación de Pearson	0,123	0,211
	Sig. (bilateral)	0,366	0,119
MODELACION PRETEST	Correlación de Pearson	0,115	,391**

Sig. (bilateral)	0,399	0,003
------------------	-------	-------

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral) según resultados obtenidos del programa estadístico SPSS.

Además; se realiza una correlación entre las variables dependientes y la variable asociada Genero, para revisar en cuál de los grupos se hace más presente la correlación encontrada en el análisis anterior. Se evidencia correlaciones significativas, pero débiles ($r < 0.5$) entre las variables dependientes y las covariables, tal como se observa en la tabla 15.

Tabla 15

Correlaciones según Genero

GENERO	VARIABLES		DESEMPEÑO MODELACION	CREATIVIDAD
Femenino	CREATIVIDAD PRETEST	Correlación de Pearson	0,044	0,174
		Sig. (bilateral)	0,846	0,437
	MODELACION PRETEST	Correlación de Pearson	,498*	,438*
		Sig. (bilateral)	0,018	0,042
Masculino	CREATIVIDAD PRETEST	Correlación de Pearson	0,082	0,207
		Sig. (bilateral)	0,645	0,241
	MODELACIÓN PRETEST	Correlación de Pearson	-0,049	,396*
		Sig. (bilateral)	0,783	0,021

* La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Tercer Interrogante

Para culminar con los análisis y dar respuesta al tercer interrogante: ¿Existe diferencia significativa en el desarrollo de la creatividad entre estudiantes mujeres y hombres, cuando interactúan en un ambiente computacional con estrategias de creatividad?, se plantea un Mancova factorial descrito a continuación.

En primer lugar, se validó la base de datos respecto a valores perdidos y datos atípicos. Se comprueba que no hay datos perdidos. Se verificó, la distancia de Mahalanobis (Tabachnick

y Fidell, 2007) con un valor $P < .001$, lo permite concluir que no hay valores atípicos de manera multivariada.

En segundo lugar, se verificó el cumplimiento de los supuestos de normalidad, linealidad, homogeneidad de las matrices de varianza – covarianza y la homogeneidad de los planos de regresión. Las variables dependientes asumen una distribución normal de acuerdo con los índices de asimetría y curtosis propuestos por Trochim y Donnelly (2006), en los dos grupos de la variable ambiente computacional (con estrategia y sin estrategia). los valores de asimetría y curtosis oscilan entre $-.553$ y -1.407 ; y en los dos grupos de la variable género (femenino y masculino), los valores de asimetría y curtosis oscilan entre -0.284 y $-1,624$. La prueba M de Box con valores ($F(9, 5208,201) = 1,359, p = 0.201$). siendo p el valor de significancia es posible asumir que las matrices de varianza - covarianza son homogéneas.

Se verificaron los planos de regresión, mediante el Lambda de Wilks Λ , evidenciando que la interacción entre las variables independientes (ambiente computacional y género) y las covariables (pretest de creatividad y pretest de modelación) no es significativa. Pretest de creatividad (Wilks $\Lambda = 0.94, F(6, 88) = 0.42, p = 0.861, \eta^2 = 0.28$), y pretest de modelación matemática (Wilks $\Lambda = 0.86, F(6, 88) = 1.07, p = 0.384, \eta^2 = 0.68$).

De igual manera, luego de comprobar el supuesto de linealidad, los coeficientes de correlación de Pearson y cumplidos los supuestos, se realiza un análisis Mancova factorial 2×2 . La tabla 16 presenta el resumen de los estadísticos descriptivos de los grupos de estudiantes que trabajaron en el ambiente computacional (con estrategia y sin estrategia), considerando la variable asociada género.

Tabla 16

Promedios obtenidos en las variables dependientes

Ambiente computacional	Género	Creatividad			Desempeño Modelación Matemática	
		N	M	DE	M	DE
Con estrategia	Mujer	15	6,5	1,1	2,7	0,5
	Hombre	15	6,5	1,4	2,7	0,4
Sin estrategia	Mujer	7	5,4	0,4	2,4	0,5
	Hombre	19	5,2	0,9	2,1	0,6

Los resultados de los contrastes multivariados del análisis Mancova indican que el ambiente computacional (Wilks $\Lambda=0.73$, $F(2, 49) = 8.8$, $p=0.001$, $\eta^2=0.265$) afecta significativamente las variables dependientes: La creatividad ($F(1, 50) = 9.6$, $p=0.003$, $\eta^2=0.162$) y el desempeño en la modelación matemática ($F(1, 50) = 8.0$, $p=0.007$, $\eta^2=0.138$). Es de resaltar que la interacción afecta en mayor medida al grupo que trabajo con estrategia de creatividad ya que se evidencian mejores promedios (ver figuras 21 y 22).

Respecto al género no afecta de forma significativa las variables dependientes (Wilks $\Lambda=0.95$, $F(2, 49) = 0.15$, $p=0.324$, $\eta^2=0.057$). De igual manera, se evidencia que la interacción entre el ambiente computacional y el género no afecta significativamente las variables dependientes (Wilks $\Lambda=0.98$, $F(2, 49) = 0.42$, $p=0.656$, $\eta^2=0.017$).

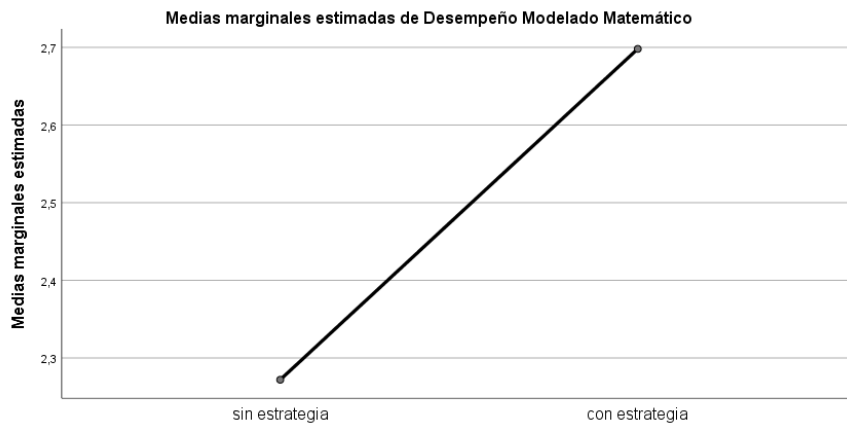
Figura 211

Efecto del ambiente computacional sobre la creatividad



Figura 22

Efecto del ambiente computacional sobre el desempeño en modelación matemática



Capítulo Cinco: Interpretación y Discusión de Resultados

Este estudio tiene como propósito establecer la relación entre la Creatividad y la Modelación Matemática que puede presentarse en los jóvenes de grado octavo. En este sentido se organiza el capítulo según las tres preguntas orientadoras de la investigación, para poder contrastar los resultados de los análisis estadísticos con el marco teórico y los antecedentes abordados en capítulos anteriores, de tal manera que sea posible afirmar o negar las hipótesis planteadas.

Efecto de un ambiente computacional con estrategias de creatividad sobre el desempeño en la modelación matemática.

A partir de los resultados estadísticos obtenidos en la investigación, se divide en dos partes la discusión de la incidencia:

Primera parte: Incidencia del ambiente “Observa, piensa y actúa” en la creatividad

Los resultados de los contrastes multivariados realizados en el análisis Mancova 2×2 , desde el ambiente computacional (Wilks $\Lambda=0.73$, $F(2, 49)=8.8$, $p=0.001$, $\eta^2=0.265$) muestran que afecta la variable dependiente: Creatividad ($F(1, 50)=9.6$, $p=0.003$, $\eta^2=0.162$).

Esto indica que existe un efecto positivo de la estrategia “observa, piensa y actúa” en la creatividad presentada por los jóvenes de grado octavo del colegio rural de Bogotá. Situación que reafirma lo expresado por De Bono (1994) la creatividad en el ser humano no es cuestión de suerte, es una habilidad que se puede cultivar y desarrollar, Renzulli trabajó bajo esta premisa con su propuesta *New Directions in Creativity*, y esta investigación adaptó dichas ideas en la estrategia computacional “Observa, Piensa y Actúa”, lo que permite tener una similitud con la investigación llevada a cabo por Allueva (2002) en el Perú donde gracias a la implementación de sesiones de trabajo guiadas se produjo incremento en la creatividad de la población.

Aunque los resultados obtenidos en las dos investigaciones no son concluyentes, si es posible visualizar un camino para el desarrollo de la creatividad en la escuela y se invita a continuar la investigación en dicho campo. Tal como lo propone Cemades (2008) quien invita a que se piense en metodologías que desarrollen el pensamiento creativo de los niños a través de la búsqueda de soluciones a problemas que no tengan una única respuesta, permitiendo que indaguen sobre sus conocimientos, saberes y pensamientos; lo que permite abrir caminos para enseñar matemáticas.

Segundo momento: Incidencia del ambiente “Observa, piensa y actúa” en la modelación.

Los resultados de los contrastes multivariados realizados en el análisis Mancova, indican que desde el ambiente computacional (Wilks $\Lambda=0.73$, $F(2, 49)=8.8$, $p=0.001$, $\eta^2=0.265$) afecta significativamente la variable dependiente: modelación matemática ($F(1, 50)=8.0$, $p=0.007$, $\eta^2=0.138$).

Esto quiere decir que la estrategia tuvo un efecto positivo sobre el desarrollo de la modelación matemática en los jóvenes, lo que va de la mano con lo propuesto en la investigación de Rivera Quiroz (2016) quien concluye que los estudiantes deben tener una educación equilibrada de teoría y práctica para ser capaces de relacionar fenómenos de su entorno con ecuaciones matemáticas entendidas como modelación.

Los resultados de los dos momentos anteriores permiten negar la primera hipótesis planteada para la investigación: “No existe efecto de la estrategia de creatividad sobre el desempeño de modelación matemática”

Relación entre la creatividad y modelación matemática

La incidencia de la creatividad en la modelación es evidente teniendo en cuenta los datos presentados en la tabla 14. En la cual se expone la correlación entre las variables dependientes: modelación y creatividad; y los resultados de los posttest considerados como

covariables; donde el coeficiente de correlación es significativo, pero bajo ($r < 0.4$). Esto quiere decir que las variables medidas en este estudio sí crecen dentro del trabajo propuesto, pero cada una de ellas a ritmos diferentes según los datos obtenidos al aplicar la estrategia: “Observa, Piensa y Actúa”.

Esta situación se analiza con mayor detenimiento a partir de los promedios de las variables dependientes y el número de semanas en las que fue aplicada la estrategia, con el propósito de encontrar una función matemática que modele el crecimiento de dichas variables dentro de la muestra. Para ello se utiliza el software ofimático EXCEL y se obtienen las figuras 23 y 24. Donde el modelo describe el crecimiento de la creatividad por medio de una función potencial $y = 3,9665x^{0,288}$ con un coeficiente de correlación $R^2 = 0,8145$ y para la modelación una función cuadrática $y = 0,3214x^2 - 1,87x + 4,12$ con un coeficiente de correlación $R^2 = 0,8948$ lo que afirma que existe un crecimiento en diferentes ritmos por que los modelos no son iguales.

Figura 23
Modelo para Creatividad

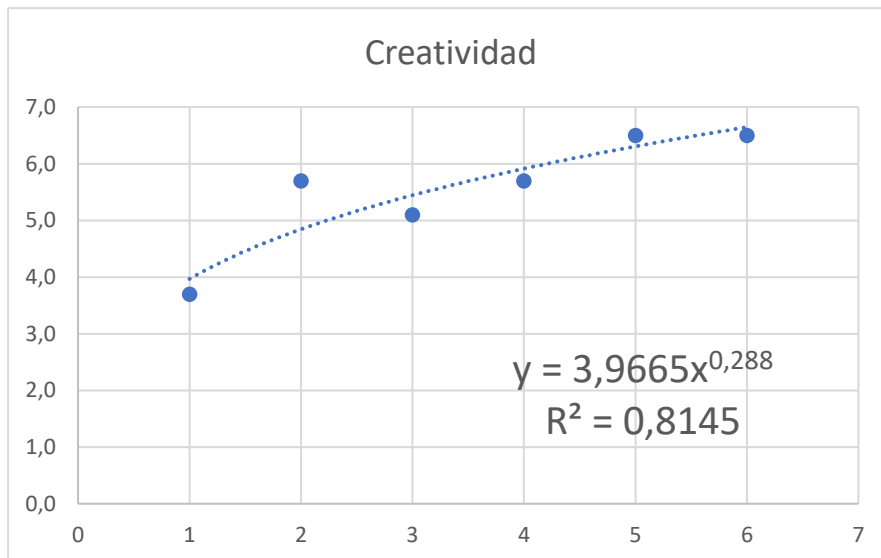
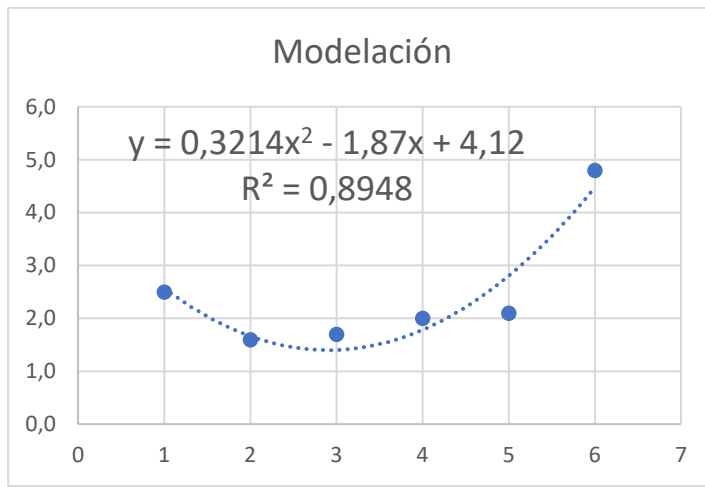


Figura 24

Modelo para el desarrollo de la Modelación Matemática



Nota. La semana 1 es el estado inicial del estudiante, que para la investigación fue valorada desde el pretest y la semana 6 es el post test o la valoración final.

A partir de estos modelos matemáticos se pretende estimar el tiempo requerido para que el grupo experimental llegue a valores máximos de desempeño en las características de la creatividad y mejore significativamente en las fases de la modelación matemática. Gracias al modelo potencial y al cuadrático, se estima que con un trabajo de 24 semanas es posible lograr un máximo de creatividad en los estudiantes y así obtener mejores resultados en la modelación matemática.

En pocas palabras, se estima que al aplicar la estrategia de observa, piensa y actúa durante un mayor número de semanas es posible fortalecer al máximo el potencial creativo de cada estudiante y este lo lleve a obtener un mejor desempeño en la competencia de modelación matemática.

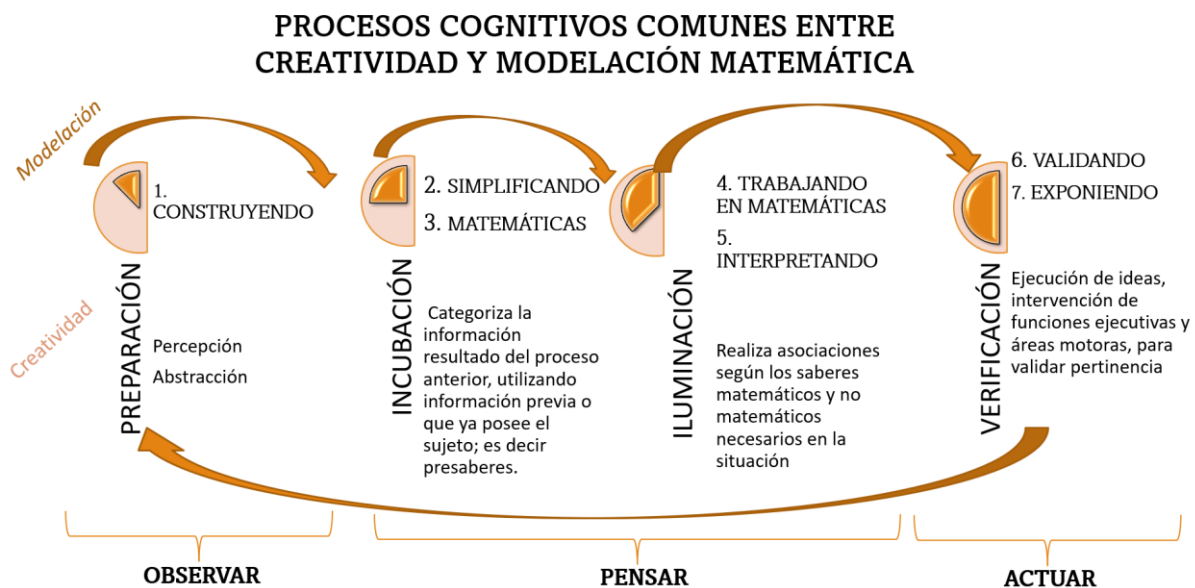
Además, se considera que existe correlación entre las dos variables dependientes de la investigación, ya que desde la teoría es posible identificar funciones cognitivas que son semejantes y que pueden agruparse según sus características.

La creatividad abarca 4 etapas generalizadas según De Bono (1994): Preparación, Incubación, Iluminación y verificación. Y se considera que la modelación matemática requiere de siete fases: 1. construyendo, 2. simplificando, 3. matemáticas, 4. trabajando en matemáticas, 5. interpretando, 6. validando y 7. exponiendo. Según (Guerrero y Mena, 2015).

Neisser (1967), define los procesos cognitivos como una serie de operaciones mentales y funciones cognitivas que transforman la información captada por el sistema sensorial, para obtener un conocimiento o acción. A partir de esta definición se hace posible trazar una propuesta de integración de procesos y funciones cognitivas comunes entre creatividad y modelación matemática; donde Observar, Pensar y Actuar integran todos los procesos como se describe a continuación. Ver figura 25.

Figura 25

Procesos cognitivos comunes entre creatividad y modelación matemática



Sánchez, M. (1995) define la observación como un proceso que fija la atención en un objeto o situación para identificar sus características; Dicho proceso contempla dos momentos esenciales: el primero de ellos permite abstraer información a través de los sentidos y se

conoce como observación concreta y el segundo momento permite que se haga una reconstrucción mental de la situación o del objeto a través de la observación abstracta al nombrar las características encontradas en el primer momento de la observación.

Las funciones cognitivas de los procesos desarrollados en la observación son similares con los que se desarrollan dentro de la primera fase de modelación y creatividad conocidas como: Construyendo y Preparación, respectivamente.

Ahora bien, Pensar es una función cognitiva que, según Mejía Quintero, E., & Escobar Melo, H. (2012). Es la capacidad de analizar la información, ordenarla, clasificarla, compararla, para ser evaluada, lo que les permite obtener ideas, que les permite resolver cualquier tipo de problema o necesidad.

Así mismo en su artículo cita a Santrok (2001) quien define el pensamiento como una habilidad para poderse manipular y transformar toda información, y que esta llegue a la memoria del individuo para así poder ser pensadores críticos, creativos; con más bases para resolver problemas y adquirir conocimientos cada día más complejos.

En consecuencia, de las dos definiciones anteriores estos investigadores relacionan el pensar con los procesos de categorizar la información resultado del proceso anterior, utilizando información previa o que ya posee el sujeto; es decir presaberes. Y el realizar asociaciones según los saberes matemáticos y no matemáticos necesarios en la situación. Funciones cognitivas de los procesos de Incubación e Iluminación de la creatividad y de los cuatro procesos de Modelación matemática: Simplificando, Matemática, trabajando en Matemáticas e Interpretación.

Actuar no es otra cosa que llevar a la práctica lo planificado durante el proceso creativo y de modelación matemática, aun cuando de este último proceso no se obtengan los resultados esperados y deba reiniciarse cada proceso para encontrar nuevas ideas que al ser implementadas permitan llegar a una respuesta positiva según lo solicitado.

Las tres fases en las que se condensa esta investigación: “Observar, pensar y actuar” también pueden estar ligadas a la inteligencia, desde la teoría Triárquica desarrollada por Sternberg, quien la describe como:

La inteligencia muestra tres formas: analítica, creativa y práctica. La inteligencia analítica hace referencia a la capacidad de analizar, juzgar, evaluar, comparar y contrastar. La inteligencia creativa consiste en la capacidad de crear, diseñar, inventar, originar e imaginar. La inteligencia práctica se centra en la capacidad de utilizar, aplicar, instrumentar y poner en práctica. Sternberg, R (1986, 2004, 2010a, b; 2011a, b)

Todo lo anterior permite negar la segunda hipótesis planteada en esta investigación: No existe relación entre el desarrollo de la creatividad y el desempeño en la modelación matemática.

Relación género vs. Creatividad

Los resultados estadísticos obtenidos en el Mancova 2 x 2, descritos anteriormente permiten realizar las siguientes discusiones.

El género no afecta de manera significativa el desarrollo de la creatividad y la modelación matemática; dado que desde el análisis estadístico se obtuvo (Wilks $\Lambda=0.95$, $F(2, 49) = 0.15$, $p=0.324$, $\eta^2=0.057$).

Esto quiere decir que ni la creatividad, ni la modelación matemática se ven afectadas por el género. Tal como lo describe Mohamed (2006) y Jo (2009).

2. La interacción entre el ambiente computacional y el género no afecta significativamente las variables dependientes creatividad y modelación matemática; dado que en el análisis estadístico del Mancova 2 x 2 se obtiene: (Wilks $\Lambda=0.98$, $F(2, 49) = 0.42$, $p=0.656$, $\eta^2=0.017$).

Esto quiere decir que tanto el género masculino y femenino puede interactuar con el ambiente computacional y ese no afecta de manera significativa los resultados en el fortalecimiento de la creatividad y el desarrollo de la modelación matemática.

Chacón, Y. (2005) citando la investigación de Monreal (2000) indica que existen datos donde se muestra una superioridad creativa de los hombres sobre las mujeres; aunque no hay evidencias claras y definitivas del porque se dan dichos resultados, es posible pensar que se obtienen por la falta de equidad en investigaciones que involucren ambos géneros.

Chacón propone realizar investigaciones que permitan desmentir o afirmar la diferencia entre géneros al medir la creatividad. Aunque los resultados del Mancova 2x2 realizados y expuestos en el capítulo anterior no son concluyentes, es posible afirmar que, para el grupo muestral de esta investigación, no existe una diferencia significativa en los géneros al medir la creatividad.

Lo anterior permite afirmar la hipótesis: No existe diferencia significativa al interactuar con un ambiente computacional con estrategia de creatividad en el desarrollo de la creatividad entre hombres y mujeres.

Capítulo Seis: Conclusiones generales

En este capítulo se realizan las conclusiones a partir de los objetivos y preguntas planteadas para el desarrollo de esta investigación; además de ideas para indagaciones futuras

Adaptación estrategia

La presente investigación realiza una adaptación de algunas de las actividades que conforman la propuesta del manual MARK 1,2, y 3 diseñada por Renzulli, para luego ser ambientadas en las plantillas diseñadas por el sitio web Genial.ly/es. El proceso inicia a partir de la traducción al castellano de los manuales para identificar las actividades más adecuadas según el tipo de población que conforma el grupo muestral de la investigación, ya que los manuales originales están propuestos en Ingles para su uso a nivel internacional. En un segundo momento las actividades elegidas se adaptan haciendo uso de la Tecnología que proporciona la Web, para culminar con la implementación de estas en el grupo experimental.

Teniendo en cuenta que Genially en la versión premium que tenemos para esta investigación, permite construir e interactuar con la comunidad a nivel internacional; por medio de las creaciones públicas y hace que estas sean reutilizables en cualquier parte del mundo, es posible que cualquier docente pueda acceder a la estrategia y aplicarla o adecuarla según las necesidades y edades de la población. La Estrategia “Observa, Piensa y Actúa” aunque fue creada dentro del plan Pro para educadores, es pública para toda la comunidad para ser reutilizada en futuras investigaciones que tengan como propósito incentivar la creatividad o en las sesiones de clase donde el docente este interesado por este tema.

Ambiente Computacional-Creatividad-Modelación Matemática

El ambiente computacional afecta significativamente la creatividad y la modelación matemática, según los resultados obtenidos en el análisis estadístico.

Lo anterior permite afirmar que en la escuela es posible desarrollar la creatividad y la modelación matemática, utilizando estrategias medidas por las TIC, y trabajar sesiones guiadas según las necesidades por edad y nivel educativo de los estudiantes como lo propone Allueva (2002); además de realizar la integración de teoría y práctica de conceptos matemáticos, con diferentes enfoques y contextos. Rivera Quiroz (2016) y Torres Soler (2017). Todo lo anterior abre el camino para que se propongan nuevas metodologías en el aula que concienticen a los estudiantes frente a la importancia de la apropiación de los conceptos matemáticos, los cuales deben integrarse para comprender y predecir los fenómenos que le rodean.

Se invita también a que se reflexione frente a los procesos cognitivos que se desarrollan en la creatividad y en la modelación para continuar investigando en la implementación de estrategias asociadas a las TIC, que fortalezcan habilidades y competencias como lo expresan los docentes en la investigación de Cuetos (2020), de tal manera que pueda incentivarse el trabajo en el aula con poblaciones rurales donde la tecnología no hace parte al 100% de su entorno, ni de sus costumbres diarias y así cerrar poco a poco la brecha educativa con la población urbana.

Modelación matemática y Creatividad

El análisis correlacional de esta investigación muestra una relación significativa baja entre las variables dependientes modelación matemática y creatividad. Lo que implica que, al fortalecer la habilidad, no se influye directamente y en la misma proporción el desarrollo de la competencia de modelación, aunque si exista un cambio positivo en las dos variables.

Desde la literatura se evidencia una similitud entre procesos cognitivos que se consideraron por los autores de esta investigación dentro de tres fases: Observar, Pensar y Actuar, que puede estar relacionados también con la teoría Triárquica desarrollada por Sternberg; se invita a que se generen más estudios que tengan en cuenta esta relación desde los procesos cognitivos comunes.

Además, se debe tener en cuenta que el tiempo es un factor que debe considerarse con mayor importancia dentro del estudio para obtener un cambio significativo en la muestra; entonces se plantea un modelo matemático que estima un trabajo de por lo menos veinticuatro (24) semanas para fortalecer al máximo la creatividad y desarrollar con mayor asertividad las fases de la modelación matemática. Por otra parte, se recomienda ampliar la muestra para que los resultados de la investigación sean más concluyentes.

En este estudio los jóvenes no pudieron culminar con éxito todas las fases relacionadas con modelación matemática, se puede inferir que esto ocurre porque no se ejecutan de manera adecuada todas las actividades cognitivas relacionadas con esta competencia tal como lo describen Guerrero y Mena (2015), lo que impide que todas las fases de la modelación propuestas por Acevo y Rodríguez (2020) se desarrollen adecuadamente. Entonces podría decirse que el estudiante no es competente, porque no construye un conocimiento verdaderamente sólido. D'Amore et al (2010). Y se invita a que se sigan generando en el aula situaciones que inviten al estudiante a reflexionar sobre sus conocimientos en matemáticas como lo propone Pantoja et al (2013).

Creatividad-género

Para esta investigación, no se obtienen diferencias significativas que permitan afirmar que se desarrolla más la creatividad en un género o en otro. Situación que difiere de investigaciones como la de Esparza M. y otros (2015), y Chacón, Y. (2005) citando la investigación de Monreal (2000) quienes indican que existen datos donde se muestra una superioridad creativa de los hombres sobre las mujeres.

No obstante, para Mohamed (2006) y Jo (2009) en sus estudios al analizar las diferencias de género en la creatividad, también obtienen resultados no significativos en el desarrollo de la creatividad situación que se asemeja a los resultados obtenidos en esta investigación.

Se invita a continuar realizando indagaciones que permitan comprender si hay diferencias o similitudes en los procesos cognitivos que desarrollan cada uno de los géneros al momento de desarrollar actividades creativas.

Implicaciones para investigaciones futuras

Aunque en esta investigación hay aportes a la relación creatividad, modelación matemática y género, es necesario revisar otras variables asociadas como: inteligencia, motivación, estilos de aprendizaje, estilos cognitivos entre otros, para nutrir la correlación que se pueda presentar entre variables.

Se hace necesario continuar con el debate frente a como interactuar dentro del aula, con la tecnología y situaciones matemáticas que permitan apropiar los conocimientos matemáticos de los estudiantes, fortaleciendo su creatividad.

En la revisión de antecedentes se encuentran pocos estudios en el contexto colombiano sobre modelación matemática, lo que invita a continuar realizando investigaciones en esta rama de las matemáticas dado que sus resultados pueden influir de manera positiva en el aprendizaje de los estudiantes, a la comprensión de conceptos matemáticos, lo que puede conducir a una mejora del desempeño en las pruebas estandarizadas y cambiar los resultados que hasta hoy nos representan a nivel internacional.

Referencias

- Acebo G, Claudia J. Rodríguez G, Ruth. Diseño y validación de rúbrica para la evaluación de modelación matemática en alumnos de secundaria. *Revista Científica CIDC* 40(1), 13-29. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. 2021.
- Allueva, Pedro (2002). Desarrollo de la creatividad: Diseño y evaluación de un programa de intervención. *Persona*, (5),67-81. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=147118132003>
- Aranguren, M. (2015). Influencia del conocimiento previo sobre el test de pensamiento creativo de Torrance. *International Journal of Psychological Research*, 8(2), 75-89.
- Arrieta, J (1993). Las prácticas sociales de modelación como procesos de matematización en el aula
- Arroyo Herrería, F. (2019). Revolución tecnológica: la era de las competencias blandas.
- Blum, W., & Ferri, R. B. (2009). Mathematical modelling: Can it be taught and learnt? *Journal of mathematical modelling and application*, 1(1), 45-58.
- Boden, M. (1994). La mente creativa: Mitos y mecanismos. Barcelona: Gedisa.
- Busso, M., Bassi, M., Urzua, S., & Vargas, J. (2012). *Desconectados: habilidades, educación y empleo en América Latina*. Inter-American Development Bank.
- Cemades R, Inmaculada (2008) Desarrollo de la creatividad en Educación Infantil.
Revista de Creatividad y Sociedad
- Carvalho, T. de C. M, Fleith, D. S. y Almeida, L. S. (2021). Desarrollo del pensamiento creativo en el ámbito educativo. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 17(1), 164-187. <https://doi.org/10.17151/rlee.2021.17.1.9>
- Colombia. Secretaría de Educación de Bogotá. (2012). Ambientes de aprendizaje para el desarrollo humano. Vol. 3. Recuperado de http://www.redacademica.edu.co/archivos/redacademica/colegios/curriculo/final_cartilla_volumen3_web. Pd

- Cuetos Revuelta, M. J., Grijalbo Fernández, L., Argüeso Vaca, E., Escamilla Gómez, V., y Ballesteros Gómez, R. (2020). Potencialidades de las TIC y su papel fomentando la creatividad: percepciones del profesorado. RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 23(2), pp. 287-306. doi: [http:// dx.doi.org/10.5944/ried.23.2.26247](http://dx.doi.org/10.5944/ried.23.2.26247)
- Chacón Araya, Y., (2005). Una revisión crítica del concepto de creatividad. Revista Electrónica "Actualidades Investigativas en Educación", 5(1), 0.
- De Bono, E., & Castillo, O. (1994). *El pensamiento creativo*. Editorial Paidós.
- Delors, J. (2013). Los cuatro pilares de la educación. *Galileo*, (23).
- D'Amore, B (2006) Didáctica de las Matemáticas. Primera edición. Editorial Magisterio
- D'Amore, B et al. (2010) La didáctica y la dificultad en matemáticas. Tercera Edición. Editorial Magisterio
- Elisondo, R. C., & Piga, M. F. (2020). Todos podemos ser creativos. Aportes a la educación. *Diálogos sobre educación. Temas actuales en investigación educativa*, 11(20).
- Esparza M. Fernando, Ruiz M, María J., Ferrando P. Mercedes, Sainz G. Marta. & Prieto S, María D. (2015) Scientific Creativity and High Ability: Gender and academic level differences. Revista Aula N°21. Año 2015, págs. 49-62
- Gilat, T., & Amit, M. (2013). Exploring young students' creativity: The effect of model eliciting activities.
- Guerrero-Ortiz, C., & Mena-Lorca, J. (2015). Modelación en la enseñanza de las matemáticas: Matemáticos y profesores de matemáticas, sus estrategias. *Revista electrónica de investigación en educación en ciencias*, 10(1), 1-13.
- Hernández, F., & Fernández, C. (2006). Baptista. *Metodología de La Investigación. Cuarta Edición. Mac Graw Hill Editores. México DF México*, 103, 205.

- Hernández Nopsa, J., & Hernández González, W. (2017). Potencial Creativo, Habilidades Espaciales, Logro de Aprendizaje y Estilo Cognitivo: Relaciones y Diferencias a partir de la Interacción con un Ambiente de Aprendizaje Basado en el Videojuego.
- Hu, W., & Adey, P. A (2002). Scientific creativity test for secondary school students. *International Journal of Science Education*, 24(4), 389-403.
<http://dx.doi.org/10.1080/09500690110098912>
- Jiménez, J. E., Artiles, C., Rodríguez, C., & García, E. (2007). Adaptación y baremación del test de pensamiento creativo de Torrance: expresión figurada. *Educación Primaria y Secundaria*.
- Jo, S. M. (2009) A study of Korean students' creativity in science using structural equation modeling. Unpublished PhD thesis. The University of Arizona.
- Juárez More, L. A. (2019). Aplicación del software GeoGebra para desarrollar competencias matemáticas en estudiantes de secundaria en una institución educativa en Tumbes, 2019.
- Kaplan, Danielle E. (2019) Creativity in Education: Teaching for Creativity Development, Scientific Research Publishing. *Psychology*, (10) 140-147
- López-Fernández, V. y Llamas-Salguero, F. (2018). Neuropsicología del proceso creativo. Un enfoque educativo. *Revista Complutense de Educación*, 29 (1) 113-127.
- LUI LAM C, Máximo (2017) PRUEBAS DE CREATIVIDAD. *Scientia* ISSN 1993-422X | Vol. XIX N° 19
- Mejía Quintero, E., & Escobar Melo, H. (2012). Caracterización de procesos cognitivos de memoria, lenguaje y pensamiento, en estudiantes con bajo y alto rendimiento académico. *Diversitas: Perspectivas en Psicología*, 8 (1), 123-138.
- Méndez Sánchez, M, & Ghitis Jaramillo, T. (2015) La creatividad: Un proceso cognitivo, pilar de la educación. *Estudios Pedagógicos XLI*, N. ° 2: 143-155, 2015

- Mohamed, A. (2006) Investigating the Scientific Creativity of fifth-grade students. Unpublished PhD Thesis. The University of Arizona, Tucson, Arizona.
- Molina Mora, José Arturo. 2017. "Experiencia de Modelación Matemática Como Estrategia Didáctica Para La Enseñanza de Tópicos de Cálculo." *Uniciencia* 31(2):19. doi: 10.15359/ru.31-2.2.
- Monreal, C. (2000). Qué es la creatividad. Madrid: editorial Biblioteca Nueva
- Ortega Goodspeed, Tamara. 2016. "DESENREDANDO LA CONVERSACIÓN SOBRE HABILIDADES BLANDAS." *El Diálogo Liderazgo Para Las Américas. Banco de Desarrollo de América Latina* 1–28. Retrieved June 2, 2021 y).
- Oviedo, Lina Mónica. Kanashiro, Ana María. Bnzaquen, Mónica, Gorrochategui, Mónica Los registros semióticos de representación en matemática, *Revista Aula Universitaria* 13 | año 2012 | Págs. 29 a 36
- Pabón Gómez, JA, Nieto Sánchez, ZC, & Gómez Colmenares, CA (2015). Modelación matemática y GEOGEBRA en el desarrollo de competencias en jóvenes investigadores. *Revista Logos, Ciencia & Tecnología*, 7 (1), 65-70.
- Pantoja, R. Ulloa R, Nesterova, E. (2013) La modelación matemática en situaciones cotidianas con los softwares AVIMECA Y MATHCAD. *Revista Góndola. Revista de enseñanza y aprendizaje de las ciencias*. Vol. 8 N°1. agosto 2012 Pág. 8-22.
- Paredes Daza, J.D. y Sanabria Becerra, W.M. (2015). Ambientes de aprendizaje o ambientes educativos. Una reflexión ineludible. *Revista de Investigaciones UCM*, 15(25), 144-158.
- Pehkonen, E. (1997). *Uso de Problemas Abiertos en el Aula de Matemáticas. Informe de investigación* 176. Universidad de Helsinki, Departamento de Formación del Profesorado, PO Box 38 (Ratakatu 6ª), Helsinki 00014, Finlandia.
- Ricci, Patricio. (2020). Una revisión general sobre la creatividad. *Revista Científica Arbitrada de la Fundación MenteClara*, Vol.5 (201). DOI: <https://doi.org/10.32351/rca.v5.201>

- Rivera Quiroz, Santiago, Sandra Londoño Orrego, and Carlos Jaramillo López. 2016. "Medida de Áreas En Contextos Auténticos: Un Enfoque Desde La Modelación Matemática." *Revista Virtual Universidad Católica Del Norte* 0(48):79-99–99.
- Rodríguez, M. E. J. (2012). DESARROLLO DE LA CREATIVIDAD EN EDUCACIÓN INFANTIL: PERSPECTIVA CONSTRUCTIVISTA. *Perspectivas en primera infancia*, 1(1).
- Ruiz, M. J.; Bermejo, M. R.; Prieto, M. D.; Ferrándiz, C. y Almeida, L. S. (2013) Evaluación del Pensamiento Científico-Creativo: Adaptación y validación de una prueba en población española. *Revista Galego-portuguesa de Psicología e Educación*, 21 (1), 175-194.
- Sáenz, de Cabezón E. Aprendemos juntos (2020), Las Matemáticas Nos Hacen Más Libres y Menos Manipulables» Recursos Educativos Digitales; consultado en <https://www.youtube.com/watch?v=BbA5dpS4Ccl>
- Salett Biembengut, M. y Hein, N. (2004). Modelación matemática y los desafíos para enseñar matemática. *Educación Matemática*, 16 (2), 105-125.
- Señas, P. (2001). Ambientes de aprendizaje computacionales. In III Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación.
- Sampieri, R. H. (2018). Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw Hill México.
- Sánchez, Margarita A. de. Desarrollo de habilidades del pensamiento: procesos básicos del pensamiento. www. A. 2a ed. México: Trillas: ITESM, 1995 (reimp).
- Santos, M. R. (1986). Treinta y cinco años del pensamiento divergente: teoría de la creatividad de Guilford. *Estudios de psicología*, 7(27-28), 175-192.
- Santrock, J. W. (2012). Psicología de la educación (J. I. Martín Cordero, ed.). McGraw-Hill Interamericana de España.
- Tabachnick, BG, Fidell, LS y Ullman, JB (2007). Usando estadísticas multivariadas (Vol. 5, pp. 481-498). Boston, MA: pearson.

- Torres S. Luis C, (2017) La Matemática, Estrategia Para El Pensamiento Creativo. Revista Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de la Información Vol. 5 / Núm. 9 / enero - junio de 2018; pág. 23-31.
- Trochim, W. y Donnelly, J. (2006). El conocimiento de los métodos de investigación consultado en octubre 2022.
- Villa-Ochoa, J., Bustamante, C., & Berrio, M. (2010). Sentido de realidad en la modelación matemática.
- Villa Ochoa, Jhony Alexander; Rojas Suárez, Carlos; Cuartas Rico, Carlos Mario ¿Realidad en las matemáticas escolares?: reflexiones acerca de la “realidad” en modelación en educación matemática Revista Virtual Universidad Católica del Norte, núm. 29, febrero-mayo, 2010, pp. 1-17 Fundación Universitaria Católica del Norte Colombia
- Zapatera Linares, Alberto. (2020). “Desarrollo de Una Prueba Para Identificar Habilidad Creativa En Matemáticas.” *ReiDoCrea: Revista Electrónica de Investigación Docencia Creativa*. Doi: 10.30827/digibug.57765.

Anexos

ANEXO 1. Formato permiso de uso de imagen. Formato institucional.

El colegio Rural José Celestino Mutis, institución educativa donde se implementó la investigación objeto de este escrito, posee un formato de autorización de uso de imagen, el cual firman los padres cuando un docente requiere hacer una investigación con un grupo en particular para poder recoger las evidencias necesarias para el análisis del proceso desarrollado.



COLEGIO RURAL JOSÉ CELESTINO MUTIS -IED

Resolución 19052A del 05 de Diciembre de 2009 - Resolución 19-072 del 12 de Abril de 2010 - Resolución 2062 del 21 de Noviembre de 2016
Resolución 0334 del 11 de Febrero de 2019
Nº: 83004647-1 DANE: 21850001317

PIER: "Una educación rural pertinente, diferencial y de calidad orientada a la excelencia personal."

ACTA DE AUTORIZACIÓN Y CONSENTIMIENTO PARA EL USO INSTITUCIONAL DE DATOS PERSONALES, IMAGEN AUDIOVISUAL Y COMUNICACIÓN VÍA ELECTRÓNICA CON ESTUDIANTES

De conformidad con lo dispuesto en las normas vigentes sobre protección de datos personales, en especial las Leyes 1581 de 2012, 1712 de 2014 y los Decretos 1074 de 2015 y 1081 de 2015, autorizo libre, expresa e inequívocamente al **COLEGIO RURAL JOSÉ CELESTINO MUTIS -IED**, la **SECRETARÍA DE EDUCACIÓN DEL DISTRITO** y a la **ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ**, para que incluyan en cualquier soporte audiovisual y para efectos de reproducción y comunicación de divulgación pedagógica pública, las grabaciones realizadas a mi persona, al niño, niña y/o adolescente que represento en desarrollo del proceso educativo adelantado, las cuales serán usadas con fines de divulgación institucional, en el entendido que en su buen uso se garantizará el respeto por la dignidad e intimidad de mi Acudido y en ningún caso serán utilizadas con fines diferentes al manifestado. Esta autorización de utilización del contenido de la imagen se hace sin perjuicio del respeto al derecho moral de paternidad e integridad establecido en la legislación autoral. Por virtud de esta autorización declaro que soy responsable legal del niño, niña y/o adolescente antes mencionado y en consecuencia garantizo que puede otorgarla sin limitación alguna. En todo caso, responderé los reclamos que se pudiesen presentar por falta de representación legal y en materia de derechos de autor, exonerando de cualquier responsabilidad **COLEGIO RURAL JOSÉ CELESTINO MUTIS -IED**, la **SECRETARÍA DE EDUCACIÓN DEL DISTRITO** y a la **ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ**.

Yo/ Nosotros _____ y _____ **Padres de familia ó**
Acudiente legal del Estudiante: _____
 Identificación: _____ del **Grado:** _____ en calidad de
 representantes **legales, mayores de edad, con domicilio en**
 _____ con Móvil: _____ y

 Identificados como aparece al pie de sus correspondientes firmas, manifiestan que:


Conocen y entienden que parte especial de sus derechos es el actualizar y rectificar información personal, revocar la autorización y solicitar la supresión de los datos autorizados. Reconocen además que no existe expectativa sobre los eventuales efectos económicos de la divulgación o sobre el tipo de campaña publicitaria que pueda realizar el **COLEGIO RURAL JOSÉ CELESTINO MUTIS -IED**, la **SECRETARÍA DE EDUCACIÓN DEL DISTRITO** y a la **ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ**. Declaran que conocen que los propósitos del **COLEGIO RURAL JOSÉ CELESTINO MUTIS -IED**, la **SECRETARÍA DE EDUCACIÓN DEL DISTRITO** y a la **ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ** se orientan a promocionar valores educativos, culturales y de divulgación de políticas públicas; hecho por el cual, en las emisiones no habrá uso indebido del material autorizado, ni distinto al anteriormente descrito, y menos irrespeto por cualquier derecho fundamental. Reconocen que la vigencia temporal y territorial de esta autorización está dada para las gestiones propias e institucionales de la entidad en los términos establecido en las Leyes 1581 de 2012, 1712 de 2014 y los Decretos 1074 de 2015 y 1081 de 2015, por

KILOMETRO 10 VIA QUIBA LOTE EL CLAVEL
TEL: 3046754432
 Web: <https://www.educademica.edu.co/colgios/colegio-rural-jose-celestino-mutis-ied>
 Email: coljosecelestinomutis@educacionbogota.edu.co




Anexo 2. Prueba B (Pos-test)

A continuación, encuentra el formato o prueba B presentado a los estudiantes para la investigación.



COLEGIO RURAL JOSÉ CELESTINO MUTIS -IED
Resolución 19052A del 05 de Diciembre de 2009 - Resolución 19.072 del 12 de Abril de 2010 - Resolución 2062 del 21 de Noviembre de 2016
 Resolución 0314 del 11 de Febrero de 2019
 Sig: 81004447.1 DAN: 21181000117

PIER: "Una educación rural pertinente, diferencial y de calidad orientada a la excelencia personal."

OBJETIVO: Valorar la creatividad de los estudiantes de grado octavo del colegio Rural José Celestino Mutis, bajo cuatro criterios: fluidez, Flexibilidad, elaboración y originalidad:

Fluidez: capacidad de producir muchas ideas, se valora por el número de respuestas que el alumno emite

Flexibilidad: es la capacidad para ver y abordar las situaciones de formas diferentes. Este componente se valora analizando cuantas categorías de respuestas diferenciadas el alumno es capaz de producir

Originalidad: Capacidad para producir respuestas que son poco frecuentes en el entorno

Elaboración: es la capacidad para enriquecer cualquier producción con detalles que aunque no sean necesarios para explicar la idea principal, la realizan

Este test está basado en el conocido Test de Creatividad de Torrance, y modificado según la intención de la investigación.


ACTIVIDAD
 Cada estudiante debe completar los ejercicios propuestos de la manera que se le ocurra y le parezca diferente a cómo lo haría cualquier otra persona. En esta ocasión hay que realizar 3 tareas gráficas y 3 verbales.

- Su trabajo será valorado en base a la fluidez, Flexibilidad, elaboración y originalidad que se encuentre en sus respuestas al resolver cada ejercicio
- Tiene un tiempo límite de 30 minutos para realizar toda la actividad: es decir que en promedio cuenta con 5 minutos por ejercicio
- No hay respuestas correctas ni incorrectas. Este ejercicio sólo sirve para medir la creatividad.

Nombres: _____ Apellidos: _____

KILOMETRO 10 VIA QUIBA LOTE EL CLAVEL
 TEL: 3046754432
 Web: <http://www.educademias.edu.co/colleges/collegioruraljosecelestinomutis>
 Email: coljosecelestinomutis@educacionbogota.edu.co

BOGOTÁ SECRETARÍA DE EDUCACIÓN





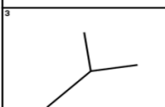
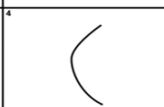
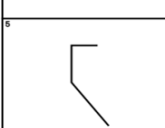
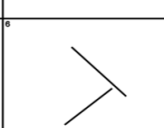
COLEGIO RURAL JOSÉ CELESTINO MUTIS -IED
Resolución 19052A del 05 de Diciembre de 2009 - Resolución 19.072 del 12 de Abril de 2010 - Resolución 2062 del 21 de Noviembre de 2016
 Resolución 0314 del 11 de Febrero de 2019
 Sig: 81004447.1 DAN: 21181000117

PIER: "Una educación rural pertinente, diferencial y de calidad orientada a la excelencia personal."

FIGURAS INCOMPLETAS (2)


Imagina que alguien ha comenzado a dibujar pero no ha terminado los siguientes dibujos.
 Termina de dibujarlos tú, pero, haz un dibujo que creas que no se le va a ocurrir a nadie más en la clase.

Adaptacion Test de figuras Incompletas de Torrence

1	2
	
3	4
	
5	6
	

KILOMETRO 10 VIA QUIBA LOTE EL CLAVEL
 TEL: 3046754432
 Web: <http://www.educademias.edu.co/colleges/collegioruraljosecelestinomutis>
 Email: coljosecelestinomutis@educacionbogota.edu.co

BOGOTÁ SECRETARÍA DE EDUCACIÓN



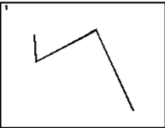
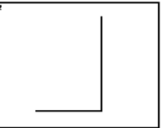

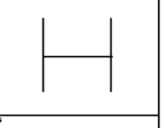


COLEGIO RURAL JOSÉ CELESTINO MUTIS -IED
Resolución 19052A del 05 de Diciembre de 2009 - Resolución 19.072 del 12 de Abril de 2010 - Resolución 2062 del 21 de Noviembre de 2016
 Resolución 0314 del 11 de Febrero de 2019
 Sig: 81004447.1 DAN: 21181000117

PIER: "Una educación rural pertinente, diferencial y de calidad orientada a la excelencia personal."

FIGURAS INCOMPLETAS (3)


Imagina que alguien ha comenzado a dibujar pero no ha terminado los siguientes dibujos.
 Termina de dibujarlos tú, pero, haz un dibujo que creas que no se le va a ocurrir a nadie más en la clase.

Adaptacion Test de figuras Incompletas de Torrence

1	2
	
3	4
	
5	6
	

KILOMETRO 10 VIA QUIBA LOTE EL CLAVEL
 TEL: 3046754432
 Web: <http://www.educademias.edu.co/colleges/collegioruraljosecelestinomutis>
 Email: coljosecelestinomutis@educacionbogota.edu.co

BOGOTÁ SECRETARÍA DE EDUCACIÓN



COLEGIO RURAL JOSÉ CELESTINO MUTIS -IED
Resolución 19052A del 05 de Diciembre de 2009 - Resolución 19.072 del 12 de Abril de 2010 - Resolución 2062 del 21 de Noviembre de 2016
 Resolución 0314 del 11 de Febrero de 2019
 Sig: 81004447.1 DAN: 21181000117

PIER: "Una educación rural pertinente, diferencial y de calidad orientada a la excelencia personal."

CUADRADOS

Utilizando cada cuadrado realiza un dibujo diferente.

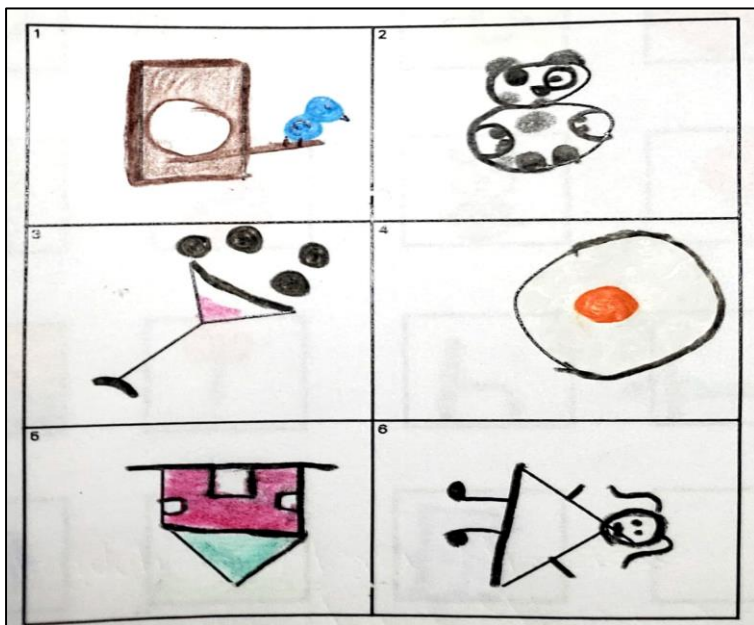
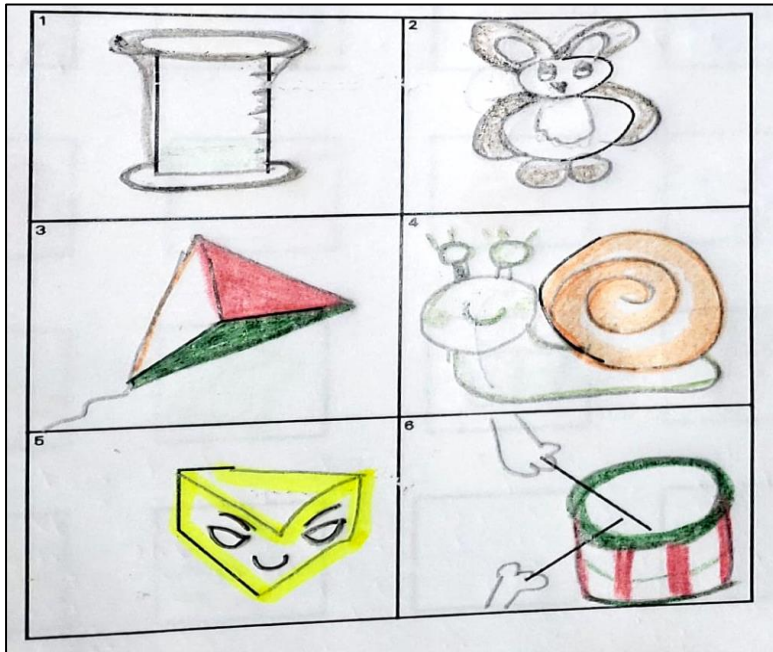
□	□	□	□
□	□	□	□
□	□	□	□
□	□	□	□

KILOMETRO 10 VIA QUIBA LOTE EL CLAVEL
 TEL: 3046754432
 Web: <http://www.educademias.edu.co/colleges/collegioruraljosecelestinomutis>
 Email: coljosecelestinomutis@educacionbogota.edu.co

BOGOTÁ SECRETARÍA DE EDUCACIÓN

Anexo 3. Respuestas de la prueba de Torrance

A continuación, se encuentran algunas de las respuestas dadas por los estudiantes en las pruebas de pretest y postest para medir la creatividad.



Anexo 4. Actividades de modelación matemática


Actividades de modelación matemática que trabajaron los estudiantes que pertenecen al grupo control de la investigación.

COLEGIO RURAL JOSÉ CELESTINO MUTIS -HED
Escuela Rural José Celestino Mutis -HED, en convenio con la Universidad del Cauca, 2014. Calle 14 de Agosto No. 208
RDG: "Una educación rural participativa, innovadora y de calidad orientada a la sostenibilidad ambiental."


ACTIVIDAD 1.2 CURSO: 802
 NOMBRE: _____ FECHA: _____

Lee con atención, luego contesta las preguntas. Recuerda escribir con letra clara y de manera ordenada.

Las plantas crecen en el suelo que se hace diferente en el lugar donde las plantas se van a desarrollar. La tierra debe ser húmeda en forma, lo que significa mantener la humedad a través de agua. Uno de los tipos de agua 10 cm de altura, se debe mantener la humedad de la tierra que cubren de 5 a 10 cm de distancia entre plantas en cada hilera. Esta situación funciona para las plántulas de hierbabuena, albaricoques. Si se maneja en el cultivo de plántulas de hierbabuena, para sembrar en un espacio de la Huerta escolar, ¿cómo distribuirías las plántulas en tres surcos? ¿Qué longitud tendría cada surco?



Surcos en un terreno



Medición de distancia entre plántulas

1. Escribe con tus palabras (cual es la pregunta a resolver en la situación?	2. ¿Qué datos te da el enunciado?, escribe una lista de todo lo que consideres como dato.	7. Haz una construcción o dibujo que represente la situación que debes resolver, y revisa las respuestas dadas en las 6 preguntas anteriores. (Cópiala si así consideras) ¿Incluye todos los datos dados en el enunciado del ejercicio.
3. Realiza un listado de las magnitudes (con sus respectivas medidas) que están dentro del enunciado que te permiten resolver la situación.	4. ¿Cómo resolver la pregunta utilizando de las magnitudes? por favor trata de escribir todo lo que se te venga a la mente, para llegar a la respuesta.	8. Si así haces dos surcos, ¿cuáles serían las longitudes de dichos espacios de albarico?
5. ¿Qué tipo de células armónicas o cuadradas debe realizar para llegar a la respuesta? ¿Es posible plantar una escocia?	9. ¿Consideras que así hay una forma de hacer el ejercicio? ¿CÓMO otra manera de realizarlo? por favor describe.	10. Explica (considera que la situación o <u>problema</u> , puede realmente presentarse en el colegio?


COLEGIO RURAL JOSÉ CELESTINO MUTIS -IED
Resolución 19052A del 05 de Diciembre de 2009 - Resolución 19-072 del 12 de Abril de 2010 - Resolución 2062 del 21 de Noviembre de 2016 Resolución 0334 del 11 de Febrero de 2019
 RUT: 830041647-1 DANE: 211850001917

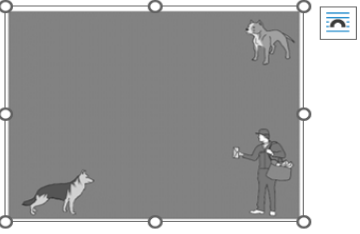
PIER: "Una educación rural pertinente, diferencial y de calidad orientada a la excelencia personal."

NOMBRE: _____ **FECHA:** _____ **CURSO:** 8°

EJERCICIO #1
 Lee con atención, luego contesta las preguntas... Recuerda escribir con letra clara y de manera ordenada

El mensajero quiere cruzar el patio de la casa que tiene 12×8 metros; para dejar el recibo de la energía. En esquinas opuestas del patio están atados dos perros. La cadena que tiene el perro de la esquina inferior izquierda tiene una longitud de 8 metros. Y la cadena del perro de la esquina superior derecha, alcanza una longitud de 6 metros. ¿Puede pasar el mensajero sin que los perros lo muerdan? Haga una construcción geométrica para encontrar un camino recto por el que pueda transitar el carterero sin ser mordido.

Problema extraído de:  Desarrollo de habilidades: aprender a pensar matemáticamente. Gobierno de Chile



<p>1. Escribe con tus palabras ¿Cuál es la pregunta para resolver en la situación?</p>	<p>2 ¿Qué datos te da el enunciado?, Escribe una lista</p>
<p>3. Realiza un listado de las magnitudes (características medibles) que están dentro del enunciado que te permiten resolver la situación</p>	<p>4. ¿Cómo resolver la pregunta utilizando dichas magnitudes? por favor trata de escribir todo lo que se te venga a la mente, para llegar a la respuesta</p> <p>Considera donde debe estar ubicada la puerta para dar respuesta al ejercicio</p>

<p>5. ¿Qué tipos de cálculos aritméticos o geométricos debe realizar para llegar a la respuesta?, ¿Es posible plantear una ecuación?</p>	<p>6. ¿La longitud de las cadenas que tienen los perros, tienen que ver con el espacio por donde circula el mensajero? Realiza un dibujo</p> <p>Nuevamente considera donde debe estar ubicada la puerta de ingreso a la casa, para poder dar solución a la situación.</p>
--	---

7. Realiza una construcción o dibujo que represente la situación que debes resolver, y revisa las respuestas dadas en las 6 preguntas anteriores. (Corrige si así consideras) ubica todos los datos dados en el enunciado del ejercicio

8. ¿Consideras que solo hay una forma de hacer el ejercicio?, teniendo en cuenta que la puerta puede estar a la izquierda, en la mitad o en la derecha

9. Explica ¿Qué fue lo más difícil de hacer para dar la solución al ejercicio?

COLEGIO RURAL JOSÉ CELESTINO MUTIS -IED

Resolución 19052A del 05 de Diciembre de 2009 - Resolución 19-072 del 12 de Abril de 2010 - Resolución 2062 del 21 de Noviembre de 2016 Resolución 0334 del 11 de Febrero de 2019
 Upp 830041647-1 DANE: 21185000317

PIER: "Una educación rural pertinente, diferencial y de calidad orientada a la excelencia personal."

Lee con atención, luego contesta las preguntas... Recuerda escribir con letra clara y de manera ordenada

Están arreglando la vía hacia Mochuelo, específicamente en el sector de San Joaquín, para ello traen una aplanadora que tiene un rodillo de 1.20 m de diámetro y 2.30 m de ancho. ¿Qué superficie de tierra aplanará en 10 vueltas del rodillo?

<p>1. Escribe con tus palabras ¿Cuál es la pregunta para resolver en la situación?</p>	<p>2 ¿Qué datos te da el enunciado?, Escribe una lista de todo lo que consideres como dato</p>
<p>3. Realiza un listado de las magnitudes (características medibles) que están dentro del enunciado que te permiten resolver la situación</p>	<p>4. ¿Cómo resolver la pregunta utilizando dichas magnitudes? por favor trata de escribir todo lo que se te venga a la mente, para llegar a la respuesta</p>
<p>5. ¿Qué tipos de cálculos aritméticos o geométricos debe realizar para llegar a la respuesta?, ¿Es posible plantear una ecuación?</p>	<p>6 ¿El diámetro del rodillo tiene que ver con la superficie aplanada?? Realiza un dibujo para entender mejor la situación descrita en el enunciado</p>

7. ¿Si cambio el diámetro del rodillo cambia la superficie aplanada en una vuelta?, (revisa como se puede descomponer geoméricamente un cilindro, utiliza hojas de papel, puede ser de mucha ayuda para entender la función de la aplanadora)
8. ¿Cuántas vueltas debe dar el rodillo para aplanar una superficie de 700 m²?
9. Elabore una construcción geométrica que le permita entender y dar la solución a la situación problema