Estado del arte uso de la geometría de burbujas con fines educativos en Colombia

Dirigida por:
Blanca María Peralta

Estado del arte Presentado Para Obtener El Título De
Licenciada en Educación Básica con Énfasis en Matemáticas
Universidad Santo Tomás, Bogotá

Diana Carolina Camelo Salinas

Universidad Santo Tomás
División de educación abierta y a distancia
Facultad de educación
Licenciatura en educación básica con énfasis en matemáticas
Julio 2020

Abstract /Resumen

El estado del arte es una herramienta que promueve la indagación documental frente a muchos temas de investigación, en mi caso lo use con la finalidad de recopilar y sistematizar lecturas y análisis que me permitan comprender el objetivo principal sobre el tema "geometría de burbujas en Colombia", ya que en nuestro país no se ha indagado sobre esta estrategia para enseñar geometría desde su parte inicial llevándola a su punto máximo de la tridimensionalidad, esta experiencia propone una habilidad para fomentar el desarrollo del pensamiento geométrico a través del juego.

La estrategia muestra que la geometría con pompas de jabón es muy lúdica a la hora de enseñar las formas geométricas básicas con sus respectivos nombres llevando las mismas a una visión más completa teniendo en cuenta sus caras y ángulos para poder mantener la forma de las burbujas de jabón.

PALABRAS CLAVES

Superficies mínimas

Geometría

Estado del arte

Películas de jabón

Ciencia en acción

Introducción

La presente investigación se llevó a cabo a través de una indagación a nivel nacional sobre las formas geométricas con las pompas de jabón y la relación que tiene con las matemáticas mediante experimentos y sus aplicaciones a través de las películas de jabón.

Esta indagación se evidencia que en Colombia no se ha trabajado esta metodología, siendo esta la razón por la que nuestro tema de investigación es sobre "Estado del arte uso de la geometría de burbujas con fines educativos en Colombia"

El estado del arte es un universo que explora la geometría en todos sus aspectos, teniendo como base representaciones básicas en forma tridimensional, fundamentada en la teoría de las superficies mininas; la cual define las pompas de jabón como un estado del arte.

Además, cabe resaltar la importancia de lo que es un estado del arte en el cual podemos observar las fases de construcción, en donde podemos afianzar la formulación de problemas frente a un tema en específico, permitiéndonos navegar en fuentes que hacen relación con el tema investigado resaltando las fortalezas y debilidades de las demás investigaciones.

La elaboración de un estado del arte se realiza con el fin de recopilar información sobre todo lo relacionado con geometría de burbujas teniendo una nueva estrategia de aplicaciones de la geometría en la cotidianidad.

También nos brinda las herramientas para dar solución a un problema mediante múltiples posibilidades de estudio mediante herramientas matemáticas como el estado del arte a través de la geometría de burbujas.

En el estado del arte se tiene en cuenta varias etapas para su desarrollo en la cual podemos organizar de la siguiente manera:

Indagación

Selección

Organización

Disposición de fuentes

Podemos decir que en la elaboración de estados del arte lo que se busca es unificar información relevante y específica sobre algún tema en donde se pase de una visión global a una más descriptiva y clara para quienes usan el trabajo como medio de lectura para nuevas investigaciones.

Problema

Definir que es la geometría de burbujas y como se puede implementar el uso de esta en la cotidianidad, teniendo en cuenta su explicación científica de las superficies mínimas que es la teoría que sustentas las pompas de jabón y la enseñanza de la geometría desde sus formas básicas hasta la tridimensional.

En la parte matemática las burbujas de jabón tienen un afluente en la geometría ya que a través del molde según la figura se mantiene en forma tridimensional usando el menor espacio posible, mostrando un volumen adecuado en la película de jabón.

La educación geométrica es fundamental para trasformar grandes paradigmas en el entorno cotidiano en que nos desarrollamos, para esto debemos crear nuevas estrategias de exploración y aprendizaje que sea significativo.

Pregunta problematizadora

¿Qué es la geometría de burbujas, su importancia en el espacio educativo y que uso se le ha dado en Colombia?

Historia de la geometría

La geometría es una de las ciencias más antiguas. Inicialmente, constituía un cuerpo de conocimientos prácticos en la relación con las longitudes, áreas y volúmenes.

La civilización babilónica fue una de las primeras culturas en incorporar el estudio de la geometría. La invención de la rueda abrió el camino al estudio de la circunferencia y posteriormente al descubrimiento del número π (pi); También desarrollaron el sistema sexagesimal, al conocer que cada año cuenta con 365 días, además implementaron una fórmula para calcular el área del trapecio rectángulo.

“En el antiguo Egipto estaba muy desarrollada, según los textos de Herodoto, Estrabon y Diodoro sículo. Euclides, en el siglo III a. C. configuro la geometría en forma axiomática y constructiva, tratamiento que estableció una norma a seguir durante muchos siglos la geometría Euclidiana descrita en los elementos”. (Baldor, 2001 (1983))

El estudio de la astronomía y la cartografía, tratando de determinar las posiciones de estrellas y planetas en la esfera celeste, sirvió fuente importante de resolución de problemas geométricos durante más de un milenio. Rene Descartes desarrollo simultáneamente el álgebra de ecuaciones y la geometría analítica, marcando una nueva etapa, donde las figuras geométricas, tales como las curvas planas, podrían ser representadas analíticamente, con funciones y ecuaciones.

La geometría se enriquece con el estudio de la estructura intrínseca de los antes geométricos que analizan Euler y Gauss, que condujo a la creación de la topología y la geometría diferencial.

¿Qué es la geometría y que usos le han dado?

La geometría es una rama de las matemáticas que estudia la forma de medir las relaciones entre puntos, líneas, ángulos, planos, figuras, y la manera cómo se miden, teniendo en cuenta los cuerpos matemáticos que existen mediante ilustraciones al igual que las conjeturas, axiomas, razonamientos y teoremas entre otros conocimientos matemáticos pueden manifestarse en un lenguaje formal propio de los sistemas sensatos de la lógica matemática.

Etimológicamente conversando la palabra Geometría procede del griego y representa “Medida de la Tierra”. La Geometría es la parte de las Matemáticas que experimenta la abstracción del espacio en términos de las propiedades y medidas de las figuras geométricas.

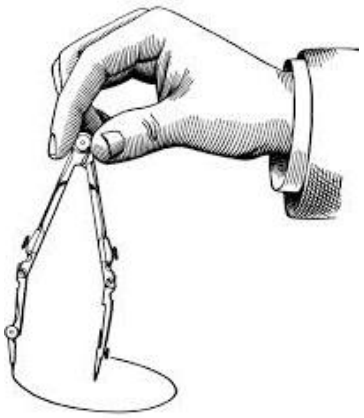
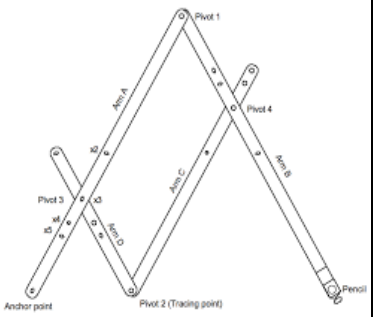
Informalmente, se puede decir que es el estudio de los “números y símbolos”, idealizaciones del espacio: puntos, rectas, planos, polígonos, poliedros, curvas y superficies.

Abriéndose campo para ser usada en diferentes espacios que permiten la comprensión de procesos de aprendizaje de los conceptos que encierra la misma, con el uso de la geometría se pretende reconocer la importancia de las aplicaciones que tiene en la vida cotidiana.

La geometría tiene su aplicación práctica en muchas asignaturas y carreras como lo es en física, mecánica, cartografía, astronomía, náutica, topografía, balística, entre otras, también da soporte teórico a ideas como el sistema global que nos permite ubicaciones exactas en el espacio, también está presente en la combinación con el análisis matemático y sobre todo con las ecuaciones diferenciales, además de ser útil en la elaboración de diseños.

En la experiencia, la geometría sirve para solucionar problemas concretos en el mundo de lo visible. Entre sus utilidades se encuentran la justificación teórica de muchos instrumentos: compás, teodolito, pantógrafo, por ejemplo:

- En mediciones La geometría puede servir para medir los cuerpos físicos y conocer las propiedades que dominan en la representación de los objetos que hay alrededor.
- Educación: Conocer sobre el espacio, la relevancia de las posiciones, las formas y las figuras geométricas es de vital importancia en el área educativa, especialmente en el proceso educativo infantil.
- En el arte Existen muchos artistas que han utilizado los conceptos y figuras geométricas en sus representaciones plásticas. Incluso se puede observar que la geometría es un componente básico para estas creaciones.
- En el lenguaje la geometría puede utilizarse cuando se usa el lenguaje verbal al tratar de comunicarse con otras personas: cuando se habla acerca de la forma de un objeto, una ubicación, cuando se explican propiedades e incluso una terminología.

COMPAS	TEODOLITO	PANTÓGRAFO
		

¿Qué son las burbujas de jabón y que teoría la sustentan?

Para dar a conocer el tema de la geometría de burbujas comenzare por definir que es una burbuja de jabón.

Una burbuja de jabón es una capa de líquido fino llamado películas de jabón y agua, las cuales en su forma original son esferas huecas con superficies iridiscentes que llaman la atención de grandes y chicos como objeto de juego sin saber la magia que esconden para enseñar matemáticas sobre todo lo relacionado con la geometría.

“Para entender el comportamiento de las películas de jabón es necesario hacer un análisis a nivel molecular. La molécula de agua tiene una geometría muy especial. Los átomos de hidrógeno están desplazados a un lado del átomo de oxigeno con un ángulo fijo. Esta geometría junto con las cargas eléctricas hacen del agua una sustancia altamente polar, esto es, sus moléculas tienen las cargas opuestas muy separadas, lo que les permite agregarse con facilidad” (Pineda Ramos, 2019)

Las burbujas de jabón tienen una estructura que consisten en agua atrapada en dos capas de moléculas tenso activas que tienen cabezas hidrófilas y colas hidrófobas las cuales cumplen la función de mantener intacta la capa fina de la burbuja.

Las burbujas o pompas de jabón se mantienen estables porque en su capa de líquido existe tensión superficial que haces las veces de una hoja elástica que debe estar acompañada de un tenso activo en este caso el jabón líquido que es el encargado de quitar peso al agua y estabilizar la pompa, al mismo tiempo evitando una evaporación de la misma, la tensión que se crea entre el agua y el jabón hacen que la burbuja se forme de manera esférica ya que es menor el área superficial usada.

“La tensión superficial es la resultante de las fuerzas que actúan sobre las moléculas de la superficie de un líquido. Es una fuerza perpendicular a la superficie y dirigida hacia el interior del líquido. La forma esférica de las gotas puede ser explicada a través de las fuerzas existentes en todos los líquidos, las de cohesión. Pero las moléculas que están en la superficie solo son atraídas por las que tiene debajo y las de los lados. La resultante de estas fuerzas actúa hacia el interior del líquido. En una gota hay mucha superficie y las moléculas de la superficie son atraídas hacia el interior de la gota dándole una forma esférica.” (Martin Fernandez, 2006/2007, pág. 10)

La teoría que sustentan las pompas o burbuja de jabón se llama “teoría de las superficies mínimas” que se constituye a través del mínimo espacio usado en la superficie, denominadas áreas

en las cuales se pueden apreciar teniendo en cuenta el marco con el que se va a trabajar la pompa de jabón, desde estos simples experimentos podemos familiarizarnos con las propiedades básicas de las mismas.

Existen fenómenos complejos en la naturaleza que el hombre aún no puede conocer mediante sus sentidos, por ejemplo el espacio, debido a este problema se utilizaron modelos sencillos con películas de jabón que nos ayudasen a comprender el comportamiento de las soluciones jabonosas en diferentes superficies.

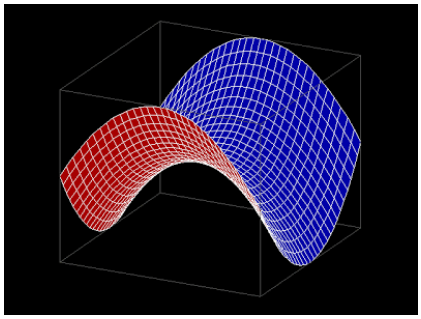
¿Qué tienen de particular las burbujas o las láminas de jabón?, la solución jabonosa en ciertas concentraciones produce un material delgado suficientemente flexible y resistente que le permite adquirir distintas formas de acuerdo a los bordes que la limitan, teniendo en cuenta que al estar formada la película de jabón y al estirarla el líquido se expande y permite que las moléculas de agua vuelvan a la superficie y que la cantidad de jabón disminuya, logrando obtener una tensión superficial.

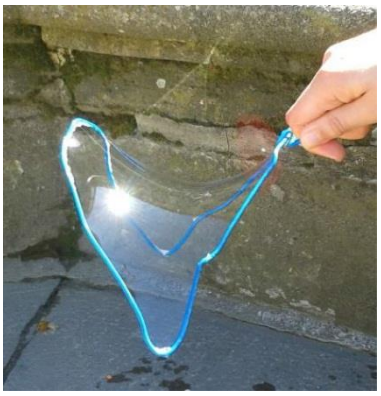
Las formas que adquieren no son caprichosas, responden a las fuerzas que se ejercen sobre la película de jabón como el aire al soplar la dilatación del material produce que se estire y se contraiga agrandando y disminuyendo el área de la lámina de jabón hasta que se detiene en una posición de equilibrio.

En realidad, todo sistema físico intenta alcanzar un estado de energía mínima alcanzando el estado de equilibrio, estamos en presencia de una superficie estructural que alguna vez la lámina de jabón estuvo en una posición de equilibrio en la cual obtendrán una superficie mínima, pasa si las partículas o burbujas de jabón son las que minimizan el área manteniendo constante el volumen de aire que encierra la única pompa en equilibrio es la esfera por eso las burbujas tiene esa forma.

En la indagación de las superficies mínimas podemos encontrar dos tipos ellas:

- **Superficies mínimas de género cero:** estas superficies son denominadas de genero cero porque es homeomorfa a plano abierto y su superficie es simple o plana.





- **Superficies triplemente periódicas:** este tipo de superficie mínima es más compleja ya que puede ser vista como una superficie que repite un patrón de simetría partiendo del cubo.

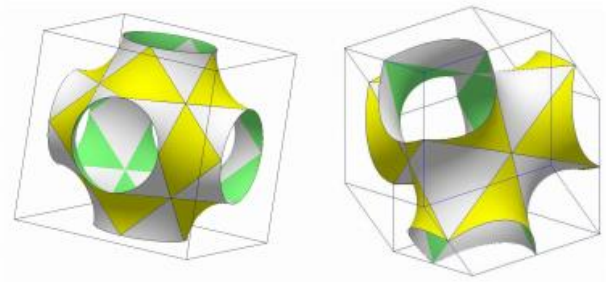


Figura 3: Superficies triplemente periodicas P y D de Schwarz.

En conclusión, las superficies mínimas pueden puntualizar de diversas maneras equivalentes en $\mathbf{R}^3$. El hecho de que son equivalentes sirve para demostrar como mínimo la teoría de superficies qué se encuentra en el cruce de varias disciplinas matemáticas, especialmente la geometría diferencial, cálculo de variaciones, la teoría del potencial, el análisis complejo en física y matemáticas.

¿Qué es la geometría de burbujas y para que se ha usado?

El objetivo de la geometría de burbujas o pompas de jabón es el de ayudar al diseño de estructuras físicas en donde se utilice la menor área por construir contribuyendo a la economía de materiales y tiempo.

Las pompas o burbujas de jabón de manera científica nos ayudan a comprender como usar superficies mínimas formando ángulos de 120º cada vez que se interceptan, este ángulo es el que ayuda a que las pompas de jabón no se rompan, en el contexto cotidiano la geometría la puedo utilizar como fuente de inspiración en el diseño artístico, como también el diseño en arquitectura para hacer enramados y revestimientos incluso chimeneas que me ayuden a saber el diseño que utilice la menor cantidad de materiales y espacio.

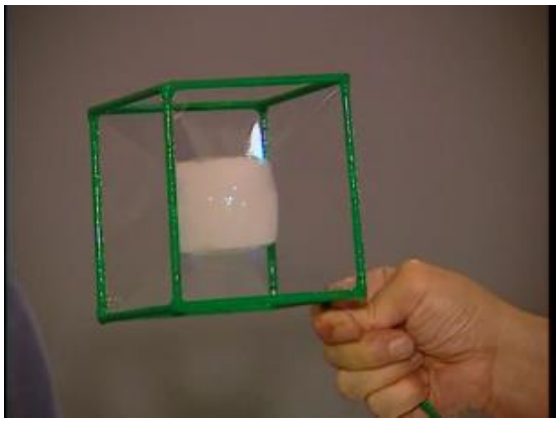
(Jimeno, 2006/2007) Afirma que "En el siglo XIX, Joseph A. Plateau (1801-1883) realizó experimentos simples y divertidos que consistían en hacer pompas de jabón y mojar marcos de alambre en una disolución jabonosa. Estos experimentos permitieron a Plateau percatarse de que las películas de jabón obedecen a un principio muy simple: hacer mínima su área ya que serán las más estables pues su energía potencial es mínima. Afirmaba, también, que la tensión superficial era, en parte, la causante de los resultados de sus experimentos. Decía que la formación de una superficie de jabón exige energía y que, en consecuencia, la superficie tiende a contraerse para minimizar dicha energía. Es decir, la pompa de jabón como la naturaleza en sí busca hacer la menor fuerza posible y eso lo consigue con la forma esférica". (2006/2007, pág. 4)

En la topografía se puede utilizar para conseguir estructuras de canalizaciones que me permiten hacer la construcción de carreteras y la canalización de tubería de fibra óptica entre otras, la geometría de burbujas nos sirve para hacer más vistosa las matemáticas que nos permite abrir la puerta a las cuatro dimensiones, con las cuales puedo comenzar a definir cada una de las figuras

desde su forma básica hasta la tridimensional mostrándome la estructura más económica de construir.

Las burbujas de jabón por lo general tienden a formas circunferencias ya que es más fácil de mantener la tensión superficial de la pompa de jabón que encierra energía que junta los átomos para hacer mínima la superficie de la película de jabón en la figura que estemos trabajando, la pompa de jabón hace mínima el área ocupada teniendo en cuenta el exterior y el perímetro de la figura geométrica que se está estudiando en el momento.

Con este tipo de geometría es muy fácil comprender la forma y estructura de los poliedros regulares de 8 caras, triángulos equiláteros que nos permite conectar todas las aristas y todos los vértices que tiene la figura, en el ámbito de las burbujas cuando se juntan y comparten una pared siempre forman un entramado que incluye el volumen más grande, lo interesante es saber qué forma tiene las burbujas cuando se juntan y comparten dicha pared formando siempre entramado de figuras geométricas muy interesante se sitúa de manera correcta para dar estabilidad a la figura, si todas las burbujas fueran del mismo tamaño el resultado sería hexágonos que nos sugieren panales de abejas por qué las abejas son muy lista saben que es la circunferencia maximiza el interior y minimiza el mismo perímetro.



Objetivos

General:

Hacer una revisión bibliográfica para determinar el uso de la geometría de burbujas en la enseñanza de las matemáticas.

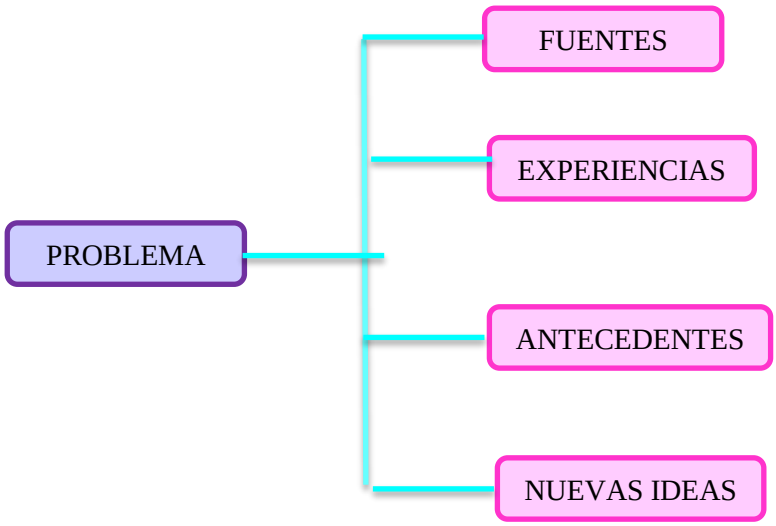
Específicos:

- Delimitar las revistas de universidades Colombianas con programas de matemáticas o de licenciatura que además tengan publicaciones.
- Indagar en las anteriores revistas por artículos que reporten uso de la geometría de burbujas en la enseñanza de la matemática.
- Generar espacios de aprendizaje con el fin de implementar los artículos encontrados en dichas revistas relacionados con la geometría de burbujas.
- Promover la indagación de la geometría de burbujas y sus aplicaciones en la cotidianidad.
- Sistematizar los usos de la geometría de burbuja mediante las estrategias dadas en las revistas encontradas.

¿Qué es un estado del arte?

El enfoque que busca conseguir balances e inventarios bibliográficos para dar a conocer el estado de conocimiento actual sobre el tema investigado que nos invita a realizar una larga lectura detallada y profunda que da como resultado la creación de una investigación bibliográfica organizada con descripción precisa, desde este punto de vista se puede decir que el estado del arte es un "modelo de evaluación descriptiva; evaluación seria, sistematizada y consistente" que nos ayuda a tener en cuenta una mínima parte de la memoria científica.

ESQUEMA.



Desde esta mirada podemos definir el estado del arte como un proceso de indagación fundamental para formular un problema investigativo que nos permite compartir información, establecer asimilaciones y formar conocimientos, con el propósito de ofrecer diversas posibilidades de comprender una falencia tratada o por definir, en donde las preguntas más comunes son:

- ¿Qué tanto se ha indagado el tema?
- ¿Desde qué puntos se ha indagado el tema?

- ¿Qué aspectos faltan por abordar?

"Hacer un estado del arte "implica aproximarse a través de fuentes documentales a un verdadero laberinto de perspectivas epistemológicas, posturas ideológicas y supuestos implícitos y explícitos. Así como a una variedad de metodologías descriptivas y analíticas, afirmaciones y propuestas fundadas e infundadas que obscurecen el campo de la investigación haciéndolo ininteligible a simple vista" (Camargo de Mejia, 1997:23)

El estado del arte responde a la lógica de la indagación realizada para preceder un trabajo específico que requiere del abordaje de diversas metodologías que buscan llegar a soluciones, conclusiones, resultados y respuestas a la pregunta inicial, en todo trabajo es necesaria la consulta de datos para cumplir con los propósitos fundamentales de la investigación.

El concepto estado del arte es una recopilación bibliográfica de lo que se está produciendo en el mundo científico a través de la revisión en portales científicos sobre documentos de investigación exclusivamente que hablen del tema en indagación, para esto se debe seleccionar un periodo de tiempo en la que podamos buscar información, avances entre otros, que vayan dando respuesta a nuestros enigmas a partir de las fuentes seleccionadas como lo son periódicos, revistas, tesis y libros publicados que contengan una revisión de literatura muy amplia con respecto al problema que vamos a tratar.

El ideal del estado del arte es definir el diseño de la indagación y tener argumentos para poder indicar que la investigación es innovadora, para poder iniciar un estado del arte se requiere tres cosas importantes:

- Saber con claridad cuál es el objeto de estudio
- Tener muy bien identificadas las variables de investigación

- Identificar la relación entre esas variables

En conclusión lo que busca el estado del arte es construir antecedentes que sirvan para realizar un sondeo descriptivo y analítico para alcanzar un conocimiento critico que nos permita nuevas comprensiones sobre el tema indagado.

Tres cosas importantes:

- Saber con claridad cuál es mi objeto de estudio
- Tener muy bien identificadas mis variables de investigación
- Identificar la relación entre esas variables

Preguntas más comunes son:

- ¿Qué tanto se ha indagado el tema?
- ¿Desde qué puntos se ha indagado el tema?
- ¿Qué aspectos faltan por abordar?
- ¿Cómo se definieron los problemas?

Fundamentos para la construcción de estados del arte

Lo que se pretende al elaborar un estado del arte es generar una comprensión de las lecturas realizadas a los periódicos, revistas científicas, textos y tesis buscados para dar solución a un problema en específico, teniendo en cuenta las visiones de otros investigadores que ha abordado el tema desde diversas perspectivas organizando y presentando un conocimiento critico en aquellos que realizan o consultan esta metodología de investigación.

El estado del arte conlleva un trabajo de investigación minuciosa en cada uno de textos bibliográficos consultados para el desarrollo del enigma, teniendo en cuenta que debe ser una búsqueda descriptiva, ordenada, metódica, clara y analítica.

La geometría de burbujas es una metodología que se ha aplicado en España con el fin de orientar y explicar de manera lúdica esta rama de las matemáticas pasando del as figuras planas a figuras más estructuradas, desde esta perspectiva es que la arquitectura la usa para poder elaborar planos de mega construcciones para poder analizar la opción más equitativa en materiales, espacios y tiempo.

- Triangulo: Pirámide
- Cuadrado: Cubo
- Circulo: Esfera

Alcances y límites

El estado del arte debe dar respuesta a los objetivos que se han planteado durante el desarrollo del tema para generar nuevas compresiones que permitan a los investigadores continuar alimentando el trabajo como tal, se debe tratar de dar respuesta al problema inicial en conjunto con las recopilaciones bibliográficas encontradas que hacen referencia al tema en general.

Para poder obtener los alcances propuestos en el estado del arte se debe tener en cuenta las diversas fuentes consultadas para la recopilación de bibliografía que haga referencia al tema sin afectar su perspectiva frente al mismo, dejando claro los criterios de cada una, pen los alcance se puede evidenciar la organización con la que han sido tratado los datos ofreciendo medios muy dinámicos a la hora de seleccionar la información.

Los alcances de esta investigación se ven reflejados en como la geometría de burbujas ha sido usada en la cotidianidad sobre todo en la arquitectura y las ingenierías esto en el área de las

construcciones, en la física como la teoría de superficies mínimas y en la matemáticas en el estudio de las formas geométricas.

El estado del arte implica un esfuerzo por reconocer los límites de lo ya indagado y arriesgarse a preguntar lo inédito, pero ser susceptible de ser pensado e investigado desde el campo del conocimiento, en esta indagación se hace referencia a la teoría de la geometría de burbujas la cual está acompañada de la geometría básica y como ella ha tomado el campo de lo tridimensional a través de la teoría de las superficies mínimas que es aquella que sustentan las pompas de jabón.

Se podría decir que las burbujas de jabón toman las formas geométricas del molde que se está usando, teniendo en cuenta el volumen de esta superficie.

La geometría a través de las burbujas ha permitido que otros campos se apoyen en ella como por ejemplo la arquitectura para la elaboración de planos y diseño que ayuden con la economía de espacios, materiales y tiempo en los mismos, en la ingeniería con la elaboración de estructuras techo de tracción.

Metodología

La indagación sobre el uso de la geometría de burbujas para la enseñanza de las matemáticas se realizó a través de un rastreo por todas las universidades del país que ofrecieran el programa en matemáticas, licenciatura en matemáticas u otras carreras afines con estas, de las cuales se investigó quienes tienen publicaciones en revista matemáticas o científicas el tema de la geometría de burbujas, en las que con gran asombro ninguna ha hecho este tipo de investigación, solo se encontró las burbujas asociadas a otras disciplinas.

Noddy (2013) afirma "En ocasiones se diría que tienen vida propia. En realidad **buscan las formas óptimas a partir de la cantidad de jabón existente**, según se tocan unas con otras. Una geometría física que resulta tan interesante de investigar para los matemáticos como para los artistas y los físicos".

La geometría de burbujas es una estrategia lúdica para enseñar esta rama de las matemáticas además de ser usada en otras áreas como la construcción, el mayor aporte teórico y práctico se ha hecho en España por el profesor Antón Aubanell quien se ha dedicado a enseñar este tipo de geometría basada en las pompas de jabón.

Durante la indagación se pudo encontrar que existen competencias para la investigación en las que encontramos dificultades como: (Julia, 2006/2007) "la poca especificidad de algunas páginas Web pues trataban los conceptos de una forma muy general; la complejidad del lenguaje científico de otras que hacían casi incomprensible lo explicado, y en otras, lo pobres que eran en contenido. Pero sin duda, la mejor ayuda con la que hemos podido contar han sido los libros, ya que, en ellos hemos encontrado los conceptos claros y completos aunque, a veces, algunos textos resultaban un poco complicados para nosotros".

La geometría con pompas de jabón es una estrategia de enseñanza de las matemáticas, la cual ha sido usada en áreas de la construcción e ingenierías, donde se observa como el jabón ayuda en la elaboración de planos casi perfectos permitiéndole al profesional escoger la mejor opción para llevar a cabo de manera tangible dichos estudios o estructuras plasmadas.

Para poder llevar a cabo un estado del arte teniendo como base la geometría de burbujas se deben realizar aproximadamente una revisión entre 15 y 20 textos o referencias bibliográficas que dan un punto de partida para poder establecer un estado del arte teniendo en cuenta las tesis, revistas científicas de centros de investigación o universidades relacionadas con el campo del conocimiento; teniendo como punto de apoyo la revisión de la introducción y las conclusiones, en estas dos partes de la investigación se encuentra la información que plasma las competencias del mismo.

Para llevar a cabo el desarrollo de esta investigación se debe tener en cuenta dos dimensiones llamadas heurística y hermenéutica, que nos permiten clasificar y fundamentar la información recopilada en el rastreo realizado para dar respuesta a las dudas que se han encontrado frente al tema propuesto, para esto se debe tener claro cada una de las dimensiones:

La heurística y la hermenéutica como metodología para el estado del arte

La heurística y la hermenéutica estrategia para la construcción de estados del arte para recopilar elementos bibliográficos sobre un tema en específico.

En la construcción de un estado del arte se debe tener en cuenta dos estrategias fundamentales como lo son la heurística en la parte inicial y la hermenéutica que va al finalizar la investigación con el fin de que la investigación nos permita identificar procesos generales como por ejemplo:

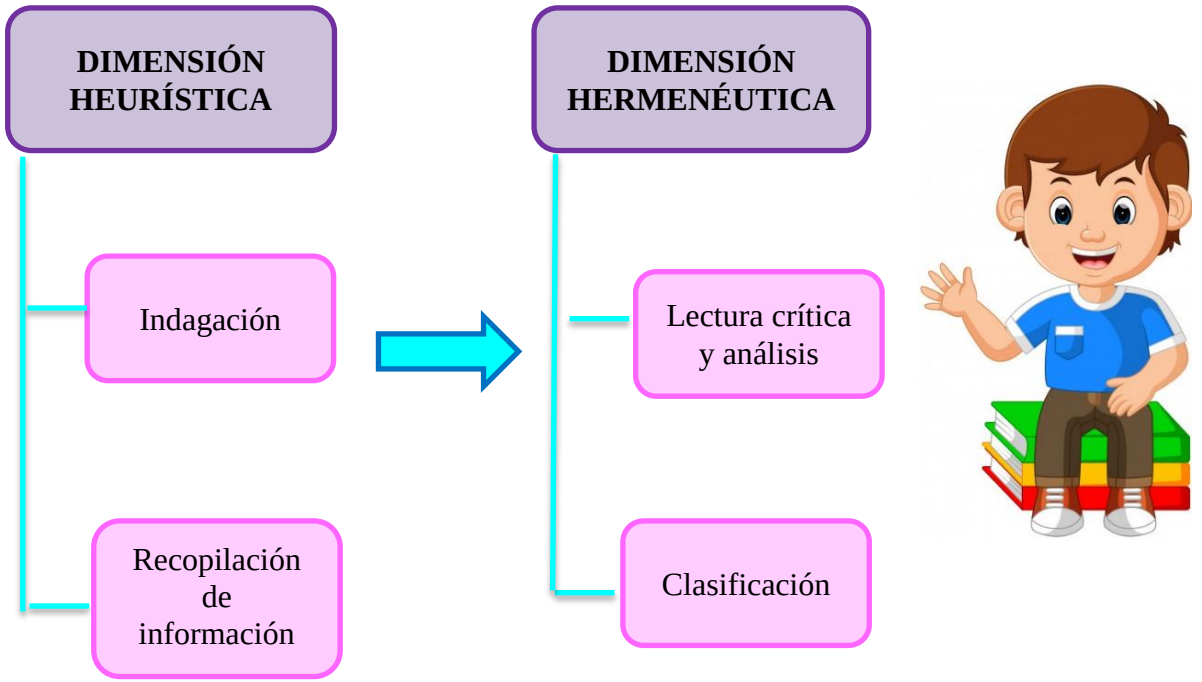
Indagación

Clasificación

Organización

Disposición de fuentes de información para un procedimiento legítimo.

Integración de la información a partir de las fuentes de consulta teniendo en cuenta las dimensiones del estado del arte que están llamadas “heurística y hermenéutica”



Dimensión heurística: Es una capacidad del ser humano que nos ayuda a resolver problemas de carácter científico, permitiéndonos describir la indagación como el método basado en la experiencia, con la finalidad de explicar problemas específicos, pertenece al uso de métodos inductivos racionales, promoviendo la creatividad y el pensamiento lateral o pensamiento divergente.

La heurística es vista como el arte de inventar por parte de los seres humanos con la intención de buscar estrategias métodos y criterios que permitan dar solución a problemas a través de la creatividad y diferentes pensamientos.

En la dimensión heurística también se puede ver que está basada en la experiencia del propio individuo que busca soluciones viables a los problemas que lo rodean en su entorno, en ese sentido se puede afirmar que la relación con la toma decisiones a fin de solucionar problemas es asegurar la opción más idónea en la heurística también se puede mirar un sentido de disciplina científica o puede ser aplicada a cualquier ciencia con la finalidad del abogado medios principios reglas consejerías como ayuda para lograr encontrar la solución más eficaz y eficiente al problema que analiza el individuo.

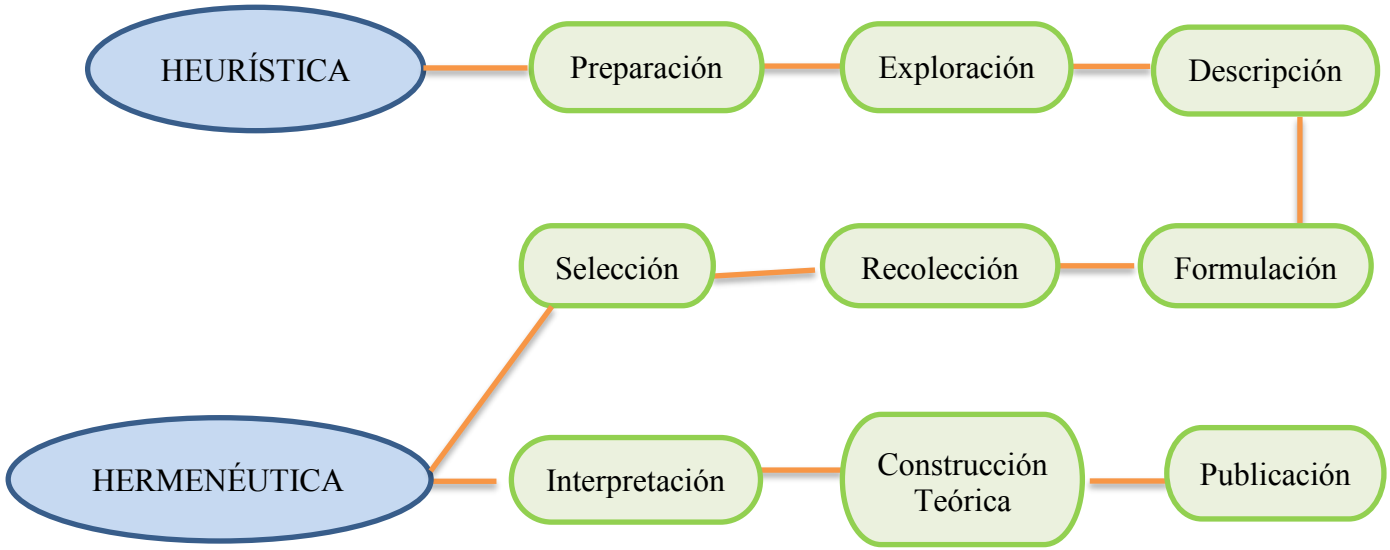
En la heurística existen varios procedimientos que se dividen en principios heurísticos son aquellos que nos ayudan a buscar sugerencias para encontrar la solución idónea el problema, reglas heurísticas son aquellas que señala la los medios para resolver el problema y estrategias heurísticas son aquellas que se usan para organizar las soluciones más apropiadas que contribuyen a la solución del problema.

El método heurístico es el conjunto de técnicas que se emplean con el fin de encontrar y dar solución a los problemas que nos rodean en las cuales tenemos un resultado óptimo o satisfactorio.

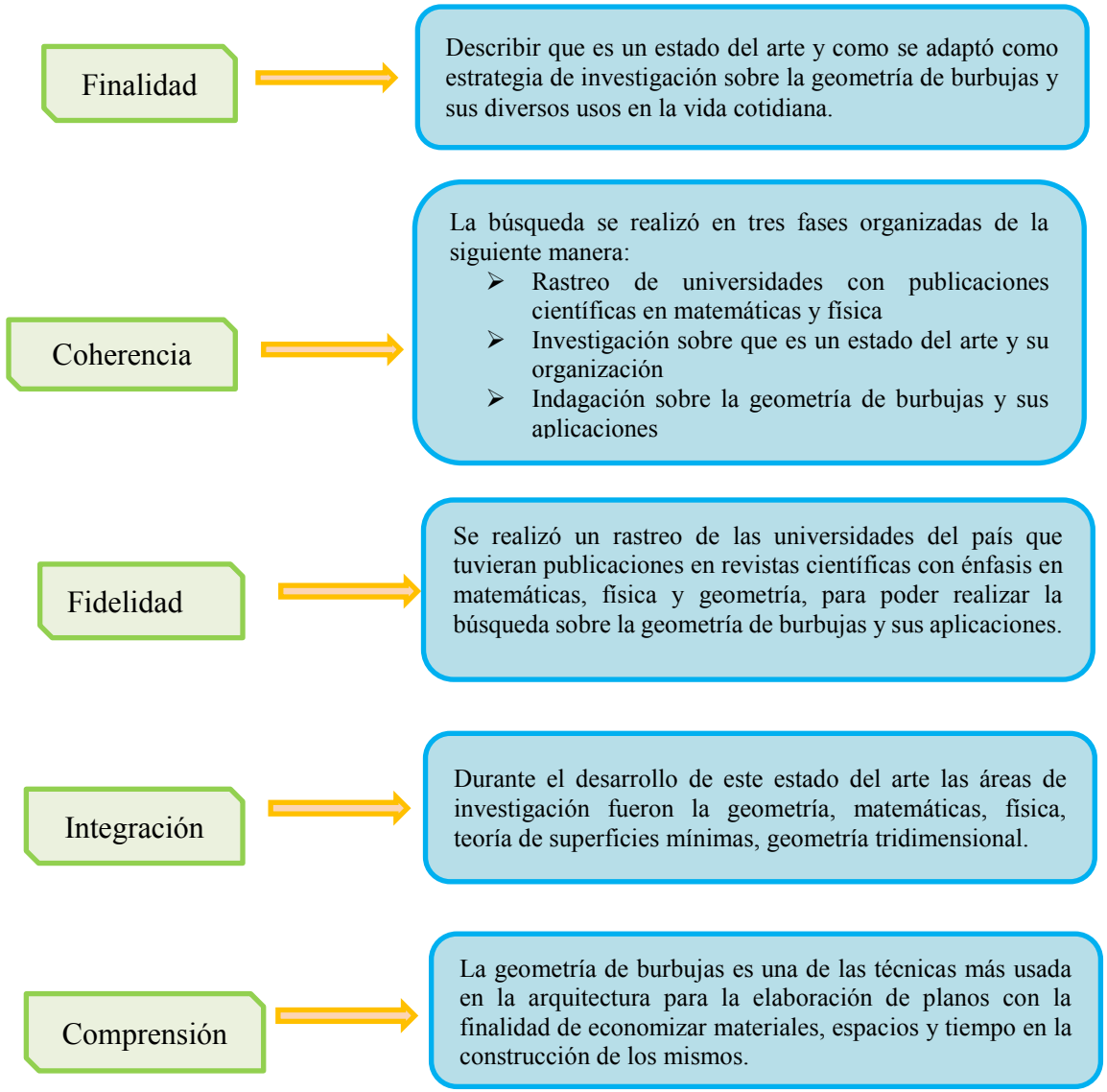
Dimensión hermenéutica: una capacidad que viene explícita por las confusiones del lenguaje, que continuamente traen conclusiones diferentes e incluso confrontadas en lo que se refiere al significado de los textos. La hermenéutica pretende conocer el significado detrás de la palabra y, con ello, intenta la interpretación de la razón misma sobre el significado.

La hermenéutica está definida como el arte basado en la interpretación de textos en especial de aquellas obras se consideran como salga desde la perspectiva de la filosofía en este concepto también se puede escribir o denominada como teoría de la verdad y constituye el procedimiento que permite expresar la universalización de la capacidad interpretativa desde la personal y la específica historicidad.

Se puede interpretar que la hermenéutica es una disciplina que viene determinada para comparar las complejidades del lenguaje la cual puede estar catalogada como comunicación escrita verbal y no verbal que nos permite expresar la investigación que se está dando en el momento.



En la elaboración de este estado del arte se tuvieron en cuenta las siguientes fases con el fin de brindar una información asertiva y clara para todo aquel que o quiera consultar.



Los principales hallazgos e información deben ser suficiente para que se pueda seleccionar los elementos bibliográficos que sean útiles para ser tomada en cuenta para la investigación, a continuación se evidencia el rastreo a nivel Colombia sobre las universidades que ofrecen programas de matemáticas y sus publicaciones frente a la geometría de burbujas:

FICHAS DE ANALISIS DOCUMENTAL			
Universidad	Programa	Fecha y cuidad de publicaciones	Concepto de la publicación
Universidad Nacional De Colombia		Medellín centro de publicaciones 2019	Formato: Monografía Autor: AKROD ROD Título: geometría y matemáticas, espacio extra tridimensional Contenido: la monografía trata de temas generales de geometría y matemáticas
		06.13., Lecturas, 27, (2006).	Formato: Lectura Autor: C. Sánchez Título: ¿Cómo se construye un cuadrado? matemáticas Contenido:
		06.14. V Lecturas Matemáticas 27, (2006).	Formato: Lectura Autor: Tapia Título: El 'Comentario', Contenido: el problema de la equivalencia de las formas cuadráticas y el análisis tensorial.
		02.10. V Matemática 36, (2002).	Formato: Autor: Tapia Título: Riemann y los fundamentos de la geometría Miscelánea Contenido:
		92.05. Rev. Col. Mat., 26, (1992).	Formato: Autor: B. Guerrero Título: Integral geometry of the action of ST(3) on the space E 3 Contenido:

		90.10. Rev. Col. Mat., 24, (1990).	Formato: Autor: B. Guerrero Titular: Integral geometry of the groups ST(n+1) and ST1(n+1) in projective space Pn
		04.07 Bogotá, (2004).	Formato: Autor: R. Marino Título: La Geometría en el Arte y el Diseño
		19. 03.02. Bogotá (2003).	Formato: Autor: A. Campos Titulo: Geometría Lineal
		2.01., , Bogotá, (2002)	Formato: Autor: B. Guerrero Título: Geometría en el Plano y en el Espacio
		01.13; dir. A. Villaveces (2001).	Formato: Autor: J. Moreno Título: , Teoría de modelos geométrica y aplicaciones
Universidad Militar	Licenciatura Matemático Estadístico		La universidad ofrece el programa, pero no se encontró artículos relacionados con el tema de geometría, geometría de pompas de jabón u otros afines.
Universidad Sergio Arboleda	Profesional En Matemáticas	Bol. Mat., Volumen 11, Número 1, p. 69-78, 2004.	Formato: Lectura Autor: Lorentz Título: The geometric attractor is a homoclinic Contenido: Un atractor es un conjunto transitivo al que convergen todas las órbitas positivas cercanas. Un ejemplo de atractor es el atractor geométrico de Lorenz [GH]. En este artículo demostramos que el atractor geométrico de Lorenz es una clase homoclínica
Universidad Central	Matemáticas		La universidad ofrece el programa, pero no se encontró artículos relacionados con el tema de geometría, geometría de pompas de jabón u otros afines.
Pontificia Universidad Javeriana	Matemáticas		La universidad ofrece el programa, pero no se encontró artículos relacionados con el tema de geometría, geometría de pompas de jabón u otros afines.

Universidad El Bosque	Matemáticas		La universidad ofrece el programa, pero no se encontró artículos relacionados con el tema de geometría, geometría de pompas de jabón u otros afines.
Universidad Católica De Manizales	Licenciatura En Matemáticas Y Física	2000; Redondo y Haro, 2004; Redondo y Haro, 2005)	Formato: PDF Autor: Manuel Barrantes-López, Idalio Balletbo-Fernández Título: tendencias actuales de la enseñanza-aprendizaje de la geometría en educación secundaria Contenido: Realizamos una revisión bibliográfica y una reflexión de los últimos trabajos sobre la enseñanza y el aprendizaje de la geometría en la Enseñanza Secundaria que pudiera servir como referencia de base teórica para tesis, proyectos y otros trabajos académicos, en la que se brinda al investigador datos actualizados sobre temas relacionados con el área de didáctica de la geometría según: diferentes materiales y medios como facilitadores de las actividades de aprendizajes. También, el profesor de Secundaria tiene un material a su alcance que presenta propuestas nuevas y adecuadas, que le garantizan mejores resultados en su actividad docente y de desempeño en el aula.
Universidad De Antioquia (Andes, Caucasia, Medellín, Envigado, Carmen De Viboral, Turbo, Puerto Berrio)	Licenciado En Matemáticas Y Física Matemático		La universidad ofrece el programa, pero no se encontró artículos relacionados con el tema de geometría, geometría de pompas de jabón u otros afines.
Universidad Del Rosario De Colombia	Matemáticas Aplicadas Y Ciencias De La Computación		La universidad ofrece el programa, pero no se encontró artículos relacionados con el tema de geometría, geometría de pompas de jabón u otros afines.

Universidad De Los Andes (Bogotá)	Matemáticas	(Bragado, 2009) V. (2006). Recuperado el 27 de mayo de 2015	Formato: Autor: Muñoz Título: Pompas de jabón Contenido: Utilizando herramientas de la geometría euclidiana se puede dar solución a diferentes problemas https://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/ehernan/Talento/VicenteMunoz/pompa
		Números. Revista de Didáctica de …, 2011 - funes.uniandes.edu.co	Formato: PDF Autor: S Villarroel, N Sgreccia Título: materiales didácticos concretos en geometría en primer año de secundaria Contenido: Se recabó información pertinente haciendo un recorrido por: artículos vinculados al tema de investigación publicados en revistas de Educación Matemática de la … Está integrada por tres categorías de análisis: Categoría 1: Adaptación a diversos contenidos geométricos
Universidad De Cundinamarca	Licenciatura En Matemáticas		La universidad ofrece el programa, pero no se encontró artículos relacionados con el tema de geometría, geometría de pompas de jabón u otros afines.
Universidad La Gran Colombia	Licenciatura En Matemáticas		La universidad ofrece el programa, pero no se encontró artículos relacionados con el tema de geometría, geometría de pompas de jabón u otros afines.
Universidad De Los Llanos (Puerto López, Meta)	Licenciado En Matemáticas		La universidad ofrece el programa, pero no se encontró artículos relacionados con el tema de geometría, geometría de pompas de jabón u otros afines.
Universidad De Pamplona (Norte De Santander)	Matemáticas		La universidad ofrece el programa, pero no se encontró artículos relacionados con el tema de geometría, geometría de pompas de jabón u otros afines.
Universidad Del Atlántico (Barranquilla)	Licenciatura En Matemáticas		La universidad ofrece el programa, pero no se encontró artículos relacionados con el tema de geometría, geometría de pompas de jabón u otros afines.

Universidad Pedagógica Y Tecnológica De Colombia (Bogotá, Tunja, Duitama)	Matemáticas Licenciatura En Matemáticas Licenciatura En Matemáticas Y Estadística	Universidad Pedagógica Nacional, facultad de Ciencia y Tecnología, Bogotá. [Revista de investigación (Bogotá), Colombia, 2007 Vol. 7 Núm. 1 Ene-Jun, Pág. 19-29	Formato: Revista Autor: López Vargas, Omar, Bayardo Sanabria Rodríguez, Luis, Ibáñez Ibáñez, Jaime Título: movimiento de figuras geométricas en ambientes computacionales Contenido: Incidencia en la eficacia y la eficiencia de la solución de problemas de movimiento de figuras geométricas en ambientes computacionales
		CE Vasco - Tecné Episteme y Didaxis: TED, 1992 - revistas.pedagogica.edu.co	Formato: PDF Autor: Carlos E. Vasco U. Profesor Departamento de Matemáticas y Estadística Universidad Nacional de Colombia Título: Geometría activa y geometría de las transformaciones Contenido: este artículo sólo dos modestos objetivos: contrastar la geometría activa que se propone en el nuevo currículo de matemáticas del Ministerio de Educación Nacional con la geometría del llamado "Programa de Erlangen" de Félix Klein, y con la llamada "Geometría de las Transformaciones".
Universidad Distrital Francisco José De Caldas (Bogotá)	Matemáticas		La universidad ofrece el programa, pero no se encontró artículos relacionados con el tema de geometría, geometría de pompas de jabón u otros afines.
Universidad De Nariño	Licenciatura En Matemáticas	Universidad de Nariño, Departamento de Matemáticas y Estadística, Pasto Nariño. Colombia; Universidad del Valle, Instituto de educación y pedagogía, Bogotá. [Educación matemática, México, 2012 Vol. 24 Núm. 3 Dic, Pág. 7-32]	Formato: Autor: Marmolejo Avenia, Gustavo Adolfo, Vega Restrepo, Myriam Belisa Título: La visualización en las figuras geométricas. Contenido: Importancia y complejidad de su aprendizaje
Universidad Del Valle (Cali)	Matemáticas		La universidad ofrece el programa, pero no se encontró artículos relacionados con el tema de geometría, geometría de pompas de jabón u otros afines.
Universidad Central De	Licenciatura En Matemáticas		La universidad ofrece el programa, pero no se encontró artículos relacionados con el tema de geometría, geometría de pompas de jabón u otros afines.

Santander (Bucaramanga)	Matemáticas	
Universidad Del Cauca (Popayán)	Licenciatura En Matemáticas	La universidad ofrece el programa, pero no se encontró artículos relacionados con el tema de geometría, geometría de pompas de jabón u otros afines.
Universidad Del Tolima (Ibagué)	Matemáticas Con Énfasis En Estadística	
Universidad Sur Colombiana (Neiva, Huila)	Licenciatura En Matemáticas	La universidad ofrece el programa, pero no se encontró artículos relacionados con el tema de geometría, geometría de pompas de jabón u otros afines.
Universidad Del Quindío (Armenia)	Licenciatura En Matemáticas	La universidad ofrece el programa, pero no se encontró artículos relacionados con el tema de geometría, geometría de pompas de jabón u otros afines.
Universidad Tecnología De Pereira (Risaralda)	Maestría En Enseñanza De Las Matemáticas	La universidad ofrece el programa, pero no se encontró artículos relacionados con el tema de geometría, geometría de pompas de jabón u otros afines.

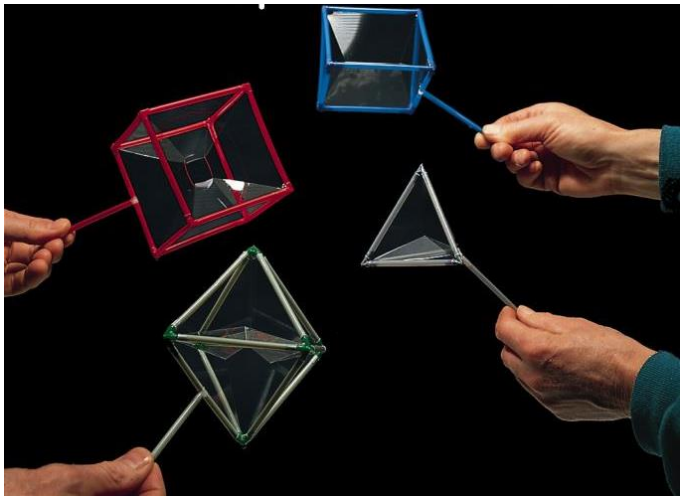
De acuerdo a la información recopilada encontramos que a nivel Colombia existen 25 universidades que ofrecen el programa de matemáticas dividido de la siguiente manera:

- 13 universidades ofrecen Licenciatura en matemática
- 14 universidades ofrecen programas en Matemáticas pura

Teniendo en cuanta lo anterior cabe aclarar que hay universidades que ofrecen los dos planes de estudio y que algunos tiene énfasis en física, estadística y ciencias de la computación. En el rastreo realizado se observó que solo 18 de estas universidades han realizado publicaciones en revistas científicas pero ninguna relacionada con el tema de la geometría de burbujas.

Conclusiones

- Se logró encontrar dentro de los límites las universidades que ofrecen programas de matemáticas o licenciaturas a fines.
- Ciertamente encontramos revistas o periódicos científicos de universidades Colombianas, pero en ellas no se evidencio artículos relacionados con la geometría de burbujas.
- Los hallazgos más importantes encontrados durante el desarrollo del trabajo permitieron conocer el uso de la geometría de burbujas en otros campos del conocimiento como herramienta de trabajo.
- Se incentivó la aplicación de la geometría de burbujas como herramienta de enseñanza de esta rama de las matemáticas.
- Se realizó la sistematización de la geometría de burbujas a través del rastreo sobre el tema en las cuales se observó que en Colombia no existe trabajo con esta metodología.



Referencias

- Galeano Marín, M. E. y Vélez Restrepo, O. L. (2002). Estado del arte sobre fuentes documentales en investigación cualitativa. Medellín: Universidad de Antioquia. Centro de Investigaciones Sociales y Humanas.
- Baldor, D. (2001 (1983)). wikipedia enciclopedia libre. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Historia_de_la_geometr%C3%ADa
- Camargo de Mejia, S. (Abril de 1997:23). Estado del arte-sobre-fuentes documentales en investigacion cualitativa pdf. Obtenido de http://josemramon.com.ar/wp-content/uploads/Estado-Del-Arte-Sobre-Fuentes-Documentales-en-Investig-Cualitativa.pdf
- Jimeno, G. D. (2006/2007). Documento pdf google. Obtenido de file:///C:/Users/FAMILIA%20LOPEZ/Downloads/superficies_minimas%20(3).pdf
- Julia, D. S. (2006/2007). documento pdf google. Obtenido de file:///C:/Users/FAMILIA%20LOPEZ/Downloads/superficies_minimas%20(4).pdf
- Martin Fernandez, E. M. (2006/2007). documento pdf google. Obtenido de file:///C:/Users/FAMILIA%20LOPEZ/Downloads/superficies_minimas%20(4).pdf
- Noddy, T. (12 de julio de 2013). microsiervos. Obtenido de https://www.microsiervos.com/archivo/ciencia/la-geometria-de-las-burbujas.html
- Pineda Ramos, J. (Julio de 2019). seccion de matematicas universidad de la laguna. Obtenido de https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/15755/Geometria%20de%20superficies%20minimales.pdf;jsessionid=39BF3E53DC7A5751A93C7C1B74379242?sequence=1