Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), septiembre-octubre 2025,
Volumen 9, Número 5.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i5

DEMOSTRACIÓN DEL TEOREMA DE PITÁGORAS POR TRIGONOMETRÍA

ACTIVE STUDENT-CENTERED METHODOLOGIES: PROBLEM-BASED LEARNING, PROJECTS, AND CHALLENGES

Erik López-García
Tecnológico Nacional de México

Juan Carlos Cabrera Zuñiga
Tecnológico Nacional de México

Homero Alonso Jimenez
Tecnológico Nacional de México

Victoria Yazmín Atala Campos
Tecnológico Nacional de México

Arturo Emmanuel Díaz Domínguez
Tecnológico Nacional de México

Miguel Ángel Chagolla Gaona
Tecnológico Nacional de México

Ciencia Latina Educación
Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar
Septiembre - Octubre, 2025, Volumen 9, Número 5

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i5.20154

Demostración del Teorema de Pitágoras por trigonometría

Erik López-García[1]
eriklg@zacatepec.tecnm.mx
https://orcid.org/0000-0003-2667-6474
Tecnológico Nacional de México / IT de Zacatepec
Av. Tecnológico No. 27, Col. Centro, Zacatepec Morelos, C.P. 62780, México

Juan Carlos Cabrera Zuñiga
juan.cz@zacatepec.tecnm.mx
https://orcid.org/0009-0004-9296-8699
Tecnológico Nacional de México / IT de Zacatepec
Av. Tecnológico No. 27, Col. Centro, Zacatepec Morelos, C.P. 62780, México

Homero Alonso Jimenez
homero.aj@zacatepec.tecnm.mx
https://orcid.org/0000-0002-1101-5553
Tecnológico Nacional de México / IT de Zacatepec
Av. Tecnológico No. 27, Col. Centro, Zacatepec Morelos, C.P. 62780, México

Victoria Yazmín Atala Campos
victoria.ac@zacatepec.tecnm.mx
https://orcid.org/0000-0002-8469-4630
Tecnológico Nacional de México / IT de Zacatepec
Av. Tecnológico No. 27, Col. Centro, Zacatepec Morelos, C.P. 62780, México

Arturo Emmanuel Díaz Domínguez
arturo.dd@zacatepec.tecnm.mx
https://orcid.org/0009-0001-8142-0431
Tecnológico Nacional de México / IT de Zacatepec
Av. Tecnológico No. 27, Col. Centro, Zacatepec Morelos, C.P. 62780, México

Miguel Ángel Chagolla Gaona
miguel.cg@zacatepec.tecnm.mx
https://orcid.org/0009-0001-0915-487X
Tecnológico Nacional de México / IT de Zacatepec
Av. Tecnológico No. 27, Col. Centro, Zacatepec Morelos, C.P. 62780, México

RESUMEN

Desde muy temprana edad en nuestros estudios, nos encontramos con el Teorema más famoso de todos los tiempos, y este es el Teorema de Pitágoras. En este artículo rastreamos desde sus inicios, dándonos cuenta que existe la posibilidad de que no fue el mismo Pitágoras el primero en descubrir dicho Teorema, sino que fue más atrás. Incluso en muchos museos, revistas y materiales didácticos, podemos llegar a encontrar demostraciones creativas y muy entendibles del mismo Teorema. Por otro lado, tenemos como información, que existen una cantidad grande de demostraciones de este, desde unas cortas soluciones hasta unas más complejas, en este artículo daremos dos demostraciones muy sencillas y una tercera que es la que le da el título al artículo, que es la demostración trigonométrica. La demostración trigonométrica que hacemos, aprovecha las funciones las cuales corresponden a las razones de los lados del triángulo rectángulo y con esto, la demostración del Teorema de Pitágoras se hace de una manera simple y clara. Después de todo, es importante que la solución de un problema la tengamos desde distintas perspectivas, porque esto nos pueda dar un mejor entendimiento del mismo, así como equivalencias de ciertas estructuras o definiciones en distintos campos de las matemáticas.

Palabras clave: *Teorema de Pitágoras; funciones; trigonometría.*

[1] Autor principal.
Correspondencia: juan.cz@zacatepec.tecnm.mx

Demonstration of the Pythagorean Theorem by trigonometry

ABSTRACT

From a very early age in our studies, we encountered the most famous theorem of all time, the Pythagorean Theorem. In this article, we trace its beginnings, realizing that it is possible that Pythagoras himself was not the first to discover this theorem, but rather, it was earlier. Even in many museums, magazines, and teaching materials, we can find creative and very understandable demonstrations of this theorem. On the other hand, we have the information that there are a large number of demonstrations of this theorem, from short solutions to more complex ones. In this article, we will provide two very simple demonstrations and a third, which gives the article its title, the trigonometric demonstration. The trigonometric demonstration we provide takes advantage of the functions that correspond to the ratios of the sides of the right triangle, and with this, the demonstration of the Pythagorean Theorem is done in a simple and clear way. After all, it is important to approach the solution of a problem from different perspectives, because this can give us a better understanding of it, as well as equivalences of certain structures or definitions across different fields of mathematics.

***Keywords*:** pythagorean theorem; functions; trigonometry

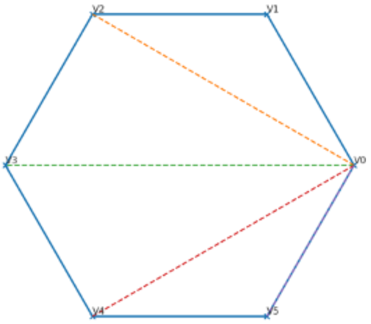
Artículo recibido 25 agosto 2025

Aceptado para publicación: 25 setiembre 2025

INTRODUCCIÓN

Un polígono es una región plana delimitada por segmentos consecutivos; el triángulo (polígono de tres lados) representa su forma más básica y rígida. Su importancia es estructural: cualquier polígono simple admite una triangulación, lo que hace fácil calcular áreas, analizar congruencias locales y estudiar relaciones métricas mediante descomposición [10].

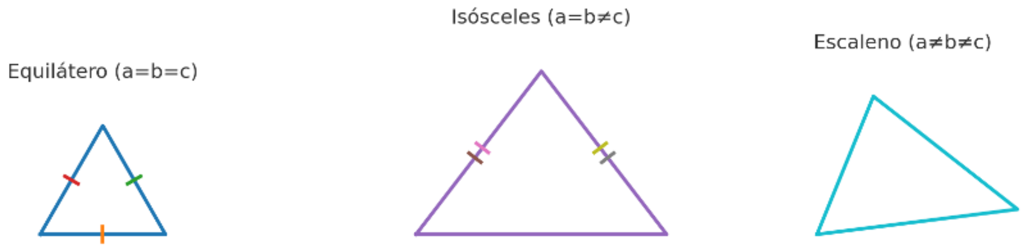
Figura 1. *Triangulación de un hexágono convexo mediante diagonales trazadas desde un vértice.*



Operativamente, un polígono convexo puede particionarse en triángulos no superpuestos; así, fórmulas de área, coordenadas de centros y estimaciones de perímetros se obtienen como suma de contribuciones triangulares. En la práctica, la triangulación sostiene mallas computacionales, sistemas de información geográfica, gráficos por computadora y métodos numéricos como elementos finitos [7].

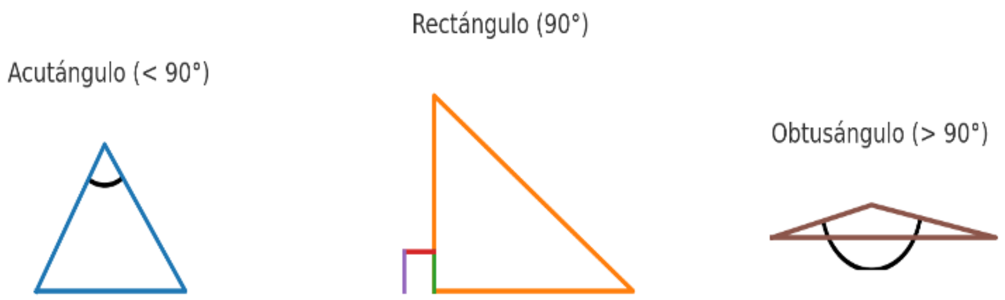
Los triángulos se clasifican por la relación entre las longitudes de sus lados. El equilátero posee tres lados congruentes (a=b=c); el isósceles conserva dos iguales y uno distinto (a=b≠c); el escaleno carece de igualdades (a≠b≠c). Esta taxonomía condiciona simetrías, la ubicación de centros y estrategias de resolución en problemas métricos.

Figura 2. *Clasificación de triángulos por longitudes: equilátero, isósceles y escaleno.*



Atendiendo a sus ángulos internos, los triángulos se catalogan como acutángulos (los tres ángulos menores que 90°), rectángulos (uno exactamente de 90°) y obtusángulos (uno superior a 90°). Esta clasificación orienta la elección de propiedades, construcciones auxiliares y técnicas de resolución en geometría [16].

Figura 3. *Clasificación por ángulos: acutángulo, rectángulo y obtusángulo.*



El triángulo rectángulo es pieza clave de la geometría y de múltiples disciplinas: articula el Teorema de Pitágoras, fundamenta seno y coseno como razones, y habilita descomposiciones ortogonales en el plano cartesiano. En física e ingeniería, estructura el análisis de fuerzas, distancias, proyecciones y cálculos numéricos por su estabilidad métrica [17].

Los orígenes de la trigonometría se entrelazan con la observación del cielo y la medición de distancias. En tablillas mesopotámicas se encuentran relaciones numéricas entre lados de triángulos; más tarde, la tradición helénica sistematiza el tema: Hiparco compila tablas de cuerdas y Ptolomeo, en el Almagesto, perfecciona dichos listados y demuestra identidades equivalentes a nuestras reglas de suma y diferencia de ángulos [4].

La tradición pasa a Europa medieval mediante traducciones latinas y florece con el Renacimiento. Regiomontano redacta un tratado orgánico sobre triángulos (1464), mientras que Rheticus y Otho publican en 1596 tablas extensas de senos, tangentes y secantes que elevan la exactitud numérica [15].

Entre los siglos XVII y XVIII se asienta la notación moderna y las funciones se integran en el análisis. Euler difunde un enfoque unificador e introduce la célebre identidad $e^{i\theta} = cos\,\theta + i\,sen\,\theta$, que enlaza la trigonometría con las exponenciales complejas. La medida angular en radianes se consolida y el término se populariza en el siglo XIX.

El siglo XX, algoritmos como CORDIC reemplazan tablas impresas y facilitan el cómputo de senos, cosenos y tangentes en dispositivos electrónicos [2].

La semejanza de triángulos actúa como "puente" entre proporcionalidad y métrica. A partir de alturas y triángulos rectángulos anidados, las razones conducen a relaciones cuadráticas entre catetos e hipotenusa, formalizando la estructura que más tarde se expresa con funciones trigonométricas en el mismo escenario geométrico [19].

Las funciones trigonométricas emergen en el triángulo rectángulo como relaciones entre lados [5]. Dado un ángulo θ, con catetos a (opuesto) y b (adyacente) e hipotenusa c, se formulan como:

$$sin\,\theta = \frac{a}{c}$$

$$cos\,\theta = \frac{b}{c}$$

$tan\,\theta = \frac{a}{b}$ con $(b \neq 0)$.

Por tratarse de razones sin unidades, capturan dependencias puramente angulares y resultan útiles para modelar proyecciones, estimar alturas y describir inclinaciones [18].

Para completar el repertorio, se introducen las funciones recíprocas:

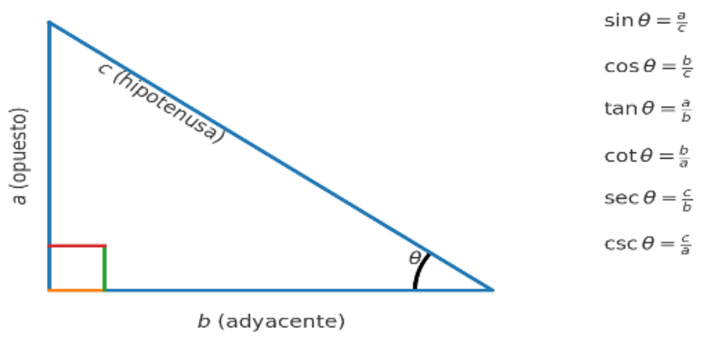
$$csc\,\theta = \frac{1}{sin\,\theta} = \frac{c}{a} \qquad (a \neq 0),$$

$$sec\,\theta = \frac{1}{cos\,\theta} = \frac{c}{b} \qquad (b \neq 0),$$

$$cot\,\theta = \frac{1}{tan\,\theta} = \frac{b}{a} \qquad (a \neq 0).$$

Estas definiciones amplían la flexibilidad algebraica para resolver triángulos, parametrizar pendientes y expresar proyecciones ortogonales.

Figura 4. *Funciones trigonométricas en un triángulo rectángulo respecto a θ.*



Identidades básicas:

(i) $sin\,\theta \cdot csc\,\theta = 1$, $cos\,\theta \cdot sec\,\theta = 1$, $tan\,\theta \cdot cot\,\theta = 1$.

(ii) $tan\,\theta = \frac{sin\,\theta}{cos\,\theta}$, $cot\,\theta = \frac{cos\,\theta}{sin\,\theta}$.

(iii) $sin\,\theta^2 + cos\,\theta^2 = 1$, $1 + tan\,\theta^2 = sec\,\theta^2$, $1 + cot\,\theta^2 = csc\,\theta^2$.

Estas igualdades permiten simplificar expresiones y verificar demostraciones.

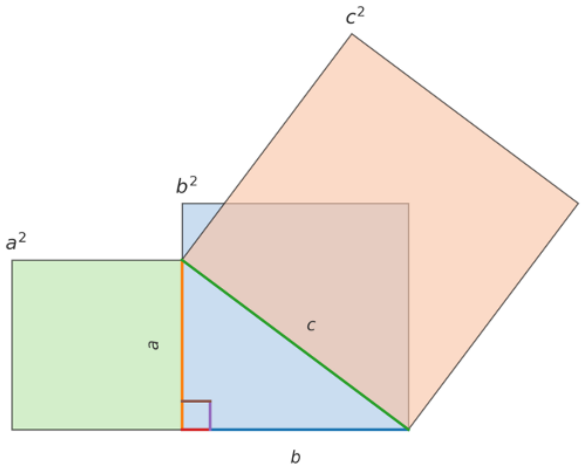
El teorema que lleva el nombre de Pitágoras es anterior al propio pitagorismo. En Mesopotamia, la tablilla Plimpton 322 (ca. 1900–1600 a. C.) ya registra ternas enteras compatibles con triángulos rectos; en Egipto, los agrimensores que “estiran cuerdas” fijan ángulos rectos en campo.

La tradición griega transforma esas recetas en un resultado demostrado. Aunque la autoría se asocia a Pitágoras (siglo VI a. C.), la versión canónica aparece en Euclides, Elementos I.47: el área del cuadrado construido sobre la hipotenusa equivale a la suma de las áreas de los cuadrados sobre los catetos. La prueba descansa en paralelismo, congruencias y áreas; y en el libro VI se generaliza reemplazando “cuadrados” por figuras semejantes, fijando un modelo deductivo que marcará la geometría clásica [6].

Desde la Edad Media hasta la modernidad surgen múltiples demostraciones y ampliaciones. En la tradición islámica se proponen nuevas vías geométricas; Bhaskara presenta su célebre “mira” por disección en la India; y Zhao Shuang ofrece un esquema gráfico análogo en China. Con la geometría analítica, el teorema se reinterpreta como la fórmula de distancia en el plano y, en $\mathbb{R}^n$, como norma euclidiana; en álgebra lineal aparece como ley del paralelogramo y propiedad de productos internos. En geometrías no euclidianas, sus variantes cuantifican la curvatura del espacio [11].

En un triángulo rectángulo, si los catetos miden a y b y la hipotenusa mide c, la suma de las áreas de los cuadrados construidos sobre los catetos es igual al área del cuadrado trazado sobre la hipotenusa; es decir, $a^2 + b^2 = c^2$.

Figura 5. *Representación del teorema de Pitágoras con cuadrados sobre cada lado.*



El Teorema de Pitágoras constituye un punto de anclaje de la geometría euclidiana y de la educación matemática básica: articula nociones de razón, área y semejanza, y conecta la visualización con el razonamiento formal. En este trabajo se presenta una lectura comparada de pruebas geométricas y una vía trigonométrica con vocación didáctica y transferencia al aula [1], [9].

Aunque la literatura en español ofrece numerosas demostraciones, los docentes aún carece de una síntesis que integre estos caminos con criterios de selección claros para metas de aprendizaje, prerrequisitos y recursos disponibles [2].

Desde la didáctica, el estudio beneficia la planificación docente al ofrecer rutas que disminuyen la carga cognitiva innecesaria, promueven la argumentación y favorecen la transición entre representaciones (geométrica, simbólica y dinámica). El empleo de materiales, recortes y secuencias guiadas es especialmente valioso en contextos iberoamericanos [14].

En clave social y curricular, la enseñanza del teorema impacta la continuidad entre secundaria y bachillerato, pues actúa como bisagra con trigonometría elemental, modelación y resolución de problemas. Una secuencia comparativa bien justificada fortalece trayectorias y mejora la coherencia entre tareas, metas e instrumentos de evaluación [15].

El marco teórico organiza tres familias: (i) pruebas geométricas por reacomodo y por semejanza; (ii) pruebas algebraicas mediante identidades; y (iii) pruebas trigonométricas que parten de razones en el triángulo. Las categorías de análisis incluyen representación, tipo de inferencia, claridad expositiva, prerrequisitos y potencial de transferencia [11].

El enfoque algebraico sirve de contraste: aporta compacidad simbólica y conecta con identidades y factorizaciones; sin embargo, pierde potencia didáctica si se desconecta de la referencia geométrica que le da sentido [8].

En consecuencia, el objetivo es buscar una demostración para enseñar el Teorema de Pitágoras que integre la trigonometría, con criterios de selección y evaluación transparentes [3], [12].

METODOLOGÍA

Veamos dos demostraciones del Teorema de Pitágoras, las cuales usamos un enfoque geométrico y luego una perspectiva álgebraica.

En la primera demostración, lo hacemos con un sentido geométrico.

Teorema. Si un triángulo rectángulo tiene catetos de longitudes a *y* b*, e hipotenusa de longitud* c*, entonces:*

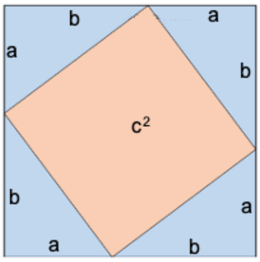
$c^2 = a^2 + b^2$.

Demostración Geométrica. Construimos un cuadrado grande de lado $a + b$ y colocamos cuatro copias del triángulo.

Arreglo A (cuadrado central de lado c)

Rotamos las cuatro copias para que sus hipotenusas delimiten un cuadrado central.

Figura 6. *Cuadrado exterior de lado* $(a+b)$

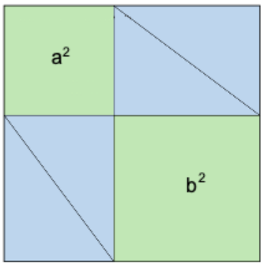


El área total es: $(a+b)^2 = 4(\frac{ab}{2}) + c^2$

Arreglo B (dos cuadrados, a^2 y b^2).

Reacomodamos las mismas cuatro copias pegando catetos iguales a los bordes del cuadrado exterior. Quedan dos huecos cuadrados, uno de lado a y otro de lado b.

Figura 7. *Paso 2, reacomodo con dos cuadrados internos*



Por tanto,

$(a+b)^2 = 4(\frac{ab}{2}) + a^2 + b^2$

Como el contorno exterior es el mismo en ambos acomodos, sus áreas son iguales. Al comparar (1) y (2), se cancelan los términos $4(\frac{ab}{2})$ y resulta

$$c^2 = a^2 + b^2$$

Esta igualdad no depende de medidas particulares: solo usa que los cuatro triángulos son congruentes y rellenan el mismo cuadrado exterior de lado $a+b$. ■

Ahora, veamos una segunda demostración, pero la vamos hacer en sentido algebraico.

Demostración Algebraica.

Sea un triángulo rectángulo con catetos a, b e hipotenusa c. Su área es $T = \frac{ab}{2}$. Por la fórmula de Herón, si $s = \frac{a+b+c}{2}$,

$$T^2 = s(s-a)(s-b)(s-c) = \frac{(a+b+c)(a+b-c)(-a+b+c)(a-b+c)}{16}.$$

Agrupamos en parejas conjugadas y aplicamos diferencia de cuadrados:

$$(a+b+c)(a+b-c) = (a+b)^2 - c^2, \quad (-a+b+c)(a-b+c) = c^2 - (a-b)^2.$$

Así,

$$T^2 = \frac{((a+b)^2 - c^2)(c^2 - (a-b)^2\ )}{16}.$$

Como también $T^2 = \left(\frac{ab}{2}\right)^2 = \frac{a^2b^2}{4}$, multiplicamos por 16:

$$4a^2b^2 = ((a+b)^2 - c^2)(c^2 - (a-b)^2).$$

Escribiendo $X = a^2 + b^2$, queda

$$(X + 2ab - c^2)(c^2 - X + 2ab) = (2ab + (X - c^2))(2ab - (X - c^2))$$
$$= (2ab)^2 - (X - c^2)^2.$$

Por tanto, $\quad 4a^2b^2 = 4a^2b^2 - (X - c^2)^2$

$$\Rightarrow (X - c^2)^2 = 0$$

$$\Rightarrow X = c^2.$$

Es decir,

$$a^2 + b^2 = c^2.$$

■

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Desde el punto de vista de la Trigonometría, realizaremos una demostración del Teorema de Pitágoras, con toda la base teórica que se vio en la introducción.

Teorema. Si un triángulo rectángulo tiene catetos de longitudes a *y* b*, e hipotenusa de longitud* c*, entonces:*

$$c^2 = a^2 + b^2.$$

Demostración Trigonométrica. Ocupando el mismo triángulo y la misma notación que la figura 4, despejando las constantes “a” y “b” de las funciones trigonométricas correspondientes, obteniendo lo siguiente

$a = c\ Sen\theta$ ecuación (1),

$b = c\ Cos\theta$ ecuación (2).

En base a la expresión

$a^2 + b^2$,

sustituimos las ecuaciones (1) y (2), y equivale a lo siguiente

$$a^2 + b^2 = (c\ Sen\theta\ )^2 + (c\ Cos\theta)^2$$

$$= c^2\ Sen^2\theta + c^2\ Cos^2\theta$$

Ahora, ocupando la identidad trigonométrica $Sen^2\theta + Cos^2\theta = 1$, nos queda de la siguiente forma

$$a^2 + b^2 = c^2\ (1) = c^2$$

Donde observamos que es el Teorema de Pitágoras al que acabamos de llegar.

■

Definitivamente la demostración de este Teorema de Pitágoras mediante la Trigonometría fue más rápida, simple y sencilla de entender, siempre y cuando sea estudie la introducción. Esta prueba del Teorema, queda bien verla como una aplicación de las funciones trigonométricas en el área de geometría, porque a través de dicha teoría nos da motivo a ver el poder de la trigonometría en las mismas matemáticas.

Habrá formas más sencillas de demostrar el Teorema de Pitágoras, aunque se persigue el mismo objetivo que es la demostración, que mejor que se tenga diferentes maneras de hacerlo, porque esto puede conllevar a generalizar las estructuras matemáticas.

CONCLUSIONES

El Teorema de Pitágoras es uno de los más famosos teoremas en las matemáticas y de todos los tiempos, entonces es bueno saber alguna demostración de este.

A pesar de haber una cantidad grande de comprobaciones del Teorema, creo que siempre debemos de tener una demostración en la mente, por cualquier pregunta que nos pudieran hacer en cierto momento de nuestra vida profesional y que mejor que una prueba que sea fácil de recordar.

En este artículo nos enfocamos a la demostración del Teorema por medio de la Trigonometría, quedando una prueba sencilla, simple y corta; donde, por lo tanto, es muy fácil de memorizar y con lo cual de aprenderse.

Todavía no acaba el gran repertorio de las demostraciones del Teorema de Pitágoras, quizás en algún momento surja otra forma de abordar el teorema desde otro punto de vista y con eso tener una prueba más, y porque no decirlo, una forma equivalente de ver el teorema de Pitágoras con otra teoría, con otros conceptos y lo más importante, una forma equivalente de verlo.

A lo largo del tiempo, hemos observado, que siempre es mejor tener diferentes caminos para llegar al mismo punto y en este caso no es la excepción. Como se puede abordar con distintos temas o teorías el mismo teorema, donde en algún momento este sea el puente para cruzar un área de las matemáticas a otra área totalmente distinta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1.-Barrantes López, M., Barrantes Masot, M. C., Zamora Rodríguez, V., & Mejía López, Á. N. (2018). El teorema de Pitágoras, un problema abierto. *Unión. Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 54, 92–112. Recuperado de https://revistaunion.org/index.php/UNION/article/view/310

2.-Barrantes Masot, M. C., Zamora Rodríguez, V., & Barrantes López, M. (2021). Las demostraciones dinámicas del teorema de Pitágoras. *Revista de Educación Matemática*, 36(1), 27–42. https://doi.org/10.33044/revem.32658 Recuperado de https://revistas.unc.edu.ar/index.php/REM/article/view/32658

3.-Barreto García, J. C. (2008). Deducciones del teorema de Pitágoras a lo largo de la historia como recurso didáctico en el proceso enseñanza–aprendizaje de la matemática. *Números. Revista de Didáctica de las Matemáticas*, (69). Recuperado de https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2986652

4.-Barreto García, J. C. (2009). Otras deducciones o extensiones del teorema de Pitágoras a lo largo de la historia como recurso didáctico. *Números. Revista de Didáctica de las Matemáticas*, (70), 35–51. Recuperado de https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2989368

5.-Barreto García, J. C. (2010). Homotecias y su aplicación en la extensión del Teorema de Pitágoras en didáctica del análisis matemático. *Unión. Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, (23), 71–91. Recuperado de https://revistaunion.org/index.php/UNION/article/view/997

6.-Calle, E., Breda, A., & Font, V. (2023). Significados parciales del teorema de Pitágoras usados por docentes en la creación de tareas en el marco de un programa de formación continua. *Uniciencia*, 37(1), 1–23. https://doi.org/10.15359/ru.37-1.1 Recuperado de https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/uniciencia/article/view/16667

7.-Conde-Carmona, M. (2019). Didáctica del teorema de Pitágoras mediada por las TIC: El caso de una clase de Matemáticas. *Trilogía. Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 11(20), 97–107. https://doi.org/10.22430/21457778.1187 Recuperado de https://revistas.itm.edu.co/index.php/trilogia/article/view/1187/1312

8.-Cruz-Avilés, A., De la Rosa Guzmán, M., Tapia Saucedo, L. C., Castañeda Esquivez, J. S., & Toledo Esquivez, E. V. (2016). Demostración algebraica del teorema de Pitágoras. *Ingenio y Conciencia. Boletín Científico de la Escuela Superior Ciudad Sahagún*, 3(6), 23–25. https://doi.org/10.29057/ess.v3i6.352 Recuperado de https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/sahagun/article/view/352

9.-Flores, A. (1992a). La feria de Pitágoras (Primera de dos partes). *Educación Matemática*, 4(1), 66–82. Recuperado de https://www.revista-educacion-matematica.org.mx/descargas/vol4/vol4-1/vol4-1-6.pdf

10.-Flores, A. (1992b). La feria de Pitágoras (Segunda de dos partes). *Educación Matemática*, 4(2), 62–78. Recuperado de https://www.revista-educacion-matematica.org.mx/descargas/vol4/vol4-2/vol4-2-6.pdf

11.-Flores Peñafiel, A., & Yun, J. O. (2008). El teorema de Pitágoras con frijoles de goma. *Educación Matemática*, 20(1), 99–112. Recuperado de https://www.revista-educacion-matematica.org.mx/descargas/Vol20/1/vol20-1-01_REM_20-5.pdf

12.-Gutiérrez-Rubio, D., León-Mantero, C., Madrid-Martín, M. J., & Sánchez-Compaña, M. T. (2018). Introducción del teorema de Pitágoras y del teorema del coseno mediante el uso de balanzas. *Épsilon. Revista de Educación Matemática*, (100), 89–97. Recuperado de https://thales.cica.es/epsilon_d9/sites/default/files/2023-04/epsilon100_11.pdf

13.-Hernández, J. A. (2000). Teorema de Pitágoras: Una demostración sin palabras. *Tecnura*, 4(7), 45–53. https://doi.org/10.14483/22487638.6084 Recuperado de https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/Tecnura/article/view/6084

14.-Iglesias Albarrán, L. M. (2017). Demostraciones del teorema de Pitágoras con goma EVA. STEAM en el aula de Matemáticas. *Épsilon. Revista de Educación Matemática*, (97), 57–64. Recuperado de https://funes.uniandes.edu.co/funes-documentos/demostraciones-del-teorema-de-pitagoras-con-goma-eva-steam-en-el-aula-de-matematicas/

15.-Leal, B. R., Mata, G., & Muñoz, S. (2018). El teorema de Pitágoras: Historia y casos para triángulos no rectángulos, con mira a profesores de educación básica y media. *Revista Espacios*, 39(43), 7. Recuperado de https://www.revistaespacios.com/a18v39n43/a18v39n43p07.pdf

16.-Moreno Martínez, N., Alvarado-García, M., Angulo-Villanueva, R. G., & Briceño Solis, E. C. (2020). Una aproximación al estudio del teorema de Pitágoras con estudiantes de secundaria. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 13(2), 5–24. https://doi.org/10.22267/relatem.201302.83 Recuperado de https://www.revista.etnomatematica.org/index.php/RevLatEm/article/view/531

17.-Nortes Checa, A. (2019). El teorema de Pick o el teorema de Pitágoras, ¿cuál aplicar? *Números. Revista de Didáctica de las Matemáticas*, (100), 73–77. Recuperado de https://dialnet.unirioja.es/ejemplar/518425

18.-Troyano Dueñas, J., & Flores Martínez, P. (2016). Percepción de los alumnos acerca del teorema de Pitágoras. *Épsilon. Revista de Educación Matemática*, 33(3), 51–60. Recuperado de https://funes.uniandes.edu.co/wpcontent/uploads/tainacanitems/32454/1163572/Troyano2016Percepcion.pdf

19.-Zárate Salas, E. (1996). Generalización del teorema de Pitágoras. *Educación Matemática*, 8(2), 127–144. Recuperado de https://www.revista-educacion-matematica.org.mx/descargas/Vol8/2/12Zarate.pdf