e3 Revista de Economia, Empresas e Empreendedores na CPLP
Journal of Economics, Business and Entrepreneurship in the CPLP
ISSN 2183-7201 | V12 | Special Issue, Part. 3 | 2026

Método didactico "Memo" para realizar la cuadratura de un círculo

The "Memo" teaching method for squaring the circle

Marco Vasquez [1]

[1] National University of Education, Ecuador

Corresponding author: Marco Vasquez | marco.vasquez@unae.edu.ec
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-4479-7731
DOI: https://doi.org/10.29073/e3.v12i5.1220

Received: 08/06/2026 | **Accepted**: 17/10/2026 | **Published**: 10/11/2026

RESUMEN

La enseñanza de la geometría requiere estrategias que permitan articular los conceptos abstractos con experiencias concretas de construcción, experimentación y comprobación. En este contexto, el problema abordado en este estudio es la dificultad de aproximar un problema histórico de las matemáticas, como la cuadratura del círculo, a experiencias prácticas que favorezcan la comprensión de conceptos geométricos sin perder su rigor matemático. El objetivo es desarrollar y fundamentar el método didáctico MEMO como una estrategia para construir, mediante regla no graduada y compás, un cuadrado de área aproximadamente equivalente a la de un círculo y, en sentido inverso, un círculo de área aproximadamente equivalente a la de un cuadrado. La metodología corresponde al desarrollo constructivo y la comprobación matemática de una propuesta didáctica. El procedimiento se fundamenta en una aproximación de π = 3,125 (25/8) y emplea conceptos y propiedades de la geometría euclidiana, particularmente el teorema de Tales, el teorema de Pitágoras y las propiedades de las diagonales del cuadrado. La construcción se desarrolla tanto mediante materiales concretos —papel, lápiz, regla no graduada y compás— como mediante su representación en GeoGebra. Los resultados muestran que el método MEMO permite construir, en ambos sentidos, figuras cuyas áreas presentan una aproximación del 99,472 % respecto de la equivalencia planteada. La propuesta demuestra además que un problema histórico cuya solución exacta no puede obtenerse mediante regla y compás puede convertirse, mediante una aproximación controlada, en una experiencia práctica para el aprendizaje de conceptos geométricos. Se concluye que el método favorece la experimentación, la manipulación de material concreto, la comprensión del desarrollo histórico de la geometría y el modelaje matemático, y puede implementarse en contextos con recursos limitados. La principal contribución del estudio consiste en articular un problema clásico de las matemáticas con una metodología didáctica concreta, reproducible y accesible, que integra construcción geométrica, razonamiento matemático, experimentación y representación digital. El método MEMO constituye así una propuesta de innovación didáctica orientada a aproximar el conocimiento geométrico abstracto a experiencias de aprendizaje observables y significativas. Este método desarrollado en la Universidad Nacional de Educación de Ecuador, gracias al apoyo de la Coordinación de Investigación y el Vicerrectorado de Investigación, Innovación y Posgrados, pone de evidencia los procesos históricos de la construcción de la ciencia, muchos de los cuales, al usar conceptos profundos, generan distanciamiento con la realidad, estableciendo barreras para su aprendizaje. En tal sentido este método muestra desde lo simple la utilidad de los conocimientos.

Palabras clave: Cuadratura, circulo, cuadrado

ABSTRACT

The teaching of geometry requires strategies that make it possible to connect abstract concepts with concrete experiences involving construction, experimentation, and verification. In this context, the problem addressed in this study is the difficulty of translating a historical mathematical problem, such as the squaring of the circle, into practical experiences that promote the understanding of geometric concepts without compromising mathematical rigour. The aim is to develop and substantiate the MEMO teaching method as a strategy for constructing, using an unmarked straightedge and compass,

a square whose area is approximately equivalent to that of a circle and, conversely, a circle whose area is approximately equivalent to that of a square. The methodology involves the constructive development and mathematical verification of a teaching proposal. The procedure is based on an approximation of π = 3.125 (25/8) and employs concepts and properties of Euclidean geometry, particularly Thales' theorem, the Pythagorean theorem, and the properties of the diagonals of a square. The construction is carried out both using physical materials—paper, pencil, an unmarked straightedge, and compass—and through its representation in GeoGebra. The results show that the MEMO method makes it possible to construct figures in both directions whose areas achieve an approximation of 99.472% of the proposed equivalence. The proposal also demonstrates that a historical problem whose exact solution cannot be obtained using a straightedge and compass can be transformed, through a controlled approximation, into a practical experience for learning geometric concepts. It is concluded that the method promotes experimentation, the manipulation of concrete materials, an understanding of the historical development of geometry, and mathematical modelling, and can be implemented in contexts with limited resources. The main contribution of this study lies in connecting a classical mathematical problem with a concrete, reproducible, and accessible teaching methodology that integrates geometric construction, mathematical reasoning, experimentation, and digital representation. The MEMO method thus constitutes an innovative teaching approach aimed at bringing abstract geometric knowledge closer to observable and meaningful learning experiences. This method, developed at the National University of Education of Ecuador with the support of the Research Coordination Office and the Vice-Rectorate for Research, Innovation and Postgraduate Studies, highlights the historical processes involved in the construction of scientific knowledge. Many of these processes, because they rely on complex concepts, can become disconnected from reality, thereby creating barriers to learning. In this regard, the method demonstrates, through simple approaches, the practical value of knowledge.

Keywords: Squaring, Circle, Square

1. Introducción

Reconociendo lo apasionante que son las matemáticas y sus conceptos se debe también reconocer que la interrogante que con mayor frecuencia presentan sus críticos es sobre la utilidad práctica de la misma, es decir, tal como indica Rousseau (2023) las matemáticas constituyen una herramienta esencial para comprender el mundo, más su comprensión exige análisis y reflexión, buscando los orígenes primigenios de esos conceptos.

Entonces es necesario buscar la razón de ser de eso conceptos y como los mismos responden al principio de utilidad.

Así, la cuadratura de una figura geometría, que en nuestros días puede asimilarse como una curiosidad geométrica, marca su origen en la necesidad de medir áreas irregulares y se sustenta en la idea de establecer procesos de comparación entre esas figuras y cuadrados, buscando aquel cuya área sea semejante a la de la figura geométrica dada.

Teniendo en cuenta que el área de un cuadrado es un concepto fundamental y simple de asimilar este proceso permite entonces calcular el área de la figura irregular.

2. Justificación

La CUADRATURA DEL CIRCULO ha sido un tema que ha intrigado a los mejores matemáticos de la humanidad, llegando a la conclusión de que la misma no es posible, sin embargo, los intentos de lograr esa cuadratura han motivado el estudio de la geometría e incluso el desarrollo de conocimientos que han llevaron incluso al cálculo integral.

Por tanto, estimo que el hecho que se haya demostrado matemáticamente que tal cuadratura no es posible no debe ser impedimento para que a nivel educativo se lo estudie

como una forma de entender la construcción de la ciencia y principalmente a fin de entender a las matemáticas y a la geometría como una herramienta para entender el entorno.

En tal sentido se propone aquí una metodología que, al igual que todas las demás, permite desarrollar un proceso para realizar la cuadratura del círculo con su aproximación, pero que tiene la riqueza de que puede ser desarrollado en aula, posibilitando que sean los estudiantes quienes sientan y vivan ese proceso.

Es decir, esta propuesta permite que desde la experimentación los estudiantes construyan su conocimiento geométrico, validando la teoría desde su praxis e interiorizando concepciones.

OBJETIVO: El objetivo de estos procesos es entender y desarrollar la cuadratura de un círculo, consolidando conceptos de geometría.

3. MARCO TEORICO

CUADRATURA

Según Hurtado (2015), en geometría se define cuadratura la determinación de un cuadrado equivalente en superficie a una figura geométrica dada utilizando para ello únicamente compas y regla no graduada, es decir la cuadratura de una figura se refiere al proceso de construir una figura cuadrada que tenga la misma área que la figura dada. Este concepto es especialmente conocido en geometría antigua y está asociado a la resolución de ciertos problemas clásicos.

Este tema ha intrigado a matemáticos de todas las épocas, pudiendo identificar desde siempre dos corrientes desde donde se ha intentado brindar soluciones a esto, la primara una corriente practica donde lo que plantea es ¿Cómo construir un objeto con forma cuadrado cuya área sea igual a la del otro objeto cuya forma sea de una figura dada?, manteniendo las otras formas.

Por otro lado, se tiene a los matemáticos teóricos que han demostrado con procedimientos y fórmulas como puede llevarse a cabo este proceso.

La cuadratura es un concepto fundamental en la historia de las matemáticas y ha llevado a desarrollos importantes en geometría y cálculo.

FUNDAMENTOS GEOMÉTRICOS PARA EL DESARROLLO DEL MÉTODO MEMO

El método didáctico MEMO se sustenta en conceptos fundamentales de la geometría euclidiana que permiten comprender, representar y construir las figuras geométricas involucradas en la aproximación de la cuadratura del círculo. Entre estos conceptos se encuentran la recta, el cuadrado, la circunferencia, el teorema de Tales, el teorema de Pitágoras y las propiedades de las diagonales del cuadrado. Estos elementos se articulan progresivamente para establecer relaciones de proporcionalidad, longitud, perpendicularidad y área (Boyer, 1986; Courant & Robbins, 1969).

LA RECTA

En geometría, la recta puede entenderse como un conjunto infinito de puntos que se extiende indefinidamente en ambas direcciones. Constituye uno de los elementos básicos de la geometría y sirve como referencia para establecer posiciones, direcciones y relaciones entre diferentes puntos y figuras (Courant & Robbins, 1969).

En el método MEMO, la recta cumple una función esencial como elemento de construcción. A partir de una recta que pasa por el centro de la circunferencia se determina un diámetro y se establece posteriormente una segunda recta perpendicular. Estas construcciones

permiten ubicar puntos a determinadas distancias y generar las condiciones necesarias para construir el cuadrado equivalente (Carrega, 1981).

El cuadrado

El cuadrado es una figura geométrica regular de cuatro lados iguales cuyos ángulos interiores son rectos. Debido a sus propiedades de regularidad, simetría y perpendicularidad, constituye una figura fundamental para el estudio de áreas y para la comparación con otras figuras geométricas (Boyer, 1986; Courant & Robbins, 1969).

El área de un cuadrado se obtiene multiplicando la longitud de uno de sus lados por sí misma. Esta característica permite establecer una relación sencilla entre una longitud determinada y una superficie.

En el método MEMO, el cuadrado representa la figura cuya superficie se compara con la superficie del círculo. El procedimiento busca construir un cuadrado cuya área sea aproximadamente equivalente a la del círculo inicial, utilizando relaciones geométricas construibles con regla y compás (Carrega, 1981).

La circunferencia

La circunferencia se define como el conjunto de puntos del plano que se encuentran a una distancia determinada y constante de un punto denominado centro. Esta distancia recibe el nombre de radio (Courant & Robbins, 1969).

El radio constituye, por tanto, un elemento fundamental para caracterizar una circunferencia. La relación entre el centro, el radio y los puntos de la circunferencia permite realizar construcciones geométricas mediante el compás (Carrega, 1981).

En el método MEMO, la circunferencia constituye la figura geométrica de partida para la primera construcción. A partir de su centro y de su radio se establecen diferentes puntos y segmentos que posteriormente permiten construir el cuadrado de área aproximadamente equivalente. En el proceso inverso, la circunferencia se construye a partir de las dimensiones de un cuadrado previamente establecido.

La relación entre radio, diámetro y área permite vincular las propiedades geométricas de la circunferencia con las del cuadrado, constituyendo el fundamento geométrico del problema de la cuadratura del círculo (Boyer, 1986; Eymard & Lafon, 2004).

Teorema de Tales

El teorema de Tales permite establecer relaciones de proporcionalidad entre segmentos cuando un sistema de rectas paralelas intersecta dos rectas transversales. En términos generales, los segmentos determinados por las paralelas sobre las transversales son proporcionales (Courant & Robbins, 1969).

La proporcionalidad constituye uno de los fundamentos matemáticos del método MEMO. En la construcción propuesta se emplean segmentos auxiliares divididos en partes iguales y, mediante líneas paralelas, se obtiene un segmento cuya longitud representa una fracción determinada de otro segmento de referencia (Carrega, 1981).

En la primera construcción se utiliza esta propiedad para determinar una longitud equivalente a **5/4 del radio** de la circunferencia. En el proceso inverso se emplea nuevamente la proporcionalidad para obtener una longitud equivalente a **4/5 de un segmento de referencia**. De esta manera, el teorema de Tales permite transformar divisiones sencillas en relaciones geométricas fundamentales para la construcción propuesta.

Teorema de Pitágoras

El teorema de Pitágoras establece que, en un triángulo rectángulo, la suma de los cuadrados de los catetos es igual al cuadrado de la hipotenusa. Se trata de uno de los principios fundamentales de la geometría euclidiana y permite establecer relaciones entre las longitudes de los lados de un triángulo rectángulo (Boyer, 1986; Courant & Robbins, 1969).

Su importancia dentro del método MEMO se relaciona con la posibilidad de determinar longitudes a partir de triángulos rectángulos construidos geométricamente. Al establecer dos segmentos perpendiculares de igual longitud, se genera un triángulo rectángulo que permite relacionar las dimensiones de los segmentos con la longitud de la diagonal o del lado de la figura resultante.

En el método MEMO, el teorema de Pitágoras interviene en la determinación de las dimensiones del cuadrado construido a partir de los puntos obtenidos sobre las rectas perpendiculares. Así, un principio matemático puede ser interpretado geométricamente y utilizado para establecer la relación entre las dimensiones de la construcción y las áreas que se pretenden comparar.

Diagonales del cuadrado

Las diagonales del cuadrado poseen propiedades geométricas particulares que resultan esenciales para reconocer y construir esta figura. Las dos diagonales tienen la misma longitud, se intersectan en su punto medio y son perpendiculares entre sí (Courant & Robbins, 1969).

Estas características permiten establecer una relación directa entre las diagonales y los lados del cuadrado. Cuando dos segmentos de igual longitud se intersectan perpendicularmente en sus puntos medios, pueden utilizarse para determinar los vértices de un cuadrado (Carrega, 1981).

En el método MEMO, las propiedades de las diagonales permiten comprobar que los puntos obtenidos mediante las construcciones auxiliares forman un cuadrado. La perpendicularidad de las diagonales y su igualdad proporcionan los elementos geométricos necesarios para identificar la figura y posteriormente determinar su área.

Articulación de los conceptos geométricos

Los conceptos descritos adquieren mayor relevancia cuando se consideran de manera integrada. El método MEMO parte de una circunferencia definida por un centro y un radio y utiliza rectas perpendiculares para establecer una estructura geométrica de referencia. Posteriormente, mediante el teorema de Tales se generan relaciones proporcionales que permiten determinar nuevas longitudes.

A partir de estas longitudes se construyen segmentos perpendiculares y se emplean las propiedades de las diagonales del cuadrado para establecer la figura resultante. Finalmente, el teorema de Pitágoras permite relacionar las longitudes de los segmentos construidos y determinar las dimensiones necesarias para comparar las áreas del círculo y del cuadrado (Carrega, 1981; Courant & Robbins, 1969).

En consecuencia, el método articula **rectas, circunferencias, cuadrados, proporcionalidad, perpendicularidad y relaciones métricas** dentro de una secuencia de construcción geométrica. Esta articulación permite convertir conceptos que pueden ser presentados de forma abstracta en acciones concretas de construcción, medición, comprobación y razonamiento.

Desde una perspectiva didáctica, esta integración constituye uno de los fundamentos del método MEMO, puesto que permite que el estudiante experimente directamente con los objetos geométricos y comprenda las relaciones entre sus propiedades. El manuscrito plantea que el aprendizaje puede desarrollarse mediante la experimentación y la manipulación de material concreto, utilizando recursos sencillos como papel, regla, compás y lápiz (Método didáctico MEMO, 2026).

4. MÉTODO MEMO

El método didáctico MEMO propone una experiencia de aprendizaje basada en la experimentación, la construcción, el modelaje matemático y la búsqueda de soluciones prácticas a un problema histórico de la geometría. Su aporte trasciende la enseñanza de un procedimiento geométrico específico, al plantear una forma de desarrollar capacidades que resultan relevantes para contextos de innovación y emprendimiento.

Desde la perspectiva de la **educación para el emprendimiento**, el método MEMO sitúa al estudiante frente a un problema que requiere explorar, construir, comprobar y validar una solución. Esta dinámica favorece el desarrollo de competencias relacionadas con la iniciativa, la creatividad, el pensamiento crítico, la autonomía y la capacidad para transformar conocimientos teóricos en soluciones concretas. El estudiante participa activamente en la construcción del conocimiento y asume un papel semejante al de un "geómetra", experimentando con materiales accesibles y verificando en la práctica las relaciones matemáticas propuestas.

La propuesta también presenta una relación directa con la **innovación educativa**, puesto que transforma un problema matemático histórico —la cuadratura del círculo— en una experiencia práctica de aprendizaje. En lugar de limitarse a la exposición de conceptos y fórmulas, el método plantea una secuencia de construcción mediante regla, compás y material concreto, permitiendo que el conocimiento sea generado a partir de la experimentación. Esta característica resulta especialmente significativa en contextos educativos con recursos limitados, dado que la innovación propuesta no depende de tecnologías sofisticadas, sino de la capacidad de resignificar un problema científico y convertirlo en una experiencia formativa.

Asimismo, el manuscrito aporta al **desarrollo del pensamiento de modelaje**, aspecto que puede relacionarse con la formación para la innovación y el emprendimiento. El procedimiento MEMO parte de una situación geométrica, establece una aproximación, construye una representación y compara los resultados obtenidos. En este sentido, el estudiante aprende a utilizar el conocimiento matemático para representar y resolver situaciones, comprendiendo que las matemáticas constituyen una herramienta para interpretar el entorno y generar soluciones.

Este método de aproximación para desarrollar la cuadratura del círculo se base en lo expuesto anteriormente, asignando a π el valor de 3.125, el procedimiento es el siguiente.

Si bien el proceso se presenta aquí en GeoGebra, dejando claro que es perfectamente realizable con los siguientes materiales:

- Hoja de papel
- Regla (que no necesariamente debe estar graduada)
- Compas, y
- Lápiz

5. METODOLOGIA

Metodología para el desarrollo y validación del método MEMO

El desarrollo del método didáctico MEMO se fundamentó en un enfoque de carácter constructivo, geométrico y didáctico, orientado a transformar el problema histórico de la cuadratura del círculo en una experiencia práctica de aprendizaje de conceptos geométricos. La propuesta parte de la revisión conceptual de la cuadratura, de sus antecedentes históricos y de la imposibilidad de obtener una solución exacta mediante regla y compás, para plantear una solución aproximada con finalidad exclusivamente didáctica.

El procedimiento metodológico se estructuró en tres etapas:

a. Fundamentación y diseño del método.
Se identificaron los conceptos geométricos necesarios para desarrollar la construcción: recta, cuadrado, circunferencia, teorema de Tales, teorema de Pitágoras y propiedades de las diagonales del cuadrado. A partir de estos conceptos se diseñó una secuencia de construcción utilizando únicamente materiales accesibles —papel, regla no graduada, compás y lápiz—, con el propósito de que el procedimiento pudiera ser reproducido en contextos educativos con recursos limitados.

b. Desarrollo y comprobación matemática de la construcción.
El método se desarrolló mediante una aproximación de $\pi = 3{,}125$, equivalente a 25/8. En la primera dirección del procedimiento se parte de un círculo y, mediante construcciones auxiliares y la aplicación del teorema de Tales, se obtiene una longitud equivalente a 5/4 del radio. Esta longitud permite construir un cuadrado y establecer, mediante el teorema de Pitágoras y el cálculo de áreas, la correspondencia aproximada entre ambas figuras. Posteriormente se desarrolla el proceso inverso: a partir de un cuadrado se construye una circunferencia cuyo radio corresponde a 4/5 de la semidiagonal, obteniendo nuevamente una equivalencia aproximada de áreas.

c. Validación del procedimiento.
Como parte de la metodología de investigación, para la validación se incorporó el uso de GeoGebra como recurso tecnológico para la construcción, exploración, representación y validación de relaciones matemáticas. La utilización de este software permitió establecer una articulación entre la representación gráfica y la argumentación matemática, favoreciendo un proceso de demostración sustentado tanto en la observación de propiedades geométricas como en su posterior fundamentación deductiva.

El procedimiento metodológico se desarrolló mediante la construcción dinámica del objeto matemático de estudio. En una primera fase se representaron en GeoGebra los elementos geométricos involucrados, utilizando puntos, rectas, segmentos y circunferencias. Esta representación permitió visualizar de manera precisa las relaciones existentes entre los diferentes elementos y establecer las condiciones necesarias para analizar la propiedad matemática que se pretendía demostrar.

En una segunda fase se realizaron transformaciones y modificaciones dinámicas de la construcción. Una de las principales bondades de GeoGebra radica en que permite modificar determinados elementos sin perder las relaciones geométricas previamente establecidas. Esta característica posibilita comprobar si una propiedad permanece invariante ante diferentes configuraciones, lo cual contribuye a formular conjeturas y a identificar regularidades. De esta manera, la herramienta tecnológica se empleó no como

sustituto de la demostración matemática, sino como un medio para generar evidencias, explorar relaciones y orientar la construcción del razonamiento deductivo.

Posteriormente, las regularidades observadas mediante la representación dinámica fueron sometidas a un proceso de formalización matemática. En esta etapa se identificaron las definiciones, propiedades, axiomas y teoremas necesarios para justificar cada una de las relaciones observadas. Así, la demostración se estructuró a partir de una secuencia lógica de proposiciones, diferenciando claramente entre la evidencia visual proporcionada por GeoGebra y la justificación matemática que permite establecer la validez general de la proposición.

Por tanto, la validación presentada en el manuscrito corresponde fundamentalmente a una validación matemática y geométrica del procedimiento construido, mediante la comprobación de las relaciones proporcionales y de las áreas resultantes. Bajo la aproximación adoptada para π, el documento establece que el área del cuadrado construido presenta una aproximación del 99,472 % respecto del área del círculo de referencia. El procedimiento fue además desarrollado en GeoGebra, lo que permitió representar y verificar digitalmente las construcciones geométricas planteadas.

La propuesta contempla, asimismo, una validación práctica o de reproducibilidad, dado que el procedimiento puede ejecutarse manualmente con regla no graduada, compás, lápiz y papel, sin requerir conocimientos matemáticos avanzados ni recursos tecnológicos especializados. Esta característica permite comprobar que la construcción propuesta puede trasladarse de la representación digital al trabajo concreto en el aula.

Es importante señalar que la validación descrita en este manuscrito no corresponde a una evaluación experimental de impacto sobre el aprendizaje, puesto que no se presentan grupos de control, aplicación pretest-postest, instrumentos de medición, muestra de estudiantes ni análisis estadístico de resultados. Por tanto, los resultados permiten sustentar la consistencia geométrica, matemática y didáctica de la propuesta, pero no permiten afirmar estadísticamente su eficacia sobre el aprendizaje estudiantil.

Conocimientos necesarios

Para desarrollar este proceso es necesario que se recuerden los siguientes conceptos:

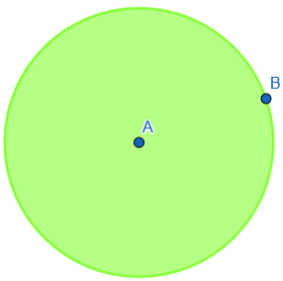
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Construcción del cuadrado "equivalente"

En primera instancia se partirá desde un círculo dado y se construirá, usando únicamente regla no graduada y compas un cuadrado de área equivalente.

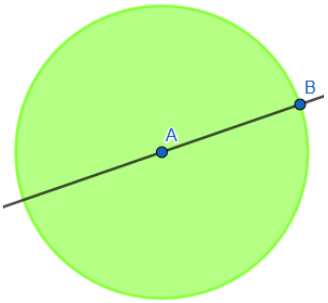
1. Se tomará un círculo cualquiera, en este caso partimos del círculo de centro A y que pasa por el punto B, figura 1.

Figura 1 - circulo de centro A



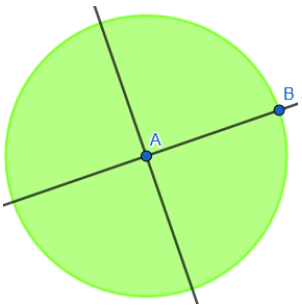
1.1. Se traza una recta que pase por el punto A, figura 2.

Figura 2 - Se traza una recta que pasa por A, y corta al círculo en B



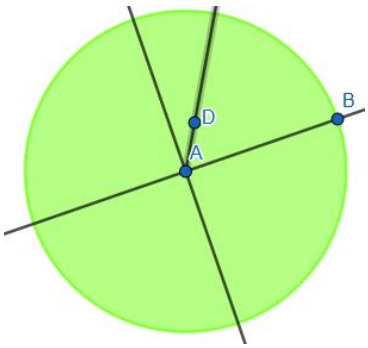
2. Se traza una perpendicular a esa recta en el punto A, figura 3.

Figura 3 - Se traza una recta perpendicular a la anterior en el punto A.



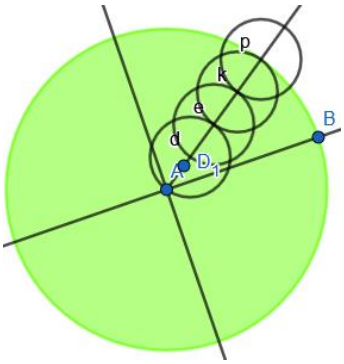
3. El segmento AB es un radio del círculo, es necesario determinar, en la recta que lo contiene, un punto que este a una longitud 5/4 del radio del punto A, para lo que se utilizará el teorema de Tales, por tanto, se traza una semirrecta que parta de A y pase por D como segmento auxiliar, siendo D un punto arbitrario, figura 4.

Figura 4 - Se traza una semirrecta que parte de A y pase por un punto arbitrario D.



4. Usando el compás y partiendo de A, sobre el segmento auxiliar se trazan cinco puntos de tal forma que la distancia entre dos consecutivos sea equivalente y este determinada por la apertura del compás, figura 5.

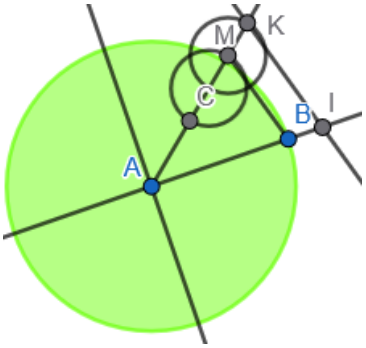
Figura 5 – Con el compás y partiendo de A se determinan distintos puntos, entre estos la distancia es igual y se determina convenientemente con el compás



Puesto que el objetivo es determinar en la primera recta un punto que se ubique a una distancia equivalente a 5/4 del radio del círculo, y el radio está determinado por el segmento AB, se unirá el punto I (cuarto punto determinado con en el segmento auxiliar) con el punto B, y luego se trazará una paralela a MC que pase por el punto K, determinando el punto I.

Por el teorema de Tales, la distancia AK es 5/4 de la distancia AC que es el radio del círculo, figura 6..

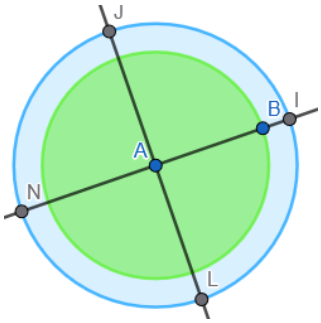
Figura 6 - Por el Teorema de Euclides, el segmento AK mide 5/4 del segmento AB que es el radio del círculo



5. Se traza un círculo con radio AI con centro en A, determinando en punto N sobre la primera recta y los puntos J y L en la recta perpendicular.

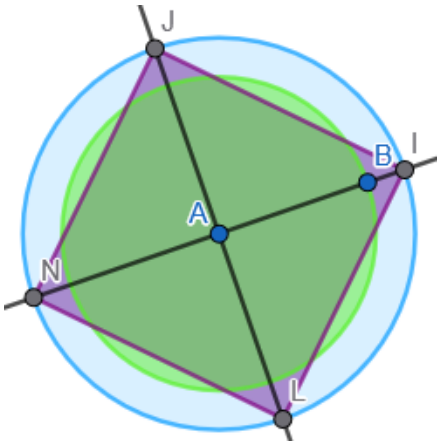
Está claro que los puntos I, J, N y L están a una distancia equivalente a 5/4 del radio del círculo inicial, figura 7.

Figura 7 - Se traza un circulo con centro en A y con radio, lo cual determina los puntos J, N y L.



6. Al unir los puntos I, J, N y L, estos se convierten en vértices de un cuadrilátero, figura 8.

Figura 8 - Al unir los puntos K, J, M y N se construye un cuadrilátero, que tiene a estos puntos como



vértices

Los segmentos LJ y NI son las diagonales del cuadrilátero indicado, además, por construcción son perpendiculares entre sí, por lo tanto, la figura JNLI es un cuadrado y puesto que el triángulo JAI es un triángulo rectángulo, el lado JI puede obtenerse usando el teorema de Pitágoras de la siguiente manera:

$$AI^2 + AJ^2 = IJ^2$$

Teniendo en cuenta que AI = AJ = 5/4 AB

$$\left(\frac{5AB}{4}\right)^2 + \left(\frac{5AB}{4}\right)^2 = IJ^2$$

O

$$\frac{25AB^2}{16} + \frac{25AB^2}{16} = IJ^2$$

$$\frac{25AB^2}{8} = IJ^2$$

Teniendo en cuanta que se demostró que JNLI es un cuadrado, donde IJ es su lado y el área de un cuadrado se calcula elevando al cuadrado su lado.

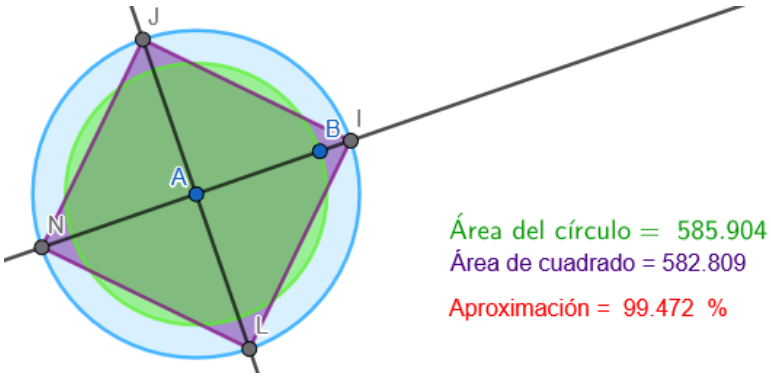
Se concluye que el área del cuadrado construido es:

$$Area\ del\ Cuadrado = \frac{25AB^2}{8}$$

Se debe recordar ahora que AB es el radio del círculo dado, por tanto el área de ese círculo será $\pi(AB)^2$.

Además, tomando en cuenta que se acordó aproximar a π por 3.125 y que 3.125 equivale a 25/8 se puede concluir que las áreas del círculo dado y el cuadrado construido por el método MEMO son semejantes (igual área), figura 9.

Figura 9 - El área del círculo dado y el área del cuadrado construido con el método MEMO son semejantes aproximando a π por el valor de 3.125 o 25/8, es decir una aproximación del 99,472 %



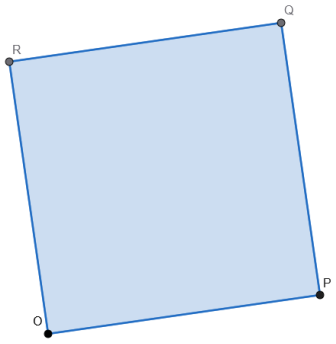
Este proceso se ha desarrollado en GeoGebra: https://www.geogebra.org/m/ddbk6hns

CONSTRUCCIÓN DE CIRCULO "EQUIVALENTE"

Si bien el proceso anterior responde, con la aproximación planteada, al enigma de la cuadratura del círculo, a continuación, se plantea el proceso inverso, esto con fines netamente didácticos, es decir partiendo de un cuadrado cualquiera, con la aproximación a π establecida es posible construir un círculo de área semejante.

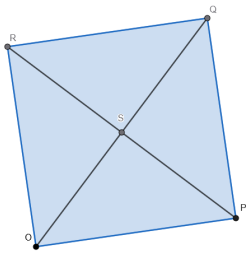
Se partirá construyendo un cuadrado cualquiera, para este caso se construirá el cuadrado OPQR, figura 10.

Figura 10 - Se parte del cuadrado OPQR



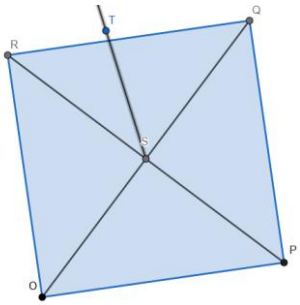
Se trazan las diagonales del cuadrado RP y OQ, que como se sabe son de igual magnitud, perpendiculares entre si y se cortan en el punto centro del cuadrado, el punto S, figura 11.

Figura 11 - Se trazan las diagonales RP y OQ, que son perpendiculares entre sí, de igual dimensión y se cortan en el punto centro S.



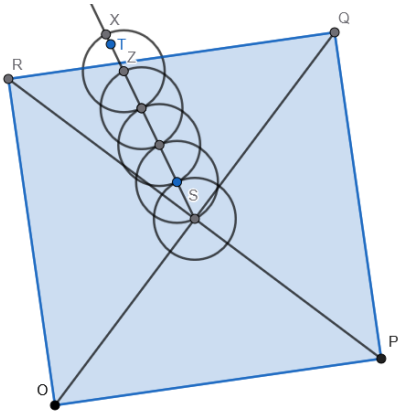
Con el objetivo de tomar ubicar un punto cuya distancia al punto S sea 4/5 partes del segmento SQ, se debe dividir el segmento SQ en 5 partes iguales, para usar el teorema de Euclides, se traza una semirrecta desde S que pase por el punto arbitrario T, figura 12.

Figura 12 - Se traza la semirrecta auxiliar ST.



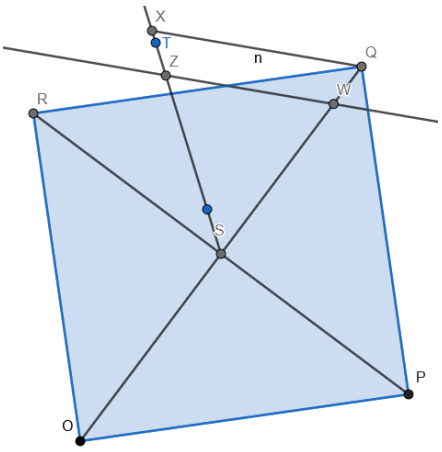
Fijando una distancia en el compás y partiendo de S, se dibujan cinco círculos con un mismo radio, así se establecen los puntos extremos consecutivos Z y X, logrando que entre los sucesivos la distancia sea siempre equivalente a la fijada en el compás, figura 13.

Figura 13 - Sobre la semirrecta auxiliar, con una distancia fijada en el compás se establecen los puntos sucesivos extremos Z y X



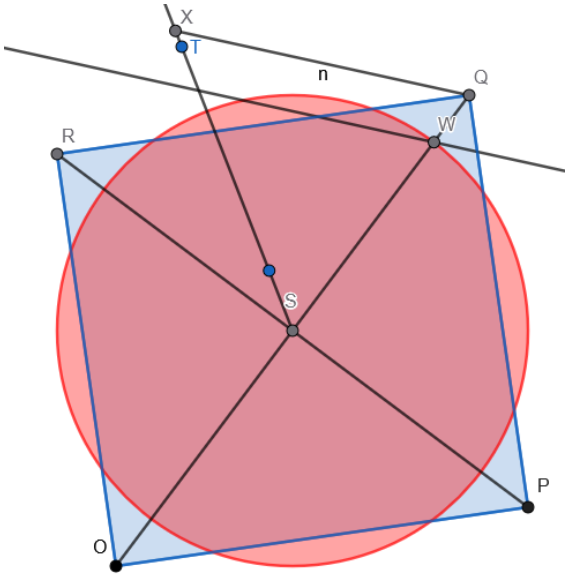
Se traza el segmento XQ y paralela a esta que pase por Z (cuarto punto de la sucesión de cinco puntos distruidos a igual distancia), esa parala genera en el segmento SQ el punto W. En base del teorema de Tales se puede concluir que la longitud del segmento SW es 4/5 la longitud del segmento SQ, tal como se requiere, figura 14.

Figura14 - Cumpliendo el teorema de Euclides, la distancia SW es 4/5 de la distancia SQ



Se traza la circunferencia con centro en S y que pase por el punto W, el radio de esta circunferencia es de longitud igual a 4/5 la longitud del segmento SQ, figura 15.

Figura 15 - Se traza el círculo de centro S y radio SW que equivale a 4/5 la longitud del segmento SQ.



Ahora bien, el área del circulo construid es $\pi(\mathrm{SW})^2$

Que usando la aproximación propuesta para π se expresaría como

A del circulo = 3.125 $(\mathrm{SW})^2 = \frac{25}{8}(\mathrm{SW})^2$

Ahora si se recuerda que:

$SW = \frac{4SQ}{5}$

A circulo = $\frac{25}{8}\left(\frac{4SQ}{5}\right)^2 = \frac{25}{8} x \frac{16SQ^2}{25} = 2SQ^2$

Pero como el triángulo RSQ es rectángulo e isósceles, por el teorema de Pitágoras se tiene que:

$$RS^2 + SQ^2 = RQ^2$$

Y como RS = SQ

$$SQ^2 + SQ^2 = RQ^2$$

O

$$2SQ^2 = RQ^2$$

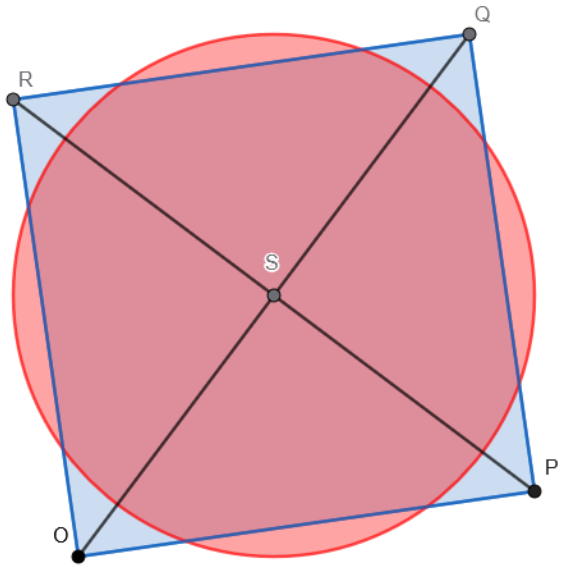
Por tanto A circulo = RQ^2

Y como RQ es el lado del cuadrado inicial, y el área de un cuadrado se calcula como el cuadrado de su lado, se tiene que:

A circulo = RQ^2= Área del cuadrado.

Consecuentemente el Área del círculo construido con el método MEMO es igual al área del cuadrado dado inicialmente, sujetándose a la aproximación planteada para π, figura 16.

Figura 16 - Circulo construido con el método MEMO, de área semejante a la de un cuadrado dado.



Este proceso se ha publicado en GeoGebra: https://www.geogebra.org/calculator/bah4mnzf

Está claro entonces que usando compas y regla sin graduar es posible, con el método didáctico, denominado MEMO, es posible construir cuadrados de área semejante a un círculo dado o viceversa, superando en la práctica, el limitante que existe al ser π un número no construible.

Como ya se demostró anteriormente, el área del cuadrado se aproxima a la del circulo con un 99,472 %.

Consecuentemente es factible desarrollar el proceso práctico en ambos sentidos.

Contribución científica y valor añadido del método MEMO

La contribución científica del presente manuscrito se encuentra en la propuesta y fundamentación de un **método didáctico para aproximar la cuadratura del círculo mediante construcciones geométricas elementales**, articulando un problema histórico de las matemáticas con una estrategia concreta para la enseñanza y el aprendizaje de la geometría. A diferencia de abordar la cuadratura del círculo exclusivamente como un problema teórico cuya solución exacta no es posible mediante regla y compás, el método MEMO la convierte en una experiencia de construcción, experimentación y modelización matemática.

El primer aporte se relaciona con la **recontextualización didáctica de un problema clásico de las matemáticas**. La cuadratura del círculo ha constituido históricamente un problema de gran relevancia para el desarrollo de la geometría y de otros conocimientos matemáticos. El método MEMO no pretende contradecir la imposibilidad de obtener una cuadratura exacta, sino utilizar una aproximación de π = 3,125 para construir una relación práctica entre el círculo y el cuadrado. De esta manera, el valor científico de la propuesta reside en transformar un problema histórico en una situación susceptible de ser explorada y comprendida mediante la práctica.

El segundo aporte corresponde a la **articulación entre demostración matemática y experiencia concreta**. El procedimiento no se limita a presentar una aproximación numérica, sino que desarrolla una secuencia de construcciones mediante regla no graduada y compás, apoyándose en el teorema de Tales, el teorema de Pitágoras y las propiedades de las diagonales del cuadrado. Así, conceptos que pueden presentarse de manera abstracta son reconstruidos mediante acciones geométricas observables y reproducibles.

Un tercer elemento diferenciador es su **carácter bidireccional**. El método permite partir de un círculo para construir un cuadrado de área aproximadamente equivalente y, posteriormente, realizar el proceso inverso, partiendo de un cuadrado para construir un círculo de área semejante. Esta doble construcción permite estudiar simultáneamente las relaciones entre radio, diagonal, lado y área, ampliando las posibilidades didácticas de la propuesta.

Otro valor añadido se encuentra en la **accesibilidad y reproducibilidad del método**. La construcción puede realizarse con papel, lápiz, regla no graduada y compás, por lo que no depende de equipamiento especializado. Asimismo, el procedimiento ha sido representado mediante GeoGebra, lo que permite complementar la experiencia concreta con una representación dinámica y digital. Esta combinación entre material concreto y representación tecnológica amplía las posibilidades de implementación en diferentes contextos educativos.

Desde el punto de vista de los resultados, el método establece una aproximación cuantificable. Al emplear $\pi \approx 3{,}125 = 25/8$, la construcción alcanza una aproximación del **99,472 %** respecto de la equivalencia de áreas planteada. Este resultado permite pasar de una aproximación intuitiva a una relación geométrica que puede ser comprobada mediante razonamiento matemático y construcción.

En consecuencia, el valor añadido del manuscrito no debe entenderse como la resolución del problema histórico de la cuadratura exacta del círculo, sino como la **integración de historia de las matemáticas, construcción geométrica, razonamiento proporcional, experimentación, modelización y enseñanza basada en material concreto en una única propuesta didáctica**. Esta integración permite aproximar contenidos abstractos a experiencias observables y favorece una comprensión de las matemáticas como una herramienta para interpretar y modelar el entorno.

Por tanto, la principal contribución del método MEMO consiste en ofrecer una alternativa didáctica concreta, reproducible y de bajo requerimiento material para abordar conceptos geométricos a partir de un problema histórico de la ciencia. Su aporte al conocimiento existente se sitúa principalmente en el ámbito de la **innovación didáctica de la geometría**, al convertir la cuadratura aproximada del círculo en una experiencia de construcción y experimentación que puede favorecer la apropiación de conceptos geométricos y el desarrollo del pensamiento de modelaje.

CONCLUSIONES

Del proceso desarrollado se puede concluir lo siguiente:

- El estudiante al vivir su experiencia como “GEOMETRA” asimila un conocimiento con emociones y sentimientos asegurando así su apropiamiento.
- El proceso es absolutamente práctico, por lo que logra que la construcción del conocimiento se desarrolle a través de la experimentación y la manipulación de material concreto.

- Es posible desarrollar el proceso en contexto de recursos limitados.
- Evidencia la utilidad practico de la ciencia.
- Facilita el entendimiento del desarrollo histórico de la geometría.
- Permite entender el sentido de modelaje que caracteriza a las matemáticas.

REFERENCIAS

Botana, F., & Recio, T. (2016). On the unavoidable uncertainty of truth in dynamic geometry proving. *Mathematics in Computer Science, 10*(1), 5–25.

Boyer, C. B. (1986). *Historia de la matemática* (M. Martínez Pérez, Trans.). Alianza Editorial.

Carrega, J.-C. (1981). *Théorie des corps: La règle et le compas*. Hermann.

Chu, H. V. (2025). *Squaring the circle revisited* (arXiv:1908.01202). arXiv. https://arxiv.org/abs/1908.01202

Courant, R., & Robbins, H. (1969). *What is mathematics? An elementary approach to ideas and methods*. Oxford University Press.

Doust, I., & Weston, A. (2026). *Squaring the circle: Embedding S^1 in ℓ_1* (arXiv:2608.10422). arXiv. https://arxiv.org/abs/2608.10422

Dubins, L. E., Hirsch, M. W., & Karush, J. (1963). Scissor congruence. *Israel Journal of Mathematics, 1*(4), 239–247. https://doi.org/10.1007/BF02759727

Eymard, P., & Lafon, J.-P. (2004). *The number π* (S. S. Wilson, Trans.). American Mathematical Society.

Gardner, R. J., & Wagon, S. (1989). At long last, the circle has been squared. *Notices of the American Mathematical Society, 36*, 1338–1343.

Grabowski, Ł., Máthé, A., & Pikhurko, O. (2017). Measurable circle squaring. *Annals of Mathematics, 185*(3), 671–710.

Putra, Z. H., Afrillia, Y. M., Dahnilsyah, & Tjoe, H. (2023). Prospective elementary teachers' informal mathematical proof using GeoGebra: The case of 3D shapes. *Journal on Mathematics Education, 14*(3), 449–468. https://doi.org/10.22342/jme.v14i3.pp449-468

Rousseau, C. (2023). Una herramienta esencial para comprender el mundo. *El Correo de la UNESCO, 2023*(1), 4–7. https://doi.org/10.18356/22202315-2023-1-1

Unger, S., et al. (2026). *G_δ circle squaring* (arXiv:2601.19039). arXiv. https://arxiv.org/abs/2601.19039

AUTHORS' CONTRIBUTIONS (CREDIT)

Conceptualization, MV; methodology, MV; software, MV; validation, MV; formal analysis, MV; investigation, MV; resources, MV; data curation, MV; writing—original draft preparation, MV; writing—review and editing, MV; project administration, MV; funding acquisition, MV. The author has read and agreed to the published version of the manuscript.

FUNDING

This research was funded by the Universidad Nacional de Educación (UNAE).

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

DATA AVAILABILITY STATEMENT

Data supporting the findings of this study are available upon reasonable request.

ETHICS STATEMENT

This study did not involve human participants or animals and therefore did not require ethical approval.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author declares no acknowledgements.