

**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**  
**FACULTAD DE EDUCACIÓN**  
**INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN**

**INFORME FINAL 2024**

**INVESTIGACIÓN HISTÓRICA-EPISTEMOLÓGICA EN MATEMÁTICA EDUCATIVA:  
TENDENCIAS METODOLÓGICAS EN LATINOAMÉRICA**

**CÓDIGO ASIGNADO POR LA VI 724-C2-040**

**ROMERO FONSECA FABIÁN WILFRIDO**

Fecha de entrega de informe	01/06/2025
-----------------------------	------------

## Índice de contenido

<b>1. Información general</b> .....	5
1.1 Información administrativa de la investigación .....	5
1.2 Resumen .....	5
1.3 Descriptores .....	6
<b>2. Antecedentes del proyecto</b> .....	6
2.1 Introducción .....	6
2.2 Antecedentes del proceso investigativo .....	8
2.3 Planteamiento del problema o hipótesis .....	9
2.4 Objetivo general y específicos .....	12
<b>3. Referente Teórico</b> .....	15
3.1 Marco referencial con principales supuestos teóricos .....	15
<b>4. Procedimiento metodológico</b> .....	15
4.1 Metodología .....	17
4.2 Tipo de investigación .....	20
4.3 Descripción y teoría del método .....	22
4.4 Población de estudio a la que va dirigida la investigación .....	22
4.5 Proceso de selección de la muestra o participantes .....	24
4.6 Técnicas de recolección de la información .....	25
4.7 Procesamiento y herramientas de análisis de la información .....	27
<b>5. Desarrollo y ejecución del proyecto</b> .....	27
5.1 Principales resultados, logros y avances según objetivos, metas e indicadores. .	27
5.2 Cuadro resumen .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

5.3 Estrategias para atender las actividades pendientes de la investigación según objetivos. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
5.4 Limitaciones.....	54
<b>6. Divulgación y difusión .....</b>	<b>55</b>
6.1 Artículos, productos en prensa o publicaciones.....	55
6.2 Participación en actividades académicas vinculadas con la investigación. ....	56
6.3 Actividades organizadas en el marco del proyecto o actividad. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
6.4 Proyecto de acción social .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
6.5 Otros productos .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>7. Vinculaciones académicas e interinstitucionales.....</b>	<b>56</b>
<b>8. Trabajos de graduación y participación estudiantil .....</b>	<b>56</b>
8.1 Trabajos finales de graduación.....	56
8.2 Participación de asistentes .....	56
<b>9. Conclusiones .....</b>	<b>58</b>
<b>10. Recomendaciones .....</b>	<b>60</b>
<b>11. Ejecución presupuestaria.....</b>	<b>63</b>
<b>12. Referencias.....</b>	<b>63</b>
<b>13. Anexos .....</b>	<b>66</b>

**Índice de tablas**

**Índice de figuras**

**Índice de anexos**

## 1. Información general

### 1.1 Información administrativa de la investigación

- **Vigencia del proyecto:** Del 01/01/2022 al 31/12/2023. El proyecto tubo una ampliación de vigencia del 01/01/2024 al 31/12/2024.
- **Personas investigadoras:**

Nombre	Tipo de participación (principal, asociada o colaboradora)	Carga	Periodo
Romero Fonseca Fabián Wilfrido	Principal	Sin carga	01/01/2022 al 31/12/2024
Cruz Márquez Gerardo Josué	Colaborador (Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN - México)	Sin carga	01/01/2022 al 31/12/2023
Cruz Amaya Melvin	Colaborador (Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN - México)	Sin carga	01/01/2022 al 31/12/2023

- **Características de interdisciplinariedad:**

Los investigadores son todos especialistas en Didáctica de la Matemática, sus líneas de investigación se relacionan con la realización de estudios de corte histórico-epistemológico.

### 1.2 Resumen

El proyecto *Investigación Histórica-Epistemológica en Matemática Educativa: Tendencias Metodológicas en Latinoamérica* pretende describir las tendencias metodológicas de los estudios históricos-epistemológicos realizados por investigadores adscritos a

instituciones latinoamericanas, a través de un análisis bibliométrico y un análisis de contenido de artículos revistas especializadas en matemática educativa.

Para el análisis bibliométrico se realizó una revisión sistemática artículos de corte histórico-epistemológico, cuya autoría tuviese filiación latinoamericana; se revisaron algunos indicadores bibliométricos de los mismos y los resultados muestran que la mayoría de la investigación de este tipo, realizada entre los años 2017 y 2022, tiene su mayor producción en Brasil y que existe cierta paridad de género respecto de las autoras y autores dentro de esta línea de investigación.

Por su parte el análisis de contenido de los artículos seleccionados mostró las tendencias teóricas, los tipos de preguntas de investigación, los enfoques metodológicos y algunos otros aspectos recurrentes entre este tipo de investigaciones, lo que permitió, a partir de este análisis sistematizar un procedimiento metodológico para el análisis de una obra histórica original.

### **1.3 Descriptores**

- 15649 - Ciencias de la educación
- 15657 - Educación
- 15988 - Enseñanza de las matemáticas
- 16257 - Metodología
- 16293 - Estrategias en la investigación
- 16304 - Investigación básica
- 16360 - Matemáticas
- 17370 - Investigación histórica.

## **2. Antecedentes del proyecto**

### **2.1 Introducción**

El proyecto *Investigación Histórica-Epistemológica en Matemática Educativa: Tendencias Metodológicas en Latinoamérica* surge como una iniciativa orientada a identificar y describir las tendencias metodológicas predominantes en los estudios histórico-

epistemológicos realizados por investigadores adscritos a instituciones de América Latina. Este enfoque parte de un doble reconocimiento: por un lado, la relevancia de los aportes epistemológicos en la comprensión y fundamentación del conocimiento matemático; y por otro, la necesidad de analizar las metodologías empleadas en dichas investigaciones para fortalecer su impacto en la práctica educativa.

En un contexto donde las matemáticas son esenciales para el desarrollo cultural, científico y tecnológico, la investigación histórica-epistemológica se posiciona como un campo clave para reflexionar sobre la evolución del conocimiento matemático y sus aplicaciones pedagógicas. Estas investigaciones permiten no solo rastrear la génesis y transformación de conceptos y prácticas matemáticas, sino también abordar los obstáculos epistemológicos y las rupturas conceptuales que han moldeado el espíritu científico. Por ello, el proyecto pone en valor cómo estas investigaciones pueden contribuir a enriquecer los procesos de enseñanza y aprendizaje de la matemática, fundamentando el diseño de propuestas didácticas que consideren tanto la complejidad histórica como las exigencias contemporáneas del aula.

Asimismo, este proyecto responde a la necesidad de fortalecer la visibilidad y proyección internacional de los aportes latinoamericanos en este campo. Aunque se han desarrollado numerosos estudios en la región, aún persiste un desafío en la sistematización de sus metodologías, así como en la difusión de sus resultados más allá de los círculos académicos locales. En este sentido, el proyecto busca establecer un panorama claro sobre cómo los investigadores latinoamericanos abordan el análisis histórico-epistemológico de la matemática, qué enfoques teóricos emplean y cuáles son los problemas que orientan sus investigaciones.

Finalmente, al promover una discusión sobre las metodologías utilizadas, este proyecto pretende abrir un espacio para reflexionar críticamente sobre los enfoques predominantes, identificar posibles limitaciones y proponer lineamientos para futuras investigaciones. De este modo, el proyecto no solo aspira a describir tendencias existentes, sino también a sentar las bases para el desarrollo de nuevas perspectivas que

continúen fortaleciendo el campo de la didáctica de la matemática desde una mirada histórica y epistemológica.

## **2.2 Antecedentes del proceso investigativo**

En Matemática Educativa se busca esclarecer los problemas educativos relacionados con la matemática de una forma científica, estableciendo hipótesis que permitan resolver problemas relativos al aprendizaje de las matemáticas en situación escolar (Gómez, 2005). Dentro de la gran variedad de estudios que se desarrollan en esta disciplina, están aquellos que consideran a la historia de los conceptos y nociones matemáticas para atender sus problemáticas (Barbin et al., 2020).

Los primeros estudios de este tipo, que consideran la dimensión histórica para atender las problemáticas en matemática educativa, surgieron a finales de la década de los 70 (hace poco más de 40 años). A partir de entonces, y de forma paulatina, la historia se convirtió en un recurso para los diversos enfoques epistemológicos, como la epistemología histórica de Bachelard, la epistemología genética de Piaget y la epistemología fenomenológica de Freudenthal; estimulando al mismo tiempo la formulación de ideas y conclusiones específicas sobre el proceso de aprendizaje en matemáticas (Barbin et al., 2020).

Según Clark et al. (2019) las investigaciones que integran la historia con la Matemática Educativa se clasifican en tres grandes categorías: enfoques de iluminación – complementaria al trabajo de aula–, enfoques por módulos –historia como una unidad didáctica y con presencia en el plan de estudios– y enfoques basados en la historia –la historia marca la pauta para la enseñanza, aunque no se discuta directamente–. Además, mencionan tres formas en las cuales se puede dar dicha integración: para proveer información histórica directa –con el objetivo de enseñar la historia–, para implementar un enfoque pedagógico inspirado en la historia –con el objetivo de aprender matemáticas– y centrarse en las matemáticas como disciplina y en el contexto cultural y social en el que se desarrollaron –con el objetivo de crear o mejorar la conciencia matemática–.

Sin embargo, estos mismos autores no hacen referencia al componente metodológico de esas categorías y formas, es decir, cómo se logra esta integración para la investigación en los estudios de corte histórico-epistemológico en Matemática Educativa, aunque sí aclaran que “las cuestiones metodológicas relativas a la aplicación de la integración de la historia de las matemáticas en la educación matemática no son triviales” (Clark et al., 2019, p. 9).

Lo anterior hace evidente la necesidad de hacer explícitas las metodologías utilizadas en este tipo de estudios, sus alcances y limitaciones, Tzanakis et al. (2000) abonan a este punto al realizar una categorización general de las formas en que se utiliza la historia en Matemática Educativa. Sin embargo, no profundizan en las herramientas metodológicas utilizadas. Además, hay poca referencia a la producción latinoamericana, pues su revisión se limita a estudios publicados en inglés, lo que deja de lado gran cantidad de la producción científica latinoamericana.

Este proyecto pretende ahondar en esta problemática, pues busca analizar los recursos metodológicos empleados por investigadores e instituciones latinoamericanas en estudios de corte histórico-epistemológico. En este sentido, las revistas científicas, académicas y profesionales dentro de la disciplina de la Matemática Educativa juegan un rol primordial, pues son en esencia un canal de comunicación de las comunidades gremiales o de investigación. Cumplen, como expone Blanco (2010), diversas funciones, entre ellas la de ser vehículos de transmisión del conocimiento, recursos para el aprendizaje, medios de comunicación de los nuevos hallazgos de investigación, divulgación de las ciencias y sus avances, o la promoción del desarrollo científico. (Arbeláez y Onrubia, 2014, p. 16)

Es decir, el análisis de los productos de investigación publicados en estos medios es un mecanismo apropiado para atender la problemática planteada, pues son las revistas las que permiten conocer el desarrollo y naturaleza de una disciplina o campo del saber (Arbeláez y Onrubia, 2014).

### **2.3 Planteamiento del problema o hipótesis**

Comprender un fenómeno, en nuestro caso asociado a la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, también implica entender su naturaleza histórica (Picado y Rico, 2011). Para esto no basta con una narrativa de hechos cronológicos, se requiere describir y analizar críticamente esos hechos, reconocer y contextualizar el momento histórico y los diferentes factores socioculturales que permean los mismos, para finalmente construir – basado en ellos–, fundamentos que expliquen o favorezcan la explicación del objeto de estudio. Actualmente el interés por este tipo de estudios se ha acrecentado en muchas disciplinas científicas, incluyendo a la Matemática Educativa.

Para la Matemática Educativa es de interés la construcción y desarrollo del conocimiento matemático de una cultura y la forma en cómo se robustece con los aportes de otras culturas. Aunado a esto, considera de vital importancia el proceso de construcción de una noción matemática, los diferentes significados que se le han atribuido y cómo estos van constituyendo el conocimiento matemático (Clark, 2014). Por lo que, para esta disciplina científica es indiscutible la importancia de los resultados que se pueden obtener de un estudio histórico-epistemológico.

Fried (2014) menciona que el uso de los resultados de estas investigaciones favorecen la motivación, dado que la historia hace menos formal a la matemática y con ello más cercana al aprendiz; el currículo, dado que la historia permite organizar y priorizar contenidos; y, la cultura, pues la inherente relación entre la matemática y la cultura hace concebir a la matemática como una actividad humana, cuestionable y en constante construcción.

Por otra parte, los aspectos teóricos y metodológicos de estos estudios son significativos para los investigadores e historiadores, por lo que, Picado y Rico (2011) categorizan los documentos de investigaciones histórica en trabajos sobre: aspectos teóricos, sus objetos de estudio, sus métodos, los usos de sus resultados, sus datos, los procesos de selección de las fuentes de datos, entre otros; ejemplos de procesos de investigación, es decir, reportes de investigaciones históricas; y, los trabajos que muestran una metodología de investigación y presentan concepciones sobre la investigación misma.

Aunque estas investigaciones tienen características comunes, por las que pertenecen a este tipo de investigación, también poseen muchas diferencias, las cuales están en dependencia del objeto de estudio, los marcos teóricos en los que se fundamentan, la naturaleza de las fuentes de los datos e incluso la zona geográfica a la que pertenece el investigador, entre muchas otras. Antes que generar discrepancia, estas diferencias son una muestra de la riqueza de conocimiento metodológico y científico de esta disciplina. Al centrarnos en la primera categoría de estudios presentada por Picado y Rico (2011), trabajos sobre aspectos teóricos, reconocemos que uno de sus elementos de mayor discusión son las formas en las que obtenemos o construimos los datos, los organizamos y los analizamos, es decir, los métodos de investigación utilizados en estos estudios, los cuales son de mucho interés para la Matemática Educativa.

Dada la importancia de estas investigaciones, el Congreso Internacional de Educación Matemática (ICME), la red francesa de los IREM (Instituts de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques) y la Reunión Latinoamericana de Matemática Educativa (Relme) favorecen grupos de discusión sobre estas investigaciones. El grupo de discusión de la Relme y un gran cúmulo de estudios publicados en revistas latinoamericanas dan evidencia del trabajo científico que aporta Latinoamérica a esta discusión. Aporte no evidenciado, por ejemplo, en la revisión de investigación de corte histórico posteriores al año 2000 presentada por Clark (2019), donde solo uno de los estudios corresponde a una investigación realizada en Latinoamérica. Aunque esta revisión es un referente importante a nivel global, a causa de que únicamente se revisaron investigaciones disponibles en inglés, limita en tanto cantidad y calidad los estudios realizados en Latinoamérica.

Uno de los argumentos que evidencia la no consideración de investigaciones latinoamericanas en esta revisión, es que Clark (2019) sostiene que antes del año 2000 las investigaciones históricas en Matemática Educativa estaban focalizadas en tratar de “llevar” el contexto histórico al aula de clases, y dos posicionamientos teóricos latinoamericanos, la Teoría Socioepistemológica de la Matemática Educativa (TSME) y

la Etnomatemática –cuya emergencia y auge se da antes del año 2000–, fundamentan investigaciones históricas con propósitos diferentes a los expuestos por Clark.

Tanto la importancia de las investigaciones históricas-epistemológicas, la necesaria discusión sobre las metodologías utilizadas en estos estudios y la envergadura de la exposición de los aportes latinoamericanos en el tema, justifican proyectos académicos de investigación básica como el proyecto Investigación Histórica-Epistemológica en Matemática Educativa: Tendencias Metodológicas en Latinoamérica, que se describe en este documento. Proyecto que además de contar con una justificación teórica, pretende resultados que de manera directa benefician a investigadores en Matemática Educativa, con una sistematización, descripción y justificación de metodologías latinoamericanas en investigaciones históricas-epistemológicas.

Aunado a esto, Barbin et al. (2020) justifican que, dada la introducción de la historia de la matemática en la Matemática Educativa, en los últimos 30 años un gran número de estudios históricos están dirigidos a estudiantes y profesores de matemáticas. Además, como ejemplifica Anacona (2003), específicamente en la formación de profesores de matemáticas, la historia de las matemáticas puede jugar un rol como elemento en la elaboración de un currículo, como indicador de dificultades para la comprensión, como base en el diseño de actividades didácticas y como detonante de la reflexión sobre la naturaleza de las matemáticas. Por lo que un proyecto de esta naturaleza beneficia de manera indirecta también a esta población.

Un ejemplo de lo anterior, los Programas de Estudio de Matemáticas del Ministerio de Educación Pública de Costa Rica (MEP, 2013) colocan a la historia de la matemática como uno de los ejes disciplinares que deben formar parte de forma transversal la mediación pedagógica en el aula, este proyecto brindará insumos para un espacio de diálogo entre investigación y docencia con miras en fortalecer la formación inicial docente para la inclusión de la componente histórica en su praxis profesional.

## **2.4 Objetivo general y específicos.**

### **Objetivo general**

Analizar las tendencias metodológicas de los estudios de corte histórico-epistemológico en Matemática Educativa desarrollados –total o parcialmente– por investigadores e instituciones latinoamericanas con el fin de sistematizar los aportes metodológicos de la región para este tipo de estudios.

### **Objetivo específico 1**

Ejecutar una búsqueda bibliográfica sistematizada respecto de los estudios de corte histórico-epistemológico desarrollados por investigadores e instituciones latinoamericanas.

#### **Meta 1 - Cualitativa**

Construir una base de datos de los estudios de corte histórico-epistemológico en Matemática Educativa desarrollados por investigadores adscritos a instituciones y centros de investigación latinoamericanos.

#### **Indicador 1**

Base de datos de los estudios de corte histórico-epistemológico.

### **Objetivo específico 2**

Sistematizar los estudios de corte histórico-epistemológico realizados en Latinoamérica a través de un análisis bibliométrico a partir de los resultados obtenidos en el objetivo anterior.

#### **Meta 2 – Cualitativa**

Producción de un reporte de investigación con los resultados del análisis bibliométrico de los estudios histórico-epistemológicos en Matemática Educativa desarrollados por investigadores e instituciones latinoamericanas.

#### **Indicador 2**

Documento –tipo reporte de investigación– sobre análisis bibliométrico.

### **Objetivo específico 3**

Caracterizar las tendencias metodológicas en los estudios de corte histórico-epistemológico desarrollados por investigadores e instituciones latinoamericanas.

**Meta 3 – Cualitativa**

Construir categorías respecto de los elementos metodológicos puestos en juego en los estudios abordados en el análisis bibliométrico.

**Indicador 3**

Documento –tipo reporte de investigación– con las categorías construidas.

**Objetivo específico 4**

Estructurar un método de análisis de corte histórico-epistemológico para un saber matemático específico en una obra matemática original -con relevancia histórica- fundamentado en la caracterización previa.

**Meta 4 – Cualitativa**

Obtener consideraciones epistemológicas acerca del saber matemático a partir del análisis histórico-epistemológico de la obra matemática original.

**Indicador 4**

Participación en congreso con los resultados del estudio.

### 3. Referente Teórico

El objeto de estudio de esta investigación versa sobre los métodos de investigación histórica-epistemológica en Matemática Educativa, con esto en mente, posterior a la identificación y descarga de los artículos de investigación que fungirán como datos, se hace necesario tomar postura respecto de lo que se considerará como una investigación histórica-epistemológica dentro de la disciplina.

#### 3.1 Marco referencial con principales supuestos teóricos

A través de la búsqueda bibliográfica realizada ubicamos trabajos previos que refieren a la historia y a algunos de los aportes y características de los estudios histórico-epistemológicos en la disciplina. Por ejemplo, respecto a su historia, Barbin y Tzanakis (2014), mencionan que la integración de la historia de las matemáticas en la educación matemática comenzó en la segunda mitad del siglo XIX –con matemáticos como De Morgan, Poincaré y Klein, e historiadores como Tannery y Loria–.

Agrega que, al principio del siglo XX, el interés sobre los estudios históricos revivió consecuencia de los debates sobre los fundamentos de la matemática. Y que, en las décadas posteriores, la historia se convirtió en un recurso para diversos enfoques epistemológicos, entre ellos, la epistemología histórica, la epistemología genética y la epistemología fenomenológica.

Por otro lado, en relación con su importancia, Anacona (2003) sostiene que los estudios histórico-epistemológicos juegan un papel esencial en el análisis del proceso de construcción teórica de un concepto. Subraya, además, que este análisis se realiza teniendo en cuenta el contexto particular de dicha producción teórica, esto es, “aunque los estudios se realizan fundamentalmente al interior de una teoría, estos se elaboran bajo la consideración de que el discurso matemático es una actividad de razonamiento que se suscita en un medio sociocultural específico” (pp. 32-33).

La misma autora especifica algunos de los aportes que los estudios de corte histórico-epistemológico ofrecen a la Matemática Educativa. Entre ellos incluye:

- Comprender los diversos aspectos, conceptos y otros elementos involucrados en la emergencia de los saberes matemáticos.
- Identificar las transformaciones que ha sufrido el saber hasta su llegada a la escuela (transposición didáctica), donde la presentación suele ocultar su esencia al presentarse la matemática como un ente acabado y meramente formal.
- Dar cuenta de las discusiones de carácter físico, filosófico y teológico, entre otras, que se dieron para la consolidación de los saberes matemáticos, es decir, se concibe la matemática como una construcción social y no una mera construcción teórica alejada de la sociedad u otras disciplinas.
- Muestra interrelaciones entre las diferentes áreas de trabajo matemático y nos las compartimentaliza como se hace hoy día en el currículo escolar.

A estos, Clark et al. (2018) agrega que poner énfasis en la integración de cuestiones históricas y epistemológicas en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas constituye una posible forma natural de exponer las matemáticas en su proceso de constitución. Lo que puede que puede conducir a una mejor comprensión de partes específicas de las matemáticas y a una conciencia más profunda de lo que son las matemáticas como disciplina.

Con base en estos elementos y las caracterizaciones generales respecto a lo que constituye un estudio documental histórico y uno epistemológico en nuestra disciplina, definimos que –para efectos de nuestro estudio– tomaremos inicialmente a los estudios histórico-epistemológicos como aquellas investigaciones que, 1) a través del análisis de fuentes históricas –como papiros, tablillas, libros, cartas y otros–, 2) den cuenta de las nociones, procedimientos, problemas, prácticas, razonamientos matemáticos y otros elementos que intervinieron en el proceso de construcción, modificación y rechazo/aceptación de una noción matemática específica –objetos, procedimientos, técnicas, razonamientos, etc.–.

Esto implica que se excluirán los estudios que no realicen análisis de fuentes históricas o que se centren exclusivamente en aspectos no epistemológicos del conocimiento matemático, por ejemplo, didácticos, pedagógicos, socioculturales, entre otros.

## 4. Procedimiento metodológico

### 4.1 Metodología

La presente investigación se desarrolló en seis fases principales, organizadas para cumplir los objetivos de identificar, analizar y sistematizar las tendencias metodológicas de los estudios histórico-epistemológicos en Matemática Educativa en América Latina. A continuación, se describen las fases:

#### *Fase 1: Selección de Revistas*

Se identificaron las revistas especializadas en Matemática Educativa y afines en las cuales se podrían encontrar los artículos relativos a la población de estudio. Para esto se utilizaron los siguientes criterios:

1. Lista de las 10 revistas más mencionadas en el estudio de opinión con expertos llevado a cabo por Andrade et al. (2020).
2. Lista de las 10 mejores revistas iberoamericanas de educación matemática, de acuerdo con el estudio de Andrade et al. (2020).
3. Lista de las 10 revistas mejor posicionadas según el ranking 20 de citación de las revistas que publican sobre Matemática Educativa (Williams y Leatham, 2017).
4. Revistas por recomendación de expertos: estas tenían la intención de adicionar revistas que pudieran escapar a los métodos utilizados por los autores referidos al construir los listados de los tres criterios iniciales y se determinaron mediante la consulta directa, vía correo electrónico (Anexo 13.1), a investigadores(as) en matemática educativa reconocidos por su trabajo en esta línea. En la consulta se contemplaron dos preguntas:
  - a. ¿Qué revistas conoce en las que se hayan publicado estudios de corte histórico-epistemológico en Matemática Educativa, cuyos autores estén adscritos a instituciones latinoamericanas?

- b. ¿Podría recomendarnos algún o algunos investigadores que nos puedan brindar información respecto de la pregunta anterior? Agradeceríamos que nos compartiera su información de contacto.

En un inicio se consultó a 12 investigadores, y a partir de sus recomendaciones la lista ascendió a 23 investigadores consultados. Por su parte, de las revistas recomendadas por los expertos se adicionaron a la lista inicial aquellas que tuviesen al menos 2 recomendaciones por expertos, lo que incrementó el número de revistas de 22 a 29.

### *Fase 2: Selección inicial de artículos*

Luego de la selección de las revistas a considerar se hizo una selección inicial de los artículos publicados en las mismas mediante los buscadores de las revistas y/o las bases de datos en que estuvieran indexadas, utilizando los siguientes filtros y palabras clave:

1. Periodo de publicación 2017 a la fecha (noviembre del 2022).
2. Palabras clave en español: historia, epistemología, método histórico, investigación histórica, obra original.
3. Palabras clave en inglés: history, epistemology, historical method, historical research, original source.
4. Palabras clave en portugués: história, epistemologia, método histórico, pesquisa histórica, fonte original.
5. Además, a las palabras clave se adicionaron —utilizando operadores booleanos— los países de Latinoamérica: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Haití, Honduras, México, Nicaragua, Paraguay, Panamá, Perú, Puerto Rico, República Dominicana, Uruguay y Venezuela.

### *Fase 3: Depuración de la base de datos*

Teniendo los artículos descargados se inició la depuración de esta para construir la base de datos que se utilizó para el análisis bibliométrico. Para esto cada artículo se está

revisando, de forma disjunta, por dos de los tres investigadores participantes de este proyecto, atendiendo los siguientes aspectos:

1. Aspectos técnicos:

- a. Verificar nombre del archivo (código alfanumérico para su identificación en la base de datos), ubicación en la base de datos y título del artículo.
- b. Verificar que al menos uno de los autores del artículo está adscrito a una institución o centro de investigación latinoamericano.
- c. Verificar que el archivo no sea de un artículo duplicado.

2. Aspectos temáticos:

- a. Revisar inicialmente título, resumen y palabras claves del artículo, para identificar si este cumple con la caracterización asumida en esta investigación para los estudios histórico-epistemológicos en Matemática Educativa.
- b. Si en la revisión inicial no se localiza evidencia concluyente del cumplimiento de la caracterización, se revisará también —aunque de manera más superficial— las conclusiones y descripciones teórico-metodológicas del estudio.
- c. Completar la tabla de revisión inicial —una para cada investigador—, donde se colocará el código del artículo, el veredicto de si se considera como un estudio adecuado para la presente investigación (aceptado, rechazado, en duda) y la razón en caso de ser rechazado.

Luego de la revisión individual por parte de los investigadores se mantendrán para el análisis bibliométrico aquellos estudios que hayan sido aceptados por los dos investigadores revisores. Aquellos artículos en los que haya disparidad en el veredicto o que se encuentren en duda serán revisados en conjunto por los tres investigadores para su eventual aceptación o rechazo.

*Fase 4: Análisis bibliométrico*

Se consideraron un conjunto de indicadores bibliométricos pertinentes a los objetivos del estudio para realizar una descripción de las investigaciones aceptadas, entre ellos: título del artículo, nombre de la revista, año de publicación, autor, filiación, país, número de coautores de filiación latina y no latina, país de los coautores.

Lo anterior permitió realizar una descripción de los indicadores bibliométricos de las investigaciones de corte histórico-epistemológico realizadas por personas investigadoras con filiación latinoamericana en el periodo del 2017 al 2022 (noviembre).

#### *Fase 5: Análisis de contenido.*

Una vez definido el corpus definitivo, los artículos seleccionados fueron analizados en profundidad mediante la construcción de fichas descriptivas y un análisis de contenido cualitativo. Esta fase consistió en:

1. Elaboración de fichas: Cada ficha sintetizó los elementos clave de los artículos, como el problema de investigación, objetivos, referentes teóricos, métodos utilizados, resultados y conclusiones.
2. Análisis de contenido: Se aplicó un análisis cualitativo para identificar patrones, categorías y tendencias metodológicas en los estudios histórico-epistemológicos.

El análisis se centró en aspectos como:

- a. Enfoques teóricos predominantes (v.g., epistemología histórica, transposición didáctica, epistemología genética).
- b. Métodos utilizados (v.g., análisis de fuentes históricas, ingeniería didáctica).
- c. Preguntas y problemas de investigación comunes.

#### *Fase 6: Sistematización de un esquema metodológico.*

La última fase tuvo como objetivo sintetizar los hallazgos en un esquema metodológico que sirviera como guía para futuras investigaciones histórico-epistemológicas. Esta fase incluyó:

1. Síntesis de tendencias identificadas: A partir del análisis de contenido, se sistematizaron los elementos comunes de las metodologías empleadas, destacando buenas prácticas y enfoques innovadores.
2. Diseño del esquema metodológico: Se estructuraron fases y pasos específicos para llevar a cabo investigaciones histórico-epistemológicas, incluyendo la búsqueda de fuentes históricas, el análisis crítico y la aplicación didáctica.
3. Ejercicio ilustrativo de aplicación: Para mostrar el funcionamiento del esquema metodológico, se realizó un ejercicio práctico que consistió en aplicar las fases del esquema a una obra histórica seleccionada. Este ejercicio tuvo un propósito demostrativo y no buscó realizar un análisis completo.

#### 4.2 Tipo de investigación

Este proyecto corresponde a una investigación cualitativa de carácter exploratorio y descriptivo, con un componente práctico de sistematización metodológica. A continuación, se detallan las características de este tipo de investigación y cómo se alinea con los objetivos de este trabajo:

1. *Enfoque cualitativo*: El enfoque cualitativo es el más adecuado, ya que el trabajo busca comprender e interpretar las metodologías utilizadas en estudios histórico-epistemológicos, así como proponer un esquema metodológico basado en los hallazgos. Este enfoque permite:
  - a. Analizar en profundidad los artículos seleccionados.
  - b. Identificar patrones, tendencias y enfoques recurrentes.
  - c. Reflexionar sobre cómo las metodologías analizadas se pueden estructurar y aplicar.
2. *Carácter exploratorio*: El componente exploratorio responde a la naturaleza poco sistematizada de las tendencias metodológicas en la investigación histórico-epistemológica en Matemática Educativa, especialmente en el contexto latinoamericano. Este enfoque permite:
  - a. Explorar un área con un desarrollo parcial y aún en consolidación.

- b. Identificar elementos comunes entre los estudios analizados.
  - c. Proponer nuevas perspectivas para el diseño de investigaciones en este campo.
3. *Carácter descriptivo*: El carácter descriptivo se manifiesta en la forma en que el trabajo se enfoca en:
- a. Documentar las características principales de los estudios seleccionados (v.g., referentes teóricos, métodos, preguntas de investigación).
  - b. Sistematizar los elementos metodológicos recurrentes.
  - c. Mostrar cómo se pueden estructurar en un esquema coherente.
4. *Componente aplicado*: El componente aplicado surge de la sistematización del esquema metodológico y su ilustración mediante un ejercicio práctico. Este aspecto implica:
- a. Trasladar los hallazgos teóricos a una propuesta metodológica concreta.
  - b. Demostrar la utilidad del esquema metodológico a través de su puesta en práctica inicial (ejercicio ilustrativo).
  - c. Facilitar la aplicación futura del esquema en investigaciones reales.

#### **4.3 Descripción y teoría del método**

Dadas las importantes funciones de difusión y divulgación que cumplen las revistas académicas en el seno de una disciplina, su estudio y evaluación permite conocer y describir el desarrollo de dicha disciplina o de alguno de sus campos.

De acuerdo con Arbeláez y Onrubia (2014), una forma de llevar a cabo el estudio y evaluación de las revistas académicas es mediante un análisis bibliométrico, esto es, “la cuantificación del volumen de publicaciones, del análisis de la productividad de los autores o de la identificación de las comunidades académicas que se tejen explícita o implícitamente, entre otros” (p. 16).

Este tipo de análisis son útiles para estudiar la información relacionada con la producción científica y permiten, entre otras cosas, identificar las tendencias, modas, eslabonamientos y callejones sin salida en un campo de investigación, así como clasificar

autores según su productividad, instituciones, obras más influyentes, países, entre otros (Ordoñez et al., 2009).

Otra herramienta muy usual para el análisis, no sólo de revistas, sino de todo tipo de comunicación humana, es el análisis de contenido. Respecto a este existen muchas aproximaciones conceptuales y metodológicas –de carácter cuantitativo o cualitativo, con objetivos más exploratorios o descriptivos, centradas en los aspectos léxicos o temáticos, etc.–, no obstante, como mencionan Arbeláez y Onrubia (2014), parece haber un acuerdo respecto a que es una técnica o un método para interpretar diversas clases de textos (documentos, artículos, entrevistas, observaciones, filmaciones, entre otras).

Para efectos de esta investigación, nos proponemos utilizar de forma complementaria estos dos tipos de análisis. Por un lado, el análisis bibliométrico nos permitirá identificar las tendencias metodológicas de los estudios de corte histórico-epistemológico en Matemática Educativa desarrollados por investigadores e instituciones latinoamericanas. Mientras que el análisis de contenido nos permitirá ganar en profundidad y comprensión respecto a estas tendencias; por ejemplo, nos pondrá en posición de observar con detalle el auge, declive, unificación o bifurcación de una u otra corriente metodológica.

Para ejecutar este plan requerimos de tres grandes fases de trabajo. En la primera definiremos un protocolo de búsqueda, realizaremos la búsqueda y recolección inicial de artículos de investigación, y realizaremos la lectura y clasificación inicial de los mismos; todo esto con la intención de construir nuestro corpus de información. El protocolo de búsqueda se refiere a la explicitación del listado de revistas a incluir, el periodo de búsqueda, las palabras clave a utilizar, y los criterios de inclusión y exclusión de resultados, entre otros. En caso de notar problemas en la búsqueda inicial –excesiva/deficiente cantidad de resultados, por ejemplo– realizaremos modificaciones al protocolo y repetiremos la búsqueda y selección de resultados.

Mientras que en la segunda fase de trabajo definiremos un conjunto de indicadores bibliométricos pertinentes a los objetivos del estudio, por ejemplo, los que refieren a los datos de los autores, de la metodología y de citación, y cuantificaremos nuestro corpus de información a través de ellos. Además, en esta fase estableceremos algunas

categorías preliminares para el análisis de contenido, las cuales se modificarán y robustecerán a medida avanza el análisis; dados los objetivos del estudio, las categorías iniciales apuntarán a los aspectos metodológicos del corpus de información.

Por último, la tercera fase de trabajo está dedicada al análisis global, la interpretación y búsqueda de conclusiones generales respecto a ambos análisis. En este sentido, si bien nunca son disjuntos, esta es la fase en la que más se contrastan y complementan los resultados y observaciones realizadas desde cada uno de los métodos de análisis.

Así, con la articulación de los dos tipos de análisis –ambos documentales, uno de naturaleza cuantitativa y otro cualitativo– es que pretendemos cumplir el objetivo de nuestra investigación: identificar y describir las tendencias metodológicas de los estudios de corte histórico-epistemológico en Matemática Educativa desarrollados –parcial o totalmente– por investigadores e instituciones latinoamericanas

#### **4.4 Población de estudio a la que va dirigida la investigación**

Artículos de investigación histórica-epistemológica en los cuales algún autor esté adscrito a una institución latinoamericana.

#### **4.5 Proceso de selección de la muestra o participantes**

Para el proceso de selección de la muestra, la cual corresponde a los artículos que fueron objeto de los análisis (bibliométrico y contenido). Las primeras tres fases descritas en la sección 4.1 dan cuenta del procedimiento seguido para seleccionar dichos artículos, donde primero se realizó una selección de revistas a partir de los ranking y del juicio de expertos (fase 1), posteriormente se realizó una búsqueda de los artículos utilizando criterios previamente definidos y aprovechando los motores de búsqueda de las revistas o de las bases de datos donde se encontraban indexadas (fase 2), finalmente, a través de la revisión de cada uno de los artículos y apoyados en los criterios de inclusión y la postura teórica se filtraron los artículos descargados hasta obtener los artículos definitivos objeto de los análisis.

#### 4.6 Técnicas de recolección de la información

El proceso de recolección de información en esta investigación integró tres técnicas principales que se complementaron entre sí: la consulta a expertos, el análisis documental y el análisis bibliométrico. Estas técnicas se aplicaron de manera secuencial y estratégica para garantizar la validez y representatividad del corpus de estudio.

##### *Consulta a expertos*

En la etapa inicial, se consultó a expertos en Matemática Educativa e investigación histórico-epistemológica con el objetivo de orientar y delimitar la selección de los artículos más relevantes para el análisis. El objetivo de la consulta era identificar revistas clave donde se pudiera encontrar estudios de tipo histórico-epistemológico cuya en cuya autoría estuviese involucradas personas con filiación latinoamericana. Además, se buscó recibir recomendaciones sobre investigadores destacados que pudiesen ampliar dichas recomendaciones. La consulta a expertos se realizó a través de correo electrónico (ver Anexo 13.1).

##### *Búsqueda en bases de datos*

Esta técnica implica identificar y recopilar información relevante sobre publicaciones científicas mediante el uso de palabras clave, operadores booleanos (como AND, OR, NOT) y filtros específicos en las bases de datos de las propias revistas, así como aquellas bases de datos académicas donde las revistas estuvieran indizadas. Este proceso comenzó definiendo con precisión los términos clave asociados, asegurando su correspondencia con sinónimos, variantes lingüísticas y términos específicos del campo. Luego, se diseñan estrategias de búsqueda que combinen estas palabras clave con operadores lógicos, y se aplican filtros por años y países. El objetivo es extraer un conjunto representativo de documentos relevantes para su posterior análisis, garantizando la reproducibilidad y validez de la metodología empleada.

##### *Validación por consenso*

Esta técnica consiste en obtener la aprobación o acuerdo de un grupo de expertos respecto a la validez de un instrumento de investigación, modelo teórico o interpretación de resultados. Este procedimiento implica seleccionar expertos con conocimientos sólidos en el tema, quienes evalúan el objeto de estudio de manera individual o en conjunto. A menudo, se utilizan herramientas como encuestas, matrices de valoración o discusiones grupales para recopilar sus opiniones. El consenso se alcanza cuando hay una convergencia significativa en las valoraciones de los expertos, lo cual refuerza la credibilidad y robustez del enfoque investigativo, reduciendo sesgos individuales y asegurando que las conclusiones o propuestas estén respaldadas por una perspectiva colectiva y especializada.

#### *Indicadores bibliométricos*

La técnica de recolección de información mediante el uso de indicadores bibliométricos se centra en obtener métricas que permitan evaluar el impacto y la productividad de las publicaciones científicas. En esta investigación los indicadores bibliométricos de interés son: título del artículo, nombre de la revista, año de publicación, autor, filiación, país, número de coautores de filiación latina y no latina, país de los coautores. Pues lo que se pretende es hacer una descripción general de los artículos seleccionados a través de estos indicadores.

#### *Análisis de fichas de datos:*

El fichaje de datos consiste en registrar de manera sistemática la información clave de los artículos seleccionados. Esto se realiza mediante la creación de fichas que organizan la información específica de cada artículo, en particular se extrajo de cada artículo la siguiente información: título, autores, revista, problema de investigación, objetivo, descripción del referente teórico, descripción del método y síntesis de resultados. Estas fichas de datos se analizaron para identificar patrones, prácticas y características distintivas de las metodologías empleadas. Este análisis se centra en desentrañar cómo los autores abordan el problema de investigación y qué herramientas utilizan para

interpretar fuentes histórico-epistemológicas. También incluye la identificación de los principios teóricos subyacentes y los pasos descritos para llevar a cabo el análisis. La plantilla de las fichas de datos se encuentra en el **Anexo 13.2**.

La Tabla 1 muestra la relación entre los objetivos de la investigación, las fases del proceso metodológico y las técnicas de recolección de información:

**Tabla 1.**  
**Relación entre objetivos, fases del proceso metodológico y técnicas de recolección de información**

Objetivos Específicos	Fases del proceso metodológico	Técnicas de recolección de información
Objetivo 1	Fase 1. Selección de revistas	Consulta a expertos
	Fase 2. Selección inicial de artículos	Búsquedas en bases de datos
	Fase 3. Depuración de la base de datos	Validación por consenso
Objetivo 2	Fase 4. Análisis bibliométrico	Indicadores bibliométricos
Objetivo 3	Fase 5. Análisis de Contenido	Análisis de fichas de datos
Objetivo 4	Fase 6. Sistematización del esquema metodológico	

Fuente: Elaboración propia.

#### **4.7 Procesamiento y herramientas de análisis de la información**

Para el almacenamiento y consulta eficaz de los archivos de los artículos descargados se utilizó la herramienta de OneDrive. Además, para el análisis y depuración de la base de datos se utilizó el software Excel.

## **5. Desarrollo y ejecución del proyecto**

### **5.1 Principales resultados, logros y avances según objetivos, metas e indicadores.**

Respecto del primer objetivo de investigación, que corresponde a *ejecutar una búsqueda bibliográfica sistematizada respecto de los estudios de corte histórico-epistemológico*

*desarrollados por investigadores e instituciones latinoamericanas.* Como se mencionó anteriormente las primeras tres fases del proceso metodológico corresponden al trabajo realizado para la atención de este objetivo. A continuación, se detallan los resultados obtenidos por cada fase.

### *Fase 1: Selección de Revistas*

La selección de revistas inicial se realizó utilizando varios criterios:

- Lista de las 10 revistas más mencionadas en el estudio de opinión con expertos llevado a cabo por Andrade et al. (2020).
  - Mathematics Education Bulletin – BOLEMA.
  - Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa – RELIME.
  - Educación Matemática.
  - Revista de Investigaçãõ em Educaçãõ Matemática – QUADRANTE.
  - Revista Iberoamericana de Educación Matemática – UNIÓN.
  - Revista de Educaçãõ Matemática – ZETETIKÉ.
  - Educaçãõ Matemática Pesquisa.
  - Acta Scientiae.
  - Avances de Investigación en Educación Matemática – AIEM.
  - Revista Latinoamericana de Etnomatemática.
- Lista de las 10 mejores revistas iberoamericanas de matemática educativa, de acuerdo con el estudio de Andrade et al. (2020).
  - Mathematics Education Bulletin – BOLEMA.
  - Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa – RELIME.
  - Revista Educación Matemática.
  - Revista Latinoamericana de Etnomatemática.
  - Revista de Educaçãõ Matemática – ZETETIKÉ.
  - Revista Iberoamericana de Educación Matemática – UNIÓN.

- Revista de Investigação em Educação Matemática – QUADRANTE.
- Educação Matemática Pesquisa.
- Revista de Didáctica de las Matemáticas – UNO.
- Revista de Didáctica de las Matemáticas – NÚMEROS.
- Lista de las 10 revistas mejor posicionadas según el ranking 20 de citación de las revistas que publican sobre matemática educativa (Williams y Leatham, 2017).
  - Educational Studies in Mathematics – ESM.
  - Journal for Research in Mathematics Education – JRME.
  - Journal of Mathematical Behavior – JMB.
  - For the Learning of Mathematics – FLM.
  - Mathematical Thinking and Learning – MTL.
  - Journal of Mathematics Teacher Education – JMTE.
  - ZDM Mathematics Education.
  - Mathematics Education Research Journal – MERJ.
  - International Journal of Math Education in Science and Technology – IJMEST.
  - School Science and Mathematics – SSM.

Eliminando las revistas repetidas en cada una de estas listas se tiene un total de 22 revistas iniciales para considerar en la búsqueda de artículos. Para asegurar que no se estuviese excluyendo revistas donde hubiese publicaciones de estudios histórico-epistemológicos en Matemática Educativa se realizó la consulta a expertos descrita en la sección 4.6. Se consultaron inicialmente 12 personas investigadoras y a partir de sus recomendaciones la lista ascendió a 23 personas investigadoras consultadas. Por su parte, de las revistas recomendadas por las personas expertas se adicionaron a la lista inicial aquellas que tuviesen al menos 2 recomendaciones, lo que incrementó el número de revistas de 22 a 29. En el Anexo 13.3 están las respuestas de la consulta a expertos. De esta forma la lista de las revistas seleccionadas para la investigación es la siguiente:

1. Mathematics Education Bulletin – BOLEMA.

2. Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa – RELIME.
3. Educación Matemática.
4. Revista Latinoamericana de Etnomatemática.
5. Revista de Educação Matemática – ZETETIKÉ.
6. Revista Iberoamericana de Educación Matemática – UNIÓN.
7. Revista de Investigaçao em Educação Matemática – QUADRANTE.
8. Educação Matemática Pesquisa.
9. Revista de Didáctica de las Matemáticas – UNO.
10. Revista de Didáctica de las Matemáticas – NÚMEROS.
11. Acta Scientiae.
12. Avances de Investigación en Educación Matemática – AIEM.
13. Educational Studies in Mathematics – ESM.
14. Journal for Research in Mathematics Education – JRME.
15. Journal of Mathematical Behavior – JMB.
16. For the Learning of Mathematics – FLM.
17. Mathematical Thinking and Learning – MTL.
18. Journal of Mathematics Teacher Education – JMTE.
19. ZDM Mathematics Education.
20. Mathematics Education Research Journal – MERJ.
21. International Journal of Math Education in Science and Technology – IJMEST.
22. School Science and Mathematics – SSM.
23. Paradigma. Revista del Centro de Investigaciones Educativas Paradigma – CIEP.
24. Revista Brasileira de História da Matemática- RBHM.
25. Revista de História da Educação Matemática – HISTEMAT.
26. Quipu – Revista Latinoamericana de Historia de la Ciencia y la Tecnología – México.
27. Mathesis: revista de divulgación e información en filosofía e historia de las matemáticas – UNAM.

28. Journal of Research in Mathematics Education – REDIMAT.

29. Enseñanza de las Ciencias.

*Fase 2: Selección inicial de artículos*

Luego de la selección de revistas se realizó la selección de artículos siguiendo el procedimiento descrito en las secciones 4.1 y 4.6. En la Tabla 2 se enlistan las revistas incluidas en nuestra búsqueda, así como la cantidad de resultados obtenidos en cada una de ellas, a través de los criterios de búsqueda –palabras clave, periodo de búsqueda, etc.– definidos para ello. Además, se realizó una revisión para borrar los archivos duplicados y una codificación de los archivos, colocando el nombre del archivo de la siguiente forma *Acrónimo de la revista-Año de publicación-número consecutivo*, por ejemplo, el nombre de archivo *AS-2019-15* indica que ese archivo fue descargado de la revista *Acta Scientiae (AS)*, que fue publicado en el año 2019 y que es el artículo número 15 de todos los descargados para esa revista.

**Tabla 2.**

**Cantidad de artículos descargados por revista**

No.	Nombre de la revista	Cantidad de artículos	Observaciones
1	Mathematics Education Bulletin – BOLEMA	4	
2	Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa – RELIME	-	La revista estuvo fuera de línea (en su página principal y las bases de datos) en el momento de la búsqueda.
3	Educación Matemática	0	
4	Revista Latinoamericana de Etnomatemática – RLE	3	
5	Revista de Educação Matemática – ZETETIKÉ	107	
6	Revista Iberoamericana de Educación Matemática – UNIÓN	12	

7	Revista de Investigaçãõ em Educaçãõ Matemática – QUADRANTE	1	
8	Educaçãõ Matemática Pesquisa – EMP	5	
9	Revista de Didáctica de las Matemáticas – UNO	-	La organización de la página no permite hacer búsquedas con operadores booleanos.
10	Revista de Didáctica de las Matemáticas – NÚMEROS	-	La organización de la página no permite hacer búsquedas con operadores booleanos.
11	Acta Scientiae – AS	54	
12	Avances de Investigación en Educación Matemática – AIEM	0	
13	Educational Studies in Mathematics – ESM	1	
14	Journal for Research in Mathematics Education – JRME	-	La organización de la página no permite hacer búsquedas con operadores booleanos.
15	Journal of Mathematical Behavior – JMB	10	
16	For the Learning of Mathematics – FLM	-	La organización de la página no permite hacer búsquedas con operadores booleanos.
17	Mathematical Thinking and Learning – MTL	1	
18	Journal of Mathematics Teacher Education – JMTE	10	
19	ZDM Mathematics Education	7	
20	Mathematics Education Research Journal – MERJ	5	
21	International Journal of Math Education in Science and Technology – IJMEST	10	
22	School Science and Mathematics – SSM	-	La organización de la página no permite hacer búsquedas con operadores booleanos.

23	Paradigma. Revista del Centro de Investigaciones Educativas Paradigma – CIEP	0	
24	Revista Brasileira de História da Matemática- RBHM	-	La organización de la página no permite hacer búsquedas con operadores booleanos.
25	Revista de História da Educação Matemática - HISTEMAT	47	
26	Quipu – Revista Latinoamericana de Historia de la Ciencia y la Tecnología – México	0	
27	Mathesis: revista de divulgación e información en filosofía e historia de las matemáticas - UNAM	-	La organización de la página no permite hacer búsquedas con operadores booleanos.
28	Journal of Research in Mathematics Education - REDIMAT	13	
29	Enseñanza de las Ciencias – EC	15	
<b>TOTAL DE ARTÍCULOS</b>		<b>305</b>	

Fuente: Elaboración propia. Puede consultar todos los artículos descargados en <https://bit.ly/4jk3078>.

Como muestra la Tabla 2, algunas revistas seleccionadas en la primera fase fueron descartadas durante la segunda fase del proceso, esto debido a que la organización de su página web no permitía realizar búsquedas con operadores booleanos, o no hubo acceso a las mismas a través de su página web o de alguna base de datos suscrita por la Universidad de Costa Rica al momento de realizar las búsquedas (noviembre 2022).

### *Fase 3: Depuración de la base de datos*

Teniendo los artículos descargados se inició la depuración de la lista de artículos descargados para construir la base de datos que se utilizaría para los análisis bibliométrico y de contenido. Para esto se consideraron los siguientes aspectos:

- Aspectos técnicos:
  - Verificar nombre del archivo (código alfanumérico para su identificación en la base de datos), ubicación en la base de datos y título del artículo.
  - Verificar que al menos una de las personas autoras del artículo está adscrito a una institución o centro de investigación latinoamericano.
  - Revisar que el artículo correspondiera a una temática dentro de la matemática educativa.
- Aspectos temáticos:
  - Revisar inicialmente título, resumen y palabras claves del artículo, para identificar si este cumple con la caracterización asumida en esta investigación para los estudios histórico-epistemológicos en Matemática Educativa.
  - Si en la revisión inicial no se localiza evidencia concluyente del cumplimiento de la caracterización, se revisará también —aunque de manera más superficial— las conclusiones y descripciones teórico-metodológicas del estudio.

A partir de esto, se completó una tabla de revisión inicial donde se colocó el código del artículo, el veredicto de si se considera como un estudio adecuado para la presente investigación (aceptado, rechazado) y la razón en caso de ser rechazado.

Después de la revisión solamente 9 artículos cumplieron con los aspectos definidos. A saber: AS-2020-22, BOLEMA-2020-02, BOLEMA-2021-04, EMP-2019-01, EMP-2022-05, HISTEMAT-2020-34, HISTEMAT-2021-37, IJMEST-2020-05 y ZETETIKÉ-2018-037, lo cual culmina la meta e indicador propio del primer objetivo específico de la investigación.

Respecto del segundo objetivo de investigación, relacionado con la *sistematización de los estudios de corte histórico-epistemológico realizados en Latinoamérica a través de un análisis bibliométrico*. Como se mencionó anteriormente la cuarta fase del proceso metodológico corresponden al trabajo realizado para la atención de este objetivo. A continuación, se presentan los resultados de esta fase.

#### *Fase 4: Análisis Bibliométrico*

En esta investigación los indicadores bibliométricos de interés son: título del artículo, nombre de la revista, año de publicación, autor, filiación, país, número de coautores de filiación latina y no latina, y país de los coautores. Seguidamente se presentan la descripción de los hallazgos para las nueve revistas seleccionadas.

En la Tabla 3 se muestran las revistas en que fueron publicados los artículos, el año de publicación, la institución de filiación latina de los autores y los países respectivos.

**Tabla 3.**

**Revista, año de publicación, institución de filiación y país, para los artículos seleccionados.**

<b>Nombre de la revista</b>	<b>Año</b>	<b>Institución de Filiación de los autores</b>	<b>País</b>
Acta Scientiae	2020	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do Ceará	Brasil
Bolema – Mathematics Education Bulletin	2020	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul	Brasil
	2021	Universidad Externado de Colombia	Colombia
Educação Matemática Pesquisa	2019	Universidade Federal da Bahia Pontifícia Universidade Católica de São Paulo	Brasil

	2022	Universidade do Estado do Pará	Brasil
HISTEMAT – Revista de História da Educação Matemática	2020	Universidad Autónoma de Guerrero	México
	2021	Universidade Estadual do Ceará	Brasil
International Journal of Math Education in Science and Technology	2020	Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN Instituto Tecnológico de Mérida	México
ZETETIKÉ – Revista de Educação Matemática	2018	Universidade Federal de Santa Catarina	Brasil

De los 9 artículos, 2 artículos son de autor único y 7 en coautoría; de los cuales, 5 poseen 3 autores y 2 poseen 2 autores; además, sólo 1 se realiza en colaboración con investigadores de filiación no latina. La Tabla 4 resume el número de personas autoras por país.

**Tabla 4.**

**Número de personas autoras por país de filiación.**

País de filiación	Mujeres	Hombres	Total
Brasil	9	6	15
Colombia	-	1	1
México	2	2	4
TOTAL	11	9	20

A partir de los datos recolectados, no se observan diferencias respecto del género entre las personas dedicadas a realizar estudios de corte histórico-epistemológico, pues hay similar número de hombres y mujeres en autoría. Respecto de la coautoría de los 5 artículos con 3 autores, 3 muestras mayoría de mujeres; y los 2 artículos con 2 autores son de autoría femenina; los 2 artículos de autor único uno fue escrito por una mujer y el otro por un hombre.

Por otra parte, se puede notar que la mayor parte de la investigación histórica-epistemológica latinoamericana, realizada entre 2017 y 2022, se produjo en Brasil, siendo

un país que tiene una gran tradición respecto del uso de la historia en Matemática Educativa.

Respecto del tercer objetivo de investigación, que pretendía *caracterizar las tendencias metodológicas en los estudios de corte histórico-epistemológico desarrollados por investigadores e instituciones latinoamericanas*. Como se mencionó anteriormente la quinta fase del proceso metodológico corresponden al trabajo realizado para la atención de este objetivo. A continuación, se presentan los resultados de esta fase.

#### *Fase 5: Análisis de contenido*

El Anexo 13.4 muestra las fichas de datos de los artículos seleccionados. A continuación, se presenta una síntesis, para cada artículo, de los aspectos que consideramos importantes para el análisis de contenido; a saber, los enfoques teóricos predominantes, los métodos utilizados, y las preguntas de investigación abordadas.

#### **EMP-2022-05:** *A construção do conhecimento matemático vetorial à luz do desenvolvimento do espírito científico e dos obstáculos epistemológicos de Bachelard*

- Tendencia teórica: Epistemología de Bachelard.
  - Rupturas epistemológicas y obstáculos en el desarrollo del conocimiento matemático.
  - Interacción entre espíritu científico y construcción histórica del conocimiento.
- Pregunta de investigación: ¿Cómo surgió la presencia y ruptura de los obstáculos epistemológicos en la historia de los vectores?
- Metodología:
  - Estudio histórico-epistemológico basado en tres periodos:
    - Precientífico: Matemáticos como Aristóteles y Newton.
    - Científico: Desarrollo de teorías vectoriales (e.g., Grassmann, Hamilton).

- Nuevo espíritu científico: Axiomatización de la teoría vectorial.
- Análisis de obstáculos epistemológicos en cada periodo.
- Aspectos destacados:
  - Identificación de obstáculos epistemológicos como generalizaciones erróneas y concepciones incuestionables.
  - Ruptura y resurgimiento constante de obstáculos epistemológicos.

**IJMEST-2020-05:** *An alternative to broaden the school-promoted meanings of mathematics in electrical sciences from socioepistemology*

- Tendencia teórica: Socioepistemología.
  - Estudio sistémico de dimensiones del conocimiento matemático: epistemológica, cognitiva, didáctica y sociocultural.
  - Introducción del concepto de “ingenio matemático”.
- Preguntas de investigación:
  - ¿Cuál es la relación entre la propagación del calor y la electricidad en estado estacionario?
  - ¿Qué nociones sociales constituyen el estado estacionario en ingeniería eléctrica?
- Metodología:
  - Historización: análisis histórico-epistemológico del concepto de estado estacionario.
  - Uso de la ingeniería didáctica como enfoque metodológico.
- Aspectos destacados:
  - Revalorización del conocimiento matemático en contextos situados (e.g., fenómenos eléctricos).
  - Uso de analogías dinámicas para formalizar conocimientos matemáticos.

**HISTEMAT-2020-34:** *Análisis histórico en la constitución del conocimiento matemático: métodos iterativos.*

- Tendencia teórica: Transposición didáctica (Chevallard).
  - Análisis del tránsito del conocimiento científico al conocimiento enseñable.
- Pregunta de investigación: ¿Qué conocimientos predominaban entre matemáticos históricos en relación con métodos iterativos?
- Metodología:
  - Método histórico de Ruiz Berrio, estructurado en fases:
    - Heurística: Localización y clasificación de documentos históricos.
    - Crítica: Determinación de autenticidad e interpretación.
    - Hermenéutica: Enfoque histórico-pedagógico.
    - Exposición: Presentación de hallazgos.
  - Periodización histórica (S. XVII-S. XX) vinculada al desarrollo de métodos iterativos.
- Aspectos destacados:
  - Vinculación del análisis histórico con la conceptualización en el aula.
  - Identificación de transformaciones de lo lineal a lo no lineal y lo finito a lo infinito.

**BOLEMA-2021-04:** *Epistemología de la integral como fundamento del cálculo integral*

- Tendencia teórica: Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento e Instrucción Matemática (EOS).
  - Análisis de prácticas matemáticas, configuraciones epistémicas y conflictos semióticos.
- Pregunta de investigación: ¿Cómo se construyeron los significados teóricos de la integral desde una perspectiva histórica?
- Metodología:
  - Investigación cualitativa basada en la historiografía matemática.
  - Análisis de fuentes primarias y configuraciones epistémicas.
  - Estudio de tres periodos:
    - Origen: Tangencia estática y geométrica.

- Evolución: Ruptura conceptual y uso de límites.
- Fundamentación: Rigor teórico y generalización.
- Aspectos destacados:
  - Identificación de conflictos semióticos en cada periodo histórico.
  - Recomendación de replantear la enseñanza desde la complejidad epistémica.

**BOLEMA-2020-02:** *História da Análise Matemática e Desenvolvimento Cognitivo*

- Tendencia teórica: Epistemología genética.
  - Relación entre evolución histórica del análisis matemático y desarrollo cognitivo.
- Pregunta de investigación: ¿Cómo se estructura históricamente el conocimiento del análisis real?
- Metodología:
  - Investigación teórica y bibliográfica sobre etapas históricas del análisis.
  - Relación entre historia de las matemáticas y aprendizaje individual.
- Aspectos destacados:
  - Importancia de la verificación empírica para validar conexiones entre historia y aprendizaje.
  - Enfoque en el tránsito de conocimientos simples a complejos.

**ZETETIKÉ-2018-037:** *O estrangeiro aprendera a falar a língua do imperador... A lógica do traçado*

- Tendencia teórica: Historiografía educativa.
  - Conexión entre prácticas sociales y contenidos matemáticos.
- Pregunta de investigación: ¿Qué conocimientos de dibujo y matemáticas posibilitaron la representación de espacios?
- Metodología:
  - Análisis documental cualitativo de tratados históricos.

- Aspectos destacados:
  - El dibujo como construcción activa de significado.
  - Relación entre conocimiento y poder en el ámbito educativo.

**HISTEMAT-2021-37:** *Possibilidades para o ensino de frações a partir da régua de carpinteiro contida no tratado A Booke Named Tectonicon*

- Tendencia teórica: Historiografía actualizada.
  - Articulación entre historia y enseñanza para humanizar el conocimiento matemático.
- Pregunta de investigación: ¿Qué recursos históricos pueden integrarse a la enseñanza de fracciones?
- Metodología:
  - Metodología documental cualitativa.
- Aspectos destacados:
  - Potencial didáctico de textos históricos para la formación docente.
  - Promoción de la autonomía del profesor al comprender procesos históricos.

**AS-2020-22:** *Uma Engenharia Didática no Processo de Investigação da Generalização da Sequência de Padovan*

- Tendencia teórica:
  - Teoría de Situaciones Didácticas (Brousseau).
  - Transposición didáctica (Chevallard).
- Pregunta de investigación: ¿Cómo transformar la secuencia de Padovan en un contenido didáctico?
- Metodología:
  - Ingeniería didáctica en cuatro etapas:
    - Análisis preliminar.
    - Análisis a priori.
    - Experimentación.

- Análisis a posteriori.
- Aspectos destacados:
  - Éxito en la generalización de Padovan como contenido a enseñar.
  - Vinculación del proceso epistemológico con el aprendizaje estudiantil.

**EMP-2019-01:** *Une enquête épistémologique sur les conceptions des futurs professeurs de mathématiques sur les obstacles sur la notion de limites*

- Tendencia teórica: Teoría Antropológica de lo Didáctico.
  - Análisis de prácticas relacionadas con el concepto de límite.
- Pregunta de investigación: ¿Cómo abordar los obstáculos epistemológicos en la enseñanza del límite?
- Metodología:
  - Ingeniería didáctica en tres etapas:
    - análisis a priori
    - experimentación
    - análisis a posteriori.
- Aspectos destacados:
  - Necesidad de profundizar en la definición formal del límite.
  - Importancia de capacitar a futuros docentes para superar obstáculos epistemológicos.

A partir de las descripciones anteriores y de las fichas de datos, se identificaron las tendencias teóricas predominantes, los tipos de preguntas de investigación que se plantean y otros elementos metodológicos destacados.

1. Tendencias teóricas

- a. Epistemología de Bachelard (artículo EMP-2022-05): Predomina el análisis de obstáculos epistemológicos y rupturas en el desarrollo histórico de

conceptos matemáticos, como la teoría vectorial. Se enfoca en la interacción entre la historia del conocimiento y el espíritu científico.

- b. Socioepistemología (IJMEST-2020-05): Resalta el contexto social y cultural en la construcción del conocimiento matemático, explorando cómo conceptos (como las series de Fourier) emergen desde una perspectiva situada.
- c. Transposición didáctica (HISTEMAT-2020-34 y AS-2020-22): Este enfoque considera cómo el conocimiento académico se transforma en contenido escolar, analizando cambios epistemológicos y didácticos en diferentes periodos históricos.
- d. Enfoque Ontosemiótico (EOS) (BOLEMA-2021-04): Destaca la construcción del significado matemático desde las prácticas institucionalizadas, conectando objetos matemáticos con sus usos históricos.
- e. Epistemología genética (BOLEMA-2020-02): Explora el desarrollo del conocimiento desde una perspectiva constructivista, vinculando la evolución histórica del análisis matemático con el aprendizaje humano.
- f. Relación entre historia y enseñanza (ZETETIKÉ-2018-037 y HISTEMAT-2021-37): Propone una conexión entre el análisis histórico y la enseñanza, enfatizando el potencial didáctico de artefactos matemáticos históricos (por ejemplo, la regla de carpintero).

## 2. Tipos de preguntas de investigación:

- a. Preguntas orientadas a la identificación de obstáculos epistemológicos: ¿Qué obstáculos epistemológicos han dificultado el desarrollo de un concepto matemático (v.g., límites, integrales, vectores)?
- b. Preguntas sobre la relevancia histórica y cultural de conceptos: ¿Qué significados sociales y culturales subyacen en el desarrollo y enseñanza de ciertos conceptos matemáticos?

- c. Preguntas sobre la relación entre historia y aprendizaje: ¿Cómo el análisis histórico puede facilitar la enseñanza y el aprendizaje de conceptos complejos (v.g., métodos iterativos, series, análisis matemático)?
  - d. Preguntas sobre la articulación didáctica: ¿Cómo transformar elementos históricos en recursos didácticos efectivos para el aula?
3. Enfoques metodológicos:
- a. Análisis histórico-epistemológico: Aparece en artículos como el EMP-2022-05, IJMEST-2020-05 y EMP-2019-01. Implica estudiar las etapas históricas de desarrollo de un concepto, sus rupturas epistemológicas y su influencia en el aprendizaje.
  - b. Historiografía: Utilizada en artículos como el ZETETIKÉ-2018-037 y HISTEMAT-2021-37. Este enfoque cualitativo documental explora fuentes primarias y secundarias para reconstruir la historia del conocimiento matemático.
  - c. Ingeniería didáctica: En AS-2020-22 y EMP-2019-01, este enfoque combina análisis epistemológico, experimentación y validación para transformar conocimientos históricos en secuencias didácticas.
  - d. Método histórico de Ruiz Berrio (HISTEMAT-2020-34): Organiza la investigación en fases heurísticas, críticas, hermenéuticas y expositivas.
  - e. Análisis cualitativo: Utilizado ampliamente, permite interpretar datos históricos desde una perspectiva educativa.

Uno de los elementos más notables que comparten los estudios analizados es la organización del desarrollo del conocimiento matemático según una dimensión temporal claramente definida. Es común que las investigaciones dividan la historia en periodos — por ejemplo, precientífico, científico y contemporáneo— con el fin de comprender cómo evolucionan los conceptos, métodos y teorías a lo largo del tiempo. Esta periodización permite no solo trazar una línea de desarrollo histórico, sino también identificar rupturas conceptuales y momentos clave en los que se transforman las prácticas matemáticas.

Otro aspecto ampliamente recurrente es la relación entre obstáculos epistemológicos y avances en el conocimiento. Muchos de los estudios adoptan como marco la epistemología bachelardiana, lo que les permite interpretar el progreso matemático no como una acumulación lineal de verdades, sino como un proceso marcado por conflictos, errores, rupturas y superaciones. La identificación y análisis de estos obstáculos —como concepciones erróneas, modelos limitados o ideas arraigadas— resultan fundamentales para explicar el dinamismo del pensamiento matemático y su constante reconstrucción. Asimismo, destaca la presencia de un enfoque interdisciplinario en varios trabajos. Las investigaciones no se limitan al análisis matemático aislado, sino que integran dimensiones culturales, científicas, técnicas e incluso artísticas en su aproximación. Por ejemplo, en el artículo ZETETIKÉ-2018-037 se examinan tratados históricos en los que las matemáticas y el dibujo técnico se entrelazan para representar fortificaciones, lo que evidencia cómo las prácticas matemáticas históricas respondían a necesidades concretas del mundo físico y sociopolítico de su época.

Además, un número significativo de trabajos incluye el diseño de propuestas didácticas derivadas del análisis histórico-epistemológico. Estas investigaciones no se quedan en el plano teórico, sino que buscan proyectar sus hallazgos hacia el aula mediante la elaboración de secuencias didácticas, tareas o recursos pedagógicos que permitan a los estudiantes apropiarse del conocimiento matemático desde una perspectiva histórica. Ejemplos de este tipo se encuentran en los artículos HISTEMAT-2021-37 y AS-2020-22, donde se propone la incorporación de contenidos históricos (v.g., secuencias numéricas, métodos iterativos) en la formación inicial de docentes.

Por otra parte, al revisar el conjunto de estudios, se observa una tendencia consistente a combinar el análisis histórico con marcos teóricos contemporáneos en Educación Matemática. En particular, se recurre con frecuencia a enfoques como la Socioepistemología, el Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento (EOS), la Teoría de Situaciones Didácticas y la Transposición Didáctica. Esta hibridación metodológica enriquece los análisis, ya que permite conectar la reconstrucción histórica del

conocimiento con la comprensión de su uso, transmisión y enseñanza en contextos actuales.

No obstante, aunque la mayoría de los estudios se inscriben claramente dentro de un enfoque cualitativo, algunos de ellos señalan la necesidad de incorporar validaciones empíricas más sistemáticas. Este señalamiento suele hacerse cuando se proponen aplicaciones didácticas basadas en análisis históricos, ya que en muchos casos no se implementan ni se evalúan formalmente en contextos escolares reales. Como se menciona en el artículo BOLEMA-2020-02, resulta crucial avanzar hacia investigaciones que no solo analicen históricamente los conceptos, sino que también exploren su viabilidad y eficacia pedagógica mediante diseños experimentales o estudios de caso en el aula.

En síntesis, los estudios revisados muestran un panorama rico y diverso en cuanto a enfoques, métodos y propósitos. Al mismo tiempo, revelan áreas de oportunidad para profundizar en la validación empírica de las propuestas y fortalecer el vínculo entre la investigación histórico-epistemológica y la práctica educativa concreta.

Respecto del cuarto objetivo de investigación, que buscaba *estructurar un método de análisis de corte histórico-epistemológico para un saber matemático específico en una obra matemática original -con relevancia histórica- fundamentado en la caracterización previa*. Como se mencionó anteriormente la sexta fase del proceso metodológico corresponden al trabajo realizado para la atención de este objetivo. A continuación, se presentan los resultados de esta fase.

#### *Fase 6. Sistematización del esquema metodológico*

A partir de los elementos identificados en el objetivo anterior y de las fichas de datos, se puede sistematizar un procedimiento estructurado en etapas para analizar una obra histórica original desde una perspectiva histórico-epistemológica. Esta metodología integra elementos comunes en los estudios analizados y es aplicable para reconstruir y analizar obras matemáticas históricas con fines didácticos.

### Etapa 1: Heurística – Exploración y localización

1. Selección de la obra histórica:
  - a. Identificar una obra relevante para el tema de estudio.
  - b. Asegurarse de que la obra represente un momento significativo en la evolución de un concepto matemático o un enfoque pedagógico.
2. Contextualización histórica:
  - a. Establecer el contexto histórico, social y cultural en el que se produjo la obra.
  - b. Identificar la posición de la obra en el desarrollo de la disciplina matemática (v.g., periodo precientífico, científico, axiomatización, etc.).
3. Localización y clasificación de fuentes:
  - a. Buscar fuentes primarias (la obra original) y secundarias (estudios previos, análisis críticos, etc.).
  - b. Clasificar las fuentes por tipo (tratados, manuscritos, publicaciones) y relevancia.

### Etapa 2: Análisis crítico – Validación e interpretación

4. Autenticidad y validez:
  - a. Verificar la autenticidad de la obra histórica: autoría, edición, traducción (si aplica) y estado de conservación (si aplica).
  - b. Revisar el propósito y audiencias originales de la obra.
5. Descomposición estructural:
  - a. Identificar las partes principales de la obra (capítulos, secciones, ejemplos).
  - b. Determinar los conceptos matemáticos clave abordados en el texto.
6. Identificación de conceptos y métodos:
  - a. Analizar los conceptos matemáticos en la obra: definiciones, teoremas, métodos y procedimientos.
  - b. Investigar qué problemas matemáticos aborda y cómo se resuelven.

### Etapa 3: Análisis histórico-epistemológico

7. Reconstrucción del contexto matemático:
  - a. Examinar el contexto matemático en el que se desarrolla la obra: ¿qué problemas o desafíos intentaba resolver?
  - b. Identificar las influencias previas en la construcción de los conceptos tratados.
8. Identificación de elementos de interés según la perspectiva teórica de la investigación, por ejemplo:
  - a. Detectar obstáculos epistemológicos implícitos o explícitos en la obra (v.g., dificultades conceptuales, metodológicas, ideológicas)
  - b. Evaluar si la obra contribuye a superar estos obstáculos o si genera nuevos desafíos.
9. Análisis de rupturas epistemológicas:
  - a. Determinar si la obra representa una ruptura con enfoques anteriores o una consolidación de conocimientos.
  - b. Relacionar estas rupturas con el avance del espíritu científico.

### Etapa 4: Hermenéutica – Interpretación pedagógica

10. Análisis de la transposición didáctica:
  - a. Evaluar cómo los conceptos en la obra podrían transformarse en contenidos enseñables.
  - b. Analizar cómo la obra puede adaptarse a diferentes niveles educativos (v.g., educación básica, media o superior).
11. Reconstrucción de significados:
  - a. Descomponer conceptos matemáticos en componentes básicos (objetos, procesos, propiedades) para facilitar su comprensión.
  - b. Explorar posibles analogías o aplicaciones que conecten la obra con situaciones actuales o problemas prácticos.
12. Diseño de actividades pedagógicas:

- a. Proponer secuencias didácticas basadas en la obra histórica.
- b. Diseñar actividades que promuevan la reflexión sobre el desarrollo histórico del conocimiento matemático.

#### Etapas 5: Validación – Experimentación y reflexión

##### 13. Experimentación didáctica:

- a. Implementar las actividades diseñadas en contextos educativos reales (v.g., aulas o talleres).
- b. Observar cómo los estudiantes interactúan con los conceptos históricos y si logran apropiarse de ellos.

##### 14. Análisis retrospectivo:

- a. Evaluar el impacto de las actividades en el aprendizaje de los estudiantes.
- b. Reflexionar sobre ajustes necesarios para mejorar la propuesta didáctica.

##### 15. Producción académica:

- a. Sistematizar los hallazgos en informes o publicaciones.
- b. Proponer recomendaciones para integrar análisis histórico-epistemológicos en la enseñanza.

A continuación, como ejercicio ilustrativo y para mostrar el funcionamiento del esquema metodológico, se realizó un ejercicio práctico que consistió en aplicar las fases del esquema a una obra histórica seleccionada. Este ejercicio tuvo un propósito demostrativo y no buscó realizar un análisis completo.

Para lograr esto nos basamos en el análisis histórico-epistemológico mostrado en Romero (2016; 2020) y Farfán y Romero (2017; 2019); sobre la obra *Teoría Analítica del Calor* de Joseph Fourier (1822), donde el objeto matemático de interés es la Serie Trigonométrica de Fourier (STF). Para lo cual mostramos los elementos que se logran rescatar de esas fuentes organizada en las cinco etapas de la propuesta de esquema metodológico.

### Etapa 1: Heurística – Exploración y localización

1. Selección de la obra histórica:
  - a. Obra elegida: *Théorie analytique de la chaleur* (1822) de Joseph Fourier.
  - b. Relevancia: Representa un punto de inflexión en la formalización de las series trigonométricas como herramientas para representar funciones arbitrarias, particularmente en la solución de problemas físicos como la difusión del calor.
2. Contextualización histórica:
  - a. Contexto histórico-social: Post-revolución francesa, en el auge del pensamiento científico ilustrado. Fourier trabajó en la Escuela Politécnica de París, en un ambiente donde se está desarrollando la ingeniería como una ciencia.
  - b. Posición en la historia matemática: Periodo precientífico hacia la formalización moderna del análisis. Aunque Fourier no formaliza completamente la noción de convergencia, su obra es la primera reflexión donde este concepto está fuertemente involucrado.
3. Localización y clasificación de fuentes:
  - a. Fuentes primarias: Fourier, J. (1822). *Théorie analytique de la chaleur* (obra original).
  - b. Fuentes secundarias: Artículos y capítulos históricos que estudian la obra de Fourier. El propio análisis en la tesis de Romero (2016), que actúa como terciaria, en tanto analiza desde una perspectiva socioepistemológica y educativa.

### Etapa 2: Análisis crítico – Validación e interpretación

4. Autenticidad y validez:
  - a. La obra es atribuida de forma clara a Fourier, publicada en 1822. Existen ediciones críticas y digitalizadas.

- b. La obra está dirigida originalmente a la comunidad científica y técnica francesa, particularmente en la física matemática aplicada a la ingeniería.
- 5. Descomposición estructural:
  - a. La obra se organiza en capítulos que desarrollan tanto modelos físicos (calor, conducción) como herramientas analíticas (series), de manera alternada, se observan los resultados matemáticos en consonancia con los modelos físicos y viceversa.
  - b. Conceptos matemáticos clave: series trigonométricas, representación de funciones discontinuas en serie trigonométrica, modelo matemático de la propagación del calor, entre otros.
- 6. Identificación de conceptos y métodos:
  - a. Métodos: separación de variables, desarrollo en serie, análisis de coeficientes (hoy llamados de Fourier).
  - b. Problema: ¿cómo representar matemáticamente la distribución de temperatura en un cuerpo dado a partir de condiciones iniciales arbitrarias?

### Etapas 3: Análisis histórico-epistemológico

- 7. Reconstrucción del contexto matemático:
  - a. Problema a resolver: modelar la difusión del calor en cuerpos sólidos (v.g., barra, placa).
  - b. Influencias: trabajos previos de Euler, Bernoulli, D'Alembert, quienes desarrollaron parte del cálculo de variaciones, series infinitas y mecánica.
- 8. Identificación de obstáculos epistemológicos:
  - a. Implícitos: la extensión de propiedades de sumas finitas a series infinitas, la noción no rigurosa de función y convergencia.
  - b. Superación: Fourier introduce el uso sistemático de series trigonométricas, lo cual desafía concepciones anteriores sobre qué funciones pueden representarse en serie y resuelve un problema del análisis matemática con un siglo de antigüedad, como lo fue el problema de la cuerda vibrante.

9. Análisis de rupturas epistemológicas:
  - a. Ruptura con la idea de que solo funciones suaves pueden ser representadas analíticamente.
  - b. Esta ruptura anticipa el desarrollo del concepto moderno de función y la formalización de convergencia (por Cauchy y Dirichlet).

#### Etapa 4: Hermenéutica – Interpretación pedagógica

10. Análisis de la transposición didáctica:
  - a. Potencial de enseñanza: el proceso histórico permite diseñar secuencias donde los estudiantes reconstruyan el problema de representar fenómenos con series de funciones trigonométricas.
  - b. Niveles educativos: adecuado para educación superior en cursos de análisis o física matemática.
11. Reconstrucción de significados:
  - a. La significación de la STF requiere de la matematización de un fenómeno estacionario, con variación periódica y acotada, además de posibilitar el paso al infinito (convergencia):
  - b. Es necesario que quien aprende primero se convenza de la posibilidad de que una suma infinita de senos y cosenos puede converger a una función, previo a resolver el problema previo, que tiene que ver con el cálculo de los coeficientes de Fourier, esto no está presente en la enseñanza tradicional sobre las series.
12. Diseño de actividades pedagógicas:
  - a. Propuesta posible: La situación de aprendizaje presentada en Romero (2016) y Farfán y Romero (2019).
  - b. Fomentar la reflexión sobre cómo la necesidad de modelar el mundo físico lleva al desarrollo de conceptos matemáticos nuevos.

#### Etapa 5: Validación – Experimentación y reflexión

13. Experimentación didáctica:

- a. La tesis de Romero (2020) incluye la implementación de una situación de aprendizaje para la significación de la TFG.
- b. Se observaron reacciones de los participantes frente a la reconstrucción histórica del concepto.

14. Análisis retrospectivo:

- a. En la tesis de Romero (2020) se identificaron momentos de resignificación del concepto por parte de los estudiantes.
- b. El análisis permitió reconocer cuáles elementos históricos activaron la comprensión del objeto matemático.

15. Producción académica:

- a. La sistematización se encuentra en las tesis mismas, y algunos resultados están expuestos en ponencias.
- b. Parte de los resultados se exponen en artículos de investigación, como los utilizados para hacer esta síntesis. También se hace la salvedad de que aún faltan resultados por reportar a través de artículos de revista.

Con lo anterior, se ha expuesto una propuesta metodológica sistematizada para el análisis histórico-epistemológico de obras matemáticas originales. Esta propuesta se organiza en cinco etapas —heurística, análisis crítico, análisis histórico-epistemológico, interpretación pedagógica y validación— y busca servir como una guía estructurada para desarrollar investigaciones que, desde una perspectiva histórico-epistemológica, profundicen en la génesis, evolución y resignificación didáctica de conceptos matemáticos.

El esquema metodológico presentado fue construido a partir del análisis de tendencias metodológicas observadas en un corpus de investigaciones latinoamericanas, lo que garantiza su relevancia contextual y su coherencia con prácticas investigativas consolidadas en la disciplina. A través de su estructuración en fases y pasos concretos, el esquema permite abordar de forma articulada tanto la dimensión epistemológica como

la pedagógica del conocimiento matemático, favoreciendo así su aplicación en procesos de enseñanza y aprendizaje más críticos y contextualizados.

Con el fin de ilustrar la aplicabilidad del esquema, se desarrolló un ejercicio de aplicación sobre una obra histórica ya analizada en una investigación previa: el Tratado de la propagación del calor (Fourier, 1822), reconstruido y estudiado en las tesis de maestría y doctorado de Romero (2016; 2020). Esta aplicación no tuvo como propósito realizar un nuevo estudio completo, sino más bien ofrecer una síntesis estructurada del análisis ya existente, organizada según las etapas del esquema metodológico propuesto.

Es importante señalar que este ejercicio cumplió una función meramente ilustrativa, y no puede considerarse una implementación exhaustiva del esquema. Un estudio que tome como base esta propuesta metodológica debería desarrollar con mayor profundidad cada una de las etapas, especialmente en lo relativo al trabajo con fuentes primarias, el análisis crítico riguroso de los contenidos matemáticos y la validación pedagógica de las propuestas resultantes.

En síntesis, el resultado del objetivo de investigación abordado no solo presenta una herramienta metodológica útil para futuras investigaciones histórico-epistemológicas en Matemática Educativa, sino que también abre la posibilidad de evaluar, adaptar y enriquecer dicha herramienta en función de distintos objetos de estudio, niveles educativos y marcos teóricos.

## **5.2 Limitaciones**

La exclusión de algunas revistas realizada en la fase 2 del procedimiento metodológico lleva a reflexionar sobre la importancia del uso de operadores booleanos en la interfaz de búsqueda de las revistas o su indexación en bases de datos que permitan realizar búsquedas ágiles y precisas. Ya que la falta de estos elementos limita la divulgación, visibilidad e impacto de los artículos de investigación ahí publicados.

Además, esto generó una cantidad relativamente reducida de estudios disponibles que cumplieran con los criterios de inclusión definidos para esta investigación. Si bien el análisis realizado permitió identificar tendencias metodológicas significativas en investigaciones

histórico-epistemológicas en Matemática Educativa desarrolladas por autores latinoamericanos, el corpus resultante fue acotado, lo que restringe la posibilidad de construir un esquema metodológico más robusto y ampliamente validado. Esta limitación obliga a considerar el presente esquema como una propuesta inicial, susceptible de ser ampliada, ajustada o diversificada conforme se disponga de un mayor número de estudios relevantes, o bien a partir de nuevas aplicaciones empíricas que permitan refinar sus etapas y procedimientos.

Por otra parte, el hecho de realizar la investigación sin carga asignada aunado a las tareas propias del quehacer universitario (que incluye muchas más actividades por sobre la carga) fue una dificultad en términos personal para poder concluir la investigación en los tiempos estipulados.

## 6. Divulgación y difusión

### 6.1 Artículos, productos en prensa u otras publicaciones

Los siguientes productos fueron enviados a evaluación y siguen a la espera de la misma, la primera como parte de las memorias del congreso en que se participó (detalles en el apartado siguiente) y la segunda como artículo de revista.

Nombre de la publicación	Tipo	Año	Personas autoras
Investigación histórica-epistemológica en matemática educativa: un análisis bibliométrico de la producción latinoamericana.	Memoria de congreso	En evaluación	Romero Fonseca Fabián Wilfrido Cruz-Amaya Melvin.
Investigación histórica-epistemológica en matemática educativa: Tendencias metodológicas en Latinoamérica.	Artículo de revista	En Evaluación	Romero Fonseca Fabián Wilfrido López Acosta Luis Alberto

## **6.2 Participación en actividades académicas vinculadas con la investigación.**

Se participó como ponente, con un reporte de investigación en la Reunión Latinoamericana de Matemática educativa 37, celebrada en San José, Costa Rica, del 22 al 26 de julio del 2024. Congreso Organizado por el Comité Latinoamericano de Matemática Educativa en apoyo de la Universidad de Costa Rica.

## **7. Vinculaciones académicas e interinstitucionales.**

La primera parte del proyecto se trabajó en conjunto con investigadores del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, México.

## **8. Trabajos de graduación y participación estudiantil**

### **8.1 Trabajos finales de graduación**

No hubo trabajos finales de graduación asociados.

### **8.2 Participación de estudiantes asistentes**

A continuación, se detallan las actividades realizadas por el estudiante asistente según las feses del proceso metodológico:

Fase 1: Selección de revistas:

1. Buscar, recopilar y verificar las listas de revistas citadas en los estudios de Andrade et al. (2020) y Williams y Leatham (2017).
2. Crear una base de datos con la información básica de cada revista (nombre, país, editor, ISSN, sitio web, indexaciones).
3. Apoyar en el envío de correos electrónicos a investigadores expertos, usando los formatos establecidos (como el Anexo 13.1).
4. Sistematizar las respuestas de los expertos: contar menciones de revistas, registrar nuevos investigadores sugeridos y sus datos de contacto.
5. Aplicar el criterio de inclusión (al menos 2 recomendaciones) para ampliar la lista inicial de revistas.

#### Fase 2: Selección inicial de artículos

1. Acceder a los portales y bases de datos de cada revista para realizar búsquedas avanzadas.
2. Utilizar combinaciones de palabras clave y operadores booleanos según los tres idiomas indicados y los países latinoamericanos.
3. Descargar los artículos preseleccionados en formato PDF y guardarlos con un código alfanumérico único.
4. Registrar metadatos preliminares (título, autores, año, revista) en una hoja de cálculo.
5. Mantener una bitácora con detalles de la búsqueda (palabras clave usadas, filtros aplicados, número de resultados por revista).

#### Fase 3: Depuración de la base de datos

1. Renombrar los archivos PDF con los códigos definidos y asegurarse de su correcta ubicación en carpetas organizadas.
2. Verificar que no haya archivos duplicados.
3. Revisar los artículos para identificar si al menos un autor tiene filiación latinoamericana (revisar encabezado, pie de página o sección de autores).
4. Apoyar en la revisión preliminar de los artículos (título, resumen, palabras clave) para detectar posibles candidatos a ser aceptados o rechazados.
5. Completar su propia versión de la tabla de revisión inicial con veredicto tentativo y observaciones.
6. Preparar los documentos necesarios para la revisión cruzada por los investigadores.

#### Fase 4: Análisis bibliométrico

1. Extraer y registrar los datos bibliométricos definidos: título del artículo, revista, año, autores, filiación, país, número de coautores con filiación latina/no latina.

2. Estandarizar los nombres de instituciones y países para evitar duplicidades o variantes.
3. Generar gráficas o tablas preliminares con estadísticas descriptivas (por ejemplo: número de artículos por año, por país, por revista).
4. Revisar la consistencia de los datos en la hoja de cálculo y preparar los insumos para los análisis gráficos y estadísticos.

#### Fase 5: Análisis de contenido

1. Elaborar fichas descriptivas para cada artículo siguiendo un formato preestablecido (problema, objetivos, marco teórico, métodos, resultados, conclusiones).
2. Leer detenidamente los artículos aceptados para extraer la información pertinente.
3. Codificar ciertos elementos del contenido según categorías proporcionadas por los investigadores (por ejemplo: enfoque epistemológico, tipo de fuentes utilizadas).
4. Participar en reuniones de discusión sobre los patrones y tendencias emergentes, aportando observaciones o ejemplos relevantes encontrados en la lectura.

#### Fase 6: Sistematización de un esquema metodológico

1. Apoyar en la organización de los hallazgos: agrupar las metodologías usadas, resumir buenas prácticas identificadas en los artículos analizados.
2. Ayudar en la redacción preliminar del esquema metodológico (orden de pasos, descripción de cada fase, decisiones clave).
3. Participar en la aplicación ilustrativa del esquema: seleccionar junto con el equipo una obra histórica y desarrollar un ejercicio parcial de análisis.
4. Preparar cuadros o diagramas que representen visualmente el esquema metodológico.

## 9. Conclusiones

La presente investigación tuvo como propósito general analizar las tendencias metodológicas de los estudios de corte histórico-epistemológico en Matemática Educativa desarrollados –total o parcialmente– por investigadores e instituciones latinoamericanas, con el fin de sistematizar los aportes metodológicos de la región en este campo. Para ello, se abordaron cuatro objetivos específicos de manera progresiva, integrando técnicas de recolección y análisis documental, bibliométrico y de contenido, que permitieron avanzar desde una revisión sistemática de la producción académica hasta la elaboración y aplicación de un esquema metodológico propio.

En relación con el objetivo específico 1, se logró ejecutar una búsqueda bibliográfica sistematizada que permitió localizar y organizar un conjunto representativo de estudios histórico-epistemológicos producidos en el contexto latinoamericano. A partir de esta búsqueda, se construyó una base de datos estructurada que sirvió como insumo para las siguientes etapas del estudio. Este corpus, si bien limitado en número, evidencia una actividad investigativa creciente y con características particulares en cuanto a enfoques, objetos de estudio y tratamientos metodológicos.

En cumplimiento del objetivo específico 2, se realizó un análisis bibliométrico del corpus previamente conformado. Este análisis permitió describir la distribución temporal y geográfica de las publicaciones, las revistas más recurrentes, las filiaciones institucionales de los autores y las temáticas abordadas. El reporte generado a partir de esta etapa reveló la dispersión del campo, la presencia de grupos consolidados en ciertos países y una predominancia de estudios centrados en el análisis de obras o conceptos específicos, en lugar de marcos metodológicos amplios o comparativos.

Respecto al objetivo específico 3, se procedió a la caracterización de las tendencias metodológicas presentes en los estudios seleccionados. A través de un análisis de contenido de tipo cualitativo, se identificaron categorías clave vinculadas a enfoques teóricos (como la socioepistemología, la epistemología bachelardiana, la transposición didáctica), tipos de fuentes utilizadas, formas de periodización histórica, criterios para la selección de obras, y modos de articular el análisis histórico con la práctica educativa. Esta caracterización permitió reconocer tanto las fortalezas como las limitaciones

recurrentes en los estudios de la región, entre ellas, la escasa explicitación metodológica y la débil integración entre lo epistemológico y lo pedagógico en algunos casos.

Como respuesta al objetivo específico 4, se elaboró un esquema metodológico sistematizado para guiar investigaciones de corte histórico-epistemológico centradas en el análisis de obras matemáticas originales. Este esquema, organizado en cinco etapas (heurística, análisis crítico, análisis histórico-epistemológico, interpretación pedagógica y validación), busca articular las dimensiones histórica, epistemológica y didáctica del conocimiento matemático. Para mostrar su funcionalidad, se realizó un ejercicio de aplicación parcial utilizando como caso ilustrativo la obra *Théorie analytique de la chaleur* de Joseph Fourier (1822), analizada previamente por el autor. Este ejercicio permitió recorrer las etapas del esquema y evidenciar su potencial para orientar investigaciones futuras. No obstante, se reconoce que la aplicación realizada tuvo un carácter demostrativo, y que una implementación completa requeriría un abordaje más exhaustivo en cada fase.

En términos generales, la investigación permitió alcanzar los objetivos planteados, ofreciendo una primera sistematización de las metodologías empleadas en estudios histórico-epistemológicos en Matemática Educativa dentro del contexto latinoamericano. Al mismo tiempo, se identificó como limitación significativa la reducida cantidad de estudios disponibles que cumplieran con los criterios establecidos, lo que restringe la posibilidad de validar con mayor robustez el esquema propuesto. Esta limitación sugiere la necesidad de fomentar más investigaciones en esta línea, así como de promover espacios de difusión y discusión metodológica en la comunidad académica de la región. Finalmente, los productos generados —la base de datos, los reportes de análisis, el esquema metodológico y el ejercicio ilustrativo— constituyen aportes concretos que pueden servir de referencia tanto para investigadores como para formadores de docentes interesados en integrar la historia y la epistemología en la enseñanza de la matemática.

## 10. Recomendaciones

A partir de los hallazgos obtenidos en esta investigación, y en coherencia con los objetivos planteados y las conclusiones alcanzadas, se formulan a continuación una serie de recomendaciones para la continuidad del trabajo investigativo en el campo de los estudios histórico-epistemológicos en Matemática Educativa, así como algunas implicaciones teóricas, metodológicas y didácticas derivadas de los resultados:

### **10.1. Recomendaciones para futuras investigaciones**

- Ampliar y diversificar el corpus de estudios: Se recomienda realizar nuevas búsquedas bibliográficas que consideren un rango temporal más amplio, así como otras fuentes documentales (tesis de posgrado, informes técnicos, actas de congresos), que podrían no haber sido indexadas en las bases de datos utilizadas. Esto permitirá fortalecer la validez del esquema metodológico propuesto y enriquecer la caracterización de tendencias regionales.
- Profundizar en estudios de validación empírica del esquema: Es necesario que futuras investigaciones tomen el esquema metodológico sistematizado aquí propuesto como base para diseñar y ejecutar análisis histórico-epistemológicos completos, con especial énfasis en todas las etapas, incluida la experimentación didáctica y la evaluación del impacto en contextos reales de enseñanza.
- Fortalecer la formación metodológica en el campo: Se recomienda incorporar la discusión sobre metodologías de análisis histórico-epistemológico en programas de formación de investigadores en Educación Matemática, con el fin de mejorar la calidad y coherencia de los trabajos desarrollados en esta línea.
- Fomentar redes de colaboración regional: Se sugiere promover iniciativas de colaboración entre investigadores latinoamericanos que trabajen en esta línea, a fin de compartir marcos teóricos, estrategias metodológicas y materiales didácticos basados en análisis históricos.

### **10.2. Implicaciones teóricas**

La sistematización de tendencias metodológicas muestra que los estudios histórico-epistemológicos no responden a un único enfoque, sino que pueden articular diversas perspectivas teóricas. Esto invita a una reflexión sobre la complementariedad de marcos epistemológicos como la socioepistemología, la epistemología bachelardiana, el enfoque ontosemiótico, entre otros, y su contribución al entendimiento del saber matemático como una construcción situada histórica y culturalmente.

### **10.3. Implicaciones metodológicas**

El esquema propuesto ofrece una estructura flexible pero orientadora para quienes se inician en el análisis histórico-epistemológico de obras matemáticas. Al descomponer el proceso en etapas claras, se facilita tanto la planificación como la sistematización del trabajo investigativo, favoreciendo su replicabilidad y evaluación crítica.

Asimismo, el ejercicio de aplicación evidenció que la reconstrucción histórica no puede ser desvinculada de su contexto epistémico y social, lo que implica que cualquier metodología en este campo debe contemplar fuentes múltiples, herramientas interpretativas y criterios de validez que trasciendan la mera cronología de eventos.

### **10.4. Implicaciones didácticas**

La vinculación entre análisis histórico-epistemológico y diseño didáctico sugiere un potencial significativo para enriquecer la enseñanza de la matemática. Incorporar en el aula elementos de la historia de los conceptos matemáticos, sus usos sociales y las controversias que los moldearon, puede favorecer una comprensión más profunda, crítica y significativa por parte del estudiantado.

Este enfoque también permite resignificar el rol docente como mediador entre la matemática formalizada y su génesis histórica, promoviendo prácticas de enseñanza que reconozcan la matemática como una construcción humana situada, y no como un cuerpo cerrado y ahistórico de verdades absolutas.

Estas recomendaciones e implicaciones refuerzan el valor de la investigación histórico-epistemológica en el ámbito de la Educación Matemática, no solo como una línea teórica, sino también como un recurso metodológico y pedagógico que puede contribuir a transformar las prácticas de enseñanza y la formación docente en la región.

## 11. Ejecución presupuestaria

Este proyecto no contó con apoyo presupuestario.

## 12. Referencias

- Anacona, M. (2003). La historia de las matemáticas en la educación matemática. *Revista Ema*, 8(1), 30-46.
- Andrade, M., Montecino, A. y Sánchez, M. (2020). Beyond quality metrics: defying journal rankings as the philosopher's stone of mathematics education research. *Educational Studies in Mathematics*, 103, 359-374. <https://doi.org/10.1007/s10649-020-09932-9>
- Arbeláez, M. y Onrubia, J. (2014). Análisis bibliométrico y de contenido. Dos metodologías complementarias para el análisis de la revista colombiana Educación y Cultura. *Revista de Investigaciones UCM*, 14(23), 14-31. <http://dx.doi.org/10.22383/ri.v14i1.5>
- Barbin, É., Guillemette, D., & Tzanakis, C. (2020). History of Mathematics and Education. In: Lerman, S. (Ed.) *Encyclopedia of Mathematics Education*. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-15789-0\\_69](https://doi.org/10.1007/978-3-030-15789-0_69)
- Clark, K. (2014). History of Mathematics in Mathematics Teacher Education. En M. Matthews, *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching* (Vol. I, págs. 755-792). Sydney, NSW, Australia: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-7654-8\\_1](https://doi.org/10.1007/978-94-007-7654-8_1)
- Clark, K. (2019). History and pedagogy of mathematics in mathematics education: History of the field, the potential of current examples, and directions for the future. In *Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (No. 2). Freudenthal Group; Freudenthal Institute; ERME.

- Clark, K. M., Hoff Kjeldsen, T., Schorcht, S. y Tzanakis, C. (2019). History of Mathematics in Mathematics Education – An Overview . *Mathematica Didactica*, 42(1), 3–28. <https://doi.org/10.18716/ojs/md/2019.1374>
- De la Hoz, E., Trujillo Varilla, O. y Tun, M. (2017). La Geometría en la Arquitectura de la vivienda tradicional Arhuaca. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 10(1).
- Farfán, R. (2012). *Socioepistemología y ciencia: el caso del estado estacionario y su matematización*. Barcelona, España: Gedisa S. A.
- Farfán, R. y Romero, F. (2017). Construcción social del conocimiento matemático: la serie trigonométrica de Fourier desde la Socioepistemología. *Perspectivas da Educação Matemática – INMA/UFMS*, 10(23), 483-503. Disponible en: <https://periodicos.ufms.br/index.php/pedmat/issue/view/244>.
- Farfán, R. y Romero, F. (2019). Learning situation for the trigonometric Fourier series from a Socio-epistemological standpoint. *Acta Scientiae*, 21(2), 28-48. doi: <https://doi.org/10.17648/acta.scientiae.v21iss2id5019>.
- Fourier, J. (1822). *Théorie analytique de la chaleur* (Reimpressions Editions Jacques Gabay (1988) ed.). París: Chez Firmin Didot, père et fils. Libraires pour les mathématiques, l'architecture hydraulique et la marine. Rue Jacop. No. 24.
- Fried, M. (2014). History of Mathematics in Mathematics Education. En M. Matthews, *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching* (págs. 669-704). Sydney,: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-7654-8\\_1](https://doi.org/10.1007/978-94-007-7654-8_1)
- Ministerio de Educación Pública [MEP]. (2013). *Programas de Estudio de Matemáticas*. San José, Costa Rica.
- Ordóñez M., G., Hernández B., A., Hernández, C., & Méndez, C. (2009). Análisis bibliométrico de la revista de economía institucional en sus primeros diez años. *Revista de Economía Institucional*, 11(20), 309-353.
- Picado, M. y Rico, L. (2011). La selección de textos en una investigación histórica en Educación Matemática. *Revista de Educación Matemática Épsilon*, Vol. 28(77), 99-112.

- Romero, F. (2016). *Construcción Social de la Serie Trigonométrica de Fourier: pautas para un diseño de intervención en el aula*. Tesis de maestría no publicada, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, México. DOI: 10.13140/RG.2.2.14118.63048
- Romero, F. (2020). *Sobre los procesos de Generalización en Entornos de Construcción Social de Conocimiento: el caso de la serie trigonométrica de Fourier*. Tesis doctoral no publicada, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, México. DOI: 10.13140/RG.2.2.11916.54405
- Sala Sebastià, G., Font, V. y Ledezma, C. (2021). Relaciones entre los procesos de modelización matemática y de indagación desde la perspectiva del aprendizaje de las matemáticas. *Quadrante*, 30(1), 116–139. <https://doi.org/10.48489/quadrante.23590>
- Weite T., V., Lima D., M. y Loureiro A., C. (2020). História da Análise Matemática e Desenvolvimento Cognitivo. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 34(67). <https://doi.org/10.1590/1980-4415v34n67a03>
- Williams, S. R. y Leatham, K. R. (2017). Journal Quality in Mathematics Education. *Journal for Research in Mathematics Education JRME*, 48(4), 369-396. <https://doi.org/10.5951/jresmetheduc.48.4.0369>

## 13. Anexos

### Anexo 13.1. Plantilla de correo electrónico para la consulta a expertos

#### Formato en Español:

**Asunto:** Consulta sobre investigación histórica-epistemológica.

Estimado/a «nombre del experto»---,

Es un gusto poder saludarle, mi nombre es «nombre del remitente», asistente de investigación, le escribo de parte del Dr. Fabián Romero Fonseca de la Universidad de Costa Rica, quien es el responsable del proyecto “Investigación Histórica-Epistemológica en Matemática Educativa: Tendencias Metodológicas en Latinoamérica”.

Uno de los propósitos de dicho proyecto es describir las tendencias metodológicas de los estudios de corte histórico-epistemológico en Matemática Educativa desarrollados – parcial o totalmente– por investigadores/as adscritos/as a instituciones y centros de investigación latinoamericanos. Es por esta razón que solicitamos su colaboración, como experto en esta línea de investigación. Para efectos del estudio, es importante para nosotros contar con su experiencia y conocimiento respecto de lo siguiente:

- ¿Qué revistas conoce en las que se hayan publicado estudios de corte Histórico-Epistemológico en Matemática Educativa, cuyos autores estén adscritos a instituciones latinoamericanas?
- ¿Podría recomendarnos algún o algunos investigadores que nos puedan brindar información respecto de la pregunta anterior? Agradeceríamos que nos compartiera su información de contacto.

De parte del equipo de trabajo es muy importante contar con su opinión y conocimiento a la brevedad para el desarrollo de la presente investigación, le agradecemos el tiempo invertido al tomar en cuenta este correo.

Se despide cordialmente, «nombre del remitente».

#### Formato en inglés

**Asunto:** Historical-epistemological research inquiry.

Dear «nombre del experto»,

It is a pleasure to greet you. My name is «nombre del remitente» and I'm a research assistant writing on behalf of Dr. Fabián Romero Fonseca from the University of Costa Rica. Dr. Romero is responsible for the project "Historical-Epistemological Research in Mathematics Education: Methodological Trends in Latin America".

One of the purposes of this project is to describe the methodological trends of historical-epistemological studies in Mathematics Education developed - partially or totally - by researchers from Latin American institutions and research centers. Hence, we would like to request your collaboration as an expert in this line of research. For the purposes of the study, your knowledge, experience, and expertise are very important regarding the following questions:

- What journals do you know of in which Historical-Epistemological studies in Mathematics Education have been published, whose authors are part of Latin American institutions?
- Could you recommend any researcher or researchers who can provide us with information regarding the previous question? We would be grateful if you could share their contact information.

On behalf of the research team, it is very important to know your opinion and knowledge as soon as possible for the development of this research. We thank you for the time invested in answering our questions and email.

Yours cordially, «nombre del remitente».

### Anexo 13.2. Plantilla de la ficha de datos

*Ficha del Artículo «Código del artículo»*

<i>Título</i>	
<i>Autores</i>	
<i>Revista</i>	

<b><i>Problema de investigación</i></b>	
<b><i>Objetivo de investigación</i></b>	
<b><i>Descripción del referente teórico</i></b>	
<b>Descripción del método</b>	
<b>Síntesis de resultados</b>	

### Anexo 13.3. Respuestas de la consulta a expertos

Las revistas señaladas de color rojo, son revistas que ya estaban contempladas en la lista inicial, en verde son sugerencias recomendadas por dos o más expertos y en color negro son revistas que solo tuvieron una sugerencia, por lo que no se consideraron para el estudio.

*Revistas recomendadas por investigadores elegidos inicialmente:*

Investigador(a)	Revistas recomendadas
Experto 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Relime. Revista latinoamericana de investigación en educación matemática.</li> <li>● Bolema: Boletim de Educação Matemática. UNESP.</li> <li>● Revista Acta Latinoamericana de Matemática Educativa (ALME)</li> <li>● Paradigma. Revista del Centro de Investigaciones Educativas Paradigma – CIEP.</li> <li>● Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática. Universidad de Costa Rica.</li> <li>● Lecturas Matemáticas. Sociedad Colombiana de Matemáticas y Universidad de Los Andes</li> <li>● Revista Brasileira de História da Matemática- RBHM.</li> <li>● Revista Colombiana de Matemática Educativa – RECME.</li> <li>● Revista de História da Matemática para Professores. Sociedade Brasileira de História da Matemática (SBHMat)</li> <li>● Unión. Revista Iberoamericana de Educación Matemática.</li> <li>● Revista de História da Educação Matemática - HISTEMAT</li> <li>● Quipu – Revista Latinoamericana de Historia de la Ciencia y la Tecnología – México.</li> <li>● Mathesis : revista de divulgación e información en filosofía e historia de las matemáticas- UNAM.</li> </ul>
Experto 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Revista Brasileira de História da Matemática</li> <li>● Revista de Educación Matemática</li> <li>● Bolema.</li> <li>● Relime.</li> <li>● Revista de História da Educação Matemática HISTEMAT</li> <li>● Revista UNO</li> <li>● Revista SUMA</li> <li>● Enseñanza de las Ciencias</li> <li>● Epsilon</li> <li>● Números</li> </ul>

Experto 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="https://www.histemat.com.br/index.php/HISTEMAT">https://www.histemat.com.br/index.php/HISTEMAT</a></li> </ul>
Experto 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Educational Studies in Mathematics</i></li> <li>• <i>International Journal of Science and Mathematics Education</i></li> <li>• <i>Journal of Research in Mathematics Education ("REDIMAT")</i> (Problems, Resources, and Issues in Mathematics Undergraduate Studies, así como otro número especial en la revista de investigación, Science &amp; Education)</li> </ul>

Revistas recomendadas por investigadores recomendados por expertos recomendados por los expertos iniciales:

Investigador(a)	Revista recomendada
Experto 5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/cifem">https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/cifem</a></li> </ul>
Experto 6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Mathesis</b></li> </ul>
Experto 7	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>PARADIGMA</b></li> <li>• <b>Quipu, Revista Latinoamericana de Historia de las Ciencias y la Tecnología</b></li> <li>• <b>Revista Latinoamericana de Etnomatemáticas</b> <b>Revista de História da Educação Matemática</b></li> </ul>
Experto 8	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>HISTEMAT-Revista de História da Educação Matemática</b></li> <li>• <b>Journal of Teaching and Educational Research</b></li> <li>• <b>REDIMAT- Journal of Research in Mathematics Education</b></li> <li>• <b>IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH</b></li> <li>• <b>Revista de Educación Matemática</b></li> <li>• <b>UNIÓN- Revista Iberoamericana de Educación Matemática</b></li> <li>• <b>RELIME- Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa</b></li> <li>• <b>Praxis &amp; Saber</b></li> <li>• <b>Revista EIA</b></li> </ul>

### Anexo 13.4. Fichas de datos

*Ficha del Artículo EMP-2022-05*

<b>Título</b>	<i>A construção do conhecimento matemático vetorial à luz do desenvolvimento do espírito científico e dos obstáculos epistemológicos de Bachelard.</i>
<b>Autores</b>	Rita de Cássia Florêncio Rocha Kasahara. Ivanilde Apoluceno de Oliveira. Pedro Franco de Sá
<b>Revista</b>	Educ. Matem. Pesq
<b>Problema de investigación</b>	¿Cómo surgió la presencia y la ruptura de los obstáculos epistemológicos propuestos por Bachelard a lo largo del desarrollo del espíritu científico de la historia de los vectores?
<b>Objetivo de investigación</b>	Analizar el desarrollo del conocimiento científico de la historia de los vectores a partir del desarrollo del Espíritu Científico y los Obstáculos Epistemológicos propuestos por Bachelard (1884-1962)
<b>Descripción del referente teórico</b>	<p>Epistemología de Bachelard.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Históricamente situado en el tiempo de reflexión científica aristocrática</li> <li>● “Científicamente, lo verdadero es considerado como la rectificación histórica de un largo error, la experiencia es considerada como la rectificación de una ilusión común e inicial” y concluye: “En resumen, la ciencia instruye a la razón” (p.698)</li> <li>● “El conocimiento es temporal y que su producción debe tener en cuenta diversos aspectos, como el ideológico, el lógico, el histórico...” (p.669)</li> <li>● Objeto de estudio de este referente: La historia del conocimiento científico</li> <li>● Dos vertientes: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Científica: Tiene una filosofía del descubrimiento científico.</li> <li>○ Poética: Filosofía de la creación artística.</li> </ul> </li> <li>● Considera que el conocimiento empírico provoca errores, aunque estos sean inevitables y necesarios, son el reflejo de periodos de estancamiento y regresión del espíritu científico.</li> <li>● Bachelard expone 9 tipos de obstáculos epistemológicos, uno que se menciona es el que parte de basarse en conocimientos incuestionables, pues se bloquea el proceso de construcción (p.700)</li> <li>● Noción de ruptura epistemológica, Bachelard se opone a las tradiciones positivistas.</li> <li>● Considera tres grandes periodos: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Antigüedad clásica-renacimiento</li> <li>○ Final de XVIII-principios de XX</li> <li>○ 1905-actualidad (del texto)</li> </ul> </li> </ul>

<p><b>Descripción del método</b></p>	<p>El escrito se basa en un estudio de diferentes elementos desde los tres grandes periodos propuesto por Bachelard:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Primer periodo(precientífico): Análisis y definiciones de Aristóteles, Newton, Leibniz, Well y Argand Gauss (principales autores que usan la idea de vectores)</li> <li>• Segundo periodo (Estado científico): Aparición de teorías sobre los vectores, con los autores Mobius, Hamilton, Grassmann, Clifford, Gibbs y Heaviside.</li> <li>• Tercer periodo (Nuevo espíritu científico): aparición de la preocupación por la axiomatización de la teoría vectorial con autores como Peano, Shimmarck, Georg Hamel, Hahn, Wiener y Banach, y la axiomatización propuesta por Garret Birkhoff y Saunders Mac Lane. Se hace un recuento y desarrollo histórico de la teoría vectorial.</li> </ul> <p>Análisis epistemológico.</p> <p>Abordaje de obstáculos epistemológicos por periodos descritos.</p>
<p><b>Síntesis de resultados</b></p>	<p>En el primer periodo, los obstáculos epistemológicos están presentes en toda la construcción del conocimiento científico, por la falta de matematización de las representaciones geométricas o por experiencias tempranas que era irrefutables y conducían a generalizaciones.</p> <p>El segundo periodo, está marcado por las rupturas de los obstáculos epistemológicos mediante el análisis crítico de las teorías existentes y la elaboración de otras nuevas, búsqueda por matematizar mediante el análisis de casos generales, la oposición a las imágenes, analogías, etc. para representar conocimientos existentes hasta la fecha</p> <p>La última era se caracteriza por se una fase de consolidación del pensamiento y espíritu científico. Para vectores es el espacio de axiomatización del espacio vectorial, reconexión de teorías, conceptos, proposiciones, deber científico evidenciado por la abstracción y la razón.</p> <p>Desde el análisis epistemológico, hubo una constante ruptura y resurgimiento de obstáculos, preocupación por mejorar las teorías en busca de corregir errores.</p> <p>Superar obstáculos no implica su desaparición, sino un eterno renacimiento, por lo que para Bachelard es necesario estar constantemente vigilando el conocimiento, reflexionando para que los obstáculos superados no vuelvan a surgir.</p>

*Ficha del Artículo IJMEST-2020-05*

<b>Título</b>	An alternative to broaden the school-promoted meanings of mathematics in electrical sciences from socioepistemology
<b>Autores</b>	Jesús Eduardo Hinojos-Ramos Rosa María Farfán. Mauricio Gabriel Orozco-del-Castillo
<b>Revista</b>	IJMEST-International Journal of Math Educ. in Sci. and Tech
<b>Problema de investigación</b>	Existen varios factores que generan obstáculos, el tiempo dedicado al tema, abordaje al final del semestre, falta de habilidades matemáticas de los estudiantes, enseñanza como el cálculo de coeficientes de la serie y su sustitución. Importancia de las series de Fourier en diferentes aplicaciones en ingeniería. Importancia de darle sentido al cálculo de los coeficientes utilizando nociones geométricas.
<b>Objetivo de investigación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuál es la relación entre la propagación del calor y la electricidad en estado estacionario?</li> <li>• ¿Cuáles son las nociones de construcción social que componen el estado estacionario en ingeniería eléctrica?</li> </ul>
<b>Descripción del referente teórico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teoría Socioepistemológica de la Educación Matemática (STME). Marco teórico que el estudio sistémico de las tres dimensiones del conocimiento matemático (epistemológica, cognitiva y didáctica) junto con la consideración de que la sociedad y la cultura juegan papeles importantes. en su construcción y vigencia (una dimensión sociocultural).</li> <li>• Se trabaja sobre un concepto llamado “ingenio matemático” (no sé si es error de traducción “mathematical wit to that knowledge”)</li> <li>• Se basa en la teoría de la transposición didáctica y la didáctica.</li> </ul>
<b>Descripción del método</b>	<p>Se utiliza un proceso teórico metodológico cualitativo, no probabilístico. Este proceso se llama problematización del ingenio matemático. Este proceso consiste en hacer un análisis histórico-epistemológico llamado historización.</p> <p>Historización:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis contextual del autor al desarrollar el conocimiento</li> <li>• Preocupaciones sobre el problema que resuelve</li> <li>• Trabajo matemático y reconstrucción de ese trabajo.</li> <li>• Se centra en el análisis de la epistemología y obstáculos que aparecieron en el desarrollo del conocimiento</li> </ul> <p>Utilizan la ingeniería didáctica</p>
<b>Síntesis de resultados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La consideración del estado estacionario en los fenómenos eléctricos como contexto situacional para darle significado y hacer la construcción del conocimiento matemático.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La confrontación con el pensamiento sustancial para construir nuevos conocimientos cuando los conocimientos previos han demostrado ser insuficientes para alcanzar nuevos significados. (p.11)             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de analogías para construir el conocimiento matemático como herramienta poderosa en educación.</li> <li>• La analogía debe pasar de un paradigma estático a uno dinámico, para formalizarlo con las matemáticas.</li> <li>• Uso del conocimiento en un contexto situacional, en lugar de centrarse en lo matemático.</li> <li>• Desarrollar la capacidad de identificar similitudes entre fenómenos y establecer relaciones estructurales utilizando ecuaciones matemáticas (para hacer analogías) puede ayudar a ampliar la importancia de las nociones matemáticas mediante el uso del conocimiento matemático.(p.12)</li> </ul> </li> </ul>
--	---

*Ficha del Artículo HISTEMAT-2020-34*

<b>Título</b>	ANÁLISIS HISTÓRICO EN LA CONSTITUCIÓN DEL CONOCIMIENTO MATEMÁTICO: métodos iterativos
<b>Autores</b>	Flor Monserrat Rodríguez Vásquez
<b>Revista</b>	HISTEMAT
<b>Problema de investigación</b>	Más que un problema, en la introducción parece una conclusion porque está diciendo que el análisis histórico es favorable para la enseñanza y aprendizaje. Pero sugiere que lo que busca la investigación es ver el papel del análisis histórico es el de integrar la historia del desarrollo del conocimiento a partir de los libros didácticos generados durante el tiempo, para así identificar obstáculos epistemológicos
<b>Objetivo de investigación</b>	o <b>Hipótesis:</b> “la enseñanza de la matemática se favorece por la investigación histórica al considerar la constitución del conocimiento como un aspecto en la construcción y apropiación del conocimiento contextualizado en aula.” (p.88)  Pregunta expuesta en la metodología que guía el análisis cualitativo: ¿Qué conocimientos predominaban entre los matemáticos de los tres periodos en relación a los métodos iterativos para encontrar una solución a una ecuación? (p.90)

<p><b>Descripción del referente teórico</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transposición didáctica.             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ “Chevallard (1985) define a este fenómeno como el proceso por el que un saber sabio o científico se convierte en un saber objeto de enseñanza” (p.89).</li> <li>○ Distinción de dos aspectos: “las características culturales de la disciplina de la cual se origina el objeto de saber y las características culturales escolares en donde se considera como objeto a ser enseñado, reconociendo que la transposición didáctica indica la evolución estructurada del conocimiento con fines didácticos.”(p.89)</li> </ul> </li> </ul> <p><b>Nota:</b> Todo el referente teórico se resume en la definición de Chevallard citada.</p>
<p><b>Descripción del método</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigación cualitativa.</li> <li>• Uso del método histórico de Ruiz Berrio (1976), seccionado en fases:             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Heurística: localización y clasificación de documentos</li> <li>○ Crítica: Determinar la autenticidad de las fuentes e interpretación del contenido de los documentos.</li> <li>○ Hermenéutica: Interpretación de datos desde un enfoque histórico-pedagógico</li> <li>○ Exposición: El escrito en general.</li> </ul> </li> <li>• Seccionado temporalmente:             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Medios del siglo S. XVII-S. XVIII: Nacimiento del cálculo.</li> <li>○ finales del S. XIX – mediados del S. XX: nacimiento de los sistemas dinámicos.</li> <li>○ mediados del siglo XX: incorporación de tecnologías al ámbito educativo.</li> <li>○ “Los libros históricos que se analizaron por su valor histórico y por las contribuciones que tuvieron hacia la resolución de ecuaciones no lineales” (p.90)</li> </ul> </li> <li>• Campos de análisis para los libros históricos:             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ ficha de referencia de la obra.</li> <li>○ contexto y propósitos de la obra y del autor</li> <li>○ tipo de proceso utilizado en la resolución de ecuaciones</li> <li>○ conclusiones.</li> </ul> </li> </ul>
<p><b>Síntesis de resultados</b></p>	<p>Primera Fase:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• “Los métodos iterativos fueron un soporte fundamental para el desarrollo del Cálculo Integral y Diferencial, asimismo fueron un eje que permitió la organización sistemática base para la explicación de los fundamentos del Cálculo de Newton”</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Los métodos iterativos contribuyeron para que la matemática fuera el medio que permitiera la correspondencia entre las ciencias naturales con la realidad misma.”</li> <li>• “Los métodos iterativos fueron parte de la fundamentación del álgebra de Lagrange”</li> <li>• “Los métodos iterativos trascendieron hacia el álgebra superior y se instauraron como objeto de estudio per se en la enseñanza.”</li> </ul> <p>Segunda Fase:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• “los métodos iterativos como objeto de estudio escolar, son tratados sistemáticamente para la resolución de ecuaciones numéricas no lineales”</li> <li>• “Predomina el tratamiento numérico y el tratamiento gráfico sobre el algebraico, pero no están independientes el uno del otro, están conectados por los procedimientos.”</li> </ul> <p>(Todo lo anterior está en p.103)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• “En el marco del fenómeno de transposición didáctica, se logró identificar las etapas de conceptualización (transformación de tratamientos) de dichos métodos.”</li> <li>• En el análisis de textos: “Se observó una trascendencia de lo conceptual que va de lo lineal a lo no lineal y de lo finito a lo infinito, que pasa por procesos de exactitud, aproximación y convergencia.”</li> <li>• “Diversidad de puntos de vista sobre el mismo, y eso muestra la inter y trans disciplinariedad de la matemática”</li> </ul> <p>(Todo lo anterior está en p.104)</p>
--	--

***Ficha del Artículo BOLEMA-2021-04***

<b><i>Título</i></b>	Epistemología de la integral como fundamento del cálculo integral
<b><i>Autores</i></b>	Enrique Mateus-Nieve
<b><i>Revista</i></b>	BOLEMA
<b><i>Problema de investigación</i></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Escasa literatura relacionada con estudios sobre la integral como objeto matemático.</li> <li>• Integral en los libros de texto es especialmente técnica y operatoria, sin una conceptualización.</li> </ul> <p>Busca aportar a la didáctica del cálculo, reconstruyendo significados parciales de la integral (como entidades unitarias), y como sistema que se debe ser</p>

	descompuesto para su estudio, buscando articular y conectar con situaciones problemáticas de la cotidianidad
<b>Objetivo de investigación</b>	No está explícito como tal, pero se menciona que “Este trabajo, de corte hermenéutico, da cuenta de la complejidad que rodea la integral y de los múltiples aspectos que incidieron en su construcción teórica, es fruto de una investigación historiográfica relacionada con la ontología de la integral” (p.1594)
<b>Descripción del referente teórico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento y la Instrucción Matemática (EOS). <ul style="list-style-type: none"> <li>○ La actividad matemática, esta modelada en términos de prácticas, de configuración de objetos primarios y procesos que se activan mediante estas prácticas.</li> <li>○ Una práctica matemática se entiende como una secuencia de acciones, determinada por reglas establecidas institucionalmente, buscando cumplir un objetivo.</li> <li>○ Se parte de “la dimensión unitaria–sistémica, dado que “en algunas circunstancias los objetos matemáticos participan como entidades unitarias (se suponen conocidas previamente), mientras que otras intervienen como sistemas que se deben descomponer para su estudio” (GODINO; BATANERO; FONT, 2007, p. 9).” (p.1597)</li> <li>○ El EOS permite reformular la visión de que hay un mismo objeto matemático con diferentes representaciones.</li> </ul> </li> </ul>
<b>Descripción del método</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigación cualitativa basada en la historiografía de un contenido matemático analizado con algunas herramientas del Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento y la Instrucción Matemática</li> <li>• La investigación busca “ampliar y reconstruir el significado de los conceptos de integral, buscando escenarios alternativos donde se exhiban características, propiedades o relaciones, de tal forma que el proceso para acercarnos a un concepto sea a través de múltiples referencias (primarias, secundarias..., que conforman la complejidad epistémica), y no solo por las definiciones.” (p.1599)</li> <li>• Análisis de las configuraciones epistémicas propuestas en Ordóñez (2011) y Crisóstomo (2012)</li> <li>• Análisis de los “sistemas de prácticas en cada momento histórico, lo que permitió determinar la complejidad que se infiere del estudio de estas fuentes primarias, todo ello, desde el constructo configuración epistémica, lo que permitió comprender la noción en el contexto en el que surgió.” (p.1599)</li> <li>• Tres periodos para la integral:</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Origen</li> <li>○ Evolución</li> <li>○ Fundamentación</li> <li>● Uso de grupo control y grupo experimental para aplicar la estructura curricular establecida.</li> </ul>
<p><b>Síntesis de resultados</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Un vínculo débil entre integrales definidas e impropias.</li> <li>● Conflictos semióticos en las tres fases anteriores.             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Origen:                 <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ El concepto de tangencia era estático y geométrico. <b>Conflicto semiótico:</b> diferencia de interpretación entre los significados atribuidos a la operación integración.</li> <li>▪ La presunción de la existencia de un límite donde el principio básico era el de homogeneidad. <b>Conflicto semiótico:</b> no siempre es posible encajar una figura dentro de otra un número fijo de veces.</li> </ul> </li> <li>○ Evolución:                 <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Las matemáticas de la edad media representan una ruptura epistemológica de la operación integración, superando el principio de homogeneidad.</li> <li>▪ Durante el siglo XVI, se usan cantidades infinitesimales, provoca ruptura conceptual y metodológica, con el enfoque estrictamente geométrico de Cavalieri, originando una progresiva aritmetización que condujo al uso implícito del límite</li> <li>▪ En 1647, se evidencia otra ruptura epistemológica para la integral, se encuentra una extensión para la integral definida, estudia una generalización de la noción de integral.</li> <li>▪ Se identifica que la función <math>F</math> tiene restricciones, debe estar definida y acotada en un intervalo, planteando así un conflicto semiótico dado que para la época era la primera aproximación de integrales impropias</li> </ul> </li> <li>○ Fundamentación:                 <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Surgen diversos conflictos semióticos que provocan el proceso de fundamentación teórica, basada en el rigor y precisión en pro de la generalización cada vez más amplia.</li> <li>▪ “Un obstáculo de esta etapa fue la carencia de formalización de la teoría debido a problemas de rigor y consecuente fundamentación teórica, aspectos que marcaron una nueva etapa en la historia de la integral.” (p.1606)</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La pregunta: “¿qué tan discontinua puede ser una función para que sea integrable?” representa otro conflicto semiótico.</li> <li>▪ Los trabajos de Cauchy provocan nuevas rupturas epistemológicas como una forma de producción cultural de la modernidad, separando definitivamente la integral del cálculo diferencial, demostrando la relación inversa de la derivada y la integral, a través del teorema fundamental del cálculo en su primera versión histórica, definiéndola como un límite de sumas.</li> <li>▪ Dirichlet supera otro de los conflictos semióticos al construir la definición formal de función</li> </ul> <p>En conclusiones...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o El documento ofrece elementos de constitución teórica del cálculo integral, que permite identificar y conocer los principios, fundamentos, extensiones y métodos que condujeron a la formalización de la integral.</li> <li>o Posibilita diferenciar los diversos significados que se le asignan a la integral.</li> <li>o El cálculo integral es un ámbito poco explorado.</li> <li>o Ofrece una opción para tomar conciencia de la tendencia actual hacia lo procedimental descuidando la particularización, lo que les permitirá replantear la estructuración de sus clases, a fin de trabajar el proceso de generalización de la integral desde la complejidad epistémica que la conforma.</li> </ul>
--	---

***Ficha del Artículo BOLEMA-2020-02***

<b><i>Título</i></b>	História da Análise Matemática e Desenvolvimento Cognitivo
<b><i>Autores</i></b>	Vinícius Weite Thomé Mariana Lima Duro Carina Loureiro Andrade
<b><i>Revista</i></b>	BOLEMA
<b><i>Problema de investigación</i></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se problematiza la construcción del conocimiento para la planificación eficiente de las prácticas docentes.</li> <li>• Dificultad para aprender elementos del cálculo.</li> </ul>

<p><i>Objetivo de investigación</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>o <b>Pregunta problema:</b> ¿cómo se estructura el conocimiento relacionado con el análisis matemático?</li> <li>o <b>Objetivo:</b> Comprender el proceso de construcción del conocimiento del análisis real en la historia, comparándolo con el desarrollo cognitivo del sujeto, desde la perspectiva de la epistemología genética.</li> </ul>
<p><i>Descripción del referente teórico</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Epistemología genética:             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Explica la génesis del conocimiento del sujeto desde el desde el nacimiento hasta la elaboración de pensamientos adultos formales.</li> <li>o Busca comprender el proceso que se lleva a cabo para transformar un conocimiento simple en un conocimiento complejo.</li> </ul> </li> <li>• Se parte de la historia de las matemáticas para comprender la génesis del análisis y su evolución histórica conceptual hasta lo que hoy se conoce.</li> </ul>
<p><b>Descripción del método</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Este trabajo tiene un carácter teórico y bibliográfico, no sistemático, y busca enumerar aspectos teóricos de construcción del Análisis matemático en su perspectiva histórica, relacionándolos con el proceso de construcción del conocimiento.</li> <li>o El enfoque del trabajo se centra en la existencia y sucesión de etapas históricas en la evolución del Análisis, con el objetivo de comprender lo que marca la transición de una etapa a la siguiente, en lugar de simplemente describir cada etapa en sí misma.</li> <li>o Utiliza los conceptos de Epistemología genética y establecimiento de una conexión entre la evolución histórica y el aprendizaje humano individual.</li> </ul>
<p><b>Síntesis de resultados</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La necesidad de realizar nuevas investigaciones que relacionen la epistemología genética con las diversas áreas de las matemáticas avanzadas</li> <li>• La axiomatización de un sistema matemático puede no representar un potencial de aprendizaje para los estudiantes que aún no han tomado conciencia de las acciones que están limitadas por ese sistema.</li> <li>• Se destaca la necesidad de verificación empírica de la citada psicogénesis, tomando como muestra de estudiantes de Matemáticas, mientras preparan dichos contenidos.</li> <li>• La importancia de hacer más discusiones sobre la enseñanza y el aprendizaje de temas de Educación Superior</li> </ul>

*Ficha del Artículo ZETETIKÉ-2018-037*

<b>Título</b>	O estrangeiro aprendera a falar a língua do imperador... A lógica do traçado
<b>Autores</b>	Rosilene Beatriz Machado Cláudia Regina Flores
<b>Revista</b>	ZETETIKÉ
<b>Problema de investigación</b>	<p>Durante los siglos XVII Y XVIII se empezaron a formar instituciones centradas en la formación de ingenieros militares, dando cursos de “fortificación y arquitectura militar”. Esto empezó a evolucionar y expandirse para formar no solo oficiales de ingeniería y artillería, sino ingenieros que también pudieran realizar obras no ligadas a la guerra. Por este motivo se empezó a dar cursos de matemáticas, ciencias, física, química, mineralogía, metalurgia e historia natural.</p> <p>El conocimiento en dibujo dejó de ser restringido al ámbito militar, y se insertó en el ámbito escolar: primaria y secundaria. Esto mostraría, según lo que dicen las autoras, en uno de los principales mecanismos de propagación del dibujo y las matemáticas en las escuelas.</p>
<b>Objetivo de investigación</b>	<p>Analizar tres tratados significativos: Tratado sobre la fortificación de ciudades, fortalezas y villas (1527), escrito por Alberto Durero; Método lusitano para dibujar fortificaciones de cuadrados regulares e irregulares (1680) de Luis Serrao Pimentel; y El ingeniero portugués: dividido en dos tratados (1728) de Manoel de Azevedo Fortes.</p> <p><b>Nota:</b> El análisis va en torno a tres preguntas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Qué conocimientos en dibujo y matemática hicieron posible la representación de espacio y/o de un determinado territorio?</li> <li>• ¿Qué conceptos se requerían para representar la fortificación o ciudad en papel (ya fuera real o ideal)?</li> <li>• ¿Qué enseñanzas se pusieron en circulación mediante estos dispositivos y qué apropiaciones, basadas en ellas, realizó luego la escuela?</li> </ul>
<b>Descripción del referente teórico</b>	No está claro, al menos hasta donde me deja mi conocimiento, cuál es el referente teórico que se utiliza, pero podría decirse que es historiografía (porque hay otro documento que hace algo similar y sí lo dejan claro)
<b>Descripción del método</b>	No queda claro, al menos hasta donde llega mi conocimiento, cuál es el método utilizado. (Hay un documento que hace algo similar y dicen que es una metodología cualitativa de carácter documental).
<b>Síntesis de resultados</b>	El acto de dibujar no es simplemente una representación pasiva de la realidad, sino que es un proceso activo que construye significado y poder, suprimiendo el azar. Además, se argumenta que el dibujo es una forma de poder que se produce y se ve influenciado por relaciones de poder. Se destaca que el

	<p>conocimiento produce poder, y el ejercicio de poder a su vez produce conocimiento, y se rechaza una concepción estática de poder asociada con la soberanía del Estado o la dominación jerárquica. En cambio, se sugiere que el poder se manifiesta de manera más compleja y dinámica, influenciado por diversas relaciones y ejercicios de poder en diferentes niveles.</p> <p>El conocimiento no puede separarse de las prácticas sociales; fueron estas prácticas las que eligieron sus contenidos como objetos de enseñanza; y son estos contenidos los que luego conformarán los currículos escolares.</p>
--	---

*Ficha del Artículo HISTEMAT-2021-37*

<b>Título</b>	POSSIBILIDADES PARA O ENSINO DE FRAÇÕES A PARTIR DA RÉGUA DE CARPINTEIRO CONTIDA NO TRATADO A BOOKE NAMED TECTONICON (1556)
<b>Autores</b>	Ana Carolina Costa Pereira Sabrina de Sousa Paulino
<b>Revista</b>	HISTEMAT
<b>Problema de investigación</b>	<p>Historia no es solo hacer un recuento de los acontecimientos dados en el desarrollo de la matemática, sino que estudiar historia significa promover la posibilidad de comprender elementos que se encuentran en el proceso de construcción del conocimiento.</p> <p>Desde el momento en que el profesor comienza a comprender la naturaleza y el proceso de la construcción del conocimiento matemático, tiene autonomía para buscar una articulación entre la historia y la enseñanza de las Matemáticas más adecuadas para su incorporación en el aula, humanizando así su área de conocimiento.</p> <p>¿Qué tipo de recurso puede proporcionar la historia para incorporarlo a la enseñanza? ¿Es conocimiento, concepto, resultado o proceso?</p>
<b>Objetivo de investigación</b>	Trae una discusión sobre el potencial didáctico de enseñar fracciones basadas en la construcción/graduación de la regla de carpintero de Leonard Digges. (1605)
<b>Descripción del referente teórico</b>	<p>Parece que el referente teórico es la “historiografía actualizada” (así le llama el texto).</p> <p>En el texto se utiliza para analizar el potencial de la regla de Leonard Digges, partiendo de su construcción histórica.</p> <p>También se habla de un “tratamiento didáctico”.</p>
<b>Descripción del método</b>	Metodología cualitativa de carácter documental.

<b>Síntesis de resultados</b>	<p>Hay textos históricos que presentan la posibilidad de una articulación entre estos dos campos (la historia y la enseñanza de las matemáticas) del conocimiento, de manera que contribuyan al proceso de construcción de un determinado conocimiento matemático.</p> <p>La incorporación de estos textos históricos en la formación docente puede promover el estudio del proceso por el que pasó el conocimiento científico, facilitando la comprensión de su propia construcción.</p>
-------------------------------	---

*Ficha del Artículo AS-2020-22*

<b>Título</b>	Uma Engenharia Didática no Processo de Investigação da Generalização da Sequência de Padovan: Uma Experiência em um Curso de Licenciatura
<b>Autores</b>	Renata Passos Machado Vieira. Francisco Regis Vieira Alves. Paula Maria Machado Cruz Catarino
<b>Revista</b>	AS-Acta Scientiae
<b>Problema de investigación</b>	<p>Normalmente se estudia la secuencia de Fibonacci como referente a secuencias lineales y recurrentes. Esta secuencia tiene su relación de convergencia con el número áureo, y el número plástico está relacionado en términos de convergencia con la secuencia de Padovan, por lo que se quería estudiar una secuencia con la segunda solución de los números mórficos.</p> <p>Con esto en mente, se lleva a cabo un estudio sobre la evolución histórica e investigativa de la secuencia de Padovan para convertirla en contenido para ser enseñado.</p>
<b>Objetivo de investigación</b>	Describir los elementos de un estudio sistemático basado en la Ingeniería Didáctica en conjunto con la Teoría de Situaciones Didácticas, haciendo referencia al modelo de generalización de secuencias.
<b>Descripción del referente teórico</b>	Teoría de situaciones didácticas (Brousseau) Transposición didáctica (Chevallard, 1991)
<b>Descripción del método</b>	<p>Ingeniería didáctica (Artigue, 1995)</p> <p>Etapas:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Análisis preliminar. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Epistemológico</li> <li>• Cognitivo</li> <li>• Didáctico</li> </ul> </li> <li>2. Análisis a Priori</li> <li>3. Experimentación <ul style="list-style-type: none"> <li>• Observadores</li> </ul> </li> </ol>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se modifica el diseño</li> </ul> <p>4. Análisis y validación a posteriori.</p>
<b>Síntesis de resultados</b>	Los resultados se resumen en que sí lograron crear una secuencia didáctica que permitiera convertir a la secuencia de Padovan en un contenido a enseñar, pues pudieron hacer que los estudiantes percibieran el proceso epistemológico y evolutivo de la secuencia.

*Ficha del Artículo EMP-2019-01*

<b>Título</b>	Une enquête épistémologique sur les conceptions des futurs professeurs de mathématiques sur les obstacles sur la notion de limites
<b>Autores</b>	Saddo Ag Almouloud Luiz Marcio Santos Farias
<b>Revista</b>	Educ. Matem. Pesq
<b>Problema de investigación</b>	A la hora de estudiar el concepto de límite, los estudiantes pasan por una serie de obstáculos epistemológicos que han sido estudiados por diversos autores (Cornu (1983), Sierpinski(1985), Artigue(2001), Job (2007), Lecorre (2016), Hitt (2006) entre otros). Este concepto es de mucha relevancia en el análisis.
<b>Objetivo de investigación</b>	Realizar un estudio histórico-epistemológico de la noción de límite para resaltar los obstáculos relacionados con él, para estudiar la efectividad de la definición precisa en el tratamiento de estos obstáculos.
<b>Descripción del referente teórico</b>	Teoría antropológica de la didáctica.
<b>Descripción del método</b>	Pareciera que utilizan la ingeniería didáctica (no lo dejan claro hasta donde pude encontrar) Etapas evidenciadas asociadas a la ID: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis a priori</li> <li>• Experimentación</li> <li>• Análisis a posteriori</li> </ul>
<b>Síntesis de resultados</b>	La definición intuitiva del límite persiste como un obstáculo entre los estudiantes. Introducir el límite como una calificación aproximada de la definición formal puede proporcionar una idea general del concepto y reforzar la noción dinámica del límite. La definición formal precisa no se presenta adecuadamente, enseñada de forma cruda y sin un análisis detallado a su alrededor.

	<p>Es necesario realizar un análisis detallado de la definición formal para abordar obstáculos epistemológicos como la confusión entre límite y límite, y el estudio de la continuidad y del límite en un punto.</p> <p>El análisis detallado de la definición formal permitirá a los futuros profesores desarrollar secuencias didácticas que ayuden a los estudiantes a dar un significado matemático al concepto de límite y actualizar los diseños de enseñanza.</p> <p>Este análisis debe llevarse a cabo en las escuelas de formación de docentes para que los futuros educadores tengan una concepción correcta del concepto de límite y puedan abordar los obstáculos que puedan enfrentar sus alumnos al aprender sobre este tema.</p>
--	---