

ISBN 978-950-33-1673-3

Edición de
MARÍA PAULA BUTELER
IGNACIO HEREDIA
SANTIAGO MARENCO
SOFÍA MONDACA

Filosofía de la Ciencia por Jóvenes Investigadores

vol.2

Filosofía de la Ciencia por Jóvenes Investigadores

vol. 2

Edición de

María Paula Buteler
Ignacio Heredia
Santiago Marengo
Sofía Mondaca



Filosofía de la Ciencia por Jóvenes Investigadores vol. 2 / Ignacio Heredia ... [et al.]; editado por María Paula Buteler... [et al.]. - 1a ed. - Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Filosofía y Humanidades, 2022.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-950-33-1673-3

1. Filosofía de la Ciencia. 2. Jóvenes. I. Heredia, Ignacio. II. Buteler, María Paula, ed.

CDD 121

Publicado por

Área de Publicaciones de la Facultad de Filosofía y Humanidades - UNC

Córdoba - Argentina

1º Edición



Área de

Publicaciones

Diseño de portadas: Manuel Coll

Diagramación: María Bella

Imagen de cubierta y contracubierta: Detalle del retrato de Carpenter (1836), autora: Margaret Sarah Carpenter. Imagen de dominio público editada por Martina Schilling.

Imagen de portadas interiores: Retrato de Ada Lovelace, autore desconocido, circa 1840. Seis diseños en color por Ignacio Heredia.

2022



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons
Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional.



La matemática egipcia antigua en clave filosófica. Algunas discusiones acerca de la ubicuidad de su consideración como «matemática aplicada»

Héctor Horacio Gerván*

Décadas atrás, Bertrand Russell esgrimió una peculiar descripción de la matemática, considerándola como poseedora no solo de verdad certera, sino de una suprema belleza «fría y austera como la de una escultura», que no apela a ningún aspecto de nuestra más débil naturaleza. Esto implicaría relacionar a la matemática con una mente no-corporizada, cuyos objetos/entes son abstracciones verdaderas, garantizadas por el método deductivo-demostrativo y libres de las contingencias de todo espacio-tiempo -y, por ende, de toda historialidad. Sin embargo, desde hace al menos cinco décadas, la reflexión filosófica sobre la matemática ha incluido nuevas tendencias que se propusieron acercarla al dominio de lo social-cultural y de lo histórico. En este sentido, Reuben Hersh y Vera John-Steiner han remarcado enfáticamente que: “Los matemáticos, igual que todo el mundo, piensan social y emocionalmente según las categorías de su tiempo, lugar y cultura” (Hersh y John-Steiner, 2012, p. 7). Más aún:

Todos y cada uno de los aspectos del trabajo matemático [...] toman su sentido y valor del interés y de la pertinencia que tienen para la comunidad matemática y para la sociedad en general. Reconocer este hecho se opone al estereotipo según el cual las matemáticas son una torre de marfil académica y remota, una especie de subcultura cerrada y desconectada de las cuestiones que estudian los investigadores de orientación social y que preocupan al público en general. (Hersh y John-Steiner, 2012, p. 346).

A la luz de estas consideraciones, ha cobrado renovada importancia la discusión acerca del papel de la matemática en la sociedad actual, en particular, en el desarrollo científico y tecnológico. De acuerdo al matemático español Juan Vásquez Suárez:

Las matemáticas han tenido siempre dos caras, la aplicada o utilitaria, y la pura o intelectual. Esa dualidad es a veces incómoda y no ha sido siempre bien llevada por los profesionales, pero está en la esencia de las cosas, es así, lo queramos o no. (Vásquez Suárez, 2013, p. 1).

* CIFFyH (FFyH, UNC) / hectorg.horacio@gmail.com

La dualidad matemática ha sido no pocas veces vista -aún en círculos académicos matemáticos actuales- en términos de polaridad. Por un lado, existe la matemática propiamente dicha, con un estilo y una rigurosidad purista y que versa sobre objetos o entidades desligadas de toda percepción sensible y falible. Por otro lado, está el estilo matemático opuesto al interior, cuya atención va dirigida hacia la aplicabilidad en las más variadas disciplinas, como la computación, la economía, la ingeniería, etc. Aunque ambas posean un valor intrínseco dentro de su propio campo de referencia, la communis opinio ensalzó la primera en detrimento de la segunda.

Algo similar ha ocurrido dentro de la historia de la matemática, pues la matemática occidental de cuño filohelenista sería pura y elevada, mientras que las pre-griegas -como la del antiguo Egipto- no serían más que un corpus de técnicas aplicadas a la realidad física-sensible¹. En este trabajo nos oponemos a esta postura; por ende, nuestro objetivo primordial será el de dar argumentos que critiquen la ubicuidad de la consideración de la matemática egipcia antigua como «aplicada», puesto que no habría sido desarrollada en función de las asunciones epistemológicas y metodológicas de la matemática aplicada tal como hoy se la comprende. En consecuencia, abogamos por un rechazo de todo determinismo epistémico anacrónico en el estudio de la(s) matemática(s) del pasado, máxime si se trata de casos históricos no occidentales y anteriores a la Grecia clásica.

Para emprender esta tarea, asumiremos los postulados del humanismo matemático de Philip Davis y Reuben Hersh, quienes se interesan por la exploración del conocimiento matemático en su contexto histórico y cultural.

Dicotomía epistemológica: matemática «pura» versus «aplicada»

Pensar filosóficamente sobre la epistemología de la matemática implica preguntarnos sobre el conocimiento matemático per se, su naturaleza y su alcance. Según Stephan Körner (1967, pp. 201-ss.), éste se deriva de «conceptos exactos» y otros «inexactos», siendo los primeros aquellos que están desconectados de todo tipo de percepción y de referencias empíricas. Así, para cada tipo, tenemos dos formas de matemática de naturalezas bien diferenciadas: de los exactos se deriva la matemática (MP); de

¹ Boyer (1986, p. 43); Cajori (1991, p. 11); Kline (1992, pp. 45-46).



los inexactos, la matemática aplicada (MA). Ambas no tienen puntos en común; esto es, si A es un concepto/proposición matemática, si $A \in MP$, entonces $A \in MA$, pues “los conceptos matemáticos y las características perceptibles son (deductivamente) inconexos” (Körner, 1967, p. 220).

Según los parámetros de la comunidad matemática actual, MP es el ideal de la ciencia matemática misma, el refugio seguro de las teorías analizadas como un fin en sí mismo, pues proviene del solo discurrir de la razón pura. Sus resultados están desprovistos de elementos empíricos e imbuidos de un sentido de pureza metodológica, que es demostrativa-deductiva. Esta caracterización de MP se trataría, mutatis mutandis, del estilo «deductivista» o «euclídeo» formulado por Imre Lakatos, según el cual las teorías matemáticas se presentan como productos acabados y perfectos, compuesto por sus axiomas, definiciones, teoremas y pruebas/demostraciones, en un orden aparentemente inmutable. Más aún, en este estilo “[t]oda la historia se desvanece, las sucesivas formulaciones tentativas del teorema a lo largo del procedimiento probatorio se condenan al olvido, mientras que el resultado final se exalta al estado de infalibilidad sagrada” (Lakatos, 1986, p. 166). Así las cosas, esta MP es, según el *ethos* dominante al menos desde el siglo XX, la «verdadera» matemática, cargada de perfección conceptual y estética.

Sin embargo, en décadas más recientes se ha producido un desplazamiento de actitudes y sensibilidades dentro de la comunidad matemática, debido -al menos en parte- a los requerimientos del funcionamiento del mundo globalizado actual: una creciente valoración de las aplicaciones de teorías matemáticas en otros ámbitos de conocimiento, como en ciencias exactas, economía, industria, mercado laboral, etc. Así, cobra importancia el concepto de MA, que podríamos calificar como la actividad en la que la matemática encuentra aplicaciones externas a sus intereses propios. Una de sus características más notable es que “es automáticamente interdisciplinar, y es probable que lo ideal fuese que se dedicaran a ella personas cuyo interés primordial no fuera la matemática [misma]” (Davis y Hersh, 1980, p. 83). Más aún, no hay, al menos todavía, ninguna definición unívoca sobre MA, aunque haya un consenso más o menos general sobre cuál es su competencia:

[...] tenemos que lidiar con un conjunto de interacciones entre la producción del conocimiento matemático [puro] con un número grande y variable de áreas científicas, tecnológicas y sociales [que están] más allá

de las disciplinas centrales de la matemática ‘pura’. (Epple, Hoff Kjeldsen y Siegmund-Schultze, 2013, pp. 657-658).

Desde un punto de vista metodológico, Körner (1967, pp. 205, 235-236) ha caracterizado a MA como una «aplicación» de MP, que se realiza a partir de:

- (1) Intercambio de proposiciones empíricas/inexactas $\{e_i\}_{i \in I}$ con otras matemáticas/exactas $\{m_i\}_{i \in I}$; i.e. existe una relación no-deductiva de sustitución S tal que $S(e_i) = m_i, i \in I$.
- (2) Deducción de consecuencias $\{M_i\}_{i \in I}$ a partir de las premisas $\{m_i\}_{i \in I}$; i.e. la resolución/matematización de todo problema P adquiere la forma $P(m_i) = M_i, i \in I$.
- (3) Sustitución de algunas de las proposiciones $\{M_i\}_{i \in I}$ deducidas, por proposiciones empíricas $\{E_i\}_{i \in I}$; i.e. $S(M_i) = E_i, i \in I$.
- (4) Posible confirmación experimental (CE) de las $E_i, i \in I$.

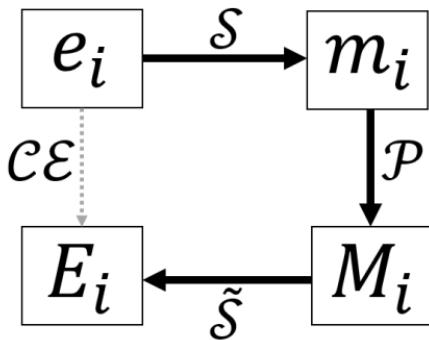


Figura 1: Esquematización de la propuesta metodológica Körner

MA, entonces, supone la existencia de una teoría matemática establecida de antemano y que «aporta» sus conceptos/proposiciones para matematizar problemas/situaciones de áreas de conocimiento extramate-

mático. Pero, este «aporte» es no-deductivo; allí es, ergo, donde radica su tan mentada debilidad epistémica.

La matemática en clave histórica: el caso de Egipto y el dilema epistemológico

El primordial problema de fondo que radica en el análisis del desarrollo matemático a lo largo del tiempo histórico es el de la relación entre «pasado matemático» y «presente matemático». Eso surge, en primera instancia, como consecuencia del hecho de que las experiencias matemáticas actuales y pretéritas no son completamente homologables.

Comprender la matemática de períodos anteriores requiere que sepamos penetrar en la conciencia individual y colectiva. Esta tarea es particularmente difícil debido a que los escritos matemáticos que han llegado hasta nosotros, tanto formales como informales, no describen con detalle el entramado de conciencia de aquel tiempo. Sería inverosímil que pudiera reconstruirse el significado de la matemática [pasada] solamente a partir de lo registrado en forma impresa. (Davis y Hersh, 1980, p. 33).

La última parte de la cita implica que el investigador trata efectivamente de internarse en el pasado, aunque jamás pueda librarse de sus patrones contemporáneos (Kragh, 1989, p. 189); descubre ciertas tradiciones y conceptualizaciones que tal vez no estaban explicitadas en los agentes históricos y las pone en evidencia (Boido y Flichman, 2003, p. 42). De acuerdo a esto, el pasado matemático resulta «extraño», en tanto que es ajeno al quehacer matemático actual; empero, se reconoce una cierta identidad entre contemporaneidad y preteridad, porque, si ésta no existiera, no tendría sentido la existencia misma de la indagación sobre las experiencias matemáticas de otros tiempos.

Nos preguntamos, así, sobre la identidad presente-pasado antes mencionada: ¿puede ella ser tal que habilite el empleo de la dicotomía puro/aplicado, según el modo desarrollado en la sección anterior? En otras palabras, si el investigador no puede jamás desprenderse de su presente matemático, ¿esto significa que el abordaje del pasado debe ser epistemológicamente juzgado desde la dicotomía en cuestión? Esto es lo que, de ahora en más, nos proponemos responder. Para ello, nos circunscribiremos a un tipo particular de problemas dentro del corpus matemático egipcio: se trata del problema 56 del Papiro Rhind (*pRhind 56*), que versa sobre la

inclinación de los lados de una pirámide. Cuestión muy importante en la arquitectura, puesto que un error en la inclinación podría provocar un derrumbe en la construcción. Un ejemplo es la pirámide romboidal del faraón Seneferu en Dahshur: para evitar el desplome, los lados poseen dos inclinaciones.

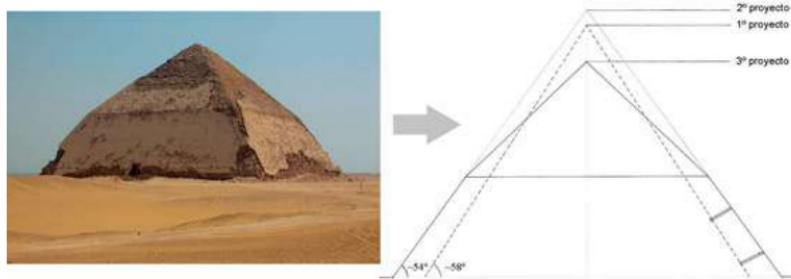


Figura 2: Inclinaciones de los dos lados de la pirámide romboidal del faraón Seneferu (ca. 2614-2579 a. C.) en la necrópolis de Dahshur

Esta experiencia condujo a que los egipcios se plantearan el problema de, una vez fijada la base de la pirámide, cómo establecer la inclinación adecuada de los lados y que pudiera ser fija en toda la construcción. Para ello, en pRhind56 encontramos un «término técnico»: el *sekhed* (𓁵, *skd*), que se entiende como el desplazamiento lateral medido en palmos del lado de la pirámide cada 1 codo de altura. En una pirámide, la inclinación de sus cuatro lados debe ser la misma, *i.e.* con igual sekhed.

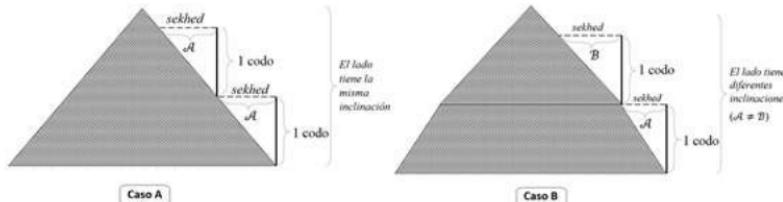
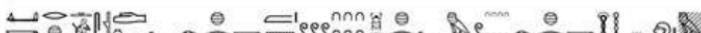


Figura 3: Interpretación geométrica del *sekhed* en pirámides con lados de igual inclinación (caso A) y de diferentes inclinaciones (caso B)

El problema es:


 $tp\ n\ nis\ mr\ 360\ m\ w3h-tb.t\ 250\ m\ pr-m-ws\ n=f\ imi[=i]$

Ejemplo/método de cálculo de una pirámide con 360 [codos] como base y 250 [codos] como altura.


 $di=k\ rhy-i\ skd=f\ iri.hr=k\ gs\ n\ 360\ hpr.hr\ 180\ iri.hr=k\ w3h-tp\ [m]$

¡Deberías dejarme saber su *sekhed*! Harás la mitad de 360, que dará 180. Luego


 $250r\ gm.t\ 180\ hpr.hr\ 2\ \bar{5}\ 50\ n\ mh\ iw\ mh\ 1\ m\ ssp\ 7\ iri.hr=k\ w3h-tp\ m\ 7$

dividirás 180 entre 250, que será [como resultado] $\frac{1}{2} + \frac{1}{5} + \frac{1}{50}$

codos. [Pero] 1 codo equivale a 7 palmos. Luego multiplicarás [el resultado] por 7.

\bullet	III	I	7	1	7	Resolución de la operación $(\frac{1}{2} + \frac{1}{5} + \frac{1}{50}) \cdot 7$
$=$	III—	2	32	$\sqrt{\frac{1}{2}}$	$3+\frac{1}{2}$	
$\overline{=}$	III—	5	1315	$\sqrt{\frac{1}{5}}$	$1+\frac{1}{3}+\frac{1}{15}$	
$\overline{\overline{=}}$	III—	50	1025	$\sqrt{\frac{1}{50}}$	$\frac{1}{10}+\frac{1}{25}$	



$skd=f\ ssp\ 5\ 25$

Su *sekhed* es de $5 + \frac{1}{25}$ palmos.

Figura 4: Transcripción, transliteración y traducción de pRhind56

Desde las interpretaciones clásicas, se ve a pRhind56 como una aritmética aplicada, cuyo interés es brindar una «fórmula» -aunque desglosada en forma retórica- para el cálculo del sekhet:

Pasos	Cálculos
[1] Datos: $\begin{cases} \text{Base} = b \text{ codos} \\ \text{Altura} = h \text{ codos} \end{cases}$	
[2] Calcular $\frac{1}{2}$ de la base	$\frac{1}{2}b$
[3] Dividir [2] por la altura	$\frac{1}{2}b \cdot \frac{1}{h} = \frac{b}{2h}$
[4] Multiplicar [3] por 7, para expresar el sekhed en palmos	$\left(\frac{b}{2h}\right) \cdot 7 = \frac{7b}{2h}$

Tabla 1: Pasos metodológicos de *pRhind56* visto como aritmética aplicada

Si adoptamos el esquema metodológico de Körner, tenemos entonces:

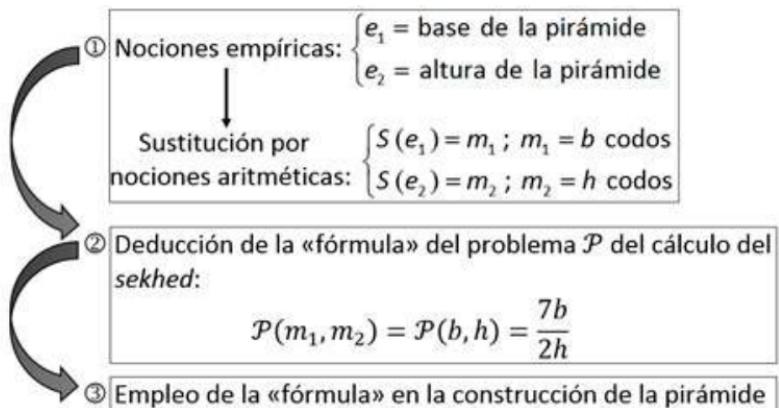
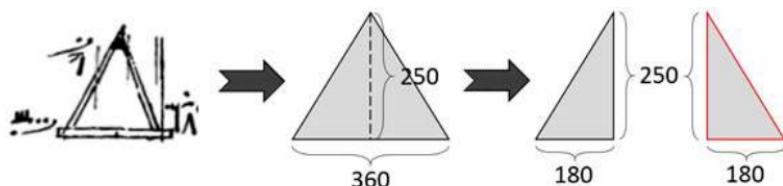


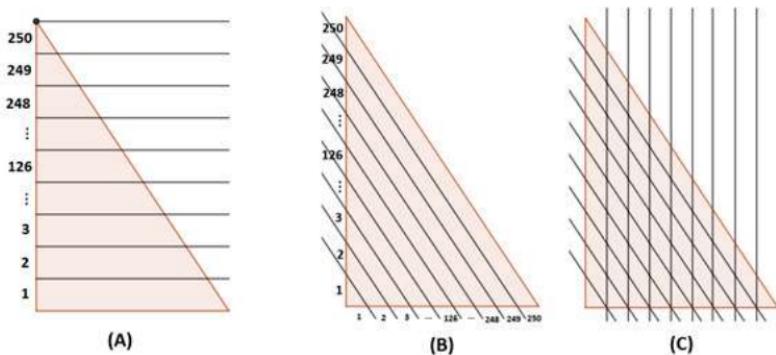
Figura 6: Esquematización de la “aritmética aplicada” de *pRhind56*

Nosotros, aquí, nos oponemos a esta interpretación. En efecto, el problema está acompañado por un diagrama geométrico que representa a una pirámide -en forma bidimensional-, con los valores de la altura, la base y el sekhed. Siguiendo con lo expuesto en otro trabajo (Gerván, 2019), el diagrama no es ilustrativo, sino que posee una función insoslayable: permite visualizar, a partir de sus sucesivas transformaciones en diagramas mentales y/o no-escritos, un razonamiento figurativo-geométrico que fundamentan los cálculos del sekhed. Veamos esto.

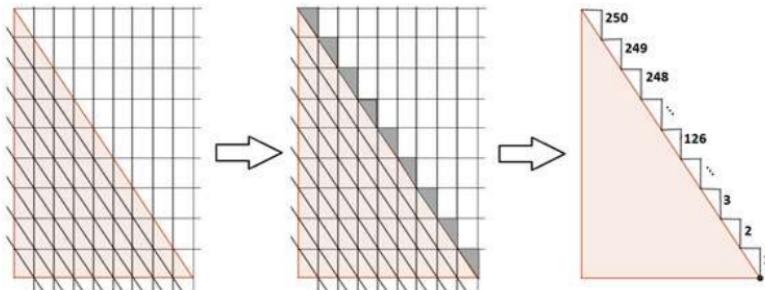
Comencemos con el diagrama de pRhind 56. Todo inicia con el cálculo de la mitad de la base; esto surge de descomponer el triángulo equilátero en dos rectángulos congruentes:



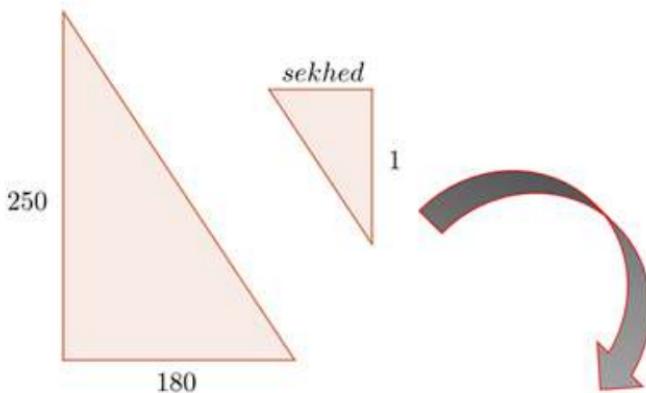
Como el sekhed es el mismo para cada lado de la pirámide, bastará trabajar con uno de los triángulos obtenidos. Pero el sekhed se mide cada 1 codo, i.e. que, como la altura es de 250 codos, se medirá 250 veces. Para ello, trazamos líneas horizontales tal como se muestran en el diagrama (A). El hecho de que el paso [3] de la Tabla 1 indique dividir 180 entre 250, geométricamente significa dividir el segmento de la base en 250 partes congruentes; esto se logra, según (B), trazando paralelas al lado inclinado y que intersequen a la base. Luego, en (C), trazamos sendas paralelas a la altura en cada segmento congruente obtenido en la base.



De la conjunción de los diagramas (A)-(B) -(C), obtenemos 250 triángulos rectángulos sobre el lado inclinado.



De acuerdo a la construcción geométrica ejecutada, cada triangulito es semejante al triángulo rectángulo grande original. Esto implica que los lados de uno estarán en una relación proporcional con los lados del otro, algo que no desconocían los egipcios, habida cuenta de su amplio uso de las proporciones. Es decir, y empleando notación actual:



$$\frac{\text{sekhed}}{180} = \frac{1}{250} \Leftrightarrow \text{sekhed} = \frac{1}{250} \cdot 180$$

$$\Leftrightarrow \text{sekhed} = \frac{180}{250} = \frac{1}{2} + \frac{1}{5} + \frac{1}{50} \text{ codos}$$

Por lo que obtenemos, así, una fundamentación geométrica para el sekhed deseado. La conversión de codos a palmos también implica una relación proporcional, pues:

$$\left. \begin{array}{l} 1 \text{ codo} \mapsto 7 \text{ palmos} \\ \frac{1}{3} + \frac{1}{30} \text{ codos} \mapsto x \text{ palmos} \end{array} \right\} \quad \frac{1}{\frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{30}} = \frac{7}{x} \Leftrightarrow x = 7 \cdot (\frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{30}) \Leftrightarrow x = 5 + \frac{1}{25} \text{ palmos}$$

Según nuestra interpretación, pRhind 56 no es una aritmética aplicada. En primera instancia, la pirámide en cuestión no necesariamente debe tomarse como algo concreto/perceptible, sino como un objeto geométrico per se, que se expresa tanto diagramáticamente como en términos de sus magnitudes. Estas, que son aritméticas, están íntimamente asociadas al objeto, sin que el egipcio viera allí una escisión necesaria. Por otro lado, la noción de semejanza de triángulos ha surgido de los diagramas mismos; no aparece como una «teoría» previa aplicable en términos de «fórmulas». En consecuencia, pRhind 56 no es estrictamente aritmético ni estrictamente geométrico, sino una conjunción interactiva entre ambos, dando lugar a una aritmo-geometría. Esto es, el ser aritmético de la pirámide en cuanto objeto geométrico no implica una no consideración de su ser figurativo y, por ende, manipulable en términos de transformaciones diagramáticas. Finalmente, la resolución consiste en una metodología heurística que consigue construir conocimiento matemático a partir del caso particular. Éste no se concibe ya como una aplicación concreta, sino como un mecanismo para exhibir el conocimiento producido al modo de una tipificación modélica capaz de extenderse a otros problemas; es, juego de palabras mediante, un ejemplo ejemplar.

Consideraciones finales

A lo largo de las páginas de este trabajo, hemos desarrollado algunos argumentos críticos en contra de la interpretación clásica que veía en la matemática egipcia antigua nada más que una mera aritmética aplicada en términos de fórmulas retóricas sin ninguna fundamentación o explicación plausible de fondo. Empleando el ejemplo de pRhind56 para el cálculo del sekhed de una pirámide, propusimos una visión alternativa en la que el dilema epistemológico de matemática pura versus aplicada no tiene cabida.

da. Si tomamos a ambos componentes dicotómicos como categorías filosóficas, podemos argüir que, al momento de analizar el corpus del antiguo país del Nilo:

[...] [N]o hay que truncar la matemática para que calce en una filosofía incapaz de albergarla; se trata, más bien, de exigirles a las categorías filosóficas que se ensanchen para aceptar la realidad de nuestra experiencia matemática. (Davis y Hersh, citado en Muszkats, 2019, p. 84).

Este ensanchamiento de categorías filosóficas hace que la disyunción exclusiva entre puro/aplicado dé paso a una amalgama interactiva que llamaremos matemática situada. Ésta no emerge necesariamente como consecuencia de la existencia de «teorías» matemáticas, sino que es el producto del quehacer mismo de la disciplina, de un «saber-hacer» que, en el caso egipcio, se nos revela como heurístico. Por ende, pRhind56 no nos provee fórmula alguna, sino un  tp-ḥsb, término que podríamos traducir como el “método correcto [de resolución]” (Fraschini, 2013, p. 225) por el que la mente matemática pasaba para llegar a la verdad.

Referencias Bibliográficas

- Boido, G. y Flitchman, E. (2003). Categorías historiográficas y biografías científicas: ¿Una tensión inevitable? En L. Benítez, Z. Monroy y A. Robles (Eds.), *Filosofía natural y filosofía moral en la Modernidad* (pp. 37–50). UNAM.
- Boyer, C. (1986). *Historia de la matemática*. Alianza.
- Cajori, F. (1991). *A History of Mathematics*. American Mathematical Society Chelsea Publishing.
- Davis, Ph. y Hersh, R. (1980). *The Mathematical Experience*. Birkhäuser.
- Epple, M., Hoff Kjeldsen, T. y Siegmund-Schultze, R. (2013). From ‘mixed’ to ‘applied’ mathematics: tracing an important dimension of mathematics and its history. *Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach, Annual Report*, 12, 657–660.

- Fraschini, L. (2013). *Individuo e mondo nel pensiero dell'antico Egitto: percorsi antropologici ed epistemologici in una tradizione culturale «pre-greca»* [Tesis de doctorado]. Université de Genève.
- Gerván, H. (2019). Visualización y representación en la matemática egipcia: una propuesta de interpretación de los diagramas geométricos en el Papiro Rhind. En Fernandez, N., Ferreyro, E., y Pared, D. (Eds), *XIX Congreso Nacional de Filosofía* (pp. 558–574). Universidad Nacional de Mar del Plata.
- Hersh, D. y John-Steiner, V. (2012). *Matemáticas: una historia de amor y odio*. Barcelona: Crítica.
- Kline, M. (1992). *El pensamiento matemático desde la antigüedad hasta nuestros días, vol. 1*. Alianza.
- Körner, S. (1967). *Introducción a la filosofía de la matemática*. Siglo Veintiuno Editores.
- Kragh, H. (1989). *Introducción a la historia de la ciencia*. Crítica.
- Lakatos, I. (1986). *Pruebas y refutaciones: la lógica del descubrimiento matemático*. Alianza.
- Muszkats, J. (2019). La Filosofía de la matemática en ingeniería. Tres preguntas orientadoras. *Tecnología & Sociedad*, 8, 77–90.
- Vásquez Suárez, J. (2013). Las matemáticas y sus aplicaciones, ayer y hoy: retos del futuro. *Encuentros Multidisciplinarios*, 45, 1–11.