Educação Matemática Debate
ISSN: 2526-6136
revista.emd@unimontes.br
Universidade Estadual de Montes Claros
Brasil

Guia, Claudia Gisela Espinosa; Aguilar, Cándido Eugenio Aguilar; Aguilar, Raciel Vásquez
Sofía Kovalesvkaia su historia a través del género y las Matemáticas
Educação Matemática Debate, vol. 6, núm. 12, 2022, pp. 1-22
Universidade Estadual de Montes Claros
Brasil

DOI: https://doi.org/10.46551/emd.v6n12a11

10.46551/emd.v6n12a11 eISSN 2526-6136

Educação Matemática Debate

Sofía Kovalesvkaia su historia a través del género y las Matemáticas

Resumen: El presente artículo tiene como objetivo destacar las aportaciones matemáticas de Sofía Kovalevskaia en un contexto histórico-científico, en donde la vida intelectual y dialógica trascendieron notablemente. Se analiza la relación entre el género y las Matemáticas en función de un siglo caracterizado por cambios sociales y culturales, a los cuales respondió un gremio de profesionales y académicos de la Ciencia, dentro del cual tuvo una significativa participación la mujer en la toma de decisiones metodológicas, técnicas y experimentales. El trabajo se presenta en tres secciones; se contextualiza la teoría de la complejidad, después se explica la importancia del nihilismo, y finalmente todo nos lleva a visibilizar los logros y aportaciones de Sofía en las Matemáticas.

Palabras clave: Sofía Kovalevskaia. Género y Matemáticas. Pensamiento Occidental.

Claudia Gisela Espinosa Guia
Doctora en Ciencia (Matemática Educativa). Investigadora y Asesora de Wejen Kajen Indigenous Research Institute International A.C. Ciudad de México, México.
orcid.org/0000-0002-5551-9585
guia95@gmail.com

Cándido Eugenio Aguilar Aguilar
Doctor en Ciencias Sociales. Profesor de la Universidad Marista de San Luis Potosí. San Luis Potosí, México.
orcid.org/0000-0002-3912-4006
caeg.boreal.81@gmail.com

Raciel Vásquez Aguilar
Maestro en Ciencias (Matemática educativa). Profesor del Centro de Investigación y Docencia Económicas (CIDE). Ciudad de México. México.
orcid.org/0000-0003-1562-7394
raciel07@gmail.com

Recibido en: 29/03/2022
Aceptado en: 31/07/2022
Publicado en: 02/08/2022

Sofia Kovalesvkaia her history through gender and Mathematics

Abstract: This article aims to highlight the mathematical contributions of Sofia Kovalevskaia in a historical-scientific context, where intellectual and dialogical life transcended remarkably. The relationship between gender and Mathematics is analyzed in terms of a century distinguished by social and cultural changes, to which a guild of science professionals and academics responded, within which women had a significant participation in methodological, technical and experimental decision-making. The research is presented in three sections; complexity theory is contextualized, then the importance of nihilism is explained, and finally everything lead us to make visible the achievements and contributions of Sofía in Mathematics.

Keywords: Sofia Kovalevskaia. Gender and Mathematics. Western Thought.

Sofía Kovalesvkaia: sua história através do gênero e da Matemática

Resumo: O presente artigo tem como objetivo destacar as contribuições matemáticas de Sofía Kovalesvkaia num contexto histórico-científico em que a vida intelectual e dialógica foi transcendida de modo notável. Analisa-se a relação entre gênero e Matemática em um século caracterizado por mudanças sociais e culturais, as quais respondeu uma união de profissionais e acadêmicos da Ciência, dentro do qual a mulher desempenhou uma participação significativa em decisões metodológicas, técnicas e experimentais. O trabalho é apresentado em três seções: primeiro se contextualiza a teoria da complexidade, em seguida se explica a importância do niilismo e, por fim, se visibiliza as conquistas e contribuições de Sofia para a Matemática.

Palavras-chave: Sofía Kovalevskaia. Gênero e Matemática. Pensamento Ocidental.

1 Introducción

Dentro de la historia de la Ciencia y las Matemáticas, el siglo XIX es crucial para comprender la especialización, experimentación y divulgación de los saberes científicos en Europa. En medio de un convulso derrotero político y transformaciones socioeconómicas significativas, la Ciencia confeccionó una narrativa progresista acerca de la precisión y abstracción de la técnica sobre realidades concretas.

Es justo en la centuria decimonónica que la Ciencia es visibilizada como parte de un proyecto de Estado-nación, subvencionada por una prístina burguesía que encontró apetecible su desarrollo para el impulso de una revolución industrial, bajo el auspicio de las fuerzas del progreso.

No es casualidad que la figura de Sofía Kovalevskaia[1], dada su trascendencia científica, haya formado parte de la narrativa progresista; no en un siglo en el que las comunidades científicas se fueron constituyendo, al mismo tiempo que atendieron con mayor ahínco problemas de la cotidianeidad económica y social.

La intención de este documento es hacer visible a Sofia Kovalevskaia, primera mujer en recibir un doctorado en las Ciencias Duras y una de las mujeres más sobresalientes de la historia de las Matemáticas Puras, destacando sus cuatro investigaciones que realizó en diferentes momentos de su vida científica, haciendo mención a su contexto histórico social junto con sus aportaciones en las Matemáticas.

Al referirnos a la línea de investigación *Género y Matemáticas* en la disciplina científica de la Matemática Educativa, hablamos de la desnaturalización de la estructura del conocimiento, así como a no validar la exclusión del conocimiento de las mujeres, en este caso, en la historia de las Matemáticas. Tomando en cuenta lo expuesto por Sandra Harding (1996) en su libro *Ciencia y feminismo*; no se trata de sumar o agregar a las mujeres a un conocimiento ya establecido, se trata de construir el conocimiento desde otras bases, otras miradas y desde la historicidad.

Cabe mencionar que a la par que el feminismo, el periodo historicista coincide con la crítica que el feminismo hace a la producción del conocimiento occidental. El

[1] Su nombre se ha transcrito de diferentes maneras, tales como: Sofía Corvino Krukowskaya, Sofía Vassilievna Korvin-Krokovskaya, Sonia Kovalèskaya, Sofja Kovaleskaya, Sonya Kovaleskaïa, Sofía Kovalesvkaya, Sofya Kovalesvky, Sophia Kovaleskaia, Sonja Kovalevski. Para este documento utilizaremos *Sofía Kovalevskaia* (SAAVEDRA, 2001).

conocimiento de mujeres en la historia de las Matemáticas y las Ciencias Duras, en general, se ha invisibilizado (FARFÁN y SIMON, 2016). Las mujeres en las Matemáticas han sido recordadas más por sus vidas privadas donde interviene su posición social, de tal manera, que sus historias han sido contadas artificialmente. Sus habilidades se han descrito como varón, que para el caso de Sofia llegó a ser comparada con *Pascal*, y no como mujeres o como personas interesadas por la Ciencia, que aportaron conocimiento, compartieron saberes y fortalecieron la historia de las Matemáticas.

A partir del análisis que brinda la teoría de la complejidad, es que esta investigación muestra la historicidad y el debate de un pensamiento que ha permitido la invisibilidad de las mujeres en la Ciencia, que está fuertemente vinculado con occidente y con un pensamiento patriarcal, este último forma parte de un bagaje compartido por distintas disciplinas. Por ejemplo, desde la historicidad como categoría conceptual, se describe que, en las primeras sociedades académicas científicas, siglo XVII, incluían no sólo investigadores o practicantes, también a personas interesadas en los resultados de las investigaciones científicas a quienes llamaron *amateur*, sin embargo, se impidió la entrada de mujeres *amateur.*

2 Teoría de la complejidad con enfoque de género

La preocupación por recuperar el debate de los saberes científicos gestados durante la antigüedad clásica, el cuestionamiento hacia la teología clásica y la inserción del proyecto industrial, formaron parte de un pensamiento occidental que privilegió las teorías de campo, cosmológica, evolutiva, determinista y abstracta. La moda intelectual giró en torno a saberes científicos que proyectaron conceptos, afirmaciones y problemas, en donde las ciencias físicas y biológicas tuvieron la prioridad para interpretar la significación de la realidad (HOLTON, 1985).

El paradigma de la complejidad se ha perfilado como una de las propuestas analíticas actuales para repensar el pensamiento occidental fundamentado en dos principios diversos y contrarios que se encuentran diferenciados jerárquicamente en un eterno conflicto; mente-cuerpo, racionalidad-pensamiento, bien-mal, sano-enfermo, aceptado-rechazado, hombre-mujer.

Morín (1992) introduce la teoría de la complejidad para definir de una manera simple los acontecimientos, elaborados principalmente por occidente. Resultado de ello son los discursos androcéntricos que se asientan en estructuras sociales que mantienen a las personas en una jerarquía. Propone restablecer la historia, concebir cómo la historia de la Ciencia fue el inicio de un pasado aislado que se transformó en una organización con las sociedades científicas en un mundo occidental.

La teoría de la complejidad nace en el siglo XX como un paradigma científico, su finalidad "comprender la complejidad de la vida". En este sentido, la complejidad de la reproducción de las desigualdades entre las personas, principalmente considerando mujeres y hombres, se encuentra una dinámica material y una dinámica simbólica. Se ha pensado en una perspectiva hacia las mujeres como "víctimas que deben ser protegidas", lo cual, se traduce en seguirlas invisibilizando (SANDOVAL, 2013). Por ejemplo, en Matemáticas, lo común ha sido hablar de la vida privada de las mujeres más que de la importancia de sus aportaciones a la Ciencia.

Producto de la cultura occidental, se aspira a entender una ciencia con validez universal, negándole a otros saberes importancia. Esto es, ver una ciencia hegemónica, desde sus postulados culturales, económicos y políticos. Sin embargo, la complejidad no es la última explicación de todo, no es un saber total, sólo nos dice que los saberes no están acabados.

Moran (2006) aclara que la teoría de la complejidad explica dos aspectos del cómo se ha validado la ciencia en el pensamiento occidental; por un lado, se encuentra la razón como principio organizador y creador del orden del mundo, y de otra, el método de investigación mediante el cual se garantizaba el camino concreto en el conocimiento, con significados en el lenguaje de manera "adecuada" y donde se persigue la reconstrucción del conocimiento del modo "más seguro posible".

La teoría de la complejidad busca reintegrar a las personas para distinguirlas y no para reducirlas en sólo diferencias con beneficio de unos y no de otras. Se trata de desarrollar una teoría, una lógica, una epistemología de la complejidad que pueda resultar conveniente al conocimiento y no a continuar resaltando diferencias sociales en la apropiación de los saberes.

En lo concreto, cuando Sofía Kovalevskaia comienza a hacerse notar en el campo de las Matemáticas, las comunidades científicas contaban con un rol profesional, como parte del discurso del progreso nacional. Fue desde 1841 que William Whewell acuñó el término *científico* para "calificar la profesión de la ciencia y desde entonces poner de manifiesto el lugar de preeminencia a que habían llegado dentro de la sociedad los considerados hombres consagrados a la investigación científica" (TRABULSE, 2018, p. 5).

El proyecto matemático y científico de Sofía Kovalevskaia se insertó en un contexto revulsivo, que implicó la expansión del conocimiento científico y la apertura de la exploración sistemática, en donde la interpretación de la tierra, los seres vivos y la mente humana fue sometida a un proceso de experimentación y precisión de la técnica. El pensamiento occidental fue permeado por la validación imparcial de los saberes científicos, al grado de que todo aquello que no fuera aprobado por las comunidades científicas, carecía de cierta validez "como forma de conocimiento" (TRABULSE, 2018, p. 5).

Para entonces, Europa reconsideró el expansionismo territorial a través de un neocolonialismo inherente a la idea de progreso, que sostenía que la humanidad había avanzado en el pasado y consecuentemente debía continuar avanzado hacia el futuro. Occidente concentró sus fuerzas en el discurso histórico de la sincronización evolutiva de las sociedades humanas europeas, alimentadas por los designios de Comte, Darwin, Saint-Simon y Spencer. La "tendencia que aparece en la historia de la idea de progreso se centra en la situación moral o espiritual para liberarse de los tormentos que le infligen la naturaleza y la sociedad" (NISBET, 1991, p. 19-20).

El pensamiento occidental contempló el progreso de la humanidad como bandera de lucha frente al Antiguo Régimen, promoviéndolo como medio prospectivo y de salvación ante la inminente consolidación de la civilización decimonónica. Las ideas de Augusto Comte, reflejadas en un evolucionismo social que procuró el orden y el progreso por encima de cualquier otra virtud humana, encontraron en el positivismo la panacea a cualquier indicio de revolución.

El siglo XIX era testigo de una crítica a la densidad ontológica del tiempo, que sistematizó con rigor y sin contratiempos el método científico, mientras veía pasar la representación pretérita de la ética bíblica y traía a colación la racionalidad griega. El hombre occidental era observado con la lupa de la historicidad de la razón, con un legado filosófico-científico que se debatía entre las fuerzas de la acción política y la pretensión de una nueva moral a la medida de las sociedades contemporáneas. La era de Hume, Leibniz y Newton, había sido secundada por una crítica sustancial sobre la razón pura, cuyo *factum* adquiría un estado cambiante bajo las formas elementales de la actividad racional humana. El pensamiento occidental condujo a largas reflexiones sobre los límites cognoscitivos del método crítico, y a la luz del siglo XIX el problema central radicaba en materializar la experimentación científica y ubicar la conciencia humana en un tiempo de acción temporal (HEGEL, 2004).

La producción, desarrollo y consumo de la ciencia fue hermética y celosamente procurada por las comunidades científicas europeas vanguardistas, Inglaterra, Francia y Alemania, mismas que al paso de los años colaboraron activamente en el proceso de apropiación de la Ciencia por parte de los Estados europeos. Paralelamente se llevó a cabo la resolución de problemas mediante la sistematización de paradigmas y el reconocimiento público de la misma, como fue el caso de la matematización del campo electromagnético de Maxwell (KUHN, 2000).

Como se aprecia la bifurcación del caos ofrece un conocimiento profundo hacia la incorporación de las y los sujetos en el ámbito de la ciencia y, hacia la reflexión que desde diversos ámbitos hagan como personas para comprenderse y comprender el mundo. En principio, describir todos los escenarios histórico-sociales posibles para un análisis con criterio, una crítica del saber científico y la forma en que ha sido apropiado.

3 Contexto histórico social de una matemática Nihilista

En Rusia, país donde nace Sofía Kovalevskaia, se erigía como un territorio imperialista, articulado con base a un nacionalismo vinculado fuertemente a su identidad social y cultural. Durante el régimen de los Romanov fue promovida la creación de una identidad comunitaria rusa que hiciera frente a los embates del individualismo de occidente moderno. Esto permitió que desde la década de 1830 surgieran revoluciones ortodoxas e imperiales, cuya fuerza nacionalista tuvo un carácter social y cultural altamente marcado. Desde Moscú se extendió un reino que se mantuvo aislado de la influencia de occidente, absorto en el discurso romanticista del nacionalismo paneslavo.[2]

La autocracia política rusa se estribó en una representación orgánica que se identificaba con un conjunto de sociedades, alrededor de la identidad religiosa y el amor a la nación. Esto fue producto de una conquista paulatina y sincrónica de una autocracia

[2] Fue característico del expansionismo ruso, el cual consistía en generar un sentimiento de unidad histórica y cultural de los pueblos eslavos para restaurar la unidad política (FERNÁNDEZ, 2014).

zarista, que desde el siglo XVII estaba construyendo un proyecto nacional con base la identidad cultural. Sin embargo, es hasta el siglo XIX que la lengua, las tradiciones, las costumbres y el legado familiar tuvieron un impacto profundo dentro de un inmenso territorio. Durante la segunda mitad del siglo XIX se produjo conocimiento literario, jurídico y científico para consumo de su propia población. Fiódor Dovstoyevsky, Nocolái Gógol, Iván Turguénev, Varvara Kashevarova, Aleksandro Pushkin, Sofía Kovalevskaia, Majaíl Lérmontov, Iván Krylov y Nocolái Nekrásov, fueron referentes intelectuales que, con la ayuda del impulso de la identidad cultural y social del régimen zarista, se consolidaron como generadores de conocimiento (FERNÁNDEZ, 2014).

Para entonces las ciudades de San Patesburgo y Moscú representaban, por antigüedad y envergadura, los principales centros políticos y económicos de un extenso territorio que había logrado la unificación pan-rusa, ucraniana y bielorrusa, llegando a los límites con las regiones transcaucásica, asiática y siberiana. Eran los espacios urbanos más poblados, desde donde se tejía la red de política nacional, los intereses comerciales transfronterizos y el establecimiento de las universidades más representativas. A raíz de la depuración lingüística del siglo XVIII, las lenguas bálticas y eslavas fueron expuestas a una sujeción de la cultura rusa (AMIN, 2015). Sofía Kovalevskaia se encontraba en el epicentro de la cultura científica rusa, donde la estirpe e inducción académica tenían un peso considerable en la Rusia zarista.

Tras la guerra de Crimea (1853-1856), conflicto bélico que puso en predicamento el poder de la dinastía Romanov, las enfermedades mermaron notablemente a un ejército británico que no contaba con el suficiente apoyo médico, situación que apresuró el arribo de Florence Nightingale, mujer que revolucionó en el campo de la enfermería. Este hecho representó una coyuntura, dado a que su presencia y dedicación inspiró a varias mujeres para que solicitaran asistir a clases de medicina en Moscú a partir de la década de 1860. Hablamos de un escenario inhóspito y áspero para las aspiraciones profesionales de las mujeres, pues difícilmente podían obtener un título formal, sin tomar en cuenta que dependían de la decisión directa de los profesores para poder ingresar a una universidad (GÓMEZ, 2004).

Si bien los países progresistas de Europa coincidieron en el fortalecimiento de sus Estados-nación, la naturaleza de su eclosión mantuvo una estrecha relación con su contexto nacional inmediato. Fue justo la universalidad de la ciencia que hizo posible el intercambio de conocimiento y la interacción de las comunidades científicas. La socialización del conocimiento implicó la relación entre pares bajo ciertas normas, roles, actitudes, creencias y valores, dentro de un contexto sociohistórico (SIMKIN y BECERRA, 2013).

Mirar la travesía científica de Sofía Kovalevskia desde lo esencialmente matemático sólo representa el eje rector de su profesionalización y ejercicio académico, situación que nos obliga a pensar también en su contexto sociohistórico. Sofía conoció un mundo social y culturalmente heterogéneo y cambiante. El periplo científico y el nihilismo[3] formaron parte de una serie de acontecimientos que influyeron de manera notable en su perspectiva de vida, y a su vez, fue aprovechado para generar vínculos e intercambios de conocimientos, con todo y las dificultades que significaba destacar como mujer científica.

Bajo el entendimiento de que la Ciencia se constituyó como empresa humana, el nihilismo se perfiló como un nodo desde donde se tejió una red de mujeres activistas, identificadas con el quehacer científico decimonónico, contexto en el cual tuvo una participación destacada Sofía Kovalevskaia. La joven matemática perteneció a una generación de profesionales finiseculares que abdujeron la muerte de Dios como principio de razón. Significó un punto de cohesión ideológico que articuló la ciencia desde la óptica de las mujeres interesadas en un cambio social. Sofía estaba inmersa en cambios científicos decimonónicos que se desarrollaban en el contexto de la hechura masculina del discurso matemático (GÓMEZ, 2004).

Las circunstancias de la época en Rusia ayudaron a Sofia para su desarrollo intelectual como mujer, por ejemplo, la filosofía *nihilista;* se enfocó en una revolución social sobre la igualdad de la mujer en el estatus profesional. Enseñaba que la estructura de la sociedad tenía que cambiar debido a su atraso, y que las áreas más importantes del saber eran las ciencias naturales (KOBLITZ, 2001).

Con la guerra de Crimea, llevada a cabo entre 1853 y 1856, hubo pequeñas movilizaciones radicales que terminaron en revueltas tiempo posteriores hacia 1863, cuando Sofía tenía apenas 13 años. No obstante, a que el imperio ruso prohibió consecuentemente la asistencia de mujeres a la universidad desde 1864, no impidió el

[3] Se consolida como una negación elemental que se deforma a partir del dolor y del cuerpo, dentro de un anhelo estético (MANZANO, 2008:25-26).

cese definitivo de persecuciones y encarcelamientos, motivo por el cual el imperio ruso se vio en la necesidad de establecer cursos pedagógicos para mujeres a partir de 1865 (GÓMEZ, 2004).

Mujeres diseñaron estrategias de divulgación y distribución del conocimiento, aprovechando los vínculos científicos. Sofía generó una red científica que se extendió hacia otras latitudes, como Inglaterra, Suiza y Alemania, países donde tuvo la oportunidad de interactuar con paleontólogos evolucionistas (GÓMEZ, 2004). El lenguaje científico y matemático no sólo se respiraba en su más puro sentido interpretativo, también se socializaba. El tiempo progresista y moderno lo ameritaba en naciones que perfilaban el conocimiento hacia una positividad temporal, sin importar la negación del pasado. Sofía se encontraba inmiscuida en lo científico y orientada a canalizar los esfuerzos de una época que prometía la reinvención de la humanidad. La modernidad se encontraba en tránsito, posibilitando el ejercicio crítico del pasado para generar una enseñanza en el presente y desentrañado la subyugación política y económica de siglos atrás, verbigracia de un tiempo agitado por movimientos de mujeres en varias regiones del mundo, abogando por libertades y abriéndose paso a través de la igualdad de derechos y publicaciones científicas.

4 Su inicio y logro en las Matemáticas

Sofía tenía 6 años cuando presentó interés por las Matemáticas, impresionando a sus institutrices y tutores por sus razonamientos en problemas de Geometría y Cálculo, en particular la manera en la que llegó a aproximarse al número pi, relacionando la circunferencia y su diámetro (MORENO, 2010).

A los 11 años tiene el primer acercamiento al Cálculo. Las paredes y techo de su cuarto son tapizados con hojas de un libro de texto sobre calculo diferencial e integral (STEWART, 2019). A pesar de entender poco de lo que veía, la cantidad de fórmulas y conceptos le generaron curiosidad por descubrir su significado.

La historia de las paredes tapizadas con matemáticas se describe en Moreno (2010, p. 70):

> *…el destino añadió otro suceso completamente accidental. Antes de nuestro traslado al campo desde Kaluga, toda la casa fue repintada y empapelada. El papel de pared había sido encargado a Petersburgo, pero no se había calculado muy bien la cantidad necesaria y por ello faltaba papel para una habitación. Al principio se intentó encargar más papel*

> *[…], pero con la laxitud campesina y la característica inercia rusa todo quedó pospuesto indefinidamente, como suele suceder en tales situaciones. Mientras tanto pasaba el tiempo, y aunque todos estaban intentando, decidiendo y disponiendo, la redecoración del resto de la casa se concluyó. Finalmente se decidió que sencillamente no valía la pena molestarse en enviar un mensajero especial a la capital, a quinientas verstas de distancia, para un simple rollo de papel de pared. Considerando que todas las demás habitaciones estaban arregladas, la de los niños podría decorarse muy bien sin papel especial. Se podría pegar simplemente papel normal en las paredes, teniendo en cuenta en especial que nuestro desván de Polibino estaba lleno de montones de periódicos viejos acumulados durante muchos años y que permanecían allí en total desuso. Dio la feliz casualidad de que allí en el ático, en el mismo montón que los viejos periódicos y otras basuras, estaban almacenadas las notas de clase litografiadas del curso impartido por el académico Ostrogradsky sobre cálculo diferencial e integral al que mi padre había asistido cuando era un oficial muy joven del ejército. Y fueron estas hojas las que se utilizaron para empapelar las paredes de mi habitación infantil. Yo tenía entonces unos once años. Cuando miré un día las paredes, advertí que en ellas se mostraban algunas cosas que yo ya había oído mencionar a mi tío. […] Me divertía examinar estas hojas, amarillentas por el tiempo, todas moteadas con una especie de jeroglíficos cuyo significado se me escapaba por completo, pero que –esa sensación tenía– debían significar algo muy sabio e interesante. Y permanecía frente a la pared durante horas, leyendo y releyendo lo que estaba allí escrito. Tengo que admitir que entonces no podía dar ningún sentido a nada de ello y, pese a todo, algo parecía empujarme hacia esta ocupación. Como resultado de mi continuo examen aprendí de memoria mucho de lo escrito, y algunas de las fórmulas, en su forma puramente externa, permanecieron en mi memoria y dejaron una huella profunda. Recuerdo en particular que en la hoja de papel que casualmente estaba en el lugar más destacado de la pared había una explicación de los conceptos de cantidades infinitamente pequeñas y de límite. La profundidad de esa impresión quedó en evidencia varios años más tarde, cuando yo estaba tomando lecciones del profesor A. n. Strannolyubsky en Petersburgo. Cuando él explicaba esos mismos conceptos se quedaba sorprendido de la velocidad con la que yo los asimilaba y decía: "Tú los has entendido como si los supieses de antemano". Y, de hecho, desde un punto de vista formal, buena parte de este material había sido familiar para mí desde hacía mucho tiempo.*

Además del estudio con sus mentores, Sofía contaba con una gran biblioteca que le permitía la investigación autodidacta de áreas de su interés. También tenía un interés particular por la literatura, escritura y la poesía. En dicha biblioteca había un libro de texto de elementos de Física que consultaba a menudo, su desconocimiento de las fórmulas trigonométricas hizo que dedujera el concepto de seno de un ángulo. El autor del libro sorprendido por las aportaciones de Sofía le puso el pseudónimo de la nueva Pascal (MORENO, 2010).

En el otoño de 1869 Sofía llega a estudiar como oyente a Heidelberg, Alemania, tiene la posibilidad de tomar clases de Matemáticas y Física. En ese tiempo se dio a conocer como "el extraordinario fenómeno" por comprender las matemáticas de manera extraordinaria (MORENO, 2010).

La Universidad de Heidelberg, en 1869, recibió a Sofía como la primera mujer en participar como oyente en alguno de sus cursos de Matemáticas y Ciencias Naturales. Con gran impulso científico, en 1871 se trasladó a Berlín para matricularse en la

Universidad de Estocolmo, sin embargo, la universidad no le permitió inscribirse. Con Weierstrass, toma clases particulares; en palabras de Weierstras Sofia representaba para él algo inusual que "tenía la intuición de un genio" (STEWART, 2019). En este periodo Sofía inicia su formación en varios temas, tales como: convergencia de series, teoría de funciones periódicas, funciones de variable real y complejas, funciones elípticas y cálculo de variaciones, entre otros campos de la Matemática.

Su trabajó fue acerca de los métodos de integración de funciones de variable real, ecuaciones diferenciales ordinarias y parciales. En particular, para el estudio de las funciones elípticas generalizó los conceptos de continuidad, diferenciabilidad e integrabilidad para después pasar al estudio de funciones analíticas y holomorfas. En tres años preparó tres documentos para aspirar al título de doctor en Matemáticas:

- Comentario sobre una clásica investigación de Laplace, matemático que fundó la teoría matemática de la probabilidad y postuló una visión determinista del universo (MADRID, 2012), donde perfecciona sus cálculos sobre la forma de los anillos de Saturno.
- Utilizó la teoría de funciones de Weierstrass, matemático que se encargó de formalizar las Matemáticas y formuló el "teorema de aproximación", que demuestra la posibilidad de representar analíticamente cualquier función continua (SEPULCRE, 2016), para construir una reducción de una clase de integrales abelianas a integrales elípticas más sencillas.
- Encontró que ciertas ecuaciones diferenciales no tienen una solución formal en series de potencias y encontró las condiciones para que cierto tipo de ecuaciones diferenciales parciales sean integrables. Investigación que a la postre se llamó *Teorema de Cauchy-Kowalevsky*.

Fue hasta 1874 que por este último trabajo al que llamó *Hacia una teoría de las ecuaciones diferenciales parciales* le concedieron el Doctorado de Filosofía en Matemáticas de la Universidad de Gotinga, convirtiéndose en la primera mujer en recibir un doctorado (MOLERO y SALVADOR, 2019).

En 1874 a su regreso a Rusia su carrera científica se encontró con las barreras sociales de la época: una mujer casada y con tres hijas no debería vivir separada del esposo y mucho menos tener una remuneración a través de la vida universitaria. Su doctorado fue considerado como un “atributo social más y un pasatiempo de una mujer aristócrata” y, entre la comunidad de matemáticos, consideraron que estudió está ciencia sólo por “satisfacción intelectual y por lo tanto no necesitaba el reconocimiento por sus éxitos científicos” (KOBLITZ, 2001, p. 5).

Sofía se alejó de lo académico por más de cinco años y a su regreso, en 1880, hace dos meses de estancia en Berlín, ahí le proponen trabajar sobre un tema novedoso en la época “la refracción de la luz en un medio cristalino”. En 1881, Sofía consagró su trabajo en Matemáticas tanto en Berlín como en Francia y se hizo miembro de la Sociedad Matemática de París. Fue hasta 1883 que consiguió un puesto como matemática profesional en la Universidad de Estocolmo. En 1884 fue nombrada editora de la revista matemática *Acta Mathematica* y fue la primera mujer en aparecer en la página titular de la revista. En este mismo año la nombraron *Profesor extraordinario* que recibió durante los siguientes cinco años. En 1888 recibió el galardón más grande de su vida científica, el premio *Bordin de la Academia de Ciencias de Francia* por su trabajo *Trompo de Kovalevskaia* sobre la rotación de un cuerpo sólido alrededor de un punto fijo. En 1889 recibió más reconocimientos: *Profesor ordinario,* fue la primera mujer catedrática en una universidad europea; premio *Oscar de la Academia de Ciencias de Suecia,* fue la primera mujer en ser miembro de la Academia de Ciencias Rusa.

5 Aportaciones matemáticas de Sofía. El camino hacia nuevos horizontes.

Como en la universidad de Berlín no se les permitía a las mujeres tomar clase, entonces Weierstrass optó por darle clases particulares a Sofía dos veces por semana. El programa de estudios contemplaba materias tales como: cálculo de variaciones, ecuaciones diferenciales, teoría de funciones analíticas e integrales abelianas. Sofía aprendió varias técnicas matemáticas entre las que destacan la teoría de funciones *theta* que a la postre seria central para resolver el problema del trompo rígido. Ella se especializó en las áreas de integrales abelianas y ecuaciones diferenciales complejas que le permitieron elaborar tres tesis doctorales.

5.1 Los anillos de Saturno

La mecánica celeste, estudio del movimiento de los astros, era un área de gran relevancia para los científicos de la época. Los primeros trabajos que se hicieron los formuló Johanes Kepler a través de las tres leyes del movimiento de los planetas las cuales eran solo el resultado de la experimentación.

Posteriormente se sabe que Newton formuló su ley de gravitación universal, además de otras leyes generales de la mecánica con la intención de demostrar de manera formal las leyes de Kepler. Laplace (1799) en su tratado de mecánica celeste, particularmente, había hecho un estudio sobre los anillos de Saturno encontrando un modelo basado en ecuaciones en derivadas parciales para describir el centro de gravedad y el eje de rotación de dichos anillos. Esto lo hizo bajo el supuesto que los anillos eran fluidos de sección elíptica y trabajó sobre el potencial gravitatorio de uno de los anillos. Años más tarde Maxwell demostró que las condiciones impuestas por Laplace eran improbables, esto es, que los anillos no podían ser fluidos sino por el contrario, estaban formados por partículas sólidas de diferentes tamaños (ALMIRA, 2016).

Sofía en su investigación, que formaba parte de las memorias presentadas para obtener su doctorado en Gotinga, publicada en la revista de astronomía *Astronomische Nachrichten*, en 1885, demostró que las partículas del anillo permanecían estables si el corte transversal tenía forma ovalada, en lugar de elíptica como lo había supuesto Laplace, ella utilizó una serie de Fourier para hacer algunas aproximaciones sucesivas y resolver un sistema de ecuaciones diferenciales que tenía infinitas variables. Los argumentos estaban basados en el principio de la conservación de la energía mecánica.

Para obtener el resultado antes mencionado Sofía tuvo que utilizar la teoría de funciones hiperelípticas, una de las herramientas más sofisticadas de la época, a las cuales se podría llegar usando el teorema de Ostrogradski; esto le traía recuerdos a Sofía por aquella anécdota del cuarto tapizado con los trabajos de cálculo diferencial e integral de Ostrogradski, citado anteriormente.

Hay que recordar que no solo las funciones hiperelípticas eran herramientas sofisticadas al igual que las integrales elípticas y las integrales abelianas que utilizó Sofía mediante métodos heurísticos para dar solución a ciertas ecuaciones integrales. Estas últimas fueron formalizadas 4 décadas después por Hammerstein.

5.2 El trompo

Los problemas de la Mecánica Clásica regularmente parte del supuesto de que en ellos solo intervienen partículas puntuales, con cierta cantidad de masa, un ejemplo es el problema de los tres cuerpos cuya solución explícita solo se ha logrado para algunos casos particulares donde se toma como hipótesis la simetría, aunque esta hipótesis en aplicaciones reales no se tiene. Uno de tales ejemplos aplicados es el de la dinámica del sólido rígido entendido como el conjunto de partículas que mantienen su distancia a lo largo del tiempo (ALMIRA, 2016).

Lo anterior se entiende de la siguiente manera; si se eligen dos partículas están permanecerán a la misma distancia todo el tiempo por el cuerpo sólido no se puede deformar ni romper. Esto podría ser parcialmente falso ya que las partículas están compuestas por átomos los cuales están sometidos a vibraciones que podrían alterar su posición y por tanto las partículas tener variaciones en las distancias; por otro lado, estas variaciones se asumen son pequeñas y por tanto podrían considerarse despreciables o infinitesimales.

La dinámica de una partícula queda determinada, según la segunda ley de Newton, por la masa de dicha partícula y su aceleración, esta última se asume como la segunda derivada de la posición. Por lo tanto, se genera una ecuación diferencial de segundo orden. Entonces para el caso particular del sólido rígido, las preguntas que se podían formular eran: ¿cuáles son las trayectorias que debe seguir el cuerpo rígido? ¿qué se entendería como trayectoria? ¿cuáles y cuántos parámetros son los que se necesitan para determinar su posición?

Euler había estudiado el problema en 1758 y lo resolvió suponiendo que el punto respecto al que gira el sólido es el centro de gravedad y este era el origen de coordenadas. Demostró que bastaban tres coordenadas para determinar cualquier rotación en el espacio tridimensional y que además esta rotación era la composición de tres rotaciones básicas distintas. Lagrange por otro lado, había resuelto el problema de un sólido de revolución girando alrededor de un eje, esto es, supuso que el cuerpo era simétrico. Pero aún no se podía resolver el problema general y la Academia de Ciencias de Prusia había propuesto este problema en 1855 y 1858, sin embargo, la postulación quedó desierta.

Durante su retorno a Berlín, en 1880, Sofía reinició su trabajo sobre el problema del trompo, según sus propias palabras en una carta dirigida a Mitag-Lefller en 1881, ella desde su época como estudiante de Weierstrass estuvo interesada en ese problema, sin embargo, lo abandonó y 5 años después lo retomó (JORGE y JORGE, 2001). Al tener la plaza académica en la universidad de Estocolmo, entre 1885 y 1886 se dedicó a resolver el problema del sólido rígido rotante que mantiene un punto fijo. Cabe resaltar que esto sucedió 30 años después de la convocatoria de la Academia de Ciencias de Prusia y más de un siglo del intento de Euler. Su amplio conocimiento sobre funciones e integrales elípticas y el dominio de la teoría de las ecuaciones diferenciales fueron el eje conductor para resolver el problema que había obsesionado a una gran cantidad de matemáticos sin que hubieran tenido éxito.

Sofía resolvió de forma analítica las ecuaciones del movimiento del sólido rígido planteando un sistema de seis ecuaciones diferenciales y tomando como artificio al tiempo como una variable compleja. El sistema estaba compuesto por tres ecuaciones que justo eran las del vector de velocidad angular y las otras tres eran las componentes de la aceleración de la gravedad. Analizó este sistema en el caso en el que las componentes del sistema fueran funciones *meromorfas*, esto es, funciones de variable compleja que son derivables en un conjunto abierto del plano complejo excepto en conjunto de puntos aislados. Con estas consideraciones la solución que encontró era más general que la hallada por Euler y Lagrange.

El análisis de las rotaciones de un giróscopo o trompo pareciera sencillo de formular, sin embargo, las herramientas matemáticas que están detrás de su solución son complicadas. Por este resultado Sofía recibió el premio bordin de la Academia de Ciencias de París y más tarde el premio de la Academia de Ciencias de Suecia. Siendo esto la última aportación en la etapa de su vida.

5.3 Teorema de Cauchy-Kowalevsky

Las ecuaciones diferenciales en derivadas parciales, una de las ramas del Análisis Matemático que tiene diversas aplicaciones en un gran número de áreas de la Ciencia donde se estudian procesos que dependen de más de una variable se deben a Sofía Kovalevskaia cuyo resultado se considera el más general e importante en esta área (ALMIRA, 2016).

Newton formuló tres leyes de la Mecánica. La segunda ley, por ejemplo; se estipula que la fuerza que se le aplica a un objeto es igual a la masa de dicho objeto multiplicada por la aceleración, y si la trayectoria del cuerpo se describe como un vector que varía con el tiempo, entonces la aceleración se entiende como la segunda derivada de la trayectoria (o posición). Cuando se conoce la fuerza que se aplica al cuerpo u objeto de estudio se genera una ecuación donde la incógnita es una función, justo el desplazamiento, que depende del tiempo, también interviene, como se mencionó anteriormente, la segunda derivada de la posición y por lo tanto se tiene una ecuación diferencial ordinaria de segundo orden; el término ordinaria refiere a que sólo hay una variable independiente, en este caso el tiempo.

Algunos ejemplos que son consecuencia de la segunda ley de Newton que generan ecuaciones diferenciales ordinarias son:

- Ley de Hooke — conocido como modelo masa-resorte —, según la cual la fuerza que interviene para producir el movimiento es una fuerza restauradora que intenta llevar a la posición de equilibrio del sistema. Entonces la fuerza será proporcional (pero en sentido inverso) a la posición.
- El péndulo simple, el cual se describe mediante el ángulo que forma una varilla respecto a la vertical y que justo tiene el movimiento de un péndulo.

Si los modelos dependieran de más de una variable, las derivadas que aparecen en las ecuaciones deberían ser, necesariamente, derivadas parciales y por tanto dicha ecuación sería una “ecuación en derivadas parciales”. Algunos ejemplos clásicos de ecuaciones en derivadas parciales son:

- Ecuación del calor para el caso bidimensional donde aparecen derivadas parciales de la temperatura respecto a coordenadas rectangulares y respecto al tiempo. Se trata de modelar cómo es la propagación del calor cuando se somete a cambios de temperatura en un medio homogéneo e isotrópico; lo homogéneo refiere a que en cualquiera dos puntos del sólido se tiene el mismo comportamiento y lo isótropo refiere a que en cualquier dirección que observemos el comportamiento será igual.
- Ecuación de onda, es una ecuación diferencial en derivadas parciales que describe la propagación de ondas como la sonora, las de luz o las de agua; se considera las variaciones de una función escalar que depende del tiempo y de algunas otras variables.
- Ecuación de Laplace, describe la propagación del calor en una placa metálica cuyo borde se mantiene a una temperatura constante.

Algunas de estas ecuaciones se lograron resolver en el siglo XIX utilizando adaptaciones de técnicas específicas, sin embargo, hay otros problemas que tienen que ver con ecuaciones en derivadas parciales que aún no se han resuelto. Por ejemplo, las predicciones de los sistemas meteorológicos son modeladas con ecuaciones en derivadas parciales que no tienen solución general, aunque se hacen ciertas predicciones basadas en algoritmos numéricos que funcionan sólo a corto plazo.

Junto con las ecuaciones diferenciales es necesario incluir condiciones iniciales (o de frontera) que permita, en algunos casos, tener unicidad en las soluciones. Eso pasa a menudo en las ecuaciones diferenciales ordinarias (no aparecen derivadas parciales).

Una de las características particulares de las ecuaciones diferenciales ordinarias es que se puede demostrar resultados de existencia y unicidad de soluciones, en el caso de las ecuaciones diferenciales en derivadas parciales no parecía existir una técnica unificadora que pudiera garantizar existencia y unicidad de las soluciones de forma general. Se tuvo que esperar hasta finales del siglo XIX para que Sofía demostrara un resultado, como parte de su tesis doctoral.

En el siglo XVIII los matemáticos de la época ya habían inventado una técnica para resolver algunas ecuaciones diferenciales, dicha técnica tiene el nombre de *coeficientes indeterminados* la cual consistía en suponer que la solución se podría escribir en serie de potencias, esto es, una suma infinita de producto de números por variables con exponentes números naturales, la cual se sustituía en la ecuación y se cambiaba el rol de encontrar una función como solución a resolver ecuaciones algebraicas que en muchas ocasiones tenían solución. Aunque se tenía cierta desconfianza en el método, Cauchy lo formalizó en 1842 (ALMIRA, 2016).

Una parte importante era asegurar que la serie de potencias podría converger, para lo cual Cuachy construyó un método conocido como *método de las mayorantes*, esto consistía en hallar otra serie de potencias que convergiera y que término con término fuera mayor que los términos de la serie de potencia, de ahí el nombre de *mayorante*. El mismo método usó Sofía, con algunas variantes. Weierstrass demostró que, para ciertas ecuaciones diferenciales, la solución dependía de las condiciones iniciales impuestas y además logró probar que la generalidad de la solución en todo su dominio, a diferencia de Cauchy que solo lo había demostrado de forma local; solo alrededor de un punto podría asegurar la existencia de la solución.

El teorema que demostró Sofía en su tesis, que en la actualidad lleva el nombre de Cauchy-Kovalevskaya se aplica a ciertas ecuaciones diferenciales en derivadas parciales. Ella demostró que bajo ciertas condiciones la solución de dichas ecuaciones diferenciales era una serie de potencias de funciones, donde dichas funciones eran *analíticas* alrededor de un punto. El termino analítico en funciones refiere a que se pueden expresar en serie de potencias convergentes. Logró demostrar que, si una función era analítica alrededor de un punto y era solución de la ecuación diferencial, entonces los coeficientes — los números que multiplican a las potencias de la variable — se podrían determinar mediante la *Serie de Taylor*. Esta es una serie o suma infinita donde los números, que multiplican a las variables con potencias están en términos de las derivadas evaluadas de una función en algún mismo punto.

El método que utilizó Sofía es el de las *mayorantes* con algunas variaciones. Ella terminó la redacción de su teorema en 1874 como parte de los tres trabajos que conformaron la tesis que presentó en Gotinga. El artículo de Sofía apareció, finalmente, en la revista *Crelle* en 1875. En ese mismo año, Darboux, un matemático francés, publicó dos artículos donde demostraba resultados muy parecidos a los de Sofía, entonces Weierstrass envió copias de los trabajos de Sofía a Darboux y Hermite para reclamar, la prioridad del teorema principal, pues sospechaba que Darboux se apropiaría del teorema; esto nunca pasó, pues Darboux reconoció que Sofía había llegado al resultado primero (ALMIRA, 2016).

5.4 Integrales abelianas

Uno de los temas que trabajaba Weierstrass cuando Sofía llegó a Berlín eran las funciones abelianas y los casos particulares de las funciones elípticas e hiperelípticas.

Las funciones elípticas son un caso especial de funciones *meromorfas* las cuales son funciones de variable compleja que admite derivadas en un conjunto abierto del plano complejo excepto en conjunto de puntos aislados. Estas funciones nacen en problemas geométricos que tenían que ver con elipses. En los siglos XVII y XVIII los matemáticos intentaron resolver problemas que involucraban el cálculo de la longitud de arco de una elipse y que en el proceso se generaban ciertos tipos de integrales que no se podían resolver por los *métodos de cuadraturas*, los cuales consistían en evaluar integrales definidas mediante sumas de áreas de figuras más simples, como los rectángulos. Estas integrales desconocidas en la época, se les conocía como integrales elípticas. Las funciones elípticas nacen como una nueva clase de funciones trascendentes que generalizaban a las funciones trigonométricas. En este sentido, estas funciones se obtienen como inversas de funciones trigonométricas y se extienden al plano complejo (son de variable compleja y no de variable real).

Las integrales elípticas se habían estudiado en el siglo XVII en problemas de astronomía, sin embargo, hasta la llegada de Adrien Marie Legendre se pudo estudiar este tema con profundidad, obtuvo algunas simplificaciones importantes para que se pudiera consolidar una teoría a principio del siglo XIX. Había tres rubros importantes a estudiar:

1. La reducción del cálculo de cualquier integral elíptica a los casos específicos de integrales elípticas de primera, segunda y tercera especie.
2. Las propiedades de adición que tenían estas integrales que fueron estudiadas en su momento por Abel, Jacobi y Euler.
3. La tabulación de las integrales elípticas de primera, segunda y tercera especie.

Legendre logró hacer las tabulaciones de algunas de estas funciones y demostró que satisfacían ciertas ecuaciones funcionales y logró construir métodos iterativos (o recursivos).

Abel, un matemático noruego, estudio las funciones *meromorfas* en particular las que están asociadas a integrales de funciones racionales de dos variables, donde una de ellas es el tiempo y la otra variable es la que resuelve una ecuación algebraica específica. A este tipo de integrales se les llamo *integrales abelianas*, en honor a este matemático. Dichas integrales generalizan las integrales elípticas e hiperelípticas.

En San Petersburgo aprendió análisis matemático de una y varias variables, y en Heidelberg había adquirido conocimientos sobre teoría de funciones de variable compleja y funciones elípticas. Sus habilidades y rapidez para adquirir conocimiento eran tan destacadas que sus profesores de Heidelberg le recomendaron trasladarse a Berlín y trabajar con Weierstrass que en la época era el precursor de los trabajos en análisis.

Sofía tuvo que reorganizar cosas que ya sabía y adaptarlas a un enfoque basado en expansión de funciones de variable compleja en serie de potencias, que era una de las herramientas esenciales, y esto le fue útil para estudiar la teoría de las funciones elípticas, hiperelípticas y abelianas. Para su trabajo doctoral, trabajó sobre la reducción de integrales abelianas a integrales elípticas o elementales mediante algunos tipos de transformaciones. Cuando estas reducciones se podían hacer las integrales se llamaban *degeneradas*. Sofía logró proporcionar un criterio algebraico para la degeneración de una integral abeliana basado en el comportamiento de las tangentes a ciertas curvas asociadas a la integral (ALMIRA, 2016).

6 Conclusiones

La teoría de la complejidad afirma la posibilidad de una vida cultural e intelectual dialógica, caracterizada por la pluralidad y diversidad de los puntos de vista. Permite y propicia el intercambio de ideas, opiniones, teorías, lo que, a su vez, produce el debilitamiento de los dogmatismos e intolerancias y, propicia la competición, la concurrencia, el antagonismo y por tanto el conflicto entre ideas, concepciones y visiones del mundo. Además, profundiza en cambios en el saber de las personas, que rompe con lo cotidiano en la Ciencia y la Filosofía Clásica, promueve un nuevo saber que no consiste en la desaparición de las disciplinas ni en la creación de una ciencia única o solitaria. Es una tendencia hacia la superación de las barreras disciplinarias, metodológicas y el establecimiento de una nueva historia, que reconozca la diversidad, la distinción y la defienda. Así mismo, en Matemática Educativa, a través de la línea *Género y Matemáticas* se hace visible el cómo las mujeres en la historia de las matemáticas se distinguieron ante las circunstancias que el pensamiento científico occidental provocó por varios siglos.

Es pertinente mostrar la vida científica de las mujeres en la historia de las matemáticas resaltando la importancia de sus aportaciones desde el contexto histórico-social al que pertenecían, así como las bases de su pensamiento crítico. Así mismo, presentar el proceso de construcción de su conocimiento en matemáticas por encima de su vida privada, destacando el valor que como mujer se distinguió en un ambiente de dominio masculino.

A tal efecto visibilizamos a Sofia Kovalevskaia; mujer matemática y activista social que buscó acercar a las mujeres al conocimiento y a la ciencia. La filosofía del nihilismo fue una fuerza vital que impulsó, al igual que a varias mujeres de su generación de científicas rusas, a desafiar el orden patriarcal y sobresalir en el ámbito científico.

Su impacto en las matemáticas no se puede entender solamente observando sus cuatro trabajos concretos, sino que fue el conducto para la transmisión de sus ideas matemáticas que décadas después a su muerte sirvieron para otros hallazgos. Sofia estaba integrada a la vida profesional de su época fuera de su país, sus colegas matemáticos reconocían sus logros, tal fue así, que la nombraron editora de la revista *Acta*

Mathematica, la invitaban a presentar sus trabajos en congresos y reuniones de las sociedades profesionales prestigiosas y fue considerada entre los mejores analistas matemáticos de la época a la par de Hermite, Weierstrass, Mittag-Leffler, Picard y Poincaré. Se destaca que el teorema de *Cauchy-Kovalevsky*, al cual Sofía le dio la forma más completa y elegante, todavía se considera clave en la teoría de las ecuaciones diferenciales parciales.

En 1891 Sofia Kovalevskaia murió de pulmonía a los 41 años, consolidada como una matemática de fama mundial e iniciaba una carrera literaria. Es la matemática que logró un puesto respetable en la historia de las Matemáticas del siglo XIX, tan es así que su cerebro fue extraído y conservado en un frasco con alcohol en el Museo de Anatomía Patológica del Instituto de Karolinischen de Estocolmo (ESPINOSA-GUIA y LANDIVAR, 2021). Lo que muestra que Kovalévskaia merece un lugar respetable en la historia de las matemáticas, lugar que desafortunadamente, a veces no se le ha concedido.

Referencias

ALMIRA, José María. *Kovalevskaya: las matemáticas de los sólidos rígidos.* España: RBA, 2016.

AMIN, Samir. *Rusia en la larga duración*. Barcelona: El viejo Topo, 2015.

ESPINOSA-GUIA, Claudia Gisela; LANDIVAR, Alicia. El cerebro: la interrogante de las Ciencias Duras. *+Ciencia*, Ciudad de México, v. 2, n. 7, p. 11-16, 2021.

FARFÁN, Rosa Maria; SIMÓN, María Guadalupe. La construcción social del conocimiento: el caso de género y Matemáticas. México: Gedisa, 2016.

FERNÁNDEZ, Sergio. Rusia como Imperio. Análisis histórico y doctrinal. *La Razón Histórica.* Murcia, v. 8, n. 25, p. 128-148, ene./apr. 2014.

GÓMEZ, Luis Felipe. Sofía Kovalevskaya: mujer nihilista. *Ingenierías*, Nuevo León, v. 7, n. 24, p. 21-29, apr./jun. 2004.

HEGEL, Georg Wilhelm Friedrich. *Enciclopedia de las ciencias filosóficas.* México: Porrúa, 2004.

HOLTON, Gerarld. *La imaginación científica*. México: Fondo de Cultura Económica, 1985.

JORGE y JORGE, María del Carmen. El andar matemático de Sofía Kovalevskia. En: SAAVEDRA, Patricia. (Org.). *Vida y obra matemática de Sofía Kovalevskaia.* México: Anthropos, 2001, p. 15-55.

KOBLITZ, Ann Hibner. Una mujer singular. In: SAAVERDA, Patricia. (Org.). *Vida y obra matemática de Sofía Kovalevkaia.* Anthropos: México, 2001, p. 1-13.

KUHN, Tomas Samuel. *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de Cultura Económica, 2006.

MADRID, Carlos. *La mecánica celeste, Laplace ¡este universo funciona como un reloj!* España: EDITEC, 2012.

MANZANO, Josué Arzate. El nihilismo en el pensamiento de Friedrich Nietzsche o la posibilidad de Dionisio. *La Colmena*, Toluca, n. 58, p. 23-30, oct. 2008.

MOLERO María; SALVADOR Adela. La fascinante vida de Sonia Kovaléskaya. 2009. Disponible en https://fme.upc.edu/ca/la-facultat/activitats/2018-2019/arxius/sofia-kovalevskaya-vida.pdf; acceso el 6 jul. 2021.

MORÁN, Lino. De la teoría de la complejidad a la filosofía intercultural: hacia un nuevo saber. *Revista de Filosofía,* Maracaibo, v. 24, n. 52, p. 65-82, ene. 2006.

MORENO, Xaro Nomdedeu. *Sofía. La lucha por saber de una mujer rusa.* Madrid: Nivola, 2010.

MORÍN, Edgar. From the concept of system to the paradigm of complexity. *Journal of Social and Evolutionary Systems,* v. 15, n. 4, p. 371-385, 1992.

NISBET, Robert Alexander. *Historia de la idea de progreso.* Barcelona: GEDISA, 1991.

SAAVEDRA, Patricia. *Vida y obra matemática de Sofía Kovalevskaia*. México: Anthropos, 2001.

SANDOVAL, Erica Marisol. Resenha de La bifurcación del caos: reflexiones interdisciplinarias sobre violencia falocéntrica. *Iztapalapa,* Ciudad de México, n. 74, p. 249-256, ene./jun. 2013.

SEPULCRE, Juan Matías. *Weierstrass: la gestación del análisis moderno*. España: EDITEC, 2016.

SIMKIN, Hugo; BECERRA, Gastón. El proceso de socialización. Apuntes para su exploración en el campo psicosocial. *Revista Ciencia, Docencia y Tecnología,* Concepción del Uruguay, v. 24, n. 47, p. 119-141, dic. 2013.

STEWART, Ian. *Mentes maravillosas.* México: Crítica M.R., 2019.

TRABULSE, Elías. *La ciencia en el siglo XIX*. México: Epublibre, 2018.