

LOS USOS DEL CONOCIMIENTO MATEMÁTICO EN UN AMBIENTE DE DIVULGACIÓN: LA PERIODICIDAD



Plácido Hernández Sánchez, Gabriela Buendía Abalos
 placidohernan@gmail.com, buendiag@hotmail.com
 Universidad Autónoma de Zacatecas, CICATA-IPN
 Avance de investigación

Resumen

En esta investigación analizamos el uso del saber matemático en un ambiente de divulgación y mostramos evidencias de cómo un grupo humano construye conocimiento matemático al interactuar con un fenómeno de naturaleza periódica como el movimiento de los satélites de Júpiter. En particular, explicamos cómo se usa la periodicidad en un escenario de divulgación basándonos en los momentos de uso hookiano, euleriano y poincariano caracterizados por la socioepistemología.

Palabras Clave: *Uso, conocimiento, ambiente, divulgación, periodicidad.*

1. INTRODUCCIÓN

La complementariedad entre la educación formal, no formal e informal es un desafío para la educación en general y para la educación matemática en particular. De acuerdo con la UNESCO (2011), en lo relativo a los desafíos de la enseñanza de las matemáticas en la educación básica, se reconoce que es necesario que la educación escolar se apoye en las numerosas posibilidades de aprendizaje que hoy se ofrecen más allá de la escuela. La *educación formal* tiene lugar en entornos organizados y estructurados y desde preescolar hasta el bachillerato es obligatoria, validable y certificable; la *no formal* se deriva de actividades planificadas pero no designadas explícitamente como programa de formación (en cuanto a objetivos didácticos, duración o soportes formativos), es validable e intencional y la *educación informal* resulta de actividades cotidianas relacionadas con el trabajo, la vida familiar o el ocio, no es organizada ni estructurada, no es intencional y no suele ser objeto de certificación (Cedefop, 2008). Si buscamos que estos tipos de educación sean complementarios habrá que aprovechar todos los *escenarios* posibles y sobre todo, entender qué ocurre en ellos con relación al conocimiento matemático.

Los museos de ciencia son escenarios de aprendizaje no formal (Guisasola y Morentin, 2007) cuyo propósito es comunicar la ciencia en forma integrada, global y accesible a públicos voluntarios y no especialistas. Esta caracterización del propósito de un museo de ciencias es congruente con la definición que Sánchez (2010) propone como “una labor multidisciplinaria cuyo objetivo es comunicar, utilizando una diversidad de medios, el conocimiento científico a distintos públicos voluntarios, recreando ese conocimiento con fidelidad y contextualizándolo para hacerlo accesible” (p. 24). De allí consideramos a los museos de ciencia como *escenarios de divulgación*.

En estos escenarios pareciera que no tiene sentido la idea de que los ciudadanos entiendan una noción matemática como en la escuela o si saben demostrarla o aplicarla, pues no existe sanción ni evaluación sobre la integración rigurosa de los conocimientos o sobre la construcción de los mismos. Más bien tiene sentido la noción de alfabetización científica en la que la ciencia tiene propósitos sociales específicos que la hacen funcional; esto pone en relieve los significados y usos sociales de la ciencia. La alfabetización científica funcional sostiene que el ciudadano no es un consumidor pasivo de ciencia y que el conocimiento científico no es recibido

impersonalmente como producto de la experiencia desencarnada; más bien éste se incorpora orgánicamente en los humanos, con intereses reales, que viven en un mundo real. Por lo tanto, la manera en que el humano percibe el conocimiento científico no sólo se relaciona con el entendimiento del contenido formal del conocimiento científico y los métodos y procesos de la ciencia, sino que también tiene relación con la manera en que se usan estos procesos para resolver problemas (Laugksch, 2000).

Ante ello, el interés de esta investigación es analizar cómo un grupo particular de ciudadanos -los guías¹- usan el conocimiento matemático en un escenario de divulgación. Esto nos sitúa en una línea de investigación en la que se busca reconocer el carácter social de la matemática en el sentido de reconocer en el hacer del individuo –y no sólo su producción matemática final- el referente para explicar la construcción del conocimiento matemático.

Enmarcamos entonces esta investigación en la aproximación teórica socioepistemológica² de la Matemática Educativa, que tiene entre sus objetivos proponer *epistemologías de prácticas* para explicar la construcción del conocimiento matemático (Buendía y Cordero, 2005). Estas epistemologías de prácticas formulan que el ejercicio de ciertas prácticas antecede a la producción de conceptos determinados ya que lo que se estudia es al ser humano usando y haciendo matemáticas y no sólo su producción matemática final. Una epistemología de prácticas se manifiesta necesariamente a través de los usos del conocimiento lo cual implica dar importancia a las diversas formas y funcionamientos que toma dicho conocimiento en situaciones específicas (Cordero y Flores, 2007). A través de los usos, las epistemologías de prácticas brindan una base de significación distinta a la matemática, una base compuesta no sólo de los aspectos cognitivos o conceptuales que explican la construcción de tópicos matemáticos, sino una epistemología que pone al centro del análisis argumentos, herramientas, usos, prácticas y todo aquello que conforma una construcción social del conocimiento matemático. En la Socioepistemología, lo social será entendido como la relación epistemológica entre las prácticas en las que se involucró -e involucra- el humano al hacer y usar matemáticas y el saber matemático que genera.

Nuestra propuesta es pues considerar la epistemología de prácticas y usos para analizar qué ocurre con el conocimiento matemático en un escenario de divulgación.

2. MARCO TEÓRICO

Texto Reflexionando en torno a nuestra práctica como divulgadores ha surgido la pregunta si un museo de ciencias es un espacio de aprendizaje o sólo de diversión. Por mucho tiempo este cuestionamiento ha sido objeto de largas discusiones entre colegas; abordarlo científicamente sin duda podría potenciar el concepto de museo de ciencias. Una de las conclusiones es que “muchas investigaciones en los museos de ciencias han padecido de una mala interpretación del aprendizaje, concebido más como la adquisición de nuevas ideas, hechos o información, que como la consolidación y lento desarrollo de las ideas e información ya existente” (Guisasola y Morentín, 2007, p. 406).

¹ Los guías de los museos de ciencias coadyuvan a una correcta interacción entre los visitantes y las exhibiciones.

² Para mayores referencias respecto a esta aproximación teórica puede consultarse Cordero (2001), Cantoral (2001), Cantoral y Farfán (1998)

Resulta difícil medir un aprendizaje cognitivo, afectivo y psicomotriz en un escenario de divulgación. Para empezar la divulgación no puede establecer condiciones para el aprendizaje (Roqueplo, 1983), ni entender este último a la luz de una noción única. Además, aunque no se niega que en la divulgación se aprenda, su fin no es tal (Trigueros, Sánchez y Vázquez, 1996). Por eso creemos que es más pertinente para la investigación adoptar la noción de alfabetización científica funcional de Laugksch (2000) en oposición al aprendizaje cognitivo. Esto centra nuestro interés no en cómo aprende un ciudadano, sino en cómo usa su conocimiento científico en un escenario de divulgación.

Con relación al conocimiento matemático involucrado, requerimos entonces de un marco de referencia que nos permita tratarlo más allá de la simple adquisición del objeto matemático (cómo se construye, cómo se aprende, cómo se logra ese objeto). La Socioepistemología puede brindarnos un marco de referencia más amplio pues en las epistemologías de prácticas que ha propuesto, la matemática adquiere sentido y significación a partir no sólo de la matemática misma sino de prácticas de referencia; por ejemplo, a partir de aquello que ocurre en otras disciplinas científicas. Esto ha permitido poner al descubierto el por qué se hace lo que se hace con respecto a la generación de conocimiento matemático. De ahí que rompe con la centración en los conceptos matemáticos y en cambio, se enfoca en considerar las *prácticas sociales* epistemológicamente relacionadas con la generación de dicho objeto, de donde se deriva la importancia del uso del conocimiento. Es un enfoque situacional que reconoce las particularidades del escenario –cultural e históricamente situado- en donde se pretende analizar la generación de conocimiento matemático. Más allá de los productos matemáticos generados por los grupos humanos, la socioepistemología mira a los grupos humanos haciendo matemáticas (Cantoral y Farfán, 1998, 2003; Covián, 2005; Buendía y Cordero, 2005; Cordero, 2001).

Al cambiar la mirada del desarrollo de objetos matemáticos hacia el conocimiento en uso, podemos reconocer que aunque dicho objeto –una definición, una propiedad- no se conozca en toda su extensión y complejidad, sí se usa e irá adquiriendo y desarrollando diferentes formas y funcionamientos acorde a las situaciones particulares que el humano vaya enfrentando (Cordero, 2008). De ahí entonces, la noción de *uso* desarrollada bajo esta visión teórica nos puede permitir analizar qué ocurre con el saber matemático –entendido ahora como un conocimiento en uso- en un escenario de divulgación.

Proponemos llevar la noción socioepistemológica del uso del saber a un escenario de divulgación y dar cuenta de cómo un grupo humano construye conocimiento matemático cuando interactúa con un fenómeno de naturaleza periódica como el movimiento de los satélites de Júpiter. Consideramos que la epistemología de prácticas para el aspecto periódico de las funciones coadyuva al propósito anterior porque parte de reconocer en un escenario histórico la relación entre la predicción y la periodicidad y ello ha permitido identificar al menos tres momentos de uso: los momentos *hookiano*, *euleriano* y *poincariano* (Buendía, 2011a) que más adelante caracterizaremos. Conjeturamos que dichos momentos podrían vivir en un escenario de divulgación.

3. MÉTODO

Realizamos una actividad con un grupo de ciudadanos que trabajan en el Centro Interactivo de Ciencia y Tecnología de Zacatecas (Zigzag). Tres de ellos trabajan de planta en el departamento

de servicios educativos como capacitadores³, el resto del grupo son guías del museo. Este grupo aborda un fenómeno periódico por naturaleza: el movimiento de los satélites de Júpiter. Ante la naturaleza de dicho fenómeno, los usos de lo periódico mencionados permitieron analizar el conocimiento en uso de ese grupo específico.

3.1 DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

La actividad general se ilustra en la figura 3 y consta de tres etapas.

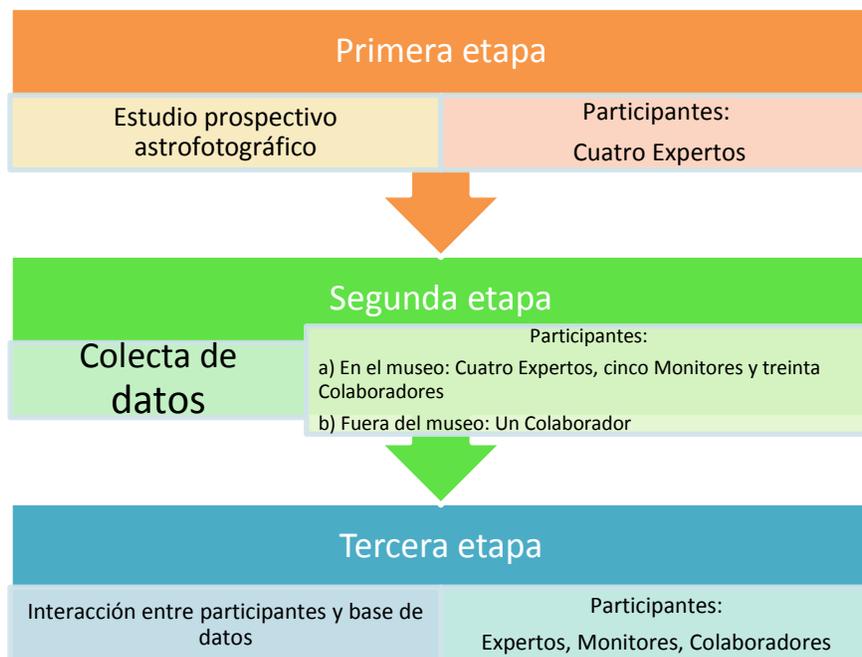


Figura 3. Diagrama general de la actividad.

3.2 EPISODIOS DE ANÁLISIS

A lo largo de la actividad, hemos seleccionado cinco episodios para explorar las diferentes formas y funcionamientos de lo periódico. Estos episodios los tomamos como un conjunto de sucesos conflictivos enlazados con otros que forman todo el conjunto de la actividad; en cada uno podemos identificar actores, herramientas y argumentos que pueden dar cuenta de cómo se usa lo periódico en un escenario de divulgación.

4. RESULTADOS

En este momento de la investigación, nos encontramos realizando un análisis de los usos de lo periódico en cada episodio. Presentamos a continuación algunos resultados de dicho análisis.

4.1 EPISODIO: ¿QUIÉN ES QUIÉN?

³ La función de un capacitador es formar a los guías en el manejo de las exhibiciones y en la puesta en marcha de los talleres científicos.

Para Pedro, el Experto con el que estamos trabajando es importante conocer el periodo de los satélites y poder así, distinguirlos. Para eso con Stellarium⁴ simula que observa a Júpiter durante dieciocho noches a la misma hora y captura la imagen correspondiente a cada noche. Arregla las imágenes colocando la primera imagen en el primer renglón, la segunda imagen en el segundo renglón y así sucesivamente hasta distribuir las dieciocho imágenes, cuidando que los círculos más grandes que representan a Júpiter, queden alineados (figura 4).

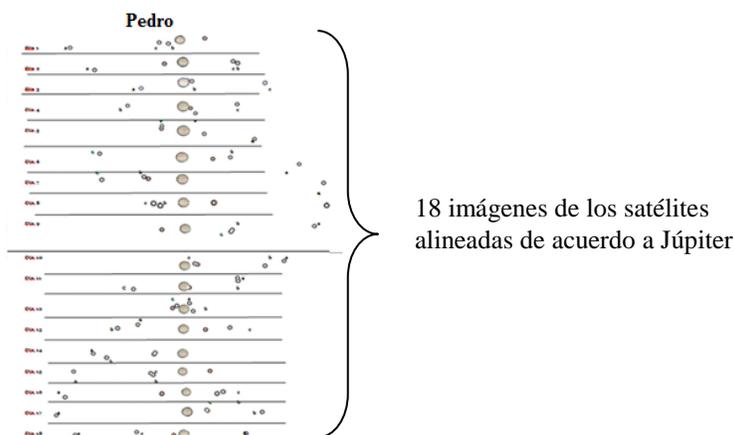


Figura 4. Alineando apropiadamente las imágenes, parece “verse” un comportamiento periódico de los círculos pequeños.

Una vez alineadas las imágenes, Pedro identifica un comportamiento periódico en el satélite más alejado, coloca un dedo sobre aquél y sigue su rastro hasta la última imagen.

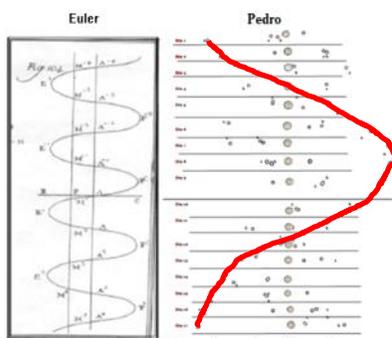


Figura 5. Manifestación del momento euleriano en un escenario de divulgación.

Pareciera estarse manifestando un momento euleriano pues existe cierta similitud entre el comportamiento que señala Pedro y la curva de Euler. Hacer del comportamiento de una curva el argumento, le permite comparar con el saber institucionalizado que se tiene de los satélites; ahora puede decir, comparando su trayectoria, que se trata del satélite Calisto.

Por otra parte, surge un problema con las noches nubladas pues no es posible recoger datos. Pedro aprovecha el comportamiento periódico del péndulo del museo, que deja su traza sobre arena, para predecir la posición de los satélites esas noches. Intercala un trozo de papel en blanco en la secuencia de astrofotografías, indicativo de las noches nubladas en las que no se tuvo imagen (figura 6).

⁴ Un software que simula en tiempo real la cinemática de los cuerpos celestes.

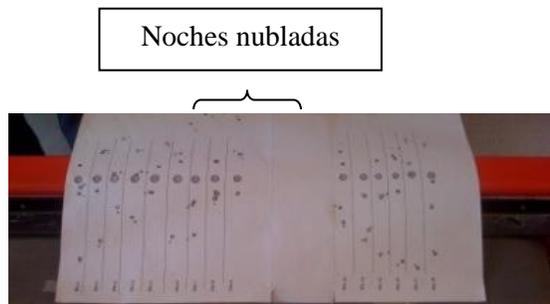


Figura 6. El trozo de papel intermedio representa los días nublados.

Coloca esta secuencia de fotografías sobre la banda móvil donde el péndulo deja un rastro de arena, alimenta el péndulo con arena, y hace variar la longitud del péndulo y la velocidad de la banda hasta que el rastro se parezca al comportamiento de los satélites en la información que sí se tiene (figura 7).



Figura 7. Pedro señala trozos del rastro de arena guiándose con las líneas que separan una noche de otra

Finalmente, estima la parte que desconoce de la hoja de papel comparándola con el rastro de arena y marca ahí dos puntos significativos (figura 8)

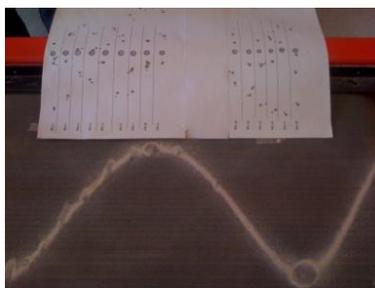


Figura 8. Manifestación del momento hookiano en un escenario de divulgación.

Tenemos entonces también elementos del momento de uso hookiano pues abstrae el comportamiento periódico de los satélites, transita hacia el péndulo y predice el comportamiento de los datos.

5. CONCLUSIONES

Los momentos de uso de lo periódico discutidos han sido el marco referencial para establecer cinco episodios que han brindado las primeras respuestas acerca de cómo se manifiesta el uso del

conocimiento matemático referido a la periodicidad en un escenario de divulgación. El segundo episodio, que cuestiona la distinción de los satélites ha tomado especial relevancia en este artículo pues hemos podido encontrar evidencia acerca de cómo se manifiestan momentos de uso de tipo hookiano y euleriano a través de formas, como el comportamiento repetitivo de los satélites de Júpiter y funcionamientos tales como la predicción de sus posiciones en días nublados.

El análisis de los episodios apenas inicia y es necesario diseñar los cuestionarios y entrevistas para cada uno de ellos a fin de evidenciar los usos de lo periódico que en el análisis preliminar podemos entrever.

Este estudio aporta evidencia de cómo se usa la periodicidad en un escenario de divulgación. Los primeros análisis de la base de datos muestran que los momentos hookiano, euleriano y poincariano identificados en el contexto histórico situacional de los siglos XVII, XVIII y XIX, emergen en un escenario de divulgación cuando interactúan intencionalmente un grupo de personas que trabajan en un museo de ciencias con el fenómeno periódico del movimiento de los satélites de Júpiter

Mediante el estudio del uso del conocimiento estaremos entonces en posibilidad de explicar qué ocurre con el conocimiento matemático en un escenario de divulgación.

6. REFERENCIAS

- Buendía, G. y Cordero, F. (2005). Prediction and the periodic aspect as generators of knowledge in a social practice framework. A socioepistemological study. *Educational Studies in Mathematics*, 58 (3), 299-333
- Buendía, G. (2011a). The use of periodicity through history: elements for a social epistemology of mathematical knowledge en Barbin, E. Kronfellner, M., Tzanakis. C., *Proceedings of the 6th European Summer University-History and Epistemology in Mathematics Education*, 67-78. Austria: VerlagHolzhausenGmbH / Holzhausen Publishing Ltd.
- Cantoral, R. y Farfán, R. (1998). Pensamiento y lenguaje variacional en la introducción del análisis. *Epsilon* 42 (3), 854-856.
- Cantoral, R. y Farfán, R. (2003). Matemática Educativa: Una visión de su evolución. *Revista Latinoamericana de Matemática Educativa*, 6(1), 27-40,
- Cedefop (2008). *Terminology of European education and training policy. A selection of 100 key terms*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, http://www.cedefop.europa.eu/en/Files/4064_EN.PDF
- Cordero, F. (2001). La distinción entre construcciones del cálculo. Una epistemología a través de la actividad humana. *Revista Latinoamericana de Matemática Educativa* 4(2), 103-128.
- Cordero, F. y Flores R. (2007). El uso de las gráficas en el discurso matemático escolar. Un estudio socioepistemológico en el nivel básico a través de los libros de texto. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa* 10, 7-38.
- Cordero, F. (2008). El uso de las gráficas en el discurso del cálculo escolar. Una visión socioepistemológica. En Cantoral, R., Covián, O.; Farfán, R.M., Lezama, J., Romo, A. (Eds.) *Investigaciones sobre enseñanza y aprendizaje de las matemáticas: Un reporte Iberoamericano*. Comité Latinoamericano de Matemática Educativa. A. C. y Díaz de Santos S.A. 285-309.

- Covian, O. (2005). *El papel del conocimiento matemático en la construcción de la vivienda tradicional: El caso de la cultura maya*. Tesis de maestría no publicada. México: Cinvestav.
- Guisasola, J. y Morentin, M. (2007). ¿Qué papel tienen las visitas escolares a los museos de ciencias en el aprendizaje de las ciencias? Una revisión de las investigaciones. *Enseñanza de las ciencias*, 25(3), 405-411.
- Laugksch, R. (2000). Scientific literacy: A conceptual overview. *Science Education*, 84, 71–94.
- Roqueplo, P. (1983). *El reparto del saber*. Buenos Aires: Gedisa.
- Sánchez, A. (2010). *Introducción a la comunicación escrita de la ciencia*. Veracruz, México: Universidad Veracruzana.
- Trigueros, M., Sánchez A. y Vázquez, E. (1996). Una experiencia de teatro como medio para divulgación de la ciencia, *Ciencia*, 43(4), 310-316.
- UNESCO (2011). *Les défis de l'enseignement des mathématiques dans l'éducation de base*. Paris: UNESCO. <http://unesdoc.unesco.org/images/0019/001917/191776F.pdf>