



## Los usos del conocimiento matemático en un escenario de educación no formal

Plácido **Hernández** Sánchez  
Universidad Autónoma de Zacatecas  
Colegio de Bachilleres del Estado de Zacatecas  
México

[placidohernan@gmail.com](mailto:placidohernan@gmail.com)

Gabriela **Buendía** Abalos  
Colegio Mexicano de Matemática Educativa  
México

[buendia@hotmail.com](mailto:buendia@hotmail.com)

### Resumen

En este trabajo analizamos cómo se usa el conocimiento matemático en un escenario de educación no formal. Para realizar esta investigación hemos propiciado intencionalmente una interacción en tiempo real entre un grupo humano y el fenómeno periódico del movimiento de los satélites de Júpiter para evidenciar los usos de lo periódico a través de sus funcionamientos y formas con base en una epistemología de prácticas para la periodicidad. Reportamos evidencias de formas y funcionamientos de lo periódico en un integrante del grupo analizado. También parecieran manifestarse el uso euleriano de lo periódico. Los hallazgos sugieren que el conocimiento matemático se está resignificando.

*Palabras clave:* uso, educación no formal, funcionamientos, formas, epistemología de prácticas, lo periódico, uso euleriano, resignificación.

### Introducción

Diversos organismos internacionales reconocen que los salones de clase son ambientes limitados y que los programas escolares de ciencia deben ser llevados más allá de las paredes de la escuela (NRC, 1996); que las experiencias fuera del salón de clase apoyan y dan forma a los conocimientos científicos que los estudiantes traen al aula (NRC, 2007); que la educación científica no formal complementa (Barbeau y Taylor, 2009; UNESCO (2011)), suplementa,

profundiza y mejora las clases de ciencia en la escuela (NSTA, 2001). El (NRC, 2009) subraya que el aprendizaje de la ciencia sucede en contextos no formales y que es importante entender qué sucede allí con el conocimiento científico.

Dentro y fuera de la escuela, la ciencia tiene propósitos sociales específicos que buscan hacerla funcional poniendo en relieve sus significados y usos sociales. 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 cómo se usan estos procesos para resolver problemas (Laugksch, 2000). Esto centra nuestro interés no en cómo aprende un ciudadano, sino en cómo usa su conocimiento científico.

### **La problemática**

A partir del reconocimiento del potencial educativo de los espacios de educación no formal se ha emprendido una búsqueda para entender qué ocurre con el aprendizaje en esos escenarios. Para ello ha sido necesario fijar una postura respecto a la noción de aprendizaje y exhibir herramientas para medirlo. Esto genera una problemática peculiar pues en primer lugar revela que el aprendizaje no formal ha sido difícil de definir y de medir (Cox-Petersen, Marsh, Kisiel, Melber, 2003).

Posiblemente la negación así como la dificultad para medir el aprendizaje ha incidido en una escasez de estudios en ambientes de educación no formal. Roqueplo (1983) aseveró que no es posible establecer condiciones para el aprendizaje no formal y Trigueros y Sánchez (1996) estuvieron convencidos de que los espacios no formales eran para que el público disfrutara de la ciencia y que no habían sido diseñados para que la gente aprendiera. Pensaban ellos: es posible que se aprenda, pero su fin no es tal. Aunado a esta problemática está el carácter polisémico del aprendizaje.

### **El marco teórico**

Buscando entonces cómo analizar el papel del conocimiento matemático en escenarios de educación no formal, requerimos un marco de referencia que nos permita considerar no sólo la adquisición del objeto matemático. Esto es cómo se construye, cómo se aprende, cómo se logra ese objeto. Proponemos considerar las epistemologías de naturaleza social propuestas bajo la perspectiva socioepistemológica en las que la matemática adquiere sentido y significación a partir de las prácticas en la que se involucra el ser humano al hacer matemáticas (Buendía y Cordero, 2005). Esto ha permitido develar el por qué se hace lo que se hace con respecto al conocimiento matemático y el centro está en considerar las prácticas sociales epistemológicamente relacionadas con la generación de dicho objeto, de donde se deriva la importancia del uso del conocimiento (Cantoral y Farfán, 2003; 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 y que cuando se usa va adquiriendo y desarrollando diferentes formas y funcionamientos acorde a las situaciones particulares que el humano vaya enfrentando (Cordero, 2008; Cordero, Cen y Suárez, 2010; Buendía, 2012). De ahí entonces, la noción de uso desarrollada bajo esta visión teórica nos puede permitir analizar el saber matemático –entendido ahora como un conocimiento en uso- en un escenario de educación no formal, por ejemplo un museo de ciencias.

En un espacio de educación no formal pareciera que no tiene sentido la idea de que los ciudadanos entiendan las nociones matemática como en la escuela o si saben demostrarlas o aplicarlas, pues no existe sanción ni evaluación sobre la integración rigurosa de los conocimientos o sobre la construcción de los mismos (Briseño, 2013; Guisasola y Morentín, 2007).

Ante ello, el interés de esta investigación es analizar cómo un sujeto usa el conocimiento matemático en un escenario de educación no formal. 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.

Para realizar esta investigación, nos centramos en el caso de los fenómenos y situaciones periódicas ya que la periodicidad es una propiedad que resulta familiar para cualquier individuo pues forma parte de su vida cotidiana y, en particular, es muy común en un escenario de educación no formal. Así, la investigación se enfoca en ver cómo se usa la periodicidad en un ambiente de educación no formal.

### **Usos, funcionamientos y formas**

Por forma entenderemos cómo actúa el sujeto sobre lo periódico, es decir, cómo percibe lo periódico y sus elementos constituyentes. Por funcionamiento, se entenderá para qué le sirve al sujeto lo periódico, de qué manera le está funcionando en una situación específica. Esta investigación da cuenta de cómo se usa la periodicidad en un escenario de educación no formal evidenciando los diferentes funcionamientos y formas de lo periódico cuando un trabajador de un museo de ciencias –un escenario de educación no formal- se confronta ante el movimiento de los satélites de Júpiter. *Lo periódico* lo entenderemos como todo aquello que tiene que ver con el reconocimiento significativo de la periodicidad y no sólo con la estructuración lógica relativa a la aplicación o reconocimiento de una propiedad. Y por resignificación entenderemos los usos situacionales del conocimiento matemático.

### **Metodología**

Proponemos una actividad con un grupo personas que trabajan en el Centro Interactivo de Ciencia y Tecnología de Zacatecas (Zigzag). El objetivo de este reporte es analizar las formas y funcionamientos de lo periódico que se manifiestan cuando un sujeto interactúa durante la observación -intencionalmente propuesta- de Júpiter y de cuatro de sus satélites.

El sujeto con el que se trabajó es uno de los -llamados Expertos- que son personas con experiencia en astronomía observacional y trabajan en el museo como responsables de la sala de astronomía. Una de sus actividades básicas es seleccionar y capacitar a los guías en el manejo de las exhibiciones que constituyen la sala de astronomía así como para poner en marcha los talleres científicos. El resto del grupo experimental son guías del museo que se irán integrando; son estudiantes de diversos niveles educativos que voluntariamente asisten al museo para formarse como tal.

La actividad general consta de un estudio prospectivo astrofotográfico de las lunas de Júpiter, la colecta de datos que captura fotográficamente a Júpiter con sus lunas y finalmente la interacción entre el sujeto y la base de datos para rastrear los usos de lo periódico en un escenario de educación no formal.

A lo largo de la actividad hemos seleccionado episodios para explorar las diferentes formas

y funcionamientos de lo periódico. Estos episodios los hemos caracterizado como un conjunto de sucesos conflictivos, identificables y con capacidad de ser aislados con fines de análisis. En cada uno podemos identificar formas y funcionamientos de lo periódico.

En este escrito, consideramos solamente un episodio que llamaremos ¿Quién es quién? cuyo protagonista es uno de los expertos, este episodio ocurre en el seno de la primera parte de la actividad general. Evidenciaremos los funcionamientos y formas que se manifiestan cuando el experto identifica el satélite más alejado del planeta Joviano.

### El episodio 1. ¿Quién es quién?

Para Pedro, como el experto que guía toda la actividad, resulta imprescindible distinguir a los satélites en las astrofotografías. Alejándose del trabajo que están realizando los otros expertos, simula con el software Stellarium<sup>1</sup> que observa a Júpiter durante dieciocho noches a la misma hora, captura la imagen correspondiente a cada noche y las compara con las astrofotografías de la base de datos. Arregla las imágenes obtenidas en tiempo real y coloca la primera imagen en el primer renglón, la segunda imagen en el segundo renglón y así sucesivamente hasta distribuir las dieciocho imágenes en una columna, cuidando que los círculos más grandes que representan a Júpiter, queden alineados; el resto de los puntos son los satélites.

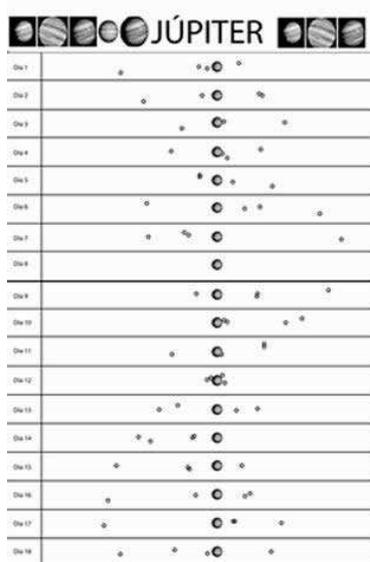


Figura 1. Dieciocho fotografías del planeta y sus satélites alineadas con base en Júpiter.

Tomando como base el arreglo de imágenes, Pedro realiza una proyección de las fotografías por medio de un cañón y empleando como pantalla papel cuadriculado, marca sobre este las imágenes proyectadas y separa con líneas horizontales cada fotografía tomada consecutivamente durante 18 noches. El objetivo es realizar un análisis autorreflexivo sobre el comportamiento de los satélites.

**Usos de lo periódico.** Cuando el experto arregla las 18 fotografías, la forma de uso de lo periódico se manifiesta a través de la identificación de una unidad de análisis. Su referente es su conocimiento institucional que le sugiere que el periodo del satélite más alejado del planeta

<sup>1</sup>Un software que simula en tiempo real la cinemática de los cuerpos celestes.

Júpiter es de un poco más de 17 días. Esta es una forma de uso de lo periódico que le funciona al experto para visualizar un comportamiento regular del satélite más lejano, para identificar los puntos en los cuales el satélite se repite y de allí estimar el periodo y para identificar al satélite más lejano. Al comparar el arreglo de Pedro con el arreglo de Euler, cuando el experto decide alinear las fotografías respecto a Júpiter pareciera emerger un uso de tipo euleriano si comparamos la línea formada por la secuencia de planetas con el eje de simetría de Euler  $A^4A^{-4}$ .

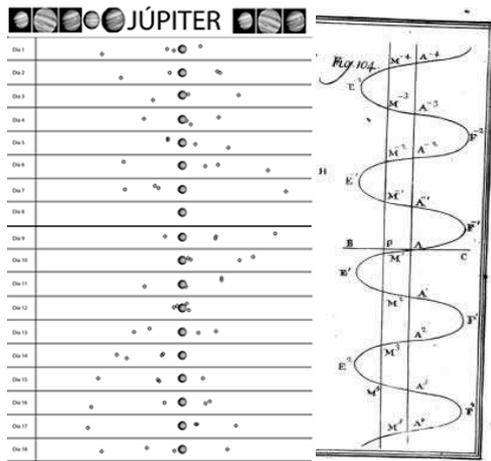


Figura 2. Manifestación del uso euleriano de lo periódico.

Para empezar a develar en detalle las formas y funcionamientos de lo periódico que emergen alrededor de la unidad de análisis, el investigador de manera intencional le plantea la primera pregunta al experto tratando de visualizar el origen de la idea de organizar las fotografías una tras otra.

Investigador: Ahora platíqueme cómo se le ocurrió esta secuencia. ¿De dónde sacó que había que colocar las fotografías una bajo la otra?

Pedro: Pues intentaba hacer una especie de [pausa] de proyección en el tiempo para ver cómo cambiaba la configuración de las lunas de un día para otro [pausa] entonces [pausa] primero pensé en hacer un video, sacar las fotos y pasarlas como video [mueve su mano izquierda simulando el paso continuo de las fotografías] pero no tenía las herramientas en la computadora para hacerlo [pausa] entonces otra forma de visualizarlo era poner una detrás de la otra [...].

### El experto percibe un comportamiento repetitivo

El experto continúa su monólogo en torno a la forma de arreglar las astrofotografías tratando de percibir algún patrón de regularidad en estas.

Pedro: [pausa] Ver qué pasaba [segmento inaudible] ser yo el que se moviera y que no fueran los dibujos. Así podía ver este, este, este [pausa] [y señala los satélites empezando con el más alejado del planeta en la fotografía del día uno]. Y cuando lo hice ya me di cuenta de algunas cosas muy interesantes como esta curva.

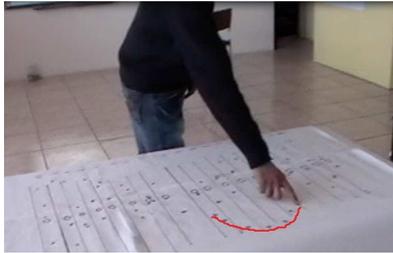


Figura 3. El experto identifica un comportamiento global del satélite más alejado.

**Usos de lo periódico.** La manera en que el experto habla de la curva manifiesta una perspectiva visual ante el arreglo de astrofotografías. La forma de uso de lo periódico se manifiesta en el experto cuando él habla de que un golpe de vista le llevó a descubrir una curva interesante es decir, él identifica un comportamiento periódico de los satélites sin aludir a la definición rigurosa de periodicidad. Este es un momento importante en la epistemología que estamos construyendo pues muestra que la práctica antecede al concepto.

En este momento de autorreflexión la forma de uso se manifiesta cuando el experto desliza su dedo en un trozo de la curva, es decir, el experto no visualiza toda la curva. Más bien está visualizando un trozo de la curva. La primera reacción del experto es a nivel local. No obstante pareciera que hay una visión global en el experto pues lo que realmente detecta es una unidad de análisis, es decir la curva completa. Cuando identifica la unidad de análisis pareciera manifestarse una perspectiva global de los datos. Por otro lado, pareciera estar emergiendo un uso euleriano de lo periódico cuando el experto señala el trozo de la curva y asegura que se repite. Esta manifestación de uso es muy parecida a lo que plantea Euler cuando señala los máximos de la curva.

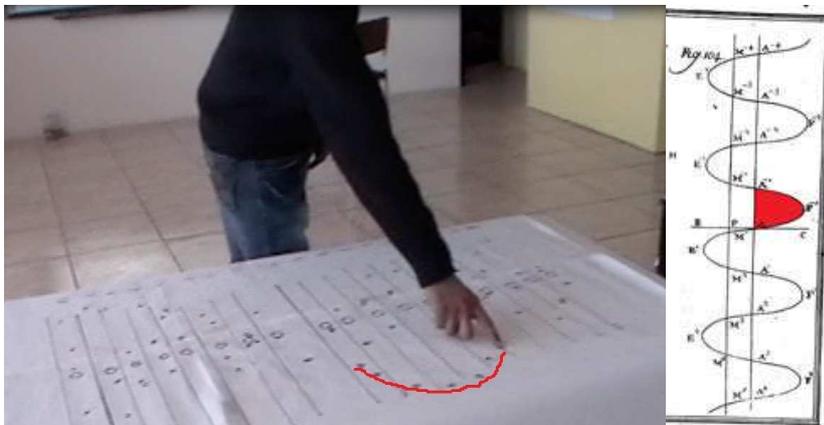


Figura 4. Manifestación del uso euleriano de lo periódico.

La manera en que mueve sus manos pareciera indicar que con la distribución propuesta para el acomodo de fotografías detecta un patrón regular de comportamiento del satélite más alejado. Es decir, antes de hacer referencia al objeto periodicidad realiza un acto propio de la actividad humana, percibe y despliega con sus sentidos el comportamiento regular que califica al satélite más alejado del planeta.

Por otro lado, hasta este momento no hay un argumento que indique que se trata del mismo satélite. Él reconoce que es un golpe de vista, es un golpe intuitivo que activa el aspecto afectivo – el interés- que lo impulsará a un análisis exhaustivo de este comportamiento hasta identificar

los satélites y calcular sus periodos; he allí el primer funcionamiento.

Pero, ¿cómo le funciona esta forma de uso? El siguiente segmento evidencia que esta forma de uso le permite al experto iniciar la identificación del satélite más alejado:

Pedro: La curva de allí ya me dio la idea de que esta podría tratarse de la misma luna.



Figura 5. El comportamiento de la curva le funciona al experto para identificar intuitivamente el primer satélite.

Entrevistador: ¿Y por qué tendría que tratarse de la misma luna?

Pedro: No, no, no, no tendría todavía, no tendría ninguna prueba, pero se me ocurrió que podría ser la misma porque era un avance muy suave, parece ser la misma; entonces viendo esto y siguiendo una curva más o menos del mismo estilo, aquí se encuentra otra [Con su dedo sigue el rastro de los puntos unidos por la línea].

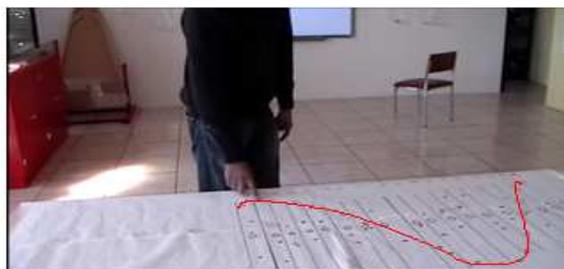


Figura 6. Identificando una unidad de análisis

Entrevistador: ¿Es la misma?

Pedro: Eso es ya lo que se intenta probar. Pero esa es nada más la primera intuición [pausa] la primera intuición.

**Usos de lo periódico.** La forma de uso de lo periódico se manifiesta a través de la identificación de un patrón de repetición puntual. Si bien hasta este momento es una visión meramente intuitiva como reconoce él, es una forma de uso donde los sentidos juegan un papel fundamental para su identificación, lo cual no le resta importancia. El menciona que “podría ser la misma”, “parece ser la misma”, “del mismo estilo”; este encadenamiento de afirmaciones que evidencian el reconocimiento de un patrón repetitivo culmina en la detección de una unidad de análisis cuando el experto menciona “aquí se encuentra otra”. Detectada una primera unidad de análisis busca su repetición. Esta forma de uso le funciona al experto para una identificación intuitiva del satélite más alejado del disco joviano.

### Hacia un análisis menos sensorial y más analítico

El experto no ha quedado conforme con el análisis intuitivo realizado al planeta más lejano. Ahora emprende un análisis más analítico.

Pedro: Entonces ya lo que se me ocurre para empezar a clasificar es ver su distancia, el máximo alejamiento al que yo pueda tener a partir de Júpiter. Entonces veo aquí un alejamiento que es de los máximos. Y señala el alejamiento a partir de Júpiter al satélite.



Figura 7. El máximo alejamiento del satélite es una forma de uso.

**Usos de lo periódico.** Una vez que el experto detecta un comportamiento regular del satélite más alejado del planeta, se dirige hacia un análisis local. La curva que representa el comportamiento regular del satélite presenta ciertos máximos, esta forma de uso de lo periódico es más fina pues implica poner en juego la noción de estimación para evidenciar en qué punto podría el satélite estar en su máximo alejamiento. La estimación como forma de uso tiene sentido porque se captó una fotografías por día, lo que lleva a una estimación burda del máximo alejamiento, sin embargo esta forma de uso sigue funcionando para clasificar los cuerpos que rodean al planeta. Cuando el experto reconoce un alejamiento máximo del satélite pareciera estarse manifestando el uso euleriano de lo periódico al comparar el máximo de Pedro con la propuesta de Euler relativa al diámetro BC de la curva.

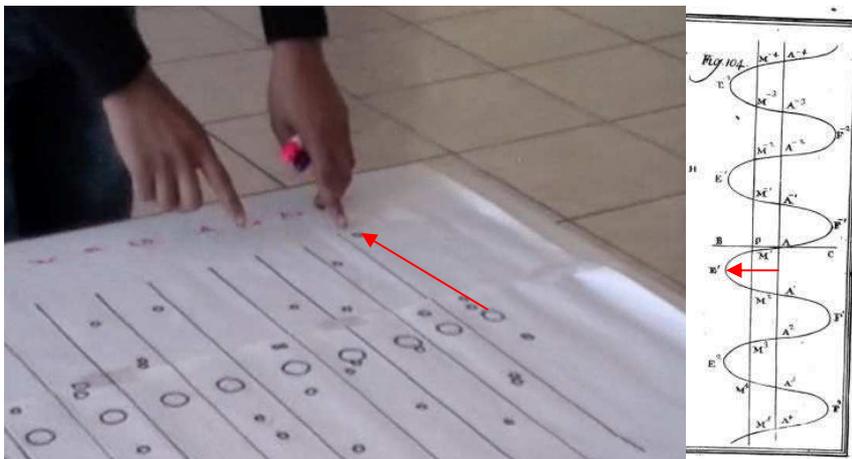


Figura 8. Manifestación del uso euleriano de lo periódico

Se manifiesta la unidad de análisis como forma de uso de lo periódico cuando Pedro reflexiona:

Pedro: [Segmento inaudible] [pausa] pero en el día dieciocho.



Figura 9. El día dieciocho es una unidad de análisis

- Entrevistador: ¿Y por qué en el día dieciocho?
- Pedro: Hasta ese día tomamos su frecuencia.
- Entrevistador: ¿Pero por qué justamente el día dieciocho?
- Pedro: Bueno, nos detuvimos hasta allí porque fueron los días que observó Galileo.
- Entrevistador: ¡Ah! Entonces usted está haciendo referencia al texto de Galileo.
- Pedro: ¡Sí!

**Usos de lo periódico.** La forma de uso de lo periódico es la unidad de análisis institucional de dieciocho días para el satélite más alejado. Una mirada al comportamiento del satélite le permite al experto verificar que en efecto, el satélite más alejado repite su posición el día dieciocho, lo cual concuerda con su conocimiento institucional sobre el periodo del satélite más alejado. Esta forma de uso le funciona al experto como una herramienta para identificar al satélite en cuestión.

### Optimizando la unidad de análisis

Entrevistador: ¿Podríamos dar alguna razón de este día dieciocho sin recurrir a Galileo con base en ese comportamiento que acaba de sugerir?

Pedro: [pausa] [Camina pensativo de extremo a extremo de la mesa donde yace la secuencia de fotografías]. ¡Mmmh! Lo puedo dar pero ya sería con base en el resultado. [Se queda meditando momentáneamente]. Lo podemos hacer haciendo un análisis de menos días y dándonos cuenta de que es insuficiente para sacar algunos periodos. Señala el rango comprendido entre el día uno y el día siete.



Figura 10. Buscando una unidad de análisis mínima.

Pedro: Entonces lo alargamos un poco, y nos damos cuenta de que el día diecisiete o dieciocho, eso es suficiente para sacar los periodos de todas las lunas.

Entrevistador: ¿Y por qué es suficiente?

- Pedro: Porque ya aparecen todos los periodos. Y señala el dibujo completo.
- Entrevistador: ¡No entiendo!
- Pedro: ¡Mmmh!
- Entrevistador: ¿Cómo que aparecen todos los periodos?
- Pedro: Si, ya es posible calcularlos todos.
- Entrevistador: ¿Pero por qué ya es posible calcularlos todos?

Pedro: ¡No!, ¡No!, ¡No! por eso digo hasta ahorita no tengo una razón. Más bien es el trabajo que ya hemos hecho. Sin [segmento inaudible] referirse a Galileo. Si lo hacemos con diez días y no es suficiente aún, lo hacemos con catorce y no es suficiente todavía.

Entrevistador: Pero, ¿Hay alguna razón de fondo? [pausa] Intuitiva, no importa.

Pedro: ¡Mmmh! [Se queda meditando, pausa larga, se aleja del dibujo y vuelve a observar]. ¿Intuitiva? Yo creo que si lo hubiéramos hecho, tendríamos que haberlo hecho por más días. Veintitres, veinticuatro, para ver [pausa] para que fueran más evidentes los patrones.

Entrevistador: ¿Y qué patrón buscaríamos?

Pedro: Esta curva. Y señala la sucesión de puntos que forma la curva.

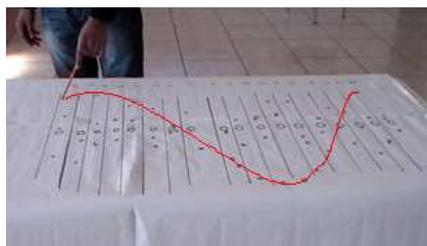


Figura 11. Identificando una unidad de análisis con base en el comportamiento regular del satélite

**Usos de lo periódico.** Cuando Pedro propone dieciocho como unidad de análisis, él dice que no puede desprenderse del conocimiento institucionalizado. Pareciera que en su mente se grabó la unidad de análisis institucional. Esa imagen no se desvanece ni cuando interacciona con las fotografías. Pareciera más bien que sucede una resignificación de la unidad de análisis. El experto conoce y acepta los resultados de Galileo, ha aceptado el conocimiento institucional sin cuestionarlo. Sin embargo, al interactuar con las fotografías este conocimiento es resignificado pues el experto ha encontrado en principio de dónde proviene ese conocimiento, cuando verifica que el satélite se repite el día dieciocho. El conocimiento institucional adquiere un sentido que no tenía antes y decimos que el conocimiento se está resignificando.

### Discusión

La puesta en marcha de la práctica social de la predicción mediante una situación experimental intencional hace que emerja la pregunta ¿Quién es quién? y con ella la manifestación de usos de lo periódico en un escenario de educación no formal. A su vez estos usos de lo periódico se hacen visibles a través de formas y funcionamientos concretos. El comportamiento repetitivo de los satélites, la identificación de una unidad de análisis, la simetría y la velocidad de los satélites son las formas de uso de lo periódico que son develadas cuando el experto trata de responder la pregunta ¿Quién es quién? Estas formas de uso de lo periódico le

funcionan al experto para identificar y calcular los periodos de cada uno de los satélites. La situación intencional es propia de un escenario de educación no formal y por tanto los usos de lo periódico son propios de este contexto. Además, pareciera evidenciarse un uso euleriano de lo periódico. A lo largo de la actividad pareciera haber un desarrollo de usos de lo periódico, lo cual nos hace pensar en una resignificación del conocimiento matemático.

### Conclusión

Hemos dado cuenta parcialmente de cómo se usa la periodicidad en un escenario de educación no formal cuando se pone en marcha de manera intencional la práctica de la predicción mediante la actividad del movimiento periódico de los satélites de Júpiter. Hemos encontrado evidencia de que se manifiestan formas y funcionamientos de lo periódico así como el uso euleriano que nos llevan a sugerir que el uso del conocimiento matemático se está resignificando.

Si bien es cierto que solo hemos analizado un episodio y a un sujeto, para lograrlo la metodología ha sido fundamental. Consideramos que esta metodología constituyó el hilo conductor que nos guió para develar parcialmente las formas y funcionamientos de lo periódico en un escenario de educación no formal. Pareciera que estos esquemas son una contribución científica importante que podría facilitar la búsqueda de evidencias del uso del conocimiento matemático en un escenario de educación no formal y por ende del robustecimiento de la Teoría Socioepistemológica de la Matemática Educativa. En estos esquemas se amalgaman el grupo humano, su conocimiento científico institucional, una situación desafiante y un escenario de educación no formal. Esta amalgama podría ser caldo de cultivo para propiciar el surgimiento de formas y funcionamientos de lo periódico a través de herramientas específicas para la resignificación del conocimiento. En el episodio analizado se propone una estrategia concreta para dar cuenta de cómo se usa el conocimiento en la situación que proponemos. Nada podemos afirmar respecto a los usos de lo periódico manifestados por el grueso del grupo que inicialmente nos propusimos estudiar. El tiempo y sus condiciones de permanencia en el museo nos impidieron explorar las formas y funcionamientos de lo periódico con ellos. La manifestación de usos de lo periódico en el grueso del grupo así como en usuarios de museos de ciencia o de otros ambientes de enseñanza no formal será otra historia.

### Referencias y bibliografía

- Barbeau, E., & Taylor, P. (2009). *Challenging Mathematics In and Beyond the Classroom: The 16th ICMI Study*. New York: Springer
- Buendía, G., & 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. (2012). El uso de las gráficas cartesianas. Un estudio con profesores. *Educación Matemática*, 24(2), 9-35.
- Briseño-Garzón, A. (2013). More than science: family learning in a Mexican science museum. *Cultural Studies of Science Education*, 1-21.
- Cantoral, R., & Farfán, R. (2003). Matemática Educativa: Una visión de su evolución. *Revista Latinoamericana de Matemática Educativa*, 6(1), 27-40.
- 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. (2008). El uso de las gráficas en el discurso del cálculo escolar. Una visión socioepistemológica. En R. Cantoral, O. Covián, R. M. Farfán, J. Lezama, & A. Romo (Eds.), *Investigaciones sobre enseñanza y aprendizaje de las matemáticas: Un reporte Iberoamericano* (pp. 285-309). Comité Latinoamericano de Matemática Educativa. A. C. y Díaz de Santos S.A.
- Cordero, F., Cen, C., & Suárez, L. (2010). Los funcionamientos y formas de las gráficas en los libros de texto: una práctica institucional en el Bachillerato. *Revista Latinoamericana de Matemática Educativa*, 13(2), 187-214.
- Cox-Petersen, A. M., Marsh, D. D., Kisiel, J., & Melber, L. M. (2003). Investigation of guided school tours, student learning, and science reform recommendations at a museum of natural history. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(2), 200-218.
- Guisasola, J., & 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.
- Laugsch, R. (2000). Scientific literacy: A conceptual overview. *ScienceEducation*, 84, 71-94.
- Lave, J. (1988). *Cognition in practice: Mind, mathematics, and culture in everyday life*. Cambridge: Cambridge University Press.
- National Research Council. (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council. (2007). *Ready, set, science!: Putting research to work in K-8 science classrooms*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council. (2009). *Learning science in informal environments: People, places, and pursuits*. Washington, DC: The National Academies Press.
- National Science Teachers Association. (1998). NSTA position statement on informal National Science Teachers Association. (2001). An NSTA position statement on informal science education. In P. Katz (Ed.), *Community Connections for Science Education* (pp. ix xi). Arlington, VA: NSTA Press.
- Roqueplo, P. (1983). *El reparto del saber*. Buenos Aires: Gedisa.
- Trigueros, M., Sánchez A., & 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>