



## Usos de la periodicidad en ambientes de divulgación

Plácido Hernández Sánchez  
Universidad Autónoma de Zacatecas  
México  
[placidohernan@gmail.com](mailto:placidohernan@gmail.com)  
Gabriela Buendía Abalos  
CICATA-IPN  
México  
[buendia@hotmail.com](mailto:buendia@hotmail.com)

### Resumen

En la actualidad hay un predominio de una sociedad carente de alfabetización científica. El hecho anterior, aunado a una mala interpretación del aprendizaje en los Museos de Ciencia, motiva a la búsqueda de alternativas que contribuyan a resolver esta problemática tratando de entender cómo se usa la periodicidad en un ambiente de divulgación de la ciencia. Reconociendo que uno de los pilares en que descansa la divulgación de la ciencia son los centros interactivos de ciencia y tecnología. La siguiente es una reseña de una investigación para responder las preguntas ¿Cómo usan los visitantes la periodicidad en un Museo de Ciencias? ¿Los tres momentos de uso identificados por Buendía (2010) viven en un Museo de Ciencias? Para lo cual proponemos reinterpretar los tres momentos de uso identificados y caracterizados por Buendía (2010), tomar los elementos que sean factibles de reproducción, reinterpretarlos y reproducirlos en un escenario de divulgación a través de tareas específicas.

*Palabras clave:* uso, divulgación, periodicidad, momentos de uso, alfabetización científica.

### Introducción

A partir del lanzamiento del *Sputnik* en 1957 por la Unión Soviética, Estados Unidos reconoce la importancia de la enseñanza de la ciencia y la tecnología. La nación se embarcó no sólo en la construcción de cohetes, sino que también inició una gran campaña de educación científica que generaría un semillero de científicos. Paralelamente a este acontecimiento, era natural que, como parte de esta campaña de educación científica, hubiera una metamorfosis de los museos tratando de convertirlos en centros de alfabetización científica, que contribuyeran a educar científicamente a la ciudadanía. Como aseguran (Hartz y Chappel, 2001) hay muchas evidencias que sugieren que más de la mitad de lo que se aprende sobre ciencia, y de lo que se aprende sobre cualquier cosa, proviene de fuentes

externas a la escuela, de la llamada técnicamente educación informal; por eso estamos interesados en enfatizar el rol que los Museos de Ciencias empezaron a jugar en la enseñanza de la ciencia en ese contexto histórico.

Por ello conviene sacar a colación lo que Weihsing (1998) afirma: que en la década de los 60 Michel Spock revoluciona la experiencia de los museos tradicionales y propone un ambiente lúdico propio para el aprendizaje a través de exhibiciones donde los niños pueden interactuar, experimentar y seguir su curiosidad innata. De esta manera nacen los Museos de Ciencia, con un objetivo claro: fungir como mediadores llevando el saber de los científicos a la ciudadanía. El punto es que a la fecha, esta alfabetización no se ha logrado, como se demuestra a lo largo de este escrito.

Lo que es más, la ciencia nos ha inundado con sus productos tecnológicos y nos ha convertido paulatinamente en una sociedad usuaria de cajas negras. Somos una sociedad de tocar y encender, no de entender. A medida que la ciencia avanza, cada vez es más difícil acceder al interior de los artefactos tecnológicos y más aún entender cómo funcionan. Nos hemos convertido en una sociedad de cambiar chips, tocar botones, deslizar los dedos sobre una pantalla para tomar fotografías, escuchar música, enviar mensajes o comunicarnos con otras personas; sin saber los principios científicos que hacen posible estas acciones. Los científicos nos han inundado con los productos de su saber pero no con su saber. Y eso causa un problema, como dice Sagan “No entender la ciencia deja al individuo vulnerable”.

Actualmente existe un divorcio entre los científicos y la sociedad y esto se debe a que la sociedad acostumbró a los científicos a recibir financiamiento sin preguntas, por lo que los investigadores nunca se vieron en la necesidad de dar explicaciones de su trabajo al público. El resultado es claro: una sociedad ávida de productos tecnológicos que cada vez entiende menos los principios de la ciencia y la tecnología.

### **Problemática Mundial**

Los síntomas de la ruptura entre los que generan el saber y el público ya se hacen notar. Por ejemplo, (Hartz y Chappell, 2001) afirman que “Hoy día, 40% de los estadounidenses de octavo grado (segundo de secundaria) carecen de las más elementales habilidades en matemáticas”, lo cual no es exclusivo de este país. Por ejemplo, en el examen Pisa (2009) aplicado por la OCDE; México ocupó el lugar 48 entre 65 países. Muchos estadounidenses adultos y algunos estudiantes universitarios zacatecanos no saben que el movimiento de la tierra alrededor del sol dura un año.

Un síntoma de la existencia de un analfabetismo científico social se traduce en el interés decreciente de los jóvenes para seguir carreras científicas. Como dijo Carl Sagan: “Los niños nacen como científicos naturales, preguntando cuestiones muy profundas. En preparatoria se desaniman y se vuelven indiferentes. Algo terrible ha pasado entre el primero y doceavo grados. Creo que los maestros y los padres desalientan a los niños para que hagan preguntas profundas. Lo más importante que podemos hacer es impulsar su curiosidad y su imaginación mientras desarrollamos su sensibilidad crítica.”

Algunas explicaciones al problema del vocacionamiento científico, sugieren que frecuentemente los maestros transmiten al niño su propio miedo e incertidumbre sobre la ciencia. Algunos científicos están de acuerdo con Sagan y sugieren dos razones por las que las personas no llegan a ser científicos: los padres y los maestros. Unos más afirman que las escuelas han hecho un trabajo increíblemente pobre con respecto a la educación científica. Y la explicación que proponen es que pocos maestros de ciencias son excelentes.

De aquí que frases como: “El deprimente estado de la educación científica genera un deprimente estado de la comprensión general” o “El desmantelamiento del sistema de educación pública ha reducido a nada la enseñanza de las ciencias” nos parezcan apropiadas para evidenciar la existencia de una problemática en torno a la enseñanza de las ciencias, que evolucionó en cincuenta años y hoy se muestra en una pobre comprensión de la ciencia por los ciudadanos.

(Hartz y Chappell, 2001) sugieren que este problema empieza en la escuela. Como evidenciaron la NSF<sup>1</sup>, la Fundación Rockefeller y la Corporación Carnegie: En Estados Unidos muchos profesores de matemáticas y ciencias han tenido muy poco entrenamiento en matemáticas y en ciencia. Particularmente los estudiantes de los grados elementales y medios. En 1993 menos del 4% de los maestros de matemáticas y ciencia de los grados elementales se especializaron en matemáticas o en enseñanza de las ciencias. Sólo 11% de los maestros de matemáticas del grado medio y 21 % de los maestros en ciencia se especializaron en sus áreas de enseñanza. Cerca de la cuarta parte de los maestros de preparatoria carecen de entrenamiento profesional en sus temas básicos; cerca del 40% de los maestros de matemáticas no están totalmente calificados para su tarea.

Otros problemas que los investigadores antes citados ponen sobre la mesa de discusión es que en los Estados Unidos, más de cuarenta estados permiten a los distritos emplear a maestros que no cubren los requisitos básicos, que muchos estados ponen mayor atención a la calificación de los veterinarios que tratan a los perros y a los gatos estadounidenses; que a la de quienes están educando a los niños y jóvenes de la nación; que dos análisis que se hicieron en el año 1997 arrojaron que los temas educativos en los noticieros locales constituyeron el 1.7% y el 2% respectivamente. Que en Estados Unidos tratan de superarse los problemas con cantidad en vez de calidad. Que los estudiantes estadounidenses dan sólo un vistazo a muchos tópicos, pero logran poca profundidad, además, el año escolar en los Estados Unidos es más corto respecto a otros países. Esto no nos parece lejano a lo que pasa en México.

Una alternativa mundial que hace intentos por contribuir a la alfabetización científica de la ciudadanía son los Museos de Ciencia, cuya evolución conduce a que en 1974 Canadá y Estados Unidos propongan que lo primordial en un Museo sea el aprendizaje. Así, muchos investigadores emprenden una serie trabajos con el objetivo de analizar la naturaleza del aprendizaje y el impacto a largo plazo de las visitas en los Museos y Centros de Ciencia. De manera que tratando de alcanzar este objetivo y reconocida la importancia de los museos en la enseñanza de las ciencias, estos investigadores se han planteado las siguientes preguntas: ¿Hasta qué punto se logran los objetivos de aprendizaje previstos en las visitas escolares a un Museo de Ciencias? ¿En qué medida el cambio de contexto influye en el aprendizaje de los estudiantes? ¿Qué características debe cumplir una enseñanza de las ciencias eficaz en un Museo de Ciencias?

Nosotros podemos agregar otra pregunta, la cual puede considerarse como antecedente de este proyecto de investigación: Esta pregunta surge desde el año 2001 en que iniciamos un proyecto de divulgación de las matemáticas denominado Museo Interactivo e Itinerante de Matemáticas en Zacatecas (MIIMaZ) el cual evolucionó hasta originar el Centro de Ciencias de Zacatecas. Diez años de observación empírica en estos escenarios nos han llevado a plantear la pregunta ¿Qué se aprende en un Museo de Ciencias? Aclaramos que esta pregunta es lo que motivó esta investigación, no obstante que nuestro objetivo no sea responderla.

### **Problemática sobre las investigaciones en torno al aprendizaje en los Museos de Ciencias**

---

<sup>1</sup> National Science Foundation

Después de revisar algunas investigaciones en torno al aprendizaje en Museos de Ciencias notamos un objetivo común en ellas: investigar qué y cómo aprenden los visitantes en los Museos de Ciencias (Lucas et al., 1986; Feher y Rice, 1992; Tuckey, 1992; Gilbert y Priest, 1997; Griffin y Symington, 1997; Tal et al., 2005; Talisayon et al., 1998; Lucas, 2000; Anderson et al., 2000 y 2003; Henriksen y Jorde, 2001, citados en Guisasola, 2007). De aquí emerge una problemática particular alrededor de las investigaciones en Museos de Ciencias:

1. Los métodos de recolección de datos usados para investigar el aprendizaje formal no son apropiados para investigar el aprendizaje en ambientes no formales (Beetlestone et al., 1998; Orion et al., 1997).
2. No es común encontrar estudios acumulativos y de alto impacto. Y las razones son que la visita a un centro de estas características es una experiencia única para cada visitante, el contexto no debiera ser modificado durante la toma de datos y algunos resultados del aprendizaje cognitivo pueden ocurrir a largo plazo.

Estamos de acuerdo con (Falk y Dierking, 1992, citado en Guisasola, 2007) quienes afirman 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”

Así concluimos que:

1. Es difícil medir un aprendizaje cognitivo, afectivo y psicomotriz como resultado de la visita.
2. Es posible entender el aprendizaje que se da en los MC a la luz de muchas nociones de lo que es el aprendizaje.

Por ello nosotros planteamos en esta investigación el siguiente:

### **Objetivo**

Entender cómo se usa la periodicidad en un ambiente de divulgación de la ciencia.

Y consideramos que para cumplir con este objetivo necesitamos responder las siguientes preguntas de investigación:

¿Cómo usan los visitantes la periodicidad en un Museo de Ciencias?

¿Los tres momentos de uso identificados por Buendía (2010) viven en un Museo de Ciencias?

Para lo cual asumimos que:

Los momentos de uso identificados por Buendía (2010) podrían vivir en los Museos de Ciencias.

### **Tres Postulados**

Para abordar la investigación postulamos lo siguiente:

La noción de uso en esta investigación es la adoptada en Cabañas (2011), como “las formas en que es empleada o adoptada determinada noción en un contexto específico”.

La noción de divulgación que adoptaremos es la que propone Manuel Calvo Hernando y que comprende todo tipo de actividades de ampliación y actualización del conocimiento, con una sola condición: que sean tareas extraescolares, que se encuentren fuera de la enseñanza académica y reglada.

La divulgación nace en el momento en que la comunicación de un hecho científico deja de estar reservada exclusivamente a los propios miembros de la comunidad investigadora o a las

minorías que dominan el poder, la cultura o la economía. En Iberoamérica se habla de “popularización” y hoy está tomando carta de naturaleza la expresión, más amplia y comprensiva, de “comunicación científica pública”.

Sus objetivos son múltiples y en algunos casos, contradictorios, y van desde el conocimiento del universo y del hombre hasta la participación del ciudadano en la política. Según las corrientes actuales en la comunidad científica de los grandes países, la difusión de la ciencia no es una actividad de segunda, ni, por supuesto, una misión imposible. En los últimos años, se ha avanzado en el diseño teórico de una función social de la divulgación al servicio del desarrollo, que no se refiere exclusivamente a los países del Tercer Mundo, sino a la incorporación de estas prácticas a los sistemas de ciencia-tecnología y, en lo posible, su sistematización. Gobiernos y organismos públicos empiezan a asignar hoy un estatuto especial a la divulgación científica, que se considera como la incorporación del espíritu de la ciencia a la cultura nacional y mundial.

Para los autores del libro: *La popularización de la ciencia y la tecnología. Reflexiones básicas*, la popularización es una pirámide que descansa en cuatro componentes: a) Los centros (y exhibiciones) interactivos de ciencia y tecnología. b) Los programas multimedia de popularización del conocimiento. c) Los medios de comunicación masiva: televisión, radio, prensa escrita e Internet. d) La educación formal: el aprendizaje de las ciencias.

El profesor venezolano Antonio Pasquali distingue entre difusión, divulgación, y diseminación: difusión sería el envío de mensajes elaborados en códigos o lenguajes universalmente comprensibles, a la totalidad del universo receptor disponible en una unidad geográfica, sociopolítica, cultural, etc. La divulgación sería el envío de mensajes elaborados mediante la transcodificación de lenguajes crípticos a lenguajes omnicomprensibles, a la totalidad del universo receptor disponible. Finalmente, se entiende por diseminación el envío de mensajes elaborados en lenguajes especializados, a receptores selectivos y restringidos.

Comunicación científica pública es transmitir a la gente, en lenguaje accesible, informaciones científicas y tecnológicas; sus formas son los museos, las conferencias, las bibliotecas, los cursos, las revistas, el cine, la radio, el diario, la TV y el coloquio.

En esta investigación Los Museos de Ciencias serán considerados como ambientes de divulgación.

### **Consideraciones teóricas**

Quienes visitan los Museos de Ciencias evidentemente están inmersos en un contexto social, histórico, cultural e institucional, luego parece natural elegir la teoría socioepistemológica como marco teórico, por su naturaleza sistémica y por el énfasis que pone en modelar el papel de la práctica social en la producción de saber matemático.

La hipótesis planteada nos lleva de manera natural a la necesidad de adoptar como pilar básico de nuestra investigación a la teoría socioepistemológica cuyos elementos esenciales son las prácticas sociales. Situarnos en la socioepistemología como marco teórico nos permitiría una mirada sistémica que incorporaría la tétrada constituida por la epistemología del conocimiento, su dimensión sociocultural, los procesos cognitivos asociados y los procesos de institucionalización vía la enseñanza (Cantoral y Farfán, 1998). Proponemos tomar de esta constructos ya desarrollados tales como los momentos de uso identificados por Buendía (2010).

Afirmamos que nuestra investigación pone en primer plano a tal teoría pues en lo didáctico planteamos la difusión de la propiedad periódica en el discurso matemático escolar no como nos fue enseñada a lo largo de nuestra estancia en la escuela, más bien planteamos que sea difundida como se difunde en escenarios de divulgación.

Por otro lado, con respecto a la dimensión epistemológica, la investigación plantea reinterpretar tres momentos de uso de la periodicidad ubicándolos en los escenarios de los siglos XVII, XVIII y XIX, y no se interesa por mirar a la propiedad periódica como el objeto matemático de estudio, no mira la dualidad periodicidad-funciones trigonométricas ya constituida, más bien le incumbe la constitución social de la periodicidad, le interesa más bien “aquello” que hace que la propiedad periódica sea así y no de otra manera, le interesan las prácticas sociales que hicieron que los grupos humanos hicieran brotar la propiedad periódica y que se manifestara como se manifiesta hoy.

En lo cognitivo, la investigación postula que la periodicidad brotó como consecuencia de procesos normados por las prácticas sociales puestas en marcha por los grupos sociales ubicados en escenarios específicos.

En la dimensión sociocultural aceptamos que la práctica social que norma la construcción del conocimiento matemático en esta época es la práctica de la predicción.

### **Momentos de uso de la periodicidad**

Buendía (2010) distingue diferentes usos de la periodicidad en diversas obras matemáticas representativas. Empleando el uso como en (Cordero y Flores, 2007). Ajustándolo hacia el uso de la periodicidad buscando sus diferentes funcionamientos y formas en las obras matemáticas antiguas que tratan con situaciones, fenómenos, movimientos u objetos matemáticos periódicos.

Las obras matemáticas elegidas por la investigadora se presentan en tres momentos que tienen como punto central el siglo XVIII, argumentando que en esa época, las funciones trigonométricas entran formalmente al análisis y la periodicidad se vuelve una propiedad de este tipo de funciones. Ella considera que el uso de la periodicidad muestra cambios significativos en este momento y analizar lo que ocurre antes y después del siglo XVIII resulta útil para su propuesta. Así propone tres momentos de uso de la periodicidad.

#### **Momento 1: La periodicidad como una propiedad compartida y generalizable**

En este momento el interés supremo es entender la naturaleza y aplicarla al desarrollo científico y las técnicas (inventos, maquinarias, artes mecánicas) son las herramientas que permiten entender este funcionamiento; los fenómenos pueden reproducirse en un laboratorio para ser estudiados. Hooke es un ejemplo concreto que ilustra el uso de la periodicidad bajo este paradigma.

#### **Momento 2: Lo periódico como una propiedad de las funciones trigonométricas**

El paradigma dominante de la época está centrado en la matematización del movimiento, por lo que propiedades como la periodicidad se cuestionan desde esta perspectiva. Lo periódico entonces se constituye en esta época a la luz de diversas formas conceptuales que va tomando la función, en particular las trigonométricas. Toma formas explícitas como  $\sin(2\pi + z) = \sin z$  o  $\cos(2\pi \pm \varphi) = \cos \varphi$  que funcionan dentro de un marco cada vez más analítico para hacer matemáticas. Estas nuevas funciones y formas están ahora siendo potenciadas por la matematización del movimiento, como en la obra de Euler *De novo genere oscillationum* que trata acerca del movimiento de un oscilador armónico dirigido senoidalmente.

#### **Momento 3. La periodicidad y sus variaciones**

Lo periódico en este momento parecería estar constituido por generalizaciones cada vez más abstractas buscando entender y aprovechar las complejidades de movimientos periódicos.

Estas descripciones tienen que tomar en cuenta cómo se relacionan entre sí ya no sólo las variables como tiempo y distancia, sino sus variaciones.

### Metodología

Para abordar la investigación proponemos reinterpretar los tres momentos de uso identificados y caracterizados por Buendía (2010), tomar los elementos que sean factibles de reproducción, reinterpretarlos y reproducirlos en un escenario de divulgación a través de tres tareas como lo ilustra la figura 1.

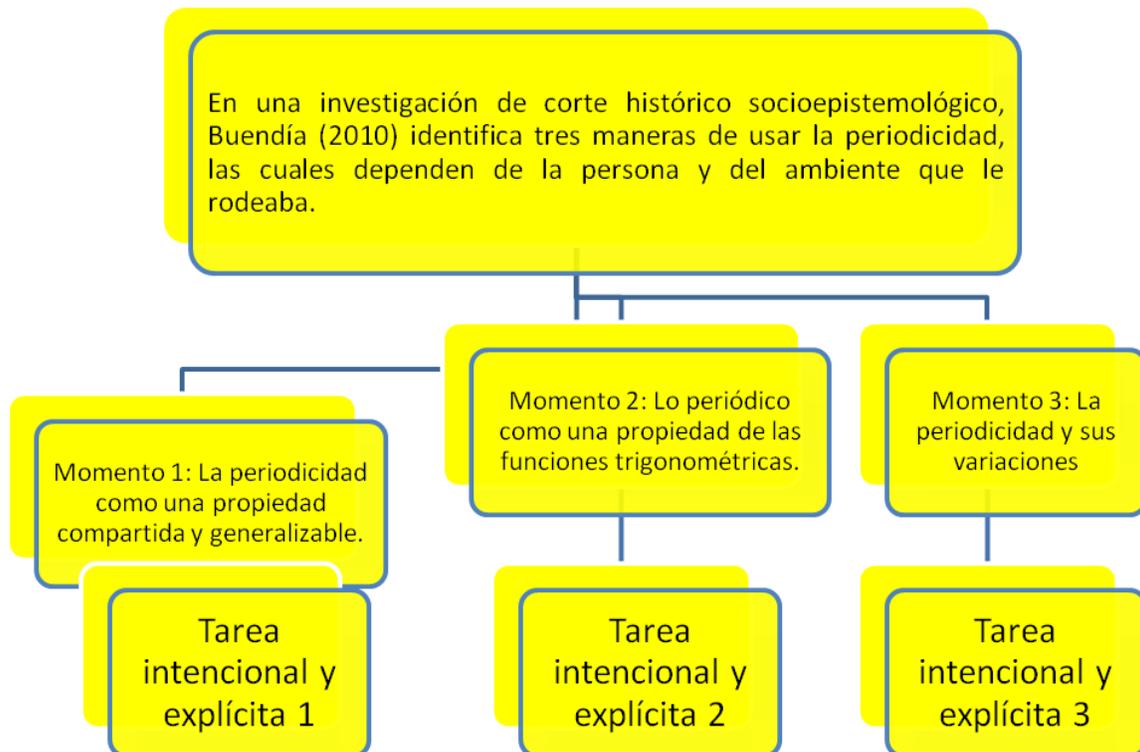


Figura 1

### Referencias y bibliografía

Buendía, G. (2010). The use of periodicity through history. Elements for a social epistemology of mathematical knowledge. Enviado para su publicación a Proceedings of the 6th European Summer University-History and Epistemology in Mathematics Education.

Hodson, D. (2008). Towards Scientific Literacy. A Teachers' Guide to the History, Philosophy and Sociology of Science. Canadá. Sense Publishers.

Cabañas, G. (2011). El papel de la noción de conservación del área en la resignificación de la integral definida. Un estudio socioepistemológico (Tesis inédita de doctorado). Cinvestav-IPN, México, D.F.

Calvo, M. (2003) Divulgación y Periodismo Científico: entre la claridad y la exactitud. Dirección General de Divulgación de la Ciencia. UNAM

Cantoral, R. y Farfán, R. (1998) Pensamiento y lenguaje variacional en la introducción al análisis. En *Epsilon: Revista de la Sociedad Andaluza de Educación Matemática "Thales"* 42, 353-369, España.

Esparza, C. (1979). *José Arbol y Bonilla, Un Científico Zacatecano*, México, Centro de Investigaciones Históricas de la UAZ, Anuario de Historia, Vol. 2, Editorial Jus.

Guisasola, Jenaro y Morentin (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).

Hernández, F. (1992). Evolución del concepto de museo. *Revista General de Información y Ibarra, M. (2006). La renovación de papalote museo del niño. Una experiencia*

Hartz, J. y Chappell, R. (2001). *Mundos Separados*. Dirección General de Divulgación de la Ciencia. Universidad Autónoma de Zacatecas.

Oppenheimer, F. (1968). Rationale For A Science Museum. *The Museum Journal*, 1(1), pp. 206-209

Paine, N. (1992), Where and when children's museums began. *Curator: The Museum Journal*, 35.

Weihsin, H. (1998). *A History of Children's Museums in the United States, 1899-1997: Implications for Art Education and Museum Education in Art Museums*. Tesis de doctorado no publicada, Graduate School, Ohio State University