

LA INFLUENCIA DE CIERTAS VARIABLES PARA LA APROPIACIÓN DE CONOCIMIENTOS EN FERIAS DE MATEMÁTICAS

Paloma Zubieta López

paloma@matem.unam.mx

Instituto de Matemáticas, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México.

Modalidad: CB

Nivel educativo: Sociedad

Núcleo temático: IX. Comunicación y Divulgación Matemática

Palabras clave: apropiación del conocimiento, ferias de ciencia, actividades lúdicas, género.

Resumen

En las ferias de ciencias se presentan actividades lúdicas con una variedad de contenidos matemáticos. Algunos de los objetivos de estos productos de comunicación son: empoderar a los asistentes a partir de la apropiación de conocimientos y fomentar la cultura matemática.

El “Festival Matemático” es una feria anual y gratuita organizada por el Instituto de Matemáticas de la UNAM. Durante su sexta edición en la Ciudad de México, reunió a más de 52 mil asistentes. Desde 2014, hemos buscado caracterizar al público y evaluar el impacto de las actividades en cada caso particular.

Este trabajo presenta el análisis comparativo de más de diez actividades distintas. Encontramos que el público es distinto para cada una de ellas y que existen variables, como el género o la participación activa, que lo segregan e influyen en la apropiación de los contenidos presentados.

A partir de estos hallazgos se propone una tipología de actividades lúdicas que, con base en las variables que intervienen, facilite la apropiación de los conocimientos matemáticos.

El presente trabajo busca reflexionar sobre la función ciudadana que cumplen las ferias de ciencias bajo la perspectiva de uno de los cuatro modelos de comunicación pública de la ciencia (CPC): la apropiación social. También comenta algunas limitaciones de las variables que en la actualidad se usan para clasificar las actividades lúdicas y propone otras que, a partir de un proyecto particular —que incluye a la feria masiva que se realiza cada año, el *Festival Matemático*—, han demostrado ser relevantes para comunicar contenidos hacia diversas audiencias. Por último, esboza una posible tipología de actividades con base en diversas variables que faciliten la apropiación de conocimientos y promuevan la cultura científica.

Apropiación social de la ciencia y cultura científica para empoderar al ciudadano

La cultura científica es una faceta fundamental en la actual sociedad del conocimiento que proporciona capacidad al ciudadano común para ejercer un papel activo, responsable (Stilgoe *et al.*, 2013) y transformador. La educación no formal y la divulgación deben también contribuir con la formación de los individuos a lo largo de su vida al incorporar acciones para enfrentar las necesidades humanas y favorecer la apropiación social de la ciencia.

El acceso a la cultura científica implica el desarrollo de capacidades para el análisis crítico así como la orientación de vocaciones, entre muchas otras funciones. Supone aplicar estrategias y herramientas propias de la comunicación de la ciencia y la educación no formal para considerar diversos tipos de conocimientos —y acaso aprendizajes— que permitan desarrollar habilidades e incorporar conocimientos complementarios a la educación que se imparte en las escuelas.

Según Sánchez-Mora *et al.* (2015), en países como México, con una gran diversidad de contrastes sociales y económicos y oportunidades desiguales de educación, la CPC “es vista como una estrategia cultural invaluable que busca incrementar el nivel de cultura científica de la población [sic] para el desarrollo de la ciencia y tecnología y la tan necesitada transformación social y económica del país”. Entre los retos que la CPC enfrenta en México y otros países, están la profesionalización, la definición de las necesidades para la popularización de la ciencia e, incluso, la relación y la responsabilidad social ante las audiencias que requieren de nuevos enfoques basados en herramientas teóricas, análisis y evaluaciones que empoderen al ciudadano con base en un modelo contemporáneo como la apropiación social de la ciencia (Jensen y Holliman, 2016).

Por todo lo anterior, es importante reflexionar sobre qué tipo de productos de divulgación utilizamos y generamos los comunicadores según los recursos disponibles —y muchas de las veces, escasos— y cuáles son más efectivos y en qué contextos para impactar en diversas audiencias (Jensen, 2015) y favorecer la apropiación social de la ciencia y el desarrollo de la cultura científica.

Las ferias de ciencias y el caso del *Festival Matemático*

Las ferias científicas facilitan el intercambio de experiencias y expectativas, además de enriquecer el abordaje de temáticas socialmente significativas y con validez científica. En

la actualidad, existen distintos esfuerzos internacionales por promover estas ferias en diversos formatos. Más allá de los objetivos que puedan tener cada uno de estos festivales, existen numerosos retos como los que enuncian Jensen y Buckley (2014), Wiehe (2014), Revuelta (2014) y Bultitude (2014) para determinar el impacto de éstos en las audiencias y cómo es que contribuyen con la apropiación social de las ciencias y difieren o no de otros productos de divulgación.

El Instituto de Matemáticas de la UNAM contribuye con la sociedad del conocimiento al divulgar las matemáticas desde hace más de siete años mediante varios proyectos de comunicación pública de la ciencia (CPC) que pueden involucrar elementos propios de la educación no formal e informal y que están destinados al “público general”.

El *Festival Matemático* surge en 2010 como una feria de ciencias masiva y gratuita que presenta, una vez al año, un conjunto de actividades lúdicas (casi 40 en 2016) para “todo público”. Las actividades del *Festival* buscan fomentar el acercamiento a una diversidad de temas de matemáticas y evidenciar su relación con la actividad humana, al tiempo que integran a la población y movilizan recursos humanos y didácticos. A partir de una variedad de actividades lúdicas, se promueve de manera libre y espontánea el intercambio de experiencias, se motiva la curiosidad por conocer, se favorecen actitudes positivas, se combaten preconcepciones sobre las matemáticas y se incorpora el placer del descubrimiento, entre otras funciones.

Actividades lúdicas para el siglo XXI

Es común que las actividades lúdicas desplegadas en ferias de ciencias o utilizadas en el salón de clase se categoricen mediante tres tipos de variables:

- *Edad y/o escolaridad de los participantes*. Por ejemplo, actividades para preescolares o aptas para personas de 12 a 15 años.
- *Contenidos conceptuales y/o temas* relacionados con la actividad. Por ejemplo, actividades clasificadas a partir de áreas matemáticas (como geometría, topología o álgebra) o con contenidos puntuales (sobre algoritmos, teselaciones, Teorema de Pitágoras, etcétera).
- *Dinámica* que estructura a la actividad. Por ejemplo, existen las *demonstraciones* donde el público únicamente observa lo que sucede; tal es el caso de muchas actividades que

muestran burbujas o aquellas que sorprenden al presentar “adivanzas” con cartas o números que voy a agrupar bajo el nombre de “Matemagia”. También están los *talleres*, en los que las personas deben construir algo con sus propias manos —‘hands-on activities’ en inglés— como el armado de poliedros o bandas de Möbius. Por último, hay aquellas actividades donde los participantes deben solucionar los *retos* o *juegos* presentados, como es el caso de los juegos de Sudoku, las Torres de Hanoi y las tan diversas versiones de lotería y dominó.

Así, la edad, la escolaridad, los temas, los contenidos y las dinámicas han sido y son útiles para clasificar las actividades lúdicas, si bien, las razones para elegir una u otra actividad en muchas ocasiones no necesariamente involucran estas variables y por supuesto, tampoco a partir de ellas se identifican necesariamente los distintos tipos de públicos posibles que pueden participar en ellas durante un evento masivo. Además, con el tiempo se descubre que una actividad diseñada originalmente para niños de 9 a 12 años en un evento puede ser igual de atractiva e interesante para el público adulto en otro evento con un entorno determinado.

Bajo el modelo de apropiación social de la ciencia, lo relevante del producto de divulgación es lo que al público le interesa. Desde esta visión, para seleccionar actividades tendríamos que estar preocupados por cómo la actividad funciona con distintos públicos y qué tanta efectividad tiene al implementarse de una manera determinada para un evento u otro.

Métodos

Para este trabajo se obtuvieron datos a partir de cuestionarios específicos por actividad aplicados a los participantes en varios eventos (entre dos y cuatro, para cada caso). Los eventos masivos en los que se realizaron cuestionarios corresponden al *5o y 6o Festival Matemático* en el Bosque de Chapultepec en Ciudad de México, en octubre de 2015 con un aforo de 48,000 visitantes y noviembre de 2016 con un aforo de 52,000, respectivamente. Algunas de las actividades también se evaluaron durante el *1er Fest. Matem. Cuernavaca* (junio de 2016 con 900 visitantes) o el *Fest. Matem. Querétaro* (marzo de 2017 con 3800); otras, en eventos como el *Día de Pi en la UNAM* (marzo de 2017, con 533 cuestionarios) y la *8a y la 9a Jornada Estatal de Ciencia, Innovación y Tecnología* (en la ciudad de

Cuernavaca en octubre de 2014 y 2015). Los eventos pequeños corresponden a distintas experiencias realizadas en diversas localidades de la UNAM, de la Ciudad de México y en comunidades rurales en el Estado de Morelos entre 2014 y 2017.

Para el análisis de los resultados, se utilizaron herramientas de estadística descriptiva (medias y proporciones) y pruebas de Ji-cuadrada y t de Student. Los tamaños de las muestras están estandarizados según las dimensiones del evento en el que se aplicaron los cuestionarios con $n > 30$ para eventos pequeños y $n > 100$ para los masivos. En todos los casos, se caracterizó al público asistente y en algunos, se evaluó el impacto de la actividad de acuerdo con los objetivos planteados y conforme a lo expuesto por Eric Jensen (2015). Algunos de los trabajos por actividad o grupo de actividades se han presentado previsamente en congresos (Cote y Zubieta, 2014; Gallegos et al, 2016; Méndez y Zubieta, 2014).

Resultados

Por motivos de espacio no se incluyen los resultados para cada caso, sino que más bien, se hace una síntesis de las tendencias encontradas derivadas del análisis de los cuestionarios aplicados para las actividades.

En más de siete años, hemos encontrado que las actividades del *Festival* pueden clasificarse a partir de otras variables según su efecto en el público. Los ejemplos que ahora se comentarán derivan del trabajo, desde 2014 y hasta la fecha, de caracterización de públicos y análisis de datos colectados para más de 15 actividades lúdicas en diversas experiencias de divulgación. Todo ello ha sido realizado por un entusiasta grupo de prestadores de servicio social que coordino y cuya colaboración, es indispensable para el propio *Festival Matemático*. Hay que tomar en cuenta que este trabajo está en desarrollo y que únicamente se mencionarán aquellas variables que hasta hoy tenemos la seguridad de que son relevantes para el tema que aquí se trata.

- Cuando comenzamos a caracterizar al público presente en cada actividad durante cada evento, resolvimos que podía ser interesante considerar el *género* de cada participante. Lo que nunca imaginamos es que el género podía condicionar el tipo de público en varias de las actividades con las que hemos trabajado. De acuerdo con los roles tradicionales asociados a cada género, las actividades que involucran “manualidades” como la

construcción de un caleidociclo de papel o de un hiperboloide con palitos de bambú, naturalmente “seleccionaban” una participación mayor de mujeres que de hombres. Otras actividades como el dominó, las torres de Hanoi o el Sudoku generan mayor participación de hombres. Sin embargo, al momento de determinar si hombres o mujeres se apropian mejor de los contenidos involucrados para dichas actividades, no en todos los casos coincide el género que obtiene mejores resultados de apropiación con el de mayor participación, esto es, quien comprende mejor no siempre es el género con mayor asistencia. Incluso en actividades donde se generan patrones geométricos a partir de formas planas y colores, existen sesgos de género relacionados con la eficiencia para realizar la actividad.

- Resulta interesante considerar la variable de *procedencia*. En entornos menos favorecidos como los rurales, el uso del lenguaje técnico —algoritmo, recursividad— o de las habilidades numéricas —como contar el número de movimientos de piezas o realizar operaciones básicas de suma y resta— representan barreras que impiden la apropiación de los conocimientos y que refuerzan la preconcepción de que las matemáticas son “difíciles e incomprensibles” —un efecto negativo que no buscamos en el *Festival*. Así, actividades como el Solitario o Come solo, las Torres de Hanoi y alguna otra relacionada con la probabilidad, no son interesantes para poblaciones rurales, por ejemplo, debido a que las personas simplemente no comprenden cómo resolver los algoritmos o no pueden sumar las caras superiores de dos dados.
- La *participación activa o pasiva* es otra de las variables relevantes para la apropiación de los contenidos en las actividades. Una persona que manipula las piezas para armar una tesela de Truchet comprende mejor las ideas que intentamos comunicarle acerca del caos que otra persona que simplemente observa el desarrollo de la actividad; la misma diferencia se detecta entre una persona que arma un caleidociclo de papel —donde a partir de la manipulación del objeto se comprende la relación existente entre el tipo de triángulos que forman los tetraedros y si el anillo “cierra” o no— y una que observa. Este fenómeno se observa también al manipular las piezas de un Sudoku o al intentar resolver recorridos Eulerianos o Hamiltonianos.

- Existen *actividades que generan dinámicas cooperativas o colaborativas* entre participantes que incluso no se conocen hasta el momento en que se encuentran resolviendo un problema juntos. Es lo que ocurre en el *Festival* cuando, a partir de patrones cuadrangulares o hexagonales, se acomodan o no un mayor número de pelotas en un espacio determinado; o bien, cuando hay que determinar cómo, a partir de dos vasos con tres y cuatro unidades de capacidad, podemos medir con exactitud dos unidades de agua.
- El *tipo de asistencia* (libre, obligatoria o como acompañante) determina actitudes que influyen también en la apropiación de los contenidos. Así, en distintas actividades de un mismo evento encontramos distintos sectores de público con mayor o menor interés en los contenidos y apropiación de los mismos.
- Otra variable se refiere a las *actividades que dividen o segregan al público en dos grupos* en forma natural —por lo general, padres y niños—, cada uno de los cuales requiere una explicación de contenidos distinta y referente a las características de los nudos matemáticos mientras los participantes juegan a resolver el reto de deshacer un nudo entre sus brazos. Algo semejante ocurre en otra actividad en la que se procura resolver un arreglo particular de ranas de madera con ciertas condiciones de movimiento entre ellas o incluso, en los algoritmos para resolver el Solitario.
- Hay actividades cuya dinámica depende necesariamente del *entorno*. La resolución de un juego de Gato tridimensional lleva demasiado tiempo para resolver durante el *Festival*, razón por la cual, el generar una competencia con varias partidas para que las personas comprendan la estrategia ganadora para el juego y sus componentes es adecuada para implementar en un salón de clase, por ejemplo. O bien, el armado de Sólidos platónicos de cartón consume demasiado tiempo y distrae a los participantes para identificar las características que distinguen a los polígonos de los poliedros, razón por la cual el armado del objeto debe ser más eficiente. Un último ejemplo de esta variable es la actividad donde a partir de películas de jabón y agua se comentan características de superficies mínimas y se ejemplifica la optimización; el discurso presentado al público suele tratar de las burbujas cuando lo que se pretende es hablar de matemáticas.
- Por último, se deben considerar aquellas actividades lúdicas que al implementar frente al público, por sus *contenidos procedimentales* —a partir de la manipulación de objetos o

piezas— favorecen la comprensión de contenidos conceptuales, como en el caso de la construcción de caleidociclos o del armado de Mosaicos de Penrose.

Posible tipología y comentarios finales

La propuesta de tipología de variables para actividades lúdicas que hemos identificado en el *Festival* y que encontramos impactan en la apropiación social de los contenidos científicos es la siguiente:

Variables que influyen en la apropiación de conocimientos en ferias		
Relacionadas con el público	Relacionadas con la implementación de la actividad	Relacionadas con la participación del público
<ul style="list-style-type: none"> • Edad • Escolaridad • Género • Procedencia 	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de actividad (taller, demostración, juego o reto) • Tipo de contenidos (conceptuales, procedimentales, actitudinales) • Temas • División o segregación de público • Entorno 	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de asistencia (libre, obligatoria o como acompañante) • Tipo de participación (activa o pasiva) • Procesos generados (cooperativos o colaborativos)

Con el trabajo que hemos desarrollado hasta ahora, queda claro que hay muchas variables que influyen en la apropiación de conocimientos durante la implementación de estas actividades en ferias. También hemos visto que dichas variables contribuyen o dificultan el proceso de comunicación de la ciencia según los públicos. Si cada evento busca cumplir ciertos objetivos generales de divulgación, habría que evaluar en cada caso si las actividades desplegadas contribuyen o no con ellos y promueven efectivamente un impacto positivo hacia las ciencias en los participantes.

Lo anterior implicaría reflexionar y quizá replantear la manera en que hasta ahora los comunicadores de la ciencia y las instituciones gestionamos y promovemos las ferias de ciencia —u otros productos de comunicación científica—: habría que conocer el impacto que tienen hacia las sociedades. En la actualidad, para determinar la pertinencia y el éxito de un producto no basta con estimar o medir un número de participantes, sino que se deberían de considerar elementos que promuevan —y acaso, garanticen que se cumplan mediante un proceso de evaluación— una o más funciones de la divulgación como la generación de

vocaciones, el acercamiento a temas científicos, la alfabetización científica y, por supuesto, la apropiación de la ciencia para los posibles públicos involucrados.

Referencias

1. Bultitude, K. (2014). *Science festivals: do they succeed in reaching beyond the 'already engaged'?* JCOM 13(04)(2014)C01.
2. Cote, H. y P. Zubieta (2014). “El uso de la teselación de Truchet para implementar un recurso de divulgación sobre caos en el Festival Matemático”, *Memorias del XX Congreso Nacional de Divulgación de la Ciencia y la Técnica*, Michoacán, México, 388-399.
3. Gallegos, S., R. Candás y P. Zubieta (2016). “Assessing difficulties of mirror reflection activities from a math festival”, Cartel en el *14th Public Communication of Science and Technology (PCST) Conference: The Global Conference on Science Communication*, The PCST Network, Istanbul, Turkey, 388-399.
4. Jensen, E. (2015). *Evaluating impact and quality of experience in the 21st century: using technology to narrow the gap between science communication research and practice*. JCOM 14(03)C05.
5. Jensen, E. (2015). *Highlighting the value of impact evaluation: Enhancing informal science learning and public engagement theory and practice*. JCOM 14(03)Y05.
6. Jensen, E. & N. Buckley (2014). *Why people attend science festivals: Interests, motivations and self-reported benefits of public engagement with research*. PUS, 23(5), 557–573.
7. Jensen, E. & R. Holliman (2016). *Norms and Values in UK Science Engagement Practice*. *International Journal of Science Education*, Part B, 6, 68-88.
8. Revuelta, G. (2014). *Impacts of science communication on publics, cities and actors*. JCOM 13(01)(2014)C01.
9. Méndez, G. y P. Zubieta (2014). “La adaptación y evaluación del juego ‘Gato tridimensional’ como recurso de divulgación para el Festival Matemático”, *Memorias del XX Congreso Nacional de Divulgación de la Ciencia y la Técnica*, Michoacán, México, 373-387.

10. Sánchez-Mora, C., E. Reynoso-Haynes, A. M. Sánchez Mora & C. Tagüeña Parga (2015). *Public communication of science in Mexico: Past, present and future of a profession*. PUS (24)1, 38-52.
11. Stilgoe, J., O. Richard & P. Macnaghten (2013). *Developing a framework for responsible innovation*. Research Policy, 42, 1568–1580.
12. Wiehe, B. (2014). *When science makes us who we are: known and speculative impacts of science festivals*. JCOM 13(04)(2014)C02.
13. Zubieta, Paloma (2014), *Feria de ciencias: una propuesta para la enseñanza no formal*, Memorias del XX Congreso Nacional de Divulgación de la Ciencia y la Tecnología, Michoacán, México, 27-35.