

¡DIVULGA MATEMÁTICAS!

José Muñoz Santonja
Catedrático de Matemáticas en el IES Macarena (Sevilla)

Antonio Fernández-Aliseda Redondo
Asesor de Secundaria en el CEP de Castilleja de la Cuesta (Sevilla)

Juan Antonio Hans Martín
Profesor de Secundaria en el C.C. Sta. M^a de los Reyes de Torreblanca (Sevilla)

Miembros de la S.A.E.M. THALES
Coordinadores de la sección *Juegos* de la revista SUMA y de la sección *Problemas comentados* de la revista EPSILON.

Líneas de trabajo: Juegos, matemáticas recreativas, matemáticas y medios de comunicación, popularización y divulgación de la matemática.

Resumen:

Muchas personas ajenas a la educación piensan que su única relación con las matemáticas se reduce a sus tiempos escolares y guardan resentido recuerdo de esa relación. Esas personas son incapaces de ver la gran cantidad de matemáticas con la que constantemente se relacionan. Es muy importante que aquellos que conocemos la belleza de esta materia seamos capaces de hacer llegar a la sociedad en general (incluyendo en ella a nuestros alumnos) los aspectos más entretenidos, bellos, útiles y atractivos de las matemáticas. En nuestro país existen, desde hace años, numerosas experiencias de divulgación de la matemática a través de multitud de medios: exposiciones, prensa, radio y televisión, cómic, montajes manipulativos, etc. A lo largo de la ponencia presentaremos algunas de estas experiencias comentando la facilidad o dificultad de poner en práctica actividades parecidas.

“El propósito principal de la popularización
es vencer la indiferencia.”

Alan J. Bishop
Universidad de Monash. Australia,

INTRODUCCIÓN

Para empezar hemos de hacer algunas precisiones terminológicas, pues, con frecuencia, y a lo largo de este trabajo se puede ver, usamos los sustantivos divulgación y popularización como sinónimos cuando en realidad tienen matices diferentes. Según la Real Academia Española:

Divulgar. Publicar, extender, poner al alcance del público algo.

Popularizar. Dar carácter popular a algo.

Por tanto según nuestra opinión, en español, la divulgación es un primer paso en la dirección de la popularización, objetivo más ambicioso, completo y tal vez utópico en el caso de las matemáticas.

En los documentos españoles que hemos utilizado para esta ponencia se percibe un cambio terminológico con el paso del tiempo; en los más antiguos se habla de popularización y en los más recientes de divulgación. Queremos pensar que en un primer momento se hizo una traducción más literal del término inglés “popularization”, que ha ido modificándose hacia divulgación como extensión del conocimiento científico entre el público general.

En septiembre de 1989, en Leeds (Reino Unido), se celebró una conferencia internacional organizada por el ICMI (Comisión Internacional de Instrucción Matemática), con el tema *La popularización de las matemáticas*. Se reunieron expertos de todo el mundo, no sólo matemáticos, para comparar experiencias y promover reflexiones y actuaciones para la popularización de las matemáticas. Los temas que se trataron, vigentes hoy en día, fueron: *Matemáticas en diferentes cultura; Radio; Competiciones matemática; Exposiciones; Juegos y puzzle; TV y cine; Revistas y libro; Temas matemáticos para popularizar; La filosofía de la popularización y La imagen de las matemáticas y los matemáticos*. Todos los asistentes reconocieron la necesidad de hacer popular una disciplina que, desgraciadamente, no lo es.

1. Meses antes, en junio, la Federación Española de Profesores de Matemáticas, a través de la Revista SUMA, convocó a profesores de matemáticas de diferentes Comunidades Autónomas, con la finalidad de estudiar este mismo tema de la Popularización pero en España. Las sesiones de trabajo se desarrollaron en Sierra Nevada, Granada. En ellas se debatió el documento preliminar suministrado por el ICMI [Howson y otros, 1989], y se redactó otro¹, con los debates que tuvieron lugar y las conclusiones a las que se llegó, que se presentó en el Seminario Internacional de Leeds.

Para poder evaluar la vigencia de las propuestas y los avances producidos desde entonces en nuestro país, vamos a reseñar brevemente los puntos 1, 2 y 3.

Algunos principios generales sobre popularización

Siete principios básicos que pueden guiar los procesos de popularización.

- a. *La popularización de las Matemáticas debe desarrollarse en todos los ámbitos escolares, sociales, profesionales... distinguiendo en cada caso los objetivos a alcanzar y los métodos más eficaces a adoptar.*

¹ Varios autores. (1989) *Hacia unas matemáticas populares*, Revista SUMA, nº 4, 83-120.

- b. La popularización de las Matemáticas debe adaptarse a las características culturales, históricas y lingüísticas de la población.*
- c. La popularización de las Matemáticas debe usar todos los medios posibles de comunicación, explorando en cada caso el lenguaje más adecuado, asequible y divertido.*
- d. La popularización de las Matemáticas debe ser una labor conjunta de educadores matemáticos y profesionales de los distintos medios de comunicación.*
- e. La popularización de las Matemáticas debe seleccionar los temas, teniendo en cuenta tanto su interés como sus posibilidades comunicativas.*
- f. Un intento maximalista de popularización a ultranza de todos los temas puede producir falsas popularizaciones: un contenido caduco o inadecuado aunque "se vista" de video, filmina o cómic, no se convierte en brillante.*
- g. La popularización de las Matemáticas puede ser un interesante campo de realizaciones en el contexto de la Educación Matemática.*

Propuestas para el futuro

En estos momentos hay varios campos de actuación prioritarios:

- a. La radio y la televisión, como medios para popularizar las Matemáticas*
- b. Las exposiciones y museos*
- c. La prensa escrita*
- d. Otras acciones de interés general*
 - (I) Promoción de Olimpiadas Matemáticas*
 - (II) Promover, al menos a nivel local, concursos alrededor de:*
 - Fotografía matemática en el entorno.*
 - Guiones matemáticos para obras de teatro o videos.*
 - Recuperación de matemáticos y matemáticas locales: vida y obra.*
 - Exposiciones de modelos e instrumentos matemáticos propios de la zona.*
 - (III) Actuaciones en materia de libros.*
 - (IV) Equipos de investigación interdisciplinares.*

Han pasado 18 años de aquellas reflexiones y propuestas y es difícil no suscribir alguna; tal vez habría que añadir algunas nuevas, que han surgido con éxito en estos años y que veremos a lo largo del presente trabajo. También es verdad que en algunas propuestas se ha tenido más fortuna que en otras.



El año 2000, fue especial. La UNESCO lo declaró Año Mundial de las Matemáticas y en todas partes supuso un impulso extraordinario para hacer llegar las matemáticas a las comunidades escolares y a la sociedad, para hacerlas conscientes de la importancia que tienen como base de la cultura científica de toda la población. Hasta Correos, normalmente ajeno a las matemáticas, diseñó un sello especial para celebrar este Año. El retrato que se reproduce representa a Julio Rey Pastor en los años de su juventud y, al parecer, fue realizado por uno de sus discípulos, el también matemático Pedro Puig Adam.

Durante los meses previos, y sobre todo los años posteriores, la divulgación matemática vivió en España su mejor momento. Ciclos de conferencias, mesas redondas, cursos, exposiciones, publicaciones, semanas monográficas, etc., en departamentos universitarios, colegios de primaria e institutos de secundaria, fundaciones, etc. Afortunadamente la inercia producida por esta conmemoración sigue hoy en día.

La Real Sociedad Matemática Española creó en 2003 la Comisión de Divulgación de las Matemáticas con el fin de acercar las Matemáticas a la sociedad de una forma amena, divertida e interesante. Sus objetivos son:

- desarrollar la cultura matemática de nuestra sociedad,
- acabar con el tópico de la confrontación ciencias/humanidades,
- mejorar las actitudes de la población hacia las matemáticas,
- compartir su belleza,
- animar a las personas a que sean matemáticamente más activas,
- mostrar las matemáticas que existen en nuestro entorno, aprendiendo a mirar la realidad con ojos matemáticos,
- divulgar la investigación matemática que se desarrolla en nuestro país.

Una de las acciones más exitosa, encaminada a la consecución de esos objetivos, ha sido la creación de un portal de divulgación de las Matemáticas (DivulgaMAT: www.divulgamat.net), cuyo Editor es Raúl Ibáñez de la Universidad País Vasco, y que está realizando una encomiable labor.

En 2004 esta Comisión de Divulgación se propuso reflexionar de nuevo sobre el problema de la popularización de las matemáticas y el papel de ésta en los diferentes ámbitos de la sociedad. Para ello convocó en noviembre unas *Jornadas sobre Popularización de la Ciencia: Matemáticas*, donde matemáticos y no matemáticos (periodistas, directores de museos de Ciencia, editores...) se plantearon la situación en España y posibles caminos para su mejora. La reflexión realizada, materiales presentados y propuestas realizadas en cada una de los Grupos de Trabajo: Prensa y Medios de comunicación; Educación e investigación; Museos, editoriales especializadas y revistas han sido recopiladas en el libro *Divulgar las Matemáticas* [Raúl Ibáñez (2005)].

Pero, ¿quién divulga en España? Si utilizamos la metáfora de considerar la divulgación matemática en España como una playa, muchos granitos de arena corresponden a profesores más o menos conocidos, a grupos de profesores y a las sociedades de profesores. Este enorme esfuerzo hace que el dinamismo de nuestra materia esté muy por encima de cualquiera otra de las del currículum ¿Y quiénes son los grandes nombres de la divulgación matemática en España? No queremos establecer una clasificación, sino reconocer la labor realizada por profesores, la gran mayoría de ellos amigos, que han tenido la capacidad y habilidad de hacernos vivir las matemáticas a compañeros, alumnos y público en general.

Queremos comenzar por el añorado Miguel de Guzmán que fue uno de los representantes españoles en Leeds. Dice de él Antonio Pérez²: “*En los últimos años Miguel se ha convertido en el referente obligado de los medios de comunicación ante cualquier tema o noticia que tuviera que ver con las matemáticas o con su enseñanza en nuestro país. Miguel era, de hecho, el abanderado de la popularización de las matemáticas en España. Y por esta ciencia, ponía no sólo su imagen, sino su palabra sensata y profunda, su tiempo y su entusiasmo allá donde le reclamaban.*” Y verdad es. Es éste, y en otros muchos temas relacionados con las matemáticas españolas de finales del siglo XX, Miguel de Guzmán ha sido una de las imágenes públicas de las matemáticas y además un referente para muchos profesores de matemáticas, de todos los niveles educativos, que pensamos que las matemáticas deben ser conocidas por la sociedad y no solamente durante los años de escolarización.

Pero además ha sido un intelectual lúcido que ha sabido diagnosticar con acierto la situación de las matemáticas, a nivel académico o social, y proponer caminos para lograr actitudes positivas en todos los niveles sociales. Vamos a tomar reflexiones



² Miguel de Guzmán. *El último pitagórico*. Antonio Pérez Sanz
<http://platea.pntic.mec.es/aperez4/miguel/Miguel%20de%20Guzm%E1n.htm>

suyas realizadas sobre la atención a la educación matemática de la sociedad y la popularización de la matemática.³

”La sociedad de España se encuentra, por tradición de siglos, con una cultura fuertemente escorada hacia sus componentes humanísticas. En España, cultura parece ser sinónimo de literatura, pintura, música,... Muchas de nuestras personas ilustradas no tienen empacho alguno en confesar abiertamente su profunda ignorancia respecto de los elementos más básicos de la matemática y de la ciencia y hasta parecen jactarse de ello sin pesar ninguno. Las páginas de la mayor parte de nuestros periódicos aún no se han percatado de que las ciencias, y en particular las matemáticas, constituyen ya en nuestros días uno de los pilares básicos de la cultura humana...”

Sería muy deseable que todos los miembros de la comunidad matemática y científica nos esforzáramos muy intensamente por hacer patente ante la sociedad la presencia influyente de la matemática y de la ciencia en la cultura. Una sociedad con el conocimiento cabal de lo que la ciencia representa para su desarrollo se hará colectivamente más sensible ante los problemas que la educación de los más jóvenes en este sentido representa.”

Junto a Miguel de Guzmán muchos otros profesores, algunos de los cuáles aparecerán en las próximas páginas, han contribuido de manera destacada, y desde diferentes perspectivas, a fomentar la formación de una cultura matemática básica para la población.

En esta ponencia vamos a dar un repaso por distintas maneras de divulgar matemáticas que se han dado en nuestro país. Los ejemplos son tan numerosos que sólo podremos dar cabida a una pequeña selección de ellos, y haremos especial hincapié en aquellos de los que nosotros hemos tenido más información. Siempre quedaran excelentes experiencias fuera de esta lista, pero lo que nos interesa más es el tipo de divulgación que el ejemplo en sí mismo.

MEDIOS DE COMUNICACIÓN

PRENSA

En divulgación matemática el medio prensa es el mejor, desde un punto educativo, para poder aprovechar a posteriori la información aparecida. Aunque los periódicos suelen hacerse eco de las noticias matemáticas que se producen, sea la celebración de alguna olimpiada o congreso matemático, o noticias como la aparición de la demostración del Teorema de Fermat o la duplicación del cubo por un feriante, lo que nos interesa aquí es resaltar su contribución a la divulgación de la ciencia. En general la presencia de las Ciencias y en particular de las Matemáticas en la prensa es escasa.

En muchos periódicos han aparecido, desde la década de los años ochenta, secciones más o menos fijas que han servido para mostrar noticias de actualidad sobre las matemáticas, hablar de su historia y aspectos artísticos y aplicados y proponer acertijos y pasatiempos de matemática recreativa para enganchar a los lectores y hacerlos disfrutar con ellos.

Tenemos referencia de varias de esas actividades, por ejemplo el apartado “El Rincón de Thales” que aparecía en la sección de educación del periódico *Huelva información* y que era mantenida por los hermanos Romero y otros compañeros de la Sociedad Thales de Huelva. También en Cádiz estuvo saliendo durante un tiempo la sección “Talino el avisado” dentro de la oferta del fin de semana del *Diario de Cádiz*. En Granada aparecía dentro de la sección de

³ *Tendencias innovadoras en educación matemática*. Miguel de Guzmán Ozámiz
<http://www.oei.org.co/oeivirt/edumat.htm>

educación del *Ideal* el apartado “De mente despierta”. Y en el periódico *Extremadura* de Cáceres existía la sección de Aritmos. También podemos encontrar aspectos divulgativos de las matemáticas en los artículos publicados por Andrés Nortes Checa en *La Verdad* de Murcia (ver Nortes; 1993). En Barcelona estaba la sección de recreaciones matemáticas “Para pensar de un minuto a una hora” elaborada por el profesor Jordi Deulofeu y que aparecía los fines de semana dentro del suplemento del periódico *La Vanguardia*. En ella se proponían acertijos matemáticos de distinto nivel.

Pero quizás la sección más longeva de las que conocemos sea la titulada “Los tres pies del gato” escrita por el profesor Fernando Corbalán en el suplemento *Heraldo Escolar* del periódico *El Heraldo de Aragón* y que comenzó a publicarse en el curso 1989/90. Se pueden consultar aspectos de esa sección en (Corbalán; 1991). Esta sección tenía la peculiaridad de incluir, además de aspectos divulgativos de las matemáticas, preguntas y actividades para hacer con noticias aparecidas en el periódico. Dado que se enviaban ejemplares del periódico a todos los centros educativos, dentro del programa Prensa-Escuela, la sección era un buen apoyo didáctico para los profesores que querían.

Con motivo del Año Mundial de las Matemáticas que se celebró el año 2000, en muchos periódicos proliferaron secciones dedicadas a información y divulgación matemática. Por citar un ejemplo que es posible consultar posteriormente, en los periódicos canarios *El Día-La prensa del domingo* de Santa Cruz de Tenerife y en *La Provincia. Diario de las Palmas* de Las Palmas de Gran Canaria, aparecieron durante el año 2000 secciones fijas en las que se volvían a mezclar informaciones, cuestiones de actualidad con fundamento matemático, historia de las matemáticas y una sección (Diviértete y aprende) en la que se proponían variados problemas de distinto nivel de dificultad. Las páginas publicadas están recogidas en un libro editado por la Consejería de Educación canaria en el que se incluyen también las soluciones a los problemas propuestos (ver Balbuena y otros; 2001).

Entre las secciones que actualmente están en funcionamiento una que nos parece muy interesante es la que aparece dentro del suplemento Aula del periódico El Mundo, y que no llega a los kioscos sino sólo a los centros educativos que están inscritos en ese programa. En ella aparece, dentro del suplemento científico de los jueves, una sección dirigida por el profesor F. Ramírez, que con el seudónimo de Lolita Brain presenta unas láminas sobre popularización de las matemáticas de alta calidad artística y muy atractivas. Esta sección se llevó el primer premio en divulgación dentro del V Concurso Física+Matemáticas en Acción celebrado en el año 2004 en el Parque de las Ciencias de Granada. Algunas de las láminas matemáticas aparecidas en ese suplemento (junto a las de otras materias) pueden encontrarse en <http://aula.elmundo.es/aula/laminas.html>.



RADIO

Aunque existen multitud de experiencias de enseñanza de las matemáticas a través de la radio, especialmente en los países iberoamericanos, a nosotros nos interesa resaltar experiencias de popularización de las matemáticas mediante la utilización de ese medio, y dado que han existido muchos en multitud de cadenas distintas, vamos a citar solamente algunos de ellos.

La primera experiencia que queremos citar es el programa “Ingenia-telas con Thales” desarrollado en Radio Cadena Española de Huelva por profesores de la sociedad Thales en esa provincia coordinados por los hermanos José y Sixto Romero. Se desarrolló a partir de 1986 durante cuatro años. Se componía de una primera parte en la que Thales (interpretado por Sixto Romero) comentaba a los oyentes aspectos de la historia de la matemática. A continuación se conectaba con un colegio de la ciudad en el que un grupo de alumnos estaban esperando para

enfrentarse a una serie de problemas que se proponían desde la emisora. Si los alumnos no lograban resolverlos se daba paso a los oyentes del programa. Y también se planteaba un problema lúdico en cuya resolución era necesario utilizar más el ingenio que los conocimientos matemáticos. Los guiones de los programas pueden consultarse en el libro “Ingenia-telas con Thales”.

A finales de la década de los noventa del siglo pasado se desarrolla otra experiencia, en este caso en la cadena COPE de Tenerife, con el nombre de “Un sorbito de ciencia”. Los profesores Luis Balbuena y Dolores de la Coba, junto con un grupo de alumnos de su centro, radiaban en horario escolar este programa hablando de divulgación de la ciencia en general y de las matemáticas en particular. Comentar que este programa se llevó en 1999 el premio Francisco Giner de los Ríos a la innovación educativa.

En la actualidad, un compañero nuestro, Ismael Roldán, lleva un miniespacio sobre popularización de las matemáticas dentro del programa de Canal Sur Radio “El observatorio” que manteniendo la estructura básica de muchos de estos programas, habla sobre temas de matemáticas (fractales, tipos de crecimiento, ley D’Hont, historia, etc.) y propone un acertijo que se resuelve en el siguiente programa, al que los oyentes pueden mandar soluciones a la emisora.

Por último hablar de la cadena pública Radio Nacional de España, que siempre ha tenido una especial atención por la divulgación de muchos temas y en concreto de las matemáticas, y aunque no haya realizado ningún programa concreto, siempre ha tenido miniespacios dentro de otros programas. Por ejemplo, en las décadas anteriores dentro de La Bisagra (RN1), Un mundo feliz (RN3) o bien Hoy es mañana (RN4) o desde el año 2003 el programa “No es un día cualquiera” dirigido por la periodista Pepa Fernández, cuenta con un colaborador que habla sobre temas curiosos de las matemáticas y también propone rompecabezas lógicos.

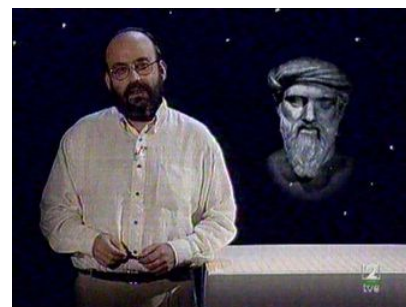
Radio Euskadi tiene en la actualidad un programa por las tardes, Graffiti, en el que un día a la semana interviene el matemático Raúl Ibáñez para hacer ver que las matemáticas pueden ser interesantes, atractivas y un fenomenal pasatiempo. Además plantea un problema para que lo resuelvan los oyentes. Los programas ya emitidos se pueden oír en internet en

<http://www.eitb.com/radioeuskadi/graffiti/fonoteca.asp?sec=125363>

TELEVISIÓN

El medio de comunicación más poderoso, la televisión, siempre se ha utilizado en muchos países para formar y popularizar en muchas disciplinas que se quedaron olvidadas en la escuela. Todos hablamos de los excelentes documentales de la 2, que aseguramos ver preferentemente aunque después el índice de audiencia es muy bajo. Como en casos anteriores existen experiencias en nuestro país en muchas cadenas. En nuestra comunidad andaluza, por ejemplo, el programa educativo de Canal Sur Televisión “El club de las ideas” suele presentar prácticas de profesores de toda Andalucía y muchas de ellas son sobre matemáticas.

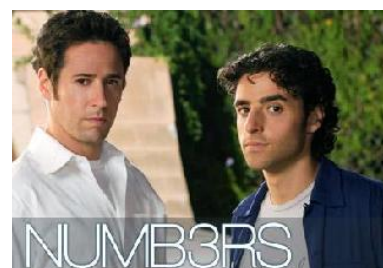
Quizás los programas más populares sean los de TVE, que al fin y al cabo llegan a todas las regiones. Podemos hablar del antiguo programa “Un mundo feliz” realizado por Felipe Mellizo y en el que se divulgaban aspectos muy variados y en concreto se hablaba de matemáticas y matemáticos. Hubo programas dedicados a Euler, Gauss o Rey Pastor. Aunque quizás los que hayamos podido disfrutar todos sean las producciones del profesor Antonio Pérez Sanz, que a finales del siglo pasado realizó dos series dentro del espacio “La aventura del saber” de la 2 de TVE. Las series fueron “Más por menos” (tratando aspectos como matemática electoral, juegos de azar, fractales, espirales en la naturaleza, mosaicos de la Alambra, etc.) y “El Universo Matemático” (donde se habló de Pitágoras, la historia de los números, Euler, Newton, Leibniz, mujeres matemáticas, etc.). Esta segunda serie



recibió, entre otros galardones, un premio especial del jurado a la divulgación científica en 2002 en el Festival Internacional Científico de Pekín. Estos programas, a pesar de estar presentados como divulgativos, son una poderosa herramienta educativa, incluso muchos profesores han trabajado con ellos en el aula (ver Bueno y otros; 2002).

Este tipo de programas pueden realizarse con menos medios en televisiones regionales y hasta locales, y lo que se puede perder en calidad de medios se gana en cercanía al público al que va dirigido. Es el caso de una serie de 15 programas con el título “ 2π ” producidos en el Canal 7 del Atlántico de Santa Cruz de Tenerife y dirigidos por el profesor Luis Balbuena. En los programas se utilizan elementos típicos de las Islas Canarias como arquitectura, los calados canarios, fotografías o elementos como las margaritas para explicar la sucesión de Fibonacci.

Las matemáticas forman parte de nuestra vida cotidiana, por ello no es de extrañar que aparezcan en la televisión, por eso aparte de los programas anteriores dedicados expresamente a la popularización de esa ciencia, podemos encontrarnos matemáticas en muchos momentos televisivos: en las informaciones, en programas concurso, por ejemplo el longevo Cifras y Letras y varios más actuales, también en las series de televisión. El caso más llamativo puede ser la serie “Numb3rs” que tuvo un intento de ser emitida por Antena 3 aunque no fue muy bien tratada por la cadena y que actualmente se está emitiendo, en su segunda temporada, en los canales digitales. En ella se cuentan casos policíacos que se resuelven con ayuda de las matemáticas, algunos de ellos basados en hechos reales. En la página de DIVULGAMAT de la RSME destinada a la divulgación de las matemáticas existe una sección dedicada al cine que dirige Alfonso Jesús Población y en las últimas entregas habla de los episodios de esta serie que se van a pasar por el Canal 13 de Vía Digital.



En otras series de televisión pueden encontrarse referencias matemáticas en algunos momentos, por ejemplo en “Aquí no hay quien viva”, donde en uno de sus episodios los personajes tienen que resolver alucinantes problemas típicos de libros de texto.

Quizás una de las series de más éxito y que sin embargo no esperaría uno encontrarse en ella matemáticas es la serie “Los Simpson”. Hay una página en internet dedicada exclusivamente a las matemáticas que aparecen en dicha serie. Se puede consultar en

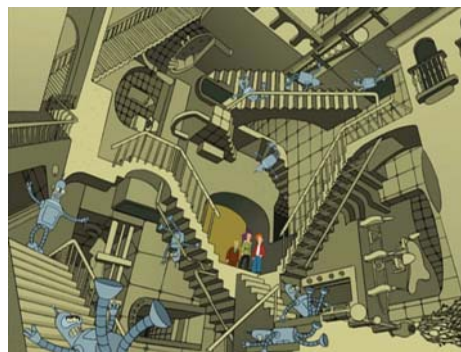
http://homepage.smc.edu/nestler_andrew/SimpsonsMath.htm.



Existen capítulos, como por ejemplo “Bart el genio”, con referencias a matemáticas superiores. Pero en general los temas matemáticos son potencias, calculadoras, el número Pi, desigualdades, polígonos y poliedros (como por ejemplo el dodecaedro), clásicos problemas de trenes (un tren sale de una ciudad a determinada velocidad y de otra ciudad a tropecientos kilómetros sale otro en dirección contraria,...) pero también hay referencias a matemáticas más actuales como la

Teoría del Caos o la resolución del Teorema de Fermat.

Del mismo creador que los Simpsons, Matt Groening, existe otra serie que se está emitiendo en la Sexta y en las cadenas digitales que se llama “Futuraza”. Hay una página en español dedicada a las matemáticas que aparecen capítulo a capítulo, su dirección es



http://nohayrosasinespina.bitacoras.com/archivos/2005/05/27/futurama_y_las_mates.

Es impresionante el catálogo de matemáticas presentes en esa serie: números binarios, porcentajes e intereses, notación científica, polinomios, geometría, etc. Pero también aparecen guiños a matemáticas más especializadas. Así mismo se habla del cardinal aleph subcero χ_0 que representa la cantidad de números naturales que existen, o aparece la botella de Klein. También se pueden encontrar en esta serie referencias a números reales: por ejemplo aparece el Canal de Noticias $\sqrt{2}$, o la autopista Route $\sqrt{66}$ (en clara referencia a una antigua canción de los Rolling Stones) o la marca de mueble π kea.

Para ver otras referencias a la televisión consultar (Muñoz; 1996) y (Muñoz; 2005).

TEATRO

Somos muchos los que consideramos el teatro como un arte y desde el punto de vista de la educación un gran recurso para transmitir mensajes por medio de las historias que nos cuenta y, por supuesto, también para la divulgación científica y matemática en particular.

Puede pensarse que una materia tan árida como la matemática no tiene cabida en un mundo tan etéreo como el teatro, pero existen muchos ejemplos que van en sentido contrario. Un ejemplo muy gracioso, en especial ahora que están tan de moda los monólogos, es un actuación del grupo Faemino y Cansado en el que éste último realiza una parrafada sobre la historia de dos números hermanos el 6 y el 9. Este sketch estaba dentro de su programa de televisión “El orgullo del tercer mundo”, aunque hoy puede encontrarse el vídeo en YouTube.

Entre los ejemplos de teatro y matemáticas esta el de la profesora argentina Victoria Ponza con sus alumnos en la pieza “De lo que sucedió en la Biblioteca de Alejandría, de algunas discusiones entre sabios, dioses, musas y muchas cosas más” (ver Ponza; 1996), representando una época histórica y personajes antiguos. En muchas escuelas de magisterio es corriente montar obras de teatro sobre ideas muy diversas, como por ejemplo la necesidad de unas unidades de medida o el manejo de figuras geométricas básicas, como podemos ver en la pieza “En el país de la Reina Equilátera” (se puede ver el guión en Plasencia y Rodríguez; 1999). También existen ejemplos de guiones en los artículos de los profesores canarios Luis Balbuena y Juan Antonio García Cruz (ver los artículos correspondientes en la bibliografía).

En la página de DIVULGAMAT que citamos anteriormente existe una sección titulada Teatro y Matemáticas en la que, aparte de un artículo en el que se desarrolla más extensamente esta relación y se comentan experiencias extranjeras que se pueden consultar en Internet, existen guiones de obras de teatro preparadas para ser representadas por nuestros alumnos, por ejemplo las dos de los profesores canarios que hemos comentado en el apartado anterior. La dirección de esa sección es:

<http://www.divulgamat.net/weborriak/Cultura/Teatro/index.asp>

Por lo que a nosotros respecta no podemos dejar de hablar del grupo Ars Binomium compuesto por Ismael Roldán y José Muñoz y que desde el año 2000 están representando por toda España y parte del extranjero una serie de piezas teatrales en la que los elementos que aparecen en escena son conceptos matemáticos como ecuaciones, logaritmos, funciones y variables, vectores, etc. Dicho grupo obtuvo el primer premio en la modalidad de Puesta en Escena en el V Concurso Física+Matemáticas en Acción del que se habló anteriormente y por ello fueron invitados a participar, en representación española, en la fase europea del certamen Science On Stage que se celebró en Ginebra en 2005. Más información sobre este grupo se puede encontrar en el artículo citado anteriormente.



CINE

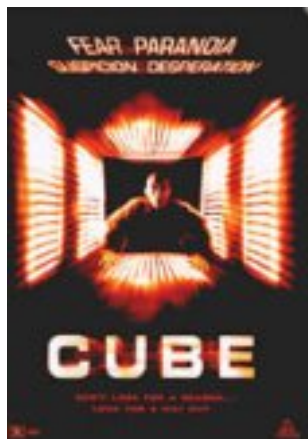
Existen muchas películas con contenido matemático, en unas porque el personaje principal tiene que ver con las matemáticas, como por ejemplo en “El pequeño Tate” de Jodie Foster en el que el hijo de la protagonista es un genio para los números o en “El amor tiene dos caras” de Barbara Streisand, donde uno de los protagonistas es un profesor “plomo” de matemáticas que aburre hasta los pupitres y que debido a su amor por la protagonista, profesora de lengua, intenta aprender a ser mejor comunicador. Otra película en esta relación es “Lecciones inolvidables”, con la manida historia de profesor suplente que llega a escuela de barrio marginal llena de puertorriqueños delincuentes sociales y que aunque en un principio reciben de uñas al profesor, al final se los gana y consigue sacar provecho de todos ellos. En este caso lo llamativo es que el profesor es de matemáticas.

La película más famosa para los profesores de matemáticas quizás sea “Donald en el País de las Matemáticas” (Director: Hamilton Luske. Producción: Walt Disney, 1959. Nominado al Oscar como mejor cortometraje) de unos 30 minutos pero con unas capacidades didácticas increíbles. En la película, el explorador pato Donald llega al país de las matemáticas (que posteriormente se ha sustituido, desafortunadamente, por el país de las matemáticas) y allí descubre la relación de las matemáticas con los juegos, la música, el arte, la naturaleza, los deportes, etc.



Es posible consultar cómo sacar rendimiento didáctico a esa película en (Del Río; 1988).

Si nos referimos a situaciones matemáticas que aparezcan en películas uno de los temas que



pueden reflejarse es el de los números. El director Peter Greenaway utiliza en algunas de sus películas números, conjuntos, medidas y proporciones. En una de sus obras “Conspiración de mujeres” (supuesta traducción del título original *Drawing by numbers*, con lo que pierde mucho en el cambio) aparece un personaje que durante toda la película está contando las cosas más insospechadas, por ejemplo el número de perros muertos encontrados en una carretera. En esta película aparecen todos los números naturales del 1 al 100 expresados en distintos elementos (postes, puertas de casa, vehículos, etc.)

Una película muy interesante, aunque un poco claustrofóbica, es “Cube” del canadiense Vincenzo Natali, en la que unos personajes (incluyendo un matemático) aparecen en una extraña cárcel compuesta por cubículos que se mueven, y están en contacto por todos los lados con otros cubos (imaginemos un Cubo de Rubik gigantesco). Las puertas que unen unos cubos con otros se abren de vez en cuando, y permiten que se pase de una celda a otra (en algunas de las cuales se encuentra la muerte). Para saber a qué celdas conviene entrar y buscar la posible salida, es necesario tener en cuenta una serie de números que hay en cada puerta. Estos números, que equivaldrían a un vector, tienen la característica de ser primos (los que valen) y sobre el estudio de ellos es sobre el que versa la película. Las posibilidades didácticas de esta cinta podemos consultarla en el artículo de Elena Thibaut de la bibliografía. Es posible conseguir en DVD una continuación con el título “Cube 2: Hypercube”.

Si hablamos de películas más recientes y más famosas por haber llegado al gran público y que van dedicadas a matemáticos, podemos referirnos a la película “El indomable Will Hunting”, donde aparece un joven problemático pero con unas grandes capacidades para las matemáticas. Y la segunda es la oscarizada “Una mente maravillosa” donde se narran las peripecias del esquizofrénico matemático John Forbes Nash, que consiguió el Premio Nobel de Economía.

Existe una película realizada por el profesor de matemáticas argentino Gustavo Mosquera junto con sus alumnos, de título “Moëbius” en la que un vagón de metro desaparece en extrañas situaciones y un matemático descubre que sobre las vías han construido una Cinta de Moëbius.

Una última película a la que queríamos referirnos es la película “ π . Fe en el caos” de Darren Aronofsky, donde el protagonista intenta descubrir un patrón sobre la fluctuación de la bolsa, utilizando las cifras del número π , mientras que una secta judía lo persigue para utilizar su patrón numérico, con el fin de descubrir los secretos ocultos tras los textos sagrados. La película recibió el premio al mejor director en el Sundance Film Festival de 1998. A pesar de ello, es un poco oscura y también claustrofóbica, pero merece la pena su visionado especialmente para los interesados en las matemáticas.



Con motivo del año 2000, en muchas ciudades se organizaron visionados de películas e incluso en algunas se prepararon actividades para trabajar con esas películas. Actividades sobre las cuatro últimas películas podemos encontrarlas en la dirección <http://gauss.mat.eup.uva.es/%7Ealfonso/cine.html>

La dirección anterior es mantenida por Alfonso Jesús Población quien además de haber publicado un interesante libro sobre Cine y Matemáticas en la editorial Proyecto Sur (POBLACIÓN; (2006)), coordina la sección de cine que tiene la página DIVULGAMAT y en la que se añaden regularmente interesantes artículos de diversas películas. Puede consultarse en <http://www.divulgamat.net/weborriak/Cultura/CineMate/index.asp>

EXPOSICIONES

Uno de los aspectos culturales de más relevancia en nuestra vida cotidiana lo forman las exposiciones. Mediante ellas podemos acceder a la vida o la obra de un personaje famoso, a imágenes visuales de hechos pasados y presentes, a mensajes históricos y por supuesto a aspectos divulgativos de determinadas facetas de nuestro entorno.

En particular, las exposiciones matemáticas (estáticas o dinámicas) son un estupendo recurso para enseñar y aprender pues:

- Proporcionan elementos de motivación a nuestros alumnos.
- Presentan las matemáticas desde un enfoque diferente al encasillado en el aprendizaje a través del libro de texto y la resolución de listados de ejercicios.
- Aportan una mayor y mejor comprensión del mundo de las Matemáticas, acercándonos mediante la imagen a la realidad, a situaciones matemáticas y a problemas y sus soluciones.
- Relacionan las matemáticas con el entorno histórico, artístico, social y cultural de los alumnos

Desde hace años las exposiciones han servido para acercar las matemáticas a personas muy diversas. Y especialmente a raíz del año 2000 han proliferado por muchos lugares llegando a las salas de exposiciones de centros culturales donde antes no tenían cabida. Vamos a ver algunos ejemplos concretos.

FOTOGRAFÍA Y MATEMÁTICAS

¿Es posible encontrar algún objeto en el que no haya algo de Matemáticas?

Desde que en el año 1989, el profesor granadino Evaristo González, creara la experiencia de relacionar la *fotografía* y la *matemática*, esta idea ha sido una de las que más se han extendido. La principal actividad consiste en realizar fotografías y adjuntarles una frase como título que tenga relación con la foto y contenido matemático. Las fotografías a veces presentan conceptos matemáticos muy claros; en otras los alumnos fortalecen sus conocimientos lingüísticos realizando juegos de palabras entre la imagen y el título; o hacen montajes realmente divertidos para conseguir elementos difícilmente localizables en la vida normal (monomio, teorema de Bolzano, radio al cubo, etc.) Lo que es indudable para cualquiera que haya visto la exposición que se organiza con este material es que desarrolla la imaginación de los participantes. Este tipo de exposición también tiene claro aprovechamiento didáctico. Muchas entidades y sociedades de profesores organizan todos los años concursos de fotografías con las que después se montan exposiciones itinerantes. Además muchos compañeros matemáticos, grandes aficionados a la fotografía, nos deleitan con excelentes imágenes como la obra artística de la compañera Pilar Moreno.

Hoy en día la fotografía matemática ha dado el salto a Internet. Es posible encontrar muchas páginas, incluso de centros educativos, donde se cuelgan trabajos realizados con este enfoque.

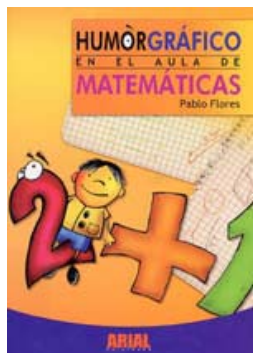
Estas exposiciones sirven como recurso didáctico para trabajar con los alumnos. Como ejemplo de este aprovechamiento se puede consultar la referencia de FERNÁNDEZ-ALISEDA, A.; MUÑOZ, J. y PORRAS, A. (1999). En las exposiciones que monta la S.A.E.M. THALES de Sevilla existen además cuadernillos de actividades que se pueden consultar en <http://thales.cica.es/sevilla/FotografiaMatematicas.htm>. También la sociedad Emma Castellnuovo tiene un cuadernillo sobre fotografía consultable en <http://www.smpm.es/Actividades/fotografia.asp>. Una página que no puede dejarse de consultar es la de Pilar Moreno, Xaro Nomdedeu y Eliseo Borrás en <http://w3.cnice.mec.es/eos/MaterialesEducativos/mem2000/matefoto/libro/>.

FILATELIA Y MATEMÁTICAS

Desde mediados de los años noventa comenzaron a circular por España exposiciones de sellos de todo el mundo con referencias matemáticas, bien porque recordaban a algún matemático de prestigio o algún concepto concreto de esta ciencia. En Internet es posible también encontrar sellos como por ejemplo en la dirección <http://www.profes.net/varios/sellos/index.htm>.



HUMOR Y MATEMÁTICAS



Uno de los aspectos más atractivos, y por tanto sumamente útil en tareas divulgativas, de cualquier materia siempre ha sido el humor. Muchos profesores llevan años recopilando y acercando a los alumnos y al público en general chistes y tiras cómicas con referencias matemáticas que, aunque pueda pensarse que no tienen mucha relación entre sí, es fácil encontrar en la prensa diaria o en el trabajo de los grandes dibujantes. En concreto nuestro compañero y amigo, el profesor granadino Pablo Flores ha estudiado este tema desde hace años y es posible acceder a parte de su trabajo en la dirección <http://ddm.ugr.es/personal/pflores/Indexjuegos.htm>.

ARTE Y MATEMÁTICAS

Sobre arte y matemáticas es posible admirar multitud de ejemplos atractivos por su belleza visual y por su contenido matemático. Por citar algunos ejemplos:

- a) La exposición *Martemáticas* creada por Fernando Corbalán y Rafael Boix en la que en 25 paneles se hace un recorrido por todos los aspectos del arte (arquitectura, escultura, publicidad, mosaicos, pintura, etc.) incluyendo una serie de actividades para que realicen las personas que observan la muestra.



- b) Exposiciones sobre fractales con excelentes composiciones de gran belleza. Merece destacarse la exposición *Arte fractal: belleza y matemáticas* y *Demoscene: Matemáticas en movimiento* que estuvo expuesta en Madrid coincidiendo con el congreso internacional de matemáticas que se celebró en 2006. Existen multitud de páginas en Internet con fractales artísticos y algunas de ellas con actividades para realizar por alumnos por ejemplo http://es.geocities.com/snow_parra/Fractartmat/Fractartmat.htm.

- c) El utilizar obras de pintores famosos también es una buena forma de divulgar matemáticas a través del arte. Por ejemplo la obra del holandés Maurits Cornelius Escher que puede encontrarse con facilidad en Internet, por ejemplo en la página de Divulgamat.

Otro ejemplo podría ser

<http://exposicionvirtual.iespana.es/> en la que se encuentra una exposición sobre la obra de Dalí y las matemáticas estructurada en paneles en pdf que se pueden imprimir para exponer.



HISTORIA DE LAS MATEMÁTICAS

La exposición *El legado de las matemáticas: de Euclides a Newton, los genios a través de sus libros* constituyó sin duda una de las actividades culturales más relevantes de cuantas se programaron en España para conmemorar el año 2000 como Año Mundial de las Matemáticas. En ella se expusieron una importante colección de manuscritos y libros impresos, en sus ediciones más significativas, primeras ediciones, ediciones *princeps*, etc. de las obras que han marcado el devenir de las Matemáticas desde los griegos hasta finales del siglo XVII; junto a otras obras no menos importantes del pensamiento y cultura humanas relacionados en mayor o menor medida con las Matemáticas. Puede accederse a ella en la dirección <http://euler.us.es/~libros/>.

Otra exposición interesante es la compuesta por 40 murales sobre historia de las matemáticas creada por el I.E.S. "Elaios" de Zaragoza y que podemos admirar en http://www.educa.aragob.es/ieselaza/Dpto_matematicas/exposiciones.htm.

EXPOSICIONES DINÁMICAS DE MATEMÁTICAS

Pero la expresión más vibrante de la divulgación matemática es la que corresponde a exposiciones dinámicas en las que el visitante no sólo mira sino que también participa y crea matemáticas con sus propias manos.

En nuestra opinión, el hecho que marcó realmente un hito en el cambio del concepto que tenían muchos profesores de lo que era la enseñanza de las Matemáticas fue la exposición *Horizontes Matemáticos*. Esta exposición que provenía de Francia recorrió toda España. Planteada no como una exposición al uso en la que se miraban los elementos expuestos, sino de una manera

manipulativa en la que el visitante se veía obligado a integrarse en la exposición, representaba una metodología que comenzaba a difundirse desde los Museos de Ciencia, poco numerosos en la época pero que se han generalizado en la actualidad. El año pasado, coincidiendo con el congreso internacional de Madrid se montó también la exposición *¿Por qué las matemáticas?* con un notable éxito de crítica y público y sobre la que se puede informar en la dirección <http://www.divulgamat.net/weborriak/Exposiciones/Expode/Porque/index.asp>.

La versión original puede consultarse en <http://www.mathex.org/>.

Con motivo del año 2000 también se organizaron varias exposiciones en esta línea. Queremos citar la que montó la sociedad Emma Castellnuovo con el título de *Colección 2000 piezas matemáticas* y también la elaborada por la sociedad Isaac Newton *Matemáticas 2000*.

En la línea de este tipo de exposiciones se pueden encontrar ejemplos en Museos de la Ciencia de toda España, en los stands que se montan por centros educativos y entidades en Ferias de la Ciencia o en la actividad de Matemáticas en la calle. También existen centros que dentro de sus semanas culturales o finales de trimestre montan salones de juegos matemáticos que tienen una gran aceptación por parte del alumnado.

EXPOSICIONES VIRTUALES DE MATEMÁTICAS

Como ya hemos indicado anteriormente, hoy, gracias a Internet, la información está muy cerca, y por ello las Matemáticas también se pueden exponer virtualmente e interactivamente para disfrute de toda la sociedad. Es posible citar muchos ejemplos, pero por hacer referencia sólo a algunos de ellos, debemos resaltar la página de divulgación de la RSME que dirige Raúl Ibáñez en la dirección <http://www.divulgamat.net/weborriak/Exposiciones/>. Esta página contiene más de 60 exposiciones virtuales de todo tipo: sellos, fotografías, arte, historia, etc.

Una página con mucha información organizada por un grupo de compañeros de la sociedad THALES de Córdoba es <http://cordobamatematica.net/>.

En páginas de centros educativos también podemos encontrarnos exposiciones, algunas creadas por los propios alumnos, por ejemplo la del IES Sierra Minera de La Unión en Murcia, cuya página merece ser visitada <http://centros5.pntic.mec.es/sierrami/dematesna/>

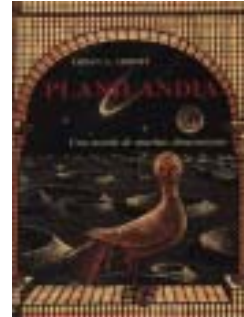
MATEMÁTICAS Y LITERATURA

Libros de divulgación matemática hay muchos, que abordan desde Historia de las Matemáticas a Acertijos, Juegos y Pasatiempos, pasando por una gran variedad de temáticas, y sobre todo a partir de los años 70 del pasado siglo. Las traducciones de los artículos y libros del norteamericano Martin Gardner, de los libros del inglés Henry E. Dudeney, del ruso Yakob Perelman, clásicos de la divulgación, y también de Raymond Smullyan, Ian Stewart, Jean Pierre Aum, Isaac Asimov, Brian Bolt, Georges Ifrah, John Allen Paulos, entre otros, han ido poblando las estanterías de nuestras casas y departamentos. Y en España destacan los de Mariano Mataix, Rafael Rodríguez Vidal, Luis Segarra, Claudi Alsina, Luis Balbuena, Fernando Corbalán, Miguel de Guzmán, Carlo Frabetti, entre otros.

Esta temática estaba bien cubierta pero faltaba la novela, que debía tener un trasfondo matemático para satisfacer el placer lector y el deseo de conocimientos matemáticos; es decir, faltaba la novela pedagógica. Y llegó el año 2000. Bueno, en realidad, desde que en 1992, la Unión Matemática Internacional (IMU) declaró el año 2000 Año Mundial de las Matemáticas, y la UNESCO acordó en su Conferencia General de 1997 su apoyo y patrocinio, parece que la presencia de las matemáticas en la literatura cambió; al principio despacio, después más aceleradamente. Poco a poco fue desapareciendo la sima abierta entre las dos culturas, que desde hace algún tiempo está presente en nuestra sociedad: los matemáticos y los no

matemáticos se atreven, cada uno con las dificultades intrínsecas de su formación, a escribir novelas donde las matemáticas están presentes.

Hasta los años previos al 2000 sólo contábamos con *Los viajes de Gulliver* (escrito en 1726) por el irlandés Jonathan Swift con algunas ideas y conceptos matemáticos; Lewis Carroll (*Alicia en el país de las maravillas* (1865); *Alicia a través del espejo* (1872); *El juego de la lógica* (1876)...), *Planilandia. Una novela de muchas dimensiones*, de Edwin A. Abbot, un libro también con más de 100 años (es de 1884), que cuenta la vida en un mundo de dos dimensiones, donde las personas tienen formas geométricas y mantienen un orden jerárquico dependiendo de su número de lados y *El hombre que calculaba* (1949) de Malba Tahan (seudónimo del profesor brasileño de matemáticas Julio César de Mello e Souza). Libro repleto de curiosidades, problemas y desafíos que enseñan deleitando. Beremiz Samir, el Hombre que Calculaba, aparece en el camino que lleva a la ciudad de Bagdad en un antiquísimo Irak, muy distinto del actual, habitado por califas, jeques y visires y resuelve problemas que surgen durante su viaje, pacifica disputas, hace justicia y, finalmente, se gana el corazón de una bella princesa.



Y llegando al 2000 aparecen *El diablo de los números* (1997), del poeta y ensayista alemán Hans Magnus Enzensberger, orientado a un público juvenil, y capaz de despertar en ellos el interés por las Matemáticas; *El enigma de Fermat* (1997), de Simon Singh, historia de una búsqueda científica que comenzó en el siglo XVII y culminó Andrew Wiles en 1995, trescientos años de investigación, de pasión, de muerte... por causa del teorema; *El teorema del loro* (2000), de Denis Guedj, un recorrido por la historia de las matemáticas acompañando a un viejo librero de París mientras resuelve el misterio de un asesinato; *El tío Petros y la conjetura de Goldbach* (2000), de Apostolos Doxiadis, alrededor de un matemático que cumple con el estereotipo social de los matemáticos: genial, antisocial,

buen jugador de ajedrez,... y obsesionado por resolver la famosa conjetura (todo número par mayor de dos es la suma de dos números primos); *El teorema* (2002), de Adam Fawer, donde David Caine, un hombre epiléptico con una especial habilidad para los cálculos matemáticos, accede a realizar un experimento para curar su enfermedad y saldar sus deudas... *Los crímenes de Oxford* (2004), de Guillermo Martínez, con un estudiante y un profesor de matemáticas investigando unos asesinatos que se producen en Oxford durante una estancia académica del primero. Y muchos, muchos más.

Y en España eclosionan el prolífico escritor y matemático italiano, residente en España, Carlo Frabetti (*El gran juego* (1998); *La ciudad rosa y roja* (1999); *Malditas matemáticas. Alicia en el país de los números* (2000); *Ulrico y la flecha de cristal* (2001); *Ulrico y la llave de oro* (2001); *La magia más poderosa* (2002); *Ulrico y las puertas que hablan* (2002); *El libro infierno* (2002)...); José Muñoz Santonja con *Ernesto el aprendiz de matemago* (2003); Ismael Roldán Castro y *Teatromático* (2002); Susana Mataix con *Matemática es nombre de mujer* (1999); Ricardo Gómez, *La selva de los números* (2002), *Las hijas de Tuga* (2003) y *Bruno y la casa del espejo* (2003); Jordi Sierra i Fabra, *El asesinato del profesor de matemáticas* (2000); M^a Isabel Molina, *El señor del cero* (2002); Esteban Serrano Marugan *¡Ojalá no hubiera números!* (2002); Luis Balbuena Castellano, *Cuentos del cero* (2006); J. Collantes y A. Pérez Sanz, *Matecuentos, cuentamates (vol. 1,2,3)* (2005); Claudi Alsina, *Para Elisa, tres lobos y un cerdito feroz* (2000)... Y muchos,



muchos más.

Pero además ha habido editores que han apostado por ello, y con éxito, porque público para este tipo de literatura había. Tal vez sean Nivola (Madrid) y Proyecto Sur (Granada) las dos editoriales que más han contribuido a la divulgación de las matemáticas. Es verdad que otras editoriales también han publicado materiales interesantes, pero dentro de un proyecto distinto, no centrado en las matemáticas o de menor volumen de publicaciones. Y queremos destacar la colección Las matemáticas en sus personajes (Nivola), que pretende presentar de forma sencilla cómo ha evolucionado esta ciencia hasta nuestros días, con más 30 títulos desde Arquímedes. Alrededor del círculo de R. Torija a *Alhacén. El Arquímedes árabe* de Ricardo Moreno.

En Internet es posible encontrar varios libros interesantes en pdf y con descarga gratuita. Desde libros de Lewis Carroll o de Perelman hasta los últimos best-seller que han significado los libros del argentino Adrian Paenza con el título de *Matemáticas, ¿estás ahí?*

Nunca las relaciones entre literatura y matemáticas habían sido tan fascinantes. Pero desde ahora serán incluso más fructíferas ya que a partir de que muchos centros educativos están comenzando a incorporarse a planes de lectura, los libros de literatura matemática empiezan a incluirse entre los libros de lectura para los alumnos. Existen en Internet muchas páginas de centros educativos que poseen un apartado de literatura matemática, algunos incluso con actividades para después de la lectura, un ejemplo es la página del IES Izipisúa Belmonte de Hellín que se puede consultar en la dirección <http://personal.telefonica.terra.es/web/ies4hellin/matematicas/LecturasRecomendadas.htm#0>.

Y que la relación entre matemáticas y literatura es altamente educativa lo corrobora el Segundo Premio Nacional de Innovación Educativa otorgado en 2005 al *Proyecto Kovalevskaya. Investigación matemático-literaria en el aula de Primaria* coordinado por los profesores Margarita Marín, Juan Lirio y M^a Josefa Calvo en el que se presentan muchas actividades para clase con párrafos sacados de libros de literatura con referencias o contenidos matemáticos.

POESÍA

En la antigüedad la relación entre poesía y matemáticas venía dada por la escritura en verso de distintos problemas matemáticos. Así podemos citar, por ejemplo, en el libro de Baskhara (s. XII) el titulado *Lilavati* o *El ladrón de naranjas* (extraído de “El señor del cero” de M^a Isabel Molina)

Un ladrón, un cesto de naranjas,
del mercado robó,
y por entre los huertos escapó;
al saltar una valla,
la mitad más media perdió;
perseguido por un perro,
la mitad menos media abandonó;
tropezó en una cuerda,
la mitad más media desparramó;
en su guarida, dos docenas guardó.
Vosotros, los que buscáis la sabiduría,
decidnos:
¿cuántas naranjas robó el ladrón?

En el último siglo grandes poetas no han resistido la atracción de unir la belleza matemática y la poética: Rafael Alberti, Gloria Fuertes, Gabriel Celaya, Carmen Conde, Ramón Gómez de la Serna, Pablo Neruda... son autores de poemas sobre matemáticas. A veces el atractivo para el poeta son conceptos matemáticos: La cinta de Moebius (Myriam Moscona), A la divina proporción o Soneto al dodecaedro (Rafael Alberti), Los números transfinitos (José Florencio Martínez) o El número pi (Alberto Espinoza). Otras veces se permiten pequeños juegos poéticos

como el acróstico (poema en el que las letras iniciales de cada verso, leídas en sentido vertical, forman una frase) de José Antonio Hervás:

*Mirar soñando despierto
Al ver dos líneas trazadas
Te refleja como ciertos
Espacios que son del alma;
Mar de infinitos destellos
Acotados por las blancas
Trazas que dejan abiertos
Imposibles movimientos
Capaces de abrir las marcas
Alcanzadas por expertos
Sabios de todos los tiempos
Y soñando lograremos
Penetrar en las esencias
Ocultas de los extremos
Esquivos de las conciencias,
Sabiendo que toda ciencia
Incluye cuando queremos
Algo de amor y cadencia*

O el ya nombrado poema de Alberto Espinoza (existen en castellano otras muestras de esta idea), construido con palabras de tantas letras como la correspondiente cifra decimal del número pi (3,14159 26535 89793 23846 26433 83279 5):

*Voy a amar a solas, deprimido
no sabrán jamás que sueño hallarte,
perímetro difícil, escondido
que en mis neuronas late...
Oscuro el camino para ver
los secretos que tú ocultas
¿hallarlos podré?...*

O la Poesía numérica, de autor anónimo, donde se relaciona la grafía numérica, por ejemplo “3”, con la grafía lingüística “tres”:

Porque no faltan beli.....3
que a estafar acostumbra..2
hacen con estos cuita.....2
el oficio de los bui.....3
¡Cuántos chalecos fia.....2
y pantalones medi.....2
que luego han sido pedi...2
y nunca han sido paga.....2!
...

¿Quién puede decir que matemáticas y poesía son conjuntos disjuntos?

En el IES Poeta Díaz Castro de Guitiriz (Lugo) se puede encontrar una buena página de internet sobre literatura y matemáticas:

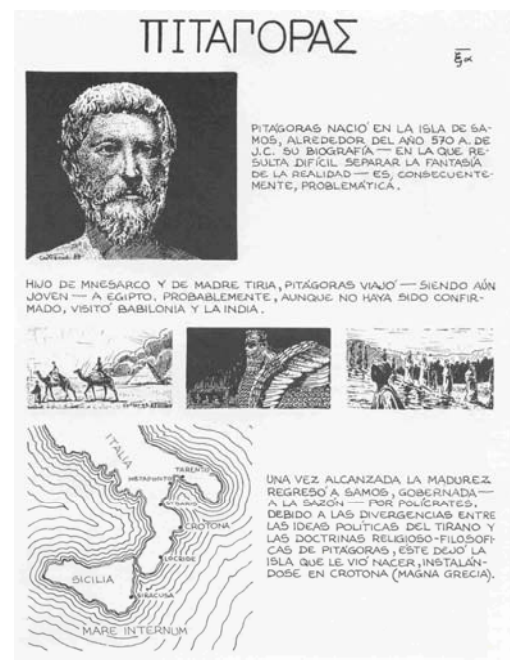
http://www.iesguitiriz.org/dep_matematicas/dpto_matematicas.php

MATEMÁTICAS EN DIBUJOS

La presencia de las matemáticas en dibujos suele tener dos intenciones: la didáctica, de utilizar esta herramienta para facilitar la comprensión de elementos matemáticos, o la de humor, tanto para matemáticos como para público en general, ya que las matemáticas forman parte de la cultura de nuestra sociedad.

En 1984 el matemático Vicente Meavilla Seguí, autor de los textos, y el dibujante José A. Canteras Alonso, ambos profesores de instituto, inician el proyecto “Viaje gráfico por el mundo de las matemáticas”, en el que utilizando dibujos se proponen acercar a los estudiantes, en aquel momento, de BUP, la Historia de las Matemáticas. En este trabajo los textos tienen una importancia capital, siendo los dibujos, en blanco y negro, acompañantes de estos textos para permitir la situación del lector en la época, geográficamente o con los contenidos matemáticos que se están exponiendo.

Hasta ahora han aparecido tres excelentes números (que se pueden ver en la página web ya citada de DivulgaMAT): El primero, publicado en 1984, abarca la [Prehistoria](#), [Babilonia](#), [Egipto](#), [Grecia](#), [Thales de Mileto](#) y [Pitágoras](#); el segundo, en 1985, incluye a Zenón, La época ateniense, Anaxágoras, Hipócrates, Demócrito e [Hípias](#); y el tercero, en 1991, recorre la matemática de Teodoro de Cirene, Teeteto, Arquitas, Platón, Eudoxo, Menecmo, Dinostrato y [Aristóteles](#).



Desgraciadamente sólo podemos disfrutar de esta Historia de las Matemáticas hasta el siglo IV a.C.



Un lustro después dos profesores de Didáctica de las Matemáticas de la Universidad de Castilla-La Mancha, José Luis Carlavilla y Gabriel Fernández, publican en 1989 *Historia de las Matemáticas*. A lo largo de casi 350 páginas, de una forma amena, con humor y con el necesario rigor para una obra divulgativa, pues el medio que utilizan es el cómic, se puede recorrer la historia de las matemáticas estructurada en los siguientes capítulos: Las matemáticas de la prehistoria, en la antigüedad, en oriente, edad media, renacimiento, siglo XVII, siglo XVII (Euler), siglos XIX y XX.

Este libro fue presentado por los autores en el Seminario de Popularización de Leeds. El planteamiento novedoso y la necesidad de materiales en un momento de cambio educativo, hicieron que la edición se agotase en muy poco tiempo; hasta 2003 no se volvió a reeditar. Sus imágenes a todo color, y textos con un lenguaje muy

asequible y desenfadado, hacen que esta obra esté al alcance de todo el público, especialmente del alumnado de matemáticas.

En 1999 se publica en España el libro *La estadística en cómic* de Larry Gonick (ilustrador) y Woolcott Smith (estadístico). Esta obra emplea viñetas humorísticas que facilitan de forma divertida -pero rigurosa- la comprensión visual de los contenidos y de los personajes que van apareciendo. Se trata de una obra para la iniciación en el conocimiento de la estadística que abarca la estadística descriptiva, las probabilidades en el juego, las variables aleatorias, las pruebas de Bernoulli y mucho más y está enfocado hacia personas sin mucha formación matemática. Son interesantes los análisis históricos de algunos problemas y la presentación de personajes importantes en estadística (Bernoulli, de Moivre, Chevalier de Mere, Fermat, Pascal...)



Con ocasión del Año Mundial de las Matemáticas (2000) el Institut Balear D'Estadística (IBAE) tuvo la idea de acercar a la sociedad los distintos estudios y análisis que realiza a través de la edición de un cómic atractivo e ilustrativo de los principales conceptos estadísticos. El título es *Dados y Datos. Cómic hacia la estadística con probabilidad 0,95 de serlo*. Posteriormente se ha publicado *Dados y Datos II*. El autor es Javier Cubero y las ilustraciones de Alex Fito y Linhart. De nuevo el afán es divulgador: hacer llegar al usuario de estadísticas los conceptos y normas metodológicas necesarias para el entendimiento preciso de los datos, de una manera atractiva, incluso divertida, aunque manteniendo plenamente el rigor científico estando especialmente destinados a los estudiantes de secundaria y a la formación permanente de adultos.

Los libros anteriores tienen un planteamiento divulgador de las matemáticas, que también es didáctico pues se pueden separar historias y utilizarlas directamente con los alumnos; existe una intencionalidad por parte de sus autores focalizada en las matemáticas, que utiliza el dibujo como complemento o como vehículo de transmisión de esa intención.

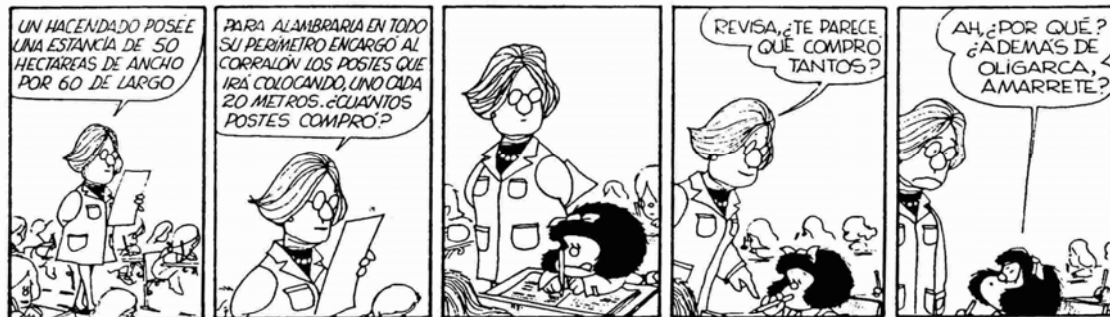


Este hecho se ha presentado también en algunas tiras cómicas de revistas como *Muy Interesante*. Veamos un detalle de una de Romeu sobre *Los números*.



Pero también, con frecuencia, las matemáticas aparecen con intención humorística en comics generales o en viñetas con propósitos diversos. Los autores de historietas utilizan las matemáticas como “lugar común” para la gran mayoría de los ciudadanos, con una serie de valores, opiniones y prejuicios casi comunes y derivados de su etapa escolar. Hagamos un recorrido rápido por algunas viñetas matemáticas.

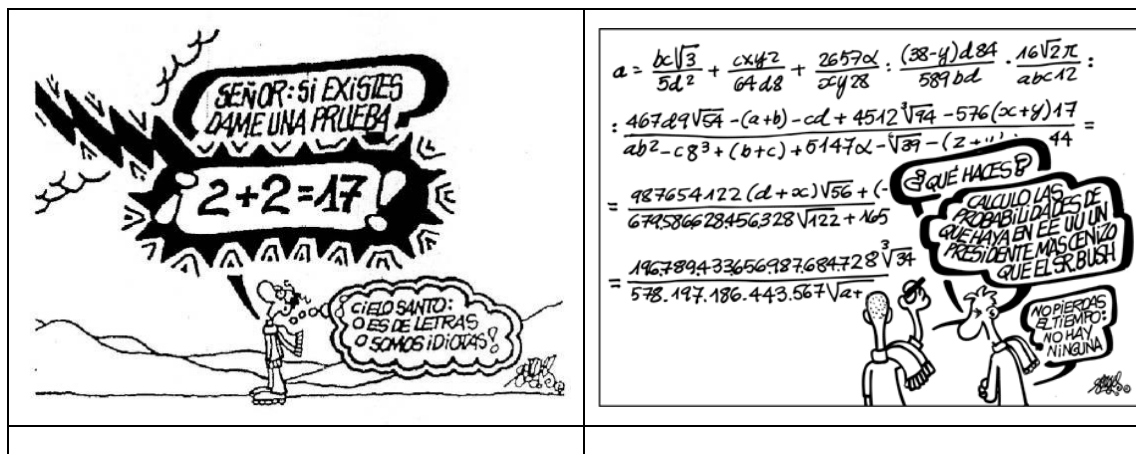
El dibujante Joaquín Lavado, Quino, autor del famoso personaje de Mafalda cometió un error en una de las tiras “Mafalda y el hacendado”. Cuando la maestra le dicta un problema de aritmética, habla de un campo de 50 hectáreas de ancho por 60 hectáreas de largo. Poco después el mismo Quino se burló de su error usando para ello a sus propios personajes. En las sucesivas reediciones se cambio hectáreas por metros.



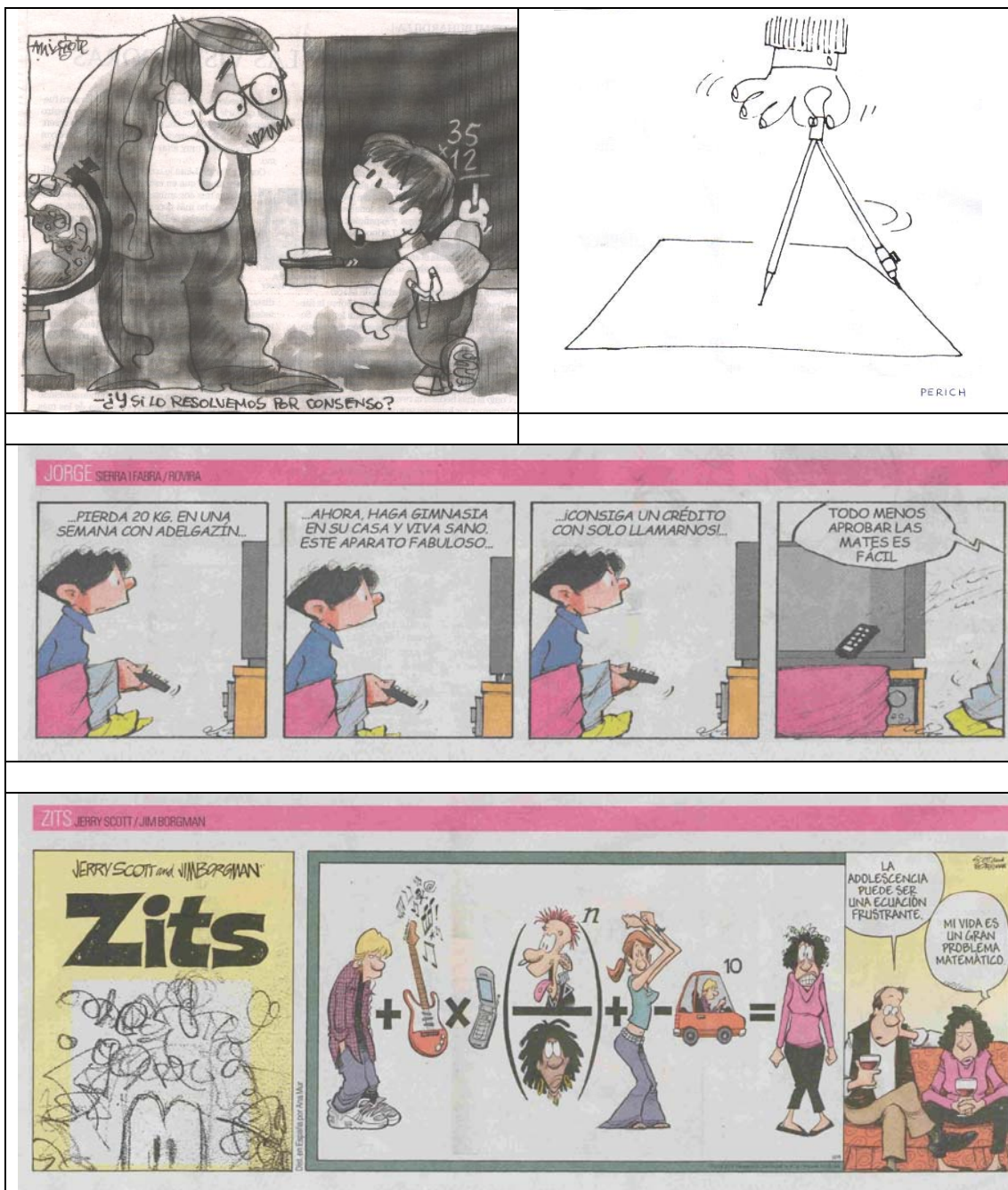
3 octubre '72



Grandes humoristas como Forges, Mingote, Perich, Máximo, Romeu... suelen utilizar elementos o conceptos matemáticos en sus viñetas.



$$a = \frac{bc\sqrt{3}}{5d^2} + \frac{cx\sqrt{2}}{64d8} + \frac{2657\alpha}{589bd} \cdot \frac{16\sqrt{2}\pi}{abc12} : \\ = \frac{467d9\sqrt{54}}{ab^2 - c8^3 + (b+c) + 6147\alpha - \sqrt{39} - (z+1) : 44} - (a+b) - cd + 4512\sqrt{74} - 576(\alpha+y)17 \\ = \frac{987654122(d+\alpha)\sqrt{56} + (-674586628456328\sqrt{122} + 165}{578.197.186.443.567\sqrt{2} +}$$



El profesor de la Universidad de Granada Pablo Flores lleva años trabajando sobre la presencia de las matemáticas en el humor gráfico y su uso didáctico en nuestras aulas (Flores, P. (1998), (2003)).

MÚSICA Y MATEMÁTICAS

Pitágoras estudió la naturaleza de los sonidos musicales y descubrió que existía una relación numérica entre tonos que sonaban “armónicos”; por tanto, la música y las matemáticas, además de tener en común el ser lenguajes universales se relacionan: la música puede ser medida por medio de razones de números enteros.

Pero no vamos a hablar aquí de la relación intrínseca entre estas dos artes liberales de la Edad Media, en que se consideraba a la Aritmética como el estudio del número en estado puro, y a la Música el del número en movimiento; sino de la presencia de las matemáticas en las canciones.

¿Existen canciones que hablan de matemáticas?

Pues sí. Aunque hemos de diferenciar entre la utilización de términos matemáticos en su letra y el desarrollar más o menos un contenido o concepto matemático.

En el primer caso se encuentran bastantes canciones que intentan poetizar con las matemáticas temas de amor. Así en la canción *Pitágoras* del grupo de rock valenciano Los Milos (con Bruno Lomas) [1961, adaptación al castellano del tema original de Adriano Celentano de 1959], posteriormente versionada por Seguridad Social, se puede oír:

“La suma de los cuadrados encima de los catetos
es el cuadrado de la hipotenusa.
Pitágoras, Pitágoras,
hoy quiero pedirte un favor,
enséñame el sistema y el nuevo teorema
de cualquier problema de amor...”

O en *El profesor de matemáticas* de las gaditanas Papá Levante:

“Desde que se enamoró
del profesor de matemáticas
anda buscando una ecuación
que le dé la solución
a sus problemas...”

Y podríamos seguir con *Quien te quiera como yo* de Donato y Estéfano, *Calculadora* de Oscar D'León, *Ni álgebra ni ecuaciones* de Tijeritas...

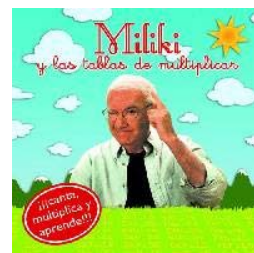
Ahora bien, canciones con conceptos matemáticos hay muy pocas, al menos en castellano. La mayoría de las veces estos discos han sido creados para facilitar el aprendizaje de las matemáticas a los más pequeños.

Para enseñar a contar Mocedades sacó *Los números* dentro de un álbum colectivo de nombre “Cosas de niños”.

"Soy uno cuando estoy solo
y dos si tú estás conmigo
somos tres si somos dos
y viene algún otro amigo
cuatro las patas del perro
cinco dedos de mi mano

y seis los años que tengo
y siete los de mi hermano
ocho pies tiene la araña
nueve son tres veces tres
y si esto bien me lo aprendo."

Miliki editó en 2005 “Las tablas de Multiplicar”, un disco que recoge todas las tablas de multiplicar desde el 1 hasta el 10, además de otras canciones con temática matemática como *La Marcha de los Números* y *Cero Patatero*. Cada canción tiene un patrón rítmico propio, y así se encuentran cha-cha-cha, rumba flamenca, son cubano, rock y hasta rap. Veamos parte de la letra de la *Tabla del uno*:



Los números vamos a conocer.
Pongamos atención,
pues vienen marchando, del uno al diez,
con gran disposición.
Si ves que te miran al pasar,
procura ganarte su amistad
pues ellos contigo siempre vivirán.
...

Uno por uno es uno,
bailo en el desayuno.
Uno por dos son dos,
ducha con agua y jabón.
...
Uno por tres son tres,
hoy me tocó barrer.
Uno por cuatro, cuatro,
bailo al barrer el patio.
...”

Aunque el hit parade musical para los matemáticos lo ocupa el *Teorema de Thales* de Les Luthiers (1971, Disco "Sonamos pese a todo"), cuya letra, música y video pueden encontrarse fácilmente en internet. Cuentan Les Luthiers que esta canción nació como un mero experimento. *Cuando su autor, Carlos Núñez Cortés, tenía 19 años y cursaba segundo año de química, no conseguía meterse en la despelucada cabeza un enunciado de análisis matemático; finalmente se le ocurrió acoplarle una melodía cantable, que probó ser inmejorable recurso mnemotécnico.*

-Pensé entonces -recuerda Núñez- si no podría ponerle música a todo un teorema. Fui a mi biblioteca, desempolvé el texto de Repetto, Linskens y Fesquet, ubiqué el teorema de Thales y le puse música.

En la página de la SAEM Thales-Sevilla <http://thales.cica.es/sevilla/> se puede ver una presentación sobre el teorema de Thales animada y con música de Les Luthiers.

Un listado, no exhaustivo, de canciones en español con referencia matemática, al menos las que conocemos nosotros, es la siguiente: *Multiplícate por cero* (Bom Bom Chip); *La calculadora* (Melody); *Multiplicación* (The Rocking Boys); *Matemática sexual* (Óscar D'León); *Yo te cito* (Juan Perro) y *El teorema de Pitágoras* (Fernandino Villalona).

PARA TERMINAR

Dice el profesor de la Universidad del País Vasco Raúl Ibáñez “La investigación, la educación y la divulgación deberían ser los tres pilares fundamentales en el desarrollo de las Matemáticas del siglo XXI”, y nosotros compartimos esta reflexión.

En cuanto a la divulgación las preguntas a contestar serían: ¿Qué hacer? ¿Cómo hacerlo? ¿Quién debe hacerlo? ¿Dónde? ¿Cuándo? Cada uno de nosotros debe dar respuesta a estas preguntas según sus circunstancias personales y profesionales. Al qué y al cómo hemos ido dando pistas a lo largo de esta ponencia, pero se pueden iniciar multitud de nuevos caminos, y hoy con las tecnologías informáticas e internet todo es un poco más fácil.

Nosotros estamos iniciando, desde el comienzo del curso 2006/07, un proyecto que llamamos **Matemáticas de Cerca** y que consiste en la elaboración, con la colaboración del Centro del Profesorado de Castilleja de la Cuesta, de unas láminas divulgativas. La intención es proporcionar a los centros educativos, y en particular al profesorado de Matemáticas, un recurso didáctico para abordar temáticas complementarias a las tratadas en el currículo.

Su lema es *Ningún día sin leer. Ningún día sin pensar*. Su periodicidad es semanal y los temas que se abordan son muy diversos, por ello se ha estructurado en bloques como números, desafíos, literatura, juegos, magia, geometría, humor, etc. Están a la libre disposición de todo el

profesorado en el apartado MATEMÁTICAS DE CERCA que se encuentra en la siguiente dirección del Aula Virtual del CEP de Castilleja, entrando como invitado:
<http://cursos.cepcastilleja.org/moodle/course/view.php?id=52>

MATEMÁTICAS DE CERCA


JUEGOS TANGRAM CORAZÓN

EL CARDIOTANGRAM O TANGRAM CORAZÓN

21
2007

Es un rompecabezas de disección compuesto por nueve piezas desplazables, que resultan de la descomposición de una figura plana, en este caso un corazón, y que permite la construcción de cientos de formas figurativas y abstractas al combinarlas adecuadamente utilizando siempre todas sus piezas, sin superponerlas.

Se puede construir a partir de un cuadrado, trazando las líneas y círculos que se indican en el esquema.



Ningún día sin leer

Ningún día sin pensar

CEP Castilleja

MATEMÁTICAS DE CERCA

Geometría Teorema de Pitágoras


Paul Mahlo

El matemático alemán Paul Mahlo (1883-1971) presentó, en 1908, una demostración del Teorema de Pitágoras por disección, que sitúa el punto del cuadrado mediano por el que se traza la paralela a la hipotenusa, en la intersección entre el cateto mayor y la perpendicular trazada a la hipotenusa por el vértice superior. También hay que cortar el cuadrado sobre el cateto menor, trazando una paralela a la hipotenusa por el vértice del triángulo rectángulo donde está el ángulo recto.


34
2007

Plantó así mismo que su demostración y la de Henry Perigal pertenecían a una gran familia de disecciones, en la que estaba también una planteada diez siglos antes por el matemático árabe del siglo IX Thabit Ibn Qurra, que presentó el siguiente diagrama en su demostración del Teorema de Pitágoras.

Toda esta familia de demostraciones parte del llamado enlosado de Pitágoras, formado por dos cuadrados de distinto tamaño (los equivalentes a los construidos sobre los catetos) que se repiten sucesivamente para rellenar el plano. En dicho enlosado pueden realizarse divisiones, como se observa en la figura, que corresponden a las que aparecen en las demostraciones.




Thabit Ibn Qurra



Ningún día sin leer

Ningún día sin pensar

CEP Castilleja

¿Quién debe hacer divulgación? Todo el profesorado, independientemente del nivel educativo en que ejerzamos. La divulgación debería formar parte de nuestras tareas y no sólo con alumnos, sino también con profesores de otras áreas, padres y madres y con cualquier persona.

¿Dónde? En cualquier lugar, no sólo en las clases sino también fuera de ellas. Usando los tablones de anuncios, la Sala de profesores, los pasillos... cualquier espacio del centro educativo.

¿Cuándo? En cualquier momento. Con una presencia constante, usando las celebraciones de los "Días de...", los finales de trimestre, las ferias de la ciencia...

¿Y para qué? Tomando de nuevo palabras del profesor Miguel de Guzmán para:

- *Romper el lastre de prejuicios que vamos arrastrando de una generación a otra en torno a la matemática y que en muchos casos es causa de bloqueos en la mente de nuestros niños con respecto a esta disciplina.*
- *Mejorar las condiciones culturales de muchas personas.*
- *Conseguir que la sociedad valore de modo adecuado el papel de la matemática.*
- *Compartir la belleza y el poder de las matemáticas con un público amplio.*
- *Tratar de cambiar actitudes de muchos hacia las matemáticas.*
- *Animar a más personas a ser matemáticamente más activas.*

Nos gustaría animar a todos los compañeros a participar en esta gratificante y divertida labor que es la divulgación de las matemáticas, una deuda que todos tenemos con esta disciplina.

BIBLIOGRAFÍA

Introducción:

HOWSON, A. G.; KAHANE, J. P. y POLLAK, H. (1989) *ICMI Study nº 4. La popularización de las matemáticas*, Revista SUMA, nº 2, pp. 71-78.

IBÁÑEZ, RAÚL (editor-coordinador) (2005) *Divulgar las Matemáticas*. Ed. Nivola. Madrid.

Medios de Comunicación:

BALBUENA CASTELLANO, LUIS (2001): "La creación de los números", *Suma*, 37, pp. 99-104.

BALBUENA, CUTILLAS, QUINTANA y PACHECO (2001): *La divulgación de las matemáticas en la prensa*. Dirección General de Ordenación e Innovación Educativa. Consejería de Educación, Cultura y Deportes del Gobierno de Canarias. Colección: Cuadernos de aula nº 21. Tenerife.

BUENO JIMÉNEZ y otros (2002): "El vídeo en clase de matemáticas". Artículo en tres partes aparecidos en la revista *Épsilon* en los números 53 (2002) pp. 333-347, 54 (2002) pp. 479-489 y 55 (2003) pp. 103-113.

CORBALAN YUSTE, F. (1991): *Prensa, matemáticas y enseñanza*. Ed. Mira, Zaragoza.

DEL RIO, JOSÉ (1988): "Donald en el País de las Matemáticas, o el aprovechamiento didáctico de una película". *Suma*, 1, pp. 35-40.

FERNÁNDEZ-ALISEDA, A.; HANS, J. A.; MUÑOZ, J. (2005): "Pasatiempos matemáticos en la prensa", *Épsilon*, nº 58, Sevilla, pp. 121-136.

FERNÁNDEZ-ALISEDA, A.; HANS, J. A.; MUÑOZ, J. (2006): "Geometría entretenida", *Épsilon*, nº 60, Sevilla, pp. 471-478.

FERNÁNDEZ-ALISEDA, A.; HANS, J. A.; MUÑOZ, J. (2007): "La geometría da mucho de sí", *Épsilon*, nº 62, Sevilla, pp. 207-215.

FIGUEIRAS, LOURDES y DEULOFEU, JORDI (2003): "Para pensar de un minuto a una hora. Divulgación de las matemáticas en la prensa escrita: Reflexiones sobre una experiencia". *Uno*, 34, pp. 20-31

GARCÍA CRUZ, JUAN ANTONIO (2000): "El caso de los despedidos de la empresa Westwaco". *Uno*, 23, pp. 121-128.

MUÑOZ SANTONJA, JOSÉ (1996): "Televisión y matemáticas". En *Actas de las VII J.A.E.M. Thales*, Córdoba, pp. 425-434.

MUÑOZ SANTONJA, JOSÉ (2003): "Cine y matemáticas". En *Libro Electrónico, Actas del Congreso Iberoamericano "Luces en el laberinto audiovisual"*, Huelva. Puede consultarse una versión digital en:

<http://www.divulgamat.net/weborriak/Cultura/CineMate/CineMate.asp>.

MUÑOZ SANTONJA, JOSÉ (2005): "25² líneas. Las matemáticas en televisión". En las *Actas del Congreso Hispanoluso de Comunicación y Educación "Hacia una TV de calidad. La televisión que queremos..."*. Huelva. Edición digital.

MUÑOZ SANTONJA, JOSÉ y ROLDÁN CASTRO, ISMAEL (2004): "Teatro y Matemáticas: un viaje de ida y vuelta". *Uno*, 35, pp. 53-65.

NORTES CHECA, A. (1993): *Matemáticas, Universidad y Sociedad*. Secretariado de publicaciones de la Universidad de Murcia.

PLASENCIA, I.C. y RODRÍGUEZ, E.J. (1999): "En el país de la Reina Equilátera: una experiencia interdisciplinaria en la escuela de Magisterio". *Números*, 37, pp. 29-36.

POBLACIÓN SÁEZ, A.J.(2006): *Las matemáticas en el cine*. Proyecto Sur Ediciones, en colaboración con la R.S.M.E., Granada.

PONZA, MARIA VICTORIA (1996): "La experiencia interdisciplinaria en la realidad educativa de hoy". *Suma*, 21, pp. 97-101.

VV.AA. (): *Ingenia-telas con Thales (La matemática y la radio)*. Editado por los propios autores.

Exposiciones:

- BORRAS, E.; MORENO, P.; NOMDEDEU, X. y ALBALAT, A. (2002): *Ritmos, matemáticas e imágenes*. Ed. Nivola, Madrid.
- CORBALÁN, FERNANDO y BOIX, RAFAEL (2003): *Matemáticas*. Editorial Vicens Vives, Barcelona.
- FERNANDEZ-ALISEDA, A.; MUÑOZ SANTONJA, J. y PORRAS RUIZ, A. (1999): "Aprovechamiento didáctico de la actividad Fotografía y Matemáticas" *SUMA* 31, pp. 97-104.
- MORENO, PILAR (2006): *Anda con ojo*. Factoría de libros, Vigo.

Literatura:

- MARÍN RODRÍGUEZ, MARGARITA; LIRIO CASTRO, JUAN y CALVO MONTORO, M^a JOSEFA (2006). *Proyecto Kovalevskaya. Investigación matemático-literaria en el aula de Primaria*. Editorial: Ministerio de Educación y Ciencia. Subdirección General de Información y Publicaciones. Madrid

Matemáticas en dibujos:

- CARLAVILLA, J.L. y FERNÁNDEZ, G. (2003). *Historia de las Matemáticas*. Granada, Proyecto Sur.
- CARLAVILLA, J.L. y FERNÁNDEZ, G. (1989). "Didáctica e historia de las matemáticas". Revista *SUMA*, 4, pp. 65-79.
- CUBERO, JAVIER (2000). *Dados y datos. Cómic hacia la estadística con probabilidad 0,95 de serlo*. Direcció General d'Economia. Institut Balear d'Estadística. Palma de Mallorca
- FLORES, P. (1998). "Mafalda y las matemáticas". En de la Fuente, M. y otro (Eds.). *VIII J.A.E.M. Thales*, Córdoba, U. de Córdoba y SAEM Thales. (pp. 133-138)
- FLORES, P. (2003). *Humor gráfico en el aula de matemáticas*. Granada, Arial.
- GONICK, L. Y SMITH, W. (2000). *La estadística en cómic*. Ed. Zendrera Zariquieí. Barcelona,
- MEAVILLA, V. y CONTRERAS, J.A. (1984). *Viaje gráfico por el mundo de las matemáticas 1*. Instituto de Ciencias de la Educación, Universidad de Zaragoza. Zaragoza.
- MEAVILLA, V. y CONTRERAS, J.A. (1985). *Viaje gráfico por el mundo de las matemáticas 2*. Instituto de Ciencias de la Educación, Universidad de Zaragoza. Zaragoza.
- MEAVILLA, V. y CONTRERAS, J.A. (1991). *Viaje gráfico por el mundo de las matemáticas 3*. Prensas Universitarias, Universidad de Zaragoza. Zaragoza.