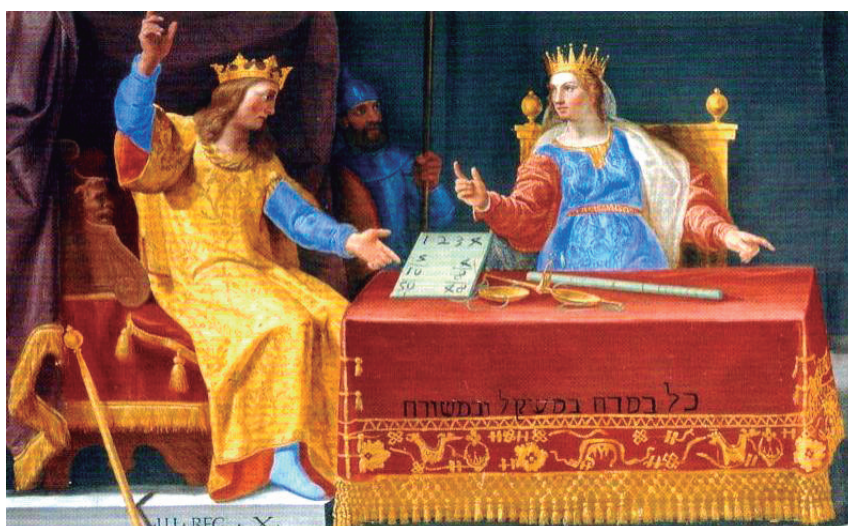




Día escolar de las matemáticas

12 mayo 2017

Matemáticas para el turismo y por doquier



Pero tú lo has dispuesto todo con medida, número y peso

Libro de sabiduría. Moderación del castigo divino.
(Biblioteca de San Lorenzo de El Escorial.
Frescos de la Aritmética. Salomón y la Reina de Saba)



Introducción

La Asamblea General de las Naciones Unidas (NNUU) reunida en el año 2015 declaró el 2017 como Año Internacional del Turismo Sostenible para el Desarrollo. La importancia del turismo en nuestra época, la era global, es incontestable. Las propias NNUU ya habían resaltado la importancia de la actividad turística habiendo proclamado anteriormente los años 1966 y 2002 como Años del Turismo y del Turismo Ecológico, respectivamente.

Los Objetivos del Milenio y la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible le dan al año 2017 nuevas dimensiones, para hacer del turismo una palanca importante en la consecución de los 8 Objetivos del Milenio y su extensión a 15 en la Agenda 2030.

España es el tercer país del mundo tanto en movimiento de pasajeros como en ingresos por turismo, lo que hace que la actividad sea un elemento básico de su equilibrio económico y del empleo.

La matemática no puede faltar a su cita anual pues está presente por doquier. El Día escolar de las matemáticas se creó, siguiendo las huellas de Puig Adam, para que nustr@s alumn@s sean protagonistas entusiastas de su aprendizaje. Este año el objetivo es que vayan descubriendo e investigando su entorno, desarrollando trabajos cuantitativos y estadísticos sobre el turismo en su territorio, buscando cómo mejorar el atractivo de la zona y explorando qué recursos matemáticos dan valor al turismo local. Y en su caso, crearlos.

La propuesta para el año 2017 de las Naciones Unidas tiene un fuerte compromiso social y ambiental. Los números no son neutrales. Es un buen momento para reflejar la responsabilidad social del quehacer matemático.

La propuesta de actividades la desglosamos en tres apartados:

Medir, visualizar, comprender

Matemáticas para el turismo

Turismo matemático

Realizando trabajos por grupos hemos de procurar que se repartan las actividades para que se toquen todos los aspectos: ambientales, sociales, económicos o culturales, tanto globales como locales.



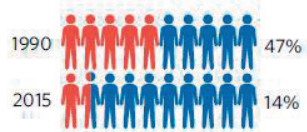


1. Medir, visualizar, comprender

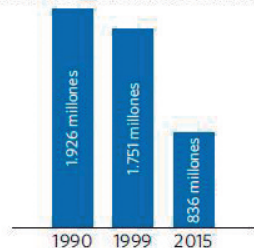
El informe 2015 sobre Los objetivos de Desarrollo del Milenio [1] dedica un importante apartado a resaltar la importancia de medir lo que valoramos: datos sostenibles para un desarrollo sostenible, destacando que lo que se mide se hace. Pocas veces aparece reflejado con tal fuerza la importancia de cuantificar las metas y de recoger datos fiables.

La matemática permite tratar lo medido, analizar su coherencia, subrayar los avances y exponerlos de forma que sean más fáciles de comprender mediante tablas y diagramas de todo tipo. Veamos cómo se visualizan los avances en los Objetivos 1 y 5: Pobreza e Igualdad de Género.

Tasa de pobreza extrema en países en desarrollo

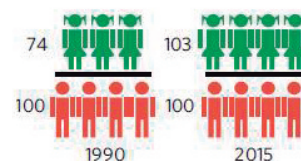


Personas que viven en pobreza extrema en el mundo

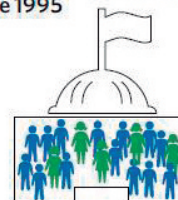


Objetivo 1: Pobreza

Tasa de matriculación en enseñanza primaria en Asia meridional



90% de los países cuenta con más mujeres en el parlamento desde 1995



Objetivo 5: Igualdad de género

Tareas propuestas

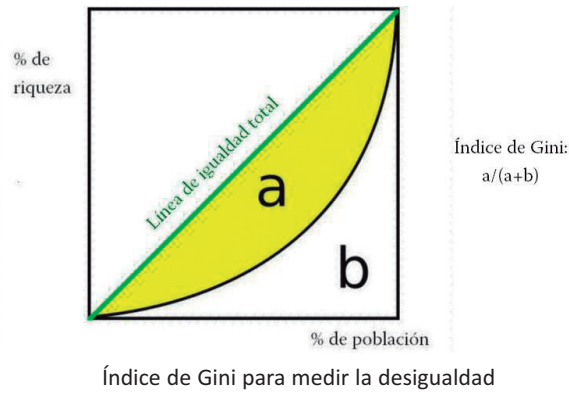
Los 17 Objetivos del Milenio pueden estudiarse en el ámbito local o regional. Los servicios sociales municipales, las Organizaciones No Gubernamentales de Solidaridad y Medio Ambiente disponen de información sobre la situación de cada localidad o comarca. Darles forma, organizarlos y presentarlos es una actividad matemática: estadísticas con valores absolutos, porcentajes, evolución, gráficos, etc.

Analizar y discutir los datos y gráficas del documento [1].

La medida de la desigualdad. Índice de Gini

El estadístico italiano Corrado Gini desarrolló en 1912 un método para medir la desigualdad social. Su sencillez y valor gráfico ha hecho que se venga usando desde entonces. Si en un cuadrado 100×100 , a modo de diagrama cartesiano, se ponen en abscisas los porcentajes de población (empezando por las más pobres) y en ordenadas su correspondiente porcentaje de riqueza obtenemos una curva que siempre estará por debajo de la diagonal principal ($y = x$). Si la igualdad es perfecta la curva coincide con la diagonal, el 10% de población posee el 10% de la riqueza, y así para todos los porcentajes. Conforme la curva se aleje de la diagonal y se acerque a los ejes la desigualdad será mayor.



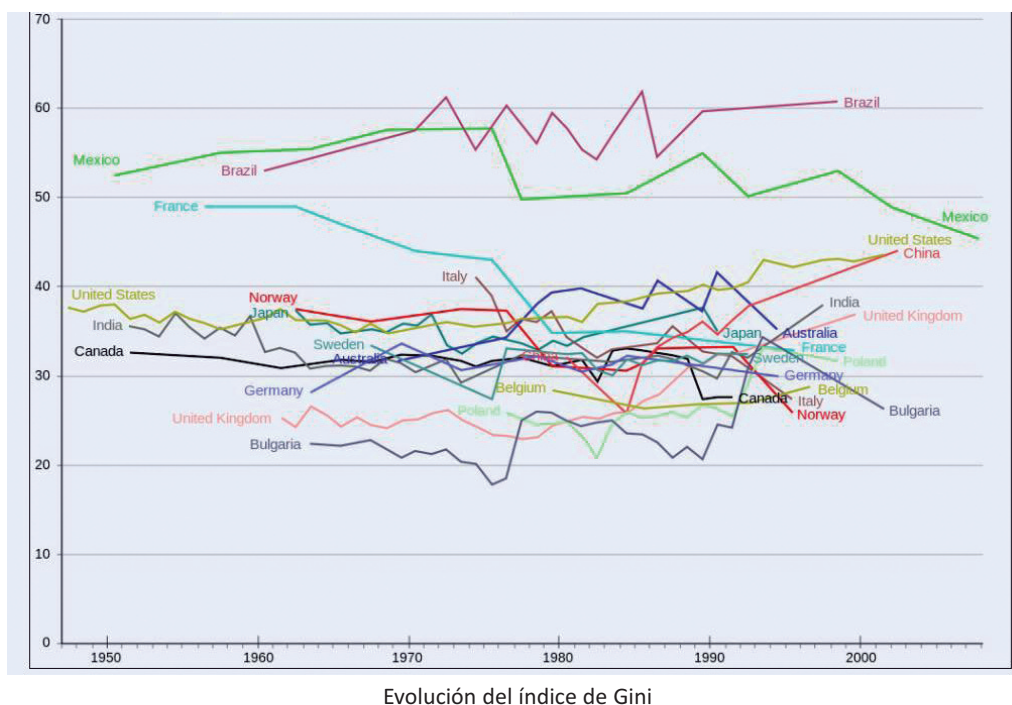


El índice de Gini viene a ser la forma de reflejar en un número el grado de igualdad. Si la superficie *a* en la figura anterior se divide por *a+b* obtenemos dos resultados extremos: si *a* es cero, entonces el índice es cero; y si *b* es cero, entonces el índice es uno.

Un índice de Gini con valor 0,3 reflejará relativa igualdad mientras que uno de 0,7 nos pone de manifiesto una sociedad muy desigual.

El diagrama adjunto por países con los índices desde la Segunda Guerra Mundial nos da idea de la evolución de la desigualdad. Hay que tener en cuenta que el aumento del desarrollo puede llegar a toda la población pero la desigualdad relativa puede aumentar y hacerse más escandalosa.

La creciente desigualdad que se ha venido produciendo desde los años ochenta del siglo pasado en los países más avanzados ha llevado a utilizar y resaltar una parte de la curva de Gini: ¿Cuánta es la riqueza del último decil más rico, del último percentil e, incluso, del milésimo de la población con más capital?



Tareas propuestas

Analizar la curva de evolución por países.

Buscar y exponer los datos para España.

Investigar sobre otros índices o indicadores de interés socio-ambiental: Triple resultado, desempeño ambiental o sostenibilidad ambiental.

2. Matemáticas para el turismo

El turismo puede contribuir, directa o indirectamente, a todos estos objetivos de desarrollo sostenible. Concretamente, el turismo aparece en las Metas de los Objetivos 8, 12 y 14, que están respectivamente relacionados con el desarrollo económico inclusivo y sostenible, el consumo y la producción sostenibles y el uso sostenible de los océanos y los recursos marinos [2].

La Organización Mundial del Turismo (OMT), en su Informe del Panorama del Turismo Internacional de 2016 [3] muestra multitud de tablas y gráficos que hacen patente la importancia de la presentación numérica y la matemática gráfica.



El turismo supone el 10% de la economía mundial y el 9% del empleo. La distribución por países no es homogénea, siendo mayor la dependencia en aquellos con menor nivel de renta.

España ocupa la tercera plaza tanto en llegadas de turistas como en ingresos.

| Llegadas de turistas internacionales | | | | |
|--------------------------------------|----------------|------------|-------|------|
| Rango | Serie | (millones) | | |
| | | 2014 | 2015* | |
| 1 | Francia | TF | 83,7 | 84,5 |
| 2 | Estados Unidos | TF | 75,0 | 77,5 |
| 3 | España | TF | 64,9 | 68,2 |
| 4 | China | TF | 55,6 | 56,9 |
| 5 | Italia | TF | 48,6 | 50,7 |
| 6 | Turquía | TF | 39,8 | 39,5 |
| 7 | Alemania | TCE | 33,0 | 35,0 |
| 8 | Reino Unido | TF | 32,6 | 34,4 |
| 9 | México | TF | 29,3 | 32,1 |
| 10 | Fed. de Rusia | TF | 29,8 | 31,3 |

| Ingresos por turismo internacional ¹ | | | | | |
|---|-------------------|---------------------|-------|---------------|--------|
| Rango | | \$EEUU | | | |
| | | (miles de millones) | | Variación (%) | |
| | | 2014 | 2015* | 14/13 | 15*/14 |
| 1 | Estados Unidos | 191,3 | 204,5 | 7,8 | 6,9 |
| 2 | China | 105,4 | 114,1 | n/a | 8,3 |
| 3 | España | 65,1 | 56,5 | 3,9 | -13,2 |
| 4 | Francia | 58,1 | 45,9 | 2,8 | -21,0 |
| 5 | Reino Unido | 46,5 | 45,5 | 11,8 | -2,3 |
| 6 | Tailandia | 38,4 | 44,6 | -8,0 | 16,0 |
| 7 | Italia | 45,5 | 39,4 | 3,6 | -13,3 |
| 8 | Alemania | 43,3 | 36,9 | 4,9 | -14,9 |
| 9 | Hong Kong (China) | 38,4 | 36,2 | -1,4 | -5,8 |
| 10 | Macao (China) | 42,6 | 31,3 | -1,1 | -26,4 |



Tareas propuestas

Calcular cuánto suponen los ingresos del turismo respecto al producto interior bruto (PIB) del conjunto del estado. Investiga numéricamente la aportación del turismo en tu municipio o comunidad.

Recopila datos del número de hoteles (con sus plazas), restaurantes, apartamentos turísticos en tu entorno. Comprueba su importancia relativa en relación con otras localidades.

3. Turismo matemático

El turismo matemático es una herramienta de utilidad que refleja la importante presencia de la matemática incluso en ámbitos de los que parece ya muy alejada:

- La matemática no solo es bella, también es una gran ayuda para captar la belleza que nos rodea.
- Los puentes entre la cultura científica y cultura literaria tienen que ser tendidos en la enseñanza secundaria, y la matemática tiene la estructura adecuada.
- Sacar la matemática del aula es darle vida y romper prejuicios demasiado arraigados sobre su aridez, frialdad y dogmatismo.
- Hace visible la omnipresencia matemática, disolviendo la paradoja de la invisibilidad / relevancia de nuestra disciplina.



Atril del Escritorio Alemán del Museo de Bellas Artes de Bilbao

Hay muchas formas de hacer turismo matemático, mostramos algunas de ellas:

- Descubriendo las matemáticas implícitas u ocultas. Como ejemplos: explicar la perspectiva, los fractales, los grupos de simetría, etc.
- Constatando la presencia explícita de las matemáticas. Hay muchos más elementos explícitamente matemáticos de lo que se piensa. Joyas de la cultura universal como *La escuela de Atenas* de Rafael o *Los embajadores* de Holbein no se entienden sin la matemática.





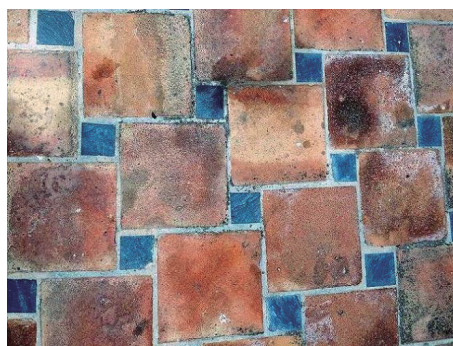
- Mostrando la vinculación histórica de los lugares a las matemáticas o los matemáticos, y su gran valor para la humanidad. Cambridge es inseparable de Newton, Basilea de los Bernouilli, o Toledo de Azarquiel.
- Observando los objetos e instrumentos matemáticos. El ábaco rabdológico del Museo Arqueológico Nacional, los relojes solares o los astrolabios son algunos de los muchos objetos matemáticos de gran interés que nos podemos encontrar.
- Destacando la antropología y etnografía matemática. Desde las medidas tradicionales que todavía encontramos en las plazas a los tejidos o los azulejos. Las matemáticas han sido usadas por todas las culturas para contar, medir, jugar, calcular, decorar o establecer regularidades.
- Señalando la matemática de los objetos cotidianos: juegos infantiles, tapacubos, tapas de registro, pavimentos, fuentes, etc.



Hendidura de vara de la Plaza Chica de Zafra

El turismo matemático es una de las formas de seguir haciendo matemática fuera del aula, sacudiéndonos el polvo de tiza, y mostrar toda su potencialidad. Matemáticas en la calle o en el parque, pues todo está dispuesto con medida, número y peso. Si sacamos nuestros trastos o juegos a las plazas o al mercado, si hacemos una yincana, o un concurso de fotografía estamos poniendo de manifiesto una forma lúdica de matemáticas. El turismo matemático ofrece, además, la posibilidad de mostrar la vinculación de la matemática con la cultura a la que pertenece: no deja de ser la primera ciencia de la historia de la humanidad y la que ha servido de modelo para las siguientes.

Las grandes ciudades y las ciudades históricas poseen múltiples recursos pero fuera de ellas y en lugares recónditos se encuentran cosas de interés, hay que ponerse a ello.



Pavimento de Daimalos (Málaga) con simetría p_4 y demostración del teorema de Pitágoras





Tareas propuestas

Recopila los recursos turístico-matemáticos de tu localidad o comarca. Las Guías Familiares de Palma, las de Zaragoza o la Alhambra son algunos de los ejemplos a seguir.

Busca medidas tradicionales de tu territorio, sus recipientes, romanas, varas o artesanía. Encuentra personas que os informen.

Observa el mobiliario urbano, el pavimento, los juegos de cuerda, las formas matemáticas que nos rodean.

Investiga sobre los relojes solares, relojes de torre, las norias y molinos. Ya dijo Leonardo da Vinci que la Mecánica es el paraíso de las matemáticas porque en ella es donde se hacen realidad.

Recupera algo de la historia matemática de tu zona y ponla en valor.

Realiza alguno o los tres tipos de documentos matemáticos de tu entorno: El catálogo de recursos que recopilas todo, la guía para visitarlos y las rutas para recorrerlos colectivamente.



Paraboloide de la Plaza de la Beata Mariana. Madrid

¿Y si no encontramos suficiente?... ¡Lo creamos!

Si en nuestro barrio o población no encontramos suficientes recursos no hay que desanimarse, más bien al contrario, pues se nos ofrece la oportunidad de crearlos. Un problema es siempre una oportunidad. De forma modesta pero con ilusión se pueden abordar muchas propuestas, incluso podemos convencer al ayuntamiento o la junta de distrito de no desperdiciar la colaboración.

Poblaciones tan pequeñas como Otos (Valencia) con su conjunto monumental de relojes solares, el Pueyo de Jaca (Huesca) con sus cuadrados mágicos o Becerril de Campos (Palencia) con su iglesia astronómica son muestra de que la iniciativa da sus frutos.

— Hacer un reloj solar es muy fácil. Pueden hacerse verticales, horizontales, ecuatoriales, a todos los puntos cardinales. Son muy divertidos los analemáticos, pues nuestra propia sombra nos da la hora. Incluso se pueden rescatar los relojes medievales de pies (medir la sombra y verificar en una tabla). El objetivo no es tanto la perfección como el aprendizaje y la comprensión.

— Montar una meridiana es aún más sencillo. Cada clase orientada al sur (más o menos) de una escuela debería tener la suya. Pero ahora lo que nos interesa es hacer matemáticas fuera





del centro y por ello bastaría con un mástil, o un monolito existente. Señalando en la línea norte/sur los solsticios y los equinoccios (y si el tamaño lo permite, todo el zodiaco) tendremos un dispositivo astronómico muy interesante. Una casa de la cultura con una ventana algo al sur, también nos permite tener una meridiana de cámara oscura.

— En la señalización de las calles ya hay anamorfosis como las del carril bicicleta o la limitación de velocidad, que se dibuja elíptica para que el conductor la vea circular. Se pueden hacer murales anamórficos o espejos de metal pulido cilíndrico con dibujo en el suelo. Hay programas divertidos de ayuda como *AnarmophMe!*

— Las calles y plazas están pidiendo poliedros. Los sólidos platónicos o los poliedros que llenan el espacio (dodecaedro rómbico, octaedro truncado,...) son los mejores candidatos. La proyección tridimensional de un hipercubo también es buen candidato.

— Se puede proponer a los servicios municipales que pavimenten alguna sala pública con teselación cuasiperiódica de Penrose y/o utilicen simetrías variadas de las teselaciones en los espacios públicos.

— Cualquier paseo puede ser un Paseo Astronómico. Albacete o Murcia pueden servir de modelo. Es importante poner en valor las verdaderas magnitudes del sistema solar, a escala, claro. Interesa marcar el radio medio de las órbitas de los planetas (hasta Neptuno). También en otro lugar se pueden comparar el radio del Sol y los de cada planeta. Las representaciones habituales falsean las verdaderas proporciones.

— Recopilemos medidas tradicionales y aparatos, nunca es tarde para empezar. Siempre habrá un lugar en la Casa de la Cultura o en el *hall* del Ayuntamiento. Una pequeña escuela rural en Puçol (Elche) se ha convertido en referencia, incluso alabada por la UNESCO.

— Los cuadrados mágicos en los espacios públicos son otro recurso que no requiere gran esfuerzo. El Pueyo de Jaca ha colocado diez.

— Las superficies regladas son un bonito recurso. Conectar dos aristas opuestas de un tetraedro produce un efecto espectacular, el paraboloides hiperbólico: ¡una curva formada por rectas!



Relojes solares tetraédricos. Paseo Marítimo de Palma

Todas las iniciativas van dirigidas a un único fin: son nuestros alumnos quienes deber ser protagonistas, son los que deben hacer y explicar, deben sentir el sano orgullo de que lo hacen ellos, que tiene sentido y que el saber es para compartirlo y disfrutarlo. Además de hacer matemáticas fuera del espacio escolar y con la comunidad.



Material complementario y referencias

[1] Objetivos de Desarrollo del Milenio. Informe 2015. NNUU.

http://www.un.org/es/millenniumgoals/pdf/2015/mdg-report-2015_spanish.pdf

[2] El turismo y los objetivos de desarrollo sostenible. Organización mundial del Turismo.

<http://www.e-unwto.org/doi/pdf/10.18111/9789284417766>

[3] Panorama OMT del turismo internacional. Organización mundial del Turismo.

<http://www.e-unwto.org/doi/pdf/10.18111/9789284418152>

[4] Cuadernillos de los Días Escolares de las Matemáticas:

2001 (Construye un reloj solar)

2006 (Mirar el Arte con ojos matemáticos)

2007 (Educación para la paz)

2009 (La ciudad y las matemáticas)

2012 (Matemáticas y economía).

<http://www.fespm.es>

[5] Ramírez, A y Usón, C. *Zaragoza con otros ojos. Ruta matemática III. El mudéjar. Cuaderno del profesor*. Ayuntamiento de Zaragoza.

<http://www.zaragoza.es/cont/paginas/educacion/pdf/rutasmudejarprof.pdf>

[6] Instantáneas matemáticas. DivulgaMAT.

http://vps280516.ovh.net/divulgamat15/index.php?option=com_alphacontent§ion=11&category=319&Itemid=67%20

[7] Presentaciones visuales de apoyo al DEM 2017.

<http://www.fespm.es>