

Desde la última entrega a *Suma*, dos eventos importantes han sucedido alrededor del MMACA:

Encuentro Mates 0-8 años, organizado con el Cesire-CREAMat y eXplorium.

Conferencia MATRIX, encuentro internacional bianual entre Museos y divulgadores de matemáticas.

## Mates 0-8

Invitamos a unas cuarenta expertas que en Cataluña están llevando experiencias interesantes (el uso del colectivo femenino responde al hecho que la presencia masculina representaba menos del 10% mínimo previsto por la Ley de Usurpación de Género).

Extendimos la invitación a amigas de fuera de Cataluña, pero finalmente, por razones de calendario o personales, no vinieron.

Desde el MMACA queríamos someter a un análisis crítico tres materiales:

- Una exposición pensada para un público de 3 a 8 años en el ámbito del proyecto Erasmus+ «MathSpaces».
- Nuestra exposición y taller dirigidos al alumnado de 6 a 8 años.

## Del MMACA al aula

— Los módulos de la maleta didáctica para niños de 5 a 9 años que estaremos pilotando este año escolar.

Sabíamos que el debate en torno de la educación matemática para los niños más pequeños es muy vivo e interesante, de manera que decidimos abrir el encuentro a estas realidades, tanto a nivel teórico como ofreciendo la posibilidad de presentar proyectos que se están realizando.<sup>1</sup>

La intención era empezar a razonar conjuntamente y mirar, cada uno desde su punto de vista, el trabajo de los otros, intentando superar

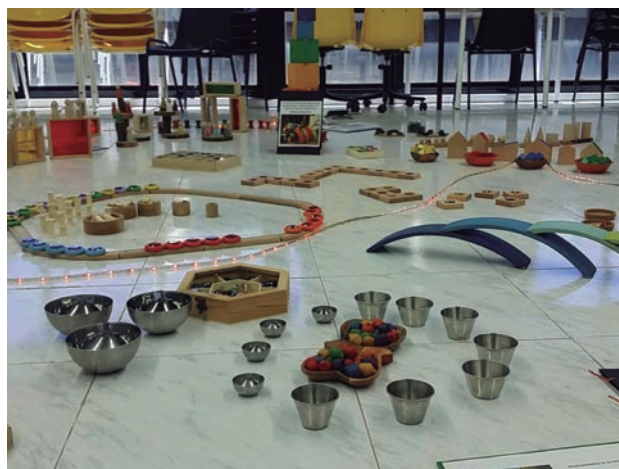


Figura 3. Parte de los materiales del proyecto «MiniMons», de la Escuela EBM Can Caralleu

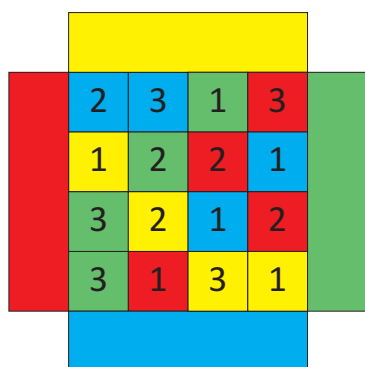


Figura 1. El diseño del laberinto pensado para la Exposición 3-8 del proyecto «MathSpaces»

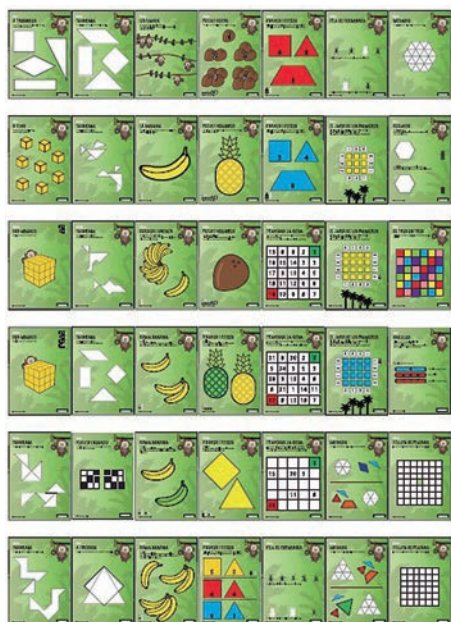


Figura 2. 42 tableros previstos para la maleta didáctica del MMACA para el alumnado de 5 a 9 años

las barreras que a menudo encontramos entre las diferentes etapas de la educación formal.

Tampoco se puede afirmar que el desconocimiento recíproco sea el principal problema y que, una vez reunidos en torno de un material y a discutir buenas prácticas, de golpe se abran horizontes despejados y caminos cubiertos de pétalos de rosa. En todo caso, un momento de encuentro es fundamental para empezar a reconocer límites y dificultades, pero también establecer unos paradigmas compartidos que nos permitan identificar las características peculiares de cada fase evolutiva del aprendizaje y remover falsos obstáculos.

¿Podía ser el museo el lugar de este encuentro? De todas maneras, merecía la pena probarlo.

Lógicamente, nuestros usuarios abarcan todas las edades y nos permiten ver cómo se desarrollan, muchas veces de forma espontánea e imprevista, intereses y habilidades, pero, especialmente de cara al público escolar, se impone determinar contenidos y modalidades idóneas.

La gestión del tiempo y del espacio, de las intervenciones de la educadora, de los estímulos y las emociones, de la autonomía y del diálogo, entre usuarios y con los materiales (dimensiones, consistencia, estética, instrucciones...), de las dinámicas (¿libre exploración o taller guiado?) siguen representando núcleos de discusión que necesitan de un proyecto de largo plazo y de experimentación.

De hecho, se propuso la creación de una Comunidad de Práctica, pero es necesario que se forme un pequeño grupo impulsor.

En las próximas semanas, una vez cerradas las urgencias del MATRIX, será necesaria una reunión estratégica, para decidir si hay camino y, más aún, si hay caminantes.

## Conferencia MATRIX (Mathematics Awareness, Training, Resource & Information eXchange)

Hemos aprovechado el encuentro de julio para proponer en uno de los Grupos de Conversación el tema de cómo contribuir al desarrollo de las matemáticas en niños menores de 8 años. Existen experiencias que muestran cómo, creando contextos ricos y motivadores, adecuados a la edad,



Figura 4. Materiales del MMACA presentados a MATRIX



Figura 5. Algunas de las sorprendentes creaciones de R. Roelofs

los niños pueden hacer grandes progresos. Reconocer en situaciones cotidianas y de juego, dónde y cuándo se dan pasos en la construcción del primer conocimiento matemático y mantener una intervención por parte del adulto que promueva y acompañe las actuaciones del niño sin interferir en sus indagaciones es clave para potenciar sus posibilidades.

Esta es una etapa que merece más atención y reconocimiento y representa un desafío muy interesante para las comunidades que se dedican a la educación, tanto reglada como no reglada. Son desafíos que no se limitan a aspectos de forma o de método, sino que cuestionan la propia manera de aprender.

Deseamos que el debate continúe, tanto en las siguientes ediciones de la Conferencia MATRIX, como en el ámbito local (JAEM, C<sup>2</sup>EM, CdP...).

Pero, este solo era uno de los dieciséis Grupos de Conversación que el encuentro ofrecía. Organizados en el formato PechaKucha, con intervenciones breves y mucha conversación, intentaban profundizar unos temas candentes para los museos (Big Data y evaluación del impacto social) propuestos por las Conferencias Plenarias Inspiradoras. Las Conferencias Plenarias Abiertas al público en general trataban de la relación de las matemáticas con el arte y su uso para determinar patrones y procesos automáticos, su formulación y corrección.

Además, una sección de póster y 22 mesas con materiales, tangibles y virtuales, permitían hacerse una idea de los proyectos que se están desarrollando en algunos de los 15 países representados en el MATRIX.

Acabo este breve resumen de lo ocurrido, señalando unas iniciativas que pueden ser útiles para los lectores de *Suma*.

1. Hay un gran interés por parte de los museos de ciencias y tecnología para realizar exposiciones de matemáticas, tanto a nivel internacional como en el estado español. Valladolid acaba de inaugurar una sala de matemáticas en su Museo de la Ciencia<sup>2</sup>. Algo se mueve en Madrid, a raíz del éxito de Matemáticas en la Calle y hay fermento en A Coruña, que las inminentes JAEM

podrían ayudar a que se traduzca en algo más concreto.

Basándonos en la experiencia del MMACA, la realización de un espacio expositivo permanente significa un incremento determinante en el impacto social y un impulso decisivo para el desarrollo de otras actividades: talleres, exposiciones temporales, colaboraciones con otras entidades y las vocaciones científicas.

2. Es esencial trabajar en redes, locales e internacionales. Existen ya proyectos muy interesantes, como el DIMA<sup>3</sup>, red de divulgadores de matemáticas del Estado español; la página de Imaginary<sup>4</sup>, que ofrece un panorama exhaustivo de todo lo que pasa en el mundo alrededor de las matemáticas; iniciativas para involucrar en torno de las matemáticas las escuelas de todo un país, como la Math Week de Irlanda<sup>5</sup>, o de todo el mundo, como es el caso de la Global Math Week, cuyos materiales, Exploding Dots<sup>6</sup> están disponibles también en español.

La idea es incluir en un gran proyecto estructurado estas iniciativas y las que se desarrollan en cada estado, diferentes por duración y modalidades, algunos ya con fecha y carácter internacional (día Pi, Martin Gardner Day), otros en ocasión de efemérides locales. Esto nos permitiría realizar intercambios de materiales, actividades y educadores, obtener otra visibilidad y suscitar el interés de las entidades políticas y económicas.

Es necesario entonces ayudar al desarrollo de estos proyectos que representan puentes entre cultura y educación, formal y no-formal, y son semillas de un proyecto de educación permanente, de una comunidad educadora.

3. Haber contado con una ayuda profesional en el campo de la comunicación nos ha permitido un acceso extraordinario a los medios. Es una realidad que tenemos que tomar en consideración cuando organizamos nuestros eventos, como las JAEM o el C<sup>2</sup>EM. Sin mínimamente desestimar el

impacto que produce el carácter internacional del MATRIX, al final éramos 120 personas, cuando las JAEM reúnen a 800-900 docentes y el C<sup>2</sup>EM registró, en fechas difíciles (11-13 de julio) 600 docentes catalanes, valencianos y de Baleares.

4. Finalmente, todo lo contado hasta ahora es posible porque existe la Federación Española de Sociedades de Profesores de Matemáticas y en cada territorio del estado una Sociedad que sigue organizando, difundiendo, publicando actividades y materiales. Es una realidad de un valor inmenso, que no tiene comparación, por tamaño y arraigo, con ningún otro Estado. Tenemos que cuidarla y defenderla, darle la savia de la gente joven para que crezca aún más.

Para no dejar a nuestro único, pero fiel lector solo harto de palabras y falta de actividades, vamos a presentar unos pocos materiales que tienen alguna relación con los proyectos que hemos contado.

## Laberintos

En la primera imagen de esta sesión aparecía un proyecto de laberinto que, desde el MMACA, diseñamos y realizamos para la exposición europea que nunca haremos.

Esto no quiere decir que no lo vayamos a disfrutar nosotros, a partir de la exposición que se ha inaugurado en Gerona en diciembre, acompañando de otros módulos de gran tamaño (un par de metros cuadrados —o más— cada uno).

Pero, para entender cómo funciona, se puede perfectamente simular la actividad sobre las páginas de la revista.

Se puede empezar entrando en el laberinto por cualquiera de las celdas, tanto del contorno como del centro. Al final, y después de haber pasado por cada una de las celdas, acabaremos para volver a la celda por donde empezamos. Los números te dicen cuántos pasos debes dar y el color indica la dirección (fijaos en el color de los bordes).



La construcción es bastante más simple de lo que a primera vista parecería (otra cosa es hacerlo bonito, que necesita algún intento más).

Se empieza con un tablero vacío y se va rellenando de números en orden y sabiendo que podrás pasar al sucesivo solo con movimientos horizontales o verticales (nada de diagonal). Después se establece el color de los bordes. Y finalmente se substituye el número ordinal por el número de pasos necesario para llegar a la posición sucesiva y se colorea la celda del color oportuno (figura 6).

Permítenos insistir una vez más en la extrema utilidad de construir el material con nuestros alumnos. Todas sus competencias resultarán incrementadas notablemente, tanto como su autoestima e interés por la materia.

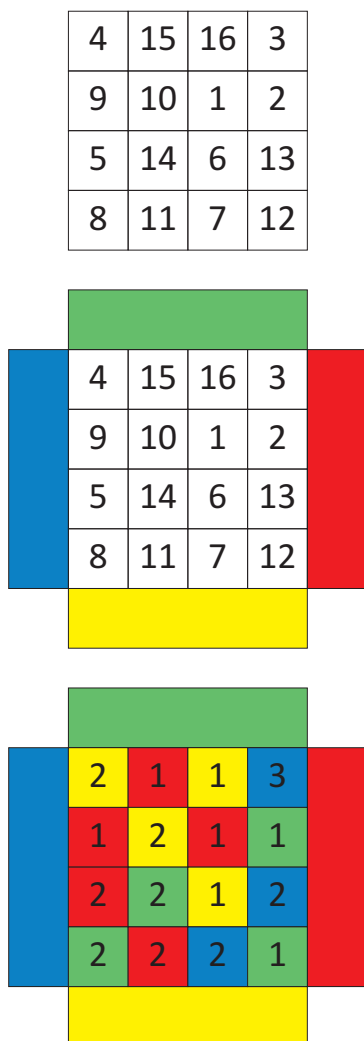


Figura 6. Fases de la construcción de un laberinto (fácil)

Diferente sería la construcción de un laberinto clásico, en el que se debe encontrar un camino para ir del centro a la salida (y se puede salir solo si llegas exactamente sobre la celda, y no si estás de paso).

Se empieza por un tablero vacío, decidiendo la celda de inicio, I (normalmente en el centro) y la de salida, F. Después se escoge un recorrido que nos permita resolver el reto y se marcan los pasos necesarios para pasar a la celda sucesiva. Y finalmente se ponen los otros valores, intentando no marcar demasiados caminos alternativos y ganadores, y procurando crear bucles o caminos sin salida (figura 7).

Si lo intentáis, comprobaréis que no es nada fácil, aun enfrentándonos a un laberinto de los más pequeños. Nosotros hemos realizado labe-

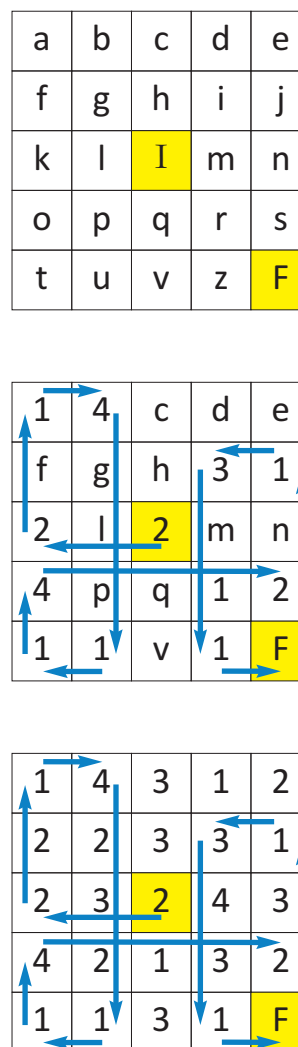


Figura 7. Fases de la construcción de un laberinto (difícil)

rintos de  $7 \times 7$  y hasta de  $10 \times 10$ , ya que cuando empiezas es complicado parar y te vas poniendo retos cada vez más difíciles. De hecho, tenemos un proyecto preparado para una «Exposición Horizontal», o sea, basada en lonas y piezas en *foamy*. Si prosperan, como esperamos, las conversaciones con los compañeros gallegos que organizan las próximas JAEM, es muy posible que se pueda ver allí por lo menos una parte de este material.

Finalmente, se pueden introducir otras variaciones (de diseño, de código, de dimensiones...) para aumentar o disminuir la dificultad del reto.

## Mosaicos

La construcción de mosaicos es otra actividad que se presta a ser transformada en módulo para la «Exposición Horizontal».

Empezó en forma de propuesta para el taller destinado a alumnos de 1.º y 2.º de Educación Primaria.

Después de unas pruebas para escoger el grado de dificultad, el diseño y la carga motivacional adecuados a la edad de nuestro usuarios, escogimos un tablero en forma de hexágono dividido en 24 triángulos equiláteros.

Los alumnos tienen a su disposición muchas piezas de madera de diferente color, forma y tamaño y el objetivo es llenar el hexágono (figura 8).<sup>7</sup>

Las variantes del puzzle son muchas y lo interesante es justamente que se comparen y se discutan. Todo tipo de regla añadida puede ser interesante (número máximo de piezas que se

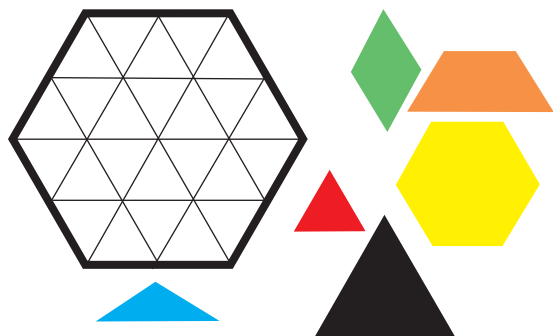


Figura 8. El diseño de una de las actividades de mosaicos del taller del MMACA para el alumnado de 6-9 años

pueden repetir, valor estético del puzzle, simetría, solución con el menor número de piezas, retos: ¿Se pueden poner 4 hexágonos?...).

Y es una actividad que se puede adaptar a diferentes etapas escolares:

- Reconocer y asignar un valor a los polígonos (figura 9).
- Reconocer la relación entre las áreas de estos polígonos (figura 10).
- Construir números con figuras, buscando soluciones alternativas (figura 11).
- Construir formas (figura 12).
- Construir triángulos (figura 13).
- Reconocer la equivalencia de dos triángulos.

Es interesante comparar los distintos sistemas que se pueden utilizar para demostrar esta equivalencia:

- Analítico: comparando los 2 triángulos se puede ver que tienen la misma base y la misma altura (reconocer la altura en el



Figura 9. Las formas que usamos en nuestra propuesta

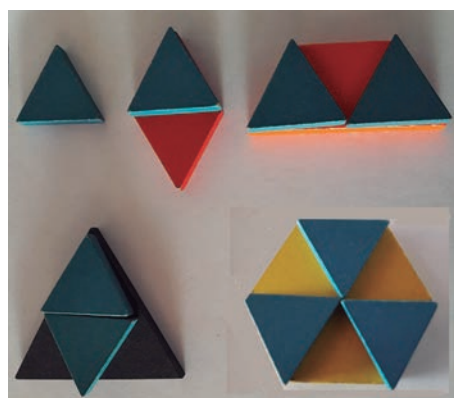


Figura 10. Área relativa a la del triángulo equilátero pequeño

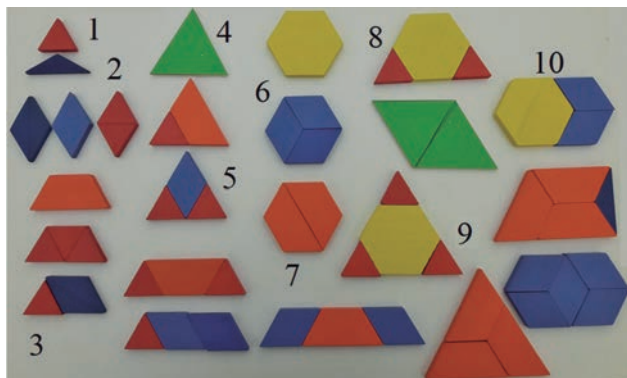


Figura 11. Construyendo números: la relación entre números y formas

triángulo isósceles obtusángulo tiene un gran valor) (figura 14).

- Analógico: el rombo se puede construir con 2 triángulos equiláteros o con dos triángulos isósceles obtusángulos.
- Jugar libremente con las formas y dejar que la fantasía sea el único horizonte (figura 15).
- Hacer composiciones de polígonos muy grandes (figura 16).

Puede ser una actividad colaborativa muy divertida y gratificante, ya que las posibilidades de

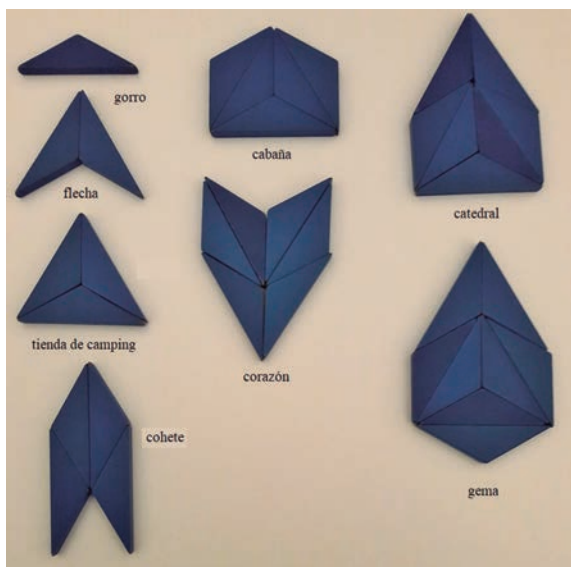


Figura 12. Construyendo formas crecientes basadas en un triángulo unitario

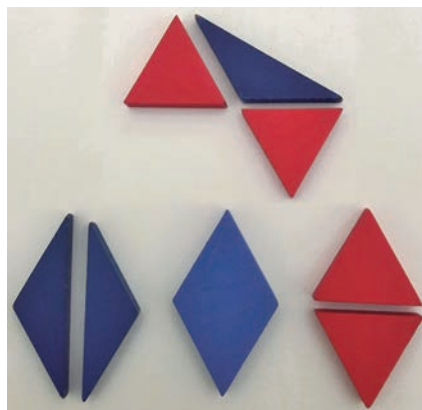


Figura 14. Triángulos equivalentes

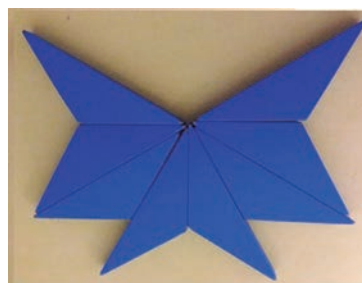


Figura 15. Mariposa

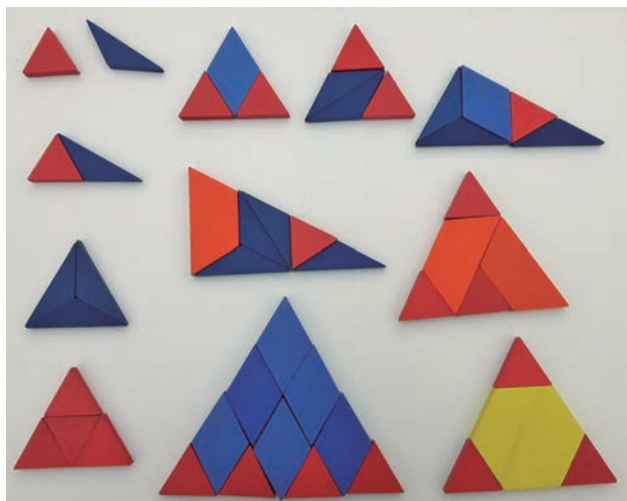


Figura 13. Construyendo triángulos

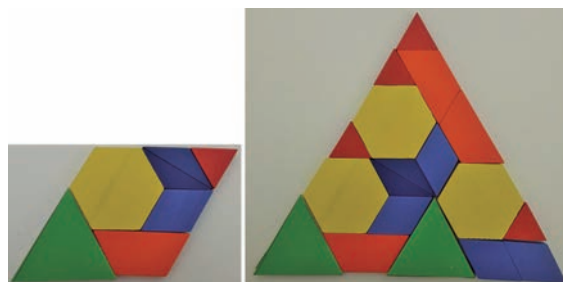


Figura 16. Composiciones

construir piezas, cada vez más grandes, son prácticamente infinitas.

Viendo el éxito que tenía la actividad del taller con estos materiales, decidimos diseñar unos módulos para la maleta de los pequeños (figura 17).

Por otro lado, esta actividad nos recordaba el taller que presentamos en las JAEM de Cartagena, basada en combinaciones de piezas que se inspiraban en los rombos que Penrose usaba para sus mosaicos no-periódicos (figura 18).

Sin añadir el reto de hacer coincidir los dibujos (hecho que provoca la no-periodicidad del mosaico), focalizábamos el objetivo en construir el mayor número de estructuras que llenaran el ángulo giro (las estructuras simétricas no puntuaban).

Aun así, la sorpresa de que existen 53 combinaciones diferentes era mayúscula.

Considerando las últimas entregas del MMACA, alguien habrá pensado que ya solo nos dedicamos al alumnado de primaria.

En parte es verdad que acabamos de empezar el pilotaje de las maletas didácticas para 1.º-3.º (4.º) de Primaria, y que, con el crecimiento del proyecto, se han incorporado personas más jóvenes y hemos tenido bodas y nacimientos (por decir la verdad, también la pérdida dolorosísima de Helena Cusi) y que algunos de la vieja guardia ejercen de abuelos. Sin querer ponernos a la altura de los varios Piaget y compañía, resulta espontáneo observar la adquisición de habilidades en los niños y niñas que tenemos más cerca. Así que es normal, entonces, que estemos muy dispuestos a responder a la demanda que nos llega del profesorado de la escuela primaria para que ofrezcamos desde el MMACA materiales y actividades que permitan conservar en la escuela las dinámicas que su alumnado ha manifestado durante la estancia en el museo.

En la entrega siguiente, nos gustaría explicar un proyecto para jóvenes de 6 a 12 años en si-

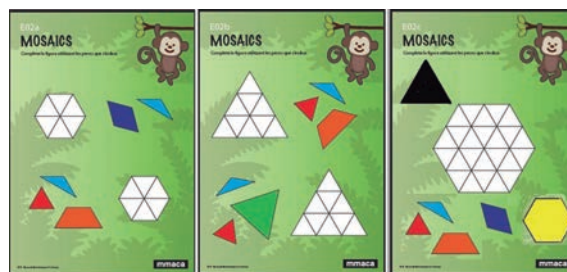


Figura 17. Algunos tableros de las actividades de la maleta inspiradas en estos mosaicos

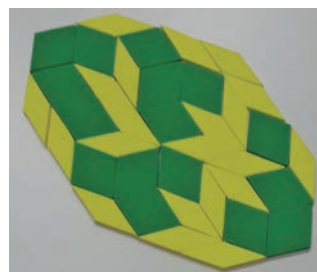


Figura 18. Un mosaico no-periódico de Penrose

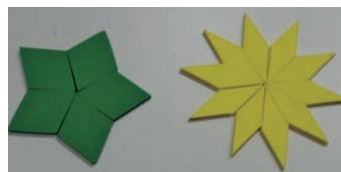


Figura 19. Completar el ángulo con figuras iguales



Figura 20. Otras composiciones

tuación de riesgo de exclusión social. Con la llegada de cada vez más jóvenes emigrantes sin familia, el tema resulta de una dolorosa actualidad, pero pronto volveremos a proponer materiales y actividades para el alumnado de secundaria.

MMACA

Museu de Matemàtiques de Catalunya, Cornellà de Llobregat (Barcelona)  
<contacte@mmaca.cat>

1 Proyecto «Minimons»:

<[http://c2em.feemcat.org/wp-content/uploads/TAULES/taula\\_103\\_203.pdf](http://c2em.feemcat.org/wp-content/uploads/TAULES/taula_103_203.pdf)>.

2 <[http://www.museocienciavalladolid.es/opencms/mcva/QueOfrecemos/ExposicionPermanente/planta\\_2\\_informacion.html](http://www.museocienciavalladolid.es/opencms/mcva/QueOfrecemos/ExposicionPermanente/planta_2_informacion.html)>.

3 <<https://www.icmat.es/outreach/dima>>.

4 <<https://imaginary.org/>>.

5 <<http://www.mathsweek.ie/2018/>>.

6 <<https://www.explodingdots.org/>>.

7 Es un material muy sencillo y barato, si estáis pendientes de las ofertas del Lidl o del Tiger. Solo el gran triángulo ( $4u^2$ ) no viene en ninguno de los dos productos y está hecho por nosotros, porque nos interesaba que hubiera una pieza de valor 4 unidades (la unidad es el área del triángulo pequeño).