

MERCEDES ROSAS CELIS,

SEVILLA, 2020

*EL ALFIL MATEMÁTICO*

Para protegerse del coronavirus, España se declaró en estado de alarma del 14 de marzo al 10 de mayo de 2020. Esta medida implicó el cierre de todos sus colegios, institutos y universidades, cierre luego posergado hasta el fin del año académico. Se intentó suplir la enseñanza presencial, la de toda la vida, por una educación a distancia, desde casa, con el agravante de que no estaba permitido que los niños salieran de ella. Existió una gran disparidad entre los recursos con los que contaban las familias para apoyar a sus hijos. Sólo el tiempo nos permitirá entender las consecuencias de esta decisión.

Con todo esto en mente, diez días después del inicio del estado de alarma publicaba mi primer *Alfil Matemático*, una serie de pequeñas colecciones de problemas de lógica y de matemáticas elementales destinados a los niños confinados en casa.

<https://personal.us.es/mrosas/Alfil.html>

Al igual que la música, que podemos disfrutar y compartir sin ser músicos profesionales, la lógica y las matemáticas tienen el potencial de enriquecer nuestra vida. Escuchemos a Galileo cuando dice que el Universo está escrito en el lenguaje de las matemáticas.

No pasó mucho tiempo después del confinamiento de España para que América Latina también estuviese confinada. De hecho, estamos en septiembre y siguen estandolos. Pronto empezarían a llegar respuestas de los diferentes países que la integran. ¡Un motivo de alegría y satisfacción!

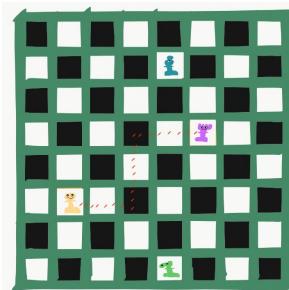
Durante los meses del confinamiento, escribí 30 *Alfiles Matemáticos*, que, a día de hoy, han recibido más de 10,000 respuestas. Esta breve reseña es la historia de esta experiencia.

Escribí los *alfiles* con mis hijos y sus amigos, grandes entusiastas del ajedrez, en mente. De aquí viene el nombre del proyecto. Hay un aire definitivamente ajedrecístico en algunos de los problemas planteados. Sin embargo no es necesario saber jugar ajedrez para resolverlos. Detrás de este proyecto está la hermosa e influyente tradición de juegos matemáticos de la Europa del Este, el divertido *Canguro de las Matemáticas* y los adorables monstruos de *Beast Academy*. Problemas sencillos, cotidianos, simpáticos.

Un buen problema necesita una buena ilustración. Mi parte favorita del proceso de crear un nuevo *Alfil Matemático* consistió en plantearle a mis hijos alguna pregunta, y esperar a ver cómo la ilustraban. No es una casualidad que los fénecs, guepardos, lobos, pulpos, los personajes de la guerra de las galaxias, y los más diversos monstruos sean los protagonistas de muchos de los problemas.

Para distribuir a los alfiles utilicé algunos grupos WhatsApp a los que pertenezco: los grupos de las clases de mis hijos, de sus

Del Alfil 20: Las piezas de ajedrez juegan pilla-pilla. En cada movimiento la torre sólo se puede mover en linea recta vertical u horizontal. Si sus amigos no se mueven, ¿cuántos movimientos, como mínimo, tiene que hacer la torre para pillar a las tres piezas?



En el dibujo la torre hace tres movimientos para pillar a los peones.

Del Alfil 0: Una familia de fénecs se pasea en fila india. Albus, el más pequeño, va quinto, exactamente a la mitad de la fila. ¿Cuántos fénecs hay en la fila?



Del Alfil 1: Atenea va en tercer lugar en una carrera de 100 metros. Justo antes del final consigue pasar a Hermes, que iba segundo.

¿En qué posición llegó Atenea?



actividades extraelectivas/extracurriculares, de mi familia, o de ajedrez. Pocos días después de su publicación, el Alfil #1 obtuvo sus primeras 100 respuestas. ¡bastante más que las que esperaba tener! No se detuvo allí, al final del confinamientos unas 1100 personas habían resuelto este primer alfil.

La edad promedio de los participantes del Alfil #1 fue de 24 años. ¡Bastante más de lo previsto! Menos de la mitad de las respuestas recibidas (420 / 1100) fueron de estudiantes de primaria, el público para el cual inicialmente había escrito los problemas. Sorprendentemente, más de la mitad de los participantes eran mayores de edad y la cuarta parte de ellas de mayores de 60 años. Para adaptar los alfils a la audiencia, el nivel de dificultad de los alfils fue subiendo paulatinamente. Creo que los niños lo disfrutarán mejor a partir de los 10 años.

Para presentar a los *Alfiles Matemáticos* utilicé el formato de Google Forms. Lo seleccioné ya que es fácilmente accesible desde cualquier ordenador/computadora, tablet, o teléfono móvil/celular, y al mismo tiempo no requiere proporcionar un correo electrónico, ni instalar, ni subscribirse a nada. A la derecha les presento un extracto de un Alfil #30, una pregunta de uno de los temas mejores recibidos, los problemas de *mentirosos y personas que siempre dicen la verdad*.

Ahora bien, ¿cómo escribir problemas donde hubiese algún reto para cada participante? ¿Cómo hacer para que no fuesen ni demasiado fáciles ni demasiado difíciles? No creo conocer la respuesta. Yo decidí restringirme a la matemática que se enseña en la escuela primaria. Al mismo tiempo, quería que fuesen un reto para el mayor número de personas posibles, no dude en introducir problemas difíciles. Cada alfil comienza con problemas muy sencillos que van aumentando progresivamente de dificultad.

¿Cómo estructuré los alfils? Sus primeros problemas son muy sencillos. ¿Cuánto vale  $20 \times 20$ ? ¿Cuál de las siguientes expresiones no es igual a 24? ¿Cómo sigue la serie 1, 3, 6, 10, 15, ...? ¿Cuál es el doble de la cuarta parte de 10?, y se van complicando. En teoría al menos. Las respuestas obtenidas muestran que juzgar la dificultad de un problema es en sí un problema muy difícil. En lo que sigue, haré una breve reseña de los temas centrales sobre los que construí los alfils matemáticos.

#### ■ Aritmética elemental y uso de paréntesis

La mayoría de los alfils comienzan con un problema de aritmética o un problema de series. Efectivamente, resultaban sencillos.

A pesar de esto no es una gran sorpresa que ninguno obtuvo más del 90% de las respuestas correctas. Algunos niños no tie-

Del Alfil #30: En un populoso planeta de tres soles, en una galaxia muy muy lejana, todos los habitantes \*siempre\* mienten. ¿Cuáles de estas frases son posibles escuchar decir a los nativos, y cuáles son imposible?

En un populoso planeta de tres soles, en una galaxia muy muy lejana, todos los habitantes \*siempre\* mienten. ¿Cuáles de estas frases son posibles escuchar decir a los nativos, y cuáles son imposible? 19 points



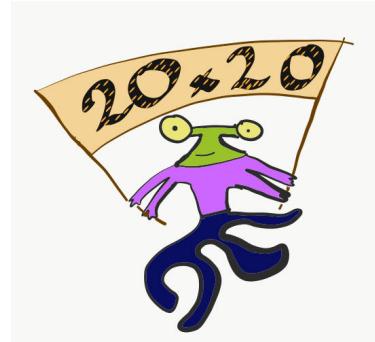
	Possible	Impossible
Te estoy mintiendo	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Tengo hambre	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Sólo uno de nosotros miente	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Soy un sith	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Todos nosotros mentimos	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>

Nombre  
Your answer \_\_\_\_\_

Edad  
Your answer \_\_\_\_\_

**Submit**

Del Alfil 1: ¿Cuándo vale  $20 \times 20$ ?



nen adquiridas las tablas de multiplicar. Otros se confunden en el orden en que hay que efectuar las operaciones básicas del tipo ¿cuánto vale  $2 \times 2 + 2 \times 2$ ?

El problema que resultó ser más difícil en esta categoría trata sobre Darth Maul y sus mascotas. Se encuentra en el margen derecho.

#### ■ Series

Otro tema recurrente son las series. Se pide conseguir el siguiente (o los siguientes) términos de una serie. Un ejemplo es la serie del entrenamiento de Yoda a la derecha de esta página.

Otros problemas planteados involucraban a los números triangulares, cuadrados, primos, de Fibonacci, las potencias de dos y de diez.

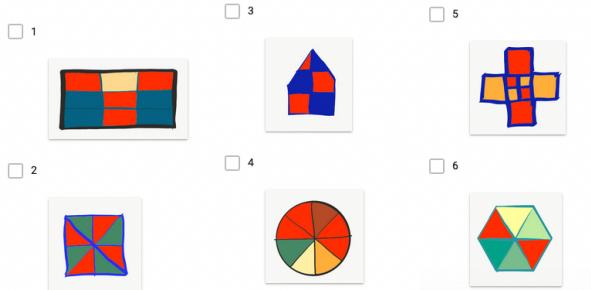
En los primeros *alfiles* se pedía el siguiente término de la serie. Luego comencé a preguntar, además, por los términos 10<sup>vo</sup> ó 100<sup>vo</sup>. Inevitablemente, conseguir el siguiente término de una serie es más sencillo que el 10<sup>vo</sup> ó 100<sup>vo</sup> ya que este último necesita entender precisamente la regla que gobierna la serie.

La serie que resultó más difícil de todas es probablemente también la más famosa: La sucesión de los números primos, más de la mitad de las personas respondieron que se trataba de los números impares (sí, a pesar de empezar por el número 2).

#### ■ Fracciones

Los problemas con fracciones también estaban supuestos a ser muy simples. Se pedía ordenarlas, relacionarlas con la fracción coloreada de un dibujo, sumarlas, multiplicarlas. Eran preguntas sencillas, que la mayoría (unos 4/5) de las personas resolvían correctamente. Un ejemplo,

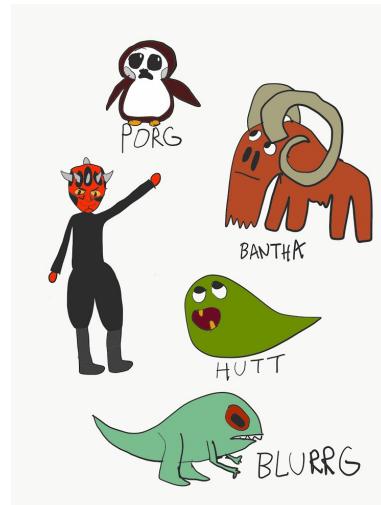
Del Alfil #12 Selecciona todas las figuras en las que la porción coloreada con rojo sea exactamente la mitad.



Del Alfil #1 Carlos, el fénec, ha dibujado dos números. Si los sumamos dan 8, los multiplicamos dan 12. ¿Cuáles son?



Del Alfil #5 Darth Maul y su hijo sacan a pasear a sus mascotas: 2 banthas, 3 porgs, 1 apes- toso Hutt, y 5 Blurrg. Si todos usaran zapatos ¿Cuántos ten- drían?



Del Alfil #6 ¿Cómo continua el entrenamiento de Yoda?



Las opciones de respuesta incluían



### ■ La exponencial

¡En medio de una pandemia, no puede uno dejar de asombrarse con la velocidad de crecimiento de la curva exponencial! Hay varios problemas sobre este tema. A la derecha se encuentra ilustrado uno del Alfil #30. Un par más (De los Alfiles #7 y #8, respectivamente) son los siguientes:

Todos sabemos que el tamaño de la nariz de Pinocho crece cada vez que dice una mentira. Seamos más precisos. Si inicialmente medía un centímetro, y se duplica con cada mentira, ¿cuánto mide cuando dice su décima mentira?

Entre los Fibonacci, una peluda y moteada familia de conejos, se da la tradición que cada coneja tiene exactamente 7 conejitas. ¿Cuántas bisnietas llega a tener una Fibonacci?

No es una sorpresa que resultaban ser bastante difíciles. Es un reto mayúsculo para la mente humana comprender la velocidad de crecimiento de la exponencial. Incluso en medio de una pandemia.

### ■ Sencillos problemas de lógica

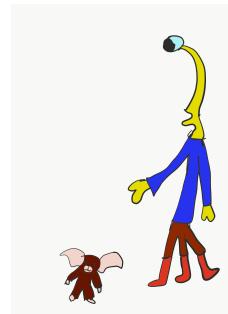
Estos problemas fueron muy bien recibidos. Este es un tema muy rico que debería trabajarse más en escuelas e institutos.

Del Alfil #15: Si un lince y medio, se come un conejo y medio, en un día y medio, ¿cuánto tarda un lince en comerse un conejo?

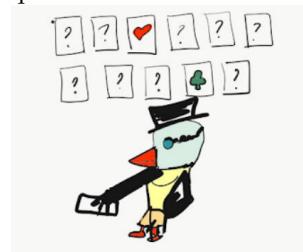


Del Alfil #25: Kipp, Tyk y Jax hacen una carrera a través de los árboles. Si sabemos que Tyk adelantó a Jax en el último momento, pero no ganó la carrera. ¿Cómo terminó la carrera?

Las próximas dos preguntas vienen del Alfil #30: Juan Cristóbal llegó a casa con un adorable gremlin. Bizarramente, cada noche el número de criaturas se multiplicaba por 3. Si el domingo tenía 729 gremelins, ¿qué día de la semana era cuando recibió al primer Gremlin?



Del Alfil #26: Federico observa las cartas que tiene en su mano y dice: Si escojo 5 de ellas seguro que saco un corazón, y si escojo 6 seguro que tengo un trébol. ¿Cuánto es el máximo número de cartas que tiene Federico en la mano?



Del Alfil #14: En qué orden llegaron las piezas de ajedrez si sabemos que. 1) El peón le ganó a la torre pero no al Alfil Matemático. 2) El caballo no quedó de primero. 3) El peón y el caballo casi llegan al mismo tiempo, pero en el último momento el caballo se adelantó de un salto.





También se plantearon muchos problemas en los que se requería romper un código. Por ejemplo, en el Alfil #18 se pregunta:



¿Sabrías romper el código? Detrás de las tres figuras hay 3 números diferentes. Si los multiplicas obtienes 24. Si sumas los que se encuentran detrás del trébol y la espada/picas obtienes 6. Y si restas al del trébol el de espada obtienes 2.

#### ■ Patrones y Razonamiento en 2D

Con frecuencia aparecen problemas sobre figuras planas. En la derecha he seleccionado uno de ellos, mientras que otros dos se encuentran siguiendo este texto. Quedó pendiente escribir problemas en que fuese necesario distinguir entre las dos caras de las piezas involucradas.

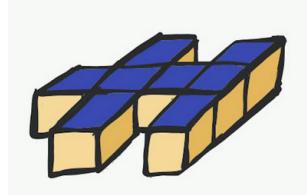
Don Lobo se está construyendo su soñada *Casa-Lobo*. Tiene una idea muy canina de lo que es una buena ventana, pero bueno, es su casa. ¿Qué ventana debe escoger para cubrir este agujero?



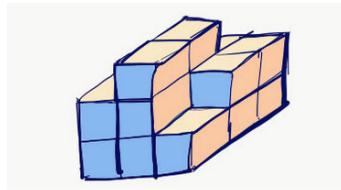
(Para ver las opciones visita el alfil #18)

Ana utiliza 4 de estas piezas para armar un cuadrado. ¿Cuál no utiliza?

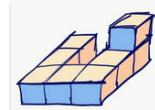
Del Alfil #28: Luis Alfredo construyó una figura con tacos de madera, y luego la pintó con colores azul y amarillo, todo tal y como sale en la figura (los de abajo también están pintados). Finalmente cambió de idea y decidió desmontar su construcción. ¿Cuántas caras están ahora sin pintar?



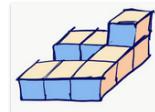
Del Alfil #25: ¿Qué pieza tengo que utilizar para completar el cubo?



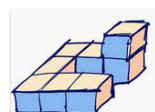
Pieza 1



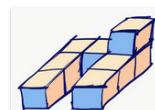
Pieza 2

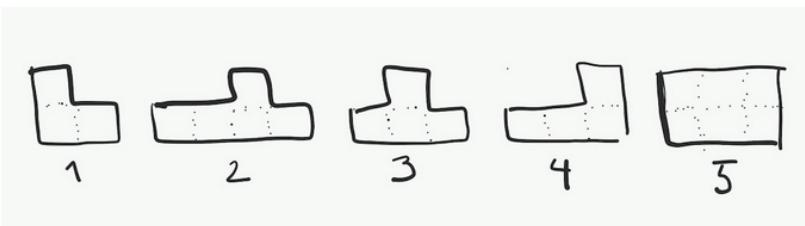


Pieza 3

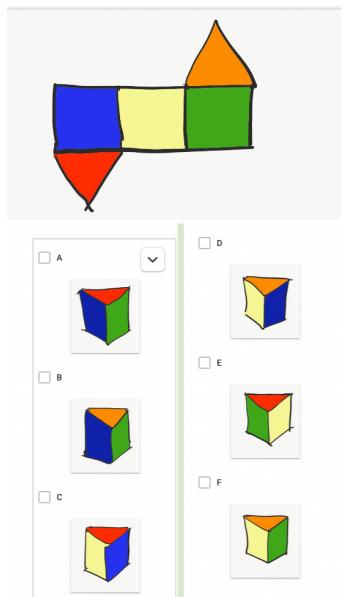


Pieza 4





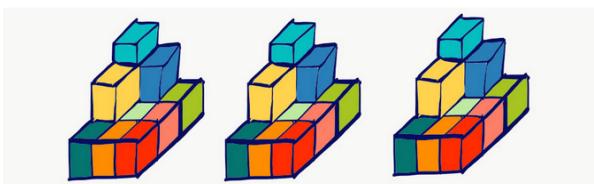
Del Alfil #11: ¿Cuáles de los siguientes prismas se pueden armar a partir del patrón de Oscar?



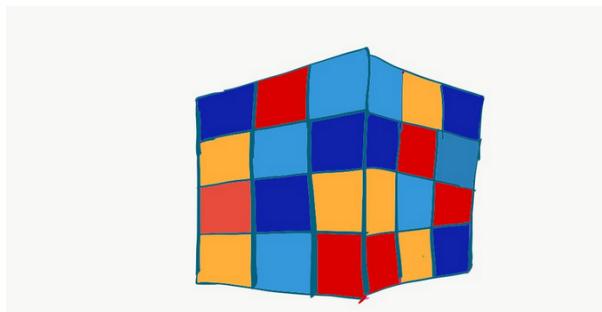
#### ■ Patrones y Razonamiento en 3D

Hay muchos problemas sobre cubos, dados, figuras que se pueden (o no se pueden) armar con cubos, de perspectiva. Un par de ellos se encuentran en el margen de este folio. Por lo general, resultaban difíciles. Viendo los resultados obtenidos en estas preguntas, es evidente que es un área que no se trabaja lo suficiente. Por esta razón incluyo una selección de problemas más larga que lo habitual.

Del Alfil #3: Roberto arma un gran cubo utilizando para estos los pequeños cubos de sus tres pirámides. Si arma el cubo más grande posible, ¿cuántos pequeños cubos le sobraron?



Del Alfil #20: Diego estaba construyendo un paralelepípedo con sus cubos. Pero sólo tuvo suficientes para las paredes que se ven en el dibujo. ¿Cuántos cubos necesita para terminar de construirlo?



Del Alfil #1: Juan va a comprar azulejos para marcar todas las casas de su calle. Hay 30 casas. ¿Cuántas veces tiene que comprar el número 2?



#### ■ Dados

Los dados son fuente de multitud de juegos y problemas matemáticos. Quizás hayas observado que la suma de los números en caras opuestas de un dado siempre da siete. En el Alfil #29 decídí explorar este hecho. El problema 5 pide seleccionar todas las



ilustraciones donde es imposible que cumplan esta regla. Como todos los ejercicios que pedían trabajar el razonamiento espacial, resultó bastante difícil.

Menos conocido es el hecho que la regla anterior no es suficiente para marcar correctamente las caras de un dado. Existen dos tipos de dados que las satisfacen y que tienen la propiedad adicional que no es posible pasar de uno al otro rotándolos. Para pasar de uno al otro hace falta reflejar en un espejo. Cuando menciono esta observación a mis estudiantes universitarios de matemática suelen sorprenderse. El Alfil #29 concluye con una invitación a reflexionar sobre esto. Primero se muestra (un trozo) de los dos dados posibles (ver margen derecho).

No es ninguna sorpresa que la siguiente pregunta resultó ser muy complicada. (ver margen derecho).

Observando cuidadosamente dos de sus dados, el azul y el amarillo, Noël descubrió que existen dos tipos de dados: La manera en la que están puestos los números en su dado amarillo es la imagen en un espejo de la del azul. ¿Qué número escondió Noël detrás de cada lado?

Algunas veces una buena pregunta es aquella que te hace pensar sobre algo que no conocías, incluso si no sabes contestarla correctamente.

#### ■ Problemas sencillos de conteo

Juan va a comprar azulejos para marcar todas las casas de su calle. Hay 30 casas. ¿Cuántas veces tiene que comprar el número 2?

Hugo, Paco y Luis tienen que repartirse tres helados: uno de fresa, uno de chocolate y uno de limón, ¿de cuántas maneras pueden hacerlo?

Tomás escribió todos los números del 10 al 100. ¿Cuántas cifras escribió?

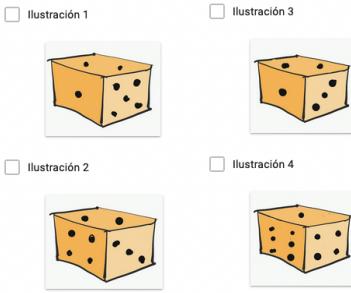
Incluso si las respuestas solían ser números pequeños, que podían ser calculados trabajando ordenadamente, de manera de no contar cada caso una y sola una vez, esto resultaba ser bastante difícil para la mayoría de los participantes.

#### ■ Problemas de mentirosos

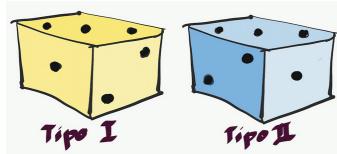
Recibí muchos comentarios positivos sobre estos problemas. Los participantes los encontraba sorprendentes y divertidos.

En el primero de todos los problemas de mentirosos se encuentra en el el Alfil # 3. La pregunta inicialmente parece no tener

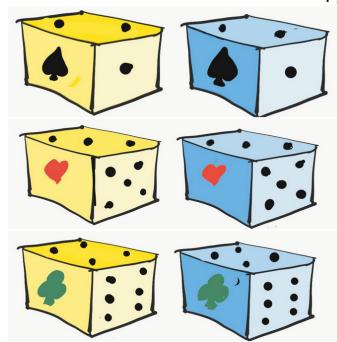
Los dos dados de Noël, vistos desde enfrente. (Los lados opuestos suman 7).



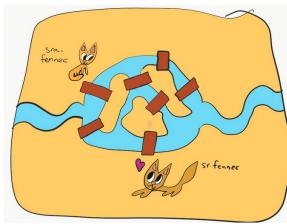
El dado amarillo y el dado azul.



¿Qué número se esconde detrás de cada ♠, ♥, ♣?



Del Alfil #20: ¿De cuántas maneras puede ir el Señor Fennec a visitar a la Señora Fennec sin pasar dos veces por el mismo puente? Ten en cuenta que los fenneccs, criaturas del desierto, no saben nadar.



sentido, o al menos es así hasta que se observa cuidadosamente el dibujo:

Max y Mick se encuentran discutiendo, como siempre. Max dice: Tengo 4 brazos, y Mick dice: Pues yo tengo 2 brazos. Si sabemos que al menos uno mintió ¿cuántos ojos tiene Max?



- 1
- 2
- 3
- ¡imposible saberlo!

Obsérvese que se incluye la opción que es imposible saberlo (que fue seleccionada por un número importante de participantes.)

En el Alfil #12 (ver el margen derecho de la página anterior) aparece una nueva posibilidad: el protagonista no puede ni decir siempre la verdad, ni mentir, sin caer en una contradicción.

En el Alfil #24 se encuentra otro problema de mentirosos que da la impresión inicial de ser imposible de resolver:

En una mesa hay reunidos 5 habitantes de una isla donde, o la gente siempre miente, o siempre dice la verdad. Los cinco habitantes están cenando en una mesa redonda cuando cada uno de ellos dice: a mi derecha y a mi izquierda hay un mentiroso. ¿Cuántos habitantes que siempre dicen la verdad están cenando?

En los diferentes alfils se incluyen muchas variantes de este tema.

#### ■ Otros temas

No es mi intención dar unas lista exhaustiva de todos los temas tratados en el *Alfil Matemático*. En su lugar te invito a visitar su página web y descubrirlos. Sin embargo, una tarea que quedó pendiente para las próximas ediciones fue desarrollar problemas sobre los siguientes dos temas.

Del Alfil #8: En el mundo donde los monstruos o \* siempre dicen la verdad\* o \*siempre mienten\* nos encontramos con dos de ellos discutiendo. ¿Cuál de los dos recipientes contiene la poción secreta? ¿Será el azul? ¿Será el rojo? ¿Es posible saberlo?



Alfil #12 : En una galaxia muy muy lejana hay un planeta donde viven dos tribus. Una cuyos habitantes siempre dicen la verdad y otra en la que siempre mienten. Luke, que conocía esta particularidad de los habitantes, le preguntó a JaTook: ¿mientes o dices la verdad? que le contestó insolentemente: "Te estoy mintiendo". ¿Qué concluyó Luke?



Las posibles respuestas eran:

1. Jatook pertenece a la tribu cuyos habitantes siempre dicen la verdad.
2. Jatook pertenece a la tribu cuyos habitantes siempre dicen la verdad.
3. Jatook es un forastero.
4. No se puede saber.

## Problemas de estimación

Mi idea original consistía en colocar una foto y preguntar cuántas veces aparece un determinado objeto. No me fue fácil conseguir ideas de que objetos fotografiar/dibujar. Tanto que al final solamente escribí dos problemas de estimación. Uno de estos problemas se encuentra en el margen derecho de esta página. Resultó ser un problema que muy pocas personas respondió correctamente (se consideraba una respuesta correcta si tenía un margen de error de menos del 20 %. Inicialmente, se pedía un menor margen de error, pero era casi imposible).

## Experimentos matemáticos

El otro tema que me gustaría elaborar fue el de diseñar pequeños experimentos matemáticos. El tema que escogí fue el estudio de la banda de Möbius. Lo escribí en la víspera de las vacaciones de Semana Santa y mi idea era animar a los participantes a construir modelos de la cinta de Möbius. La primera pregunta era la directa. Se explicaba cómo construir una cinta de Möbius y se preguntaba cuántas caras tenía (ver margen derecho). Luego se pedía analizar qué ocurría al cortar la cinta por la mitad, al girar dos veces, al cortar empezando por la tercera parte, etc. Mi impresión es que en lugar de construir los modelos y observar lo que sucedía, trataron de adivinarlo. Fue sin duda el ejercicio más difícil del *Alfil Matemático*.

¿Qué aprendí escribiendo los diferentes alfils? Escribir esta reseña ha sido un ejercicio de reflexión sobre qué aspectos podría mejorar en ellos. Ciertos problemas son evidentes: Algunos *alfils* resultaron ser demasiado largos. Otros no tenían suficientes ilustraciones. Los diferentes temas no se encuentran distribuidos de manera homogénea. Si se estima la dificultad de un problema por las respuestas obtenidas, es inmediato usualmente los problemas no están bien ordenados.

Además, a medida que fui escribiendo los alfils, fui conociendo nuevas opciones de Google Forms. No siempre utilicé el formato de respuesta más conveniente. En los primeros alfils hay casos en (con múltiples respuestas correctas) en los que un sólo error te anula la totalidad de la pregunta. Finalmente, que es necesario dar más información a los participantes sobre cómo resolver aquellos problemas resueltos de manera incorrecta.

Cómo modificar las preguntas invalidaría los datos ya obtenidos, pretendo crear una nueva versión del alfíl matemático, pero, al mismo tiempo dejar las versiones originales de los alfils disponibles como *versión confinamiento*. (Los números con los que nombro a los diferentes alfils se corresponden a esta versión).

Ilustración del problema de mentirosos del Alfil #24:

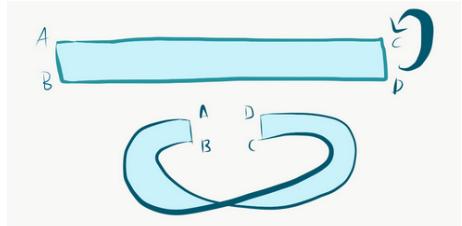


Del Alfil #24:

Estas son dos fotos del mismo tarro de legos. Estima lo mejor que puedas cuantas piezas de legos contiene.



Del Alfil #10: Rubén decidió hacer su propia cinta de Möbius con un folio. Es muy simple. Corta un largo rectángulo, y da un giro de media vuelta a uno de los extremos. Finalmente, pega los dos extremos como se indica en el diagrama. ¿Cuántas caras tiene la cinta resultante?



¿Continuará el *Alfil Matemático*? ¡Desde luego! Los planes son convertirlo en un evento semanal durante el período escolar. (Otra cosa que aprendí de todo esto es que los alfils reciben muchas menos respuestas si son planteados en períodos de vacaciones.)

¿Y dónde más puedo conseguir problemas del estilo del Alfil Matemático? He mencionado dos excelentes referencias que me han servido de inspiración, el Canguro Matemático y Beast Academy. El canguro matemático es una competencia internacional en la que han participado millones de niños. Creada en Francia <http://www2.mathkang.org/default.html>, la prueba se desenvuelve paralelamente en múltiples países e idiomas. Este año, debido al confinamiento, se realizó a través de la internet. Puedes conseguir la versión de tu país buscando canguro matemático y el nombre de tu país en un buscador.

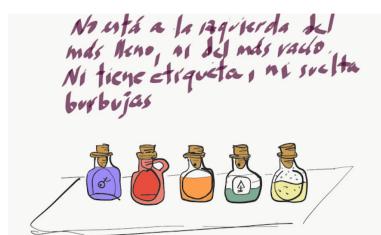
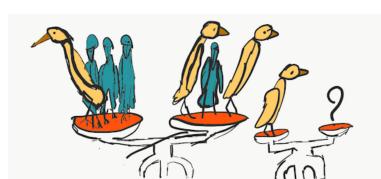
Beast Academy por otra parte, es una colección de libros de texto de matemática dirigidos a estudiantes de primaria en los que se hace énfasis en el desarrollo de las capacidades lógicas. Tienen el formato de tebeo/comic, y sus protagonistas son unos muy simpáticos monstruos. <https://beastacademy.com/>. Existe también una versión online.

¿Y si quieres problemas más difíciles? En la internet existen muchas colecciones de problemas de las olimpiadas de matemáticas locales, nacionales e internacionales, fácilmente accesibles. Esta es una fuente inagotable. También puedes crearte una cuenta gratuita en Alcumus <https://artofproblemsolving.com/alcumus> del Art of Problem Solving.

Si estás en edad escolar, te animo a participar en las olimpiadas matemáticas de tu país, es una experiencia inolvidable. Existen también unos pocos concursos abiertos a personas de todas las edades, por ejemplo <https://www.ffjm.org/>.

En muchos países existen programas para estimular el talento matemático. En España, por ejemplo, existe el programa Estalmat, <https://www.estalmat.org/>. Con frecuencia estos programas se ofrecen a los ganadores de las olimpiadas matemáticas locales. Averigua que existe en tu país. También existen excelentes proyectos en la internet enfocados en la preparación de estudiantes para las olimpiadas matemáticas: <https://brilliant.org/> y <https://artofproblemsolving.com/>.

Termino con una pregunta para ti, ¿cuántas preguntas has resuelto correctamente? Puedes verificar tus respuestas en la página del Alfil <https://personal.us.es/mrosas/Alfil.html>.





*El Alfil Matemático está dedicado a Clara, Nicolas, Noël y a todos los niños y niñas que disfrutan de las matemáticas, y a los adultos que los acompañan.*