

# **Dominó Geométrico**

**Francisco José Martínez López**

([martinezlopez.fj@gmail.com](mailto:martinezlopez.fj@gmail.com))

**Salvador León Gil**

([salvadorleon@hotmail.es](mailto:salvadorleon@hotmail.es))

**Antonio Rodríguez Pérez**

([antoniorperez@hotmail.com](mailto:antoniorperez@hotmail.com))

## **Resumen**

El juego trata de poder colocar todas las fichas de dominó de forma que formen una figura geométrica. Las fichas deben ser colocadas consecutivamente y respetando las reglas del dominó estándar. La suma de puntos de cada lado de la figura debe coincidir. Además podremos añadir una restricción extra para que también coincidan en el número de fichas. Así el resolutor deberá de hacer más trabajo y habrá casos en los que no exista una solución entera, por ejemplo al formar un pentágono.

## **Palabras clave**

Solitario, Dominó.

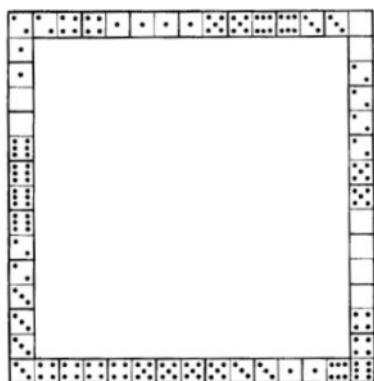
## El origen

El juego tal y como lo hemos presentado no lo hemos encontrado en ninguna página web, hemos encontrado un juego similar, que varía el nombre según la fuente que consultemos, tiene nombres como: *el dominó cuadrado* o *el marco*. El nombre de *dominó geométrico* a sido sugerido por el profesor Pablo Guerrero, de la asignatura de Matemática Recreativa.

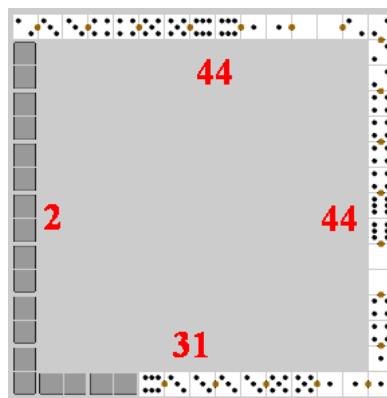
La referencia más antigua al juego es por Yákov Perelmán (1882-1942), divulgador científico ruso, fundador del género de la literatura de ciencia popular, el juego apareció publicado en su libro: Matemáticas Recreativas.

El juego original es sencillo, con las reglas del dominó se tiene que rellenar un cuadrado, en el que cada lado tiene siete fichas (el juego de dominó esta compuesto por 28 fichas), y deben colocarse de forma que cada lado tenga el mismo numero de puntos. Hay que tener en cuenta que las fichas que forman la esquina deben contarse dos veces, una para cada lado del cuadrado. La solución que hemos encontrado para este caso tiene 44 puntos por lado, es decir en total suma 176, que son más puntos de los que las fichas del dominó pueden darnos (todas las fichas del dominó suman 168). Como hemos comentado anteriormente esto es posible porque las fichas de las esquinas las contamos dos veces. Este dato ya puede aportarnos algo a como será la solución final.

Además, como en muchos otros puzzles matemáticos, encontrar una solución puede depender de la ficha de inicio que coloquemos. A continuación se muestra una figura con una solución incorrecta, dos de sus lados no suman 44 puntos.



**Dibujo 1: Solución errónea**



**Dibujo 2: Ejemplo**

Otro de los motivos por los que la solución propuesta en la figura no es correcta es porque la suma de sus esquinas no es 8. Como se presentó anteriormente es necesario que sumen 8 para que la suma de los lados pueda ser 44 y así poder sumar el total de 176.

## Nuestra propuesta

Una vez presentado el problema original que encontramos en internet, nuestra propuesta es ampliar un poco más el juego. Nosotros proponemos dos variantes:

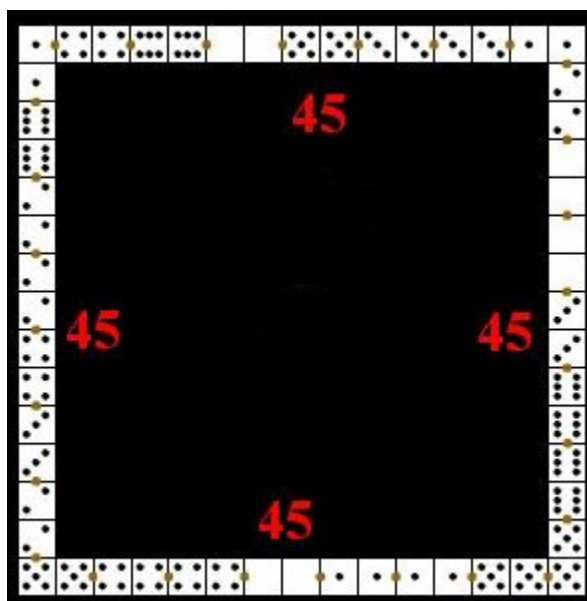
- Poder elegir el número máximo de la ficha de dominó, es decir, en el dominó estándar la ficha más alta es el seis, nosotros damos la posibilidad de hacer dominós de distinto número de fichas, ampliando así el número de soluciones. Añadiendo esta condición nos da pie a la segunda variante del juego.

- Poder formar otras figuras, como triángulos, pentágonos, etc. Para poder hacer eso es necesario que el número de fichas total sea múltiplo del número de la dos de la figura que queramos construir, por eso es necesario tener un repertorio más amplio de fichas, con el dominó estándar sólo podríamos construir cuadrados, heptágonos, etc.

Inicialmente, también propusimos poder hacer el juego con un número variable de fichas por lado, pero a medida que realizábamos el modelado nos resultó mucho más interesante la posibilidad de que hubiese distintos tipos de dominós.

Debido al gran número de variables que es generado por el código (más de 250 variables para un dominó de 4), nos vimos obligados a trabajar directamente en formato LP y utilizar Scip desde un terminal. Por ejemplo, utilizando el dominó de 4 fichas y construyendo un triángulo ha tardado 1540 segundos en un Intel Core 2 Duo 2Ghz sobre una máquina Ubuntu 9.04.

Para el caso general, el dominó de seis, nosotros proponíamos inicialmente una solución de 44 puntos por lado, pero en el modelado lo dejamos a libre decisión del resolutor para que encontrase cualquier solución y poder comprobar con la que nosotros habíamos hecho a mano. Fue una sorpresa para nosotros poder comprobar que encontró una solución que no coincidía con la nuestra y que además contenía 45 puntos por línea.



Una ficha  $y$  es representada por un par de variables  $x$ . La ficha se obtiene sumando el valor de dos variables  $x$ , de forma que la ficha  $y_i$  corresponde a la ecuación:  $y_i = 10 * x_j + x_{j+1}$ . La misma ficha pero girada están representadas en las  $w$ . Y se obtienen igualmente por simetría:  $w_i = x_j + 10 * x_{j+1}$ . Para el caso de las fichas del tipo 1:1, 2:2, etc estas variables son iguales. Por ejemplo, la ficha formada por 3 y 4, tendríamos que:  $x_j = 3, x_{j+1} = 4, y_i = 34, w_i = 43$

Posteriormente se comprueba que ninguna ficha este repetida y que tampoco se encuentre girada en el resto del conjunto de fichas. Para comprobar que no se repiten

comprobamos cada ficha con todas las restantes y con sus equivalentes giradas, excepto con ella misma.

Además el programa tiene la opción de poder empezar con una ficha que nosotros queramos indicándoselo como argumento adicional. Como en el conocido juego de las 8 reinas puede haber estados iniciales para los cuales no exista una solución.

Para llamar al generador de código hay que poner:

```
javac Domino
```

```
java Domino tamaño lados <x y>
```

Donde tamaño es el numero de la ficha mas alta, lados es el numero de lados que queremos que tenga la figura y las variables x e y corresponden a el valor de la ficha inicial, siendo esta ficha un parámetro opcional.

Por ejemplo para generar el dominó 6 en un cuadrado empezando por la pieza 23 teclearíamos:

```
java Domino 6 4 2 3
```

## **Curiosidades**

- Para el caso del dominó de 4 formando un triangulo la suma de cada lado debe ser 22. En total 66, que son 6 puntos mas de los que suman todas las fichas de este juego.
- Para el cuadrado en el domino 6 tenemos que cada lado puede sumar 44 en unas soluciones y 45 en otras. ¡En este problema se han necesitado 872 variables!
- Para el juego de 5 fichas no ha sido posible encontrar ninguna solución.
- Debido al gran numero de variables por problema no hemos podido comprobar el dominó 8 en adelante.

## Referencias bibliográficas

- <http://www.librosmaravillosos.com/matematicarecreativa/capitulo02.html#p016> (Diciembre 2009)
- <http://juegosdelogica.net/juegosdeestrategia/domino.php> (Diciembre 2009)
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Y%C3%A1kov\\_Perelm%C3%A1n](http://es.wikipedia.org/wiki/Y%C3%A1kov_Perelm%C3%A1n) (Diciembre 2009)