

ANÁLISIS DEL JUEGO DEL TRIQUI, DENTRO DEL ESTUDIO DE LA TEORÍA DE JUEGOS EN LA ACADEMIA

Javier Arias Osorio

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales - Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga (Colombia)

Resumen

A partir del estudio de la teoría de juegos, se ha querido profundizar el análisis de los juegos competitivos entre dos jugadores que se desarrollan de forma intercalada (jugadas alternadas) en un juego típico como es el triqui buscando explorar las posibles secuencias de juego y así examinar la mejor forma de jugar (estrategias de juego) de cada uno de los jugadores, con la ayuda de herramientas tecnológicas sencillas como una hoja de cálculo, para mostrar paso a paso los resultados alcanzados.

Palabras clave: Teoría de juegos, juegos competitivos, juego del triqui, estrategias de juego, herramientas tecnológicas.

Abstract

From the study of the theory of games, it has been wanted to deepen the analysis of the competitive games between two players who are developed of form put in (played alternated) in a typical game as it is tic-tac-toe looking for to explore the possible sequences of game and thus to examine the best form to play (game strategies) of each one of the players, with the aid of simple technological tools like a spreadsheet, step by step to show the reached results.

Key words: Game theory, competitive games, tic-tac-toe game, game strategies, technological tools.

Introducción

La teoría de juegos es concebida como un tema interesante dentro de la investigación de operaciones y de las ciencias de la administración, específicamente en las situaciones de conflicto y negociaciones entre dos o más partes (jugadores). Esta teoría presenta diferentes escenarios atractivos para su estudio, siendo uno de ellos el relacionado con los juegos competitivos.

Dentro de los juegos competitivos (llamados así porque las partes en conflicto o inmersas en el juego

no establecen contacto alguno previo a la realización del juego, eliminando de esta forma la posibilidad de acuerdo o negociación) se pueden establecer subdivisiones de acuerdo con la forma en que se desarrolla el juego, siendo posible encontrar juegos secuenciales o simultáneos.

Los juegos secuenciales son los encuentros donde existe una intercalación entre las intervenciones de los jugadores durante el desarrollo del juego, un ejemplo clásico de este tipo es el juego de Nim (típicamente estructurado como un juego de dos

jugadores donde habiendo al iniciar 6 fósforos en la mesa, cada individuo tiene la posibilidad de levantar en su turno 3 ó 2 ó 1 fósforo sin reemplazo, siendo llamado perdedor al jugador que levante el último fósforo de la mesa). Este tipo de juegos permite gráficamente y a través del análisis de probabilidades, interpretar la forma de jugar de cada individuo para procurar ganar (su estrategia de juego exitosa). Luego de desarrollar el árbol del juego, el análisis es el siguiente:

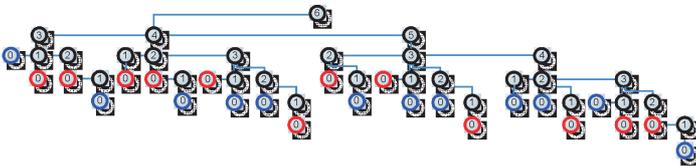


Figura 1. Árbol del juego de Nim

Nota: En los nodos, los valores son los fósforos que van quedando en la mesa luego que el jugador correspondiente extraja 3, 2 o 1 fósforo en su turno.

Contabilizando las veces que gana el jugador A (nodos azules) y las veces que gana el jugador B (nodos rojos), se observa que ambos tienen la misma probabilidad de ganar y es de 12/24. Ahora, analizando la estrategia de juego exitosa para el jugador A, se encuentran las siguientes probabilidades condicionales:

$P(GA/1) = 7/13$ Probabilidad de ganar el jugador A, dado que en su primera jugada saque 1 fósforo.

$P(GA/2) = 3/7$ Probabilidad de ganar el jugador A, dado que en su primera jugada saque 2 fósforos.

$P(GA/3) = 2/4$ Probabilidad de ganar el jugador A, dado que en su primera jugada saque 3 fósforos.

Por lo cual y luego de la revisión del árbol mostrado, lo mejor para el jugador A es empezar sacando 1 fósforo y su estrategia de juego deberá seguir luego la condición de 4-k (siendo k el número de fósforos que levanta el jugador B en su jugada primera jugada).

Para el jugador B, que aunque tenga la misma probabilidad de ganar inicialmente que el jugador A, su juego está condicionado a lo que el jugador A decida en su primer turno, le puede suceder que, si el jugador A levanta 3 o 2 fósforos en su primer turno, el jugador B puede concebir una estrategia ganadora siguiendo la condición de 5-k (k en este caso es el número de fósforos levantados por el jugador A en el primer turno).

Lo que muestra este juego es que es mejor ser el jugador A, ya que si éste sigue su estrategia, el jugador B perderá siempre, sin recurso posible para este último. Esto no es una regla de los juegos secuenciales, es decir, no siempre el jugador que empieza el juego es el que tiene la estrategia de juego exitosa. Para ilustrar lo anterior, se modificará un poco el juego de Nim, ubicando no 6 sino 11 fósforos en la mesa y colocando como regla que cada jugador solo puede levantar en su turno 3 ó 1 fósforo. ¿Qué pasa? Pues que no hay estrategia que valga para el jugador A, pues el jugador B tiene el 100% de probabilidad de ganar.

El juego del triqui

En la cotidianidad de las reuniones familiares y de amigos se encuentran muchos más juegos de dos jugadores que se desarrollan de forma secuencial, por ejemplo, los juegos de mesa (la baraja, el dominó, parques, batalla naval, etc.). El juego que a desarrollar es el juego del triqui, donde en una matriz de 3x3, los jugadores alternadamente buscan colocar sus fichas de forma secuencial ya sea por filas, por columnas o en las diagonales (ocho formas de ganar).

Según Aarseth (2005) este juego (Tic tac toe game, en inglés) ha sido ampliamente abordado desde el punto de vista de la programación hace ya más de medio siglo, pues en 1952 "A.S. Douglas trabajaba en la computadora de EDSAC en la Universidad de Cambridge sobre la interacción entre los seres humanos y los computadores. El juego exhibió una rejilla de nueve cajas en la exhibición de matriz de EDSAC y los jugadores tenían que poner su X u O por medio de un dispositivo algo similar a un dial del teléfono."

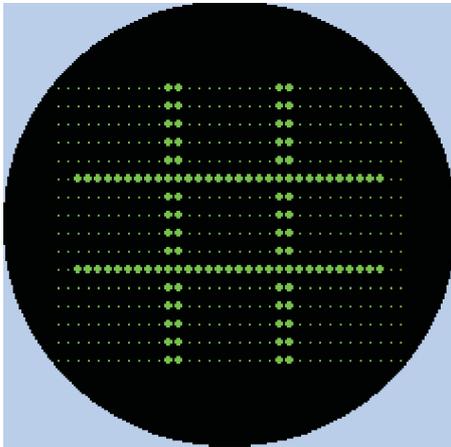


Figura 2. Vista similar a la visualizada en el EDSAC

Un juego que según Mahoney (2005) es el fiel ejemplo de la teoría de juegos cuando no existen los criterios de incertidumbre y alta complejidad.

Otros autores como Marchi y Fischer (2006) han ahondado en el estudio del triqui y plantean, basados en el criterio de los juegos de suma cero, la búsqueda del equilibrio del juego entre dos jugadores, puesto que la mejor estrategia para el jugador que comienza es jugar en el centro, dado que como se va a mostrar mucho más adelante, esta opción desarrollada de forma racional, desemboca en un juego sin ganador. A su vez Franjen (2004), aborda el juego aplicándole la estructura de los juegos que aprenden.

Ahora sí, el primer paso importante para introducirnos en su estudio es enumerar las posiciones del Triqui.

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Figura 3. Matriz del juego de Triqui

Una diferencia del juego del triqui con respecto al juego de Nim es la complejidad de su árbol, ya que el jugador A en su primer turno, no tiene 3 sino 9 opciones, y el jugador B en su primer turno tampoco tiene 3 opciones sino 8 y así sucesivamente, lo cual hace que el árbol del juego se vuelva demasiado grande, pues si se analizan las posibles ramas de

inicio a fin, mientras que en el juego de Nim son sólo 24, en este juego las posibles formas de desarrollarse de inicio a fin (si todas las veces el juego se finalizara al ocupar las nueve posiciones) equivalen a $9! = 362.880$ combinaciones. Fijémonos que la siguiente figura muestra únicamente la primera jugada del jugador A y cinco de las ocho posibles jugadas del jugador B en su primer turno. ¿Se imagina hacerlo todo el árbol manualmente?

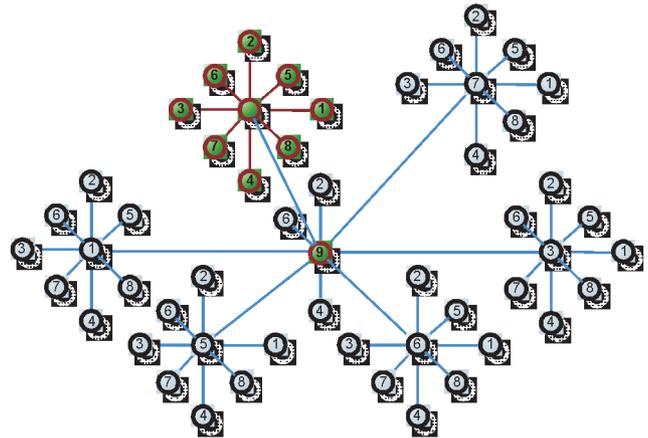


Figura 4. Árbol parcial del juego del Triqui

Es en este punto donde interesa abordar el problema con el apoyo de herramientas tecnológicas para que de forma computacional se logren obtener las combinaciones posibles y de ellas conocer las cantidades en que no hay ganador, en que gana el jugador A, en que gana el jugador B, y de forma clara conocer las estrategias de juego exitosas de cada uno.

Desarrollando un algoritmo en el módulo de Visual Basic (anexo A) que trae inmerso el programa de Microsoft Excel podemos alcanzar nuestro fin. ¿Por qué esta herramienta?, porque luego de correr el algoritmo las funcionalidades de Microsoft Excel permiten hacer indexamientos, ahorrando tiempo de programación.

Lo primero que busca el algoritmo desarrollado es generar las posibles secuencias de inicio a fin (como si el juego siempre se desarrollara llenando todas las posiciones), es decir, busca las secuencias posibles utilizando todos los números de 1 a 9 sin repetir dígito alguno. ¿Cómo lo hace? Generando nueve ciclos anidados, porque se necesita generar nueve posiciones de números, solo que de esas

combinaciones únicamente sirven las que tengan los números del 1 al 9, pero sin repetir alguno, por lo cual de las 387.420.489 vueltas que da el algoritmo (9 elevado a la 9), solo se necesitan 362.880 (9!), las cuales contienen sólo dígitos distintos. Para conseguir esto último se implementa en el ciclo interno la instrucción If. Ahora, como Microsoft Excel posee menos de 70000 filas, se codifica para que el algoritmo coloque agrupadas las combinaciones de acuerdo con el primer número de la secuencia y como son 9 números diferentes, 362.880/9, resulta que cada primer número diferente posee 40.320 combinaciones. Una visualización parcial del resultado es el siguiente:

	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
2	1	3	4	5	6	7	*	*		1	
2	1	3	4	5	6	7	*	*		1	
2	1	3	4	5	6	8	*	*		1	
2	1	3	4	5	6	8	*	*		1	
2	1	3	4	5	6	9	7	*			1
2	1	3	4	5	6	9	8	7		1	
2	1	3	4	5	7	*	*	*			1
2	1	3	4	5	7	*	*	*			1
2	1	3	4	5	7	*	*	*			1
2	1	3	4	5	7	*	*	*			1
2	1	3	4	5	7	*	*	*			1
2	1	3	4	5	7	*	*	*			1
2	1	3	4	5	7	*	*	*			1
2	1	3	4	5	8	6	7	*			1

Figura 5. Visualización parcial de las combinaciones del juego del Triqui

En la gráfica, de las columnas L a la T, quedan los dígitos de las 9! secuencias distribuidas ordenadamente. Mientras que los asteriscos en las columnas y los números 1 los coloca la segunda parte del algoritmo. Lo hace verificando en cada secuencia quien de los dos jugadores gana, para lo cual el algoritmo utiliza las variables posfinala y posfinalb, verificando en el código las ocho posibles combinaciones numéricas que implican un triqui.

Nótese que desde el punto donde hay ganador en una secuencia el algoritmo coloca los asteriscos en las columnas a la derecha y el 1 en la columna U si gana el jugador A o en la columna V si el que gana es el jugador B.

Al finalizar la ejecución del algoritmo, se puede filtrar y verificar los cuestionamientos que se plantearon desde el principio del artículo sobre el juego del triqui:

	Ganar A	%A	Ganar B	Sin ganador			
Esquina	14652	5,74%	7896	3,09%	5184	2,03%	27732
Pares	14232	5,58%	10176	3,99%	5184	2,03%	29592
Centro	15648	6,13%	5616	2,20%	4808	1,81%	25872
	131184	51,41%	77904	30,53%	46080	18,06%	255168
							362880
							70,32%

Figura 6. Tabla final de análisis del juego del Triqui

El valor resaltado es el total de posibles formas diferentes de jugar el triqui, 255.168, ¿por qué no 362.880?, porque como se observa en la figura 5 las celdas abarcadas por el círculo coinciden en la secuencia de números y termina con el juego en la sexta jugada, es decir son seis combinaciones que representan una sola jugada ganadora, pues sin importar lo que sigue en cualquiera de las seis combinaciones, el juego del triqui no sigue, pues ya hay un ganador.

Para poder obtener esto, lo más sencillo es pasar los datos de la hoja de cálculo a una tabla en una base de datos, a la que se le realiza una consulta con la sentencia GROUP BY, para que agrupe las secuencias iguales y las cuente como si fueran una sola.

Luego de eso, teniendo en cuenta que la matriz de 3x3 que se utiliza para el juego del triqui se puede reflejar rotar o girar de forma tal que empezar el juego por la casilla 1, es lo mismo que empezar por la 3 o la 7 o la 9, y algo similar pasa con las casillas pares, se pueden obtener los demás valores de la figura 6 que nos sirven para plantear las estrategias de cada jugador.

Estrategia jugador A

Revisando la figura anterior, se observa que la mayor probabilidad de ganar del jugador A es empezando por el centro (6.13%). Esto es interesante analizarlo pues no es un inicio que brinde una estrategia ganadora clara pues al empezar por el centro, cualquier elección del jugador B ha de darse en una casilla adyacente, lo que desemboca en un juego de acción-reacción. Entonces ¿por qué muestran los resultados que es la mejor opción?, porque al iniciar por el centro, el jugador A bloquea inmediatamente el 50% de las opciones de ganar del jugador B (ya

que por el centro pasan cuatro de las ocho formas posibles de ganar el triqui), es decir al reducir las probabilidades del jugador B aumenta las propias.

Además, se analiza que el jugador A si tiene forma de establecer estrategias ganadoras empezando por las esquinas (casillas 1,3,7 o 9), ya que la única forma de no resultar ganador es que el jugador B juegue en su primer turno la posición 5 (el centro), lo cual le obliga al jugador A a jugar en la esquina contraria a la que jugó en primera instancia, para al final de forma racional obtener un juego sin ganador, pero si el jugador B no juega la posición 5 en su primer turno, siempre el jugador A tendrá forma de ganar. Se presenta la siguiente estrategia ganadora. Sea A_i la jugada i del jugador A y B_i la jugada i del jugador B, entonces:

```

If not((A1 mod 2)=0) and (A1<>5) then
  If (B1 mod 2)=0 then A2=5
    else if not(B1=(10-A1)) then A2=10-B1
      else if (A1>6) then
        A2=A1-6
        A3=5
      else
        A2=A1+6
        A3=5

```

Siguiendo esta estrategia, donde el jugador A empiece en una esquina y el jugador B en su primera jugada no seleccione la posición 5, terminará en máximo 7 jugadas, siendo siempre ganador el jugador A.

Estrategia para el jugador B

El jugador B siempre que el jugador A comience por las esquinas, debe jugar en su primer turno en el centro (posición 5) para procurar un juego sin ganador, como se mencionó anteriormente. De forma contraria, si el jugador A comienza por la posición 5, el jugador B deberá jugar en su primer turno otro impar (es decir, coger una esquina). Y si el jugador A escoge entonces las posiciones pares del triqui, es ahí donde puede ganar el jugador B. Se establece la estrategia de juego así:

```

If not((A1 mod 2)=0) then
  If (A1 = 5) then B1=1 'o cualquier otro impar
  diferente de 5

```

```

Else A1=5
  else if (A1>5) then B1=9
  Else B1=1

```

Conclusiones

- Al revisar los resultados y ponerlos a prueba, se fortalece la relevancia de un estudio de este tipo al poner en un escenario irreal como es el del juego del triqui, de menor complejidad que uno real, explícita la necesidad de recurrir al uso de ayudas computacionales para tomar mejores decisiones.
- Así mismo, para el desarrollo de la teoría de juegos y, en general, de los modelos de investigación de operaciones, desde el aula de clase, es importante contar con el apoyo de herramientas que permitan acompañar el aprendizaje y potenciarlo (enfocándose en el análisis de las situaciones y de escenarios posibles, y no en la parte procedimental y operativa) para que tanto los problemas simbólicos de tipo académico como los casos reales puedan ser solucionados lo más acertadamente posible, sin importar que el tiempo de procesamiento vaya en aumento a medida que los problemas se vuelvan más complejos.
- El desarrollo adoptado con las herramientas de Microsoft Office sirve para mostrar paso a paso la forma de hallar la solución, pero fácilmente utilizando un algoritmo como el del Anexo B, corrido en otro software distinto como lo es MATLAB, genera las mismas probabilidades de la figura 6, en mucho menos tiempo.

Nota: En esta misma línea de estudios se puede plantear solucionar el triqui 3D, donde se juega en tres tableros a la vez uno debajo del otro, donde las formas de ganar pasan de ser 8 a 35, donde se pasa de 9 posiciones a 27, es decir, se pasa de $9!$ (362.880) a $27!$ (10.888.869.450.418.352.160.768.000.000) combinaciones. Posible? Existe un trabajo realizado por William Funkenbusch and Edwin Eagle, "Hyper-Spatial Tit-Tat-Toe or Tit-Tat-Toe in Four Dimensions", National Mathematics Magazine, vol. 19, np. 3, pages 119-122, December 1944. donde se aborda el tema.

Referencias

- HILLIER, Frederick & LIEBERMAN, Gerald (2002). Investigación de Operaciones. Séptima edición. Editorial Mc Graw Hill Interamericana, México D. F.
- CEBALLOS, Francisco Javier (2005). Enciclopedia Visual Basic 5.0. Editorial Alfa-omega.
- BARRERAS, Miguel (2005). Matemáticas con Microsoft Excel. Editorial Ra-ma.
- AARSETH, Espen (2005). Game Studies: What is it Good For?. The International Digital Media & Arts Association Journal. Vol. 2 No. 1, pp 3. Documento en Internet en <http://www-computerspacefan.com/History.htm>
- MAHONEY, Joseph T. (2005). Economic Foundations of Strategy. Documento en <http://www.nicolaifoss.com/teachingEconomic%20Foundations%20of%20Strategy.pdf>
- MARCHI, Ezio y FISCHER, Geraldo W. (2006). Tic tac toe in Four Dimensions, with a FORTRAN Program on a PC. Documento en: <http://cabierta.uchile.cl/revista/21/articulos/pdf/paper4.doc>
- FRANJEN, Cornelis J. (2004) PSO-Based coevolutionary game learning. University of Pretoria.

Sobre el autor

Javier Arias Osorio

Ingeniero de Sistemas graduado de la Universidad Industrial de Santander, con Maestría en Administración (énfasis en comercio electrónico) y múltiples diplomados. Docente de pregrado de la línea de Métodos cuantitativos como docente de tiempo completo en la UIS y docente de posgrado en varias universidades en los temas de métodos cuantitativos y sistemas de información.

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

ANEXO A.

```

Private Sub CommandButton1_Click()
Dim a, b, c, d, e, f, g, h, posrelativa As Integer
Dim suma, j, k, posfinala, posfinalb As Integer
Dim m As Long
suma = 0
j = 1

For a = 1 To 9
  For b = 1 To 9
    For c = 1 To 9
      For d = 1 To 9
        For e = 1 To 9
          For f = 1 To 9
            For g = 1 To 9
              For h = 1 To 9
                For l = 1 To 9
                  If (a <> b) And (a <> c) And (a <> d) And (a <> e) And (a <> f) And (a <> g) _
And (a <> h) And (a <> l) And (b <> c) And (b <> d) And (b <> e) And (b <> f) _
And (b <> g) And (b <> h) And (b <> l) And (c <> d) And (c <> e) And (c <> f) _
And (c <> g) And (c <> h) And (c <> l) And (d <> e) And (d <> f) And (d <> g) _
And (d <> h) And (d <> l) And (e <> f) And (e <> g) And (e <> h) And (e <> l) _
And (f <> g) And (f <> h) And (f <> l) And (g <> h) And (g <> l) And (h <> l) Then
                    Hoja1.Cells((2 + suma), j) = a
                    Hoja1.Cells((2 + suma), (j + 1)) = b
                    Hoja1.Cells((2 + suma), (j + 2)) = c
                    Hoja1.Cells((2 + suma), (j + 3)) = d
                    Hoja1.Cells((2 + suma), (j + 4)) = e
                    Hoja1.Cells((2 + suma), (j + 5)) = f
                    Hoja1.Cells((2 + suma), (j + 6)) = g
                    Hoja1.Cells((2 + suma), (j + 7)) = h
                    Hoja1.Cells((2 + suma), (j + 8)) = l
                    suma = suma + 1
                    If suma > 40319 Then
                        j = j + 11
                        suma = 0
                    End If
                Next l
              Next h
            Next g
          Next f
        Next e
      Next d
    Next c
  Next b
Next a
suma = 0
j = 1

For m = 1 To 362880
  posfinala = 10
  posfinalb = 10
  posrelativa = 0
  'para A
      If Hoja1.Cells((2 + suma), j) = 1 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 2) = 1 Or Hoja1.Cells((2 +
suma), j + 4) = 1 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 6) = 1 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 8) = 1 Then
          If Hoja1.Cells((2 + suma), j) = 2 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 2) = 2 Or Hoja1.Cells((2 +
suma), j + 4) = 2 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 6) = 2 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 8) = 2 Then

```

```

    If Hoja1.Cells((2 + suma), j) = 3 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 2) = 3 Or Hoja1.Cells((2 +
suma), j + 4) = 3 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 6) = 3 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 8) = 3 Then
    For k = 0 To 8 Step 2
    If Hoja1.Cells((2 + suma), j + k) = 1 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + k) = 2 Or
Hoja1.Cells((2 + suma), j + k) = 3 Then
        posrelativa = k + 1
    End If
    Next k
    If posfinala > posrelativa Then posfinala = posrelativa
    End If
End If
End If
    If Hoja1.Cells((2 + suma), j) = 1 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 2) = 1 Or Hoja1.Cells((2 +
suma), j + 4) = 1 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 6) = 1 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 8) = 1 Then
    If Hoja1.Cells((2 + suma), j) = 4 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 2) = 4 Or Hoja1.Cells((2 +
suma), j + 4) = 4 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 6) = 4 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 8) = 4 Then
    If Hoja1.Cells((2 + suma), j) = 7 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 2) = 7 Or Hoja1.Cells((2 +
suma), j + 4) = 7 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 6) = 7 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 8) = 7 Then
    For k = 0 To 8 Step 2
    If Hoja1.Cells((2 + suma), j + k) = 1 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + k) = 4 Or
Hoja1.Cells((2 + suma), j + k) = 7 Then
        posrelativa = k + 1
    End If
    Next k
    If posfinala > posrelativa Then posfinala = posrelativa
    End If
End If
End If
    If Hoja1.Cells((2 + suma), j) = 1 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 2) = 1 Or Hoja1.Cells((2 +
suma), j + 4) = 1 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 6) = 1 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 8) = 1 Then
    If Hoja1.Cells((2 + suma), j) = 5 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 2) = 5 Or Hoja1.Cells((2 +
suma), j + 4) = 5 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 6) = 5 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 8) = 5 Then
    If Hoja1.Cells((2 + suma), j) = 9 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 2) = 9 Or Hoja1.Cells((2 +
suma), j + 4) = 9 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 6) = 9 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 8) = 9 Then
    For k = 0 To 8 Step 2
    If Hoja1.Cells((2 + suma), j + k) = 1 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + k) = 5 Or
Hoja1.Cells((2 + suma), j + k) = 9 Then
        posrelativa = k + 1
    End If
    Next k
    If posfinala > posrelativa Then posfinala = posrelativa
    End If
End If
End If
    If Hoja1.Cells((2 + suma), j) = 3 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 2) = 3 Or Hoja1.Cells((2 +
suma), j + 4) = 3 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 6) = 3 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 8) = 3 Then
    If Hoja1.Cells((2 + suma), j) = 5 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 2) = 5 Or Hoja1.Cells((2 +
suma), j + 4) = 5 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 6) = 5 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 8) = 5 Then
    If Hoja1.Cells((2 + suma), j) = 7 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 2) = 7 Or Hoja1.Cells((2 +
suma), j + 4) = 7 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 6) = 7 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 8) = 7 Then
    For k = 0 To 8 Step 2
    If Hoja1.Cells((2 + suma), j + k) = 3 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + k) = 5 Or
Hoja1.Cells((2 + suma), j + k) = 7 Then
        posrelativa = k + 1
    End If
    Next k
    If posfinala > posrelativa Then posfinala = posrelativa
    End If
End If
End If
    If Hoja1.Cells((2 + suma), j) = 3 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 2) = 3 Or Hoja1.Cells((2 +
suma), j + 4) = 3 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 6) = 3 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 8) = 3 Then

```

```

    If Hoja1.Cells((2 + suma), j) = 6 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 2) = 6 Or Hoja1.Cells((2 +
suma), j + 4) = 6 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 6) = 6 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 8) = 6 Then
    If Hoja1.Cells((2 + suma), j) = 9 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 2) = 9 Or Hoja1.Cells((2 +
suma), j + 4) = 9 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 6) = 9 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 8) = 9 Then
    For k = 0 To 8 Step 2
    If Hoja1.Cells((2 + suma), j + k) = 3 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + k) = 6 Or
Hoja1.Cells((2 + suma), j + k) = 9 Then
    posrelativa = k + 1
    End If
    Next k
    If posfinala > posrelativa Then posfinala = posrelativa
    End If
    End If
    End If
    If Hoja1.Cells((2 + suma), j) = 5 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 2) = 5 Or Hoja1.Cells((2 +
suma), j + 4) = 5 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 6) = 5 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 8) = 5 Then
    If Hoja1.Cells((2 + suma), j) = 4 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 2) = 4 Or Hoja1.Cells((2 +
suma), j + 4) = 4 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 6) = 4 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 8) = 4 Then
    If Hoja1.Cells((2 + suma), j) = 6 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 2) = 6 Or Hoja1.Cells((2 +
suma), j + 4) = 6 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 6) = 6 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 8) = 6 Then
    For k = 0 To 8 Step 2
    If Hoja1.Cells((2 + suma), j + k) = 5 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + k) = 4 Or
Hoja1.Cells((2 + suma), j + k) = 6 Then
    posrelativa = k + 1
    End If
    Next k
    If posfinala > posrelativa Then posfinala = posrelativa
    End If
    End If
    End If
    If Hoja1.Cells((2 + suma), j) = 5 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 2) = 5 Or Hoja1.Cells((2 +
suma), j + 4) = 5 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 6) = 5 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 8) = 5 Then
    If Hoja1.Cells((2 + suma), j) = 2 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 2) = 2 Or Hoja1.Cells((2 +
suma), j + 4) = 2 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 6) = 2 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 8) = 2 Then
    If Hoja1.Cells((2 + suma), j) = 8 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 2) = 8 Or Hoja1.Cells((2 +
suma), j + 4) = 8 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 6) = 8 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 8) = 8 Then
    For k = 0 To 8 Step 2
    If Hoja1.Cells((2 + suma), j + k) = 5 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + k) = 2 Or
Hoja1.Cells((2 + suma), j + k) = 8 Then
    posrelativa = k + 1
    End If
    Next k
    If posfinala > posrelativa Then posfinala = posrelativa
    End If
    End If
    End If
    If Hoja1.Cells((2 + suma), j) = 7 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 2) = 7 Or Hoja1.Cells((2 +
suma), j + 4) = 7 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 6) = 7 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 8) = 7 Then
    If Hoja1.Cells((2 + suma), j) = 8 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 2) = 8 Or Hoja1.Cells((2 +
suma), j + 4) = 8 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 6) = 8 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 8) = 8 Then
    If Hoja1.Cells((2 + suma), j) = 9 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 2) = 9 Or Hoja1.Cells((2 +
suma), j + 4) = 9 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 6) = 9 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 8) = 9 Then
    For k = 0 To 8 Step 2
    If Hoja1.Cells((2 + suma), j + k) = 7 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + k) = 8 Or
Hoja1.Cells((2 + suma), j + k) = 9 Then
    posrelativa = k + 1
    End If
    Next k
    If posfinala > posrelativa Then posfinala = posrelativa
    End If
    End If
    End If

```

```

'para B
    If Hoja1.Cells((2 + suma), j + 1) = 1 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 3) = 1 Or Hoja1.Cells((2 +
suma), j + 5) = 1 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 7) = 1 Then
        If Hoja1.Cells((2 + suma), j + 1) = 2 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 3) = 2 Or Hoja1.Cells((2 +
suma), j + 5) = 2 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 7) = 2 Then
            If Hoja1.Cells((2 + suma), j + 1) = 3 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 3) = 3 Or Hoja1.Cells((2
+ suma), j + 5) = 3 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 7) = 3 Then
                For k = 1 To 7 Step 2
                    If Hoja1.Cells((2 + suma), j + k) = 1 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + k) = 2 Or
Hoja1.Cells((2 + suma), j + k) = 3 Then
                        posrelativa = k + 1
                    End If
                Next k
                If posfinalb > posrelativa Then posfinalb = posrelativa
            End If
        End If
    End If
    If Hoja1.Cells((2 + suma), j + 1) = 1 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 3) = 1 Or Hoja1.Cells((2 +
suma), j + 5) = 1 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 7) = 1 Then
        If Hoja1.Cells((2 + suma), j + 1) = 4 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 3) = 4 Or Hoja1.Cells((2 +
suma), j + 5) = 4 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 7) = 4 Then
            If Hoja1.Cells((2 + suma), j + 1) = 7 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 3) = 7 Or Hoja1.Cells((2
+ suma), j + 5) = 7 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 7) = 7 Then
                For k = 1 To 7 Step 2
                    If Hoja1.Cells((2 + suma), j + k) = 1 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + k) = 4 Or Hoja1.Cells((2
+ suma), j + k) = 7 Then
                        posrelativa = k + 1
                    End If
                Next k
                If posfinalb > posrelativa Then posfinalb = posrelativa
            End If
        End If
    End If
    If Hoja1.Cells((2 + suma), j + 1) = 1 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 3) = 1 Or Hoja1.Cells((2 +
suma), j + 5) = 1 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 7) = 1 Then
        If Hoja1.Cells((2 + suma), j + 1) = 5 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 3) = 5 Or Hoja1.Cells((2 +
suma), j + 5) = 5 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 7) = 5 Then
            If Hoja1.Cells((2 + suma), j + 1) = 9 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 3) = 9 Or Hoja1.Cells((2
+ suma), j + 5) = 9 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 7) = 9 Then
                For k = 1 To 7 Step 2
                    If Hoja1.Cells((2 + suma), j + k) = 1 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + k) = 9 Or Hoja1.Cells((2
+ suma), j + k) = 5 Then
                        posrelativa = k + 1
                    End If
                Next k
                If posfinalb > posrelativa Then posfinalb = posrelativa
            End If
        End If
    End If
    If Hoja1.Cells((2 + suma), j + 1) = 3 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 3) = 3 Or Hoja1.Cells((2 +
suma), j + 5) = 3 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 7) = 3 Then
        If Hoja1.Cells((2 + suma), j + 1) = 5 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 3) = 5 Or Hoja1.Cells((2 +
suma), j + 5) = 5 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 7) = 5 Then
            If Hoja1.Cells((2 + suma), j + 1) = 7 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 3) = 7 Or Hoja1.Cells((2
+ suma), j + 5) = 7 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 7) = 7 Then
                For k = 1 To 7 Step 2
                    If Hoja1.Cells((2 + suma), j + k) = 3 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + k) = 5 Or Hoja1.Cells((2
+ suma), j + k) = 7 Then
                        posrelativa = k + 1
                    End If
                Next k
                If posfinalb > posrelativa Then posfinalb = posrelativa
            End If
        End If
    End If

```

```

    End If
  End If
  End If
  If Hoja1.Cells((2 + suma), j + 1) = 3 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 3) = 3 Or Hoja1.Cells((2 +
suma), j + 5) = 3 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 7) = 3 Then
    If Hoja1.Cells((2 + suma), j + 1) = 6 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 3) = 6 Or Hoja1.Cells((2 +
suma), j + 5) = 6 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 7) = 6 Then
      If Hoja1.Cells((2 + suma), j + 1) = 9 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 3) = 9 Or Hoja1.Cells((2
+ suma), j + 5) = 9 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 7) = 9 Then
        For k = 1 To 7 Step 2
          If Hoja1.Cells((2 + suma), j + k) = 3 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + k) = 6 Or Hoja1.Cells((2
+ suma), j + k) = 9 Then
            posrelativa = k + 1
          End If
        Next k
        If posfinalb > posrelativa Then posfinalb = posrelativa
      End If
    End If
  End If
  If Hoja1.Cells((2 + suma), j + 1) = 5 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 3) = 5 Or Hoja1.Cells((2 +
suma), j + 5) = 5 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 7) = 5 Then
    If Hoja1.Cells((2 + suma), j + 1) = 4 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 3) = 4 Or Hoja1.Cells((2 +
suma), j + 5) = 4 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 7) = 4 Then
      If Hoja1.Cells((2 + suma), j + 1) = 6 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 3) = 6 Or Hoja1.Cells((2
+ suma), j + 5) = 6 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 7) = 6 Then
        For k = 1 To 7 Step 2
          If Hoja1.Cells((2 + suma), j + k) = 5 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + k) = 4 Or Hoja1.Cells((2
+ suma), j + k) = 6 Then
            posrelativa = k + 1
          End If
        Next k
        If posfinalb > posrelativa Then posfinalb = posrelativa
      End If
    End If
  End If
  If Hoja1.Cells((2 + suma), j + 1) = 5 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 3) = 5 Or Hoja1.Cells((2 +
suma), j + 5) = 5 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 7) = 5 Then
    If Hoja1.Cells((2 + suma), j + 1) = 2 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 3) = 2 Or Hoja1.Cells((2 +
suma), j + 5) = 2 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 7) = 2 Then
      If Hoja1.Cells((2 + suma), j + 1) = 8 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 3) = 8 Or Hoja1.Cells((2
+ suma), j + 5) = 8 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 7) = 8 Then
        For k = 1 To 7 Step 2
          If Hoja1.Cells((2 + suma), j + k) = 5 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + k) = 2 Or Hoja1.Cells((2
+ suma), j + k) = 8 Then
            posrelativa = k + 1
          End If
        Next k
        If posfinalb > posrelativa Then posfinalb = posrelativa
      End If
    End If
  End If
  If Hoja1.Cells((2 + suma), j + 1) = 7 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 3) = 7 Or Hoja1.Cells((2 +
suma), j + 5) = 7 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 7) = 7 Then
    If Hoja1.Cells((2 + suma), j + 1) = 8 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 3) = 8 Or Hoja1.Cells((2 +
suma), j + 5) = 8 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 7) = 8 Then
      If Hoja1.Cells((2 + suma), j + 1) = 9 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 3) = 9 Or Hoja1.Cells((2
+ suma), j + 5) = 9 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + 7) = 9 Then
        For k = 1 To 7 Step 2
          If Hoja1.Cells((2 + suma), j + k) = 7 Or Hoja1.Cells((2 + suma), j + k) = 8 Or
Hoja1.Cells((2 + suma), j + k) = 9 Then
            posrelativa = k + 1
          End If
        Next k
      End If
    End If
  End If

```

```
                Next k
                If posfinalb > posrelativa Then posfinalb = posrelativa
            End If
        End If
    End If
'compara y asigna
If posfinala <> 10 And posfinalb <> 10 Then
    If posfinala < posfinalb Then
        Hoja1.Cells((2 + suma), (j + 9)) = 1
        For l = posfinala To 8
            Hoja1.Cells((2 + suma), j + l) = "*"
        Next l
    Else
        Hoja1.Cells((2 + suma), (j + 10)) = 1
        For l = posfinalb To 8
            Hoja1.Cells((2 + suma), j + l) = "*"
        Next l
    End If
ElseIf posfinala < 10 Then
    Hoja1.Cells((2 + suma), (j + 9)) = 1
    For l = posfinala To 8
        Hoja1.Cells((2 + suma), j + l) = "*"
    Next l
ElseIf posfinalb < 10 Then
    Hoja1.Cells((2 + suma), (j + 10)) = 1
    For l = posfinalb To 8
        Hoja1.Cells((2 + suma), j + l) = "*"
    Next l
End If
suma = suma + 1
If suma > 40319 Then
    suma = 0
    j = j + 11
End If
Next m
End Sub
```



```

for y = x+1 : length(v)
    if (v(x) < v(y))
        else
            t = v(y);
            v(y) = v(x);
            v(x) = t;
        end
    end
end
end
%end
w2 = 0;
for x = 1 : length(v)
    for y = x+1 : length(v)
        for z = y+1 : length(v)
            if (((v(x)== 1 || v(x)== 4 || v(x)== 7) && v(x)== v(y) - 1 && v(y) == v(z)-1) || ( (v(x)== 1 || v(x)== 2 || v(x)== 3) &&
v(x) == v(y) - 3 && v(y) == v(z)- 3 ) || (v(x)==1 && v(y)==5 && v(z)==9) || (v(x)== 3 && v(y)==5 && v(z)==7) )
                %v
                w2 = 1;
                x = length(v);
                y = length(v);
                z = length(v);
            end
        end
    end
end
end
end
end

```