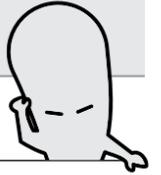
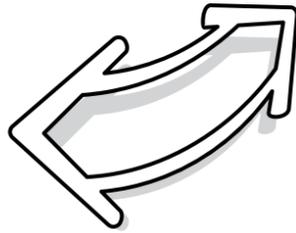


[ **Contratapa** ]



DESAFÍOS MATEMÁTICOS

# Si y sólo si



*Si y sólo si aborda distintos aspectos de la Matemática y sus intervenciones en la vida cotidiana. A partir de problemas, acertijos y juegos que desafían e invitan a la interacción, la FIQ propone un nuevo espacio para la promoción de la cultura científica.*

**MATEMÁTICA EN LA VIDA DE TODOS LOS DÍAS: CÓDIGOS**

Hay aspectos de la vida cotidiana moderna que requieren de la transmisión y luego la recepción por medios electrónicos de cierta información. Son ejemplos de esto la transmisión de fotos vía Internet o vía satélite y la lectura de datos almacenados en un CD o DVD para reproducir música o imágenes. Puede ocurrir que algún factor climático altere la recepción de los datos enviados por un satélite o, en el caso de un CD o DVD, una imperfección en su superficie -rayas o suciedad- genere una lectura errónea de datos con la consecuente reproducción errónea de la música o imagen.



La Teoría de Códigos se creó para intentar detectar y resolver estos problemas. Sus orígenes se remontan a un trabajo del ingeniero electrónico y matemático estadounidense Claude Shannon titulado "Una teoría matemática de la comunicación" (1948). En esta teoría se asume que la información es enviada a través de un "canal con ruido" -los "ruidos" son los factores que podrían alterar la información enviada o su recepción- y el objetivo es enviarla de la manera más eficiente y confiable posible.

En este modelo de Shannon la información a enviar es sometida a tres procesos consecuti-

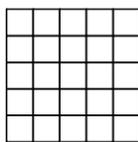
vos: "codificación", "transmisión" y "decodificación". En el estudio de la "codificación" y "decodificación" de la información es donde aparece mucha matemática y, a veces, de un nivel muy avanzado.

El objetivo principal de la "codificación" es transformar la información a enviar de manera tal que, antes de recibirla luego de ser transmitida, sea sencillo detectar y corregir la mayor cantidad de errores, si es que los hubo, durante la transmisión.

Se puede ver un ejemplo sencillo de envío de una foto de "baja resolución" por algún medio electrónico de la siguiente imagen:



y se considerará una grilla de 5x5 cuadros:



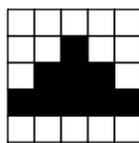
A cada fila de cinco cuadros, de arriba hacia abajo, se le asigna un "bloque" de cinco dígitos de ceros y unos con este significado: por una parte, cero representa blanco y uno representa negro. Por otra parte, yendo de izquierda a derecha, el primer dígito corresponde al primer cuadro de la fila, el segundo dígito al segundo cuadro, y así hasta llegar al quinto dígito que corresponde al último cuadro de la fila. Por ejemplo, si a la primera fila se le asigna el bloque 11001, se obtiene la siguiente figura:



De esta manera, se va determinando, fila por fila, cuáles cuadros van en blanco y cuáles en negro. Por ejemplo, si se recibe la siguiente secuencia de bloques de cinco dígitos:

00000 00100 01110 11111 00000

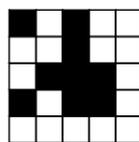
se representa la siguiente figura en la grilla de 5x5:



Esta figura representaría una foto de "muy baja resolución" o de pocos "píxeles" del triángulo original. ¿Qué pasa si ocurren errores en el mensaje que se recibe? Por ejemplo, si llega la secuencia:

10100 00100 01110 10110 00000

se obtendría, con las reglas anteriores, la siguiente imagen, que poco tiene que ver con la imagen original:



Se describe ahora un método de codificación y decodificación que permite detectar y corregir si se cometió a lo sumo un error: se repite dos veces cada bloque de cinco dígitos y se envía un bloque de 15 dígitos por vez. Por ejemplo, en lugar del segundo blo-

que de seis dígitos. El bloque eficiente es el Código de Reed-Muller, diseñado por los ingenieros y matemáticos estadounidenses Irving Reed y David Muller a finales de 1960.

Este código binario, pues usa solamente ceros y unos, se utilizó para obtener fotos de Marte enviadas vía satélite por la misión Mariner 9. Las fotos eran de 700x832 píxeles, es decir, una grilla de 700x832 cuadros, y cada píxel recibía un blo-

que de seis dígitos. El bloque 000000 correspondía al blanco y el 111111 al negro. Los restantes bloques de seis dígitos correspondían a distintos niveles de grises con mayor o menor brillo. Cada bloque de seis dígitos fue codificado en un bloque de 32 dígitos. Por lo tanto, cada foto se obtenía después de haber transmitido más de 18 millones de dígitos o bits y se demoraba, aproximadamente 20 minutos, en transmitirlos.

que 00100, se envía el bloque 001000010000100. El bloque original 00100 fue codificado en este nuevo bloque.

¿Cómo se decodifica?, es decir, ¿cómo se transforma el bloque de 15 dígitos en uno de cinco para representarlo en la grilla de 5x5? Sencillamente por mayoría. Como se cometió, a lo sumo, un error al mandar el bloque de 15 dígitos, hay al menos dos bloques de cinco dígitos que son iguales. Se decodifica como uno de estos bloques.

Por ejemplo, si al codificar el bloque 00100 con este método llega el mensaje:

001000010100100

los tres bloques de cinco dígitos son 00100, 00101 y 00100. Por lo tanto, se decodifica como 00100, que es lo correcto.

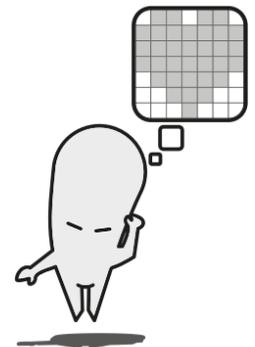
Notar que, en lugar de enviar 25 dígitos, o 25 bits de información, se están enviando 75 dígitos o bits, es decir, se incrementa la cantidad de información a enviar y, en consecuencia, hay un costo mayor. Esta manera de codificar no es la única y hay otros métodos mucho más eficientes que se han descubierto gracias a la interacción entre ingeniería y matemática. □

- DR. RICARDO TOLEDANO**  
 >Docente-investigador, Departamento de Matemática FIQ.
- LIC. CAROLINA REVUELTA**  
 >Directora de Cultura Científica FIQ.
- GUILLERMO VALAROLO**  
 >Imagen Cultura Científica FIQ.



¿Te animás a resolver este problema relacionado al método de codificación y decodificación que se usó en el ejemplo de la foto de 5x5 píxeles?:

**¿Cuál es la menor cantidad de veces que habrá que repetir cada bloque de cinco dígitos o bits para asegurar que se pueden detectar y corregir, a lo sumo, dos errores?**



Solución página 2

[+] info

[www.fiq.unl.edu.ar/animate](http://www.fiq.unl.edu.ar/animate)  
[www.facebook.com/culturacientifica](http://www.facebook.com/culturacientifica)



**OBSEQUIOS UNL**

Invierno ~

**Informes**  
 Bv. Pellegrini 2750  
 (3000) Santa Fe, Argentina  
 +54 342 4571110 int. 128  
 obsequios@unl.edu.ar  
[www.unl.edu.ar/obsequios](http://www.unl.edu.ar/obsequios)

**Nuevo punto de venta**  
 Librería Ferroviaria  
 9 de julio 3137