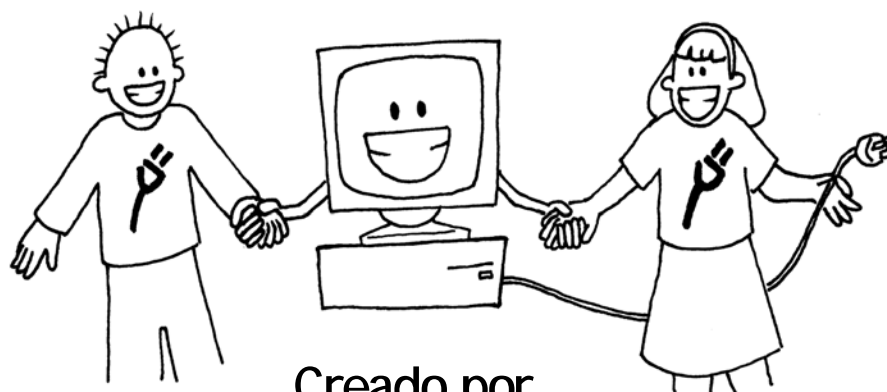
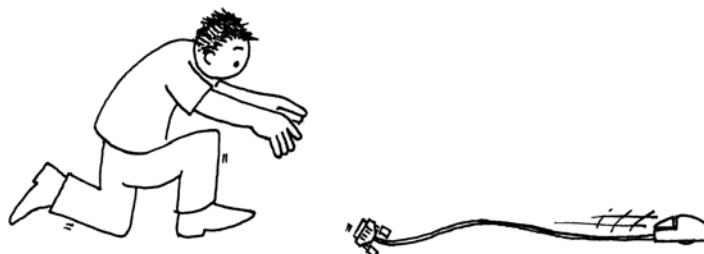


# COMPUTER SCIENCE *Unplugged*

Un programa de extensión para niños de  
escuela primaria



Creado por  
Tim Bell, Ian H. Witten y Mike Fellows



Adaptación para ser usado en el aula de clase por  
Robyn Adams y Jane McKenzie

Ilustrado por Matt Powell

Traducido al español por  
Alfonso Rodríguez, Lorena Mendoza  
y Clara Eugenia Garza



# Introducción

---

Las computadoras están por todas partes. Muchos tenemos la necesidad de aprender cómo utilizarlas, y muchos de nosotros las usamos todos los días. Pero, ¿Cómo trabajan? ¿Cómo piensan? ¿Y cómo pueden hacerse más rápidas y mejores? La ciencia de la computación es un área fascinante que explora estas mismas preguntas. Las actividades divertidas y sencillas de este libro han sido diseñadas para niños de diferentes edades, introduciendo algunos de los elementos básicos sobre cómo trabajan las computadoras— ¡sin necesidad de que los niños utilicen computadoras!

Este libro puede ser utilizado eficazmente en programas de enriquecimiento y de extensión, o incluso en las aulas de clase. Usted no tiene que ser un experto para disfrutar junto con sus hijos el aprendizaje de estos principios. El libro contiene una gama de actividades, con información de fondo que es explicada de una manera simple. También se proporcionan las respuestas a todos los problemas y cada actividad termina con una sección “¿De Qué Se Trata Todo Esto?” que explica los elementos relevantes de la actividad.

Muchas de las actividades se basan en conceptos matemáticos, por ejemplo la exploración de números binarios, el uso de mapas y grafos, problemas de patrones y ordenamiento, y criptografía. Otras actividades están relacionadas con el plan de estudios de tecnología y el conocimiento y entendimiento de cómo trabajan las computadoras. Los niños se involucran activamente en habilidades de comunicación, solución de problemas, creatividad, y de pensamiento en un contexto significativo.

Este libro fue escrito por tres profesores de Ciencias de la Computación y dos maestros de escuela, y está basada en nuestra experiencia en las aulas de clase. Nosotros hemos encontrado que muchos de los conceptos importantes pueden enseñarse sin necesidad de usar una computadora—de hecho, a veces el equipo no es más que una distracción para el aprendizaje. Por lo tanto, desconecta tu equipo y ¡preparate para aprender lo que realmente es la Ciencia de la Computación!

**Este libro se encuentra disponible para descargarse de manera gratuita para uso personal o educacional gracias al generoso patrocinio de Google, Inc. Es distribuida bajo una licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs, lo que significa que usted es libre de copiar, distribuir, y mostrar el libro siempre y cuando no haga cambios al contenido (incluyendo la atribución de los autores y estos términos de licencia); usted no puede utilizar este libro para propósitos comerciales, y no puede alterar, transformar o basarse en este trabajo. Alentamos el uso de este material en entornos educativos, y lo invitamos a imprimir su propia copia del libro y distribuir las hojas de actividades entre sus alumnos. Agradecemos sus preguntas y sugerencias, que pueden ser enviadas a los autores (ver [www.csunplugged.org](http://www.csunplugged.org)).**

**Este libro está siendo traducido a diferentes idiomas. Por favor verifique el sitio de Web para mayor información sobre la disponibilidad de las traducciones.**

# Reconocimientos

---

Muchos niños y maestros han ayudado a refinar nuestras ideas. Los niños y los maestros en South Park School (Victoria, BC), Shirley Primary School, Ilam Primary School y Westburn Primary School (Christchurch, New Zealand) fueron conejillos de indias de muchas de las actividades. Estamos particularmente agradecidos con Linda Picciotto, Karen Able, Bryon Porteous, Paul Cathro, Tracy Harrold, Simone Tanoa, Lorraine Woodfield, y Lynn Atkinson por recibirnos en sus aulas y hacernos sugerencias muy valiosas para mejorar las actividades. Gwenda Bensemman ha probado varias de las actividades y sugerido modificaciones. Richard Lynders y Sumant Murugesh nos han ayudado en probar las actividades en las aulas de clases. Partes de las actividades fueron desarrolladas por Ken Noblitz. Algunas de las actividades fueron realizadas en el grupo “Mathmania” de Victoria, con la ayuda de Kathy Beveridge. Las primeras versiones de las ilustraciones fueron hechas por Malcolm Robinson y Gail Williams, y nos hemos beneficiado por los consejos de Hans Knutson. Matt Powell nos ha proporcionado también una valiosa ayuda durante el desarrollo del proyecto “Unplugged”. Estamos agradecidos con Brian Mason Scientific and Technical Trust por su generoso patrocinio en las primeras etapas del desarrollo de este libro.

Queremos agradecer de manera especial a Paul y Ruth Ellen Howard, quienes han probado muchas de las actividades y proporcionado un gran número de sugerencias valiosas. También a Peter Henderson, Bruce McKenzie, Joan Mitchell, Nancy Walker-Mitchell, Gwen Stark, Tony Smith, Tim A. H. Bell<sup>1</sup>, Mike Hallett, y Harold Thimbleby que nos han dado una gran cantidad de comentarios provechosos.

Tenemos una enorme deuda con nuestras familias: Bruce, Fran, Grant, Judith, y Pam por su soporte, y Andrew, Anna, Hannah, Max, Michael, y Nikki quienes inspiraron mucho de este trabajo,<sup>2</sup> y fueron a menudo los primeros niños en probar una actividad.

Estamos particularmente agradecidos con Google Inc. Por patrocinar el proyecto Unplugged, y hacer posible que esta edición se encuentre disponible para descargarse de manera gratuita.

Agradecemos los comentarios y sugerencias sobre estas actividades. Los autores pueden ser contactados en [alfonso.csunplugged@gmail.com](mailto:alfonso.csunplugged@gmail.com).

---

<sup>1</sup> Ninguna relación con el primer autor.

<sup>2</sup> De hecho, la actividad de comprensión de texto fue inventada por Michael.

# Contenidos

---

Introducción	i
Reconocimientos	ii
<b>Datos: La Materia Prima—Representando la Información</b>	<b>1</b>
Contando los Puntos— <i>Números Binarios</i>	3
Coloreando por Números— <i>Representación de Imágenes</i>	14
¡Puedes Decirlo Otra Vez!— <i>Compresión de Texto</i>	23
Magia de Voltrear Cartas— <i>Detección y Corrección de Errores</i>	31
Adivina Veinte Veces— <i>Teoría de la Información</i>	37
<b>Poniendo a Trabajar a las Computadoras—Algoritmos</b>	<b>43</b>
Submarinos — <i>Algoritmos de Búsqueda</i>	45
El Más Ligero y el Más Pesado— <i>Algoritmo de Ordenamiento</i>	64
Gánale al Reloj— <i>Redes de Ordenamiento</i>	71
La Ciudad Lodosa— <i>Árbol de Expansión Mínimo</i>	76
El Juego de la Naranja— <i>“Enrutamientos” y “Bloqueos Mutuos” en Redes</i>	81
<b>Indicando a las Computadoras “Que Hacer”—Representación de Procedimientos</b>	<b>84</b>
Búsqueda del Tesoro— <i>Autómata de Estado Finito</i>	86
Siguiendo Instrucciones— <i>Lenguajes de Programación</i>	101



# Parte I

Datos: La Materia Prima—  
*Representando la Información*

# Datos: La Materia Prima

---

¿Cómo podemos guardar información en las computadoras?

La palabra computadora viene del Latín *computare*, que significa calcular o sumar pero actualmente las computadoras son mucho más que calculadoras gigantes. Pueden ser una biblioteca, ayudarnos a escribir, encontrar información, oír música y hasta ver películas. ¿Cómo guardan toda esa información? Aunque suene increíble, la computadora usa sólo dos cosas: ¡ceros y unos!

¿Cuál es la diferencia entre datos e información?

Los datos son la materia prima, los números con los que trabajan las computadoras. Una computadora convierte sus datos en información (palabras, números e imágenes) que tú y yo podemos entender.

¿Cómo pueden convertirse letras, palabras e imágenes en ceros y unos?

En esta sección aprenderemos sobre números binarios, cómo dibujan las computadoras, cómo funcionan las máquinas de fax, cuál es la forma más eficiente de guardar grandes cantidades de datos, cómo evitar los errores y cómo medir la cantidad de información que estamos tratando de guardar.





# Actividad 1

---

## Contando los Puntos—*Números Binarios*

### Resumen

Los datos en las computadoras se almacenan y se transmiten como una serie de ceros y unos. ¿Cómo podemos representar las palabras y los números usando sólo estos dos símbolos?

### Relación con Otros Cursos

- ✓ Matemáticas: Explorando números en otras bases. Representando números en base dos.
- ✓ Matemáticas: Siguiendo un patrón secuencial, y describiendo una regla para este patrón. Patrones y relaciones en potencia de dos.

### Habilidades

- ✓ Contar
- ✓ Cotejar
- ✓ Secuenciación

### Edades

- ✓ 7 años en adelante

### Materiales

- ✓ Necesitará hacer un conjunto de cinco tarjetas binarias (ver página 6) para la demostración.  
Tarjetas A4 con papeles engomados en forma de cara sonriente funcionan muy bien.

Cada niño necesitará:

- ✓ Un conjunto de cinco tarjetas.  
Fotocopiar la Hoja Maestra: Números Binarios (página 6) sobre una tarjeta y recortarla.
- ✓ Hoja de Actividad: Números Binarios (página 5)

Existen otras actividades adicionales, para los cuales los niños necesitarán:

- ✓ Hoja de Actividad: Trabajando con Binarios (página 7)
- ✓ Hoja de Actividad: Enviando Mensajes Secretos (página 8)
- ✓ Hoja de Actividad: Correo Electrónico y Módems (página 9)
- ✓ Hoja de Actividad: Contando Arriba de 31 (página 10)
- ✓ Hoja de Actividad: Más Sobre Números Binarios (página 11)

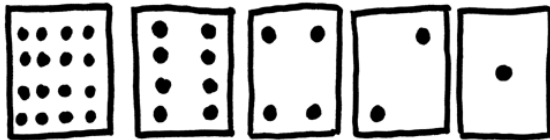
# Números Binarios

---

## Introducción

Antes de iniciar con la actividad de la página 5, puede ser útil demostrar los principios a todo el grupo.

Para esta actividad, se necesitarán un conjunto de cinco tarjetas, como se muestra a continuación, con puntos marcados en una cara y nada en la otra cara. Elija a cinco niños para sostener las tarjetas de la demostración al frente de la clase. Las tarjetas deben estar en la siguiente orden:



## Preguntas para Discutir

¿Qué notas sobre el número de puntos en las tarjetas? (Cada tarjeta tiene dos veces más puntos que la tarjeta a su derecha).

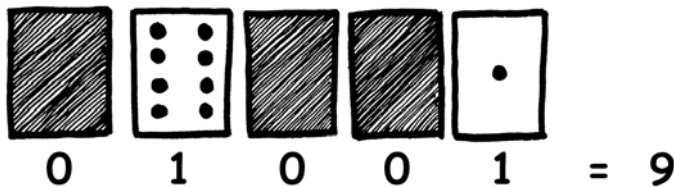
¿Cuántos puntos tendría la siguiente tarjeta si continuamos a la izquierda? (32) ¿Y la siguiente? ...

Podemos utilizar estas tarjetas para voltear los puntos de algunos de ellos boca abajo y luego sumar los puntos que están mostrando. Pida a los niños formar el número 6 (tarjetas con 4 y 2 puntos), luego el número 15 (tarjetas con 8, 4, 2 y 1), luego el número 21 (16, 4 y 1)...

Ahora que intenten contar del cero en adelante.

El resto de la clase necesita observar cómo cambian las tarjetas para ver si pueden identificar el patrón que se sigue al voltear las tarjetas (cada tarjeta se voltear la mitad de las veces que la tarjeta a su derecha). Tal vez quiera intentar esto con más de un grupo.

Cuando una tarjeta está volteada y **no** muestra los puntos, la tarjeta se representa con un cero. Cuando **si** muestra los puntos, se representa con un uno. Este es el sistema numérico binario.



Pida a los niños que formen el número binario 01001. ¿Cuál es este número en decimal? (9) ¿Cómo sería el número 17 en binario? (10001)

Intente algunos ejemplos más hasta que entiendan el concepto. Hay cinco actividades opcionales de seguimiento que pueden ser utilizadas para refuerzo. Los niños deben hacer tantas actividades como puedan.

# Hoja de Actividad: Número Binarios

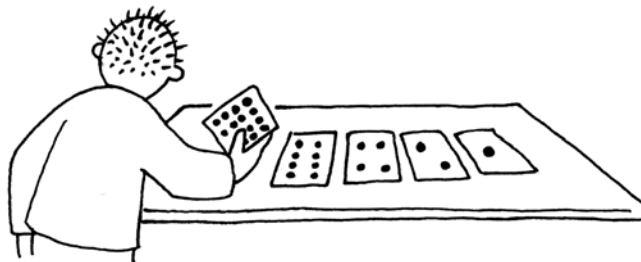
## Aprendiendo a contar

¿Así que piensas que sabes contar? Bueno, esta es una nueva manera de hacerlo.

¿Sabías que las computadoras utilizan solamente ceros y unos? ¡Todo lo que ves o escuchas en la computadora –palabras, imágenes, números, películas e incluso el sonido se almacenan utilizando solamente estos dos números! En las siguientes actividades aprenderás a enviar a tus amigos mensajes secretos usando exactamente los mismos métodos que una computadora.

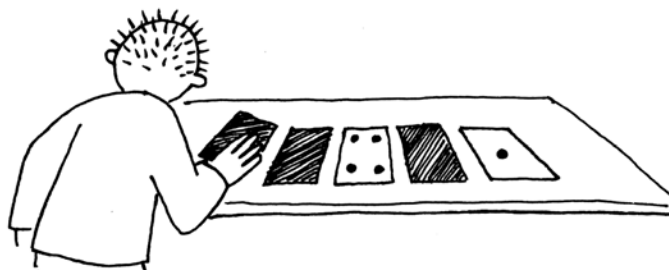
## Instrucciones

Recorta las tarjetas de tu hoja de actividad y colócalas con los puntos hacia arriba, con la tarjeta de 16 puntos a la izquierda como se muestra a continuación:



Asegúrate de que las cartas están colocadas exactamente en el mismo orden.

Ahora voltea las tarjetas de manera que muestren exactamente 5 puntos — ¡Mantén las tarjetas en el mismo orden!

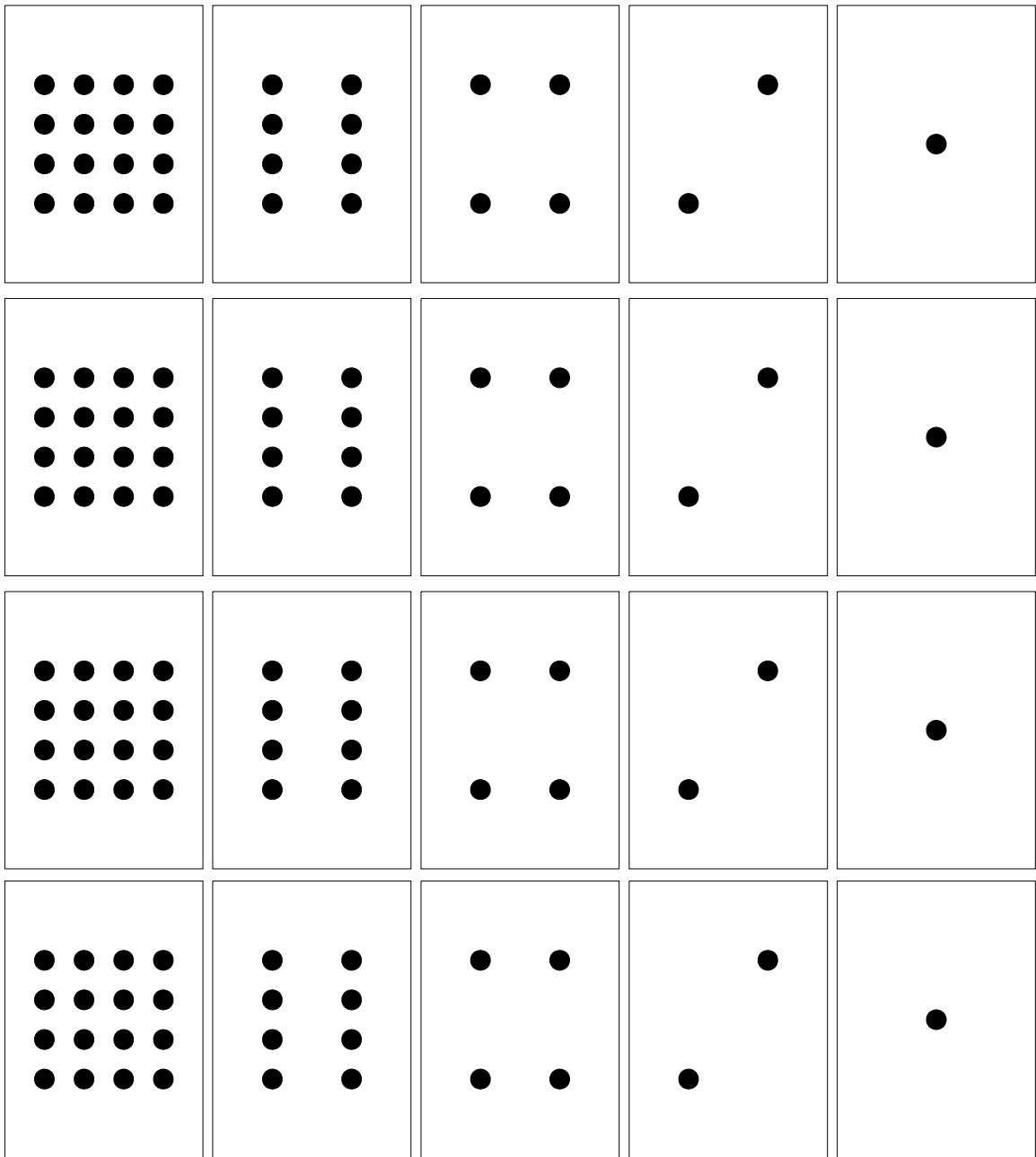


Averigua cómo formar los números 3, 12 y 19. ¿Existe más de una manera de formar cualquier número? ¿Cuál es el mayor número que puedes formar? ¿Cuál es el menor? ¿Existe algún número que **no** se pueda formar entre el mayor y menor número?

**Extra para los Expertos:** Trata de formar los números 1, 2, 3, 4 en orden. ¿Puedes elaborar un método lógico y confiable de cómo voltear las tarjetas para aumentar en uno cualquier número?

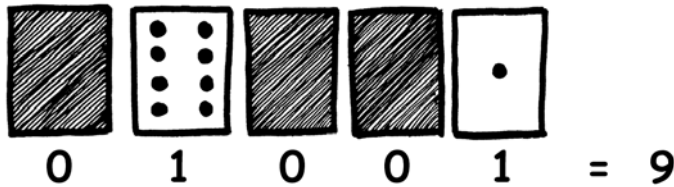
# Hoja Maestra: Números Binarios

---



# Hoja de Actividad: Trabajando con Binarios

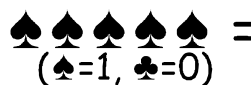
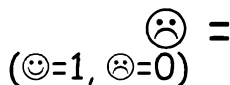
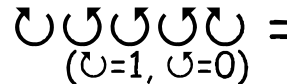
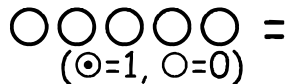
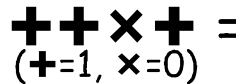
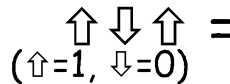
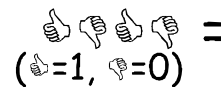
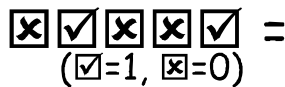
El sistema binario utiliza el **cero** y el **uno** para representar cuándo la tarjeta se encuentra boca arriba o boca abajo. El **0** indica que los puntos se encuentran ocultos, y el **1** significa que los puntos están visibles. Por ejemplo:



¿Puedes obtener el qué número representado por **10101**? ¿Y **11111**?

¿En qué día del mes naciste? Escríbelo en binario. Descubre cuáles son los cumpleaños de tus amigos en binario.

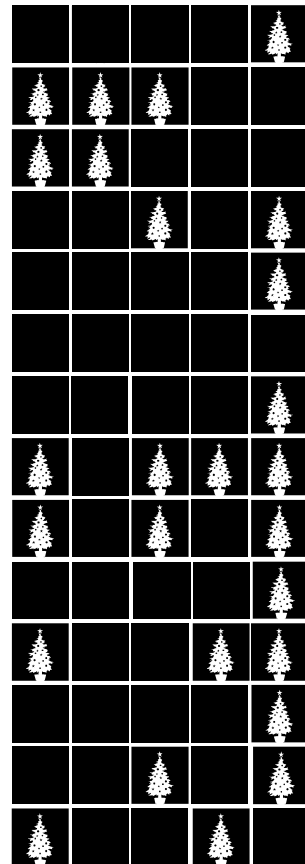
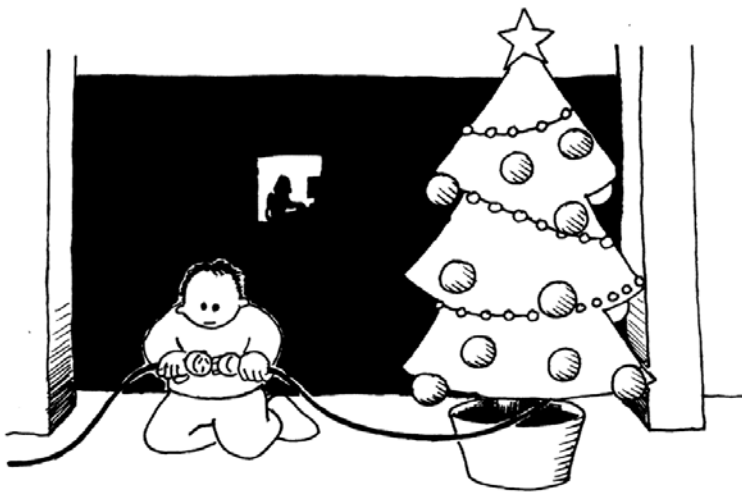
**Intenta obtener los números representados por los siguientes códigos:**



**Extra para los Expertos:** Usando un grupo de varas de longitud 1, 2, 4, 8 y 16 unidades, muestra cómo puedes obtener cualquier longitud de hasta 31 unidades. ¡O puedes sorprender a un adulto y demostrarle cómo solamente necesitas una balanza y algunas pesas para decirle el peso de cualquier bulto o maleta!

# Hoja de Actividad: Enviando Mensajes Secretos

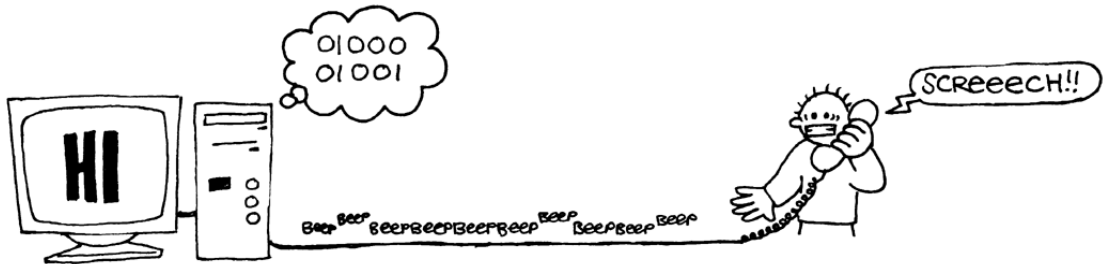
Tomás se encuentra atrapado en el último piso de un centro comercial. Es justo antes de la Navidad y quiere irse a su casa con sus regalos. ¿Qué puede hacer? Él ha intentado llamar pidiendo ayuda, incluso gritando, pero no hay nadie alrededor. Cruzando la calle, él puede ver a una persona que se ha quedado trabajando en su computadora en la noche. ¿Cómo puede atraer su atención? Tomás busca a su alrededor para ver que puede utilizar. Entonces se le ocurre una brillante idea— ¡utilizar las luces del árbol de Navidad para enviarle un mensaje! Junta todas las luces que se encuentran disponibles, las enchufa de manera que puede encender y apagar cada una de ellas, y utiliza un código binario sencillo que está seguro que la persona cruzando la calle puede entender. ¿Puedes determinar cuál es el mensaje que está enviando Tomás?



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
a	b	c	ch	d	e	f	g	h	i	j	k	l	ll	
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
m	n	ñ	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z

## Hoja de Actividad: Correo Electrónico y Módems

Las computadoras que se encuentran conectadas a internet a través de un módem también utilizan el sistema binario para enviar mensajes. La única diferencia es que utilizan beeps. Utilizan un tono agudo para el uno y un tono grave para el cero. Estos tonos se transmiten muy rápido— tan rápido que de hecho todo lo que podemos escuchar es un horrible zumbido. Si nunca lo has escuchado, lo puedes oír al conectar un módem a internet, o al intentar llamar a una máquina de fax—las máquinas de fax también utilizan módems para enviar información.



Usando el mismo código que Tomás utilizó en el centro comercial, intenta enviarle a tu amigo un mensaje de correo electrónico. Hazlo fácil para ti y tu amigo— ¡no tienen que ser tan rápidos como un módem verdadero!



## Hoja de Actividad: Contando Arriba de 31

Mira las tarjetas binarias otra vez. ¿Si fueras a hacer la siguiente tarjeta en la secuencia, cuántos puntos tendría? ¿Y en la siguiente tarjeta después de esta? ¿Cuál es la regla que debes seguir para hacer nuevas tarjetas? Como puede ver, sólo son necesarias algunas tarjetas para contar hasta números muy grandes.

Si miras cuidadosamente la secuencia de tarjetas, puedes encontrar una relación muy interesante:

**1, 2, 4, 8, 16...**

Intenta sumar:  $1 + 2 + 4 = ?$  ¿Cuál es el resultado que obtienes?

Ahora suma  $1 + 2 + 4 + 8 = ?$

¿Qué sucede si sumas todos los números desde el inicio?

¿Alguna vez ha oído hablar de "dejar a tus dedos caminar por sí solos"? Pues ahora puedes dejar que tus dedos hagan el conteo, y lograr contar más arriba de diez — ¡No, no tienes que ser un extraterrestre para hacerlo! Si utilizas el sistema binario y dejas que cada dedo de una mano represente una de las tarjetas con puntos, entonces puedes contar del 0 al 31. Estos son 32 números. (¡No se te olvide que cero es también un número!)

Intenta contar en orden utilizando tus dedos. Si un dedo está arriba es un uno, y si está abajo es un cero.

¡De hecho, puedes contar del 0 al 1023 si utilizas ambas manos! ¡Éstos son 1024 números!

Si tienes los dedos de los pies realmente flexibles (ahora sí seguramente eres un extraterrestre) puedes contar hasta números más altos. Si con una mano puedes contar 32 números, y con dos manos puedes contar  $32 \times 32 = 1024$  números, ¿cuál es el mayor número que puede contar la señora Dedos Flexibles?





## Hoja de Actividad: Más Sobre Números Binarios

1. Otra característica interesante de los números binarios es lo que sucede cuando se pone un cero en el lado derecho del número. Si estamos trabajando en la base 10 (decimal), cuando se pone cero en el lado derecho del número, el número se multiplica por 10. Por ejemplo, 9 se convierte en 90 y 30 se convierte en 300.

¿Pero qué pasa cuando pones un cero a la derecha de un número binario? Intenta lo siguiente:

$$\begin{array}{ccc} 1001 & \rightarrow & 10010 \\ (9) & & (?) \end{array}$$

Intenta con otros números para probar tu hipótesis. ¿Cuál es la regla? ¿Por qué crees que suceda esto?

2. Cada una de las tarjetas que hemos usado hasta este momento representa un 'bit' en la computadora ('bit' es una palabra formada por el término 'binary digit'). De esta forma, el código que hemos estado utilizando puede ser representado usando sólo cinco tarjetas, o 'bits'. Sin embargo una computadora tiene que reconocer además si las letras son mayúsculas o no, y también debe reconocer dígitos, signos de puntuación y símbolos especiales como \$ o ~.

Busca un teclado y averigua cuántos caracteres tiene que representar una computadora. ¿Cuántos bits necesita una computadora para almacenar todos los caracteres?

La mayoría de las computadoras de hoy utilizan una representación llamada ASCII (**A**merican **S**tandard **C**ode for **I**nformation **I**nterchange) que utiliza siete bits para representar los caracteres del alfabeto latino, pero algunos países con otros idiomas necesitan utilizar códigos más grandes.

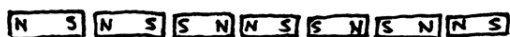


# ¿De qué trata todo esto?

Las computadoras de hoy utilizan el sistema binario para representar la información. Se le llama sistema binario porque solo utiliza dos dígitos. También se le conoce como base dos (los humanos normalmente utilizan base 10). Cada cero o uno es llamado un *bit* ('bit' es una palabra formada por el término **binary digit**). Un bit usualmente se representa en la memoria principal de una computadora por un transistor cambiando su estado de prendido y apagado, o por un condensador que es cargado o descargado.



Cuando los datos se deben transmitir sobre una línea telefónica o un enlace por radio, los tonos altos y bajos se utilizan para los unos y los ceros. En los discos magnéticos (los discos flexibles y los discos duros) y las cintas, los bits son representados por la dirección de un campo magnético sobre una superficie revestida, ya sea por Norte-Sur o por Sur-Norte.



Los discos compactos, CD-ROM y DVD almacenan ópticamente —la parte de la superficie que corresponde a un bit puede reflejar o no reflejar la luz.



Un bit por sí mismo no puede representar mucho, así que generalmente se juntan en grupos de ocho, que pueden representar números del 0 al 255. Un grupo de 8 bits se le llama un byte.

La velocidad de una computadora depende del número de bits que puede procesar a la vez. Por ejemplo, una computadora de 32 bits puede procesar números de 32 bits en una operación, mientras que una computadora de 16 bits debe dividir los números de 32 bits en piezas más pequeñas, haciéndola más lenta.

A final de cuentas, los bits y bytes es todo lo que utiliza una computadora para almacenar y transmitir los números, texto, y el resto de la información. En algunas de las actividades siguientes vamos a ver cómo puede ser representada otro tipo de información en una computadora.



**¡Cuidado!**  
**¡La señora Dedos Flexibles**  
**es una profesional entrenada!**  
**¡No cualquiera puede doblar**  
**sus dedos tan fácilmente!**

# Soluciones y Sugerencias

---

## Números Binarios (página 5)

**3** requiere tarjetas 2 y 1

**12** requiere tarjetas 8 y 4

**19** requiere tarjetas 16, 2 y 1

Sólo existe una manera de representar cualquier número

El máximo número que puedes representar es 31. El más pequeño es 0. Puedes representar todos los números dentro del rango, y cada uno tiene una representación única.

**Expertos:** Para incrementar cualquier número en uno, voltea todas las tarjetas de derecha a izquierda hasta que una de las tarjetas quede hacia arriba.

## Trabajando con Binarios (página 7)

10101 = 21, 11111 = 31

## Enviando Mensajes Secretos (página 8)

Mensaje codificado: AYUDA ATRAPADO

## Contando Arriba de 31 (página 10)

Si sumas todos los números desde el inicio, el total siempre será uno menos que el siguiente número en la secuencia.

La señorita Dedos Flexibles puede contar  $1024 \times 1024 = 1,048,576$  números— ¡desde el 0 al 1,048,575!

## Más Sobre Números Binarios (página 11)

Cuando pones un cero en el lado derecho de un número binario el número se duplica.

Todos los lugares que contienen un uno ahora el doble de su valor anterior, por lo que el número total se duplica. (En base 10, al añadir un cero a la derecha del número se multiplica por 10).

Una computadora necesita 7 bits para almacenar todos los caracteres. Esto permite representar hasta 128 caracteres. Por lo general, los 7 bits se almacenan en un byte (8 bits), con un bit perdido.

# Actividad 2

---

## Coloreando por Números—*Representación de Imágenes*

### Resumen

Las computadoras almacenan dibujos, fotografías y otras imágenes utilizando solamente números. La siguiente actividad demuestra cómo pueden hacer esto.

### Relación con Otros Cursos

- ✓ Matemáticas: Explorando Formas y Espacios.

### Habilidades

- ✓ Contar
- ✓ Graficar

### Edades

- ✓ 7 años en adelante

### Materiales

- ✓ Impresión en hoja transparente de la Hoja Maestra: Colores por Números (página 16)

Cada niño necesitará:

- ✓ Hoja de Actividad: La Máquina de Fax (página 17)
- ✓ Hoja de Actividad: Haz tu Propia Imagen (página 18)

# Coloreando por Números

---

## Introducción

### Preguntas para Discutir

1. ¿Qué hace una máquina de facsímil (o fax)?
2. ¿En qué situaciones se necesitan computadoras para almacenar imágenes? (Un programa para dibujar, un juego con gráficos, o en una sistema de multimedia.)
3. ¿Cómo pueden las computadoras almacenar imágenes cuando sólo pueden utilizar números?

(Es posible que desee organizar a los niños para enviar y / o recibir faxes como preparación de esta actividad)

### Demonstración utilizando una hoja transparente



Las pantallas de las computadoras se dividen en un cuadrículado de pequeños puntos llamados *píxeles* (*pixel* es una palabra formada por el término “**p**icture **e**lements”).

En una imagen en blanco y negro, cada pixel puede tener los colores blanco o negro.

En la imagen de arriba, la letra “a” ha sido ampliada para mostrar los píxeles. Cuando una computadora almacena una imagen, todo lo que necesita almacenar son cuáles puntos son de color negro y cuáles son de color blanco.

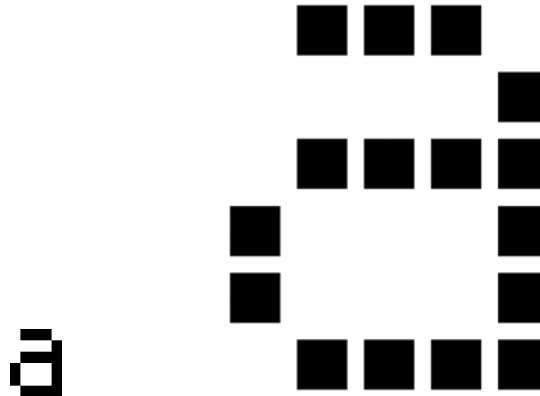
	■	■	■		1, 3, 1
				■	4, 1
	■	■	■	■	1, 4
■				■	0, 1, 3, 1
■				■	0, 1, 3, 1
	■	■	■	■	1, 4

La imagen de arriba nos muestra cómo una imagen puede ser representada por números. La primera línea consiste de un píxel de color blanco, seguido de tres de color negro, y luego uno de color blanco. De este modo la primera línea se representa como 1, 3, 1.

El primer número se refiere siempre al número de píxeles de color blanco. Si el primer pixel es de color negro la línea comenzará con un cero.

La hoja de actividad en la página 17 tiene algunas imágenes que los niños pueden descifrar utilizando el método que acaba de demostrarse.

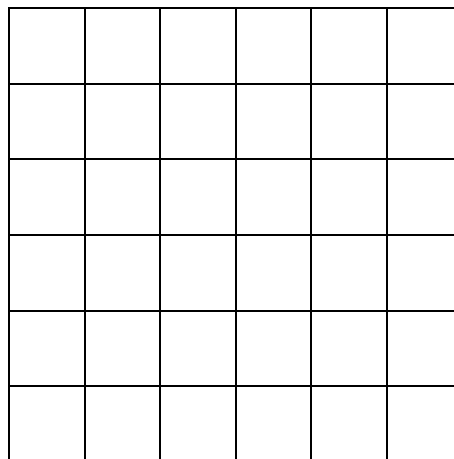
# Hoja Maestra: Coloreando por Números



- ▲ Una letra "a" de una pantalla de computadora y una impresión ampliada que muestra los píxeles que componen la imagen

	■	■	■		1, 3, 1
				■	4, 1
	■	■	■	■	1, 4
■				■	0, 1, 3, 1
■				■	0, 1, 3, 1
	■	■	■	■	1, 4

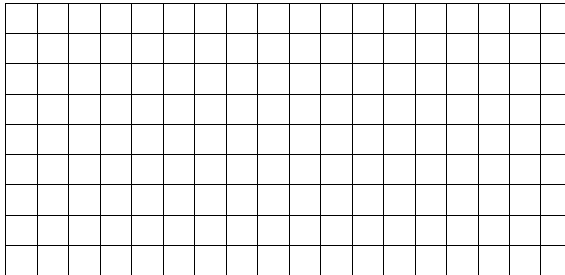
- ▲ La misma imagen codificada utilizando números



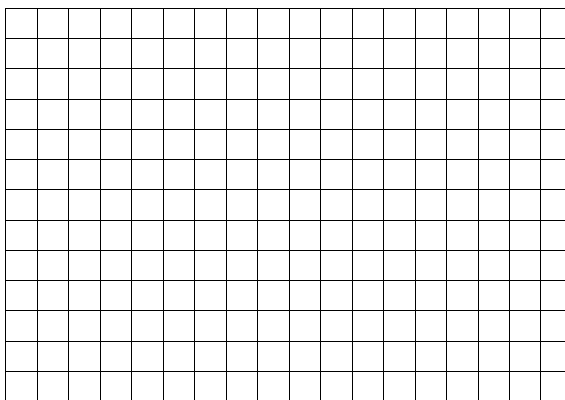
- ▲ Cuadrícula en blanco (para fines de enseñanza)

# Hoja de Actividad: La Máquina de Fax

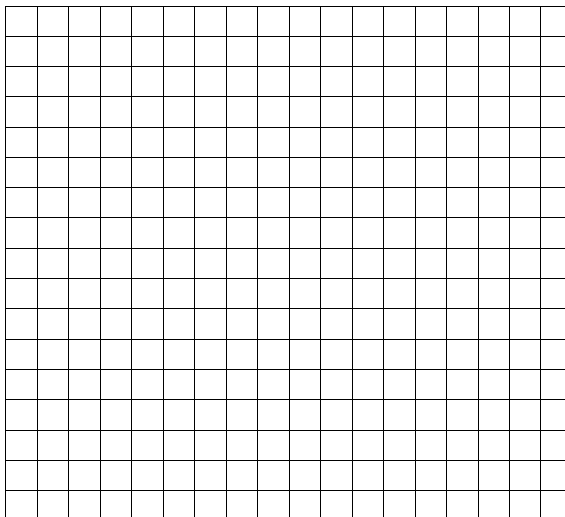
La primera imagen es la más fácil y la última es la más compleja. ¡Es fácil cometer errores, por lo tanto una buena idea es usar un lápiz de color y tener a la mano una goma!



4, 11  
4, 9, 2, 1  
4, 9, 2, 1  
4, 11  
4, 9  
4, 9  
5, 7  
0, 17  
1, 15



6, 5, 2, 3  
4, 2, 5, 2, 3, 1  
3, 1, 9, 1, 2, 1  
3, 1, 9, 1, 1, 1  
2, 1, 11, 1  
2, 1, 10, 2  
2, 1, 9, 1, 1, 1  
2, 1, 8, 1, 2, 1  
2, 1, 7, 1, 3, 1  
1, 1, 1, 1, 4, 2, 3, 1  
0, 1, 2, 1, 2, 2, 5, 1  
0, 1, 3, 2, 5, 2  
1, 3, 2, 5



6, 2, 2, 2  
5, 1, 2, 2, 2, 1  
6, 6  
4, 2, 6, 2  
3, 1, 10, 1  
2, 1, 12, 1  
2, 1, 3, 1, 4, 1, 3, 1  
1, 2, 12, 2  
0, 1, 16, 1  
0, 1, 6, 1, 2, 1, 6, 1  
0, 1, 7, 2, 7, 1  
1, 1, 14, 1  
2, 1, 12, 1  
2, 1, 5, 2, 5, 1  
3, 1, 10, 1  
4, 2, 6, 2  
6, 6







### Variaciones y Extensiones

1. Trata de hacer el dibujo en una hoja de papel sobre la cuadrícula, de modo que la imagen final se pueda ver sin el cuadrículado. La imagen será más clara.
2. En lugar de colorear la cuadrícula, los niños pueden utilizar cuadrados del papel engomado, o poner objetos, en una cuadrícula más grande.

### Punto de Discusión

Normalmente hay un límite en la longitud de una secuencia de píxeles porque la longitud es representada como un número binario. ¿Cómo puedes representar una secuencia de doce píxeles de color negro si sólo puedes utilizar los números hasta el siete? (Un buena manera de hacerlo es codificar una secuencia de siete píxeles de color negro, seguido por una secuencia de cero de color blanco, luego una secuencia de cinco de color negro).

# ¿De qué trata todo esto?

---

Una máquina de fax es en realidad una simple computadora que escanea páginas en blanco y negro en imágenes de alrededor de  $1000 \times 2000$  píxeles, las cuales son enviadas usando un módem a otras máquinas de fax, las que a su vez imprimen los píxeles en una hoja. A menudo, las imágenes de fax tienen grandes bloques de color blanco (por ejemplo los márgenes) o de color negro (por ejemplo una línea horizontal). Las imágenes de color también tienen mucha repetición de bloques de un mismo color. Para ahorrar en la cantidad de espacio que se requiere para almacenar este tipo de imágenes, los programadores pueden utilizar una variedad de técnicas de compresión de datos. El método utilizado en esta actividad se denomina RLE o “Run-Length Encoding”, y es una manera eficaz para comprimir imágenes. Si las imágenes no se comprimen, entonces se toma mucho más tiempo en transmitirlos y se requiere mucho más espacio para almacenarlos. Esto haría poco factible el envío de faxes o poner fotos en una página web. Por ejemplo, las imágenes de fax generalmente se comprimen alrededor de una séptima parte de su tamaño original. ¡Sin la compresión se tardaría siete veces más en transmitirse!

Las fotografías y las imágenes se comprimen a menudo a una décima parte o incluso una centésima parte de su tamaño original (utilizando diferentes técnicas). Esto permite almacenar muchas más imágenes en un disco, y significa que es posible verlas a través de la Web en una fracción del tiempo.

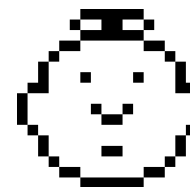
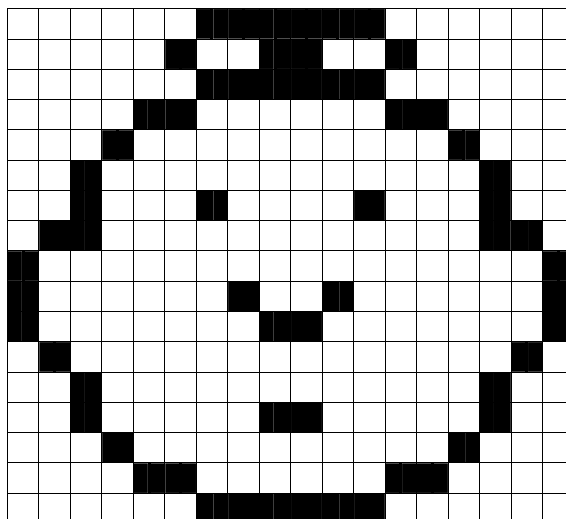
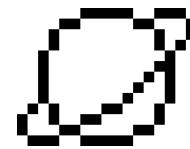
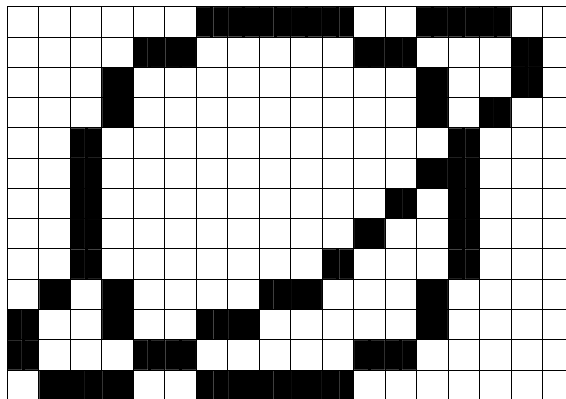
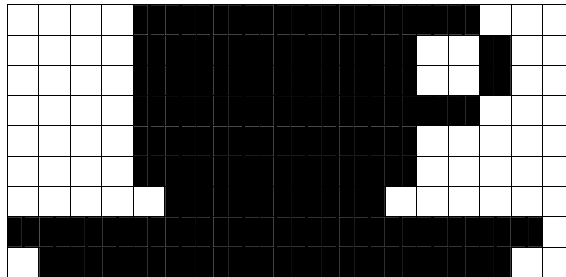
Un programador o programadora puede elegir la técnica de compresión que mejor se adapte a las imágenes que está transmitiendo.



# Soluciones y Sugerencias

---

Respuestas a la Hoja de Actividad: Máquina de Fax



# Actividad 3

---

## ¡Puedes Decirlo Otra Vez! –*Compresión de Texto*

### Resumen

Las computadoras tienen un espacio limitado para almacenar información, y necesitan representarla de una manera eficiente. Esto se llama compresión. Los datos se codifican antes de ser almacenados y se decodifican cuando se necesitan. De esta manera, la computadora puede almacenar más información y enviarla más rápido a través del Internet.

### Relación con Otros Cursos.

- ✓ Inglés: Reconocimiento de patrones en palabras y texto.
- ✓ Tecnología: Entendimiento del conocimiento tecnológico y como trabajan las computadoras.

### Habilidades

- ✓ Copia de textos escritos.

### Edades

- ✓ 9 años en adelante.

### Materiales

- ✓ Impresión en hoja transparente de la Hoja Maestra:  
¡Puedes decirlo otra vez! (página 25)

Cada niño necesitará:

- ✓ Hoja de Actividad: ¡Puedes Decirlo Otra Vez! (página 25)
- ✓ Hoja de Actividad: Extra Para los Expertos. (página 28)
- ✓ Hoja de Actividad: Castillo (página 29)
- ✓ Hoja de Actividad: Extra Para Verdaderos Expertos (página 30)

# ¡Puedes Decirlo Otra Vez!

---

## Introducción

Las computadoras tienen que almacenar y transmitir muchos datos, de tal manera que no tengan que utilizar mucho espacio de almacenamiento, o tomar demasiado tiempo en enviar la información a través de la conexión del módem. Ellas comprimen un poco el texto, como se muestra a continuación.

## Demostración y Discusión

Muestra la hoja maestra “Anacleto es así” por Douglas Wright (página 25). Observa los patrones y letras en el poema. ¿Puedes encontrar los grupos de 2 o más letras que estén repetidas, o aun más, todas las letras o frases? (Reemplázalas con los rectángulos como se muestra en el siguiente diagrama).

**Anacleto, el esqueleto,**



Anacleto, el esqueleto

Anacleto es así por Douglas Wright


Anacleto, el esqueleto,  
nunca se está quieto.

Anacleto, el esqueleto,  
es un poco inquieto.

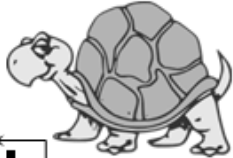
# Hoja de Actividades: ¡Puedes Decirlo Otra Vez!

Muchas de las palabras y letras están perdidas en el poema. ¿Puedes escribir las letras extraviadas y completar las palabras correctamente? Las encontrarás en los rectángulos con flechas que les apuntan.


**Para Ustedes y Nosotros** por María Montserrat Bertrán

Para la ardil   Manue   

un f   n de dulce y can   .

Flo  ,   tortuga, 

mito   lech   .

el oso dor   lón, 

he     tim  .

Ahora elige un poema sencillo, un trabalenguas o una rima infantil y diseña tu propio crucigrama. Verifica que las flechas siempre apunten a una sección previa del texto. Tu poema deberá dar la posibilidad, de ser decodificado de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo, emulando el proceso de la lectura.

**Reto:** ¡Observa que sólo necesitas conservar pocas palabras de las originales!

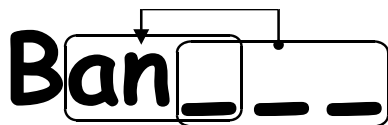
Algunas sugerencias: "Tres tristes tigres" y "Naranja dulce".

**Sugerencia:** Evita la saturación de flechas. Deja bastante espacio alrededor de las letras y palabras, para que posteriormente agregues los rectángulos dentro de rectángulos y las flechas que les apuntan. Es más fácil diseñar un crucigrama si primero escribes el poema, y después decides que rectángulos necesitarás.



## Hoja de Actividad: Extra para los expertos

¿Cómo resolverías este crucigrama?



Algunas veces, el texto perdido apunta a una parte de sí mismo. En este caso, puede ser decodificado correctamente si las letras son copiadas de izquierda a derecha. Así, cada letra está disponible para ser copiada antes de ser utilizada. Esto es muy útil en las computadoras si hay varios caracteres o patrones que se repiten.

Trata algunos dibujos por tu cuenta.

En las computadoras los rectángulos y las flechas son representados por números. Por ejemplo,

### Banana

Puede ser escrito como **Ban(2,3)**, en donde "2" significa contar hacia atrás dos caracteres para encontrar el punto desde donde iniciar a copiar

**Ban---**

y "3" significa copiar tres caracteres consecutivos:

**Bana--**

**Banan\_**

**Banana**



Como son dos los números utilizados para codificar estas palabras, generalmente solamente los grupos de dos o más letras son candidatos para el proceso de compresión, de otra manera no se ahorraría espacio. De hecho, el tamaño del archivo podría incrementarse si dos números son utilizados para codificar una sola letra.

Escribe algunas palabras como lo haría una computadora si estuvieran comprimidas  
¿Pueden decodificarlas tus amigos?

## Hoja de Actividad: Castillo

¿Cuántas palabras necesitas?

Imagina que eres una computadora tratando de guardar la mayor cantidad de información posible en el disco. Marca todos los grupos de dos o más letras que hayan aparecido anteriormente. Las letras ya no son requeridas y pueden ser reemplazadas por un apuntador. La meta consiste en marcar la mayor cantidad de letras posibles.

### Castillo por Adela Basch

---

Es claro que no es lo mismo

sopa y sapo, rastro y rostro,

trampa y trompa, costa y costo.

Es claro que es diferente

gorra y garra, rusa y risa

corto y carta, lento y lente.

¡ Qué cosa excepcional

lo que puede una vocal !

Yo misma me maravillo

al ver que un pequeño cambio

es capaz de convertir

una costilla en castillo.

## Hoja de Actividad: Extra Para Verdaderos Expertos

¿Estás listo para un verdadero reto de comprensión?

¿Cuántas letras puedes encontrar en la fábula “La Hormiga y la Cigarra” de Félix María Samaniego? Recuerda que solamente grupos de dos o más caracteres repetidos pueden ser eliminados. ¡Buena suerte!

**C**antando la Cigarra  
pasó el verano entero,  
sin hacer provisiones  
allá para el invierno;  
los fríos la obligaron  
a guardar el silencio  
y a acogerse al abrigo  
de su estrecho aposento.  
Viose desproveída  
del precioso sustento:  
sin mosca, sin gusano,  
sin trigo, sin centeno.

Habitaba la Hormiga  
allí tabique en medio,  
y con mil expresiones  
de atención y respeto  
la dijo: Doña Hormiga,  
pues que en vuestro granero  
sobran las provisiones  
para vuestro alimento,  
prestad alguna cosa  
con que viva este invierno  
esta triste cigarra,  
que alegre en otro tiempo,  
nunca conoció el daño,  
nunca supo temerlo.

No dudéis en prestarme;  
que fielmente prometo  
pagaros con ganancias,  
por el nombre que tengo.

La codiciosa hormiga  
respondió con denuedo,  
ocultando a la espalda  
las llaves del granero:  
¡Yo prestar lo que gano  
con un trabajo inmenso!  
Dime, pues, holgazana,  
¿qué has hecho en el buen  
tiempo?

Yo, dijo la Cigarra,  
a todo pasajero  
cantaba alegremente,  
sin cesar ni un momento.  
¡Hola! ¿conque cantabas  
cuando yo andaba al remo?  
Pues ahora, que yo como,  
baila, pese a tu cuerpo.

# ¿De qué se trata todo esto?

---

La capacidad de almacenamiento de las computadoras está creciendo a una tasa increíble –en los últimos 25 años, esta capacidad se ha duplicado más de un millón de veces- pero aún queremos almacenar más en nuestras computadoras. Ahora, las computadoras pueden almacenar libros y colecciones de libros completas, música y películas también, si sólo hubiera más espacio. Los archivos grandes, también son un problema en Internet, debido a que toman bastante tiempo en bajarse de la red. También tratamos de hacer las computadoras más pequeñas – y esperamos que un teléfono celular ó un reloj de pulsera almacenen mucha información-.

Sin embargo, hay una solución a este problema. En lugar de estar comprando más espacio de almacenamiento, o un modem más rápido, podemos comprimir los datos de tal manera que estos ocupen menos espacio. A través de un proceso de compresión y de-compresión que las computadoras aplican a los datos de manera ordinaria. Lo único que notaríamos es que el disco almacena un poco más, o que las páginas web se despliegan más rápido, cuando la computadora esté haciendo este procesamiento de datos extra.

Muchos métodos de compresión han sido inventados. El método que se utiliza en esta actividad, con el principio de apuntadores a previas secuencias de texto, es conocido como codificación “Ziv-Lempel”, o codificación “LZ”, inventada por dos profesores de Israel en los 70’s. Ahora conocemos el proceso, como “zip” en nuestras computadoras personales. Se utiliza en el formato de imágenes “GIF” y en los módems de alta velocidad. En el caso de los módems, reduce la cantidad de datos que se necesita transmitir por teléfono, incrementando la velocidad.

Otros métodos plantean que las letras más utilizadas deben tener códigos más pequeños que las otras letras. La clave Morse utiliza ésta idea.

## Claves y soluciones

---

¡Puedes decirlo otra vez! (página 26)

**Para Ustedes y Nosotros** por María Montserrat Bertrán

**Para la ardilla Manuela**  
**Un flan de dulce y canela.**

**Para Flora, la tortuga,**  
**Un ramito de lechuga.**

**Para el oso dormilón,**  
**Un helado de limón.**

# Actividad 4

---

## Magia de Voltrear Cartas – *Detección y Corrección de Errores*

### Resumen

Cuando los datos se almacenan en un disco o se transmiten de una computadora a otra, generalmente asumimos que los datos no cambian en el proceso. Pero a veces las cosas salen mal y los datos se modifican accidentalmente. En esta actividad se utiliza un truco de magia para demostrar cómo detectar cuando se han corrompido los datos y cómo corregirlos.

### Relación con Otros Cursos

- ✓ Matemáticas: Exploración de cómputo y estimación.
- ✓ Álgebra. Exploración de patrones y relaciones.

### Habilidades

- ✓ Contar
- ✓ Reconocer números pares e impares

### Edades

- ✓ 9 años en adelante

### Materiales

- ✓ Un conjunto de 36 cartas con imanes y coloreadas de un solo lado.
- ✓ Una pizarra metálica (un pizarrón blanco funciona muy bien) para la demostración.

Cada par de niños necesitará:

- ✓ 36 cartas idénticas, coloreadas de un solo lado.

# El "Truco Mágico"

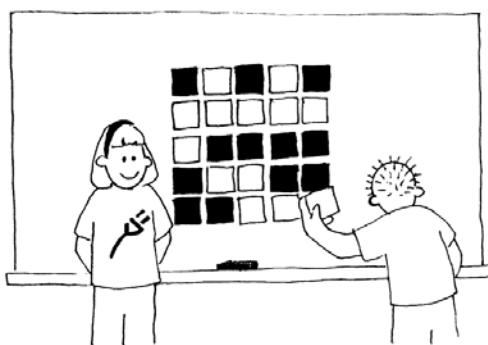
---

## Demonstración

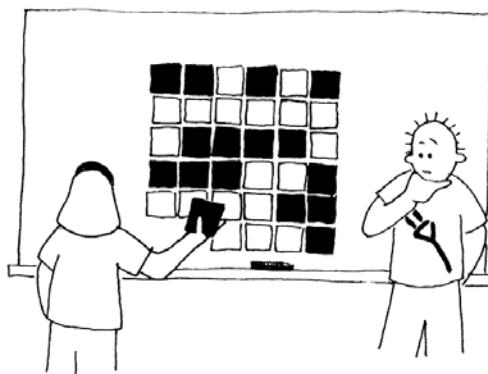
¡Aquí tienes la oportunidad para convertirte en un mago!

Necesitarás un conjunto de cartas idénticas con una de las dos caras coloreada. (Para hacer tus propias cartas, puedes recortarlas de una hoja grande que esté coloreada de un solo lado). Para la demostración es más fácil utilizar cartas planas imantadas con diferentes colores en cada lado—los imanes para refrigeradores son ideales.

1. Elije a un niño para que coloque las cartas en cuadro de  $5 \times 5$ , mostrando al azar el lado coloreado de las cartas.



Casualmente añade otra fila y otra columna, "sólo para que sea un poco más difícil".



Estas cartas son la clave para el truco. Debes colocar las cartas extras asegurándote de que hay un número par de cartas coloreadas en cada uno de los renglones y columnas.

2. Pídele a un niño que voltee una carta mientras te cubres los ojos. La fila y la columna que contienen la carta cambiada tendrán ahora un número impar de cartas coloreadas. Con esto podrás identificar la carta cambiada.

¿Pueden los niños adivinar cómo se hizo el truco?

### Enséñales el truco a los niños:

1. Trabajando en parejas, los niños deben distribuir sus cartas en un cuadro de  $5 \times 5$ .
2. ¿Cuántas cartas coloreadas hay en cada fila y columna? ¿Es un número impar o par? Recuerda que 0 se considera un número par.
  3. Ahora añade una sexta carta a cada fila, asegurándote que el número de cartas coloreadas en el renglón sea siempre un número par. A esta carta extra se le llama carta de “paridad”.
  4. Añade una sexta carta a cada columna, asegurándote que el número de cartas coloreadas en la columna sea siempre un número par.
  5. Ahora voltea una carta. ¿Qué notas en la fila y en la columna de la carta? (Tienen un número impar de cartas coloreadas.) Las cartas de paridad se utilizan para mostrar cuando se ha cometido un error.
  6. Ahora tomen turnos para realizar el “truco”.

### Actividades de Extensión:

1. Intenta utilizar otros objetos. Cualquier cosa que tenga dos “estados” es adecuado. Por ejemplo, puedes utilizar barajas, monedas (cara o cruz) o cartas con el 0 y el 1 impresa en ellas, para relacionarlas con el sistema binario.
2. ¿Qué pasa si dos o más cartas son volteadas? (No siempre es posible saber exactamente que cartas fueron volteadas, aunque es posible saber que algo ha cambiado. Generalmente puedes reducirlo a uno de dos pares de cartas. Con 4 cartas volteadas es posible que todos los bits de paridad sean correctos después de los cambios, por lo que el error podría pasar desapercibido.)
3. Otro ejercicio interesante es considerar la carta inferior derecha. Si has decidido que es la correcta para la columna de arriba, ¿entonces será la correcta para la fila a la izquierda? (La respuesta es sí, siempre.)
4. En este ejercicio hemos utilizado la paridad par—al utilizar un número par de cartas coloreadas. ¿Podemos hacerlo con paridad impar? (Esto es posible, pero la carta inferior derecha solo trabaja para su fila y renglón si el número de filas y columnas son ambas pares o impares. Por ejemplo, una distribución de  $5 \times 9$  va a funcionar bien, o también  $4 \times 6$ , pero no funciona para una configuración de  $3 \times 4$ .)

## iUn Ejemplo De La Vida Real Para Los Expertos!

Este mismo método de verificación es utilizado en el código de los libros. Los libros publicados tienen un código de 10 dígitos, usualmente localizado en la contraportada. El décimo dígito es un dígito de verificación, como los bits de paridad del ejercicio. A este dígito se le conoce como *checksum* (o "suma de verificación".)

Esto significa que si solicitas un libro utilizando su ISBN (International Standard Book Number), la editorial puede verificar que no hayas cometido un error. Ellos simplemente verifican el dígito de checksum.

A continuación se muestra cómo funciona el dígito de checksum:

Multiplica el primer dígito por 10, el segundo por nueve, y así sucesivamente, hasta multiplicar el noveno dígito por dos. Luego suma los valores.

Por ejemplo, el ISBN 0-13-911991-4 da el siguiente valor

$$\begin{aligned} & (0 \times 10) + (1 \times 9) + (3 \times 8) + (9 \times 7) + (1 \times 6) \\ + & (1 \times 5) + (9 \times 4) + (9 \times 3) + (1 \times 2) \\ = & 172 \end{aligned}$$

Luego divide el resultado por 11. ¿Cuál es el residuo?

$$172 \div 11 = 15 \text{ residuo } 7$$

Si el residuo es cero, entonces el dígito de checksum es cero, de otra manera sustrae el residuo de 11 para obtener el dígito de checksum.

$$11 - 7 = 4$$

Mira otra vez el ISBN. ¿Es este el último dígito del código? ¡Sí!

Si el último dígito del ISBN no es el cuatro, entonces hay un error.

Es posible que lleguemos a obtener un valor de checksum de 10, lo cual requiere de un dígito más. Cuando esto sucede, se utiliza el carácter X.



▲ El código de barras (UPC) de una caja de Weet-Bix™

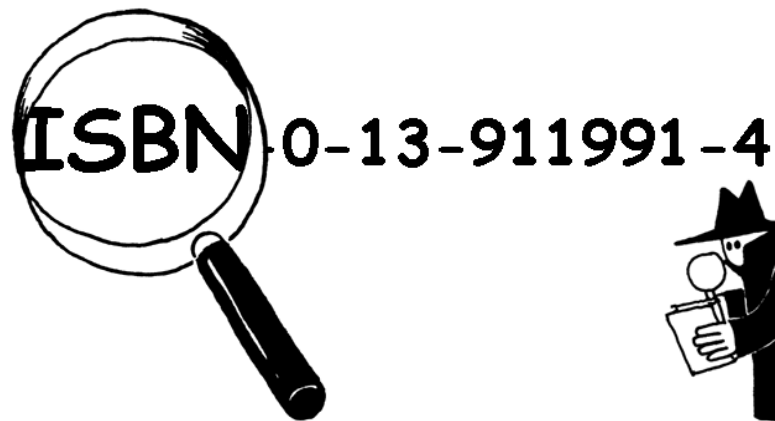
Otro ejemplo del uso de dígitos de verificación es en los códigos de barras. Estos utilizan una fórmula diferente. Si el código de barras no se lee correctamente, entonces el dígito final será diferente del valor calculado. Cuando esto sucede, el escáner hace un ruido para que el operador vuelva a escanear el producto.



# ¡Comprueba ese libro!

Detective Blockbuster

Servicio de Rastreo de Libros, Inc.



Nosotros encontramos y verificamos los dígitos del ISBN por una pequeña cuota.

Únete a nuestra agencia—busca ISBN reales en tu aula o en la biblioteca.

## ¿Son los dígitos de checksum correctos?

En ocasiones se cometen errores.

Algunos errores comunes son:

- ✗ El valor de un dígito ha sido cambiado;
- ✗ Dos dígitos adyacentes han sido intercambiados;
- ✗ Un dígito ha sido añadido al número; y
- ✗ Un dígito ha sido eliminado del número

¿Puedes encontrar un libro con la letra X para el valor de checksum de 10? No debe ser difícil de encontrarlo—uno de cada 11 libros lo tiene.

¿Qué tipo de errores pueden ocurrir que no puedan ser detectados? ¿Puedes cambiar un dígito y aún así obtener el valor de checksum correcto? ¿Qué pasa si dos dígitos son intercambiados (el cual es un error muy común al escribir los códigos)?

# ¿De Qué Se Trata Todo Esto?

---

Imagina que estás depositando \$10 en efectivo en tu cuenta bancaria. El cajero escribe la cantidad del depósito y la envía a la computadora central. Pero ocurre una interferencia en la línea mientras la cantidad está siendo enviada, y el código de \$10 es cambiado por \$1,000. Esto no será problema para ti si tú eres el cliente, ¡pero sí para el banco!

Es importante detectar errores en los datos que son transmitidos. La computadora que los recibe necesita comprobar que los datos no han sido modificados por algún tipo de interferencia eléctrica en la línea. A veces los datos originales pueden ser enviados de nuevo cuando se detecta un error en la transmisión, pero hay algunas ocasiones en que esto no es posible, por ejemplo, si un disco o cinta ha sido corrompido por la exposición a radiaciones magnéticas o eléctricas, por el calor o por daño físico. O al recibir datos desde una sonda espacial muy lejana, ¡sería muy tedioso esperar la retransmisión de los datos si ocurre un error! (¡Se toma un poco más de media hora para obtener una señal de radio de Júpiter cuando se encuentra en su punto más cercano a la Tierra!)

Tenemos que ser capaces de reconocer cuando se han corrompido los datos (*detección de errores*) y también de reconstruir los datos originales (*corrección de errores*).

Técnicas similares a la utilizada en el juego de “voltear una carta” también se utilizan en las computadoras. Al colocar los bits en filas y columnas imaginarios, y al añadir bits de paridad para cada fila y columna, podemos detectar no sólo si se ha producido un error, sino también en *donde* ha ocurrido. El bit incorrecto es cambiado de nuevo y con ello hemos realizado la corrección del error.

Por supuesto, las computadoras suelen utilizar sistemas de control de errores más complejos que son capaces de detectar y corregir múltiples errores. El disco duro de una computadora asigna una gran cantidad de su espacio para la corrección de errores, de modo que trabaje de manera confiable incluso si fallan partes del disco. Este tipo de sistemas están estrechamente relacionados al esquema de paridad.

## Soluciones y Sugerencias

---

Los errores que no pueden ser detectados son aquellos en donde un dígito se incrementa y otro se decrementa. Por lo tanto la suma puede ser la misma.

# Actividad 5

---

## Adivina Veinte Veces – *Teoría de la Información*

### Resumen

¿Cuánta información hay en un libro de 1000 páginas? ¿Hay más información en un directorio telefónico de 1000 páginas o en 1000 hojas en blanco o en *El Señor de los Anillos* de Tolkien? Si podemos medir esto, entonces podemos estimar cuánto espacio se necesita para guardar la información. Por ejemplo, ¿puedes leer la siguiente frase?

N st frs fltn ls vcls.

Tal vez si puedes, porque no hay mucha ‘información’ en las vocales. En esta actividad se introduce una manera de medir el contenido de información.

### Relación con otros cursos

- ✓ Matemáticas: Números. Explorando los números: Mayor que, menor que, rangos.
- ✓ Álgebra. Patrones y secuencias
- ✓ Inglés

### Habilidades

- ✓ Comparando números y trabajando con rangos de números
- ✓ Deducción.
- ✓ Formular preguntas

### Edades

- ✓ 10 años en adelante

### Materiales

- ✓ No se requiere nada para la primera actividad

Hay una actividad adicional que requiere para cada niño:

- ✓ Hoja de Actividad: Árboles de decisión (página 40)

# Adivina Veinte Veces

---

## Discusión

1. Discuta con los niños lo que creen que es la información.
2. ¿Cómo podemos medir cuánta información hay en un libro? ¿Lo importante es el número de páginas o el número de palabras? ¿Puede un libro tener más información que otro? ¿Y si se trata de un libro muy aburrido o de uno muy interesante? ¿Tendría más o menos información un libro de 400 páginas con la frase “bla, bla, bla” que el directorio telefónico?

Explique que los científicos que se dedican a la computación miden la información por qué tan sorprendente es el mensaje (o libro). Decirte algo que ya sabes—por ejemplo, cuando un amigo que siempre va caminando a la escuela dice “hoy vine caminando a la escuela”—no da ninguna información porque no es sorprendente. Si tu amigo dice “hoy me trajeron en helicóptero a la escuela” eso *sí* sería sorprendente y por lo tanto nos daría información.

¿Cómo se puede medir el valor de sorpresa de un mensaje?

Una forma es ver qué tan difícil es adivinar la información. Si tu amigo dice, “Adivina cómo vine a la escuela hoy,” y hubiera caminado probablemente adivinarías a la primera. Pero te llevaría más tiempo adivinar si se hubiera ido en helicóptero y aún más si hubiera llegado en una nave espacial.

La cantidad de información que contienen los mensajes se mide por lo difícil que son de adivinar. El siguiente juego nos da una idea de esto.



# Actividad De Las Veinte Preguntas

---

Esta es una adaptación del juego de las veinte preguntas. Los niños pueden hacer preguntas a otro niño, quien sólo puede contestar si o no hasta que se adivine la respuesta. Se puede preguntar lo que sea, siempre y cuando la respuesta sea estrictamente ‘si’ o ‘no’.

## Sugerencias:

Estoy pensando en:

- ✓ Un número entre 1 y 100
- ✓ Un número entre 1 y 1000
- ✓ Un número entre 1 y 1,000,000.
- ✓ Cualquier número entero
- ✓ Una sucesión de 6 números que sigan un patrón (adecuado al grupo). Adivina en orden del primero al último. (ej. 2, 4, 6, 8, 10)

Cuenta el número de preguntas que se hicieron. Esta es una medida del valor de la “información”.

## Discusión

¿Qué estrategias usaste? ¿Cuáles fueron las mejores?

Haga notar que se requieren solamente 7 preguntas para adivinar un número entre 1 y 100 si divides el intervalo a la mitad cada vez. Por ejemplo:

<b>Es menos de 50?</b>	Si.
<b>Es menos de 25?</b>	No.
<b>Es menos de 37?</b>	No.
<b>Es menos de 43?</b>	Si.
<b>Es menos de 40?</b>	No.
<b>Es menos de 41?</b>	No.
<b>¡Debe ser 42!</b>	¡Si!

Algo interesante es que si el intervalo se aumenta a 1000, no se requiere 10 veces más esfuerzo—sólo se requieren tres preguntas más. Cada vez que el rango se duplica, sólo se requiere una pregunta más para encontrar la respuesta.

Una manera de continuar la actividad es que los niños jueguen Mente Maestra (Mastermind.)

## Extensión: ¿Cuánta información hay en un mensaje?

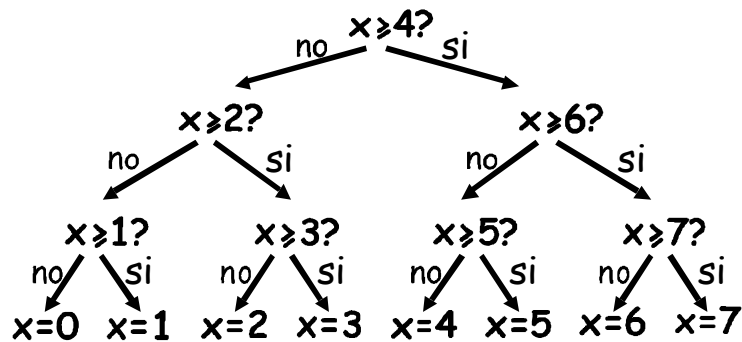
Los científicos de la computación no sólo juegan adivinanzas con números—también adivinan qué letra es más probable que siga en una palabra o frase.

Prueba un juego de adivinanzas con una frase corta de 4 a 6 palabras. Las letras deben adivinarse en orden, de la primera a la última. Pide a alguien que escriba las letras conforme se encuentran y que registre cuántas preguntas fueron necesarias para encontrar cada letra. Se puede usar cualquier pregunta con respuesta si/no. Por ejemplo, “¿Es una *t*?” “¿Es una vocal?” “¿Aparece antes de la *m* en el alfabeto?” Un espacio entre palabras también cuenta como una “letra” y debe adivinarse. Tomen turnos y vean si pueden descubrir qué partes de los mensajes son más fáciles de adivinar.

## Hoja de Actividad: Árboles de Decisión

Si ya conoces la estrategia para las preguntas, entonces puedes transmitir un mensaje sin tener que preguntar nada.

La siguiente es una tabla llamada 'árbol de decisión' para adivinar un número entre 0 y 7:



¿Cuáles son las decisiones si/no que se necesitan para 'adivinar' el número 5?

¿Cuántas decisiones si/no se necesitan para adivinar cualquier número?

Ahora observa algo fascinante. Debajo de los números 0, 1, 2, 3... en la última fila del árbol escribe el número en código binario (ve la Actividad 1).

Observa detenidamente el árbol. Si no=0 y si=1, ¿Qué ves?

En el juego de adivinar números tratamos de escoger preguntas tales que la sucesión de respuestas represente al número exactamente de esta forma.

Diseña tu propio árbol de decisión para adivinar números entre 0 y 15.

**Extra para expertos:** ¿Qué tipo de árbol usarías para adivinar la edad de alguien?  
¿Y para adivinar la siguiente letra en una frase?

# ¿De qué trata todo esto?

---

Un famoso matemático americano (y además malabarista y monociclista) llamado Claude Shannon hizo muchos experimentos con este juego. Midió la información en bits —cada respuesta si/no es equivalente a un bit 1/0. Encontró que la cantidad de “información” contenida en un mensaje depende de lo que ya sabes. A veces podemos hacer una pregunta que elimina la necesidad de hacer otras muchas preguntas. En este caso el contenido de información de un mensaje es bajo. Por ejemplo, la información contenida en el lanzamiento de una moneda una vez es normalmente un bit: cara o cruz. Pero si se trata de una moneda cargada que da cara nueve de cada diez veces, entonces la información ya no es un bit—aunque no lo creas, es menos. ¿Cómo puedes averiguar cómo cayó la moneda con menos de una pregunta si/no? Simple—sólo usa un pregunta como “¿dan los dos siguientes lanzamientos ambos cara?” Para una sucesión de lanzamientos con la moneda cargada la respuesta será “sí” como 80%, del tiempo. En el 20% de ocasiones en que la respuesta sea “no,” tendrás que hacer dos preguntas más. ¡Pero en promedio harás menos de una pregunta por lanzamiento!



Shannon llamó al contenido de información “entropía”. La entropía depende no sólo del *número* de posibles resultados—en el caso del lanzamiento de la moneda dos —sino también en la *probabilidad* de que suceda. Eventos improbables o información sorprendente requiere muchas más preguntas para adivinar el mensaje porque nos da más información que no teníamos antes, como en el caso de ir a la escuela en helicóptero.

La entropía de un mensaje es muy importante para los científicos de la computación. No se puede comprimir un mensaje para que ocupe menos espacio que su entropía, y los mejores sistemas de compresión son equivalentes a un juego de adivinanzas. Como un programa de cómputo ‘adivina’, la lista de preguntas se puede reproducir más tarde; siempre y cuando las respuestas (bits) se almacenen, ¡podemos reconstruir la información! Los mejores sistemas de compresión pueden reducir archivos de texto a una cuarta parte de su tamaño original—¡un gran ahorro de espacio!

El método de las adivinanzas también puede usarse para construir interfases de computadoras ¡que predicen lo que el usuario va a escribir a continuación! Esto puede ser muy útil para personas con problemas físicos que les dificultan la escritura. La computadora sugiere lo que cree que van a escribir después y ellos sólo indican lo que quieren. Un buen sistema requiere en promedio sólo dos preguntas con respuesta si/no por letra y puede ser de mucha ayuda para alguien que tiene dificultad para hacer los movimientos finos que se necesitan para controlar un ratón o un teclado. Este tipo de sistema se usa también en una forma diferente para escribir texto en algunos teléfonos celulares (móviles).

# Soluciones y sugerencias

---

La respuesta a una pregunta de tipo si/no corresponde exactamente a un bit de información—independientemente de si se trata de una pregunta simple como “¿Es más de 50?” o una más compleja como “¿Está entre 20 y 60?”

En el juego de adivinar números, si las preguntas se escogen de forma adecuada, la sucesión de respuestas es precisamente la representación binaria del número. Tres es 011 en binario y se representa por las respuestas “No, si, si” en el árbol de decisiones, que es lo mismo que escribir no en vez de 0 y si en vez de 1.

Un árbol para adivinar la edad de una persona estaría sesgado hacia los números pequeños.

La decisión sobre letras en una frase dependería de cuál fue la letra previa.



# Parte II

Poniendo las Computadoras a  
Trabajar—*Algoritmos*

# Poniendo las Computadoras a Trabajar

---

Las computadoras operan siguiendo una lista de instrucciones que se les dan. Estas instrucciones les permiten ordenar, encontrar y enviar información. Para hacer estas cosas lo más rápidamente posible es necesario encontrar buenos métodos para encontrar cosas en grandes colecciones de datos y para enviar información a través de redes.

Un *algoritmo* es un conjunto de instrucciones para realizar una tarea. La idea de un algoritmo es central para la computación. A través de los algoritmos logramos que las computadoras resuelvan problemas. Algunos algoritmos son más rápidos que otros, y muchos de los algoritmos que se han descubierto han hecho posible el resolver problemas que antes llevaban un tiempo inaceptable —por ejemplo encontrar millones de dígitos de  $\pi$ , o todas las páginas de la Red (World-Wide Web) que contienen tu nombre, o la mejor manera de acomodar paquetes en un contenedor o averiguar si números muy grandes (100 dígitos) son primos.

La palabra “algoritmo” viene del nombre de Mohammed ibn Musa Al-Khowarizmi— Mohammed, hijo de Moisés, de Khowarizm—quien perteneció a un centro académico conocido como La Casa de la Sabiduría en Bagdad alrededor del año 800DC. Sus trabajos transmitieron el arte Hindú de contar a los árabes y de ahí a Europa. Cuando se tradujeron al latín en 1120 DC, las primeras palabras eran “Dixit Algorismi”—“así dijo Algorismi”.

# Actividad 6

---

## Submarinos—*Algoritmos de Búsqueda*

### Resumen

Las computadoras frecuentemente tienen que encontrar información en una colección muy grande de datos. Deben desarrollar formas rápidas y eficientes de hacerlo. Esta actividad muestra tres diferentes métodos de búsqueda: búsqueda lineal, búsqueda binaria y hashing.

### Relación con otros cursos

- ✓ Matemáticas: Explorando los números: Mayor que, menor que, igual a
- ✓ Geometría. Explorando forma y espacio: Coordenadas.

### Habilidades

- ✓ Razonamiento lógico.

### Edades

- ✓ 9 años en adelante.

### Materiales

Cada niño necesitará:

- ✓ Copia de los juegos de submarinos
  - 1A, 1B para el juego 1
  - 2A, 2B para el juego 2
  - 3A, 3B para el juego 3
- ✓ Tal vez necesite también algunas copias de las hojas de juego suplementarias, 1A', 1B', 2A', 2B', 3A', 3B'.

# Submarinos

---

## Actividad introductoria

1. Seleccione aproximadamente 15 niños y fórmelos al frente del salón. Dé a cada niño una tarjeta con un número escrito (en cualquier orden). El resto del grupo no debe ver los números.
2. Dé a otro niño cuatro o cinco caramelos. Su trabajo es encontrar un número dado. Pueden “pagar” por ver una carta. Si encuentran el número correcto antes de terminar sus caramelos, pueden guardar los restantes. Repita si lo desea.
3. Ahora revuelva las cartas y repártalas nuevamente. Esta vez haga que los niños se acomoden en orden ascendente. Repita el proceso de búsqueda.
4. Si los números están acomodados, una estrategia razonable es usar un solo “pago” para eliminar la mitad de los niños pidiendo que el de en medio enseñe su carta. Repitiendo este procedimiento deberían poder encontrar el número usando sólo tres caramelos. El aumento en la eficiencia será obvio.

## Actividad

Los niños pueden darse una idea de cómo busca la computadora jugando el juego de submarinos. Mientras juegan haga que piensen en las estrategias que usan para localizar las naves.

# Submarinos—Un Juego de Búsqueda Lineal

---

Lea las siguientes instrucciones a los niños

1. Organícense por parejas. Uno de ustedes tiene la hoja 1A, el otro la hoja 1B.  
¡No muestren la hoja a su compañero!
2. Los dos encierran un submarino de la línea de arriba de la hoja de juego y le dicen a su compañero su número.
3. Ahora tomen turnos para adivinar dónde está el submarino de su compañero. (Dices el nombre en letra de un submarino y tu compañero te dice el número del submarino que corresponde a esa letra.)
4. ¿Cuántos tiros se requieren para localizar el submarino de tu compañero? Esa es tu puntuación.

(Las hojas 1A' y 1B' son extras para los niños que quieran jugar más o los que “involuntariamente” vean la hoja de su compañero. Las hojas 2A', 2B' y 3A', 3B' son para juegos posteriores.)

## Puntos de Discusión

1. ¿Cuáles fueron las puntuaciones?
2. ¿Cuáles son las puntuaciones mínimas y máximas posibles? (Son 1 y 26 respectivamente, suponiendo que los niños no disparan dos veces al mismo submarino. Este método se llama ‘búsqueda lineal’ porque involucra recorrer todas las posiciones una por una.)

# Submarinos—Un Juego de Búsqueda Binaria

---

## Instrucciones

Las instrucciones para esta versión del juego son las mismas que para el juego anterior pero los números en los submarinos están en orden ascendente. Explique esto a los niños antes de empezar.

1. Organícense por parejas. Uno tiene la hoja 2A, y el otro la 2B. ¡No muestren su hoja a su compañero!
2. Ambos encierren un submarino en la línea de arriba de la hoja de juego y digan su número a su compañero.
3. Tomen turnos para adivinar dónde está el submarino de su compañero. (Dices el nombre en letra de un submarino y tu compañero te dice el número te dice el número del submarino que está en esa letra.)
4. ¿Cuántos tiros se requieren para localizar el submarino de tu compañero? Esa es tu puntuación para el juego.

## Puntos de Discusión

1. ¿Cuáles fueron las puntuaciones?
2. ¿Qué estrategia usaron los que obtuvieron una puntuación baja?
3. ¿Qué submarino debes escoger primero? (El de en medio te dice en qué mitad de la línea debe estar el submarino elegido.) ¿Qué lugar debes escoger después? (Otra vez la mejor estrategia es escoger siempre el submarino que está en la mitad de la sección que contiene al submarino elegido.)
4. Si se sigue esta estrategia, ¿cuántos disparos se necesitan para encontrar un submarino? (Cuando mucho cinco).

Este método se llama ‘búsqueda binaria’, porque divide el problema en dos partes.

# Submarinos—Un juego de Búsqueda usando *Hashing*

---

## Instrucciones

1. Cada uno toma una hoja como en los juegos anteriores y dice a su compañero el número del submarino que escogió.
2. En este juego se puede averiguar en qué columna (0 a 9) está el submarino. Sólo hay que sumar los dígitos del número del submarino. El último dígito de la suma es la columna. Por ejemplo, para localizar el submarino con número 2345, suma los dígitos  $2+3+4+5$ , que es 14. El último dígito de la suma es 4, entonces el submarino debe estar en la columna 4. Una vez que sabes la columna sólo hay que adivinar cuál de los submarinos de esa columna es el elegido. Esta técnica se conoce como 'hashing', porque los dígitos son amontonados ("hashed").
3. Ahora juega usando esta nueva estrategia de búsqueda. Se puede jugar más de una vez con la misma hoja- sólo hay que escoger submarinos de diferentes columnas. (Nota que, a diferencia de los otros juegos, las hojas adicionales 3A' y 3B' deben usarse juntas, porque el patrón de submarinos en columnas debe corresponder.)

## Puntos de Discusión

1. Junta y discute las puntuaciones como antes.
2. ¿Cuáles submarinos son fáciles de encontrar? (Los que están solos en su columna.)  
¿Cuáles son difíciles de encontrar? (Los que están en columnas con muchos otros submarinos.)

¿Cuál de los tres procedimientos de búsqueda es más rápido? ¿Por qué? ¿Cuáles son las ventajas de cada uno de los métodos de búsqueda? (La segunda estrategia es más rápida que la primera pero la primera no requiere que se ordenen las naves. La tercera estrategia es generalmente más rápida que las otras tres pero puede darse la casualidad de que resulte muy lenta. En el peor de los casos, si todos los submarinos están en la misma columna, es tan lenta como la primera estrategia.)

# Variaciones y Extensiones

---

1. Pida que los niños hagan sus propios juegos usando los tres formatos. Para el segundo juego deben poner los números en orden ascendente. Pregunte cómo pueden hacer el juego de “hashing” muy difícil (lo más difícil es cuando todas las naves están en la misma columna.) ¿Cómo puede hacerse lo más fácil posible? (Se puede intentar poniendo el mismo número de submarinos en cada columna.)
2. ¿Qué pasaría si el submarino buscado no está ahí? (En el juego de Búsqueda Lineal se requerirían 26 tiros para demostrarlo. En el juego de Búsqueda Binaria se requerirían cinco tiros para probarlo. Usando el sistema Hash dependería de cuántos submarinos hubiera en la columna relevante.)
3. Usando la estrategia de Búsqueda Binaria ¿cuántos disparos se necesitarían si hubiera cien posiciones (como seis disparos), mil posiciones (como nueve), o un millón (como diecinueve)? (Note que el número de disparos aumenta muy despacio comparado con el número de submarinos. Se requiere un disparo adicional cada vez que el tamaño se duplica entonces es proporcional al logaritmo del número de submarinos.)



## Mis Barcos

Número de Disparos Utilizados:

9058	7169	3214	5891	4917	2767	4715	674	8088	1790	8949	13	3014
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
8311	7621	3542	9264	450	8562	4191	4932	9462	8423	5063	6221	2244
N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z

## Tus Barcos

Número de Disparos Utilizados:

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z

1A

## Mis Barcos

Número de Disparos Utilizados:

1630	9263	4127	405	4429	7113	3176	4015	7976	88	3465	1571	8625
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
2587	7187	5258	8020	1919	141	4414	3056	9118	717	7021	3076	3336
N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z

## Tus Barcos

Número de Disparos Utilizados:

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z

# 1B

# Mis Barcos

Número de Disparos Utilizados:

163	445	622	1410	1704	2169	2680	2713	2734	3972	4208	4871	5031
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
5283	5704	6025	6801	7440	7542	7956	8094	8672	9137	9224	9508	9663
N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z

# Tus Barcos

Número de Disparos Utilizados:

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z

# 2A

## Mis Barcos

Número de Disparos Utilizados:

33	183	730	911	1927	1943	2200	2215	3451	3519	4055	5548	5655
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
5785	5897	5905	6118	6296	6625	6771	6831	7151	7806	8077	9024	9328
N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z

## Tus Barcos

Número de Disparos Utilizados:

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z

# 2B

## Mis Barcos

## Número de Disparos Utilizados:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A 9047	C 3080		E 5125	H 8051	L 7116	O 6000	R 9891	V 4392	W 1062
B 1829	D 9994		F 1480	I 1481	M 8944	P 7432	S 1989		X 2106
			G 8212	J 4712	N 4128	Q 4110	T 2050		Y 5842
				K 6422			U 8199		Z 7057

## Tus Barcos

## Número de Disparos Utilizados:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	E	H		L		O	R	V	Y
B	F	I	K	M		P	S	W	Z
C	G	J		N		Q	T	X	
D							U		

# 3A

## Mis Barcos

Número de Disparos Utilizados:

0	A 9308 B 1478 C 8417 D 9434	1	E 6519 F 2469 G 5105	2	H 1524 I 8112 J 2000	3	K 4135	4	L 9050 M 1265 N 5711	5		6	O 4200 P 7153 Q 6028	7	R 3121 S 9503 T 1114 U 7019	8	V 2385 W 5832 X 1917	9	Y 1990 Z 2502
---	--------------------------------------	---	----------------------------	---	----------------------------	---	--------	---	----------------------------	---	--	---	----------------------------	---	--------------------------------------	---	----------------------------	---	------------------

## Tus Barcos

Número de Disparos Utilizados:

0	A B	1	C D	2		3	E F G	4	H I J K	5	L M N	6	O P Q	7	R S T U	8	V	9	W X Y Z
---	--------	---	--------	---	--	---	-------------	---	------------------	---	-------------	---	-------------	---	------------------	---	---	---	------------------

# 3B

## Mis Barcos

Número de Disparos Utilizados:

6123	1519	9024	5164	2038	2142	7156	9974	9375	7104	1004	1023	5108
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1884	3541	5251	4840	3289	3654	2480	5602	8965	4053	2405	2304	1959
N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z

## Tus Barcos

Número de Disparos Utilizados:

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z

# 1A'

## Mis Barcos

Número de Disparos Utilizados:

2387	9003	3951	5695	1284	4761	7118	1196	1741	3791	3405	3132	6682
<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>	<b>I</b>	<b>J</b>	<b>K</b>	<b>L</b>	<b>M</b>
9493	9864	7359	1250	7036	2916	7562	9299	8910	6713	5173	8617	4222
<b>N</b>	<b>O</b>	<b>P</b>	<b>Q</b>	<b>R</b>	<b>S</b>	<b>T</b>	<b>U</b>	<b>V</b>	<b>W</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>

## Tus Barcos

Número de Disparos Utilizados:

<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>	<b>I</b>	<b>J</b>	<b>K</b>	<b>L</b>	<b>M</b>
<b>N</b>	<b>O</b>	<b>P</b>	<b>Q</b>	<b>R</b>	<b>S</b>	<b>T</b>	<b>U</b>	<b>V</b>	<b>W</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>

# 1B'



## Mis Barcos

Número de Disparos Utilizados:

28	326	943	1321	1896	2346	2430	2929	3106	3417	4128	4717	4915
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
5123	5615	6100	7015	7120	7695	7812	8103	8719	9020	9608	9713	9911
N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z

## Tus Barcos

Número de Disparos Utilizados:

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z

# 2A'

## Mis Barcos

Número de Disparos Utilizados:

56	194	306	1024	1510	1807	2500	2812	3011	3902	4178	5902	5915
<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>	<b>I</b>	<b>J</b>	<b>K</b>	<b>L</b>	<b>M</b>
6102	6526	6818	7020	7155	7913	8016	8230	8599	8902	9090	9526	9812
<b>N</b>	<b>O</b>	<b>P</b>	<b>Q</b>	<b>R</b>	<b>S</b>	<b>T</b>	<b>U</b>	<b>V</b>	<b>W</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>

## Tus Barcos

Número de Disparos Utilizados:

<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>	<b>I</b>	<b>J</b>	<b>K</b>	<b>L</b>	<b>M</b>
<b>N</b>	<b>O</b>	<b>P</b>	<b>Q</b>	<b>R</b>	<b>S</b>	<b>T</b>	<b>U</b>	<b>V</b>	<b>W</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>

**2B'**

## Mis Barcos

Número de Disparos Utilizados:

0	A 1982 	B 7841 	1	C 6113 	D 1055 	2	3	E 9121 	F 1011 	G 2984 	4	H 5009 	I 2651 	J 1751 	K 4848 	5	L 1248 	M 1716 	N 2148 	6	O 2004 	P 5173 	Q 2806 	7	R 9369 	S 1321 	T 3004 	U 7190 	8	V 3285 	9	W 9172 	X 2052 	Y 6012 	Z 7525 
---	------------	------------	---	------------	------------	---	---	------------	------------	------------	---	------------	------------	------------	------------	---	------------	------------	------------	---	------------	------------	------------	---	------------	------------	------------	------------	---	------------	---	------------	------------	------------	------------

## Tus Barcos









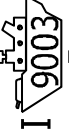

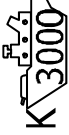


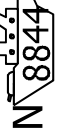




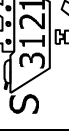







Número de Disparos Utilizados:

0	A 	B 	C 	D 	1	E 	F 	G 	2	H 	I 	J 	3	K 	4	L 	M 	N 	5	6	O 	P 	Q 	7	R 	S 	T 	U 	8	V 	W 	X 	9	Y 	Z 
---	-------	-------	-------	-------	---	-------	-------	-------	---	-------	-------	-------	---	-------	---	-------	-------	-------	---	---	-------	-------	-------	---	-------	-------	-------	-------	---	-------	-------	-------	---	-------	-------

# 3A'





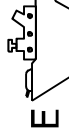
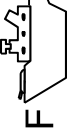

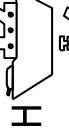

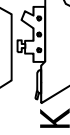

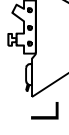
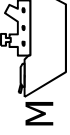






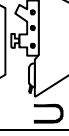






## Mis Barcos

Número de Disparos Utilizados:

0	 A 8615	 B 7003	 C 1991	 D 6211	1	 E 1361	 F 7644	 G 5600	2	 H 7726	 I 9003	 J 5557	3	 K 3000	4	 L 1814	 M 2002	 N 8844	5		6	 O 9656	 P 4002	 Q 1221	7	 R 6993	 S 3121	 T 4300	 U 1907	8	 V 8208	 W 9423	 X 4176	9	 Y 2917	 Z 4122
---	--	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	---	--	--	--	---	--	---	--	--	--	---	--	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--

## Tus Barcos

Número de Disparos Utilizados:

0	 A	 B	1	 C	 D	2		3	 E	 F	 G	4	 H	 I	 J	 K	5	 L	 M	 N	6	 O	 P	 Q	7	 R	 S	 T	 U	8	 V	9	 W	 X	 Y	 Z
---	---	---	---	---	---	---	--	---	--	---	---	---	--	---	---	---	---	---	--	--	---	--	---	---	---	--	---	---	---	---	---	---	--	---	---	---

# 3B'

## ¿De qué se trata?

---

Las computadoras guardan mucha información y necesitan poder revisarla rápidamente. Uno de los problemas de búsqueda más grandes del mundo los encuentran los programas de búsqueda en Internet, que deben revisar miles de millones de páginas web en una fracción de segundo. El dato que se le pide a la computadora que busque, como una palabra, un código de barras o el nombre de un autor, se conoce como *llave de búsqueda*.

Las computadoras procesan información muy rápido y podrías pensar que para encontrar algo deberían simplemente empezar a buscar por el principio y continuar hasta encontrar la información deseada. Esto es lo que hicimos en el Juego de Búsqueda Lineal. Pero este método es muy lento, aún para las computadoras. Por ejemplo, supón que un supermercado tiene 10,000 productos diferentes en sus estantes. Cuando se escanea un código de barras en la caja, la computadora debe buscar en una lista de 10,000 números para encontrar el nombre del producto y el precio. Aunque sólo le tomara una milésima de segundo revisar cada código, se necesitarían 10 segundos para recorrer toda la lista. ¡Imagina cuánto tiempo tardarían en cobrar las compras de toda una familia!

Una estrategia mejor es la *búsqueda binaria*. En este método los números se acomodan en orden. Revisando el elemento que está en la mitad de la lista se identifica en qué mitad está la llave de búsqueda. El proceso se repite hasta que se encuentra el elemento. Regresando al ejemplo del supermercado, los 10,000 elementos se pueden revisar ahora con sólo catorce pruebas, que lleva dos centésimas de segundo—que ni se notan.

Una tercera estrategia para buscar datos se llama *hashing*. Aquí la llave de búsqueda se manipula para que indique exactamente dónde encontrar la información. Por ejemplo, si la llave de búsqueda es un número telefónico, se podrían sumar todos los dígitos del número y tomar el residuo cuando se divide entre 11. En este sentido, una llave hash es un poco como los dígitos checksum que se vieron en la Actividad 4—una pequeña porción de información cuyo valor depende de los demás datos que se están procesando. Normalmente la computadora encuentra lo que está buscando inmediatamente. Hay una pequeña probabilidad de que varias llaves terminen en el mismo lugar, en cuyo caso la computadora debe buscar entre ellas hasta encontrar la que está buscando.

Los programadores normalmente usan alguna versión de la estrategia de hashing para buscar, a menos que sea importante mantener los datos en orden o que la ocasional respuesta lenta sea inaceptable.

# Actividad 7

---

## El Más Ligero y el Más Pesado – *Algoritmo de Ordenamiento*

### Resumen

Las computadoras se utilizan con frecuencia para poner las listas en algún tipo de orden, por ejemplo, los nombres en orden alfabético, las reuniones de trabajo o los correos electrónicos por la fecha, o las claves de artículos por orden numérico. Ordenar las listas nos ayuda a encontrar las cosas rápidamente, y también facilita el identificar cuáles son los valores extremos en la lista. Si ordenas las notas de un examen en orden numérico, las notas mayores y menores se hacen evidentes.

Si utilizas un método incorrecto, puede tomarse mucho tiempo el ordenar la lista, incluso utilizando una computadora rápida. Afortunadamente se conocen varios métodos rápidos para ordenar listas. En esta actividad los niños descubrirán diferentes métodos para ordenar, y verán cómo un método inteligente puede realizar la tarea más rápidamente que un método de ordenamiento sencillo.

### Relación con Otros Cursos

- ✓ Matemáticas: Llevar a cabo tareas prácticas de pesaje
- ✓ Utilizar balanzas
- ✓ Ordenamiento
- ✓ Comparación

### Edades

- ✓ 8 años en adelante

### Materiales

Cada grupo de niños necesitará:

- ✓ Grupos de 8 envases del mismo tamaño pero de diferente peso (por ejemplo envases de leche o latas de película fotográfica rellenas con arena)
- ✓ Balanza
- ✓ Hoja de Actividad: Ordenando Objetos (página 66)
- ✓ Hoja de Actividad: Dividir y Conquistar (página 67)

# El Más Ligero y el Más Pesado

---

## Discusión

Frecuentemente las computadoras necesitan ordenar listas de cosas. Haga una lluvia de ideas de diferentes situaciones en donde es importante que las cosas o la información esté ordenada. ¿Qué sucedería si estas cosas o información no estuvieran en orden?

Usualmente las computadoras comparan dos valores a la vez. La actividad en la siguiente página utiliza esta restricción para darle a los niños una idea de cómo las computadoras realizan esta tarea.

## Actividad

5. Divida a los niños en grupos.
6. Cada grupo de niños necesitará una copia de la hoja de actividad de la página 66, sus propios pesos y balanza.
2. Haga que los niños realicen esta actividad y posteriormente discutan los resultados.

## Hoja de Actividad: Ordenando Objetos

**Objetivo:** Encontrar el mejor método para ordenar un grupo de objetos por su peso, sin conocer inicialmente cuánto pesa cada uno.

**Que necesitas:** Arena o agua, 8 envases idénticos, una balanza

**Qué debes hacer:**

1. Llena cada envase con diferentes cantidades de arena o agua. Cierra cada envase firmemente.
2. Mézclalos hasta que no seas capaz de reconocer el orden de los envases por su peso.
3. Encuentra el envase más liviano. ¿Cuál es la manera más fácil de hacerlo?

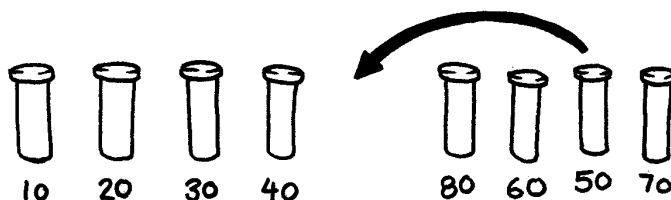
**Nota:** Solo tienes permitido utilizar la balanza para saber el peso de cada uno de los envases. Solo dos envases pueden ser comparados a la vez.

4. Selecciona aleatoriamente 3 envases y ordénalos del más liviano al más pesado utilizando solamente la balanza. ¿Cómo hiciste esto? ¿Cuál es el mínimo número de comparaciones para ordenar los envases? ¿Por qué?
5. Ahora ordena todos los envases del más liviano al más pesado.

Cuando consideres que has terminado, verifica si están correctamente ordenados volviendo a pesar cada par de envases que se encuentren juntos.

### Ordenamiento por selección

Uno de los métodos que una computadora puede utilizar se le conoce como *ordenamiento por selección*. Así es como trabaja: Primero encuentra el envase más liviano en la lista y ponlo en una nueva lista. Luego encuentra el más liviano entre los envases que quedaron y ponlo en la nueva lista. Repite este proceso hasta que hayas quitado todos los envases.



Cuenta cuántas comparaciones hiciste.

**Extra para los Expertos:** Muestra cómo puedes calcular matemáticamente cuántas comparaciones se necesitan para ordenar 8 envases. ¿Cuántas para ordenar 9 envases? ¿Y cuántas para ordenar 20?



# Hoja de Actividad: Dividir y Conquistar

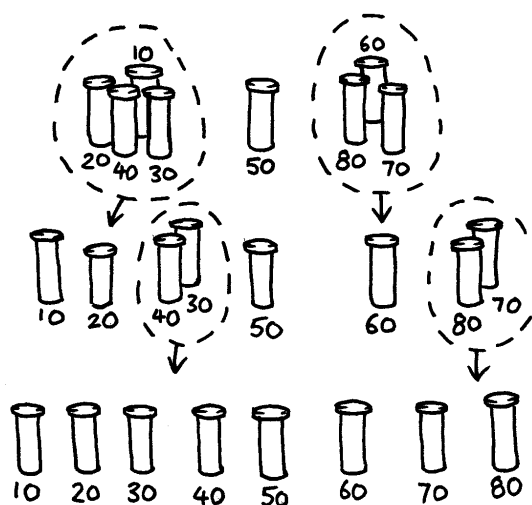
## Quicksort

El método conocido como Quicksort es más rápido que el ordenamiento por selección, en particular con listas muy largas. De hecho, es uno de los mejores métodos que se conocen. A continuación se describe cómo funciona.

Selecciona aleatoriamente uno de los envases y colócalo en uno de los lados de la balanza. Ahora compara éste con cada uno de los envase restantes. Coloca aquellos que son más livianos a la izquierda, luego coloca el envase que seleccionaste en el centro, y los envases más pesados a la derecha. (Es posible que termines con muchos más envases en un lado que en el otro.)

Selecciona uno de los grupos y repite este procedimiento. Haz lo mismo con el otro grupo. Recuerda que debes mantener el envase que seleccionas en el centro.

Repite este procedimiento en cada grupo que vayas formando hasta que ninguno de los grupos tenga más de un envase. Una vez que todos los grupos hayan sido divididos en grupos de un solo envase, entonces los envases estarán ordenados del más liviano al más pesado.



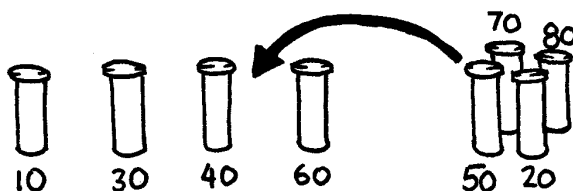
¿Cuántas comparaciones hiciste en este proceso? Debes encontrar que el Quicksort es un método más eficiente que el de selección, a menos que en cada ocasión hayas seleccionado el más liviano o el más pesado. Si fuiste afortunado en seleccionar en cada ocasión el envase con el peso de en medio, debes haber hecho solamente 14 comparaciones, a diferencia de las 28 comparaciones del ordenamiento por selección. En ningún caso el método Quicksort podrá ser peor que el método por selección, ¡por el contrario podrá ser mejor!

**Extra para los Expertos:** Si en el Quicksort accidentalmente se selecciona siempre el envase más ligero, ¿cuántas comparaciones se utilizarán?

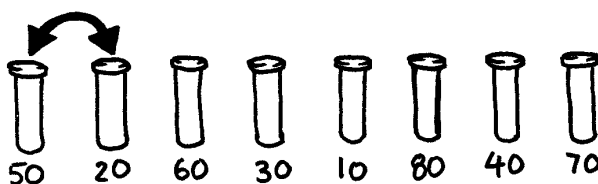
## Variaciones y Extensiones

Se han inventado muchos otros métodos para ordenar. Puedes intentar ordenar tus envases con los siguientes:

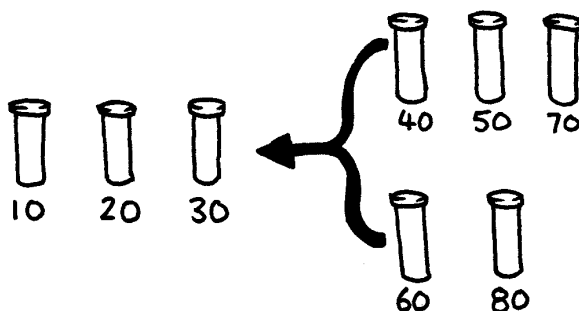
El *Ordenamiento por Inserción* consiste en eliminar un objeto de un grupo de objetos que no han sido ordenados e insertándolo en su posición correcta en una nueva lista (ve la figura de abajo). Con cada inserción, el grupo de objetos no ordenados se reduce y la nueva lista de objetos ordenados crece, hasta que todos los objetos estén ordenados. Los jugadores de cartas por lo general utilizan este método para ordenar sus cartas.



El *Ordenamiento de la Burbuja* (o *Bubblesort*) consiste en recorrer la lista una y otra vez, intercambiando las parejas de objetos que se encuentran juntos y que están en el orden incorrecto. La lista estará completamente ordenada cuando no haya ningún intercambio al recorrer la lista. Este método no es muy eficiente, pero para algunas personas es más fácil de entender que los otros métodos.



El *Ordenamiento por Mezcla* (o *Mergesort*) es otro método que utiliza el proceso de “divide y vencerás” sobre una lista de objetos. Primero, la lista es dividida de manera aleatoria en dos listas del mismo tamaño (o casi iguales si se tiene un número impar de objetos). Luego se ordena cada lista con la mitad de los elementos, y finalmente las dos listas son mezcladas para formar una sola lista. Mezclar dos listas ordenadas es muy fácil—seleccionas repetidamente el menor de los dos objetos al frente de las dos listas. En la figura de abajo, los envases de 40 y 60 gramos son los objetos que se encuentran al frente de las listas, así que el siguiente objeto a añadir es el envase de 40 gramos. ¿Cómo ordenas las listas de menor tamaño? Es fácil— ¡utilizando nuevamente el mergesort! Eventualmente, todas las listas van a reducirse a un solo elemento, así que no debes preocuparte sobre cuando debes parar.



## ¿De Qué Trata Todo Esto?

---

La información es mucho más fácil de encontrar en una lista ordenada. Los directorios telefónicos, los diccionarios, los índices de los libros, todos ellos están ordenados alfabéticamente. La vida sería mucho más difícil sino lo estuvieran. Si una lista de números (como una lista de las compras hechas en la semana) se encuentra ordenada, entonces es muy fácil encontrar los números con el menor y el mayor valor, ya que se encuentran al inicio y al final de la lista. También es fácil de localizar los valores duplicados, ya que se encontrarían juntos en la lista ordenada.

Las computadoras dedican mucho de su tiempo en ordenar cosas, así que los científicos de la computación deben encontrar maneras rápidas y eficientes de hacerlo. Algunos de los métodos más lentos como el ordenamiento por inserción, el ordenamiento por selección y el ordenamiento de burbuja pueden ser útiles en situaciones especiales, pero generalmente se utilizan los métodos más rápidos como el quicksort.

El método de Quicksort utiliza un concepto llamado recursión. Esto significa que sucesivamente divides una lista en partes más pequeñas, y luego aplicas el mismo método de ordenamiento en cada una de estas partes. A este enfoque en particular se le llama *divide y vencerás*. La lista es dividida repetidamente hasta que es lo suficientemente pequeña para ser conquistada. Para el método de quicksort, las listas se dividen hasta que contienen un solo objeto. ¡Es trivial ordenar la lista de un solo elemento! Aunque esto pareciera complicado, en la práctica es dramáticamente más rápido que los otros métodos.

# Soluciones y Sugerencias

---

1. La mejor manera de encontrar el objeto más liviano es comparando cada uno de los envases, y manteniendo el envase que ha sido el más liviano hasta ese momento. Esto es, compara dos envases, y deja el más ligero de los dos. Ahora compara éste con otro envase y deja nuevamente el más ligero. Repite este proceso hasta que todos los envases hayan sido comparados.
2. Compara los envases en la balanza. Esto puede hacerse fácilmente con tres comparaciones, y en ocasiones es suficiente con dos comparaciones—si los niños se dan cuenta que la operación de comparación es transitiva (esto es, si A es más liviano que B y B es más liviano que C, entonces A debe ser más liviano que C).

## Expertos:

El siguiente es un atajo para obtener el número de comparaciones que lleva a cabo el método de ordenamiento por selección.

Para encontrar el menor de dos objetos, solo necesitas una comparación, tres objetos necesitan dos comparaciones, cuatro necesitan tres, y así sucesivamente. Para ordenar ocho objetos, el ordenamiento por selección utiliza siete comparaciones para encontrar el primer objeto, seis para encontrar el siguiente, cinco para el siguiente y así sucesivamente. Esto nos da:

$$7 + 6 + 5 + 4 + 3 + 2 + 1 = 28 \text{ comparaciones.}$$

$n$  objetos necesitarán  $1 + 2 + 3 + 4 + \dots + n - 1$  comparaciones para ser ordenados.

Sumar estos números es sencillo si los reagrupamos.

Por ejemplo, la suma de los números  $1 + 2 + 3 + \dots + 20$ , puede ser reagrupada como sigue

$$(1 + 20) + (2 + 19) + (3 + 18) + (4 + 17) + (5 + 16) +$$

$$(6 + 15) + (7 + 14) + (8 + 13) + (9 + 12) + (10 + 11)$$

$$= 21 \times 10$$

$$= 210$$

En general, la suma  $1 + 2 + 3 + 4 \dots + n - 1 = n(n - 1)/2$ .

# Actividad 8

---

## Gánale al Reloj—*Redes de Ordenamiento*

### Resumen

A pesar de que las computadoras son rápidas, existe un límite, en cuanto a la rapidez con la que pueden resolver problemas. Una manera de acelerar el proceso consiste en utilizar diversas computadoras para resolver diferentes partes de un problema. En esta actividad vamos a utilizar una metodología llamada “Redes de Ordenamiento”, que realizan diversas comparaciones y ordenamientos al mismo tiempo.

### Relación con Otros Cursos

- ✓ Matemáticas: Explorando números: Mayor Que y Menor Que.

### Habilidades

- ✓ Comparación
- ✓ Clasificación
- ✓ Desarrollo de Algoritmos
- ✓ Cooperación en la solución de problemas

### Edades

- ✓ 7 años en adelante.

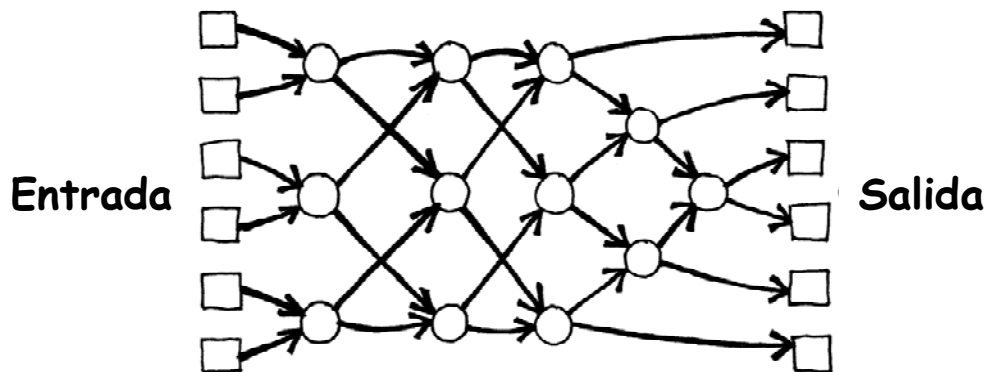
### Materiales

Esta es una actividad grupal y se lleva a cabo al aire libre.

- ✓ Gis o tiza
- ✓ Dos juegos de 6 tarjetas.  
Copia de la Hoja Maestra: “Clasificación de Redes” (página 75) en una tarjeta y recórtala.
- ✓ Reloj

# Redes de Ordenamiento

Antes de realizar la actividad, utiliza el gis o la tiza para copiar la siguiente red en el piso de cemento de una cancha de juegos.



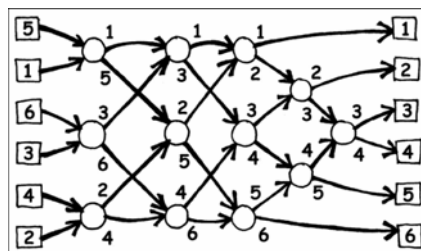
## Instrucciones para los niños.

Esta actividad te mostrará como las computadoras ordenan números aleatorios utilizando un proceso llamado "Redes de Ordenamiento".

1. Hay que organizarse en grupos de seis. Solamente un equipo a la vez utilizará la Red.
2. Cada miembro del equipo toma una tarjeta numerada.
3. Cada niño del equipo se para en un cuadrado del lado izquierdo (Entrada) de la red marcada en la cancha de juegos. Los números deberán estar en desorden.
4. Los niños se moverán por las líneas marcadas, y cuando alcancen un círculo, **deberán esperar a que alguien más llegue.**
5. Cuando otro miembro del equipo llegue al círculo, compararán sus tarjetas. El niño con el número más pequeño tomará la salida hacia arriba. El niño con el número más alto, tomará la salida hacia abajo.
6. ¿Están en el orden correcto cuando llegas al final de la red?

Si hay un equipo que cometa un error, los niños deben comenzar otra vez.

Verifica que hayan entendido la operación del círculo en la red, cuando el valor más pequeño va hacia la salida de arriba, el otro va hacia abajo. Por ejemplo:



## Hoja Maestra: Redes de Ordenamiento

---

1	2
3	4
5	6

---

156	221
289	314
422	499

## Variaciones

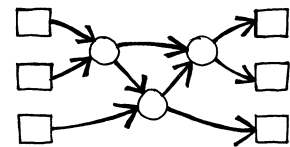
1. Cuando los niños se hayan familiarizado con la actividad, utiliza el reloj para registrar el tiempo que tarda cada equipo en recorrer la red.
2. Utiliza las tarjetas con los números grandes (las que tienen los tres dígitos en la hoja maestra).
3. Crea tarjetas con números más grandes que sean más difíciles de comparar, o utiliza palabras que puedan compararse alfabéticamente.

## Actividades de Extensión

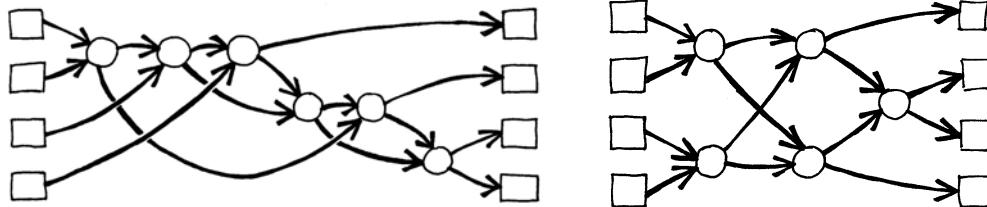
1. ¿Qué sucede si el niño se mueve hacia la salida de abajo en lugar de hacia arriba y viceversa? (Los números quedarán ordenados al contrario)

¿Funciona la red si se comienza por la salida? (No en todos los casos y los niños encontrarán ejemplos de resultados con el orden incorrecto.)

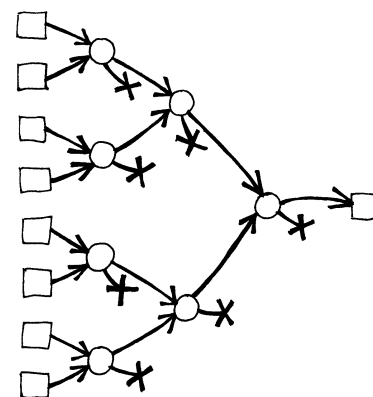
2. Trata de diseñar una red más pequeña o más grande. Por ejemplo, esta es una red que ordena solamente tres números. El niño debe de diseñar una red por cuenta propia.



3. Abajo se muestran dos redes diferentes, que ordenan cuatro entradas. ¿Cuál es la más rápida? (Es la segunda, ya que la primera utiliza comparaciones secuenciales, una en seguida de la otra. En la segunda, hay algunas comparaciones que se realizan al mismo tiempo. La primera red es un ejemplo de un proceso secuencial, mientras que la segunda red es un ejemplo de un proceso en paralelo que permite un procesamiento más rápido.)



4. Trata de crear una red más larga que ordene más números.
5. Las redes también pueden ser utilizadas para encontrar los valores mínimos o máximos de una entrada. Por ejemplo, esta es una red con ocho entradas, y la salida va a contener el valor mínimo de las entradas (los otros valores se quedarán en los puntos muertos de a red).



6. ¿Qué procesos en la vida diaria pueden o no pueden llevarse a cabo más rápido utilizando procesos paralelos? Por ejemplo, al cocinar, sería muy lento utilizar solamente un traste de cocina, ya que los alimentos tendrían que cocinarse uno por uno. ¿Qué actividades podrían terminarse más rápido al emplear más personas? ¿Qué actividades no?



# ¿De qué se trata todo esto?

---

Conforme más utilizamos las computadoras, cada vez queremos que procesen la información lo más rápido posible.

Una manera de incrementar la velocidad de una computadora consiste en escribir programas que utilicen menos pasos computacionales (como se muestra en las Actividades 6 y 7).

Otra manera de resolver los problemas más rápido consiste en asignar el trabajo a diversas computadoras para que trabajen al mismo tiempo en diferentes partes de la misma tarea. Por ejemplo, en la red para el ordenamiento de los seis números, a pesar de se utilizan un total de 12 para ordenar los números, más de tres comparaciones se llevan a cabo simultáneamente. Esto significa que el tiempo requerido será igual a realizar únicamente 5 pasos de comparación. Esta red paralela ordena la lista al doble de velocidad que un sistema que la ordene realizando una comparación a la vez.

No todas las tareas pueden completarse de manera más rápida utilizando procesos paralelos. La siguiente analogía puede ilustrar este concepto, imagina a una persona cavando un hoyo de 10 metros de largo. Si diez personas trabajan en él y cada una cava un metro de la tarea, este hoyo sería terminada más rápido. Sin embargo, la misma estrategia no puede aplicarse a un hoyo de diez metros de profundidad. El segundo metro sería accesible únicamente cuando el primer metro termine de ser cavado. Los especialistas en computación todavía están tratando de encontrar mejores métodos para dividir los problemas de manera que las computadoras puedan trabajar en procesos paralelos.

# Actividad 9

---

## La Ciudad Lodosa – *Árbol de Expansión Mínimo*

### Resumen

Nuestra sociedad está interconectada por diversas redes: redes telefónicas, redes de suministros, y redes de caminos. Para una red en particular, existe normalmente alguna opción sobre que caminos, cables o enlaces de radio pueden ser establecidos. Necesitamos encontrar maneras que conecten eficientemente los objetos en una red.

### Relación con Otros Cursos

- ✓ Matemáticas: Explorando figuras y espacios para encontrar las rutas más cortas en un mapa.

### Edades

- ✓ 9 años en adelante

### Habilidades

- ✓ Solución de problemas

### Materiales

Cada niño necesitará:

- ✓ Hoja de Actividad: “La Ciudad Lodosa” (página 80)
- ✓ Cuadros de cartón (aproximadamente 40 por niño)

# La Ciudad Lodosa

---

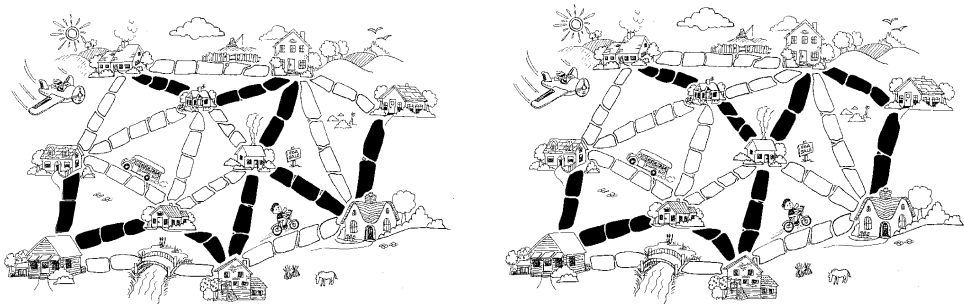
## Introducción

Esta actividad mostrará como las computadoras son utilizadas para encontrar las mejores soluciones en problemas de la vida real, tales como conectar cables de alto voltaje entre casas. El niño utilizará la hoja de trabajo de la página 78 que explica el problema “La Ciudad Lodosa”

## Discusión de seguimiento

Comparte las soluciones que los niños encontraron. ¿Qué estrategias utilizaron?

Una buena estrategia para encontrar la mejor solución es empezar con un mapa vacío y añadir poco a poco los cuadros hasta que todas las casas estén conectadas entre sí, añadiendo las rutas en orden creciente de longitud, pero no conectando las casas que ya están vinculadas previamente. Se pueden encontrar diferentes soluciones si se cambia el orden en que son agregadas las rutas de la misma longitud. A continuación se muestran dos posibles soluciones.



Otra estrategia consiste en iniciar con todas las rutas pavimentadas y posteriormente, borrar las rutas que no se necesiten. Sin embargo, esta estrategia requiere un mayor esfuerzo.

¿Dónde encontrarías una red en la vida real?

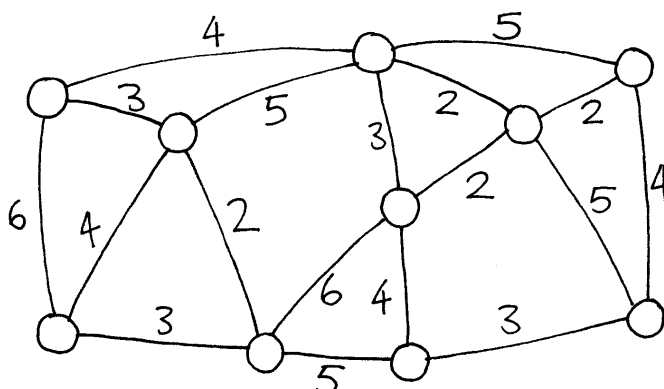
Los científicos computacionales le llaman “grafos” a las representaciones de las redes. Las redes reales pueden ser representadas por un grafo para resolver problemas, tales como el diseño de la mejor red de caminos entre diferentes ciudades, o la mejor ruta de vuelo para recorrer el país.

También hay otros algoritmos que pueden utilizar los grafos para encontrar la distancia más corta entre dos puntos, o la ruta más corta para visitar todos los puntos.



## Variaciones y Extensiones

Este es otro ejemplo de cómo representar las ciudades y sus caminos:



Las casas están representadas por círculos, los caminos lodosos por líneas, y la longitud de los caminos está dada por el número que se encuentra a un lado de la línea.

Los expertos en computación y matemáticas frecuentemente utilizan estos diagramas, llamados “*Grafos*”, para representar problemas. Esto puede ser confuso ya que el término “*Grafo*” es utilizado algunas veces en estadística, en donde significa que un diagrama representa valores numéricos, como por ejemplo las gráficas de barras. Pero las gráficas que los expertos en computación utilizan no se relacionan con esto. La longitud no es una representación a escala.

Por tu propia cuenta, diseña algunos problemas que contengan mapas de ciudades lodosas y resuélvelos con tus amigos.

¿Puedes encontrar una regla que describa cuantas rutas o conexiones son necesarias para obtener la mejor solución? ¿Esta solución depende de la cantidad de casas que hay en la ciudad?

# ¿De Qué Se Trata Todo Esto?

---

Vamos a suponer que estás diseñando la red de servicios de electricidad, gas o agua de la nueva comunidad. Se necesita una red de cables o tubos para conectar todas las casas al centro de distribución. Cada casa tiene que estar conectada a la red en algún momento, y no importa que ruta que se tome desde el centro de distribución a una la casa, siempre y cuando exista una ruta.

La tarea de diseñar la red con la longitud mínima se llama: “El árbol de expansión mínimo”.

Los árboles de expansión mínimos no solamente son útiles en las redes de gas y electricidad; también nos ayudan a resolver problemas en redes computacionales, redes telefónicas, líneas de gas, y rutas de aerolíneas. Sin embargo, cuándo hay que decidir las mejores rutas para las personas que estén viajando, hay que considerar que tan conveniente puede ser tanto la longitud del viaje como el posible costo. Ningún pasajero quiere pasar horas en un avión al tomar la ruta más larga hacia su destino, aunque sea la más barata. El algoritmo de la ciudad lodosa puede resultar poco útil para éste tipo de redes, porque solamente simplifica la longitud total de las rutas de los caminos o vuelos.

Los árboles de expansión mínimos son también útiles para resolver otros problemas de grafos, tales como el problema del “Agente Viajero”, que consiste en encontrar la ruta más corta para visitar cada punto de la red.

Existen otros algoritmos (métodos) eficientes para resolver problemas de árboles de expansión mínimos. Un método simple que proporciona una solución óptima consiste en iniciar sin conexiones, y agregarlas en orden incremental de tamaño, agregando solamente las conexiones que unan partes de la red que no hayan sido previamente conectadas. Este método se llama algoritmo de Kruskal en honor de J.B. Kruskal, que lo publicó en el año de 1956.

Para muchos otros problemas de grafos, incluyendo el problema del “Agente Viajero”, los científicos de la computación aun siguen trabajando para encontrar los métodos más rápidos que generen la mejor solución posible.

## Soluciones y Sugerencias

---

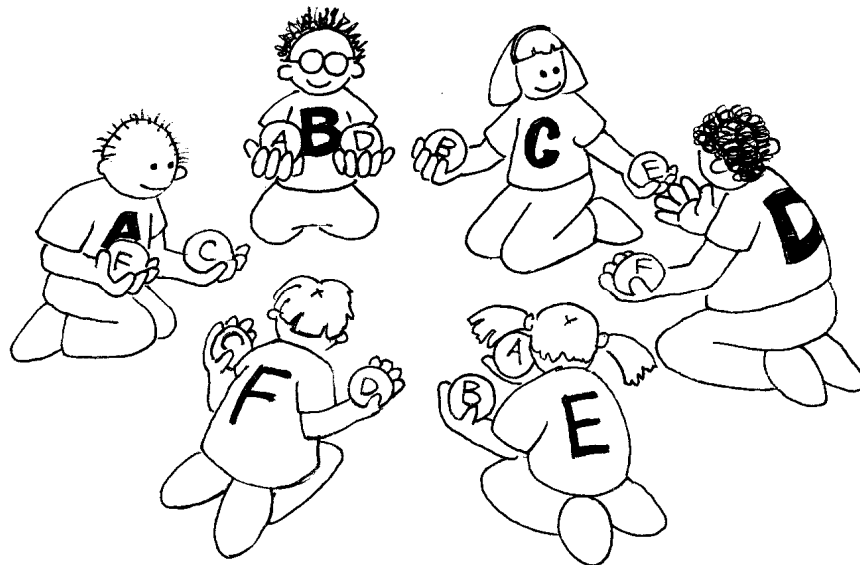
### Variaciones y Extensiones (página 79)

¿Cuántos caminos o conexiones son necesarios si existen  $n$  casas en la ciudad? Resulta que una solución óptima tendrá exactamente  $n-1$  conexiones. Esta es la cantidad de ligas suficiente para  $n$  casas y el agregar una más generará alternativas de rutas innecesarias entre las casas.

# Actividad 10

---

## El Juego de la Naranja – “Enrutamientos” y “Bloqueos Mutuos” en Redes



### Resumen

Cuando varias personas utilizan un solo recurso (tal como los autos en las carreteras o los mensajes en el Internet), existe la posibilidad de llegar a un “Bloqueo Mutuo”. Para evitarlo se requiere realizar trabajo en conjunto o cooperativo.

### Relaciones con Otros Cursos

- ✓ Matemáticas: Desarrollo del pensamiento lógico y razonamiento.

### Habilidades

- ✓ Solución de problemas en forma cooperativa
- ✓ Razonamiento lógico

### Edades

- ✓ 9 años en adelante

### Materiales

Cada niño necesitará:

- ✓ Dos naranjas o pelotas de tenis
- ✓ Tarjetas o gafetes

# El Juego de la Naranja

---

## Introducción

Este es un problema que se resuelve en grupo. El objetivo para cada niño consiste en terminar sosteniendo las naranjas marcadas con su propia letra.

1. Se sientan en círculo formando grupos de cinco niños o más.
2. Los niños tienen una etiqueta marcada con una letra del alfabeto (utiliza las tarjetas o gafetes). Por cada niño hay dos naranjas marcadas con su letra, con excepción de un niño, que solamente tendrá una naranja con la letra que le corresponda, para asegurar que siempre exista una mano vacía.
3. Entrega de manera aleatoria las naranjas a los niños. Cada uno deberá tener dos naranjas, a excepción de un niño que tendrá solo una. (Ningún niño debe tener naranjas con su propia letra.)
4. Los niños pasan las naranjas en el círculo, hasta que cada niño obtenga las naranjas con su propia letra del alfabeto. Para esto, hay que seguir dos reglas:
  - a) Sólo se sostiene una naranja en cada mano.
  - b) Cada naranja puede pasarse solo a la mano vacía del siguiente vecino en el círculo. (Los niños pueden pasar cualquiera de sus dos naranjas.)

Los niños notarán inmediatamente que si son “envidiosos” (y no pasan las naranjas a sus vecinos) el grupo probablemente no alcanzará la meta. Hay que enfatizar que los individuos no “ganan” el juego, el juego se resuelve cuando cada niño obtiene las naranjas con su propia letra.

## Preguntas para Discutir

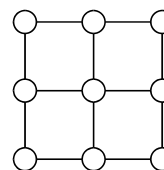
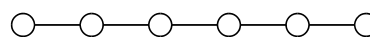
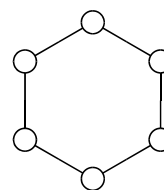
¿Qué estrategias siguieron los niños para resolver el problema?

En la vida real ¿Dónde has experimentado un caso de bloqueo mutuo? (Algunos ejemplos pueden estar relacionados con el tráfico, jugadores de baseball, o tumultos en salidas de emergencia.)

## Variaciones y Extensiones

Realiza la actividad en un círculo más pequeño o más grande.

- Promueve que los niños desarrollen nuevas reglas.
- Realiza la actividad en silencio.
- Crea diferentes configuraciones, como por ejemplo una línea en lugar de un círculo, o tener más de dos vecinos para algunos niños. Algunas sugerencias se muestran en la siguiente imagen.





# ¿De qué se trata todo esto?

---

Los problemas de enrutamiento y bloqueos mutuos se presentan en muchas redes, como en los sistemas de carreteras, teléfonos y sistemas computacionales. Los ingenieros pasan mucho tiempo resolviendo estos problemas y diseñando redes en donde estas situaciones sean fáciles de resolver.

En diversas redes, el enrutamiento, la congestión y el bloqueo mutuo pueden presentarse como un problema frustrante. Sólo piensa en la hora pico de tráfico de tu calle favorita. Esto ha sucedido en varias ocasiones en la ciudad de Nueva York, en donde el tráfico en las calles está tan congestionado que los bloqueos mutuos se convierten en situaciones en donde nadie puede mover su auto. El problema de bloqueo mutuo se presenta también en las redes de comunicación de computadoras que están dedicadas a los negocios (como en los bancos). Los ingenieros enfrentan el problema de diseñar redes en donde el enrutamiento sea eficiente y se pueda minimizar la congestión.

En ocasiones hay datos que más de una persona necesita utilizar al mismo tiempo. Si un documento financiero (como el balance de un cliente) está siendo actualizado, es importante “congelarlo” durante la actualización. Ya que de lo contrario alguien podría realizar la actualización en el momento de la modificación y registrarla incorrectamente. Por otra parte, el “congelamiento” puede interferir con otro documento y generar un bloqueo mutuo.

El cómputo paralelo es uno de los desarrollos más importantes en el diseño computacional. Cuando hay cientos o miles de procesadores tipo PC combinados en una red para formar una sola supercomputadora. Hay problemas como el Juego de la Naranja que deben jugarse en estas redes continuamente, pero mucho más rápido, con el objetivo de mantener a las computadoras trabajando de manera paralela.

# Parte III

Indicando a las Computadoras  
"Que Hacer" – *Representación de  
Procedimientos*

# Indicando a las computadoras “Que Hacer”

---

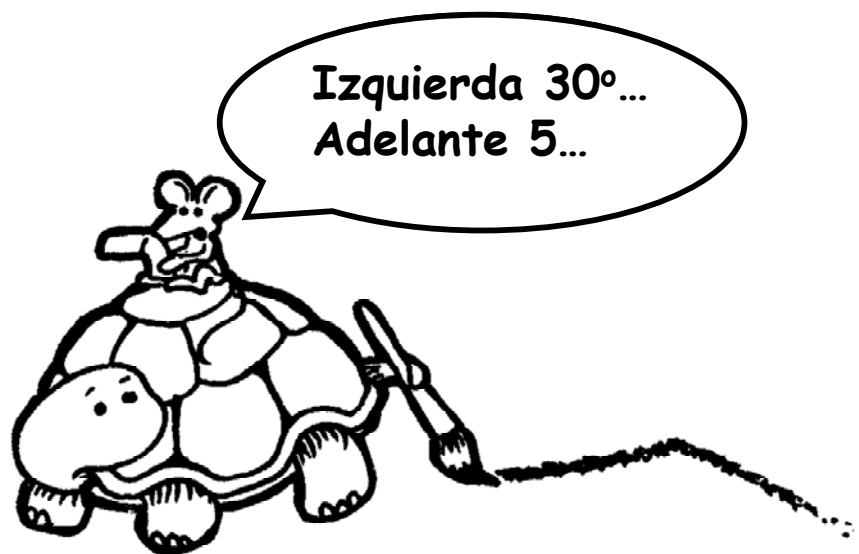
Las computadoras siguen instrucciones –en realidad millones de instrucciones por segundo. Para indicarle a una computadora que hacer, sólo tienes que especificarle las instrucciones correctamente. ¡Pero esto no es tan sencillo como parece!

Cuándo nosotros recibimos instrucciones utilizamos el sentido común para interpretarlas. Si alguien indica “Atraviesa la puerta”, sabemos que esto no significa que nos estrellamos con la puerta – Significa que debemos verificar primero si la puerta está cerrada y si es necesario, abrirla antes de atravesarla. Las computadoras son diferentes. De hecho, cuando forman parte de un robot con movilidad hay que ser muy cuidadosos y tomar medidas de precaución para evitar que se dañen, o se pongan en peligro por interpretar las instrucciones literalmente – como en el ejemplo de atravesar las puertas. Toma algún tiempo acostumbrarse a lidiar con una máquina que obedece las instrucciones literalmente, sin “pensar”.

Las dos actividades de esta sección nos proporcionarán una idea sobre cómo comunicarnos con máquinas que interpretan literalmente un conjunto de instrucciones.

La primera actividad nos mostrará como las “máquinas” llamadas Autómatas Finitos ayudan a las computadoras a reconocer secuencias de palabras, números, o caracteres.

La segunda actividad nos enseñará cómo podemos comunicarnos con las computadoras. Un buen programador tiene que aprender como indicarle a la computadora que hacer, utilizando un conjunto de instrucciones que serán interpretadas literalmente. A esta secuencia de instrucciones se le llama “Programa”. Hay muchos tipos de lenguajes de programación que un programador puede elegir para escribir sus instrucciones, en este ejemplo utilizaremos un lenguaje simple que no necesitará ser interpretado por una computadora.



# Actividad 11

---

## Búsqueda del Tesoro—*Autómata de Estado Finito*

### Resumen

Los programas de computadoras a menudo necesitan procesar una secuencia de símbolos tales como letras o palabras en un documento, o incluso el texto de otro programa de computadoras. Los científicos de la computación utilizan frecuentemente un autómata de estado finito para hacer esto. Un autómata de estado finito (AEF) sigue una serie de instrucciones para determinar si la computadora reconocer la palabra o cadena de símbolos. En esta actividad vamos a trabajar con algo equivalente a un AEF—¡con mapas de tesoros!

### Relación con Otros Cursos

- ✓ Matemáticas: Desarrollo de lógica y razonamiento—utilizar palabras y símbolos para describir y seguir patrones
- ✓ Estudios Sociales
- ✓ Español

### Habilidades

- ✓ Lectura de mapas sencillos
- ✓ Reconocer patrones
- ✓ Lógica
- ✓ Seguir instrucciones

### Edades

- ✓ 9 años en adelante

### Materiales

Usted necesitará:

- ✓ Un conjunto de cartas de las islas (¡Las instrucciones deben mantenerse ocultas de los niños que dibujarán el mapa!)  
Copia la Hoja Maestra: Cartas de las Islas (página 90 y siguientes) y recorte las cartas. Doble las cartas en la línea punteada y péguelas de manera que el frente de la carta tenga el nombre de la isla, y la parte posterior tenga las instrucciones.

Cada niño necesitará:

- ✓ Hoja de Actividad: Encuentra la Ruta a la Isla del Tesoro (página 93)
- ✓ Pluma o lápiz

Existen otras actividades adicionales, para ellas cada niño necesitará:

- ✓ Hoja de Actividad: Las Islas del Tesoro (página 99)
- ✓ Hoja de Actividad: El Misterioso Juego de las Monedas (página 100)

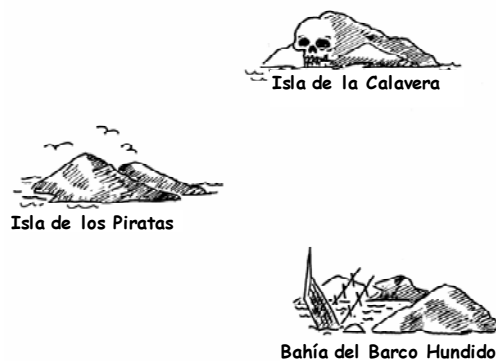
# La Isla del Tesoro

## Introducción

Tu meta es encontrar la Isla del Tesoro. Barcos de piratas amigos navegan a través de diferentes rutas ya establecidas entre las islas de esta parte del mundo, y les ofrecen a los viajeros llevarlos en su travesía. En cada isla encontrarás dos posibles barcos: A y B, y deberás decidir en cual de ellos vas a viajar. Tú objetivo es encontrar la mejor ruta que te lleve a la Isla del Tesoro. Cada vez que llegues a una isla deberás preguntar por el barco A o B (pero no ambos). La persona en esa isla te dirá solamente cual es la siguiente isla a donde te llevará el barco que seleccionaste. Los piratas no tienen un mapa de todas las islas disponibles. Utiliza tu mapa para que no pierdas de vista a donde te diriges y en que barcos has viajado.

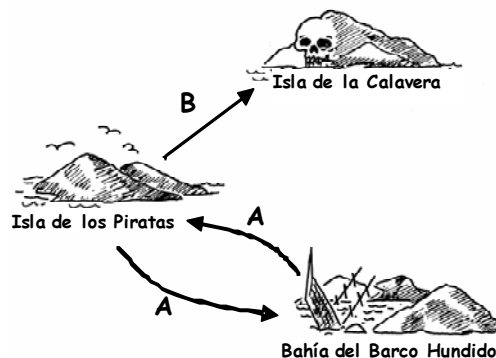
## Demonstración

Utilizando un pizarrón, dibuja un diagrama con tres islas como se muestra a continuación. (**Nota:** Este es un mapa diferente al que se utiliza en la actividad)



Copia las tres cartas de demostración que se encuentran en las siguientes dos páginas y reparte las cartas a tres niños. Advierte a los niños que las rutas en estas cartas son diferentes a las que utilizarán en la actividad principal.

Iniciando en la Isla de los Piratas, pide el barco A. El niño con la carta te dirigirá a la Bahía del Barco Hundido. Marca la ruta en el mapa. En la Bahía del Barco Hundido pregunta nuevamente por el barco A. Te dirigirán de regreso a la Isla de los Piratas. Marca la ruta en el mapa. Ahora pregunta por el barco B. Marca la ruta. Esta ruta te llevará a la Isla de la Calavera, ¡En donde te quedarás atrapado! Al final, tu mapa debe verse así:



# Cartas para la Demostración



Isla de los Piratas



Bahía del Barco Hundido



Isla de la Calavera



Bahía del Barco Hundido



Isla de los Piratas



Isla de la Calavera

Isla de los Piratas



Bahía del Barco Hundido



# Cartas para la Demostración

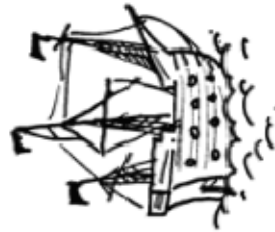
---







**Hoja de Actividad:  
Encuentra la Ruta a la Isla del Tesoro**



# Hoja Maestra: Cartas de las Islas (1/4)



Isla de los Piratas



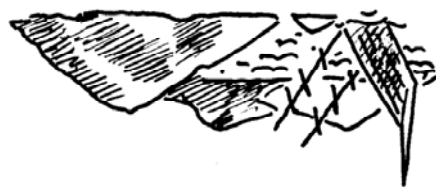
Isla de los Piratas



Bahía del Barco Hundido



Bahía del Barco Hundido



# Hoja Maestra: Cartas de las Islas (2/4)



Cerro de los Mosquetes

A →



Isla de los Piratas

B →



Isla de los Amotinados

Cerro de los Mosquetes



Isla de la Calavera

A →



Cerro de los Mosquetes

B →



Bahía del Barco Hundido

Isla de la Calavera



# Hoja Maestra: Cartas de las Islas (3/4)



Isla de los Amotinados



Isla de los Amotinados



Caleta del Contrabandista



Caleta del Contrabandista

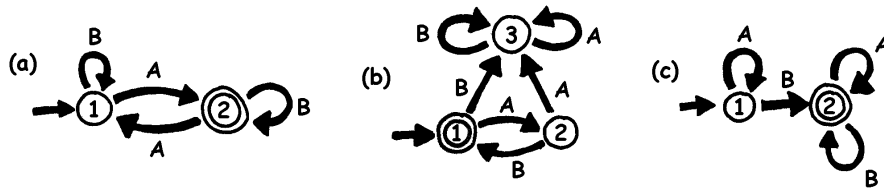


**Hoja Maestra: Cartas de las Islas (4/4)**



## Autómata de Estado Finito

Otra manera de dibujar un mapa es como sigue:



Las islas se muestran con círculos conteniendo números, y la isla final (con el tesoro) con un doble círculo. ¿Qué rutas podemos navegar para llegar a la isla final?

Observación: En el mapa (a) se llega al doble círculo (isla 2) solamente si la secuencia tiene un número impar de letras A (Por ejemplo AB, BABAA, o AAABABA).

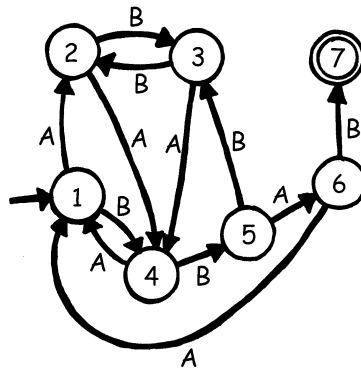
En el mapa (b) solamente se llega al doble círculo con una secuencia alternada de letras A y letras B (AB, ABAB, ABABAB, ...).

En el mapa (c) requiere que la secuencia contenga al menos una B (las únicas secuencias que *no* son adecuadas son A, AA, AAA, AAAA, ...).

# Hoja de Actividad: La Isla del Tesoro

¿Puedes crear tu propio mapa del tesoro? ¿Qué tan difícil puedes hacerlo para que puedan encontrar el tesoro? ¡Es el momento de hacer tu propio mapa!

1. A continuación se muestra una versión más complicada sobre cómo representar un mapa del tesoro. Es el mismo mapa que en el ejercicio anterior. Los científicos de la computación lo utilizan para diseñar patrones de letras.

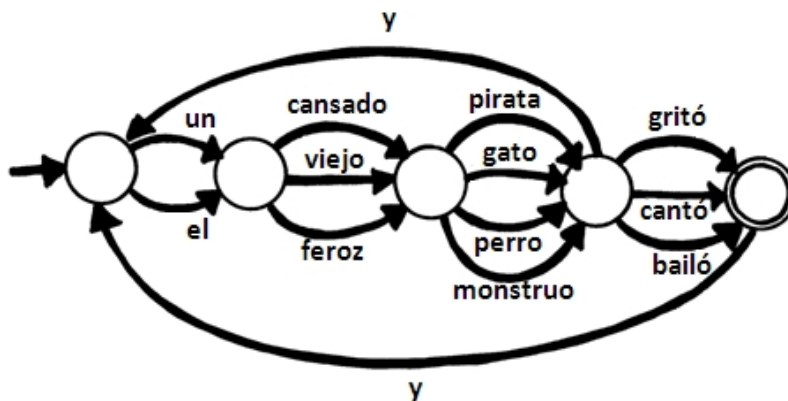


Dibuja un mapa como este, de manera que puedas ver claramente las rutas que tus barcos piratas deben seguir, y posteriormente haz tu propio mapa en blanco y las cartas de las islas. ¿Cuáles es la secuencia de rutas más eficiente para llegar a tu Isla del Tesoro?

2. ¿Qué tan buenos son tus amigos para leer un mapa? Dales una secuencia de letras A y B, y ve si pueden llegar a la isla correcta.

Puedes crear tu propia variedad de juegos y retos basados en la idea de autómatas de estado finito.

3. La siguiente es una manera de construir frases seleccionando rutas aleatorias a través de un mapa y escribiendo las palabras que vayas encontrado.



Ahora construye un mapa utilizando la misma idea. ¡Tal vez puedas crear una historia más divertida!

## Hoja de Actividad: El Misterioso Juego de la Moneda

Algunos amigos han bajado un juego de internet en donde un robot lanza una moneda y ellos deben adivinar cuando el resultado de la moneda será cara o sello. Al inicio el juego parece muy fácil. Al menos debe haber 50/50 probabilidades de ganar o perder— ¡o eso es lo que ellos piensan! Después de cierto tiempo ellos comienzan a sospechar. Al parecer existe un patrón en los resultados de la moneda. ¿Existe algún truco en el juego? ¡Eso no puede ser posible! Ellos deciden investigar. José escribe los resultados de los siguientes lanzamientos y encuentra lo siguiente: (c = cara, s = sello)

c c s c c s c c c s s c c c c s s c s s s c c c c c s c c c  
s s s c c c s s s c c c c c c s s c s s s s s s c s s c s s s  
c c c s s c c c s c c c c c c c c c s s c c c s s s s c c c  
c c s s s s s s s

¿Puedes encontrar algún patrón que pueda determinar un patrón en los lanzamientos de la moneda?

Existe un 'mapa' muy sencillo que describe la secuencia de los lanzamientos de la moneda. ¿Puedes dibujarlo? (**Sugerencia:** tiene solamente 4 'islas')



# ¿De Qué Trata Todo Esto?

---

Los autómatas de estado finito son utilizados en Ciencias Computacionales para ayudar a la computadora a procesar una secuencia de caracteres o eventos.

Un ejemplo sencillo es cuando marcas un número telefónico y obtienes un mensaje que dice “Oprima 1 para esto. Oprima 2 para aquello. Oprima 3 para hablar con la operadora.” Las teclas que oprimes son las entradas a un autómata de estado finito que existe en el otro lado del teléfono. El dialogo puede ser simple o muy complejo. En ocasiones te llevan en círculos porque existen ciclos en el autómata de estado finito. Si esto ocurre, es un error en el diseño del sistema— ¡y puede ser muy frustrante para la persona que llama!

Otro ejemplo es cuando utilizas un cajero automático en el banco. El programa en la computadora del cajero te lleva a una secuencia de eventos. Dentro del programa todas las posibles secuencias se encuentran definidas por un autómata de estado finito. Cada tecla que oprimas llevará al autómata a otro estado. Algunos de estos estados tienen instrucciones para la computadora del cajero, por ejemplo “entrega \$100 en efectivo” o “imprime un comprobante” o “expulsa la tarjeta”.

Algunos programas de computadora realmente procesan oraciones en español utilizando mapas como el de la página 97. Estos programas pueden generar oraciones o procesar las palabras que los usuarios escriben. En 1960 un científico de la computación escribió un programa muy famoso llamado “Eliza” (por Eliza Dolittle) que mantenía conversaciones con las personas. El programa pretendía ser un psicoterapeuta, y hacía preguntas como “Dime algo sobre tu familia” y “continúa.” Aunque no “entendía” nada, era lo suficientemente convincente —y los humanos lo suficientemente crédulos— que algunas personas realmente pensaban que estaban hablando con un psicoterapeuta humano.

Aunque las computadoras no son muy buenas en entender el lenguaje natural, pueden procesar muy fácilmente los lenguajes artificiales. Un tipo importante de lenguajes artificiales son los lenguajes de programación. Las computadoras utilizan autómatas de estado finito para leer programas y traducirlos en forma de instrucciones elementales que puedan ser “ejecutadas” directamente por la computadora.

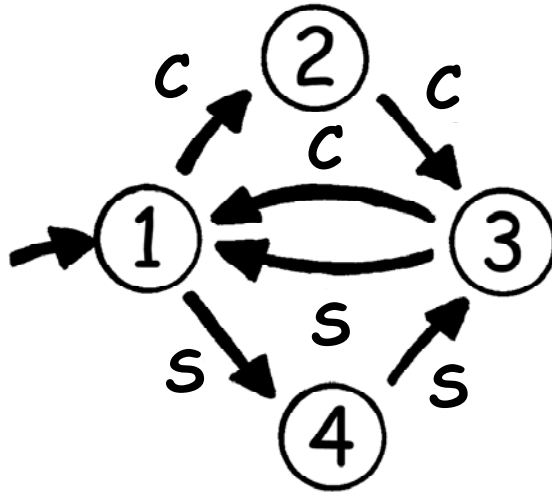


# Soluciones y Sugerencias

---

## El Misterioso Juego de la Moneda (página 98)

El misterioso juego de la moneda utiliza el siguiente mapa de lanzamientos de las monedas:



Si lo sigues cuidadosamente, encontrarás que de cada tres lanzamientos los primeros dos tienen el mismo resultado.

# Actividad 12

---

## Siguiendo Instrucciones— *Lenguajes de Programación*

### Resumen

Las computadoras generalmente se programan usando un “lenguaje,” que es un vocabulario limitado de instrucciones que pueden obedecer. Una de las cosas más frustrantes de la programación es que las computadoras siempre obedecen las instrucciones al pie de la letra, aunque produzcan resultados absurdos. Esta actividad proporciona a los niños cierta experiencia con este aspecto de la programación.

### Relación con Otros Cursos

- ✓ Español: Escucha interpersonal

### Habilidades

- ✓ Dar y seguir instrucciones.

### Edades

- ✓ 7 para arriba

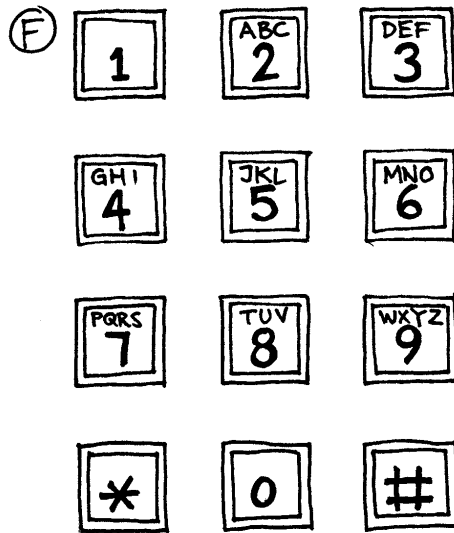
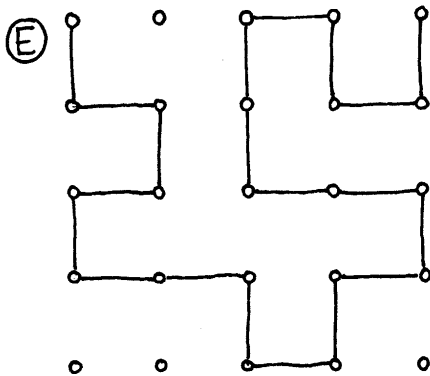
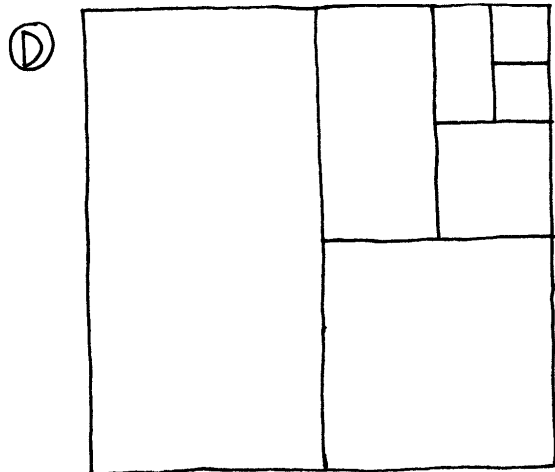
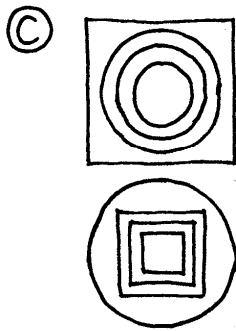
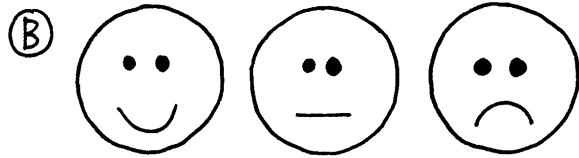
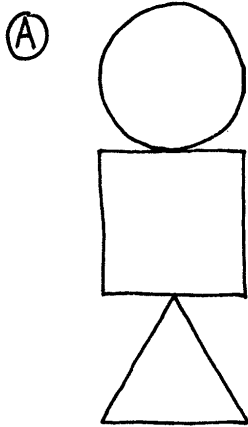
### Materiales

Necesitará:

- ✓ Tarjetas con imágenes como las que se muestran en la página siguiente.

Cada niño necesitará:

- ✓ Lápiz, papel y regla



# Siguiendo Instrucciones

---

## Introducción

Discutan si sería bueno que la gente siguiera instrucciones al pie de la letra. Por ejemplo, ¿qué pasaría si señalaras hacia una puerta cerrada y dijeras, “pasa por esa puerta”?

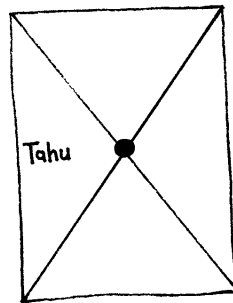
Las computadoras funcionan siguiendo una lista de instrucciones, y hacen exactamente lo que dicen las instrucciones— ¡aunque no hagan sentido!

## Ejemplo

Vea si los niños pueden dibujar esta figura a partir de las instrucciones.

1. Pinta un punto en el centro de tu hoja.
2. Empezando en la esquina superior izquierda de la hoja, usando la regla dibuja una recta que pase por el punto y termine en la esquina inferior derecha.
3. Empezando en la esquina inferior izquierda de la hoja, usando la regla dibuja una recta que pase por el punto y termine en la esquina superior derecha.
4. Escribe tu nombre en el triángulo que está en el centro del lado izquierdo de la hoja.

El resultado debería verse más o menos así:



## Actividades

Seleccione a un niño y proporciónale una imagen (como el ejemplo de la página 102). El niño debe describir la imagen para que la clase la reproduzca. Los niños pueden hacer preguntas para clarificar las instrucciones. El propósito es ver qué tan rápido y preciso se puede realizar el ejercicio.

Repita el ejercicio pero esta vez no permita hacer preguntas. Es mejor usar una imagen más sencilla para este ejercicio porque los niños suelen perderse rápidamente.

Ahora intente el ejercicio escondiendo al niño que da las instrucciones detrás de una pantalla y sin permitir preguntas, de modo que la única comunicación sea en la forma de instrucciones.

Haga notar que esta forma de comunicación es la más parecida a la que experimentan los programadores cuando escriben programas. Dan una serie de instrucciones a la computadora y no saben el efecto de las instrucciones hasta después.

Pida a los niños que dibujen una imagen y escriban sus instrucciones. Y posteriormente prueben el efecto de sus instrucciones por parejas o con toda la clase.

## Variaciones

1. Escribe las instrucciones para construir un avión de papel.
2. Escribe las instrucciones para llegar a un lugar secreto de la escuela usando instrucciones como “Camina hacia delante  $x$  metros”, “gira a la izquierda” (90 grados), y “gira a la derecha” (90 grados).

Los niños deben probar y refinar sus instrucciones hasta que tengan el efecto deseado.

3. Juego del ciego. Tape los ojos de un niño y haga que los otros niños lo dirijan alrededor del salón.

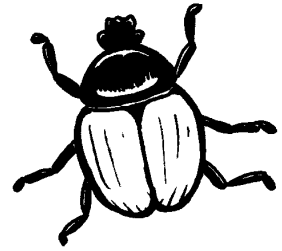
# ¿De qué trata todo esto?

---

Las computadoras operan siguiendo una lista de instrucciones conocidas como programa, que se ha escrito para llevar a cabo una tarea específica. Los programas se escriben en lenguajes que han sido especialmente diseñados para decir a las computadoras qué hacer con un conjunto limitado de instrucciones. Algunos lenguajes son más adecuados para ciertos propósitos que otros.

Independientemente de qué lenguaje usen, los programadores deben ser hábiles para especificar *exactamente* lo que quieren que haga la computadora. A diferencia de los humanos, una computadora sigue las instrucciones al pie de la letra aunque sean evidentemente ridículas.

Es importante que los programas estén bien escritos. Un pequeño error puede causar muchos problemas. ¡Imagina las consecuencias de un error en el programa de una computadora en el lanzamiento del trasbordador espacial, una planta nuclear o las señales en las vías del ferrocarril! A los errores se les conoce comúnmente como “bugs”, “bichos” en honor (dicen) de una palomilla que alguna vez se quitó (“debugged”) de un relevador eléctrico de una máquina calculadora electrónica a principios de los años cuarentas.



Mientras más complejos son los programas es más probable es que tengan errores. Este fue un tema muy importante cuando los Estados Unidos estaban trabajando en la Iniciativa de Defensa Estratégica (“Star Wars”), un sistema controlado por computadora que debía formar una defensa impenetrable contra un ataque nuclear. Algunos científicos afirmaron que no funcionaría nunca por la complejidad y la falta de confiabilidad inherentes de los programas. Los programas (software) deben probarse cuidadosamente para descubrir tantos errores como sea posible y por ello no sería factible probar este sistema de defensa ¡porque habría que lanzar misiles sobre los Estados Unidos para estar seguros de su funcionamiento!