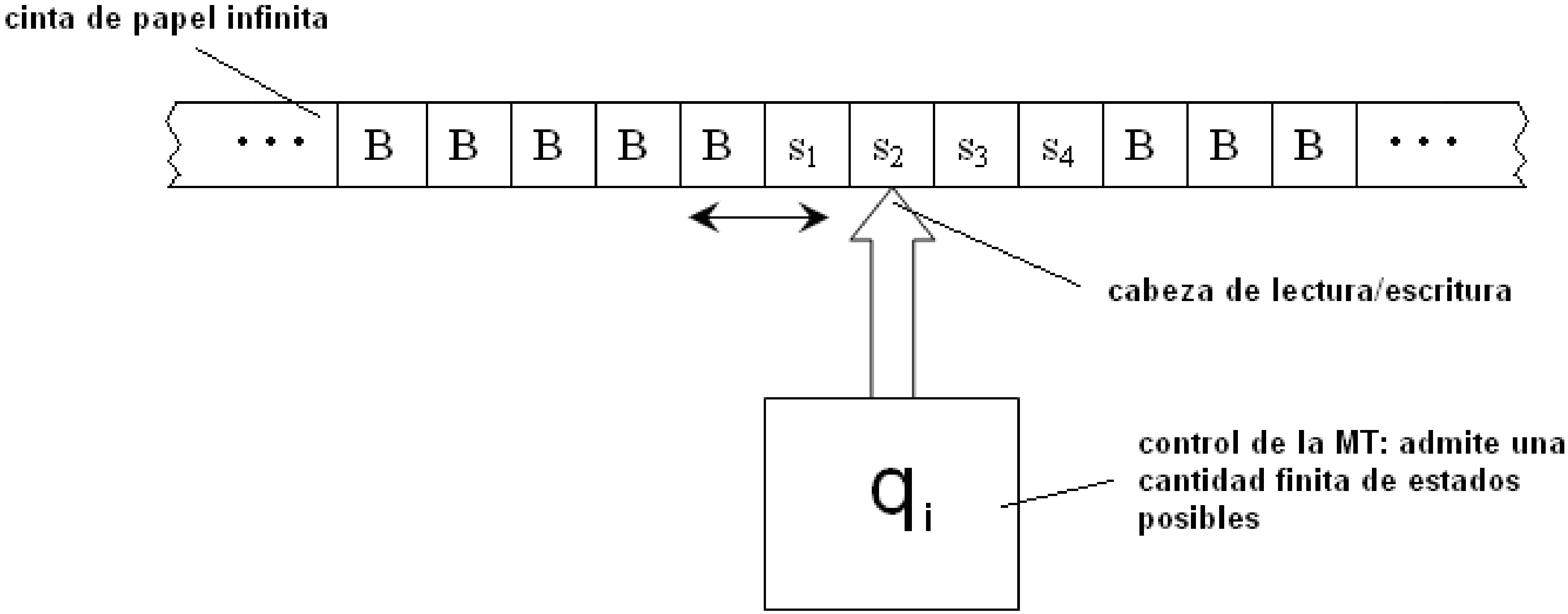
# Máquina de Turing

# Características del proceso de cálculo de una persona

- Se concentra en una porción restringida del papel
- Trabaja con un número finito de símbolos
- Puede cambiar la sección de papel en que se concentra (de acuerdo al símbolo que observa y a sus estado mental)
- Pasa por un número finito de estados mentales distinguibles
- Se asume que siempre contará con el papel suficiente para sus cálculos (se asume infinito)

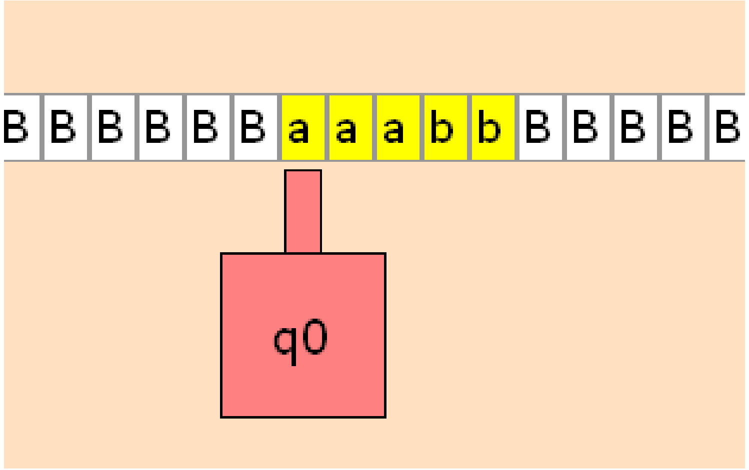
# Máquina de Turing




En cada instante, la máquina se encuentra en algún estado $q_i$, perteneciente al conjunto finito Q de todos los estados posibles

$$Q=\{q_0,q_1,q_2, \dots q_n\}$$

# Configuración inicial




- La máquina siempre comienza en el estado inicial $q_0$
- Si existe un string de entrada, la máquina comienza apuntando al primer símbolo de este string.
- Si no existe un string de entrada escrito en la cinta, sólo hay símbolos "B" en cada celda de la misma)
- El string de entrada estará limitado por infinitos B a izquierda y derecha. Además no hay ningún símbolo B en medio del string

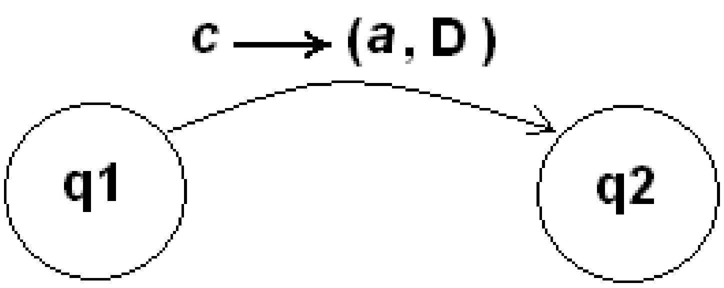
# Comportamiento de la máquina de Turing

- El comportamiento de la máquina está definido por una función de transición (programa)
- Dependiendo del símbolo en la celda actual y del estado corriente, la máquina efectúa en un único paso de computación las siguientes acciones
  1. Cambia de estado (o vuelve a elegir el actual)
  2. Escribe un símbolo en la celda actual, reemplazando lo que allí había (puede escribir el mismo símbolo que estaba)
  3. Mueve el cabezal a la izquierda o la derecha, exactamente una celda

# Ejemplos

| PROGRAMA | | | | |
|---|---|---|---|---|
| t | | t + 1 | | |
| q | s | q | s | m |
| q2 | *x* | q3 | *b* | I |
| q1 | *c* | q2 | *a* | D |
| q0 | *y* | q0 | *z* | D |

• • •

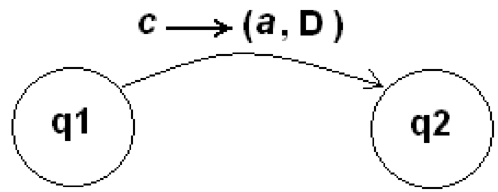


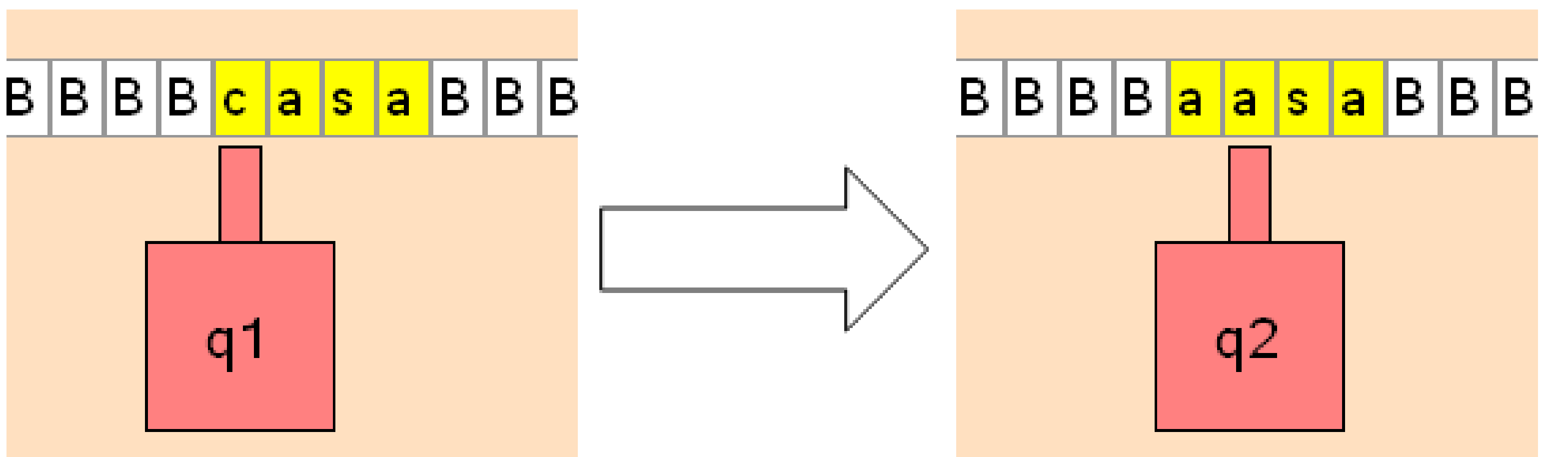

Estando en el estado q1, leyendo el símbolo *c* en la celda corriente, lo reemplaza con el símbolo *a* y mueve la cabeza a la derecha

PROGRAMA

| t | | t + 1 | | |
|---|---|---|---|---|
| q | s | q | s | m |
| q2 | *x* | q3 | *b* | I |
| q1 | *c* | q2 | *a* | D |
| q0 | *y* | q0 | *z* | D |

• • •



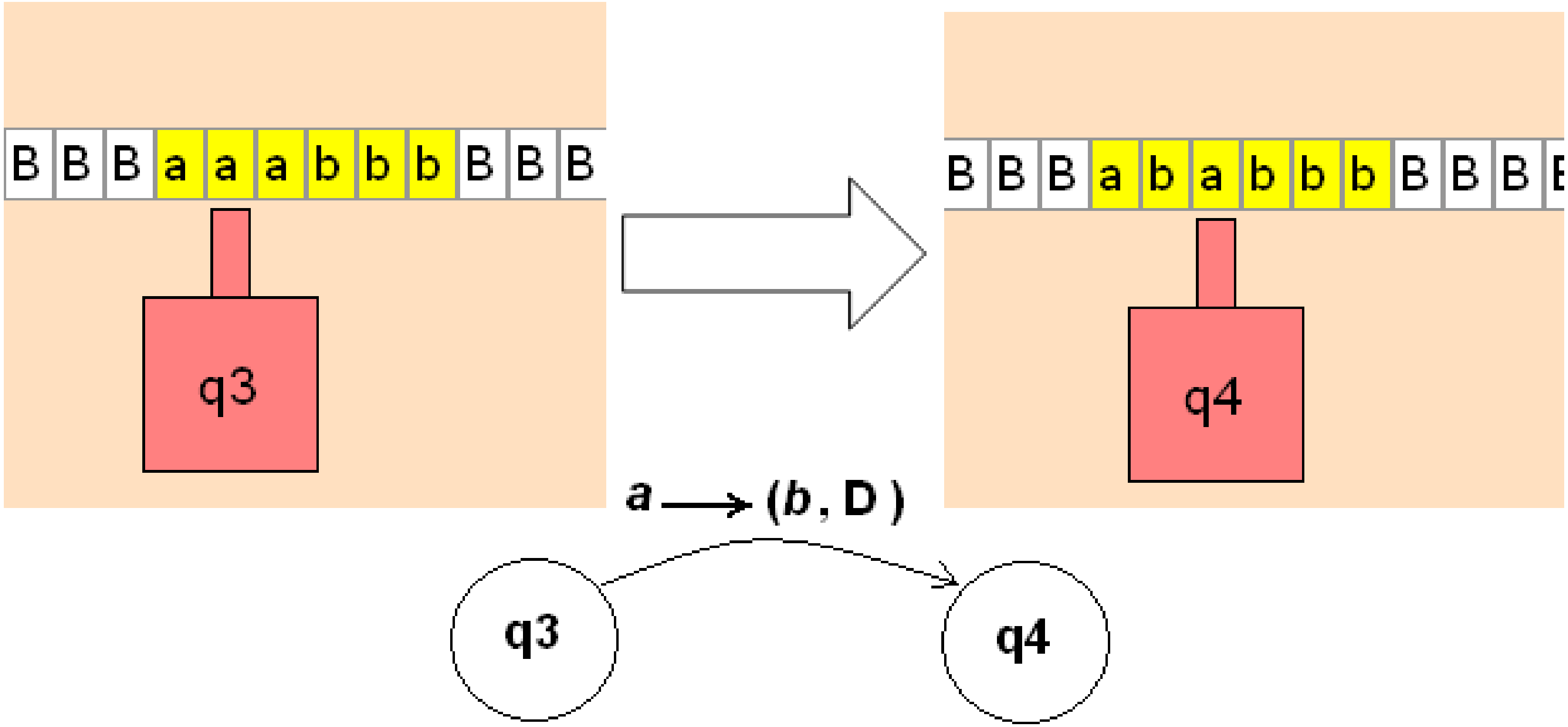




**Instante t** **Instante t+1**

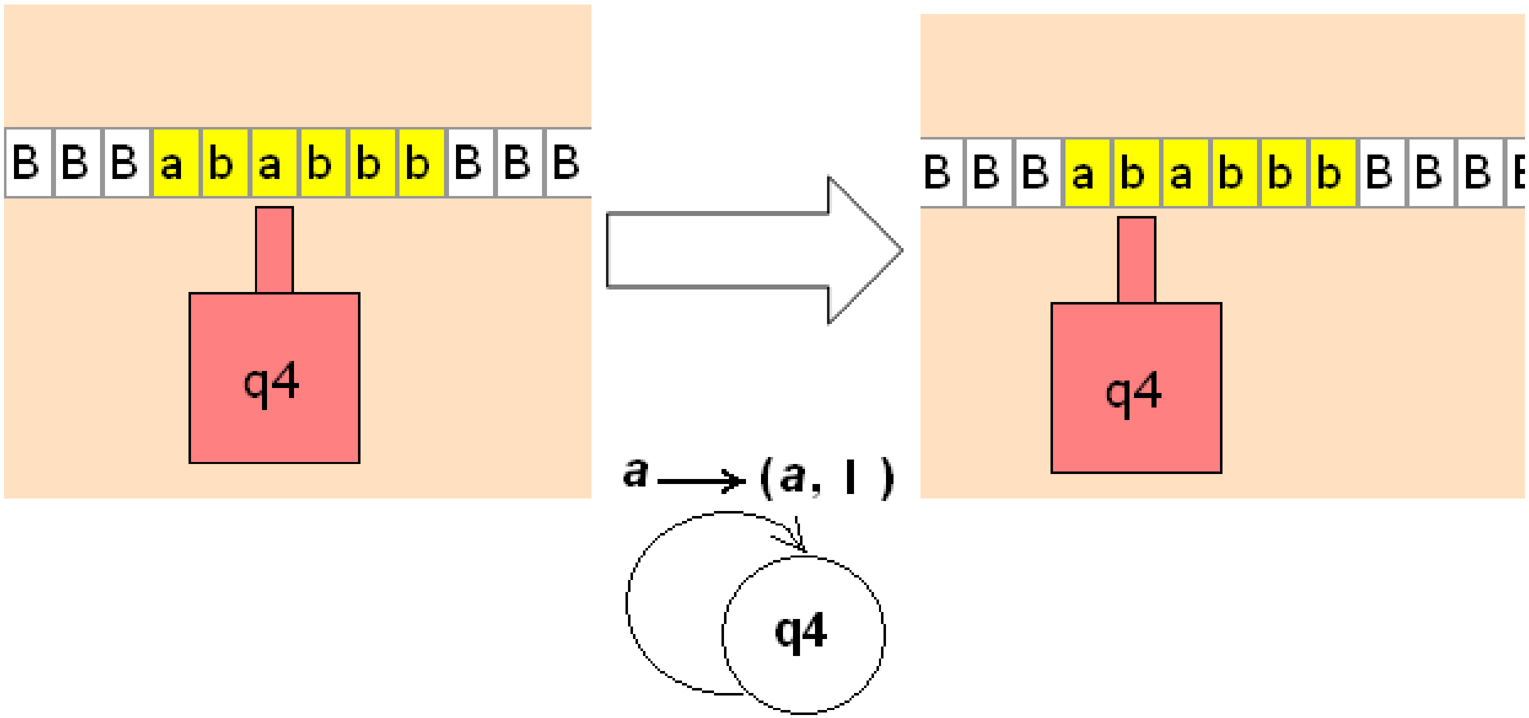
# Comportamiento de la máquina de Turing

- El programa de la MT no es un programa secuencial sino que es una función matemática de transición.
- La máquina trabaja haciendo "pattern matching", es decir busca en su programa cuál es la línea (transición) que debe aplicar según su estado actual y símbolo leído.
- Si no existe ninguna transición definida para el estado actual y símbolo leído la máquina se detiene.
- ¿Que ocurriría si más de una línea hiciese "pattern matching" en el mismo momento?
  - Cómo se imagina que actuaría la MT
  - ¿El programa de la MT seguiría siendo una función matemática?
  - El modelo de MT no determinísticas (MTND) que veremos más adelante busca precisamente el efecto anterior. Además se define de tal forma que el programa sigue siendo una función matemática

# Más ejemplos de transiciones



# Más ejemplos de transiciones



# Actividades-Resolver con MT

Supongamos cadenas formadas sólo por símbolos *a* y *b*.

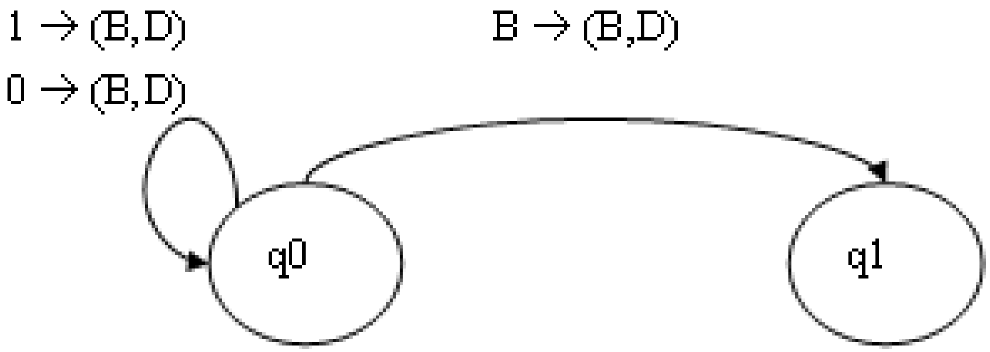
- Una MT que borra el primer símbolo de la cadena sólo si es un símbolo *a*
- Una MT que borra el primer símbolo de la cadena
- Una MT que borra todos los símbolos de la cadena
- Una MT que borra los símbolos de la cadena en las posiciones pares
- Una MT que hace zig-zag sobre la cadena de entrada recorriéndola hacia la derecha y luego hacia la izquierda indefinidamente.

# Actividades-Resolver con MT

- Escribir símbolos “1” a la derecha indefinidamente
- Escribir símbolos “0” a la izquierda indefinidamente
- Escribir la palabra “casa”
- Escribir indefinidamente “casa casa casa casa” hacia la izquierda
- Escribir “1” hacia la derecha y “0” hacia la izquierda en zigzag indefinidamente, es decir me voy a derecha para escribir un 1 al final, y cambio el sentido hacia la izquierda para escribir un 0, y cambio sentido hacia la derecha, así indefinidamente

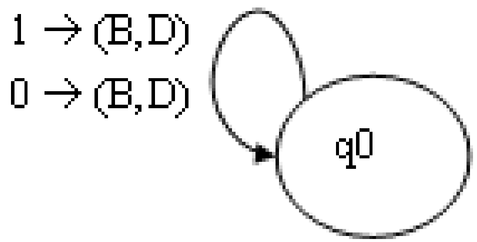
# ¿Qué hacen las siguientes máquinas de Turing?

a)



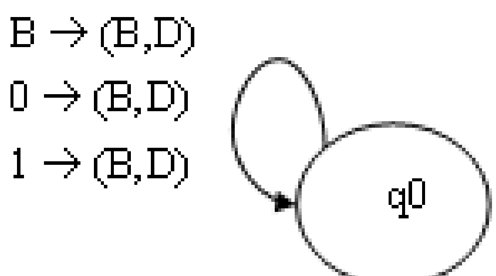

$\Gamma = \{0,1,B\}$

b)




$\Gamma = \{0,1,B\}$

c)




$\Gamma = \{0,1,B\}$

# Ejercicios (se deja como tarea)

- Sumar 1 al número unario existente en la cinta $\Gamma = \{1,B\}$. En unario, el número *n* se representa como una cadena de *n* símbolos 1 (el cero es un string vacío).
- Construir una máquina de Turing que haga un corrimiento a derecha del string binario en la cinta, marcando con un símbolo especial “#” la celda que correspondía al primer símbolo desplazado. $\Gamma = \{B,\#,0,1\}$.

# Ejercicio
## (5 minutos para realizarlo en clase)

- Construir una máquina de Turing que agregue un bit de paridad a una secuencia binaria para que la cantidad de “1” sea par. $\Gamma = \{0, 1, B\}$

El conjunto $\Gamma$ es el conjunto de símbolos que pueden encontrarse en la cinta. Este dato es importante porque la máquina se detiene cuando se encuentra en una situación indefinida.

# Ejercicio