Algoritmo de Deutsch-Jozsa.

Dr. Mario
Alberto
Mercado
Sán

Representación general de un qubit.

$$|\psi\rangle = a|0\rangle + b|1\rangle$$

$$|\psi\rangle = a|0\rangle + b|1\rangle$$

$$\boxed{|\psi\rangle = \cos(\theta/2)|0\rangle + e^{i\phi}\sin(\theta/2)|1\rangle}$$

Rep. en la esfera
de Bloch.

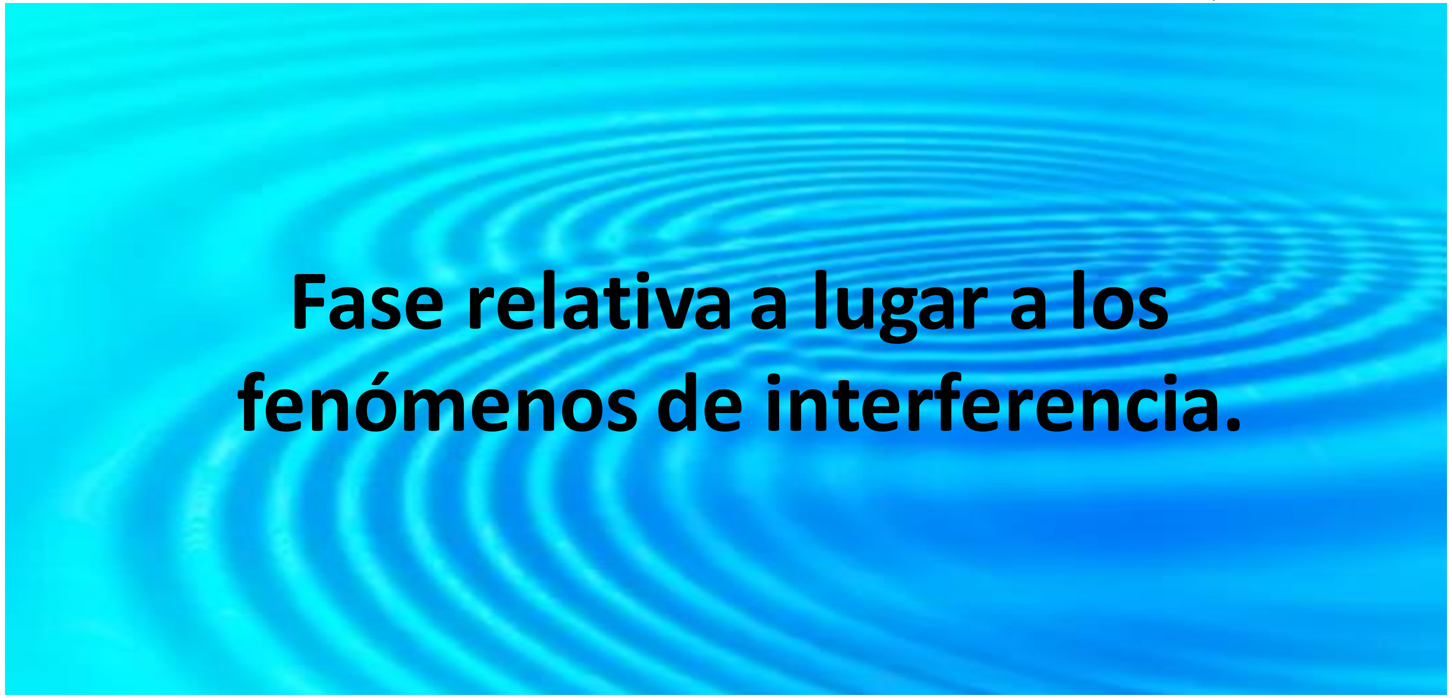
Estados base

$$|\psi\rangle = \cos(\theta/2)\boxed{|0\rangle} + e^{i\phi}\sin(\theta/2)\boxed{|1\rangle}$$

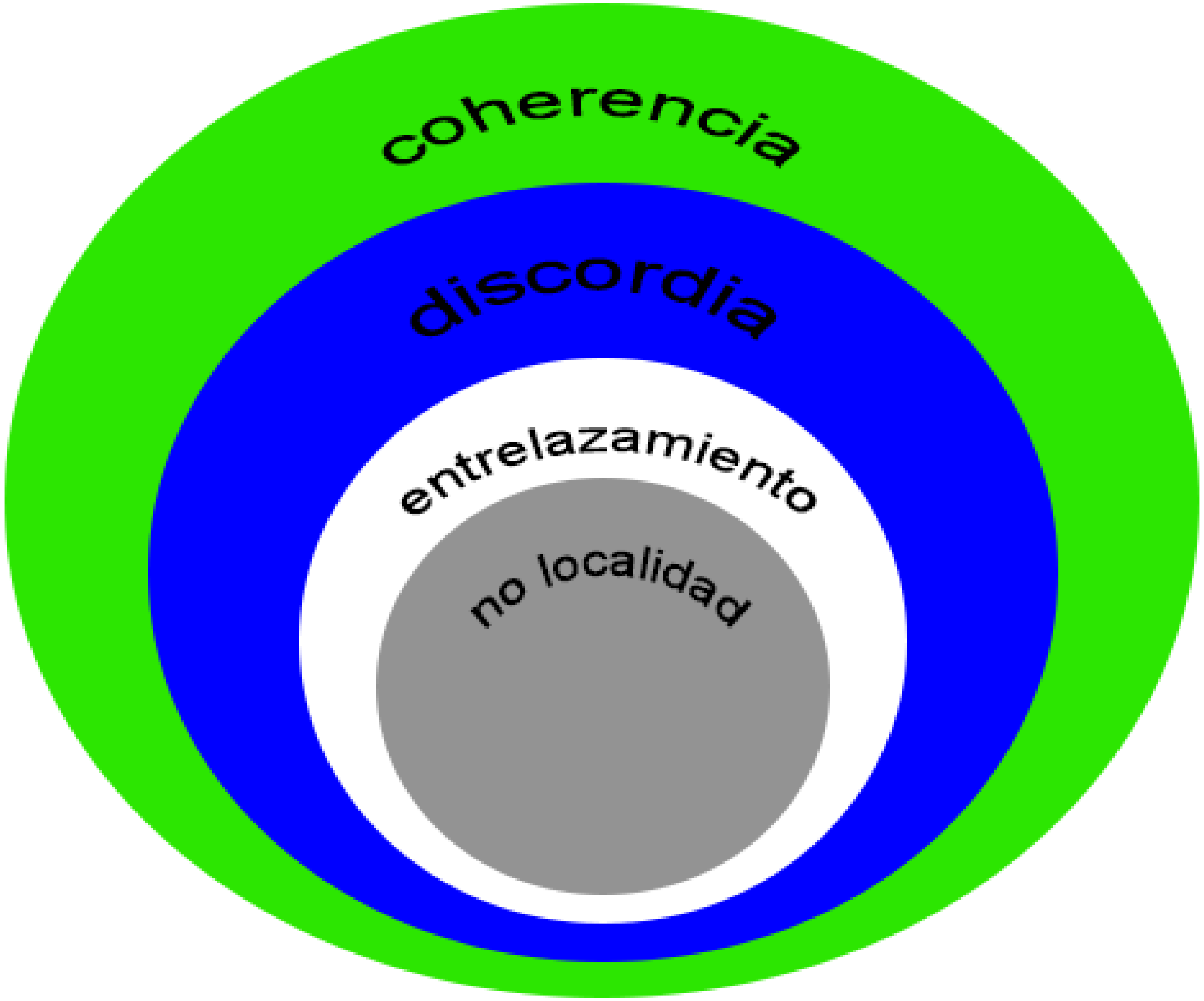
Relacionados con la probabilidad.

$$|\psi\rangle = \boxed{\cos(\theta/2)}|0\rangle + e^{i\phi}\boxed{\sin(\theta/2)}|1\rangle$$

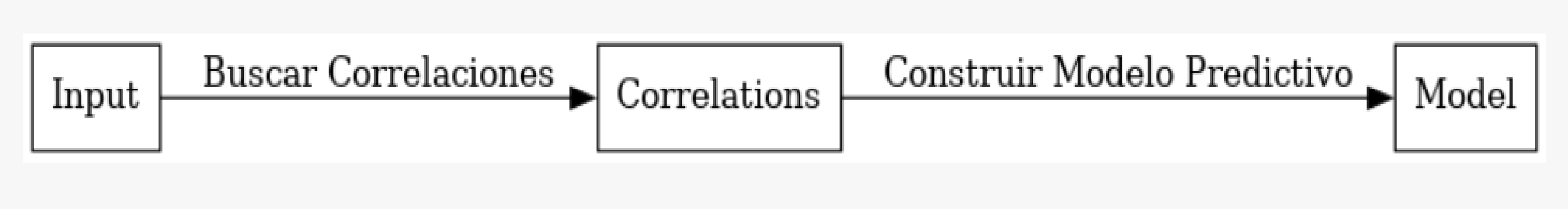
$$|\psi\rangle = \cos(\theta/2)|0\rangle + \boxed{e^{i\phi}}\sin(\theta/2)|1\rangle$$



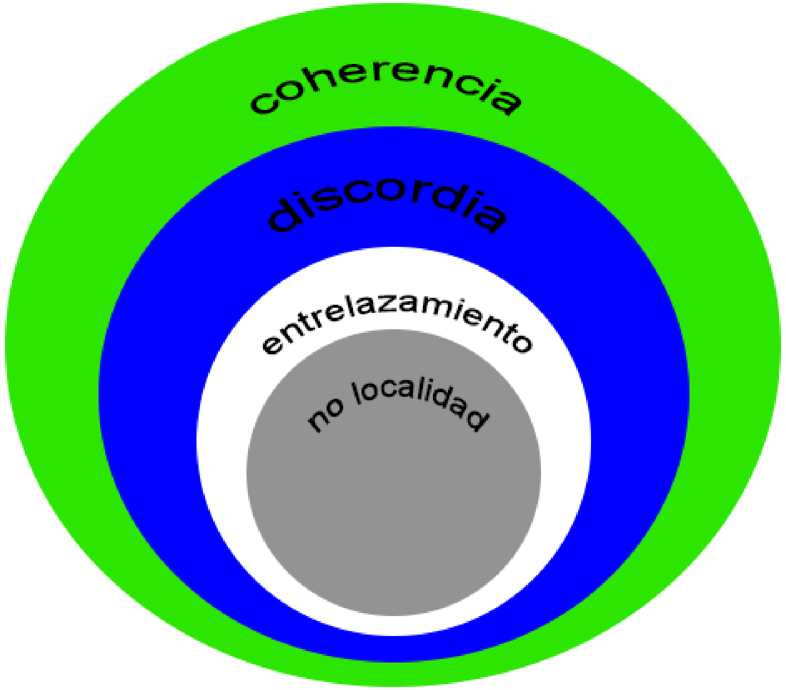
Correlaciones cuánticas.



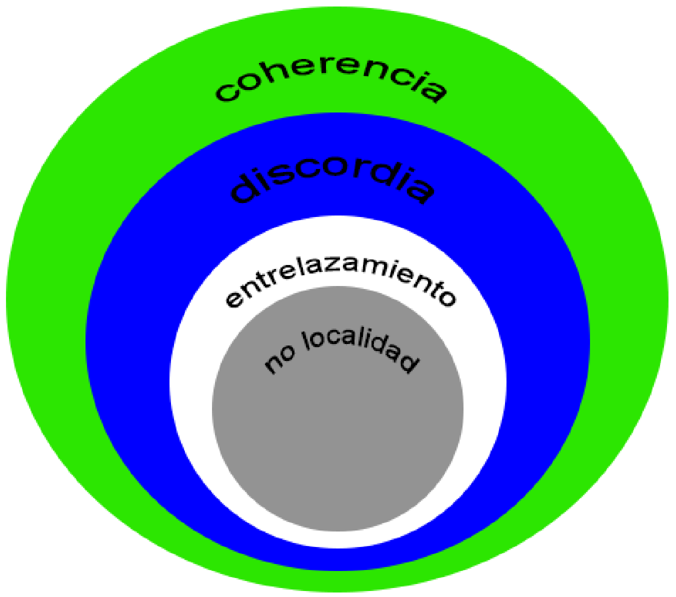
Correlaciones cuánticas.



Flujo de aprendizaje de la IA.

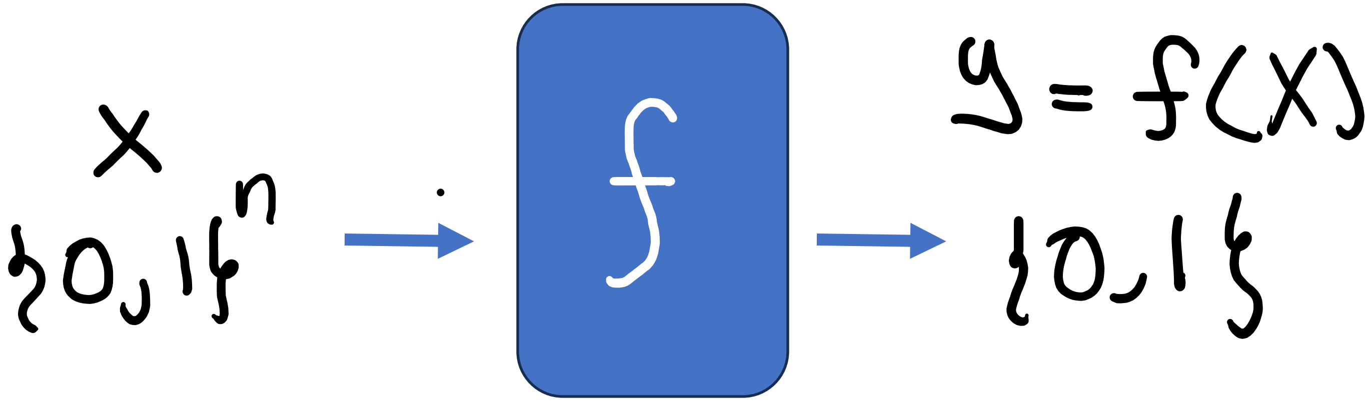


La importancia de la reversibilidad en el cómputo cuántico



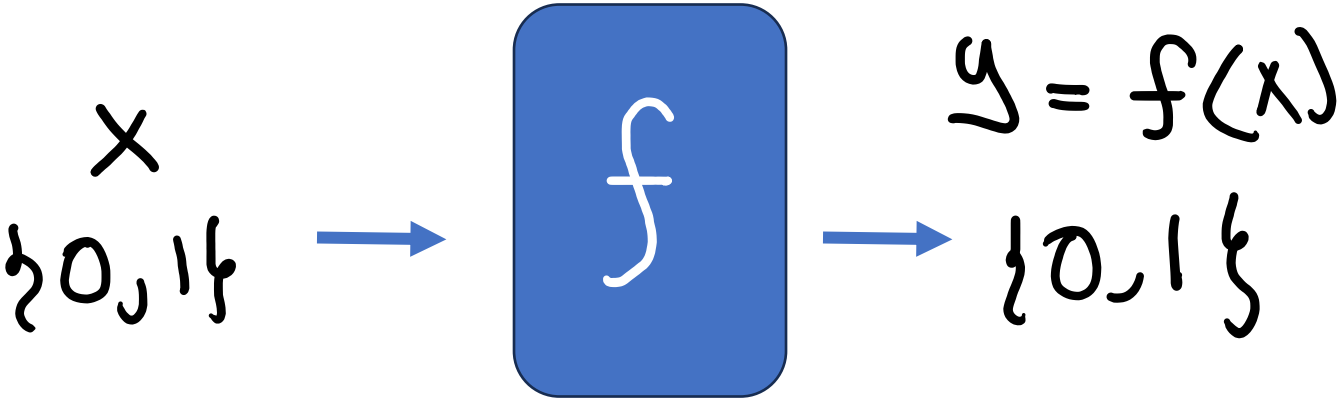
Algoritmo de Deutsch-Jozsa

Problema: Dada una función $f:\{0,1\}^n \rightarrow \{0,1\}$, que es garantizado que es o bien constante (0 en todas las entradas o 1 en todas las entradas) o balanceada (0 en exactamente la mitad de las entradas y 1 en la otra mitad), determinar cuál de las dos es.



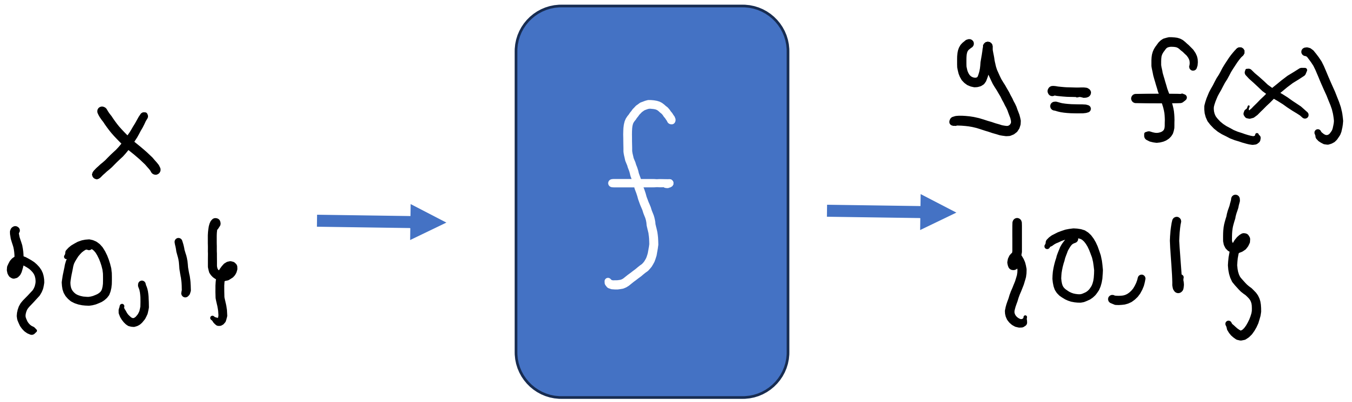
Algoritmo de Deutsch-Jozsa

Problema: Tenemos una función f que toma un valor binario (0 o 1) y devuelve un valor binario (0 o 1). Sabemos que esta función es o bien constante (siempre devuelve 0 o siempre devuelve 1) o balanceada (devuelve 0 para una entrada y 1 para la otra). Nuestra tarea es determinar cuál de las dos es.



¿Cuántas funciones existen para este caso?

Algoritmo de Deutsch-Jozsa



¿Cuántas funciones existen para este caso?
4 solamente

f_0 – Const 0

x	y
0	0
1	0

f_1 → Const 1

x	y
0	1
1	1

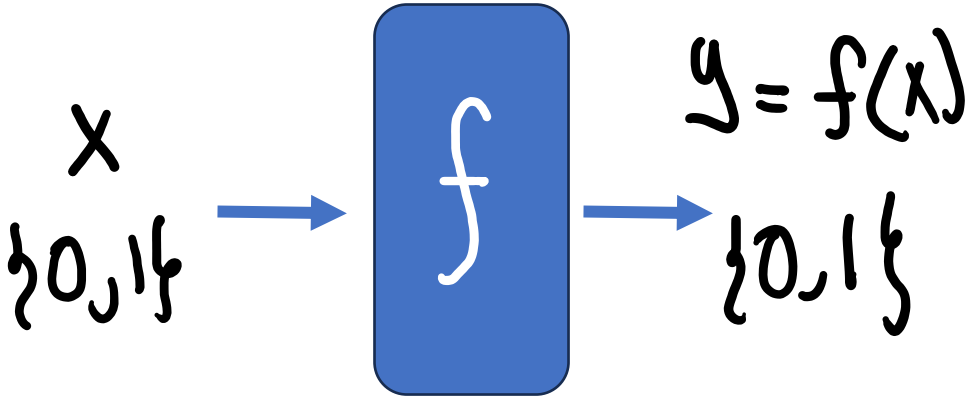
f_2 → NOT

x	y
0	1
1	0

f_3 → I

x	y
0	0
1	1

Algoritmo de Deutsch-Jozsa



Además solo hay dos clases

Constantes

Balanceadas

f_0 – Const 0

x	y
0	0
1	0

$f_1 \to$ Const 1

x	y
0	1
1	1

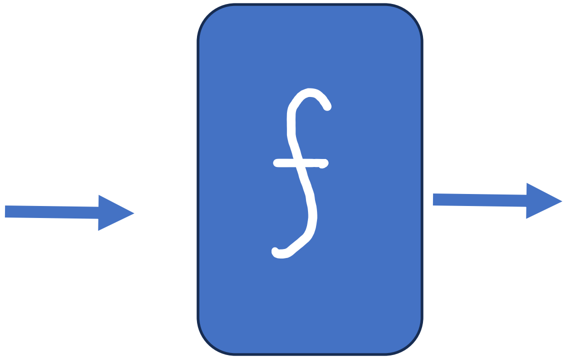
$f_2 \to$ NOT

x	y
0	1
1	0

$f_3 \to I$

x	y
0	0
1	1

Algoritmo de Deutsch-Jozsa



¿Cuantas preguntas necesitas hacer para saber si f es constante o balanceada?

Constantes

Balanceadas

f_0 — Const 0

x	y
0	0
1	0

$f_1 \to$ Const 1

x	y
0	1
1	1

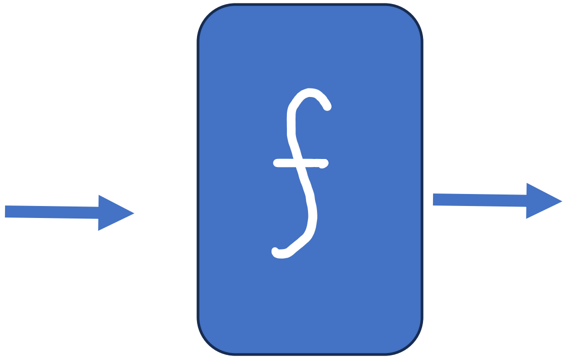
$f_2 \to$ NOT

x	y
0	1
1	0

$f_3 \to I$

x	y
0	0
1	1

Algoritmo de Deutsch-Jozsa



¿Cuantas preguntas necesitas hacer para saber si f es constante o balanceada?

Constantes y no reversibles

Balanceadas y reversibles

f_0 – Const 0

x	y
0	0
1	0

$f_1 \to$ Const 1

x	y
0	1
1	1

$f_2 \to$ NOT

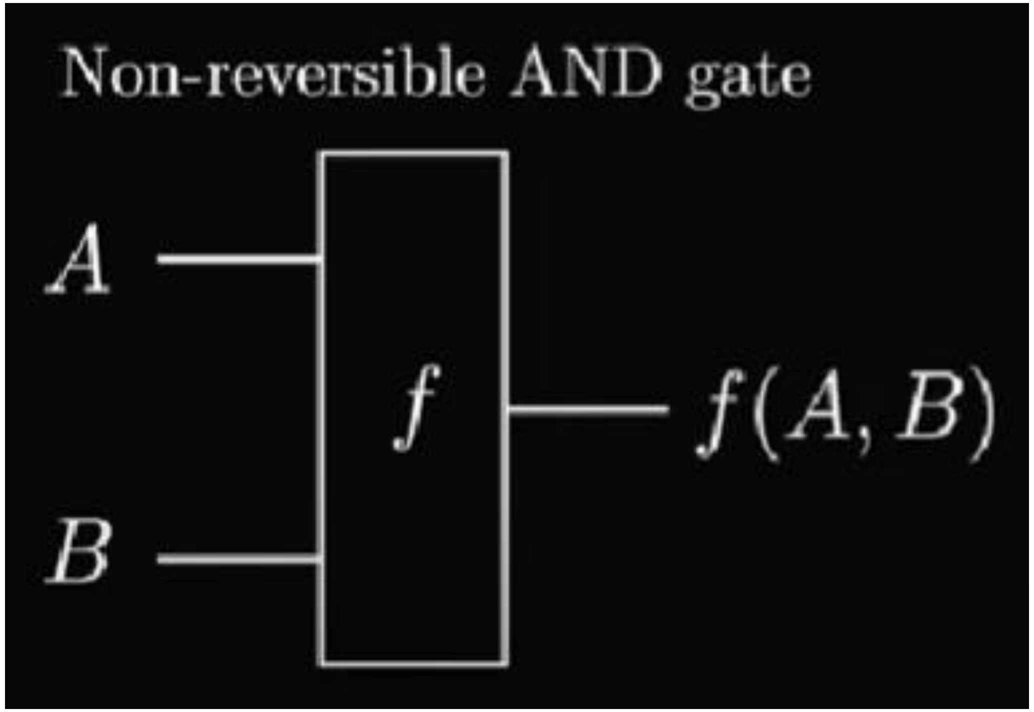
x	y
0	1
1	0

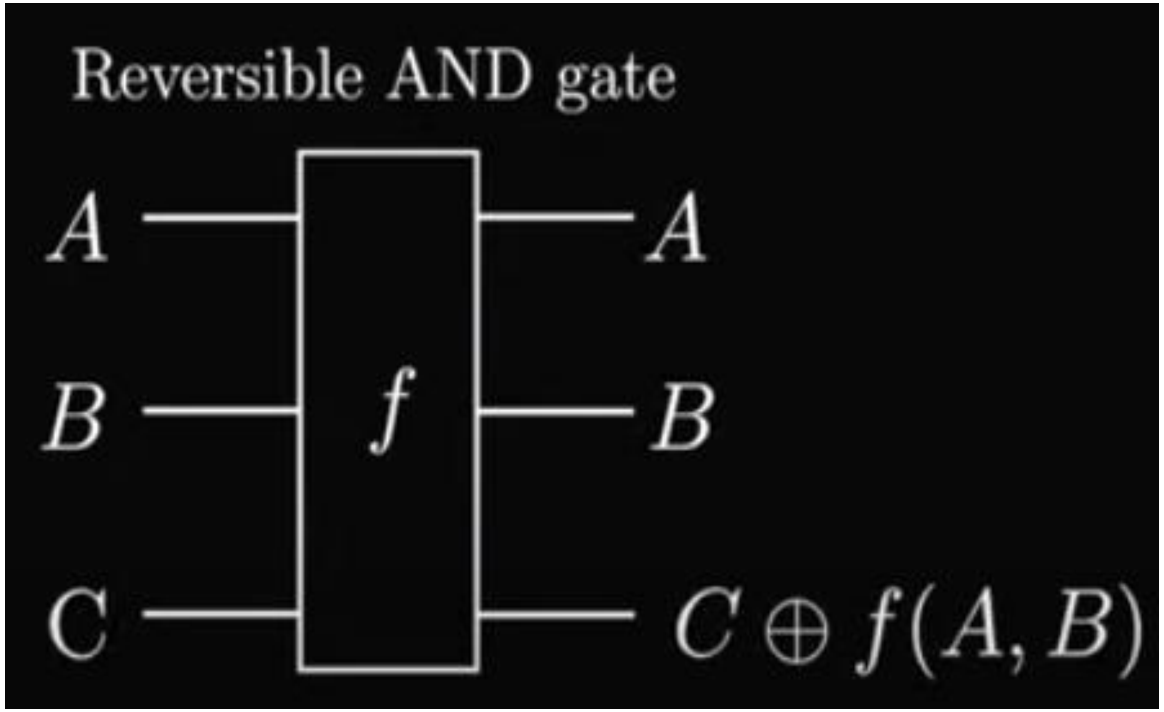
$f_3 \to I$

x	y
0	0
1	1

Algoritmo de Deutsch-Jozsa

El problema de la reversibilidad
en el computo...

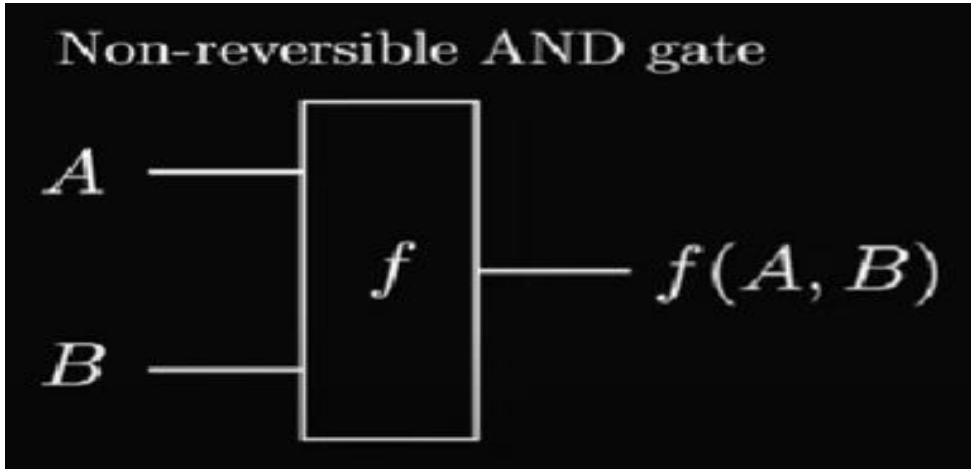


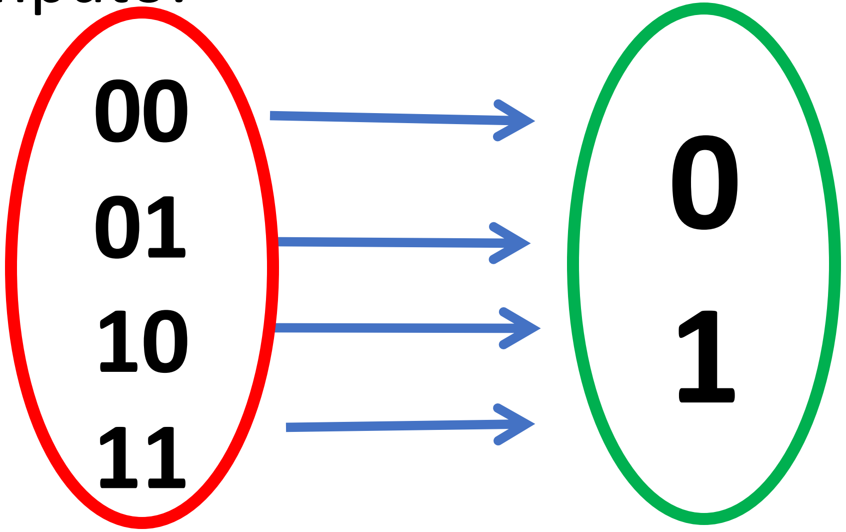


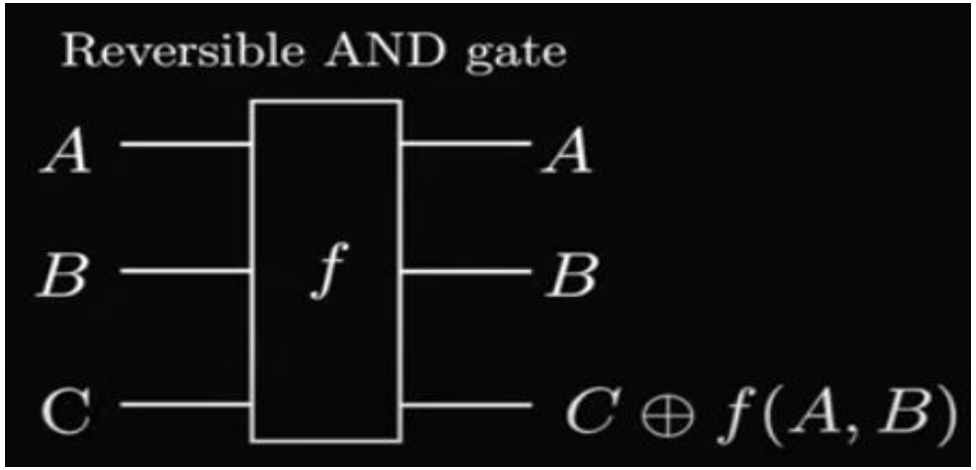
...es equivalente a construir una f que sea biyectiva!

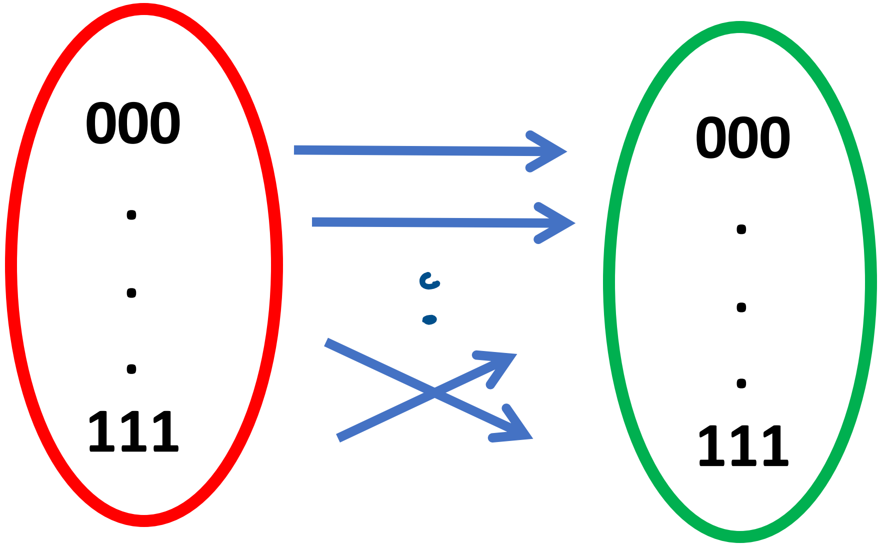
Algoritmo de Deutsch-Jozsa

El problema de la reversibilidad en el computo.



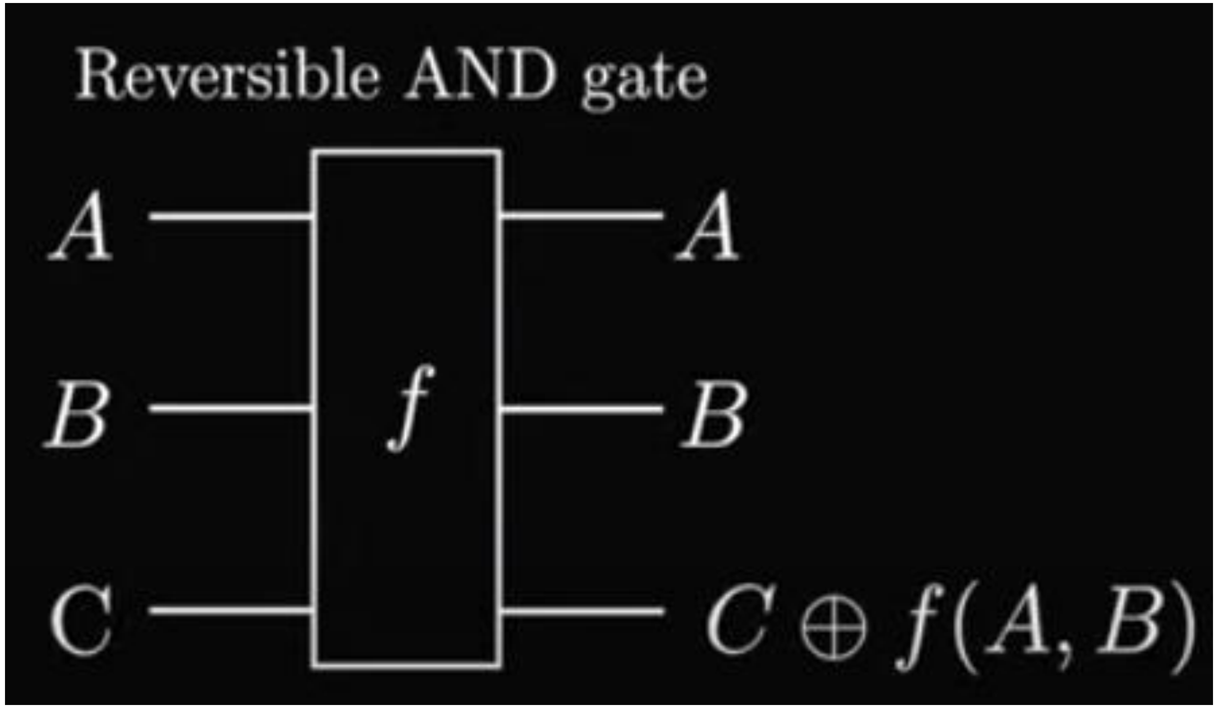






Algoritmo de Deutsch-Jozsa

El problema de la reversibilidad en el computo.



A	B	$\oplus$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Algoritmo de Deutsch-Jozsa

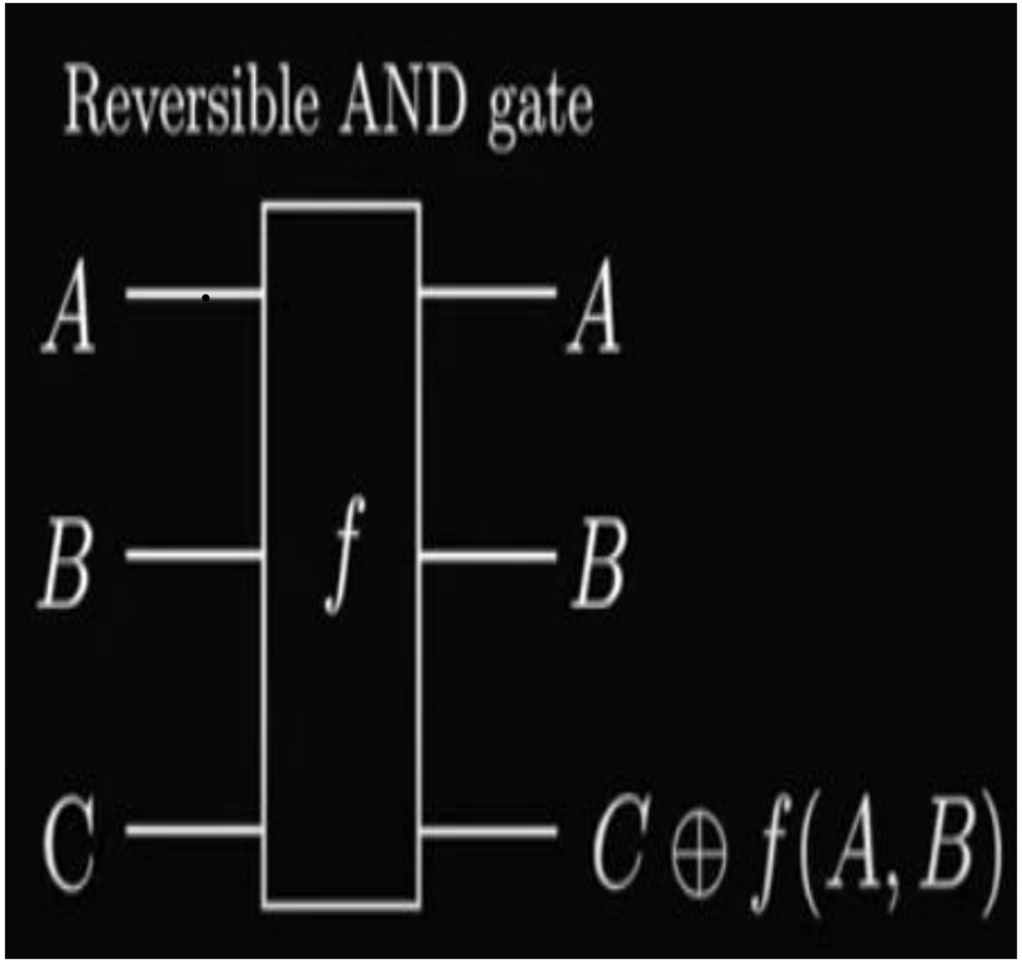
El problema de la reversibilidad en el computo.

Podemos verlo asi:

El sistema de dos bits AB permanece inalterado cuando f opera sobre ellos.

El bit auxiliar C recoge informacion de la función f a traves de su interacción con ella por medio del XOR.

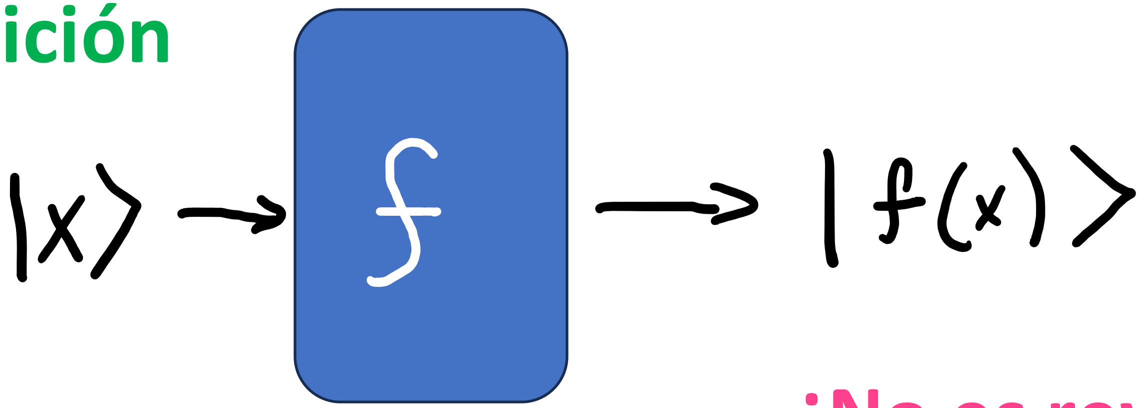
Ademas esta interacción nos asegura reversibilidad.



Algoritmo de Deutsch-Jozsa

Problema: Tenemos una función f que toma un valor binario (0 o 1) y devuelve un valor binario (0 o 1). Sabemos que esta función es o bien constante (siempre devuelve 0 o siempre devuelve 1) o balanceada (devuelve 0 para una entrada y 1 para la otra). Nuestra tarea es determinar cuál de las dos es.

Superposición

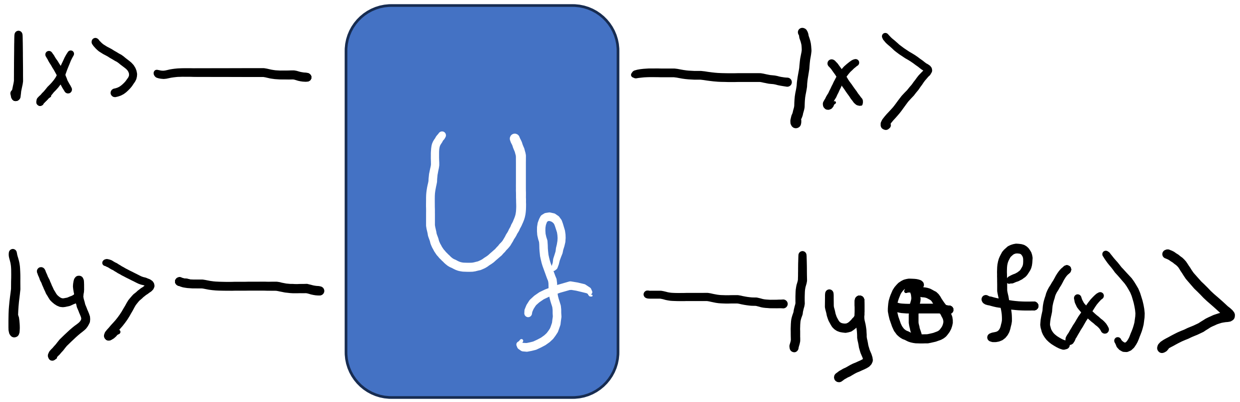


¡No es reversible!

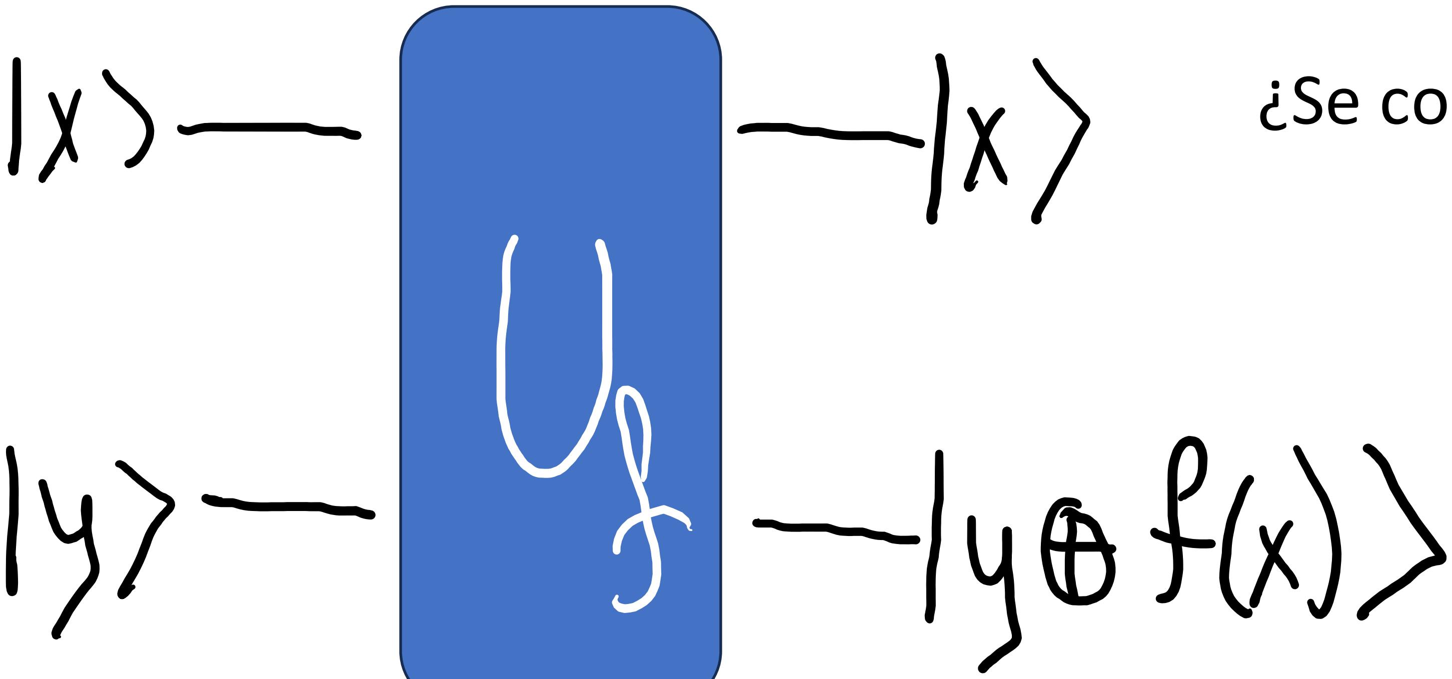
Algoritmo de Deutsch-Jozsa

¿Podemos usar el truco ingenieril para hacer reversible nuestro computo?

¡Ya es reversible!



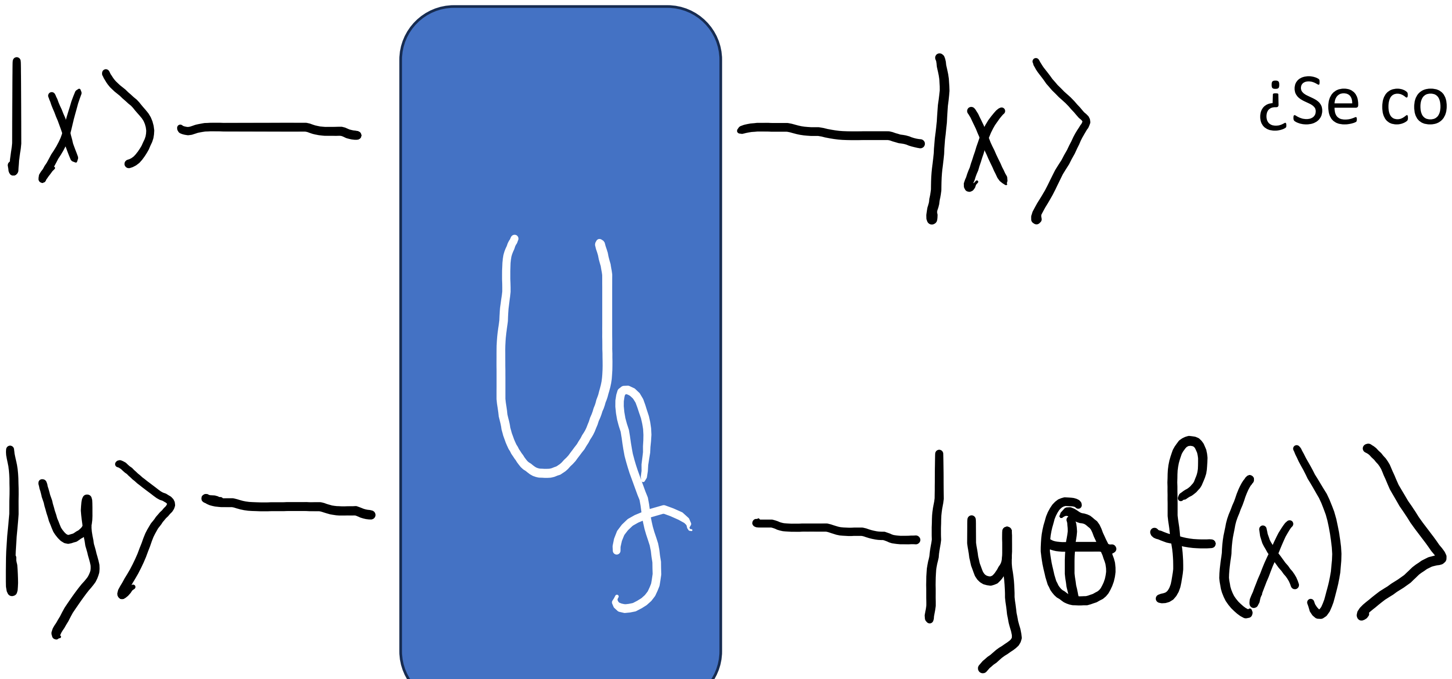
Algoritmo de Deutsch-Jozsa



¿Se conservara el estado original?

¿Podre recoger información sobre f en el qubit auxiliar?

Algoritmo de Deutsch-Jozsa

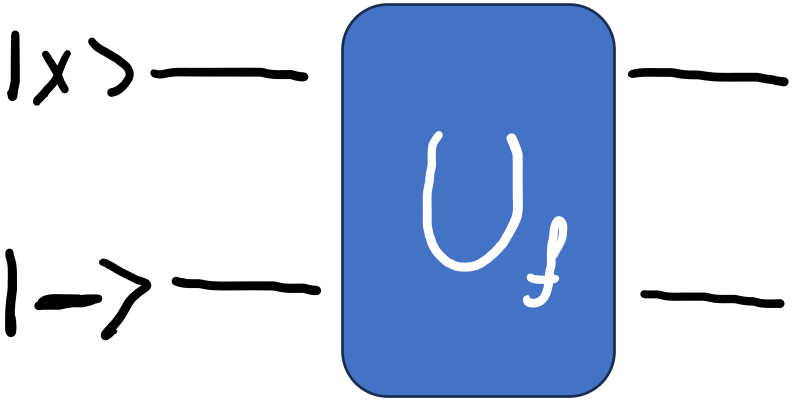


¿Se conservara el estado original?

¿Podre recoger información sobre f en el qubit auxiliar?

Algoritmo de Deutsch-Jozsa

$$f : \{0,1\} \rightarrow \{0,1\}$$



$$(-1)^{f(x)}|x\rangle$$

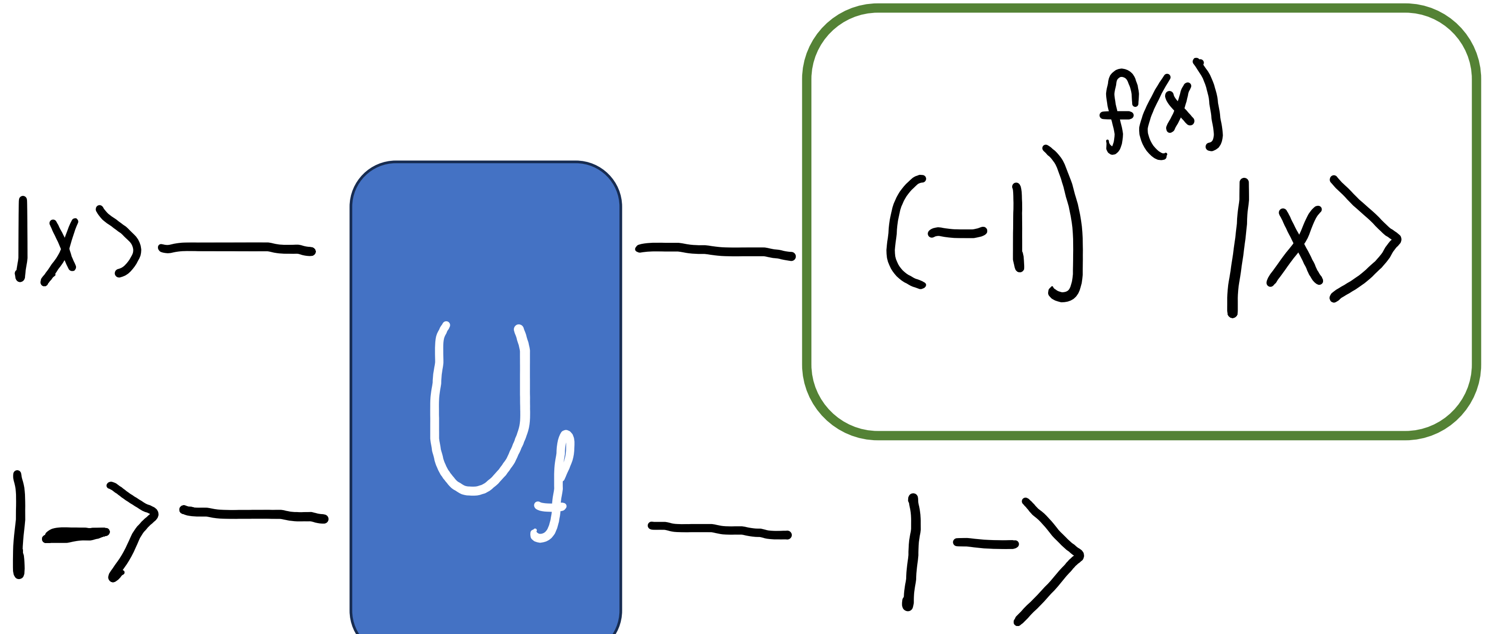
El estado original conservo la superposicion pero ahora hay una fase que depende de f.

$$|-\rangle$$

$$|x\rangle|-\rangle \xrightarrow{U_f} -(1)^{f(x)}|x\rangle|-\rangle$$

El qubit auxiliar permanece igual.

Algoritmo de Deutsch-Jozsa



El estado original conservo la superposicion pero ahora hay una fase que depende de f.

El qubit auxiliar permanece igual.

$$|x\rangle|-\rangle \xrightarrow{U_f} -(1)^{f(x)}|x\rangle|-\rangle$$

Algoritmo de Deutsch-Jozsa

$$\boxed{(-1)^{f(x)}|x\rangle}$$

¿Nos servira para nuestro problema original? Vamos a ver.

1 $f(0) = f(1) \longrightarrow$ constantes

$$\Rightarrow (-1)^{f(x)}|x\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}\left((-1)^{f(0)}|0\rangle + (-1)^{f(1)}|1\rangle\right)$$

$$\begin{cases} = \dfrac{|0\rangle + |1\rangle}{\sqrt{2}} & \longrightarrow \text{Caso de } f(x)=0 \\ = -\left(\dfrac{|0\rangle + |1\rangle}{\sqrt{2}}\right) & \longrightarrow \text{Caso de } f(x)=1 \end{cases}$$

Algoritmo de Deutsch-Jozsa

$$\boxed{(-1)^{f(x)}|x\rangle}$$

¿Nos servira para nuestro problema original?, Vamos a ver.

① $f(0) = f(1) \longrightarrow$ constantes

$$\Rightarrow (-1)^{f(x)}|x\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}\left((-1)^{f(0)}|0\rangle + (-1)^{f(1)}|1\rangle\right)$$

$$\left\{\begin{array}{l} = |+\rangle \\ = -|+\rangle \end{array}\right.$$

$\longrightarrow$ Caso de $f(x) = 0$

$\rightarrow$ Caso de $f(x) = 1$

Algoritmo de Deutsch-Jozsa

$$\boxed{(-1)^{f(x)}|x\rangle}$$

¿Nos servira para nuestro problema original? Vamos a ver.

1. $f(0) = f(1) \longrightarrow$ constantes

$$\Rightarrow (-1)^{f(x)}|x\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}\left((-1)^{f(0)}|0\rangle + (-1)^{f(1)}|1\rangle\right)$$

$$\begin{cases} = |+\rangle & \longrightarrow \text{Caso de } f(x)=0 \\ = -|+\rangle & \longrightarrow \text{Caso de } f(x)=1 \end{cases}$$

Algoritmo de Deutsch-Jozsa

$$\boxed{(-1)^{f(x)} |x\rangle}$$

¿Nos servira para nuestro problema original? Vamos a ver.

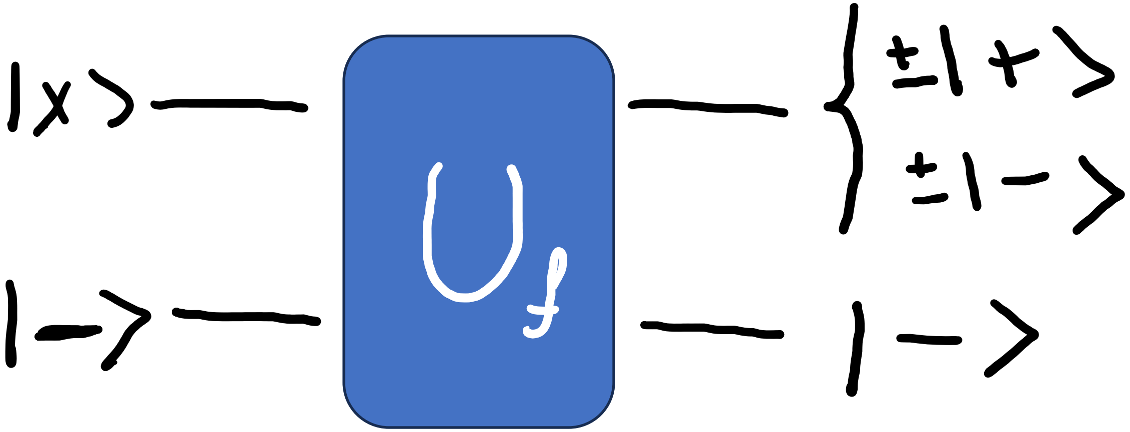
① $f(0) \neq f(1) \longrightarrow$ Balanceadas

$$\Rightarrow (-1)^{f(x)} |x\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}\left((-1)^{f(0)}|0\rangle + (-1)^{f(1)}|1\rangle\right)$$

$$\begin{cases} = 1 \to \text{Caso } f(0)=0,\ f(1)=1 \\ = -1 \to \text{Caso } f(0)=1,\ f(1)=0 \end{cases}$$

Algoritmo de Deutsch-Jozsa

$f:\{0,1\} \rightarrow \{0,1\}$

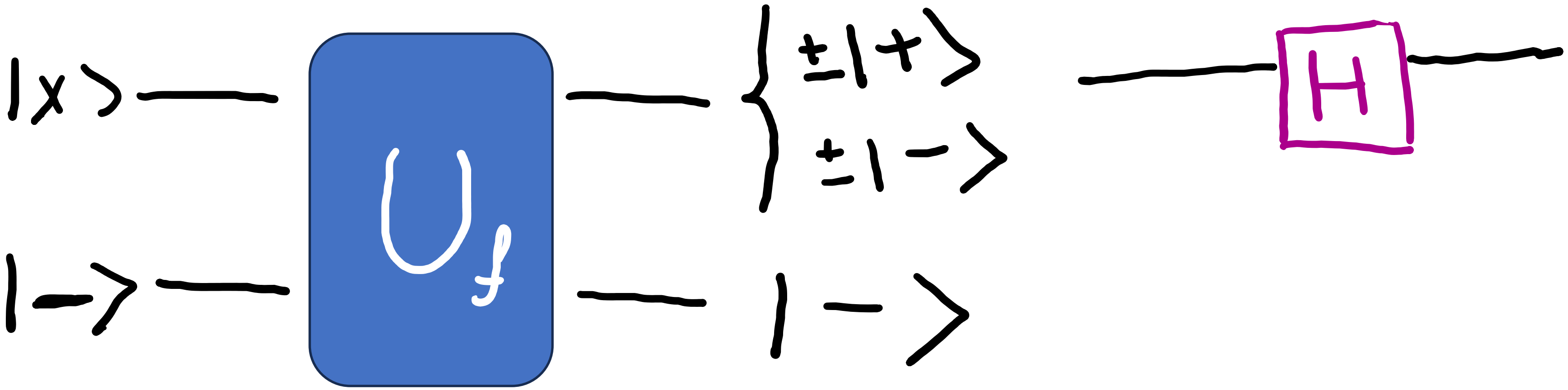


— Constantes

— Balanceados

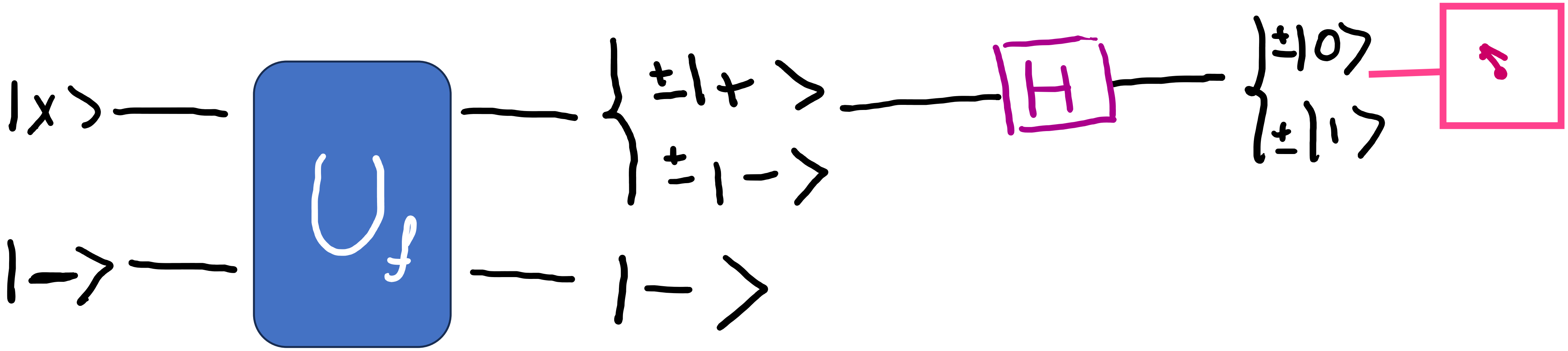
PERO AÚN NO EXTRAIGO LA INFORMACIÓN.

Algoritmo de Deutsch-Jozsa



PERO AÚN NO EXTRAIGO LA INFORMACIÓN.

Algoritmo de Deutsch-Jozsa



¡Hemos clasificado nuestras funciones con una sola pregunta!

¿Qué es la informacion?

- La información es un concepto complejo en Física, a menudo simplificado como el "desorden" de un sistema.
- También puede definirse como la cantidad de calor que se puede extraer de un sistema o los datos que un sistema retiene.
- A pesar de las variadas definiciones, muchos físicos están de acuerdo en que la información es una propiedad fundamental de la naturaleza.
- La información forma la base de la segunda ley de la termodinámica.
- Juega un papel crucial en la “Paradoja de la Información del Agujero Negro”.