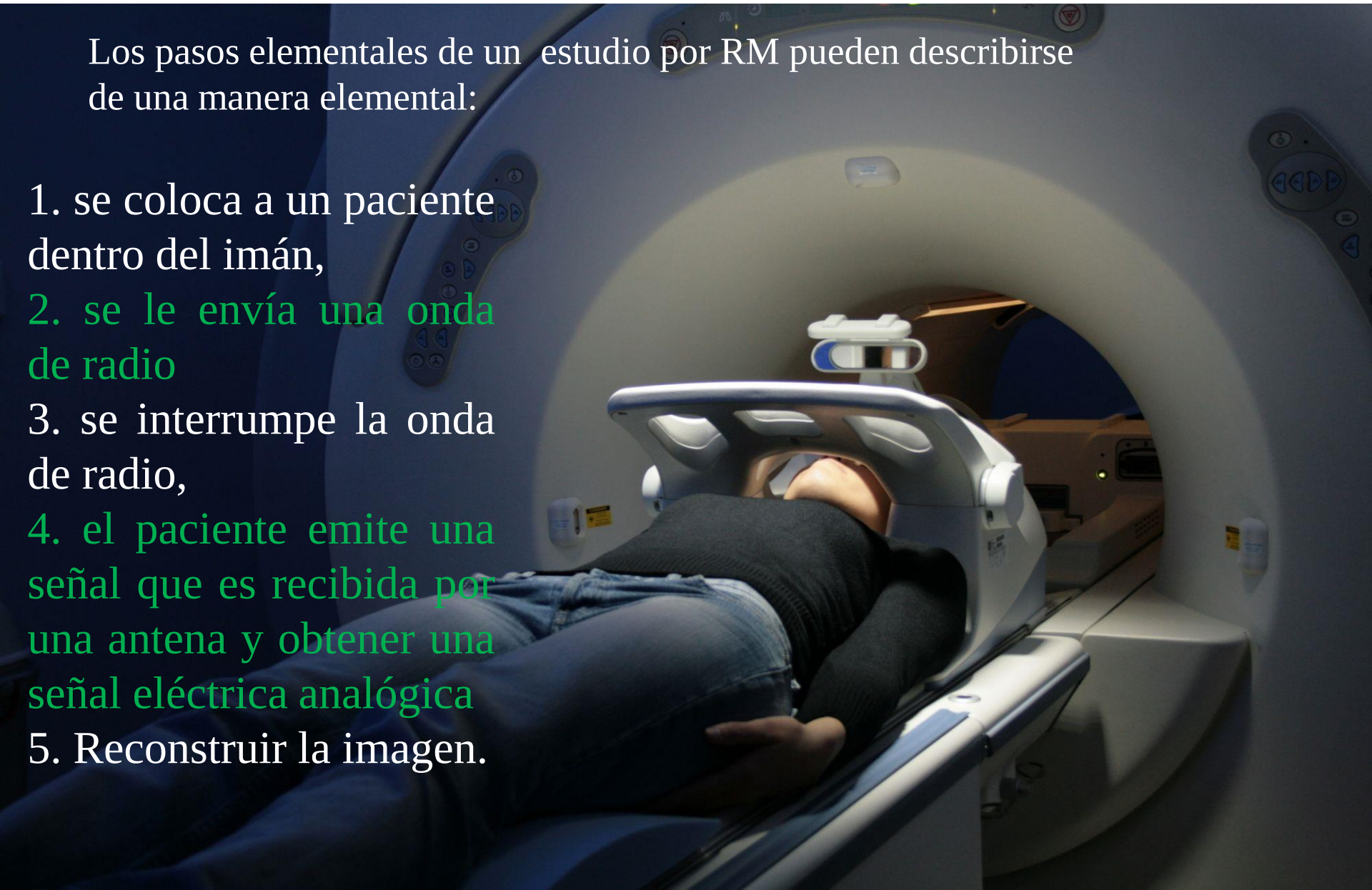
Presentación

RECONSTRUCCION DE IMAGENES EN MRI.

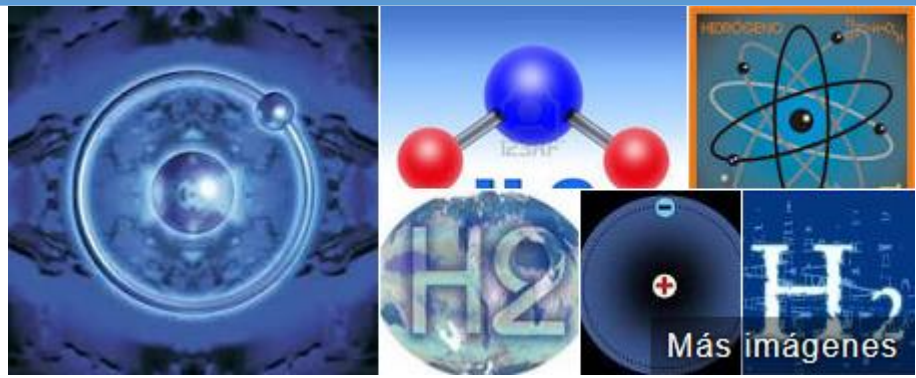
PROCESO BASICO DE UNA IRM

Los pasos elementales de un estudio por RM pueden describirse de una manera elemental:

1. se coloca a un paciente dentro del imán,
2. se le envía una onda de radio
3. se interrumpe la onda de radio,
4. el paciente emite una señal que es recibida por una antena y obtener una señal eléctrica analógica
5. Reconstruir la imagen.



EL ATOMO DE HIDROGENO



Hidrógeno

Elemento químico

El hidrógeno es un elemento químico de número atómico 1 y representado por el símbolo H Con una masa atómica del 1,00794 u, el hidrógeno es el elemento más ligero. Wikipedia

Símbolo: H

Número atómico: 1

Configuración electrónica: 1s1

Descubrimiento: 1766

Punto de fusión: -259,1 °C

Masa atómica: 1,00794 ± 0,00001 u

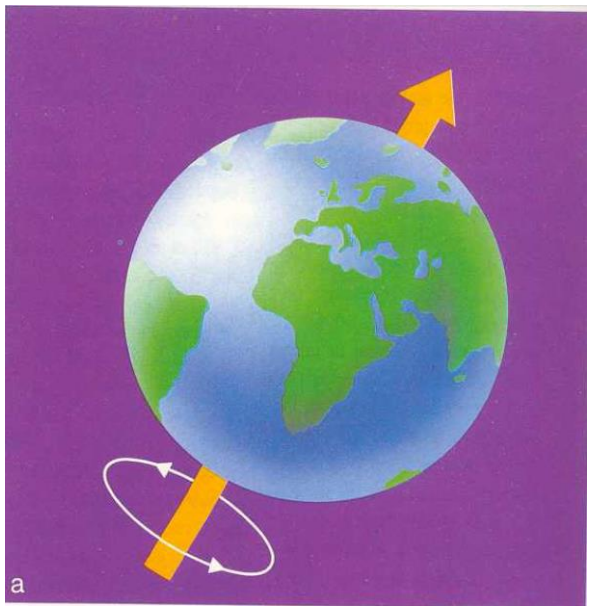
Descubridor: Henry Cavendish

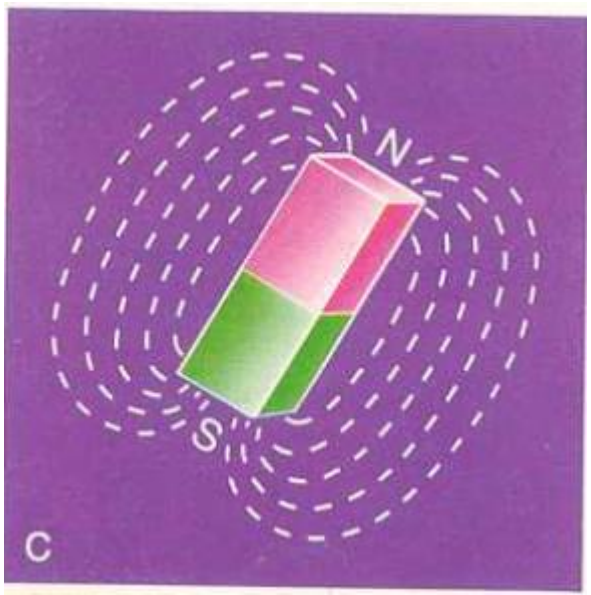
EL ATOMO DE HIDROGENO

Como todos ustedes saben, los átomos constan de un núcleo y una corteza, la cual está formada por electrones. En el núcleo –además de otras cosas- hay protones, pequeñas partículas que tienen una carga eléctrica positiva (cualquier cosa que realmente sean).

Estos protones son similares a pequeños planetas. Al igual que la Tierra, están girando constantemente, o realizando un movimiento llamado spin, alrededor de un éje (fig. 1) o, corno se dice habitualmente, los protones poseen un spin. La carga eléctrica positiva del protón, naturalmente, gira o realiza el movimiento de spin con él. y équé es una carga eléctrica en movimiento? Es una corriente eléctrica.

Ahora debe recordar usted de su física escolar que una corriente eléctrica induce o produce una fuerza magnética, es decir, un campo magnético. De aquí que donde hay una corriente eléctrica hay también un campo magnético





EL ATOMO DE HIDROGENO

Revisemos lo que hemos leído

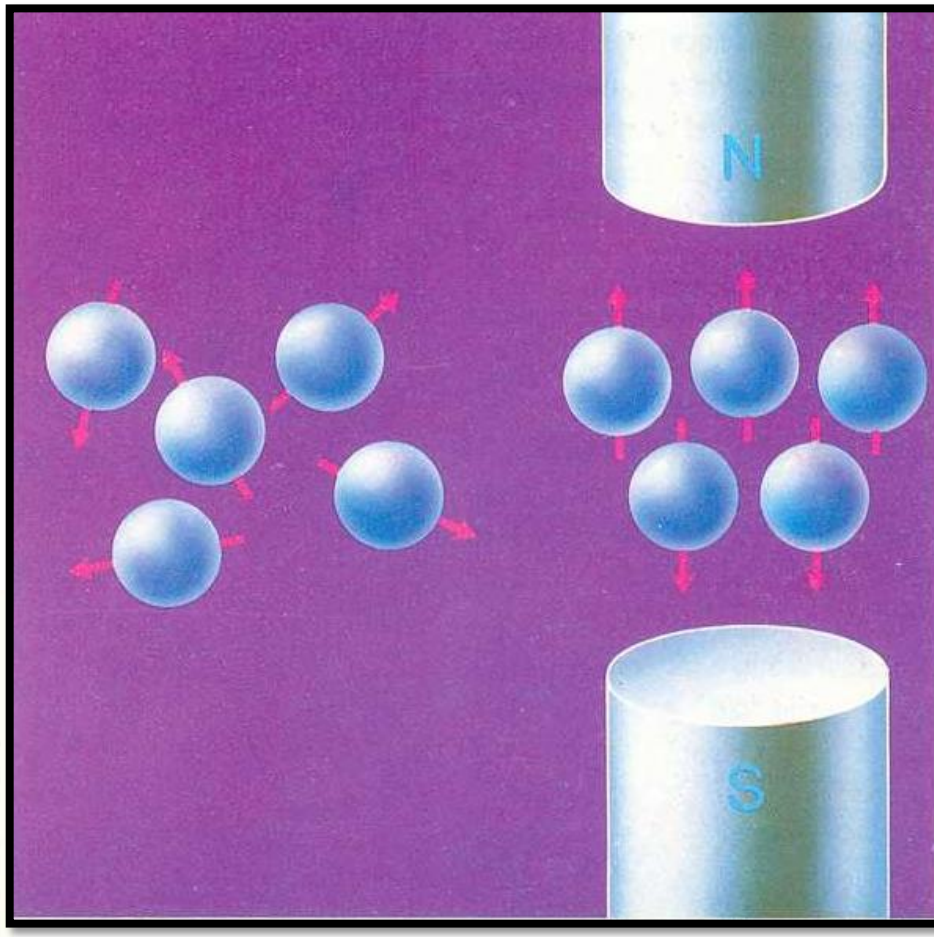
Un protón tiene spin y, por tanto, su carga eléctrica se mueve. Una carga eléctrica en movimiento es una corriente eléctrica y ésta se acompaña de un campo magnético. Por ello, el protón tiene su propio campo magnético y podemos considerarlo como un pequeño imán

¿Qué les pasa a los protones cuando los colocamos en un campo magnético externo?

Los protones -al ser pequeños imanes- se alinean en el campo magnético externo, al igual que una brújula en el campo magnético de la Tierra. Sin embargo, hay una diferencia importante. Para la brújula solamente existe una forma de alinearse en el campo magnético; para los protones, sin embargo, hay dos (fig. 2). Los protones pueden alinearse con sus polos Norte y Sur en la dirección del campo externo, paralelo a él, o pueden orientarse exactamente en dirección completamente opuesta, en antiparaIelo. Estos tipos de alineación están a diferentes niveles de energía.

EL ATOMO DE HIDROGENO

Normalmente los protones se alinean de una manera aleatoria. Sin embargo, cambian cuando se los expone a un intenso campo magnético externo. Entonces se alinean de dos formas: bien en paralelo ó en anti paralelo al campo magnético externo.



Naturalmente, el estado preferido de alineación es aquel que necesita menos energía. Por ello, hay más protones en el nivel de menor energía, paralelos al campo magnético externo (caminando sobre los pies).

EL ATOMO DE HIDROGENO

Esta velocidad puede medirse como frecuencia de precesión, Es decir, cuántas veces precesan los protones por segundo. Esta frecuencia de precesión no es constante. Depende de la intensidad del campo magnético Cuanto más intenso sea el campo magnético, más rápida será la velocidad de precesión y mayor la frecuencia de precesión.

Es posible y necesario calcular con precisión esta frecuencia. Esto se hace utilizando una ecuación llamada ecuación de Larmor:

La ecuación establece que la frecuencia de precesión es mayor cuanto más alta sea la intensidad del campo magnético.

$$\omega_0 = \gamma B_0$$

ω_0 es la frecuencia de precesión (en Hz o MHz).

B_0 es la intensidad del campo magnético externo que se mide en Tesla (T)

γ es la llamada constante giromagnética.

La constante giromagnética es diferente para cada elemento (el valor para el protón de H es de *42,5 MHz/T.*

$$\omega_0 = \gamma B_0$$

ω_0 es la frecuencia de precesión (en Hz o MHz).

B_0 es la intensidad del campo magnético externo que se mide en Tesla (T)

γ es la llamada constante giromagnética.

RESUMIENDO

Los protones tienen una carga eléctrica positiva que está en movimiento constante debido a que poseen un spin.

Esta carga eléctrica en movimiento no es nada más que una corriente eléctrica y esta última siempre induce un campo magnético.

Por ello, cada protón tiene su propio campo magnético y, por tanto, puede considerarse como un pequeño imán.

Cuando colocamos a un paciente en el imán de la RM, los protones, al ser como pequeños imanes, se alinean con el campo magnético externo. Lo hacen de dos formas: en paralelo y antiparalelo. El estado que requiere menos energía es el preferido.

RESUMIENDO

Los protones precesan a lo largo de las líneas de campo del campo magnético, al igual que una peonza, precesando a lo largo de las líneas de campo magnético de la Tierra.

La frecuencia de precesión puede calcularse por la ecuación de Larmor y es mayor cuanto más intenso sea el campo magnético.

¿Por qué es importante la frecuencia de precesión?
Porque tiene relación con la señal necesaria para generar la imagen por resonancia magnética;

CAMPO MAGNETICO

Su origen poco comprendido hasta finales del siglo XIX, cuando un físico llamado Oersted descubrió que los imanes se desviaban de su posición normal cuando se colocaban en las proximidades de un conductor por el que circulaba una corriente eléctrica. Este trabajo, junto con la obra posterior de Gauss, Ampère, Faraday y finalmente Maxwell, probaron la relación existente entre imanes y corrientes eléctricas y así surgió una nueva rama de la Física que hoy conocemos como «Electromagnetismo».

TIPOS DE IMANES

se pueden distinguir dos tipos de imanes: permanentes y electroimanes, los cuales a su vez pueden ser resistivos o superconductivos.

- PERMANENTES
  - Naturales Permanentes
  - Resistivos
- ELECTROIMANES
  - Superconductivos

MAGNETIZACION TRASVERSAL

El pulso de RF tiene una acción como el látigo (fig.), ya que hace que los protones precesen sincrónicamente, y esto produce otro efecto muy importante, Cuando los protones están orientados aleatoriamente, a izquierda/derecha, delante/detrás, cancelan sus fuerzas magnéticas en estas direcciones

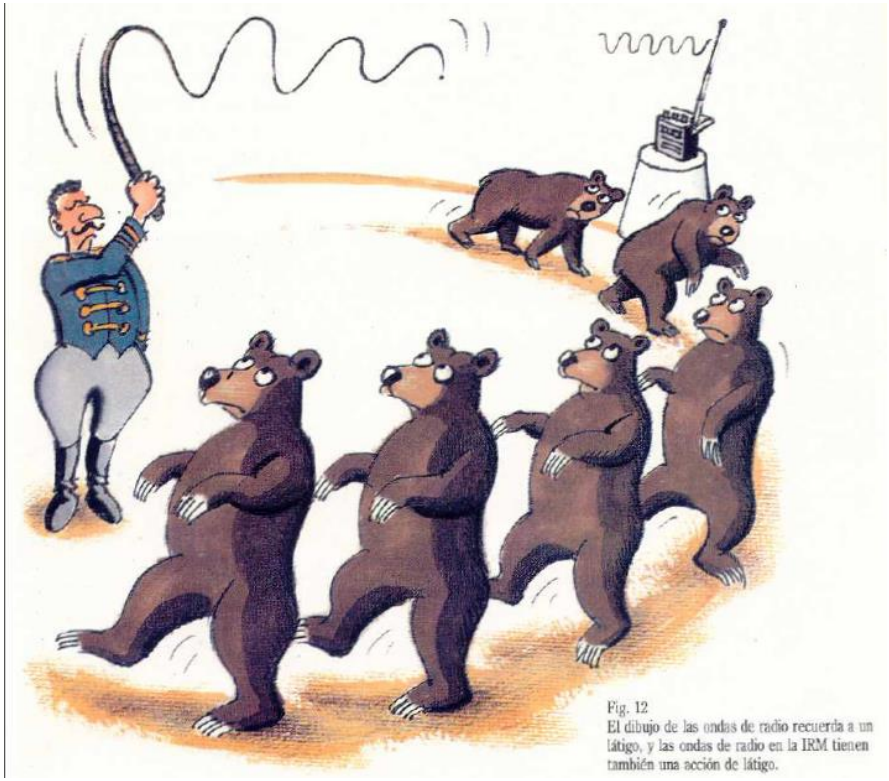


Fig. 12
El dibujo de las ondas de radio recuerda a un látigo, y las ondas de radio en la IRM tienen también una acción de látigo.

MAGNETIZACION TRASVERSAL

La Magnetización Transversal:

Proceso que hace que todos los protones se muevan todos al compás, sincrónicamente, "en fase". Haciendo que todos ellos se orientan en la misma dirección, al mismo tiempo, de aquí que sus vectores magnéticos se sumen en esta dirección.

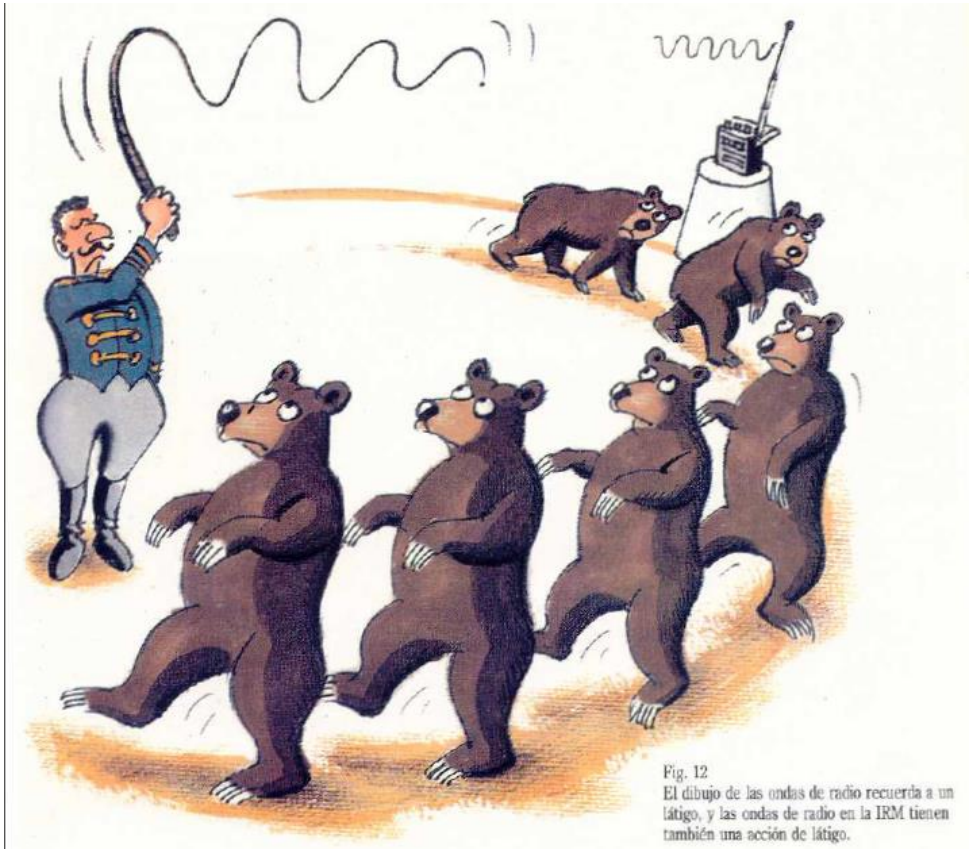
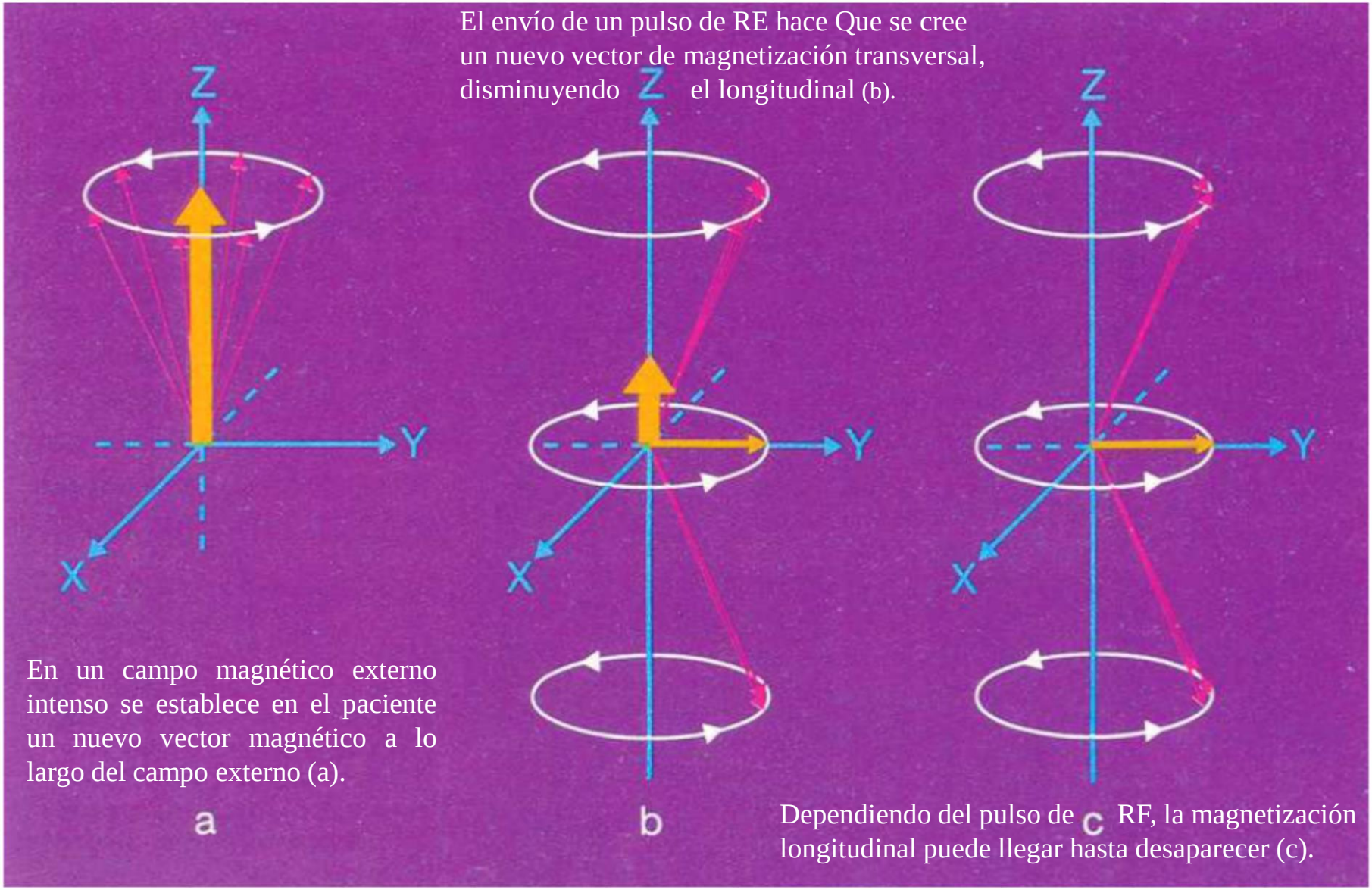


Fig. 12
El dibujo de las ondas de radio recuerda a un látigo, y las ondas de radio en la IRM tienen también una acción de látigo.

VECTOR DE MAGNETIZACION TRASVERSAL



RESUMIENDO

Cuando colocamos a un paciente en la máquina de RM, los protones se alinean en paralelo o antiparalelo con el campo magnético de la máquina. Se crea un campo magnético en el paciente, longitudinal al campo externo

Al enviar un pulso de RF que tiene la misma frecuencia que la de precesión de los protones se producen dos cosas:

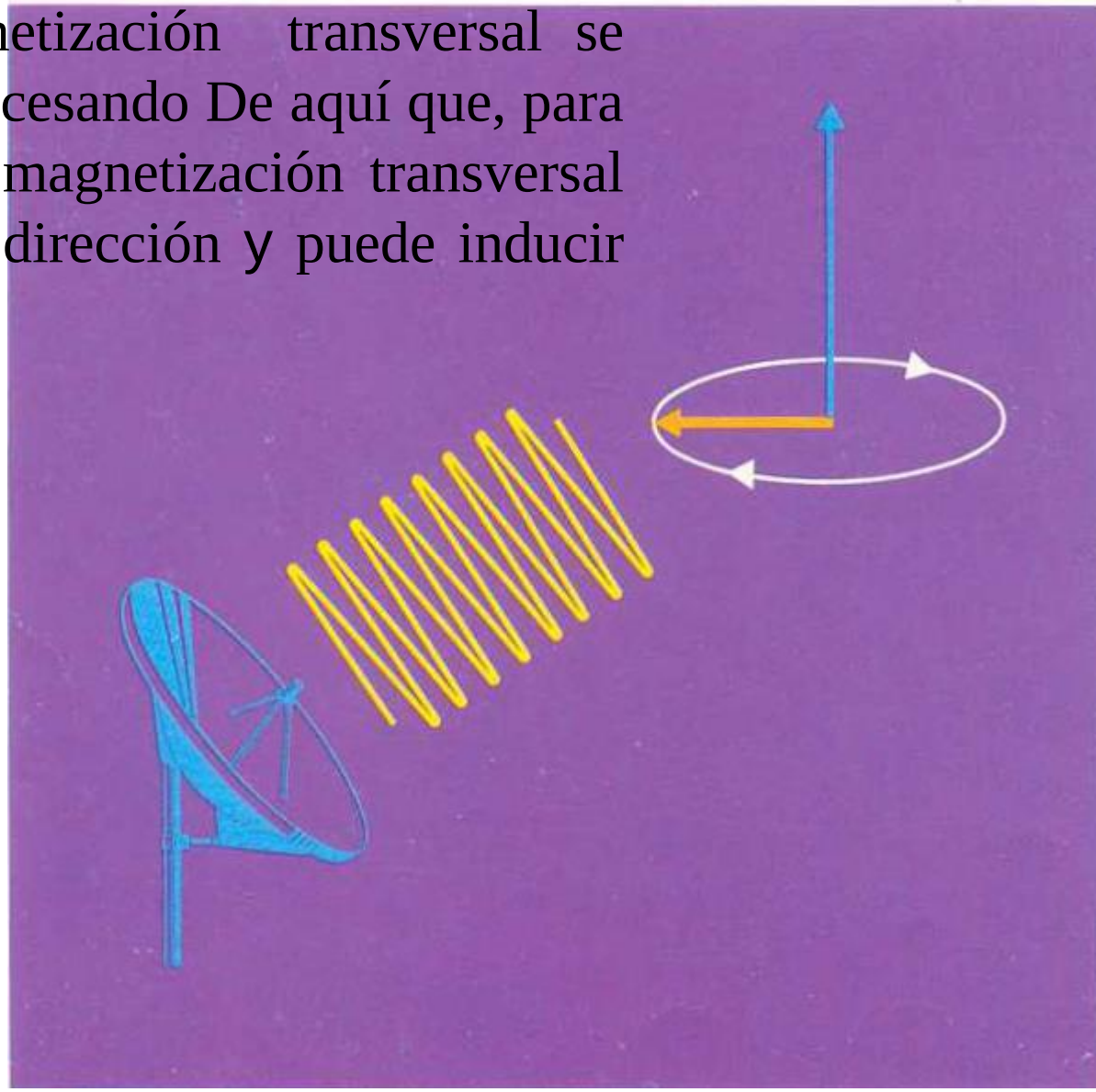
Algunos protones captan energía y se orientan **longitudinalmente a la magnetización.**

Los protones entran en sincronismo y comienzan a precesar en fase. Sus vectores se suman en dirección transversa al campo magnético y se establece una **magnetización transversal.**

En resumen: el pulso de RF hace que disminuya la magnetización longitudinal y se establezca una nueva magnetización transversal

MAGNETIZACION TRASVERSAL

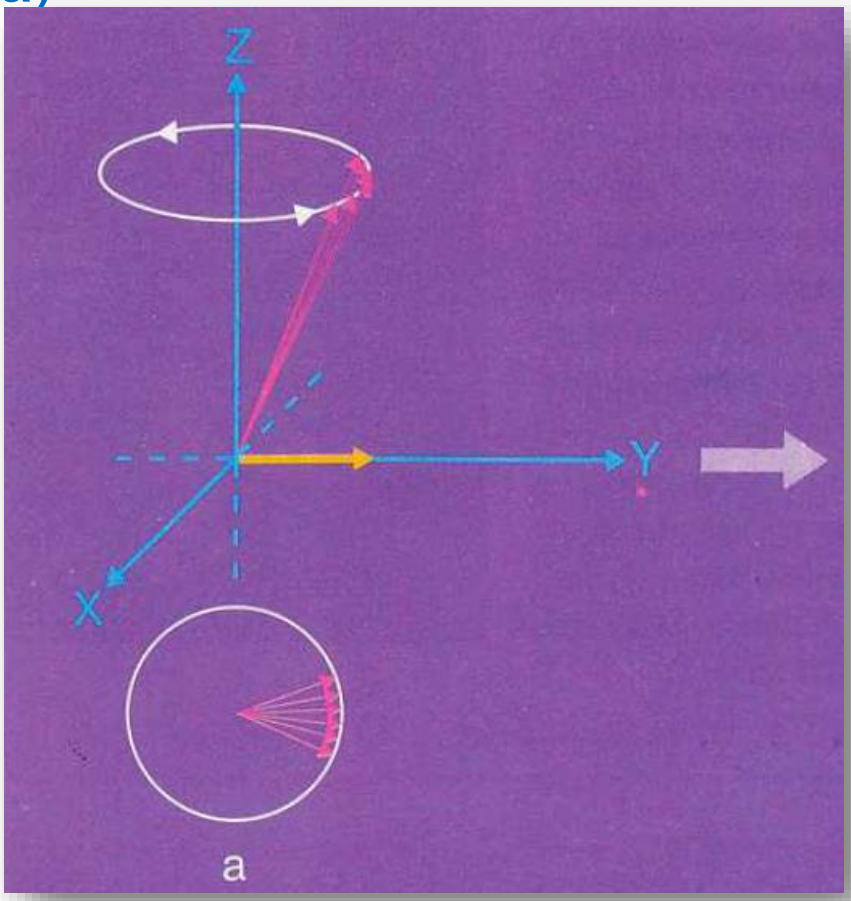
El nuevo vector de magnetización transversal se mueve con los protones precesando De aquí que, para un observador externo, la magnetización transversal cambia constantemente su dirección y puede inducir una señal en una antena.



MOMENTOS DE LA RESONANCIA

Después que el pulso de RF es interrumpido, los protones pierden la coherencia de fase, dejan de ir acompasados. Cuando observarnos desde arriba el desfase de este conjunto de protones (lo cual se ilustra en la parte inferior de la figura)

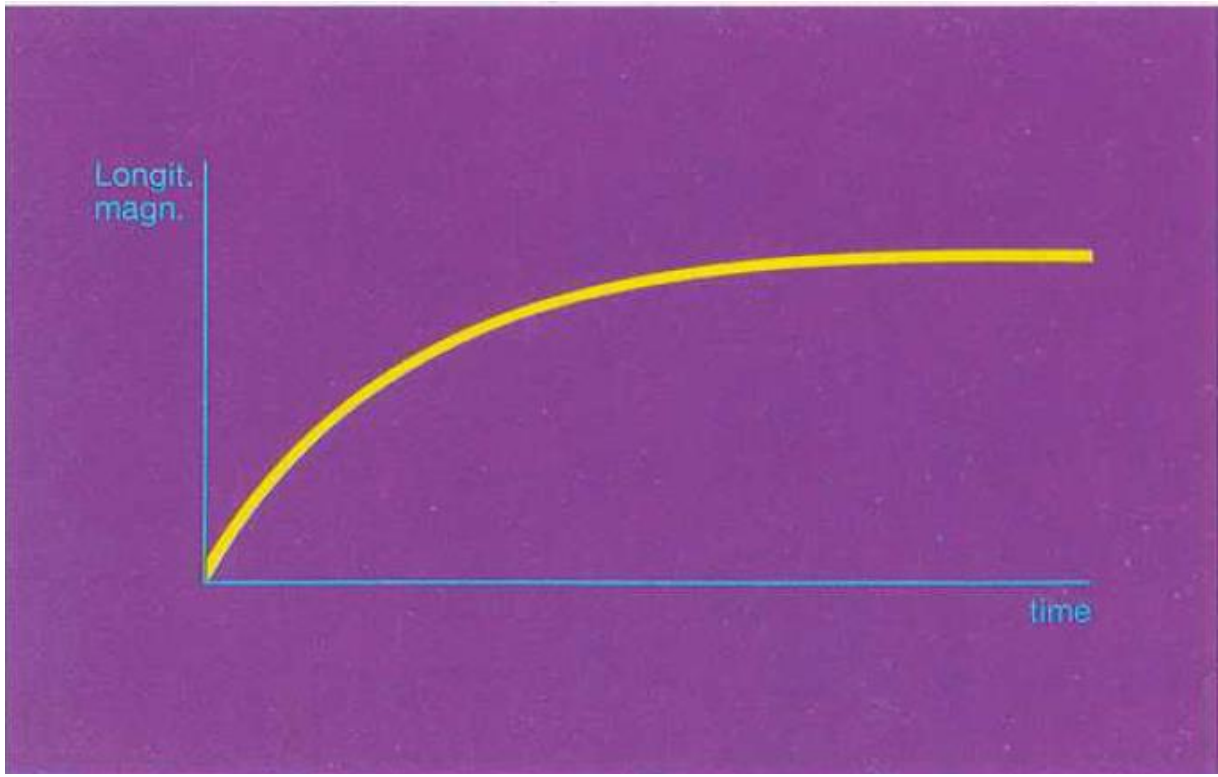
es obvio cómo se despliegan. Al desplegarse, dejan de estar orientados en la misma dirección y, por tanto, disminuye la magnetización transversal



TIEMPO T1

Si llevamos a una gráfica la magnetización longitudinal en función de) tiempo, después de haber interrumpido el pulso de RF, obtendremos la llamada curva T1.

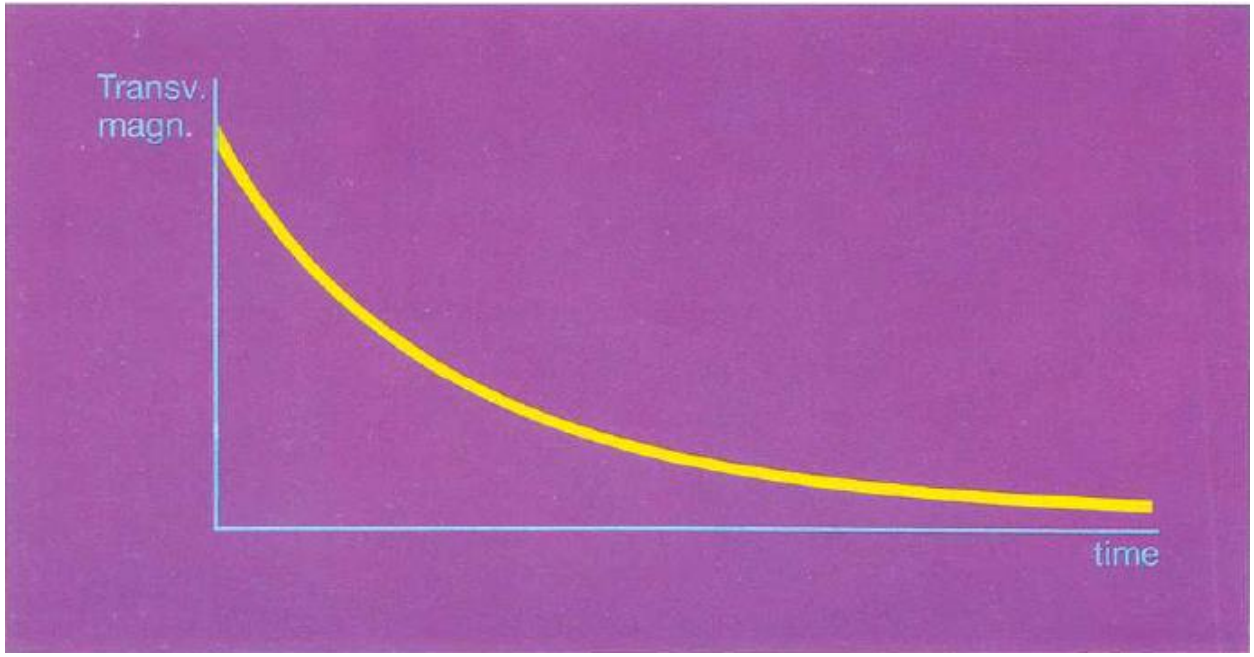
El tiempo que tarda la magnetización longitudinal en recuperarse, para volver a su valor original, se describe por el tiempo de relajación longitudinal también llamado T1



TIEMPO T2

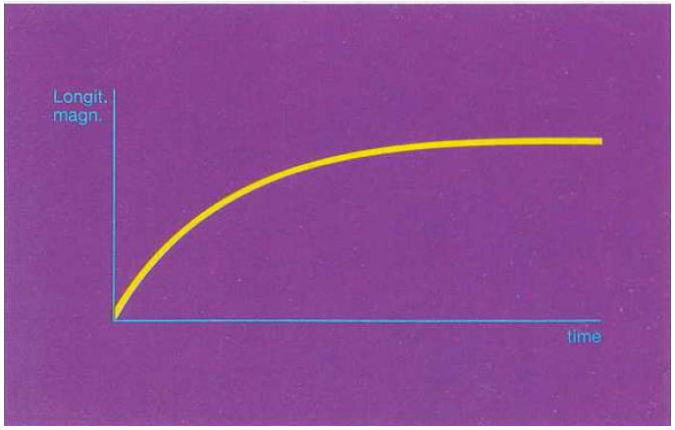
La curva de magnetización transversal es **descendente**, ya que desaparece con el tiempo y, tal como probablemente está usted esperando, también hay un tiempo constante que describe lo rápidamente que desaparece la magnetización transversal. Este tiempo constante es el tiempo de relajación transversal **T2**

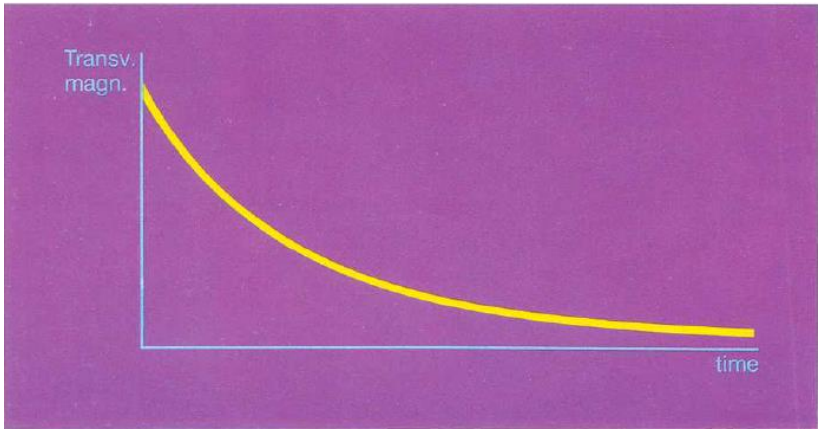
Otro término para la relajación transversal es el de relajación spin-spin

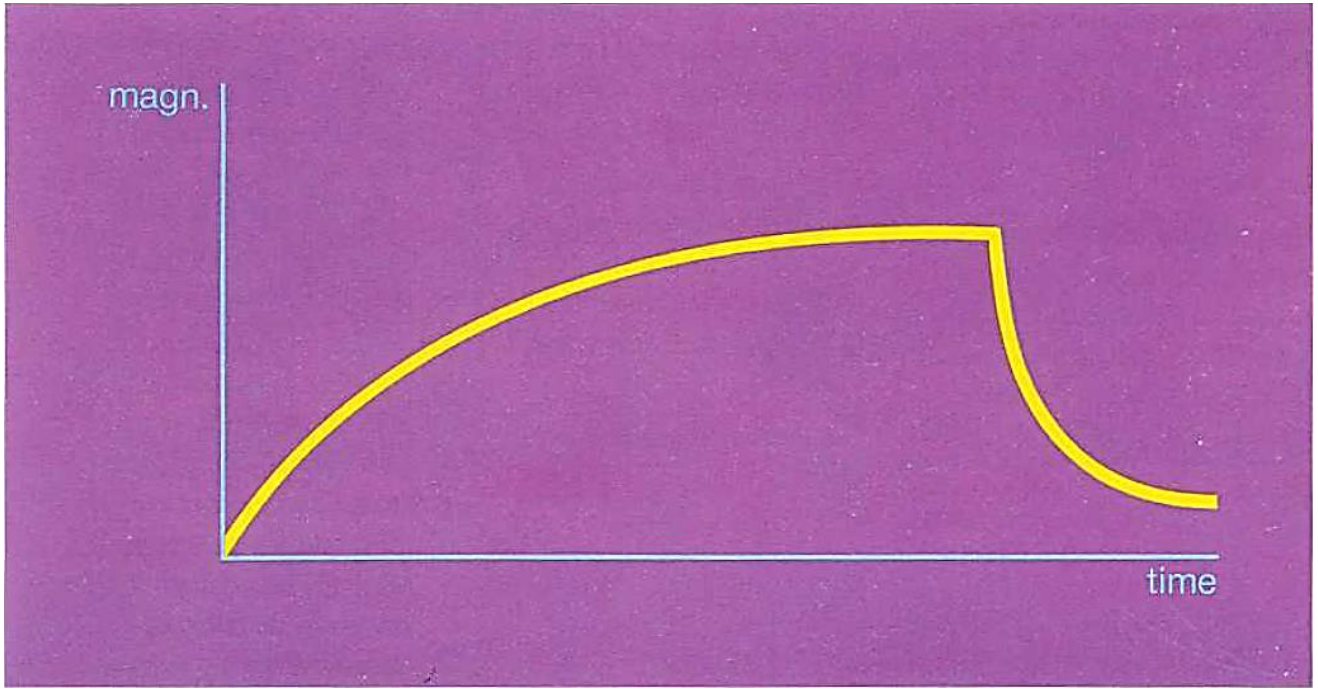


Si llevamos a una gráfica la magnetización transversal en función del tiempo, después de interrumpir el pulso de RF, se obtiene una curva como la representada, que se llama curva T_2.

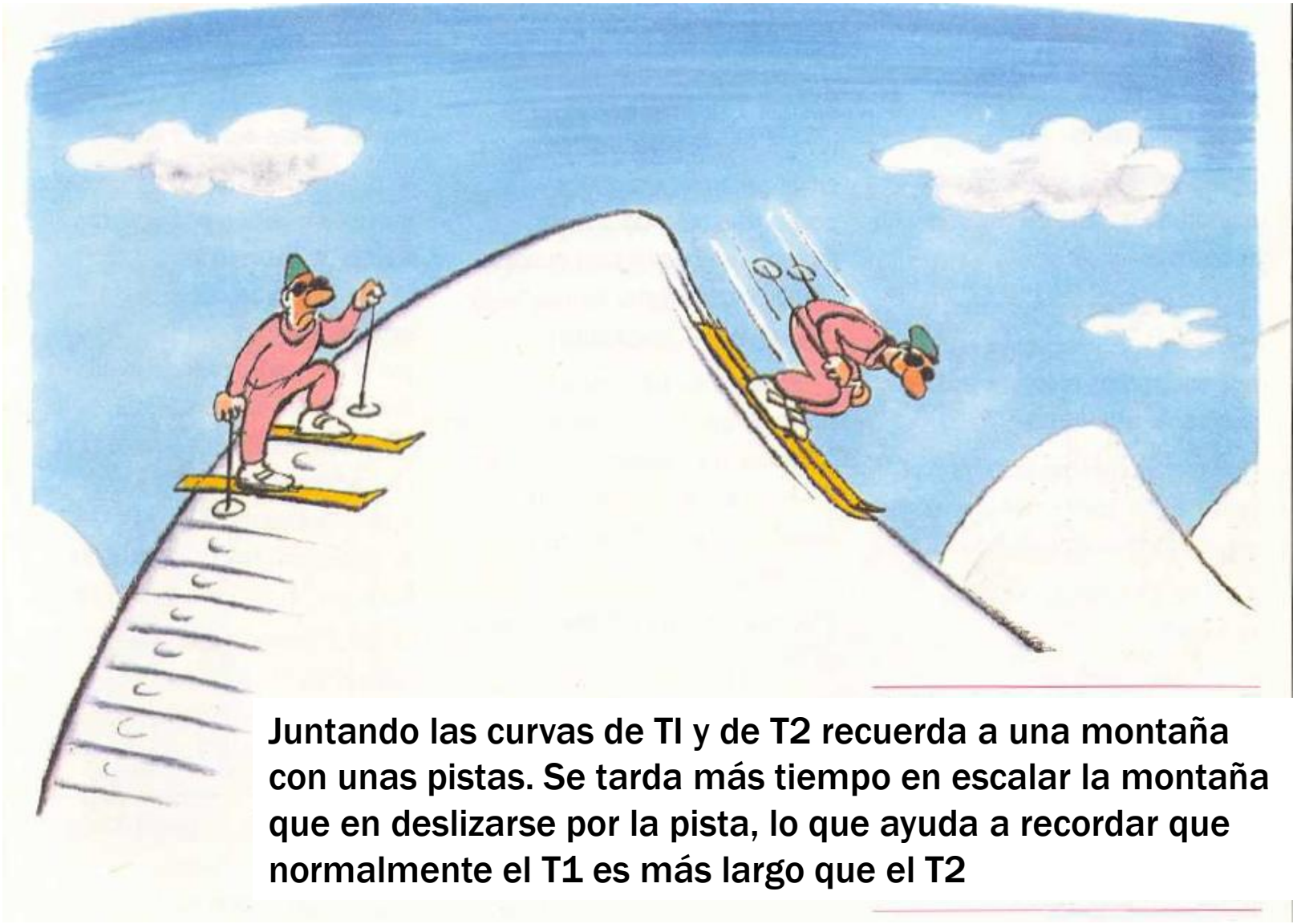
TIEMPO T1 & T2







TIEMPO T1 & T2



Juntando las curvas de TI y de T2 recuerda a una montaña con unas pistas. Se tarda más tiempo en escalar la montaña que en deslizarse por la pista, lo que ayuda a recordar que normalmente el T1 es más largo que el T2

RESUMIENDO

Cuando se interrumpe el pulso de RF:

Aumenta otra vez la magnetización longitudinal; esta relajación longitudinal se describe como un tiempo constante TI o tiempo de relajación longitudinal.

Disminuye la magnetización transversal hasta desaparecer; esta relajación transversal se describe como un tiempo constante T2 o tiempo de relajación transversal.

Con las curvas del TI y del T2 Es probablemente fácil y lógico que le cueste más tiempo llegar hasta la cima de la montaña que el descender deslizándose. Esto significa que el TI es más largo que el T2, y sólo para darle una idea: el TI es aproximadamente de dos a diez veces más largo que el T2 • En términos absolutos, en los tejidos biológicos: el T1 es aproximadamente de 300 a 2.000 mseg., y el T2, de linos 30 A 150 mseg.

TIEMPO T1 & T2

El T1 fue definido como el tiempo transcurrido cuando se ha alcanzado el 63 % de la magnetización longitudinal original. El T2 es el tiempo transcurrido cuando la magnetización transversal ha decrecido hasta el 37 % de su valor original.