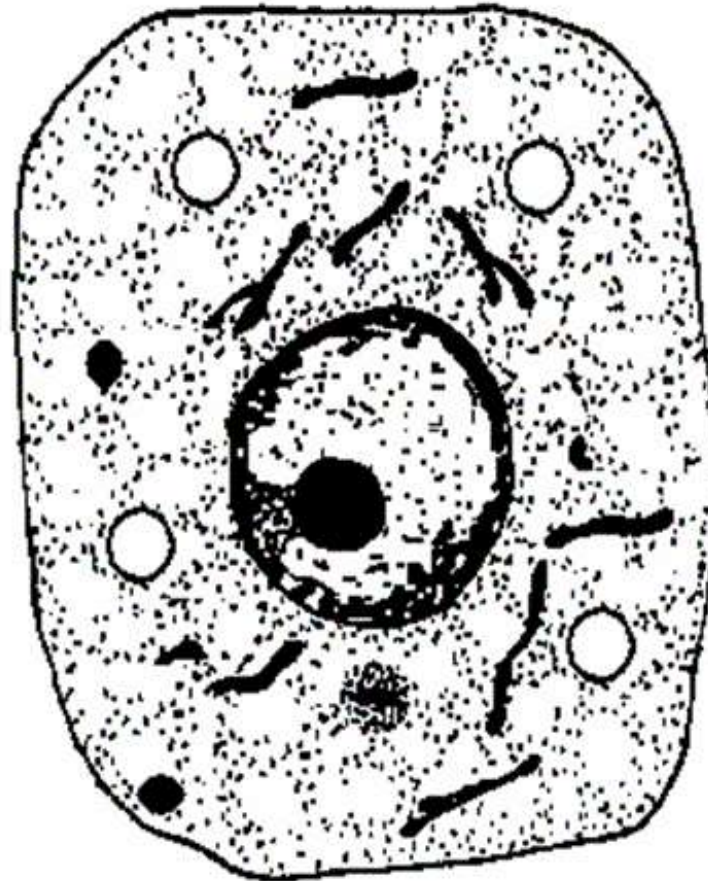


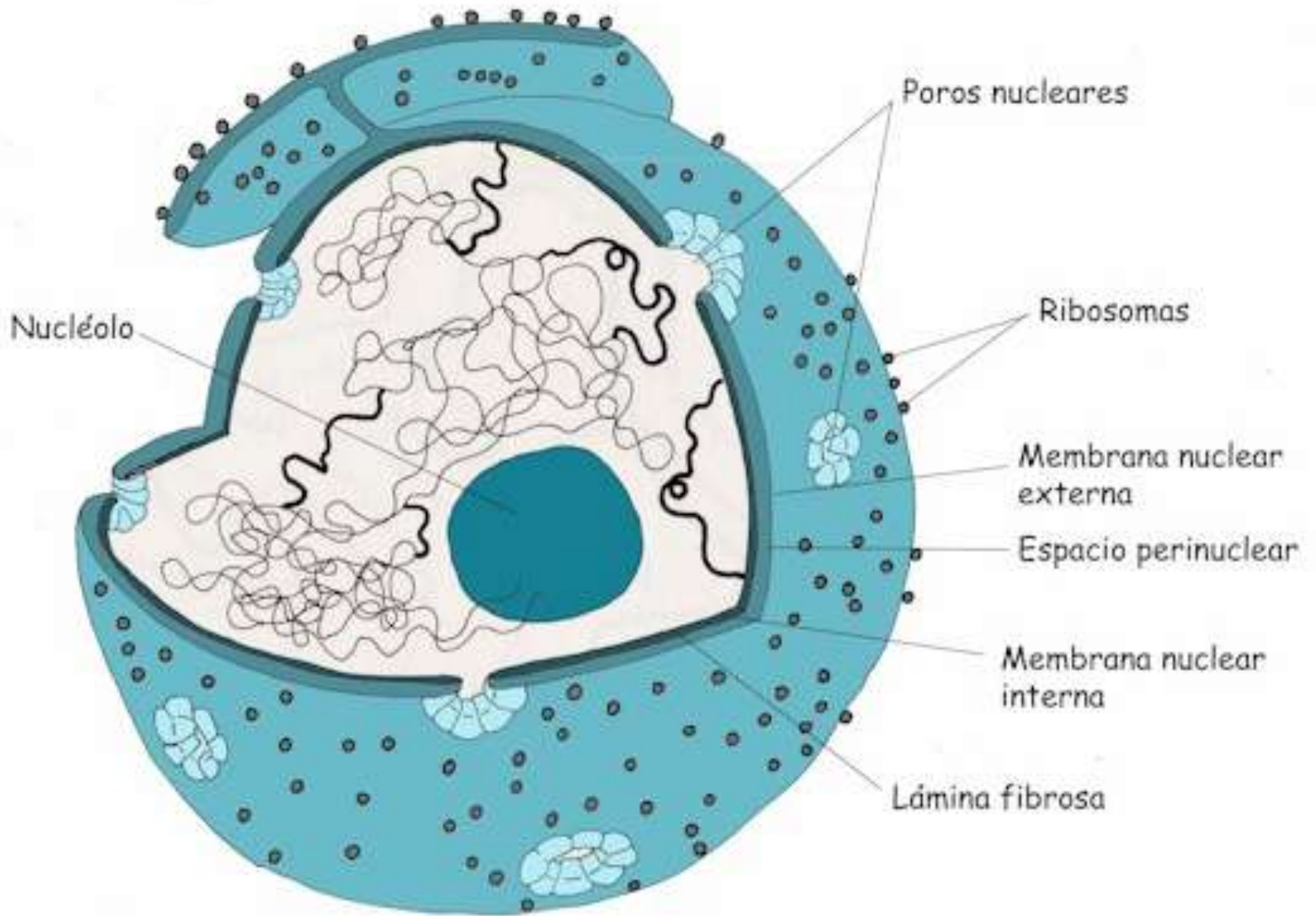
# NUCLEO

**Núcleo de una célula vista al microscopio óptico.**

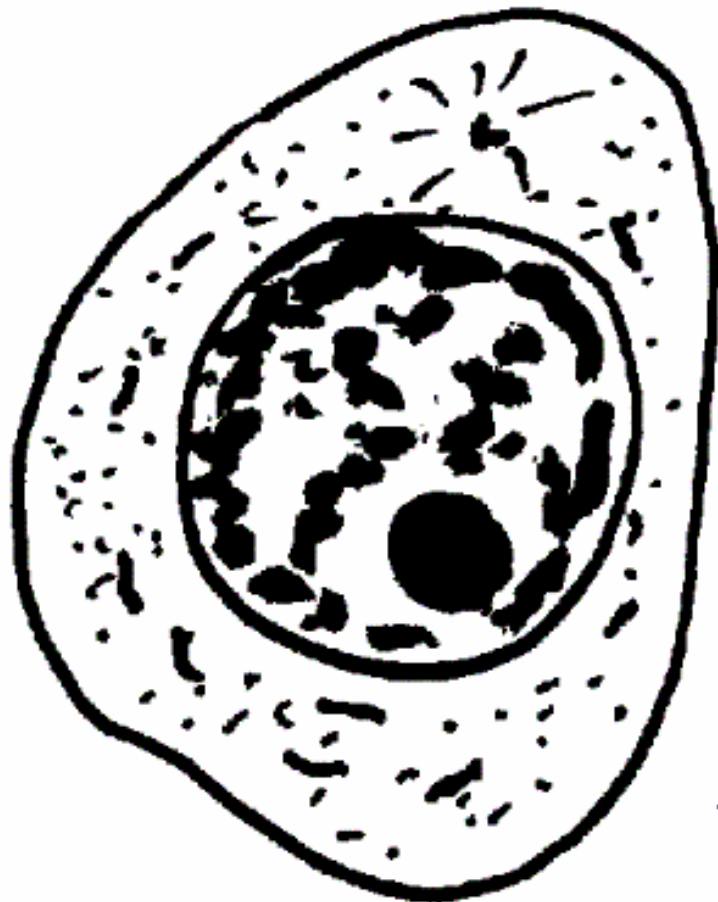
El núcleo es una estructura característica de las células eucarióticas. Fue descubierto por **Robert BROWN** en 1831 y contiene la información genética, esto es, la información necesaria para que se puedan realizar las funciones celulares y, más en concreto, la información para la síntesis de las proteínas.



**Presentación organizada por  
José Antonio Pascual Trillo**



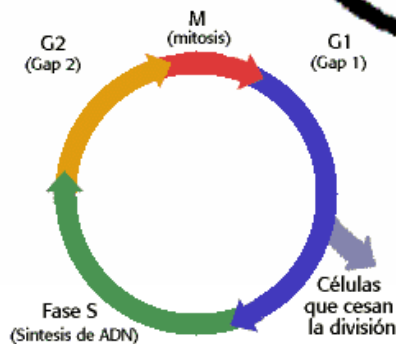
**A) Núcleo en reposo (interfase). B) Núcleo en división.**



**A**



**B**



# Núcleo

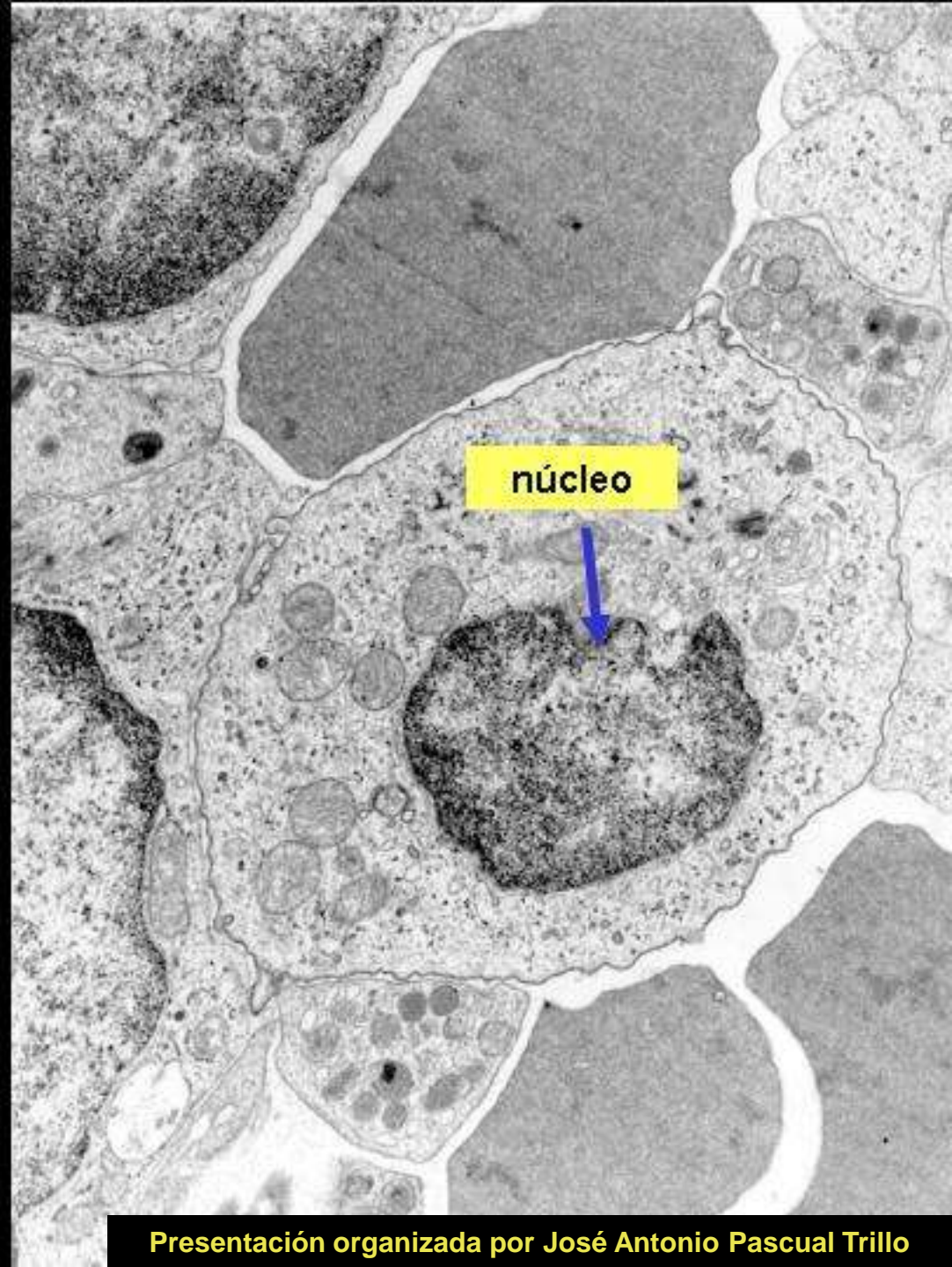
Típico de las eucariotas.

Morfología variable entre células y del momento celular

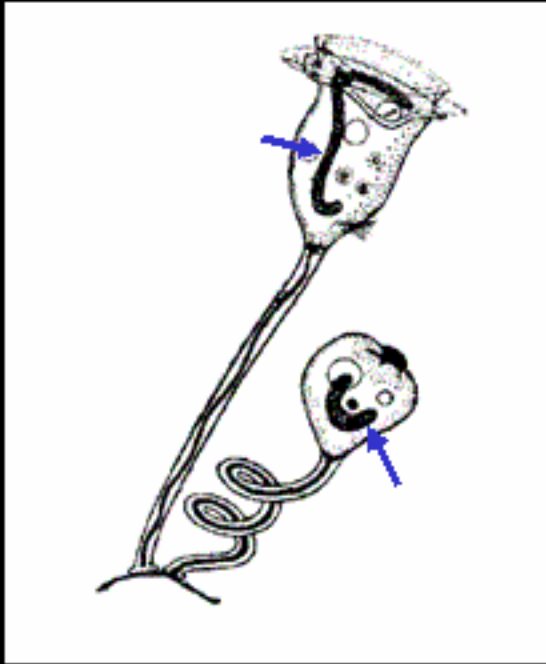
Dimensión variable (relación núcleo-plasmática determinada para cada tipo celular; 1 en células indiferenciadas, >1 en células muy diferenciadas)

Número: generalmente 1. Hay células plurinucleadas (algunos hepatocitos, musculares esqueléticas, sincitios, plasmodios, etc.) y células sin núcleo (glóbulos rojos y estrato córneo epidérmico)

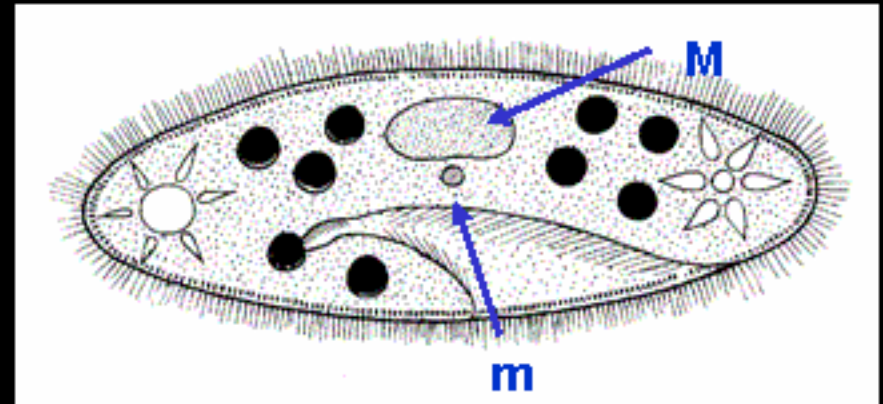
Posición variable, característico de cada tipo celular)



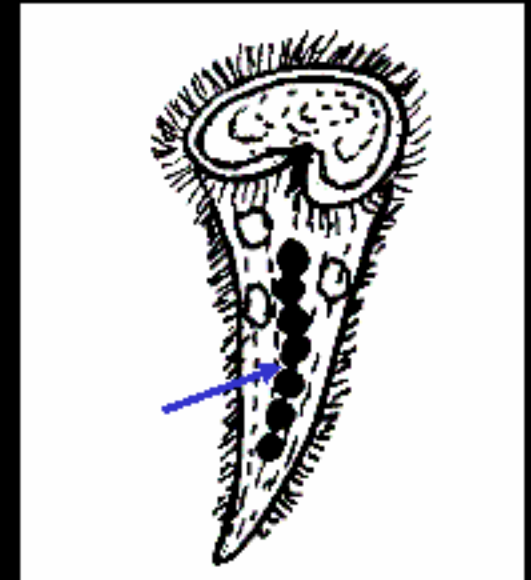
## Aspecto, forma y número de núcleos



Núcleo alargado de la vorticela

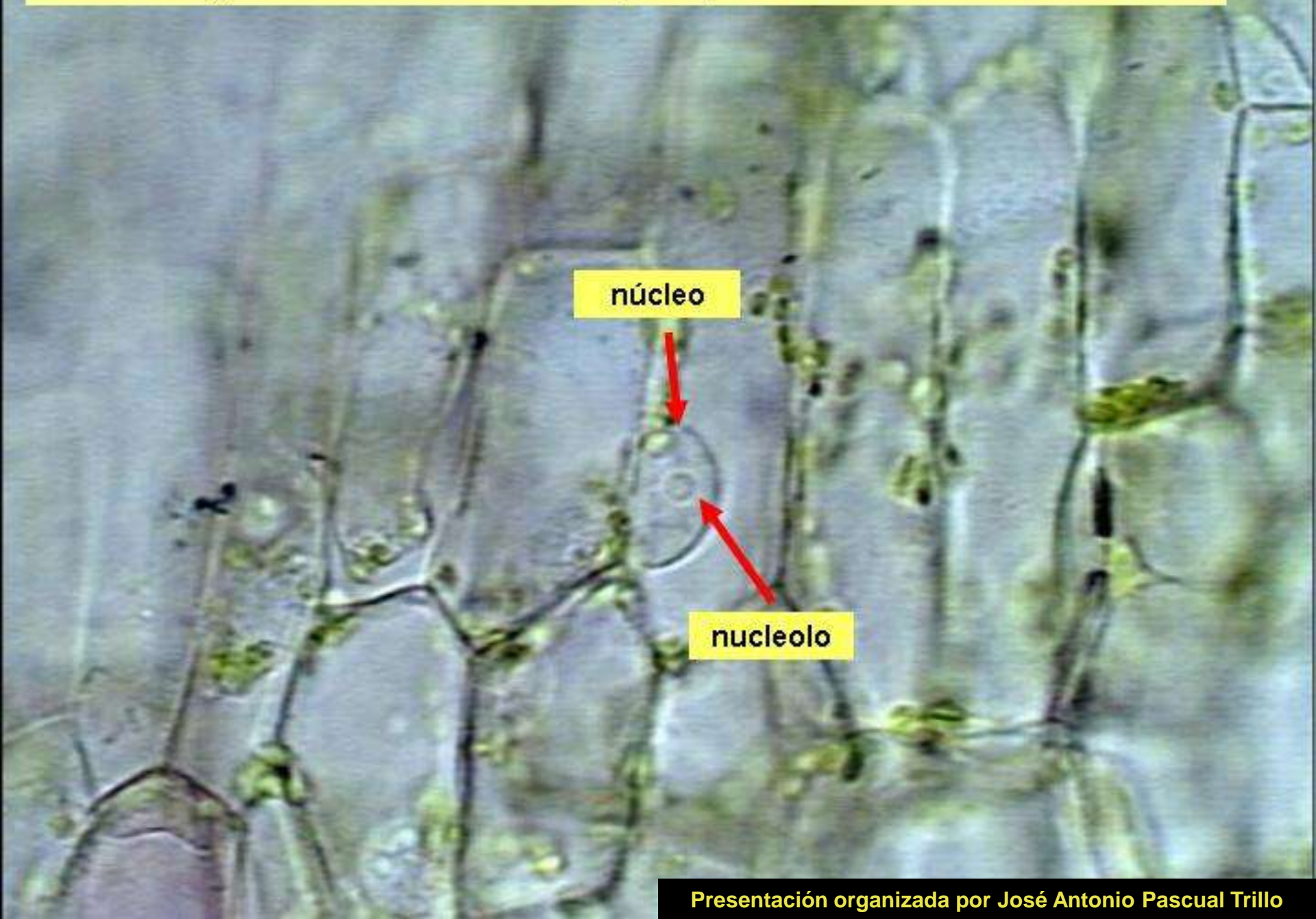


Macronúcleo (M) y micronúcleo (m) en el paramecio



Núcleo arrosariado del Stentor

Células vegetales vistas al microscopio óptico a unos 500X



núcleo

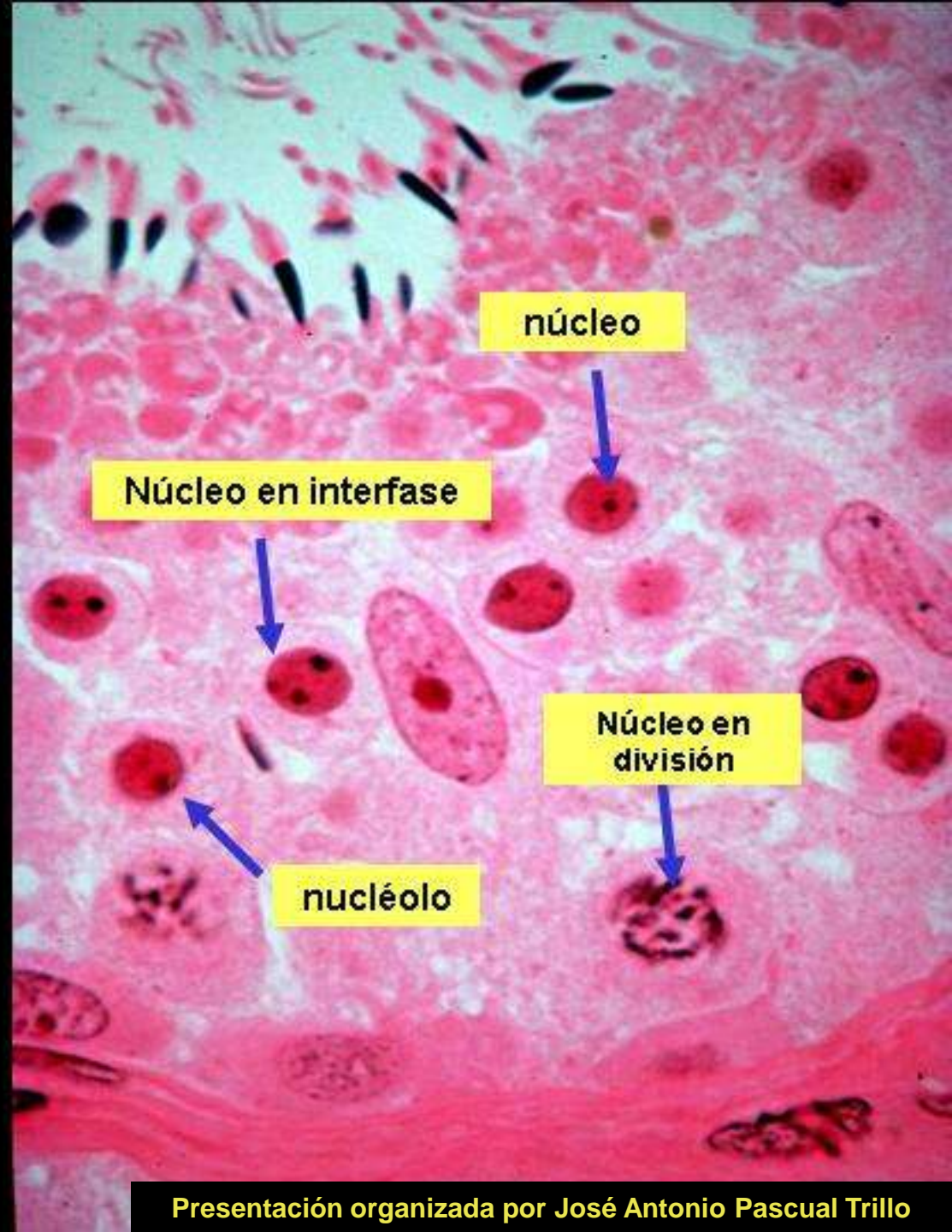
nucleolo

Células animales vistas al microscopio óptico a unos 1000X.

Células de los tubos seminíferos del testículo.

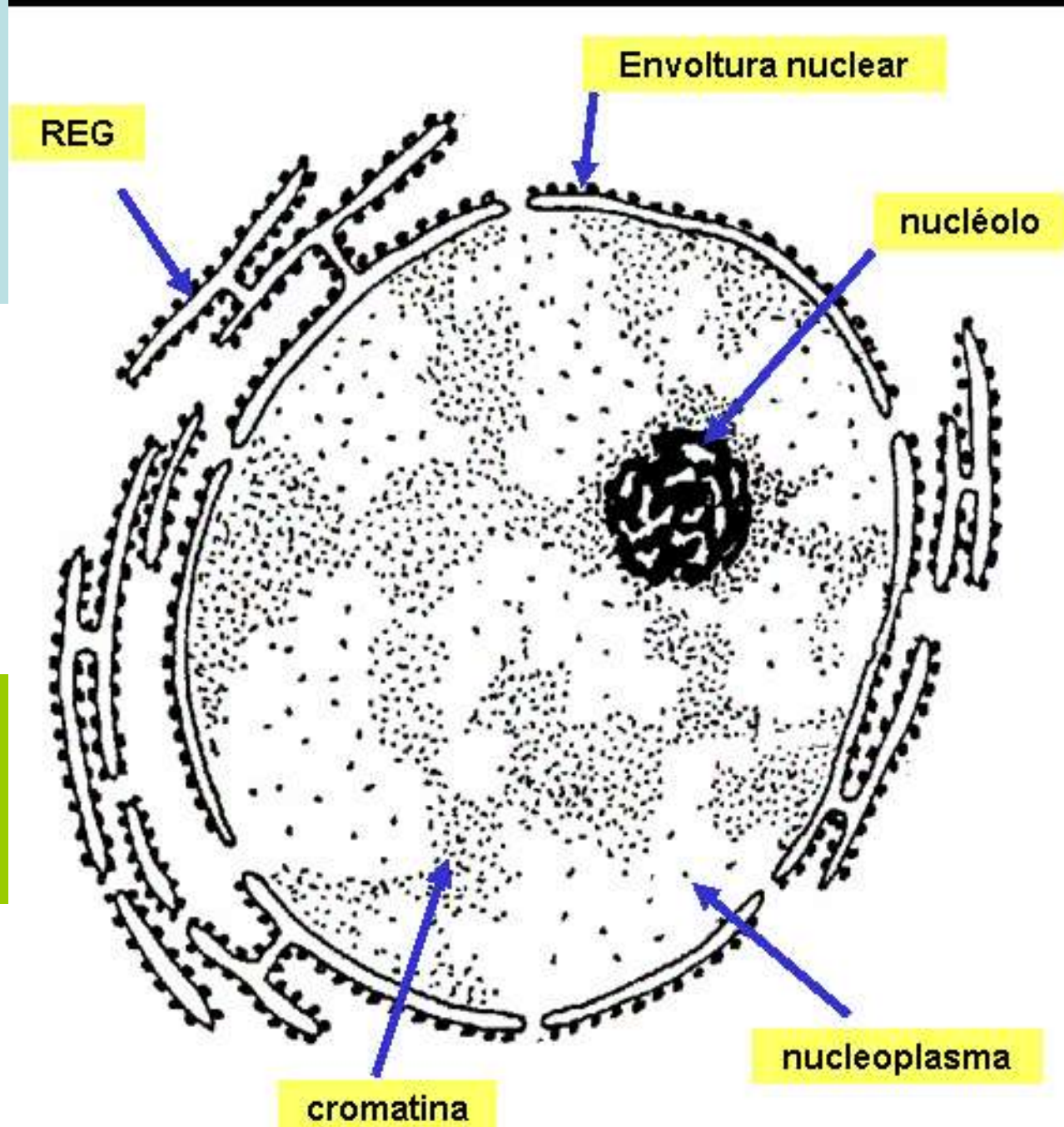
Se observan núcleos en interfase y núcleos en división.

Los puntos más oscuros dentro del núcleo son los nucléolos.



# NUCLEO EN INTERFASE:

## ESTRUCTURAS



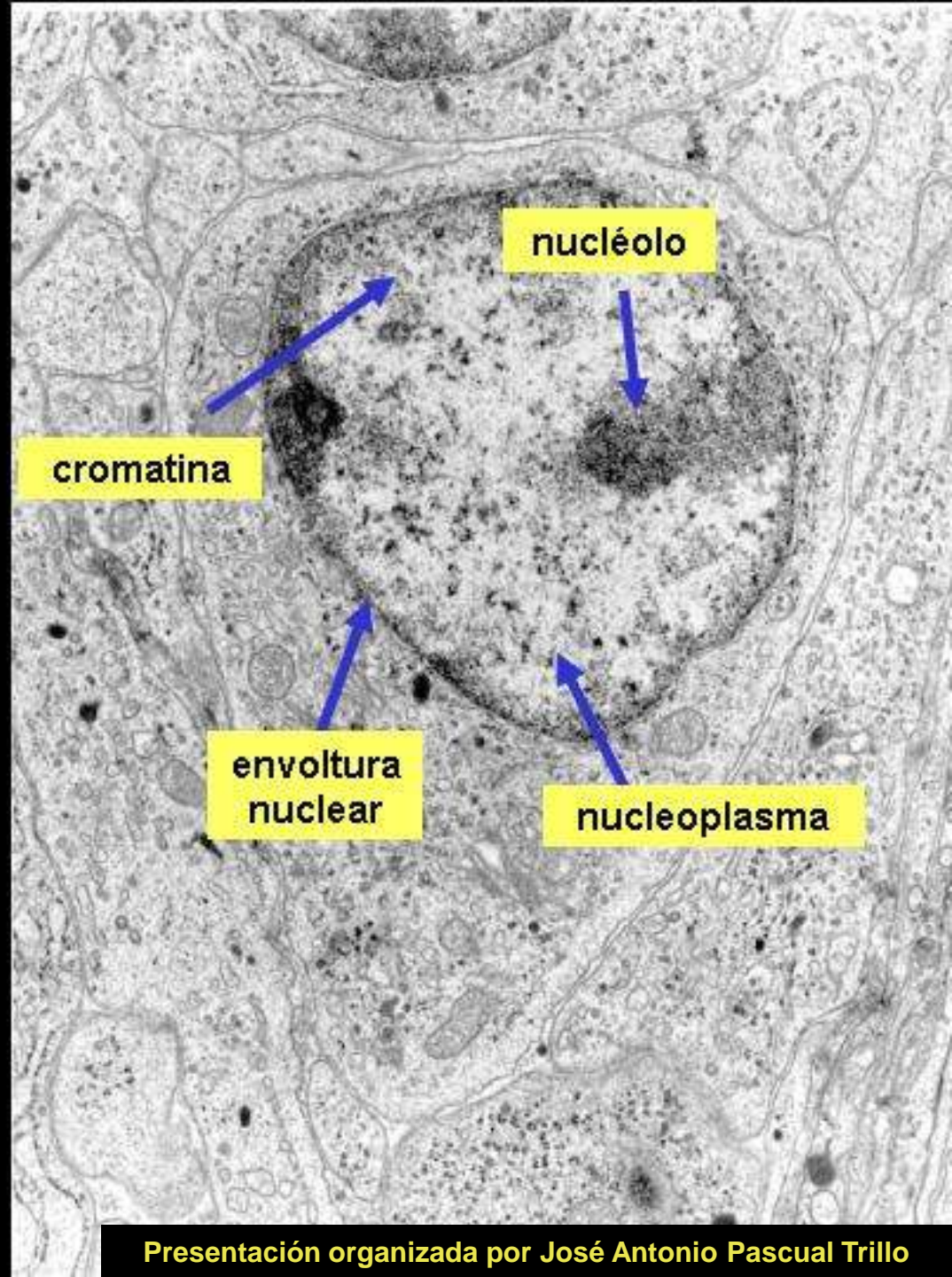
- ENVOLTURA
- NUCLEOPLASMA
- NUCLEOLO
- CROMATINA



# NUCLEO EN INTERFASE:

## ESTRUCTURAS

- ENVOLTURA
- NUCLEOPLASMA
- NUCLEOLO
- CROMATINA



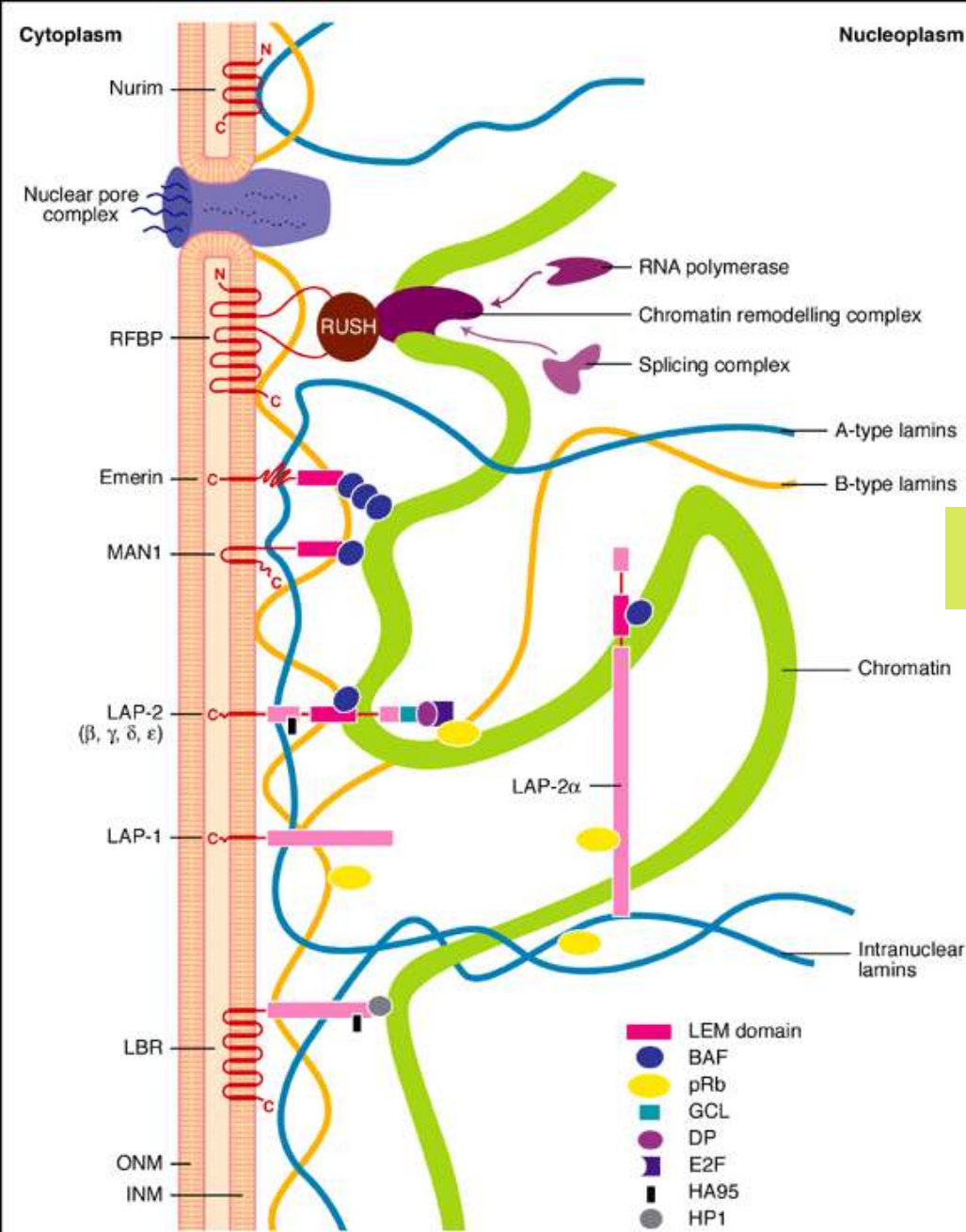
# ENVOLTURA NUCLEAR

## ESTRUCTURA:

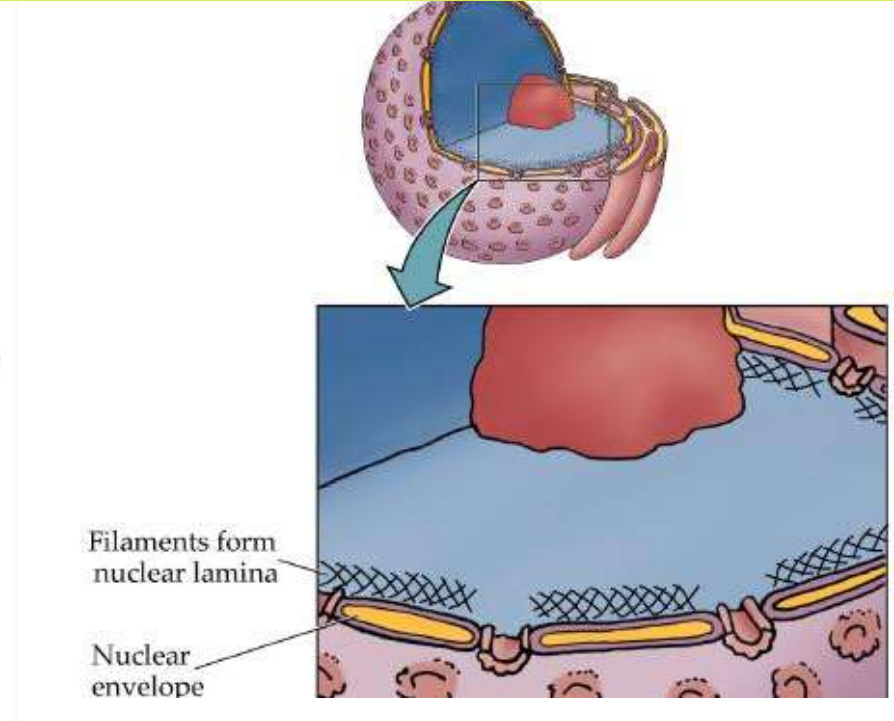
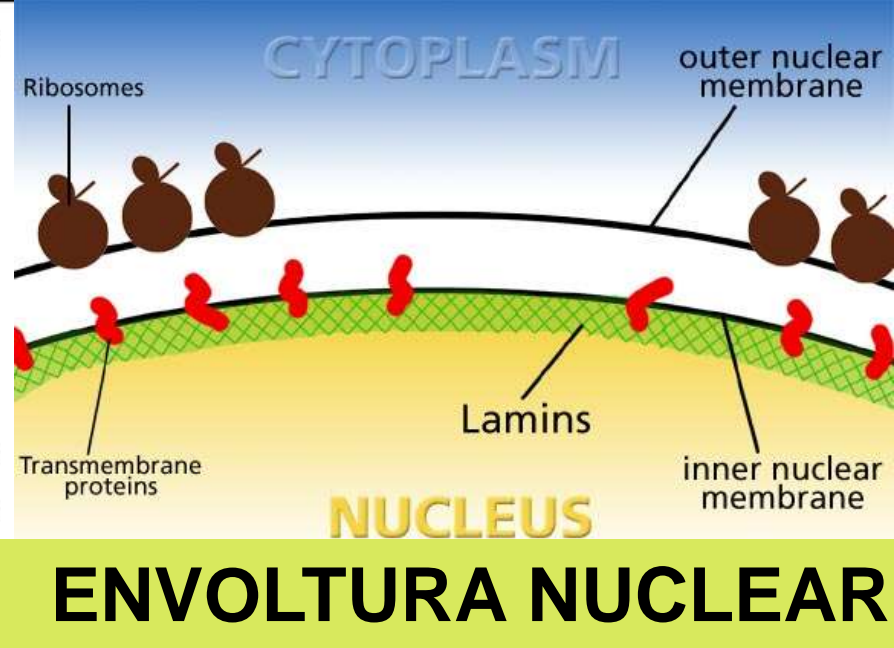
- **Membrana externa** (comunicada con RER, posee ribosomas)
  - **Espacio perinuclear**
  - **Membrana interna** (con proteínas asociadas a las de la lámina)
  - **Lámina nuclear o fibrosa** (proteínas fibrilares del tipo de filamentos intermedios del citoesqueleto: se llaman **láminas** y se unen a la cromatina)
- Toda la envoltura esta atravesada por **poros nucleares** (complejos de poro)

## FUNCIONES:

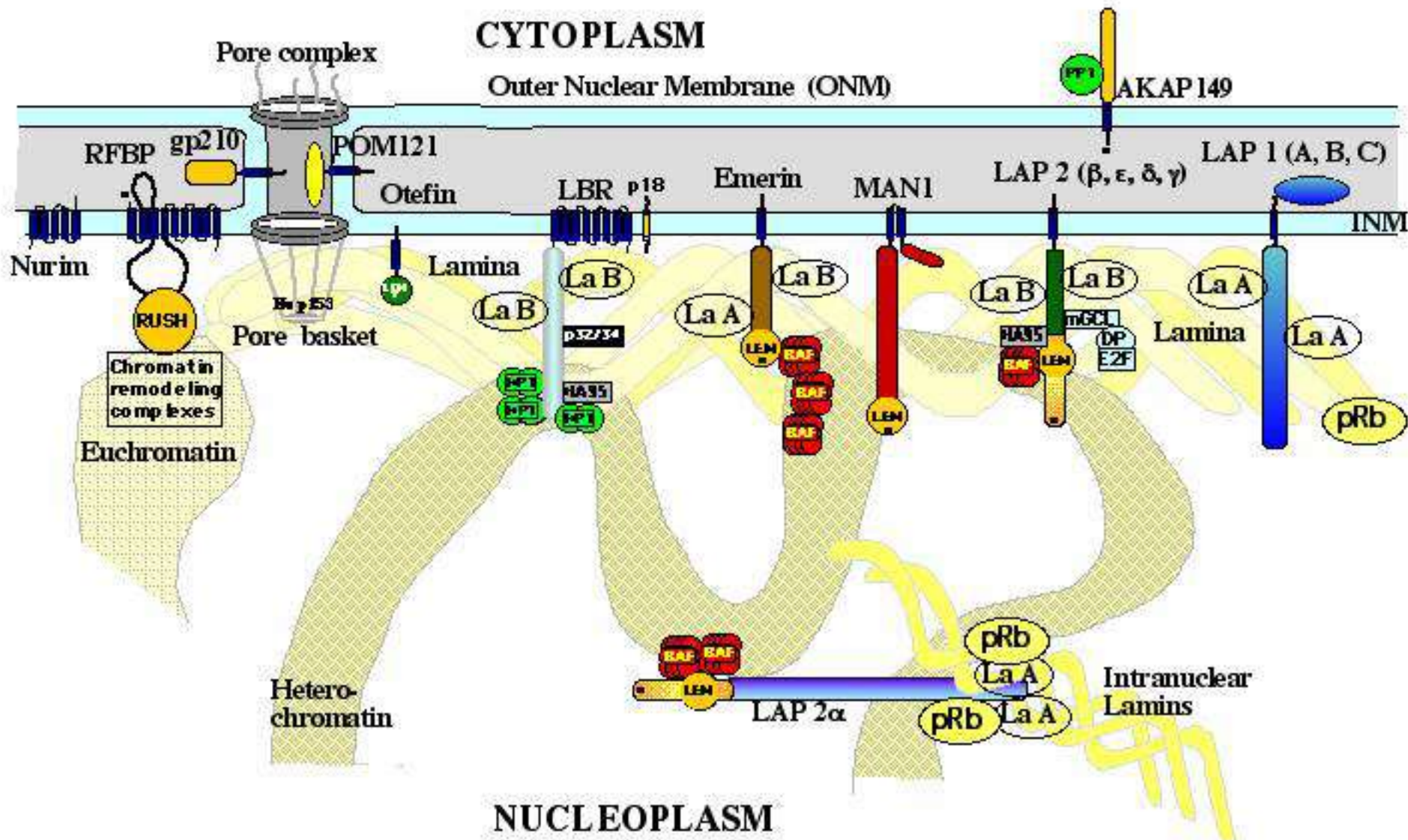
- **Frontera** o límite nucleoplasma-citoplasma (determina 2 compartimentos:
  - zona transcripcional de la célula (núcleo) ADN -> ARN
  - zona traduccional de la célula (citoplasma) ARN -> proteínas
- **Regulación de intercambios** núcleo-citosol
- **(De la lámina nuclear):** Dar **forma** al núcleo, **ensamblaje/desensamblaje del núcleo** tras la mitosis y posible **interacción con cromatina**



A schematic view of inner nuclear membrane proteins and their binding interactions with the nuclear lamina and nucleoplasmic components



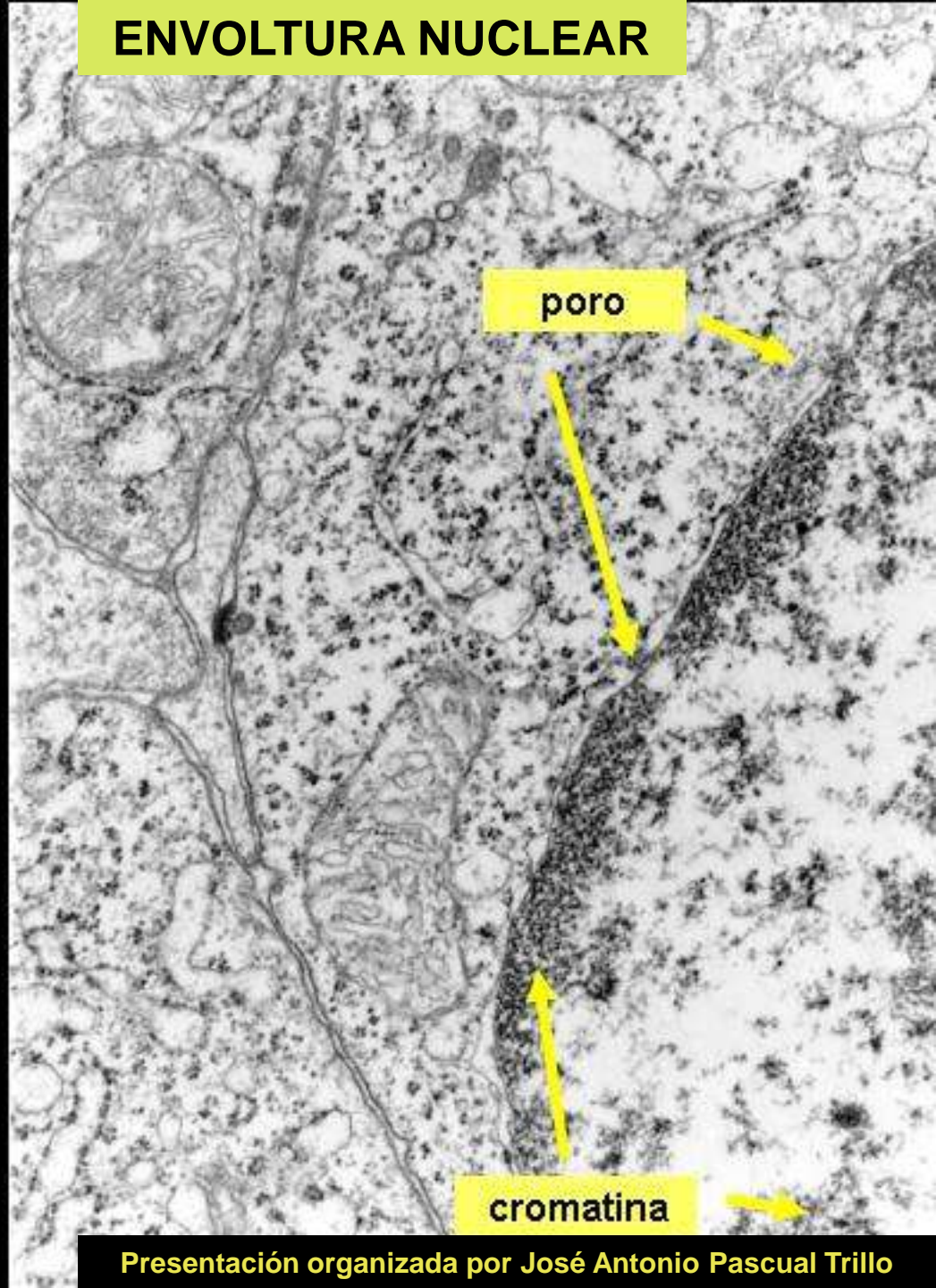
# Peripheral lamina and internal lamin structures organize nuclear and chromatin structure



Poros de la envoltura nuclear.

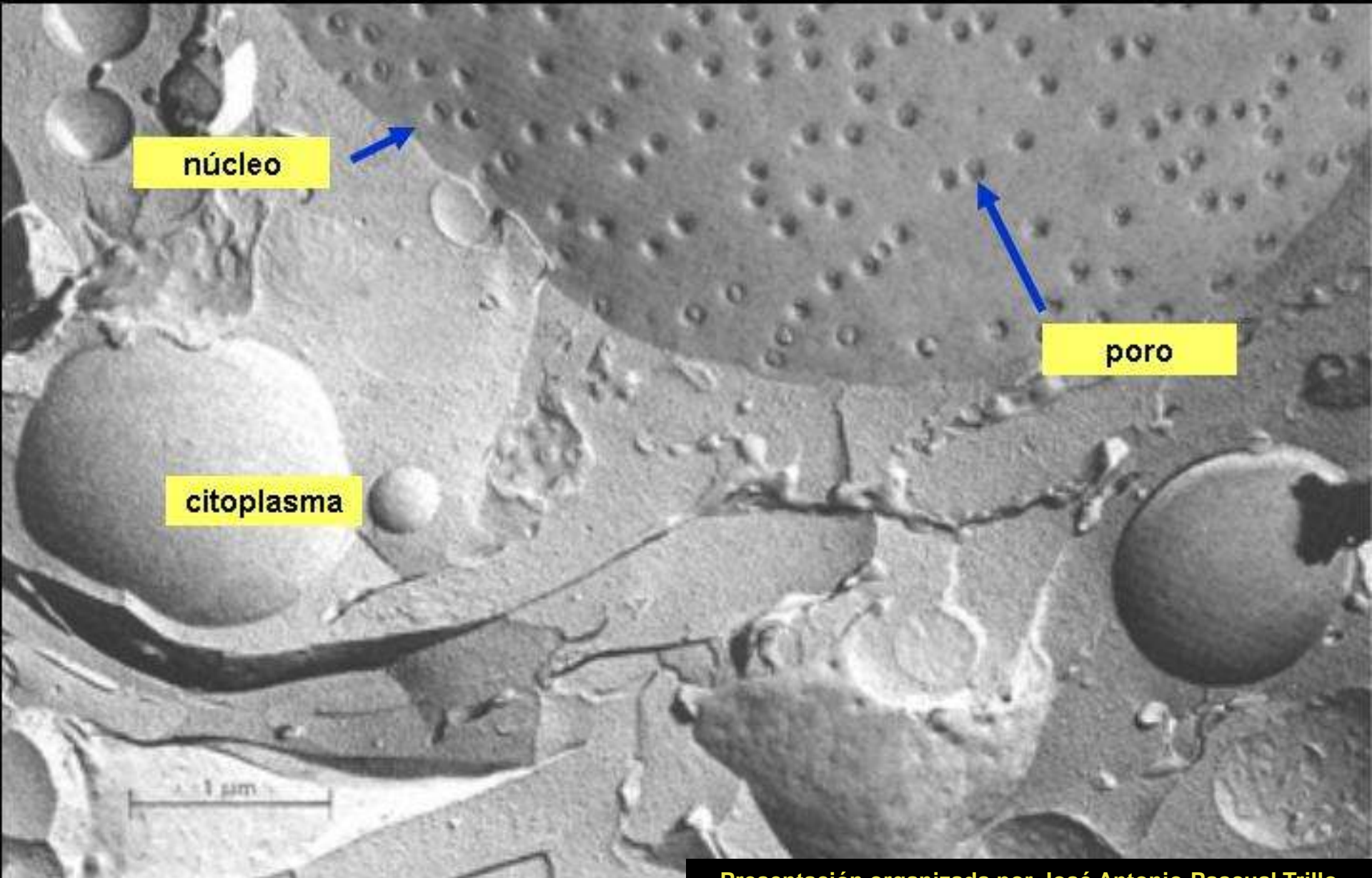


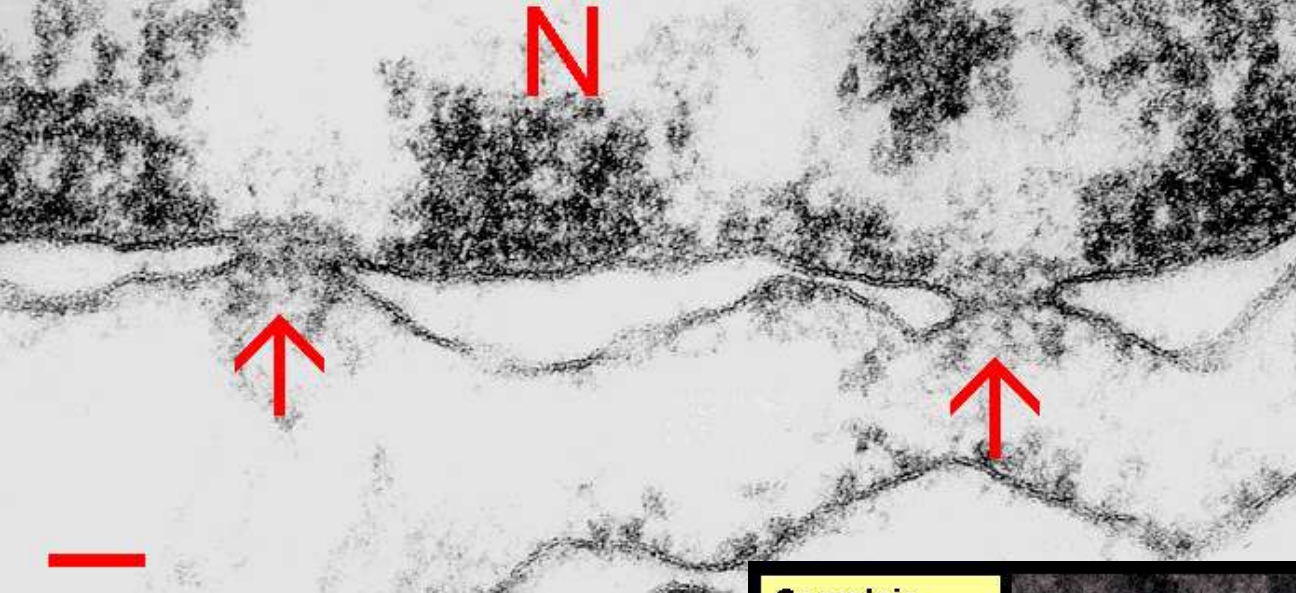
## ENVOLTURA NUCLEAR



Poros en la envoltura nuclear (técnica de criofractura).

## ENVOLTURA NUCLEAR





## ENVOLTURA NUCLEAR: Complejo del poro

Regula el intercambio entre citoplasma y núcleo **de forma dinámica** (aparecen y desaparecen según necesidades).

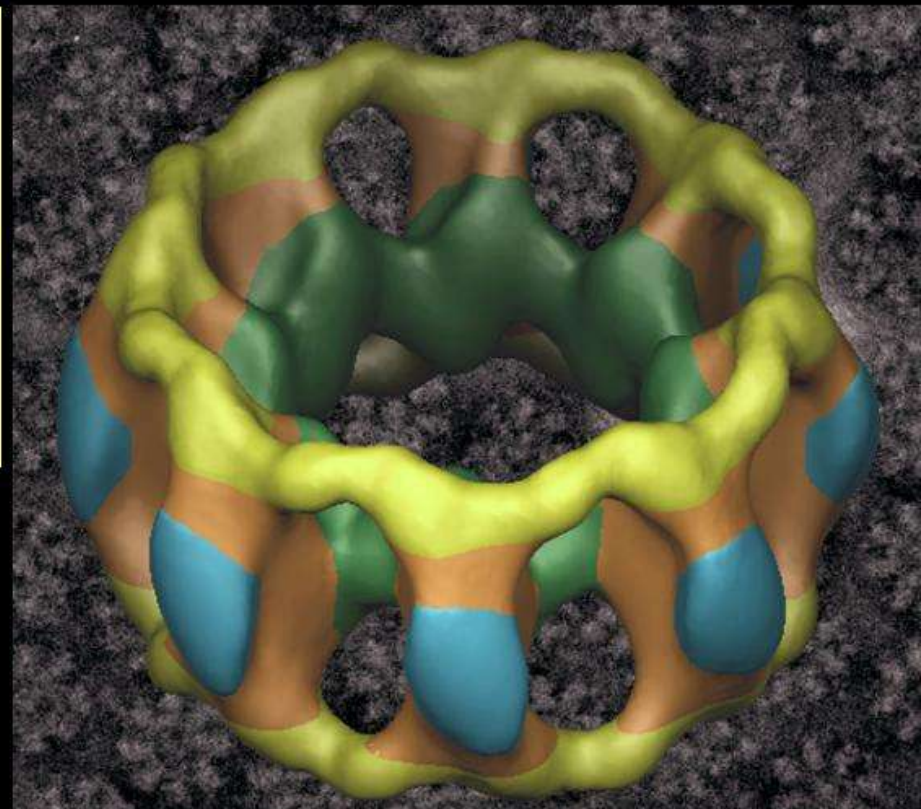
Permite **difusión pasiva** (Pm bajo) y **transporte selectivo**.

Básicamente (desde el núcleo)

- **Importación de proteínas**
- **Exportación de ARN**

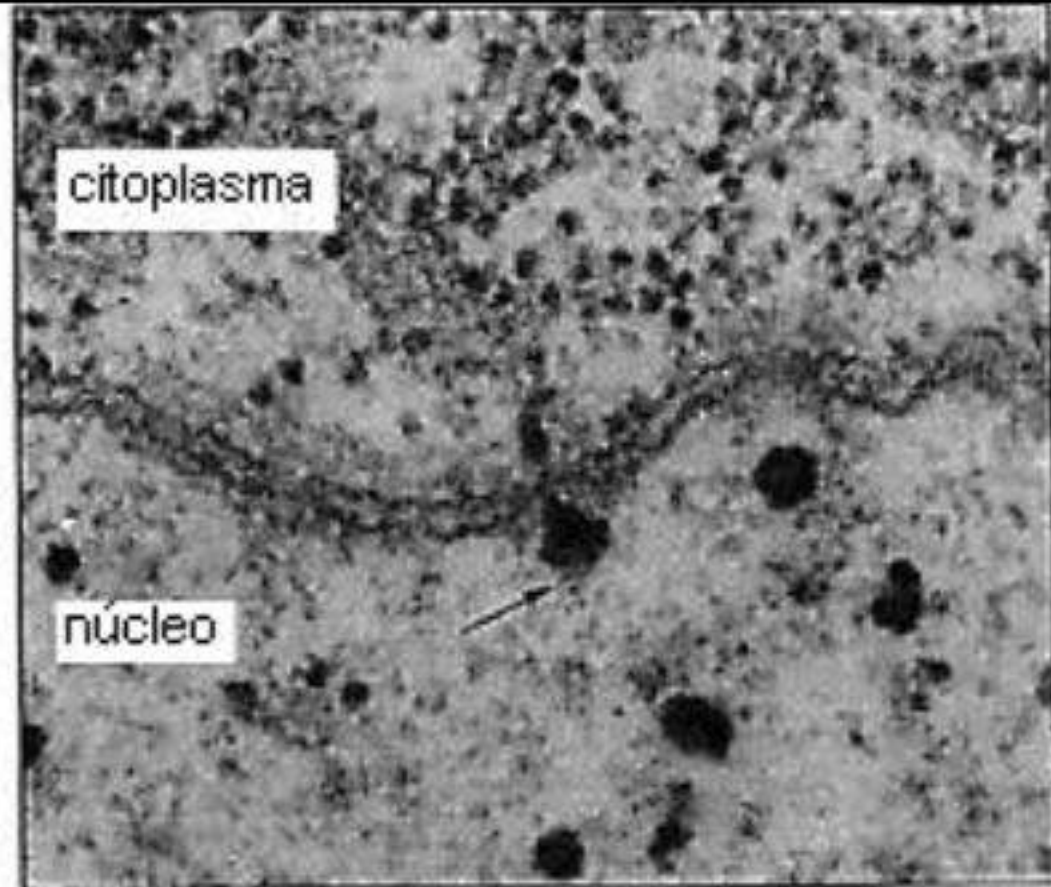
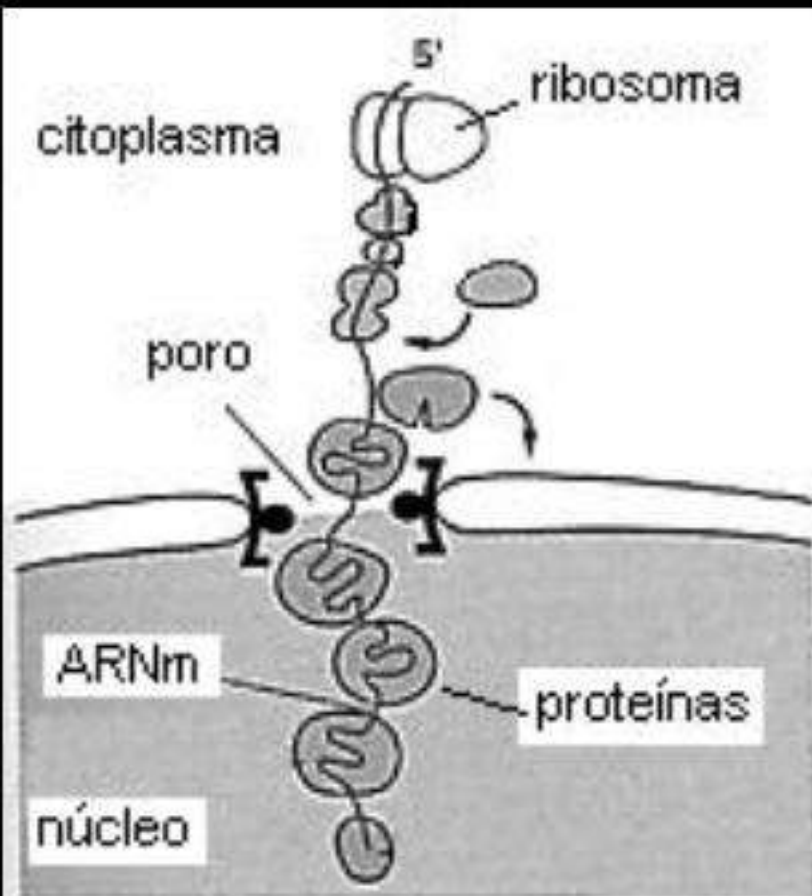
Complejo  
protéico del  
poro.

Los poros  
poseen a su  
alrededor una  
compleja  
estructura  
protéica  
formada por  
8 proteínas.



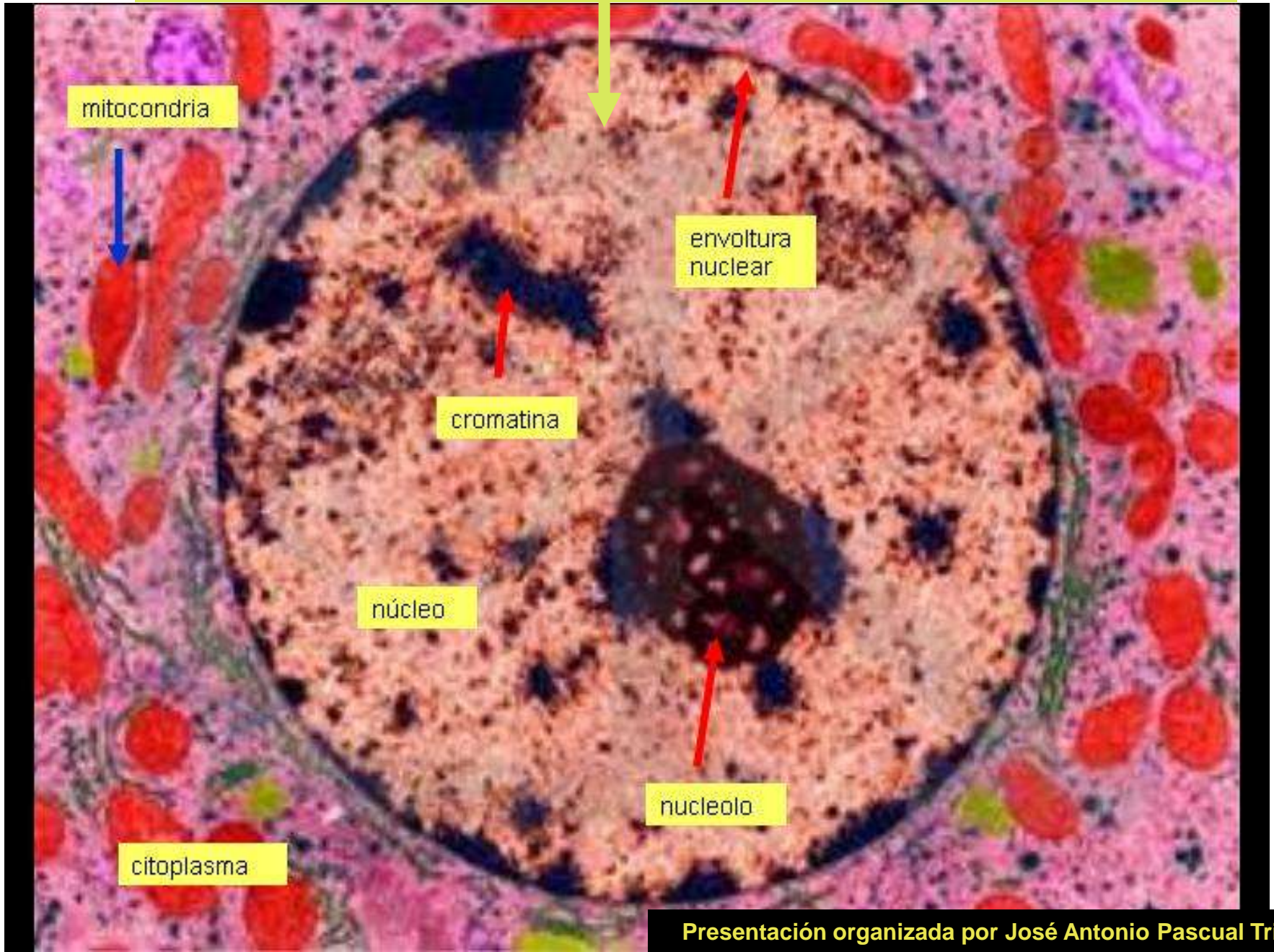
Complejos formados por proteínas y ARN r saliendo a través de los poros de la envoltura nuclear.

## ENVOLTURA NUCLEAR





# MATRIZ NUCLEAR, NUCLEOPLASMA O CARIOPLASMA

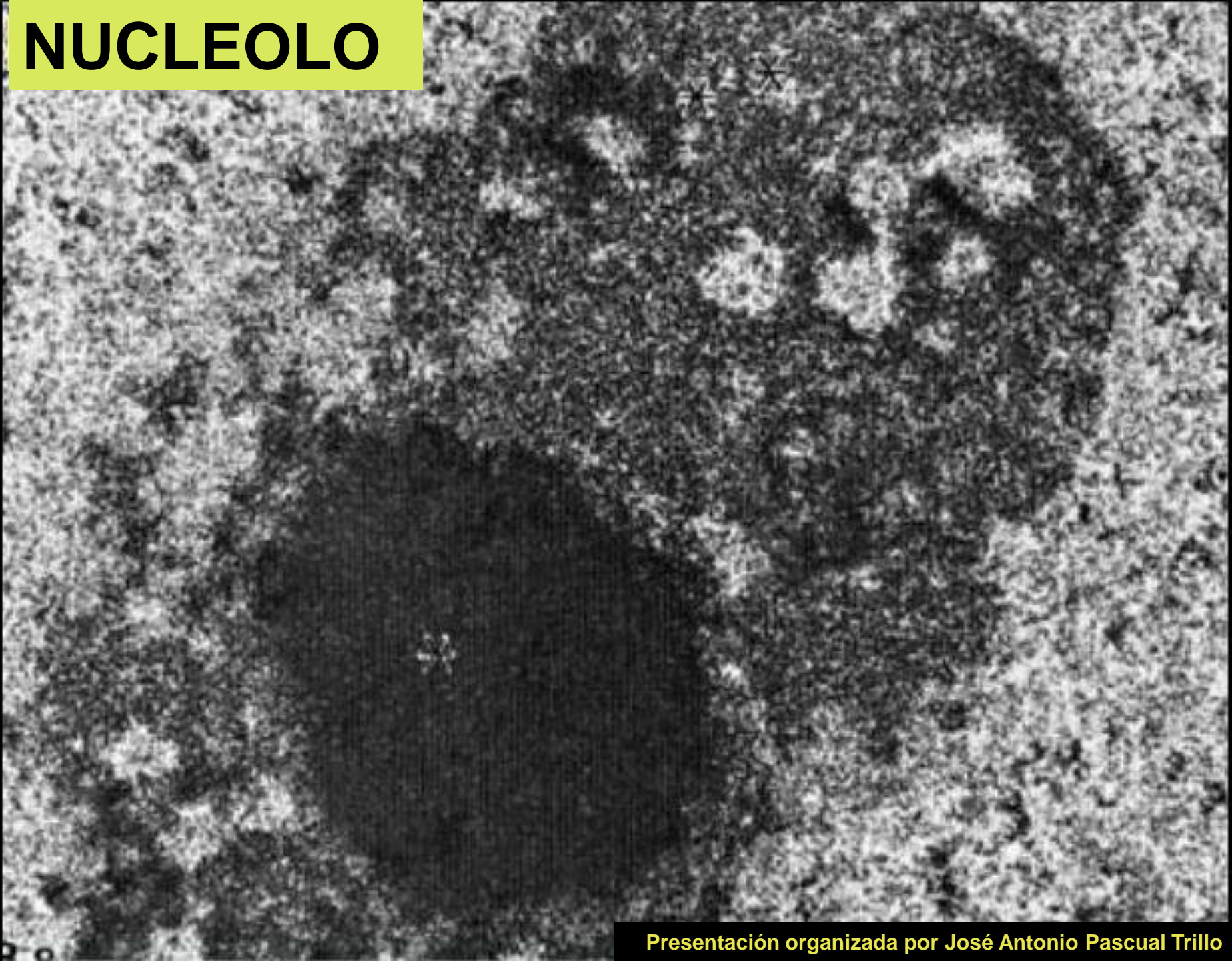


# MATRIZ NUCLEAR, NUCLEOPLASMA O CARIOPLASMA

**Sistema coloidal similar al citoplasma, donde están embebidos la cromatina y el/los nucleolos**

- **Agua, iones y enzimas relacionadas con el metabolismo de ácidos nucleicos (ADN y ARN)**
- **Proteínas fibrilares insolubles (red esquelética)**
- **Además:**
  - **Gotas de lípidos**
  - **Gránulos de glucógeno (animales)**

# NUCLEOLO



## NUCLEOLO

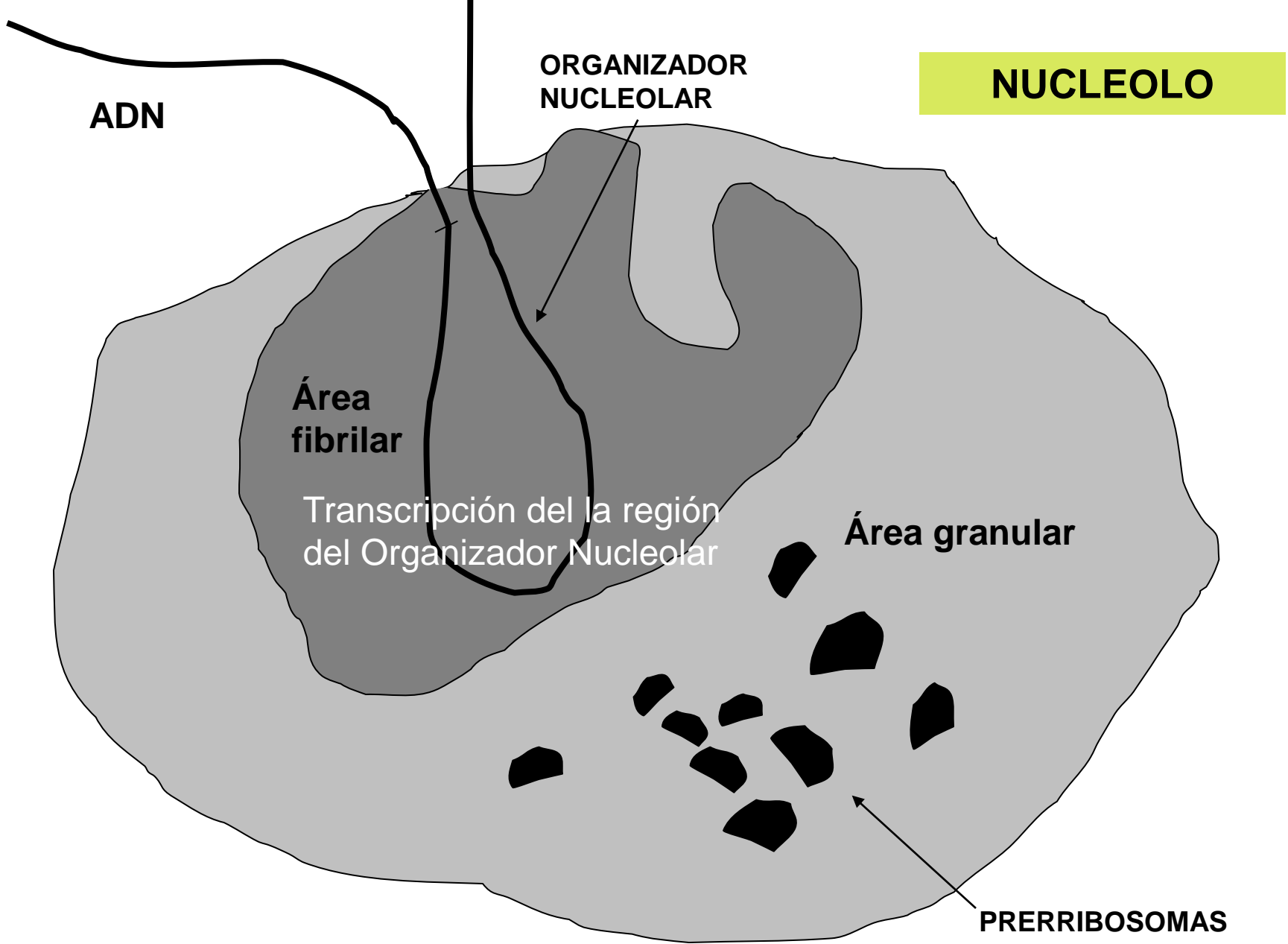
Cuerpo esferoidal, sin membrana.  
Muy variables en tamaño y número  
(gen. 1-2 por núcleo)  
Contienen **ARN (10-30%) y proteínas (70-90%)**  
**(+ ADN de cromatina: 3%)**  
**Son “fábricas de ribosomas”**

Dos partes:

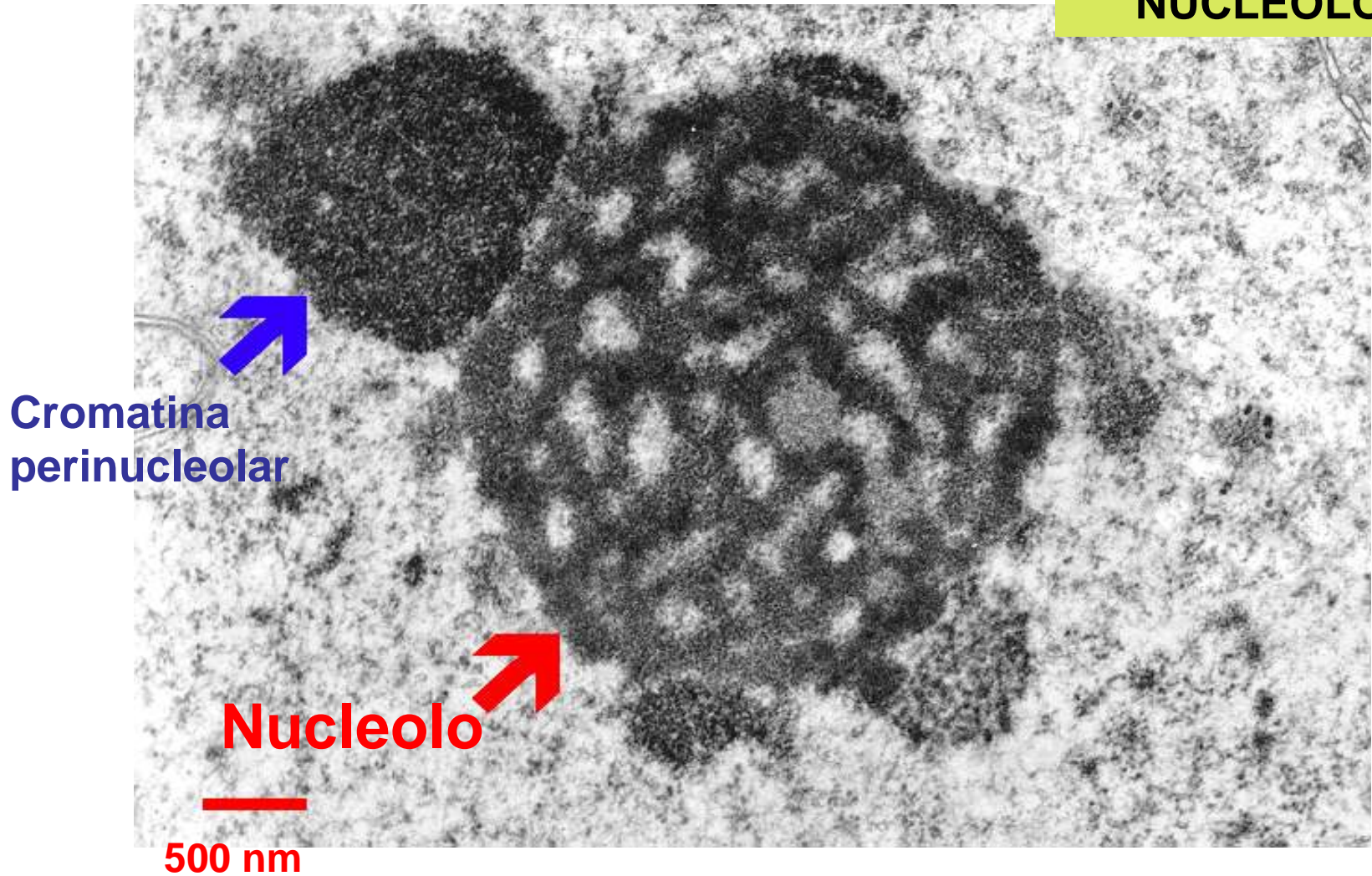
- **Área fibrilar**, generalmente central (básicamente **ARN nucleolar** y ADN)
- **Área granular**, periférica (**ribonucleoproteínas de ARNr**: subunidades de ribosomas en maduración)

Se origina por **transcripción** de los genes de la **REGIÓN ORGANIZADORA NUCLEOLAR**: lugares del ADN (cromatina) con genes para los **ARN nucleolares**.

**Sintetizan e inician el ensamblaje de los ARN r** (excepto una pequeña fracción de ARN 5S de la subunidad grande, que se sintetiza en la eucromatina cercana a la envoltura nuclear)



# NUCLEOLO



Célula de Purkinje de ratón

# CROMATINA

**Complejo de nucleoproteínas** que contiene el genoma (información genética de la célula).

Fuerte afinidad por los colorantes básicos (de ahí el nombre)

Componentes principales: **ADN, ARN y proteínas (histonas y no-histonas)**.

Las **histonas** son proteínas con muchos aa con cargas + (permiten unirse al ADN)

Hay 5 tipos: 4 son nucleosomales (H2A, H2B, H3,H4) y una no-nucleosomal (H1)

Muchas de las **no-histonas** son enzimas de replicación, transcripción y regulación del ADN

También hay proteínas contráctiles y tubulinas (movimientos y condensación)

Dos tipos de cromatina:

- **Eucromatina** (cromatina no condensada)

- **Heterocromatina** (cromatina condensada en agrupaciones: **cromocentros**): 2 tipos:

- **Heterocromatina constitutiva**: condensada en todas las células del organismo  
(no transcribe: ADN repetitivo o redundante)

- **Heterocromatina facultativa**: a veces está condensada y otras no. Las secuencias transcriptoras son diferentes según los tipos celulares

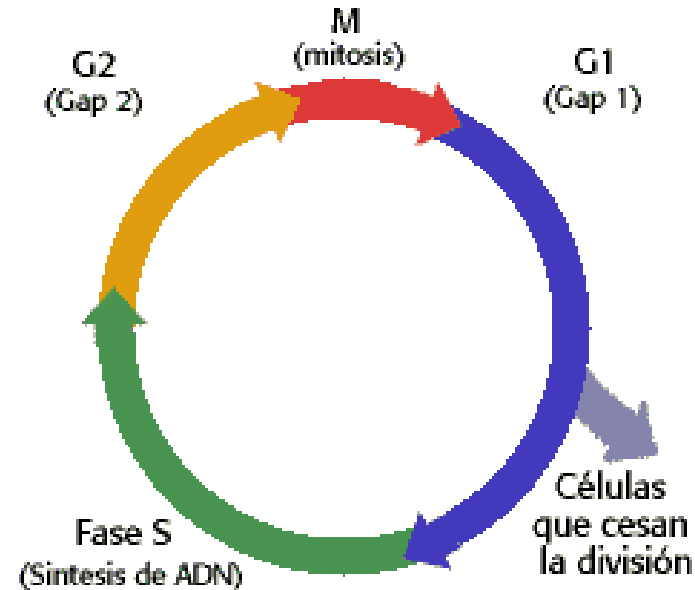
# CROMATINA

En interfase: duplicación en fase S (síntesis):  $G2 = 2 \times G1$

En mitosis: se convierte en cromosomas (mayor grado de condensación)

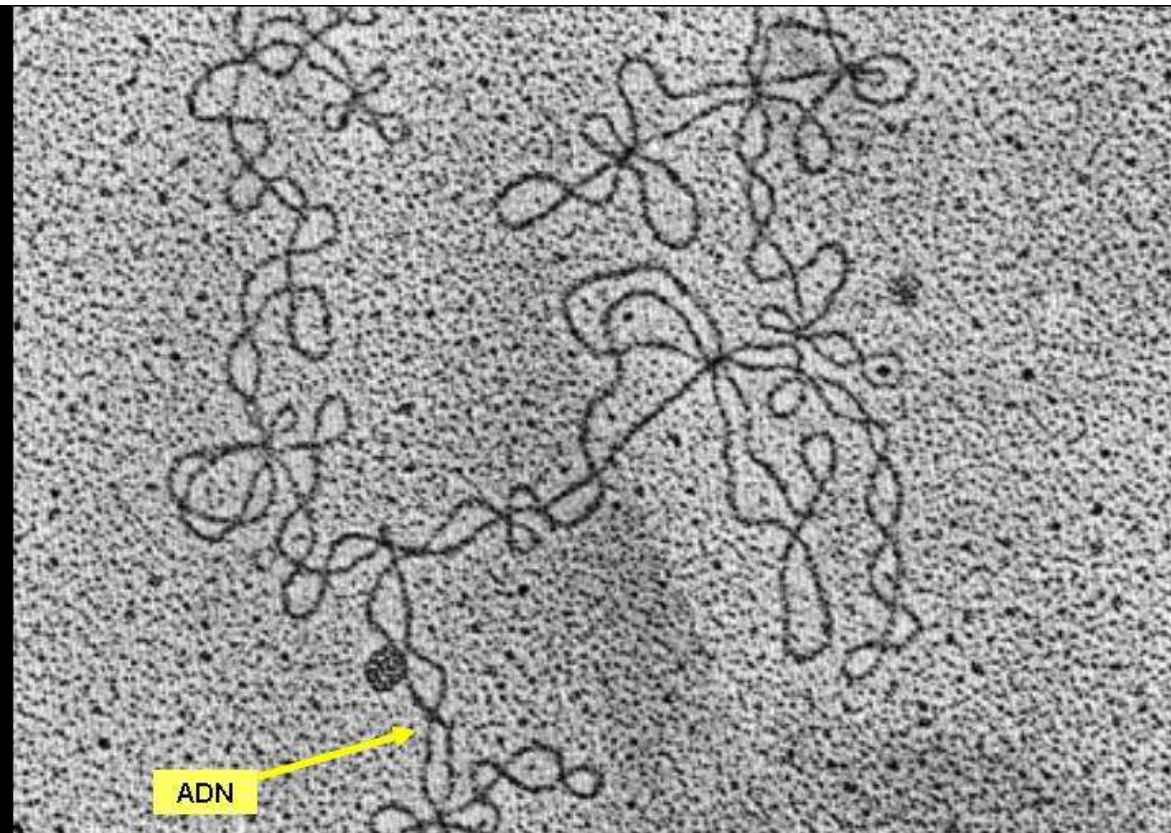
En procariotas: 1 sola molécula de ADN  
(cromosoma circular)

En eucariotas: fragmentación  
(filamentos de cromatina / cromosomas)



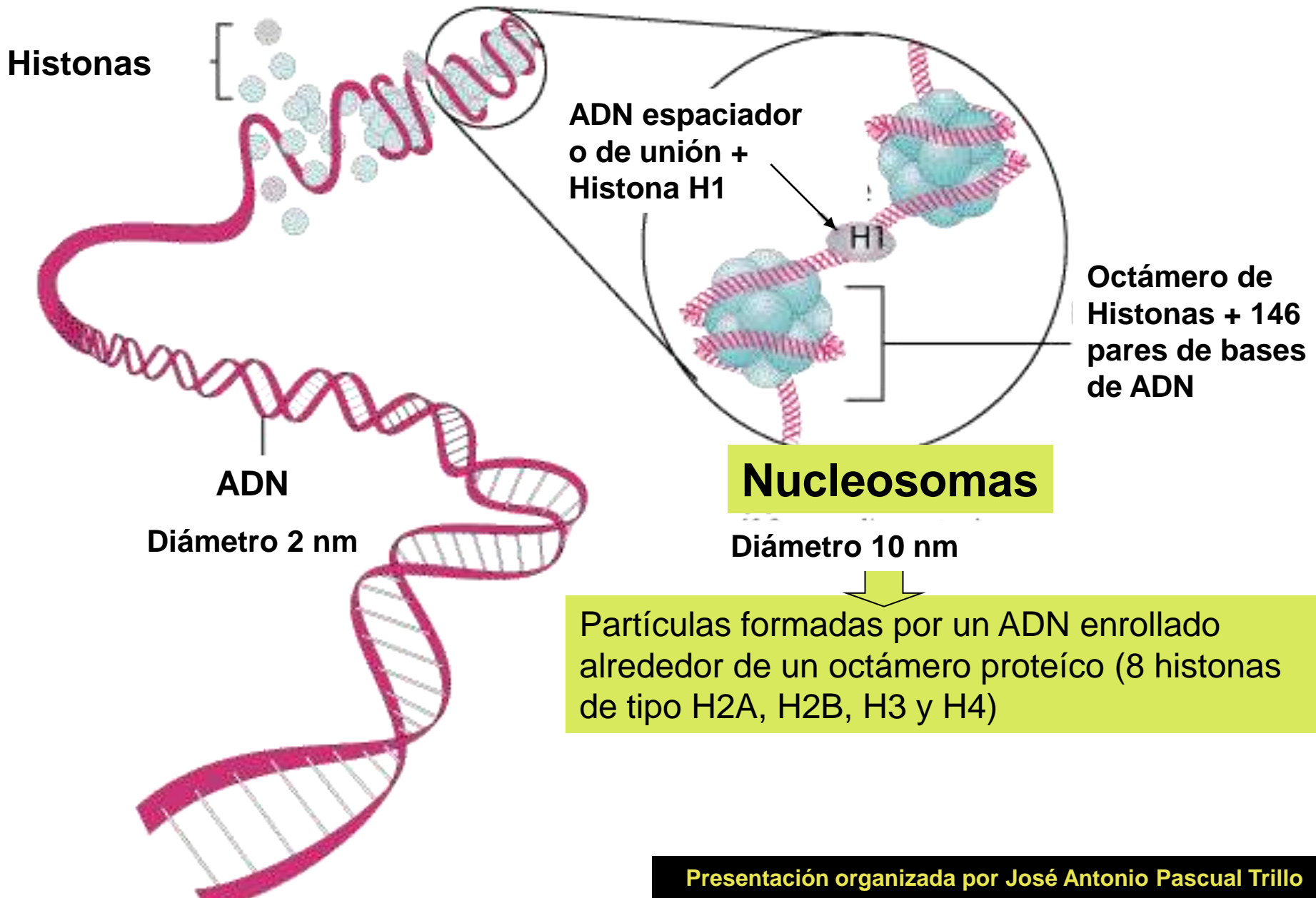
El ADN tiene una longitud de 2 metros y debe acomodarse en núcleos de unos  $25 \mu\text{m}^3$

Por tanto está fuertemente empaquetado

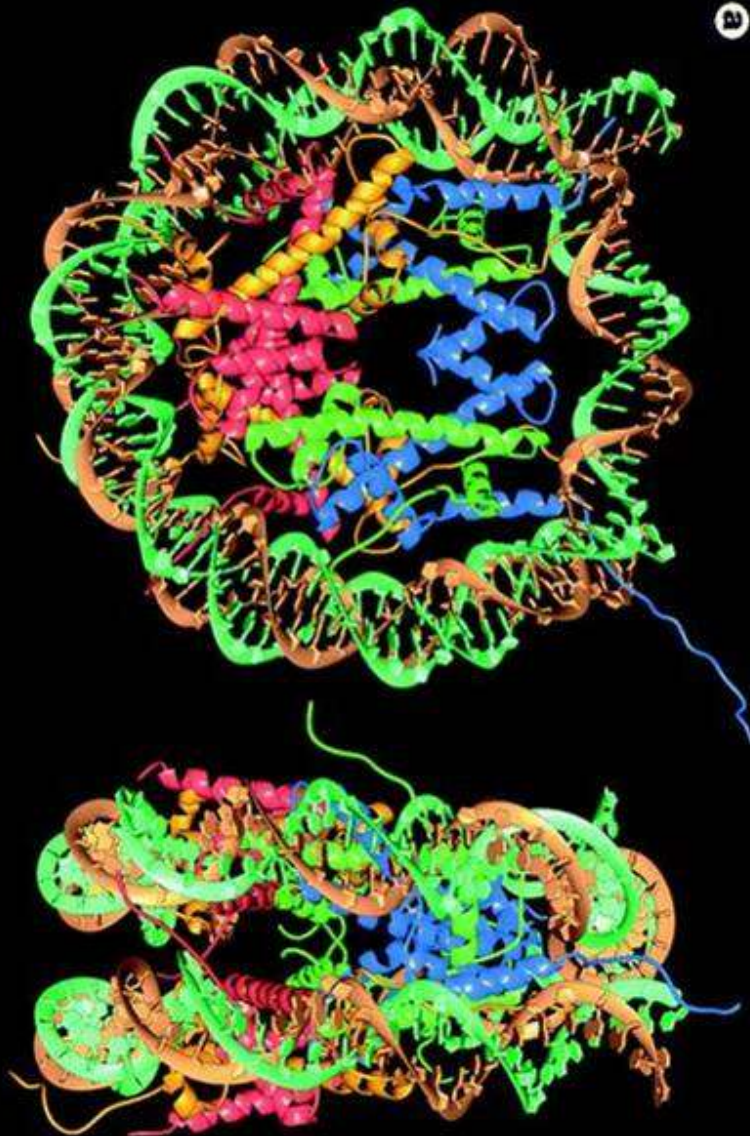




# CROMATINA: ESTRUCTURA



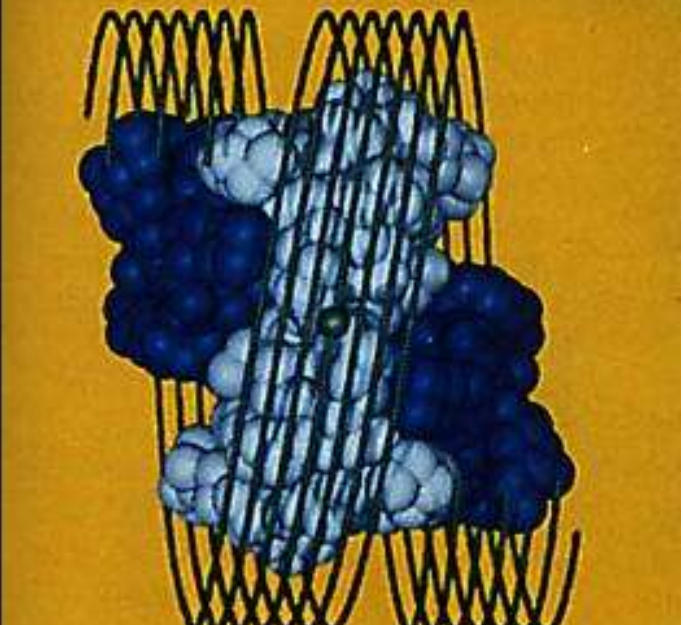
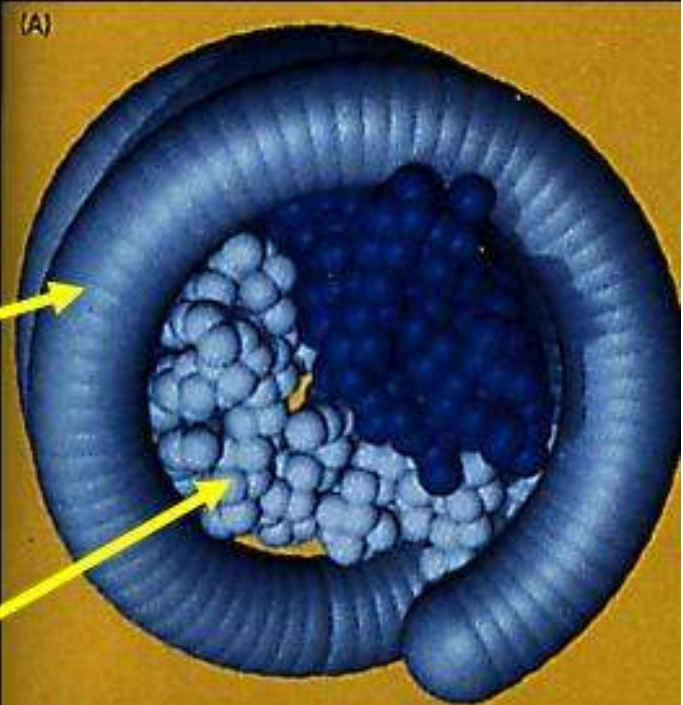
# Nucleosomas, esquema.



(B)

ADN

Proteínas  
(histonas)



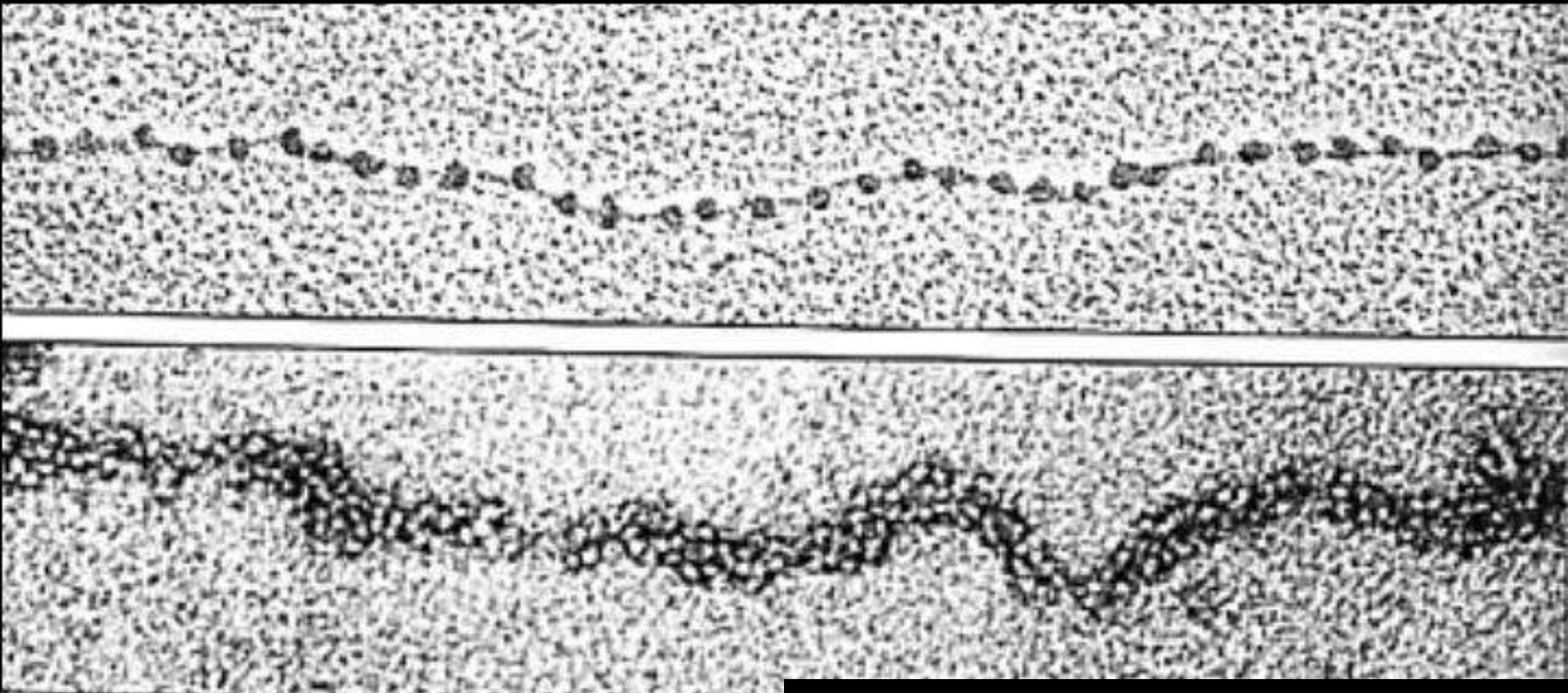
An electron micrograph showing a dense field of nucleosomes. Each nucleosome appears as a dark, roughly spherical particle with a textured surface, set against a lighter, granular background. The particles are distributed across the entire field of view, with some appearing in small clusters and others in isolation.

# Nucleosomas

Fibra nucleosómica y fibra de 30nm (microscopio electrónico),

## 2º NIVEL DE CONDENSACIÓN DE LA CROMATINA

Las **fibras nucleosómicas** (collares de perlas) pueden condensarse más, empaquetándose en fibras de 30 nm formando un **solenoides**



## Fibra nucleosómica y fibra de 30nm (microscopio electrónico),

La mayoría de la **eucromatina** de núcleos en interfase está en forma de **fibra de 30 nm**, tan solo un 10% está en forma menos condensada, de **fibra de nucleosomas**, que **permite la transcripción**

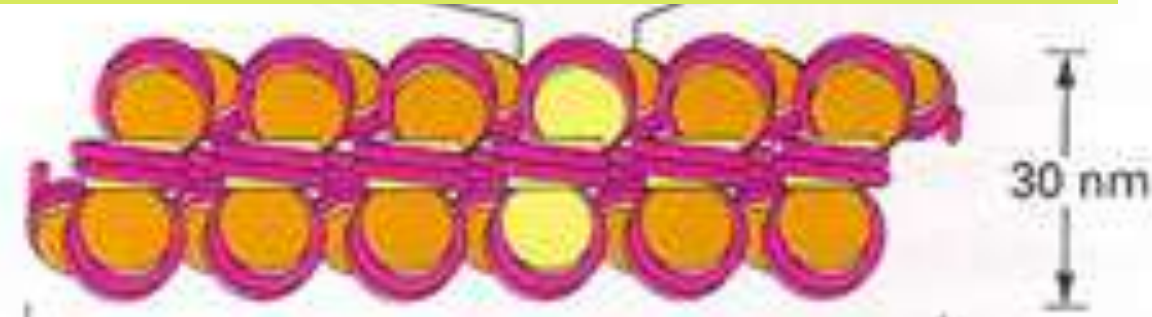
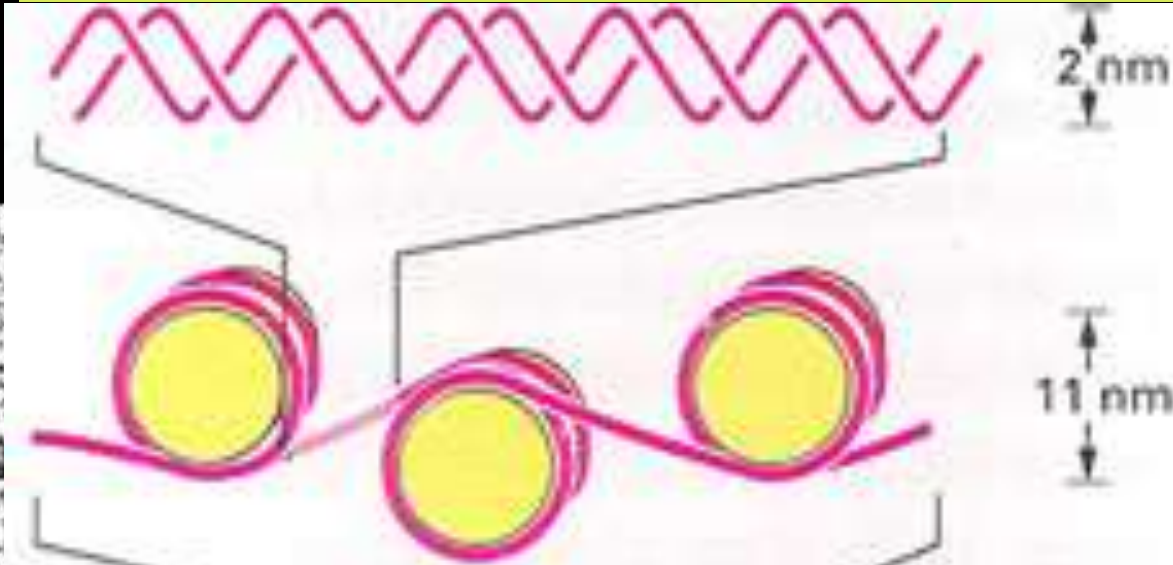


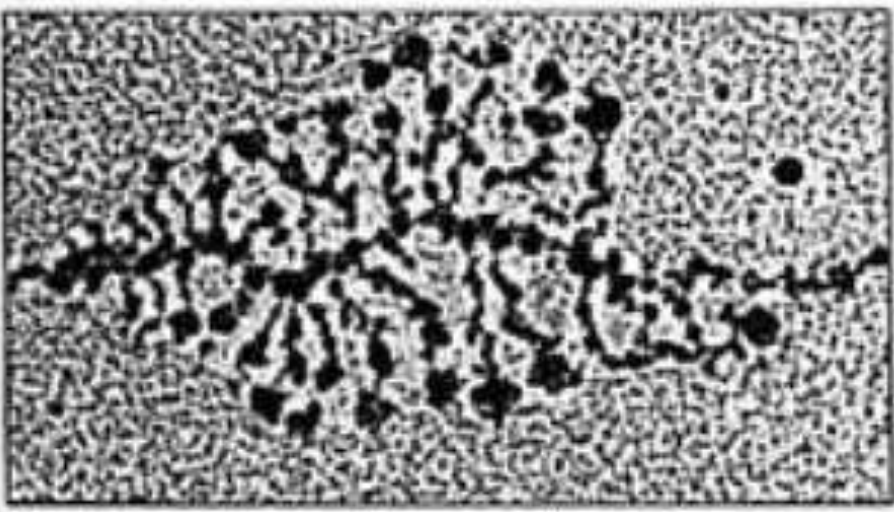
**fibras nucleosómicas (collares de perlas) : ADN transcribible**



**fibras de 30 nm formando un solenoide**

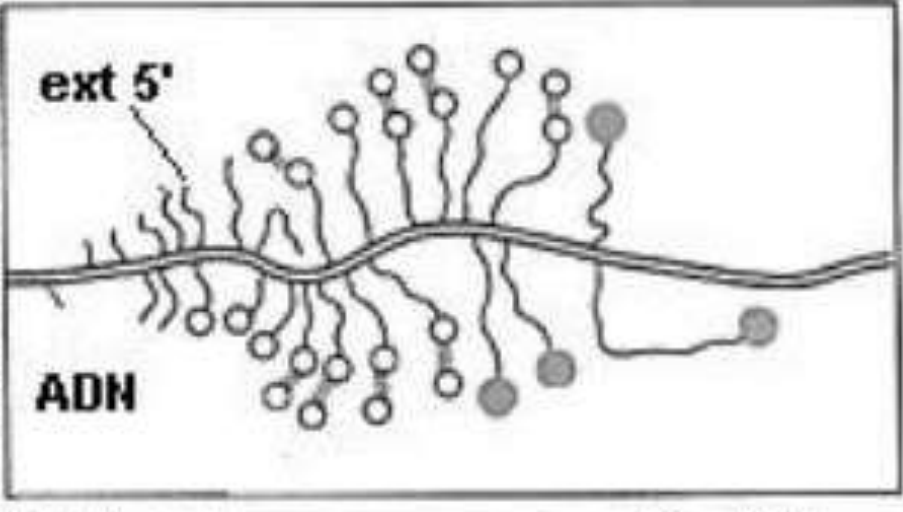
La **heterocromatina** (un 10% de la cromatina de interfase) está en forma muy condensada, parecida a la del cromosoma. Es ADN repetitivo e inactivo





(A)

200 nm



(B)

5' exon intron exon 3' ADN

Transcripción  
Replicación

# FUNCIONES DE LA CROMATINA

8.19



# Cromosomas

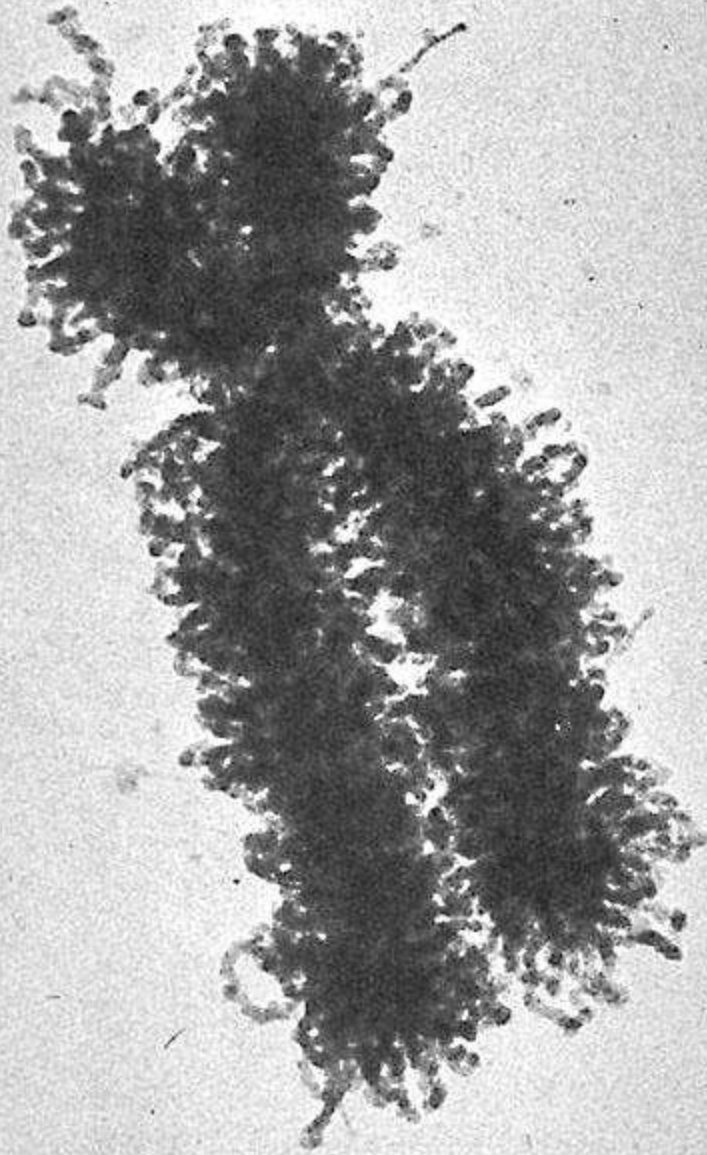
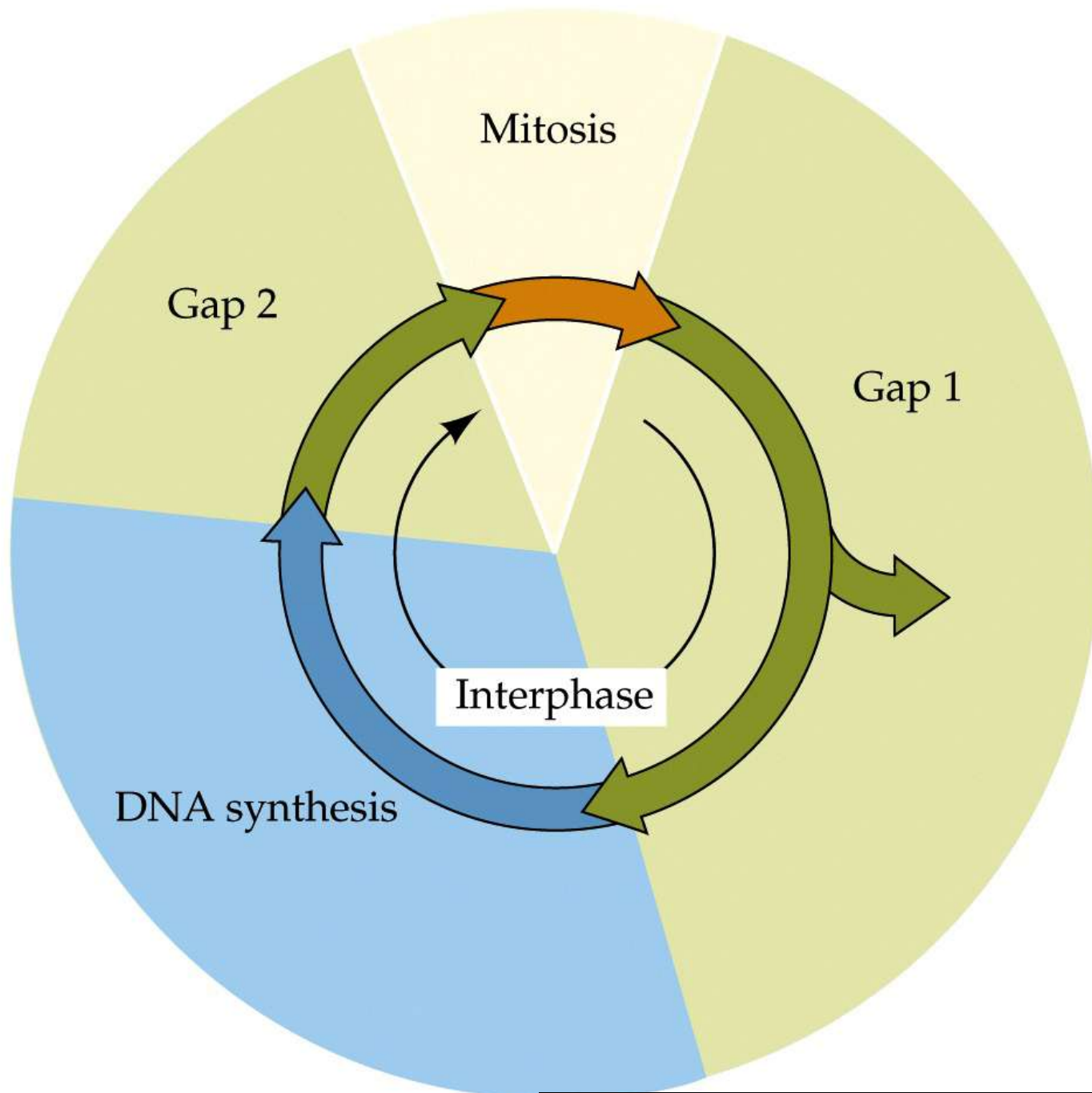
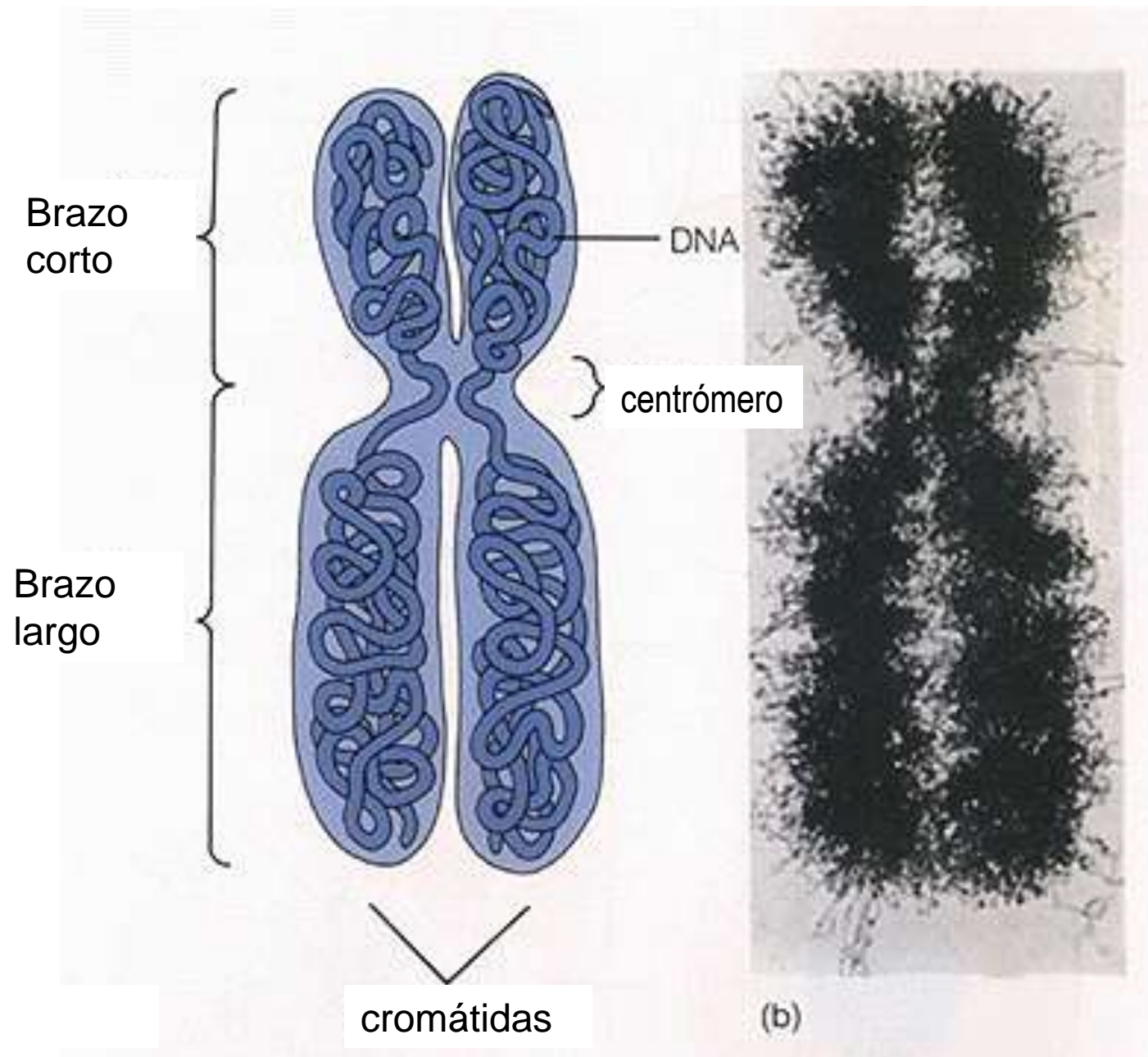
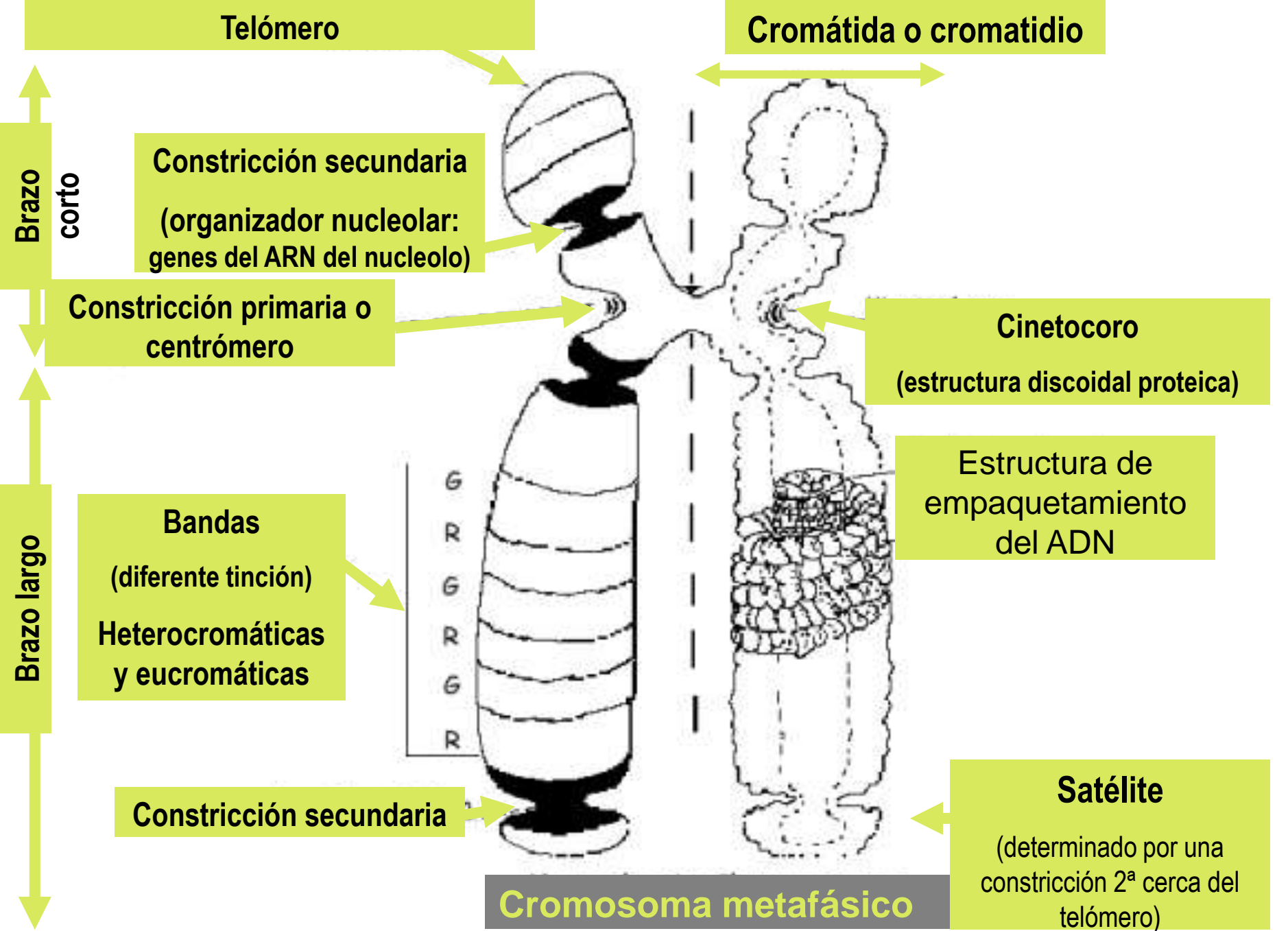


FIGURE 1-14  
An electron micrograph of a human chromosome.  
Chromosome XII from a HeLa cell culture. (Courtesy  
of Dr. E. Du Praw.)

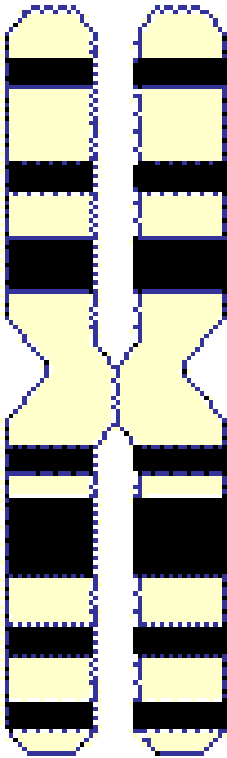




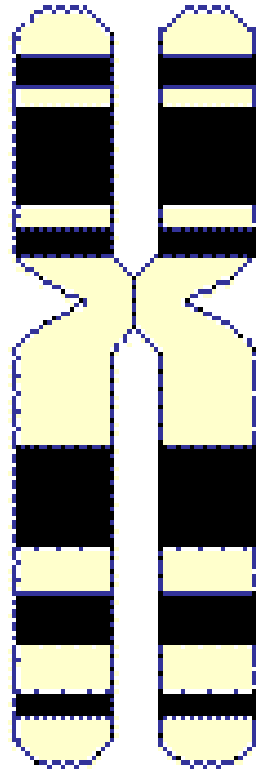




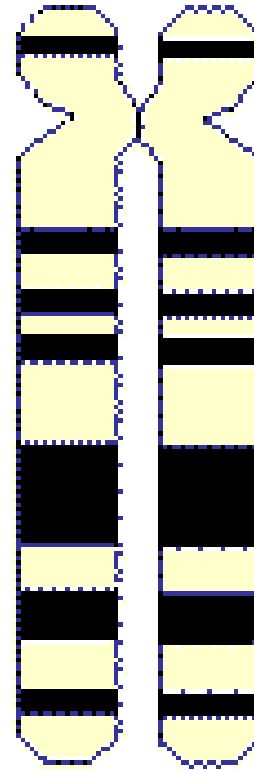
## Tipos de cromosomas según la posición del centrómero



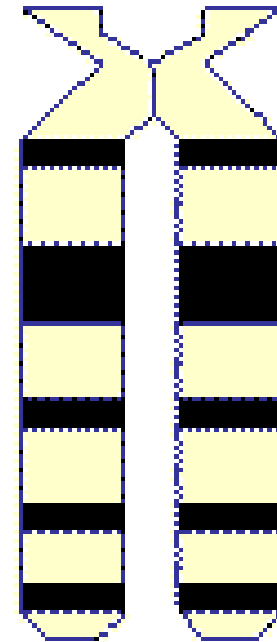
**Metacéntrico**



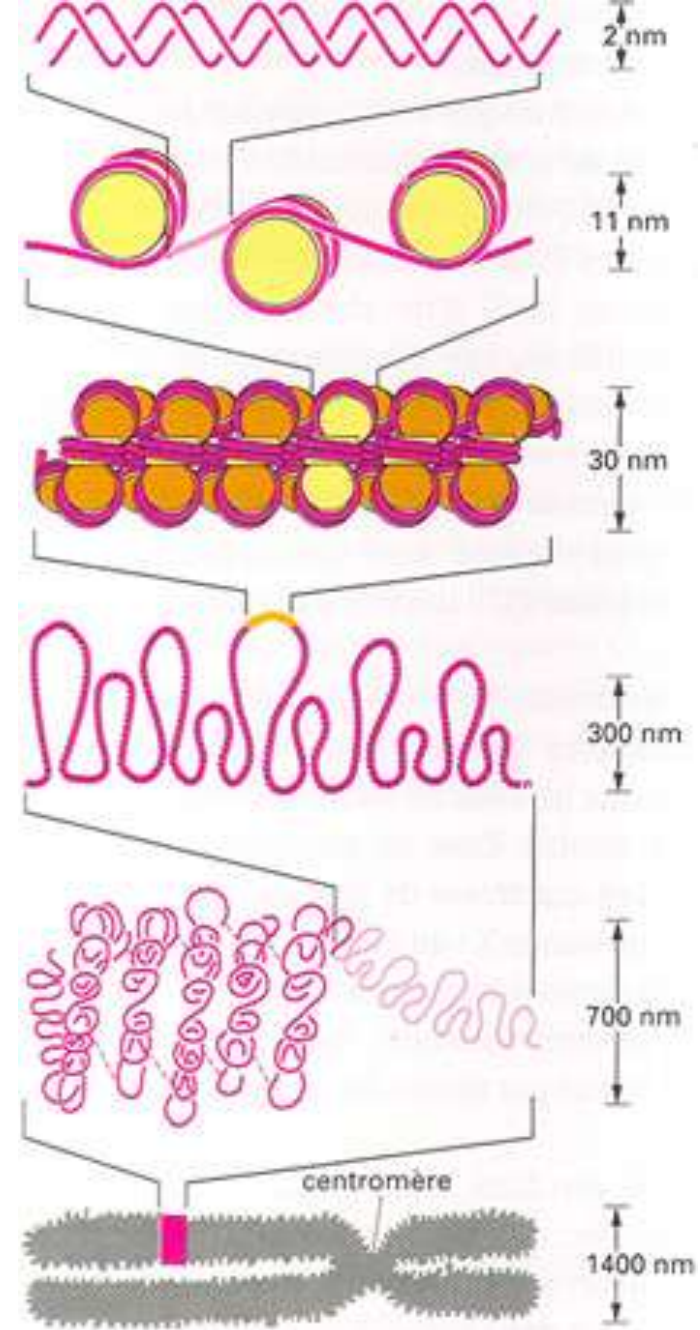
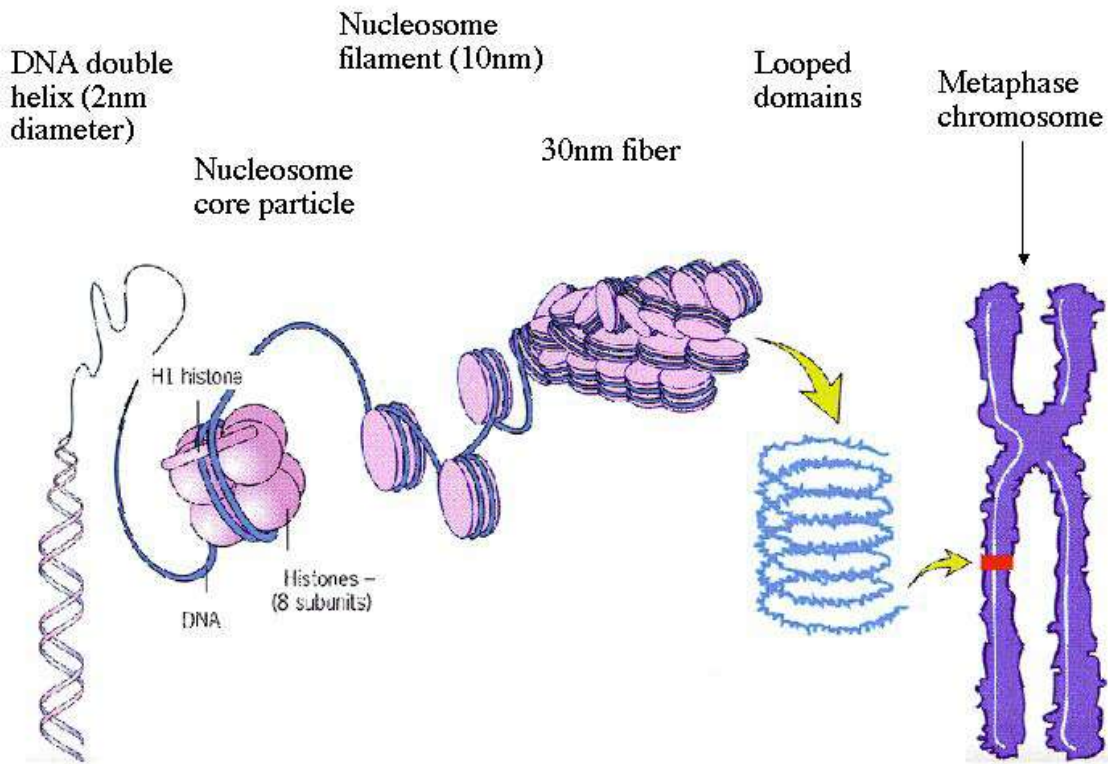
**Submetacéntrico**



**Acrocéntrico**

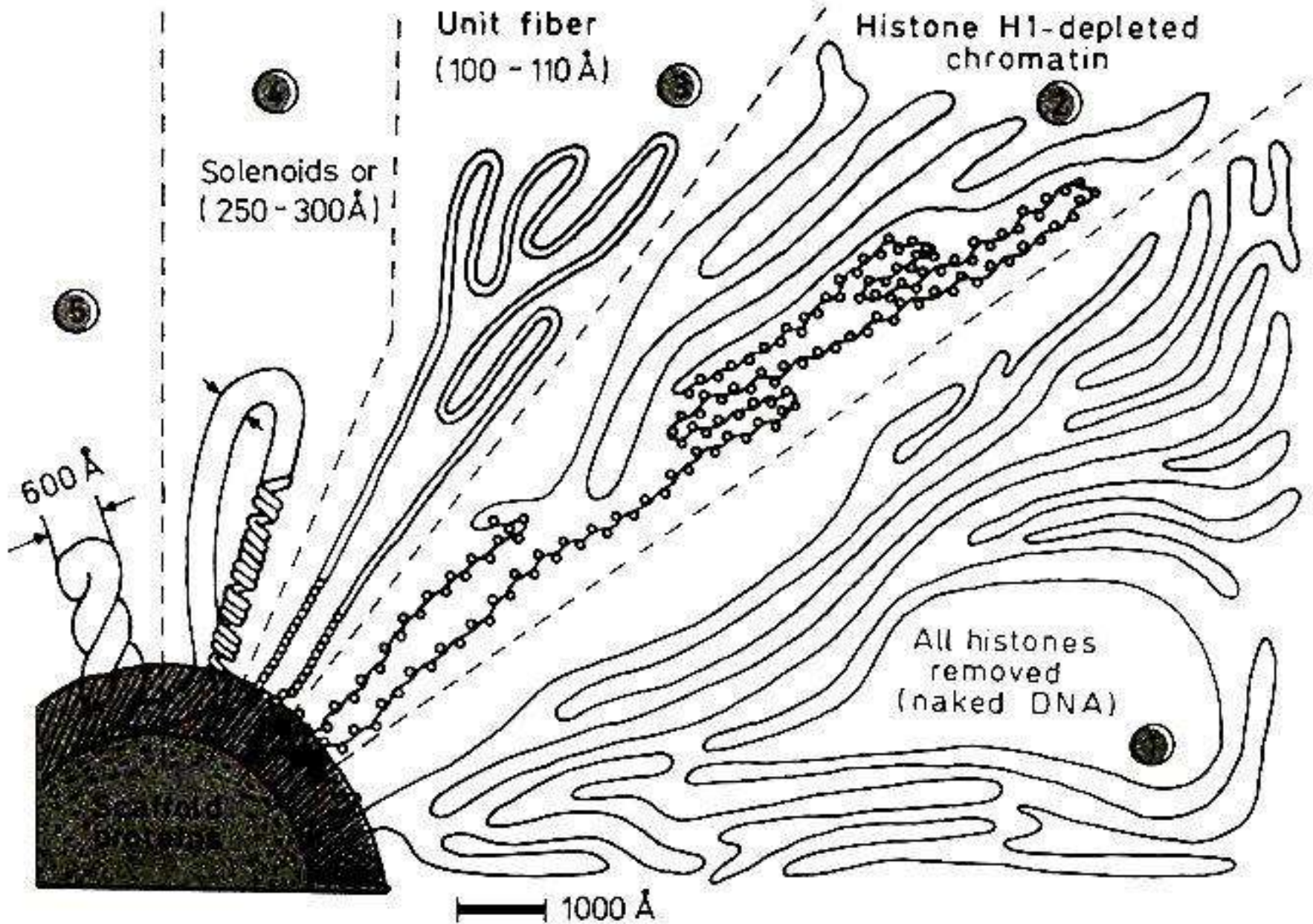


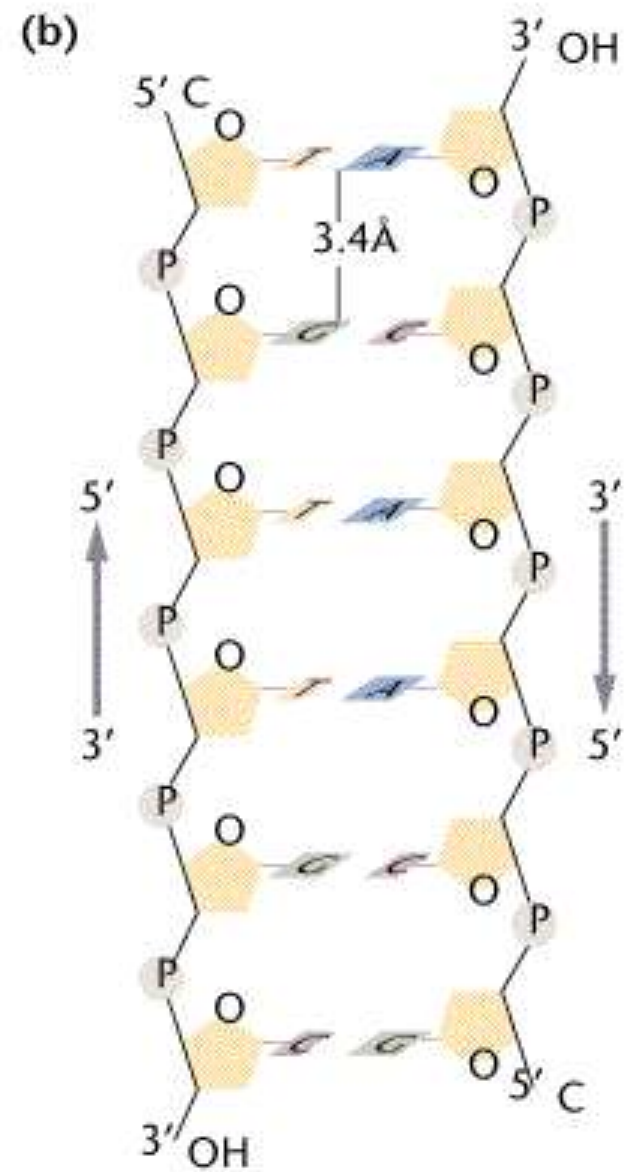
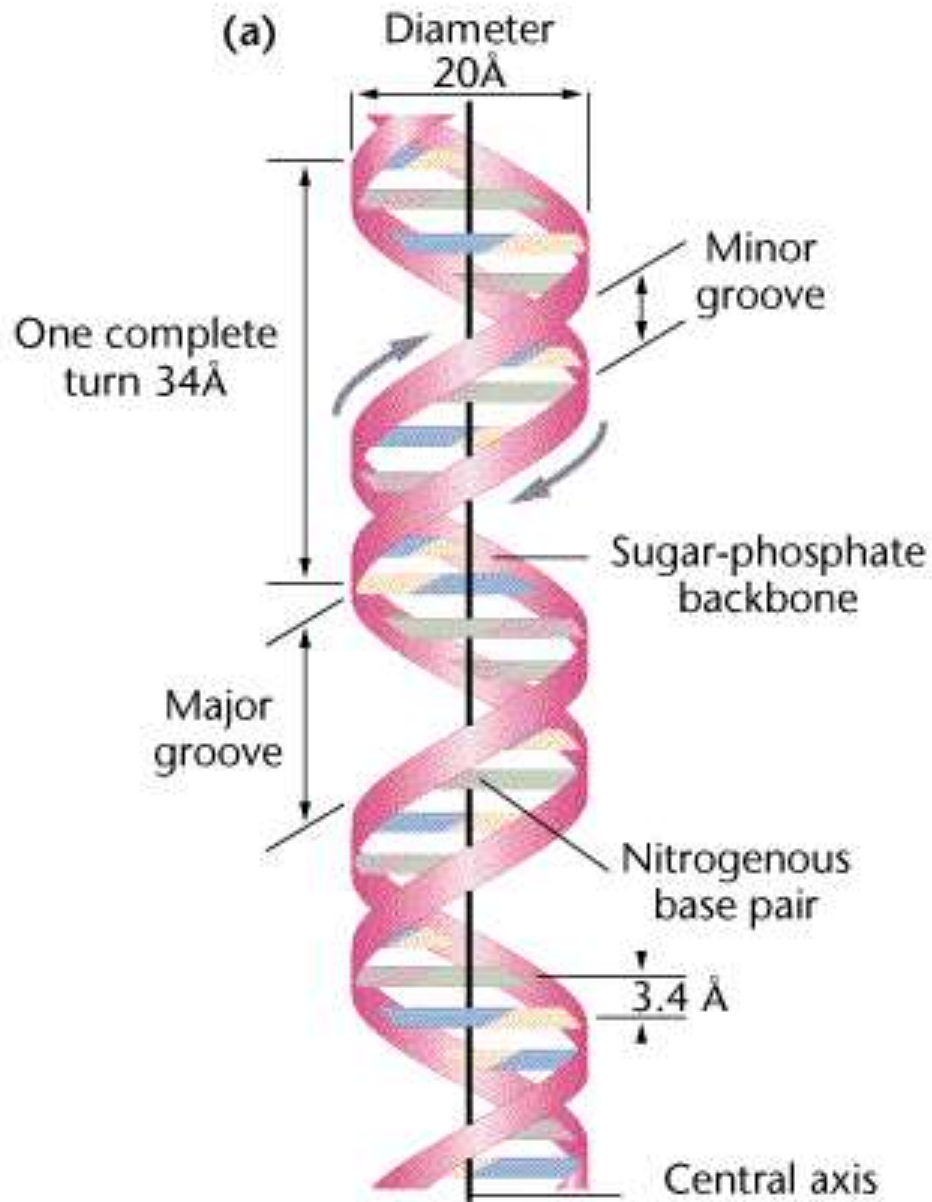
**Telocéntrico**



## Estructura del cromosoma

# Estructura del cromosoma



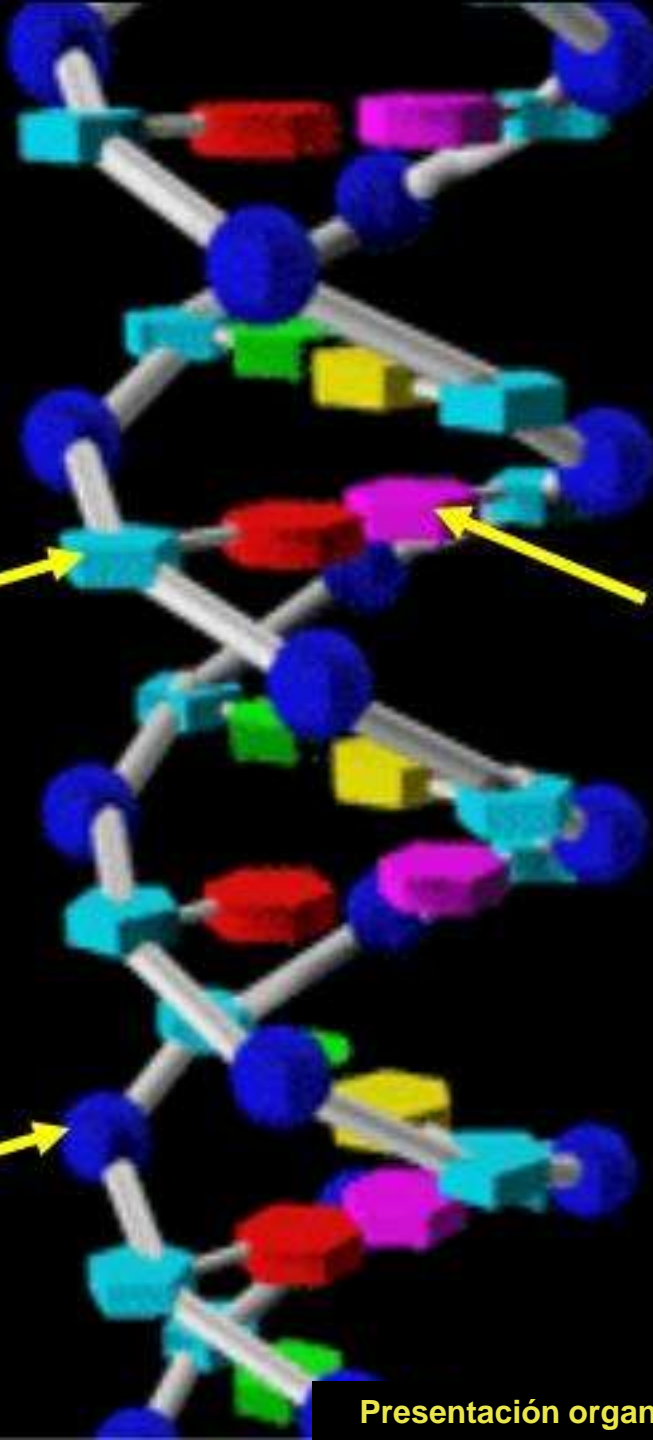


La doble  
hélice del  
ADN.

desoxirribosa

Pares de bases

Fosfato



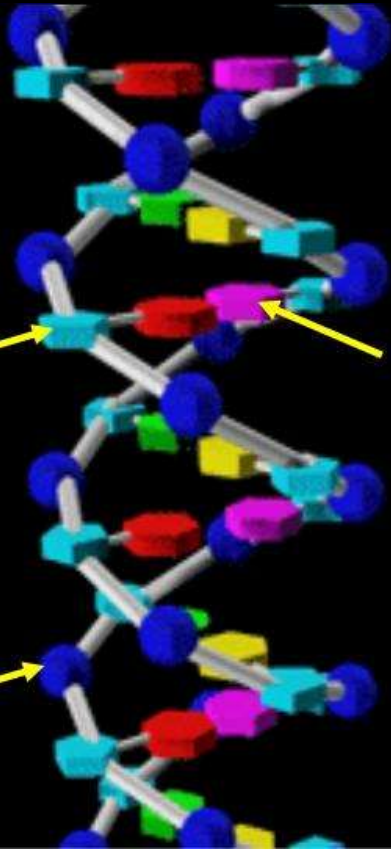
# La doble hélice del ADN.

La doble hélice del ADN.

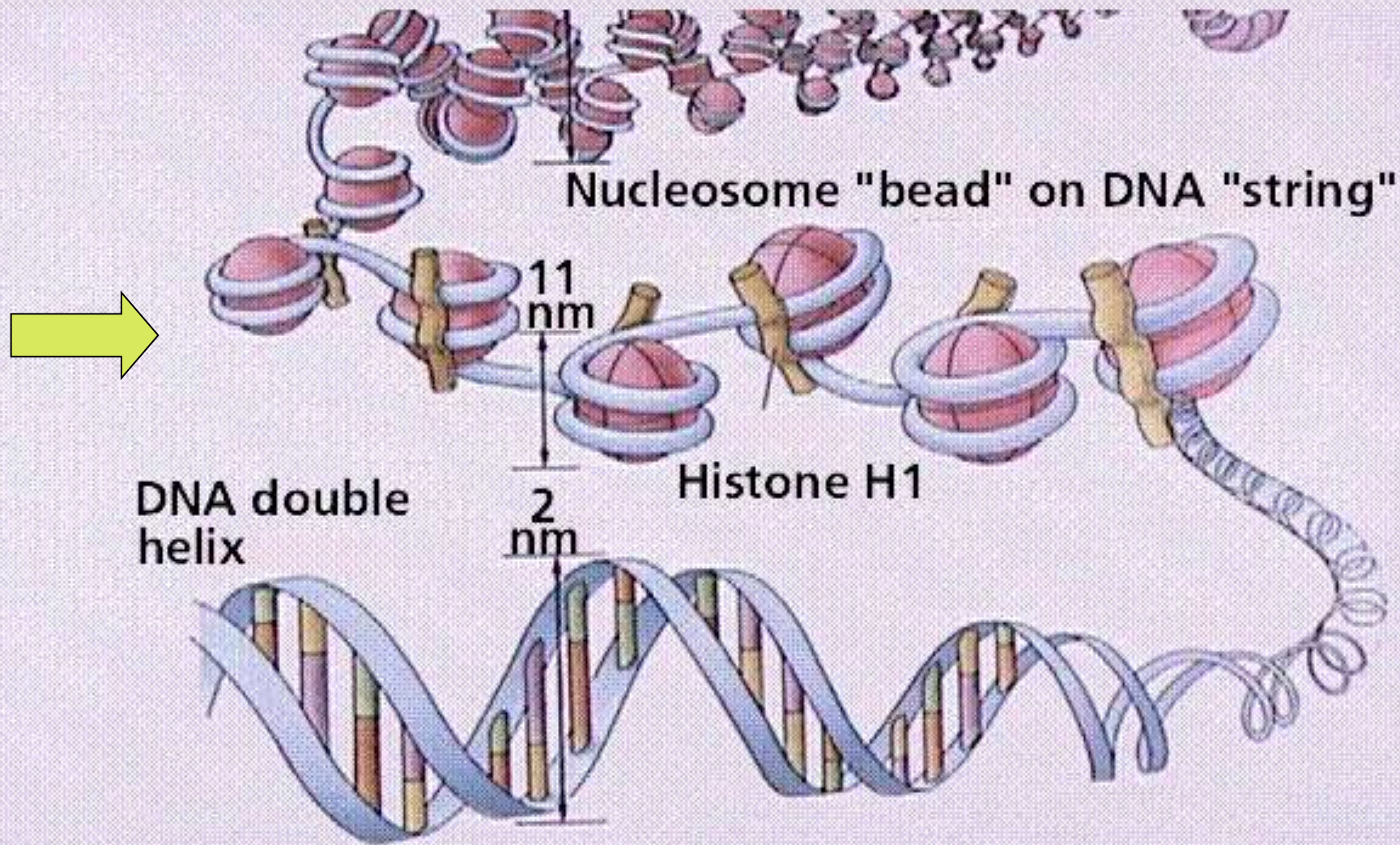
desoxirribosa

Pares de bases

Fosfato

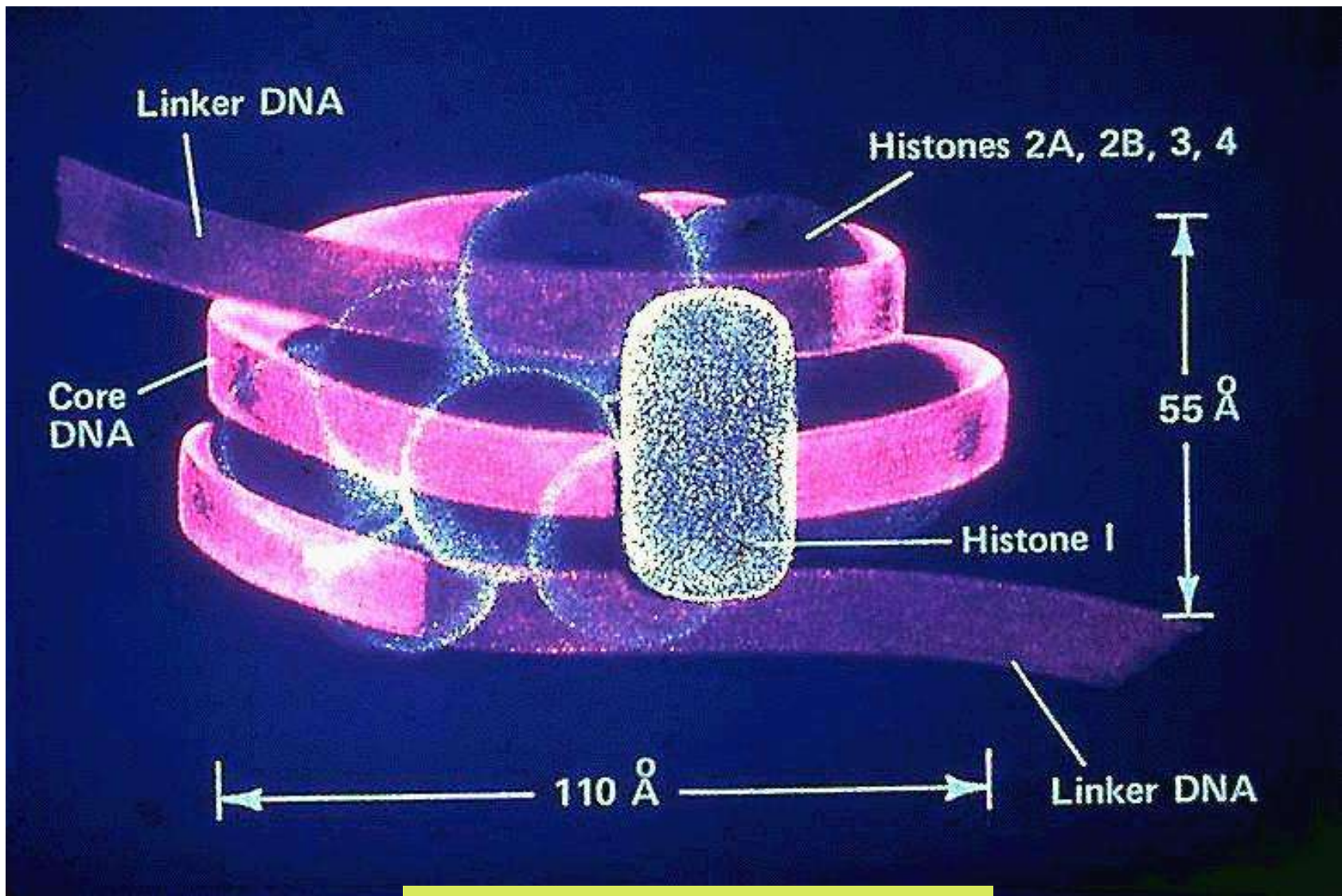




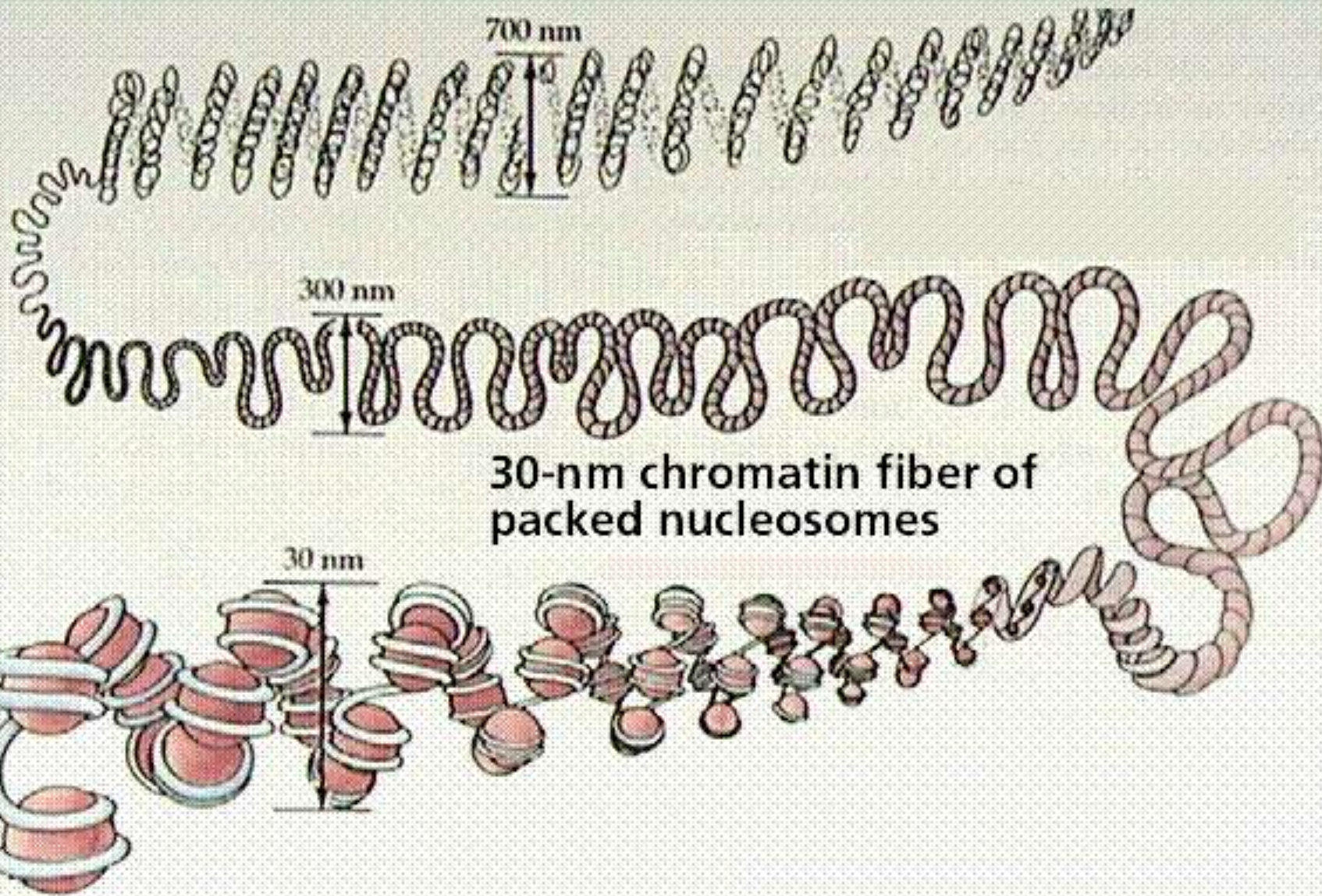


**Nivel 1: "collar de perlas" (nucleosomas)**

**Fibra de 11 nm**



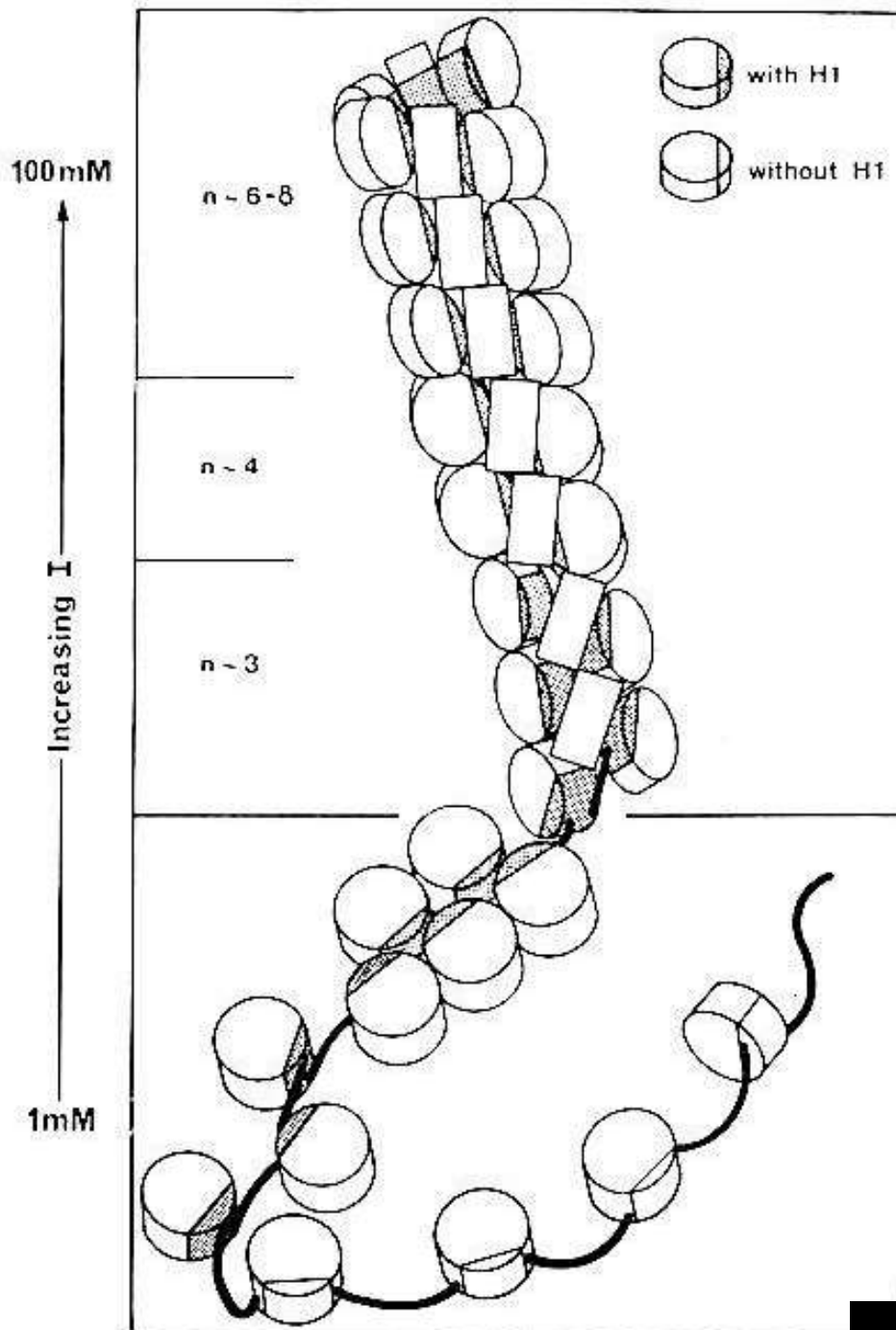
**Nivel de nucleosoma**



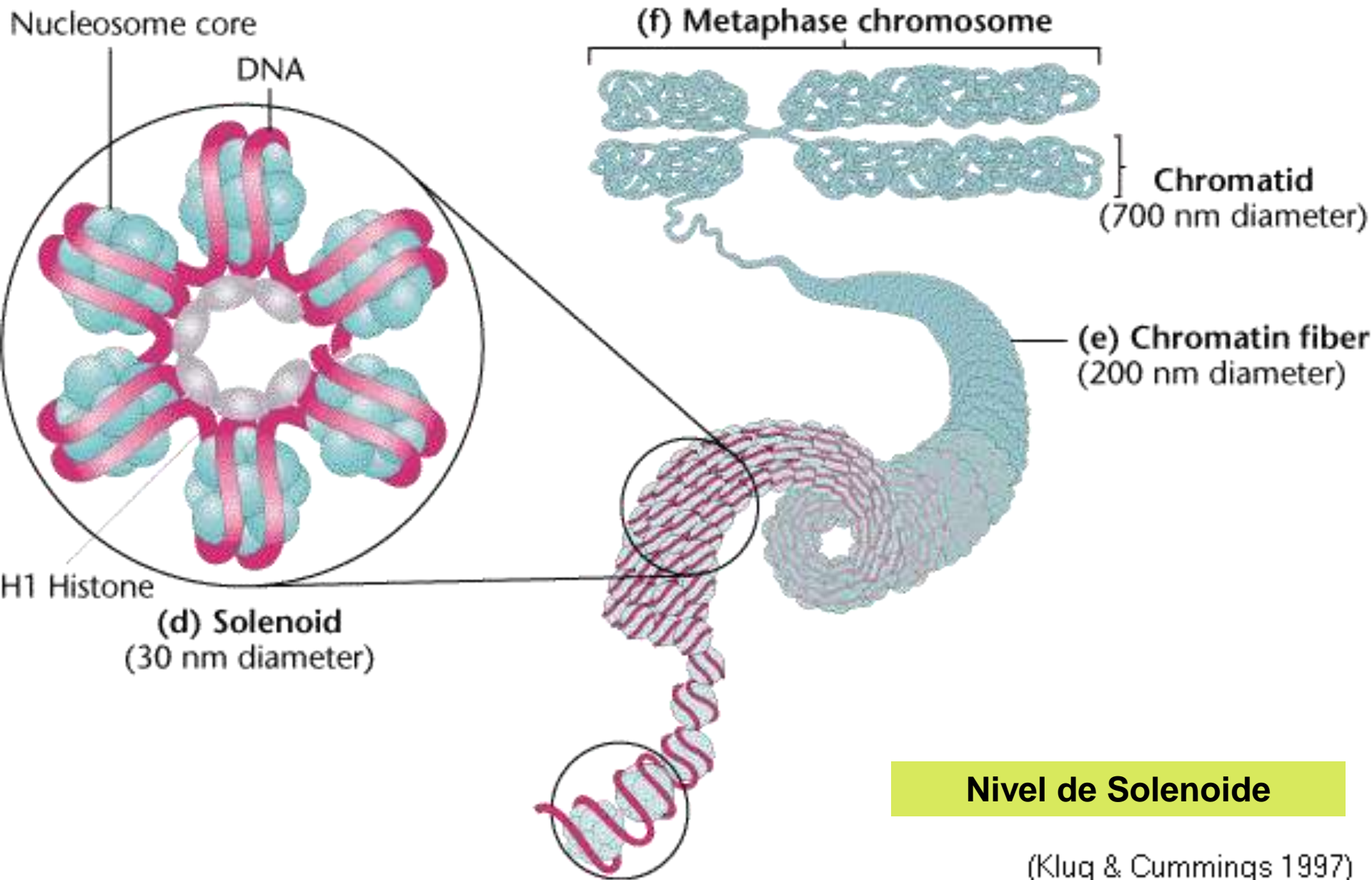
30-nm chromatin fiber of packed nucleosomes

**Nivel 2: Solenoide**

**Fibra de 30 nm**



**Nivel de Solenoide**



**Nivel de Solenoide**

(Klug & Cummings 1997)

# Metaphase chromosome

1400 nm



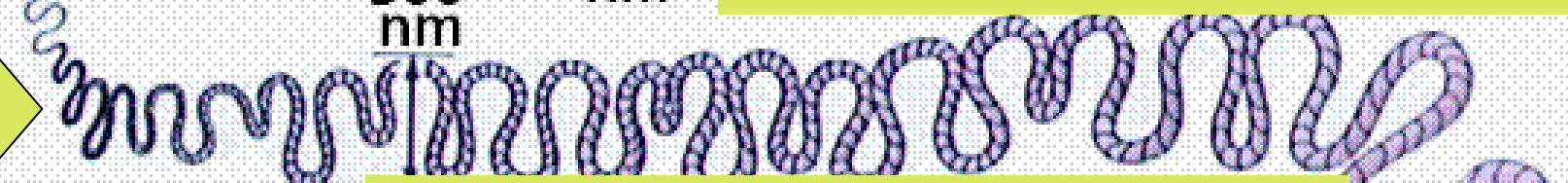
Condensed chromatin (heterochromatin)

4



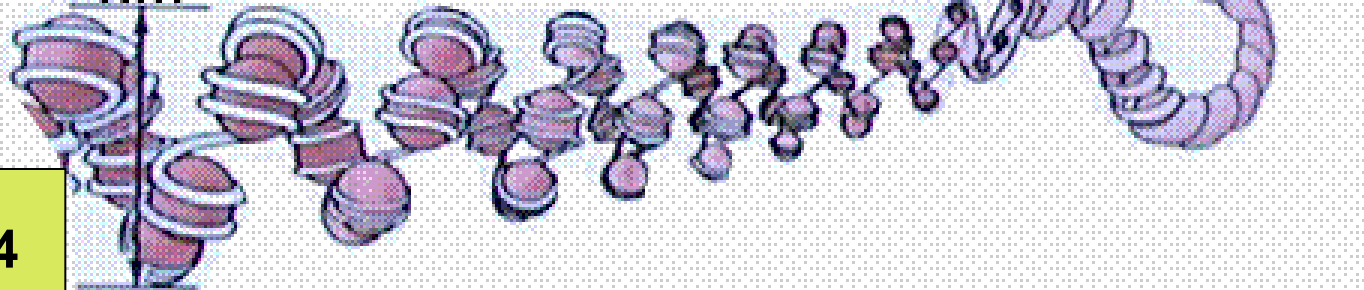
Nivel 4: Plegamiento de bucles en espirales de 600-700 nm

3



Nivel 3: Bucles de solenoides Fibra de 300 nm

30 nm



Estructuras 3 y 4 del cromosoma

# Estructuras del cromosoma

DNA double helix

Core of eight histone molecules

2 nm

DNA

Histone H1

30 nm

300 nm

700 nm

1400 nm

1

**Nivel 1: Nucleosomas.**  
Fibra de 11 nm

2

**Nivel 2: Solenoide**  
Fibra de 30 nm

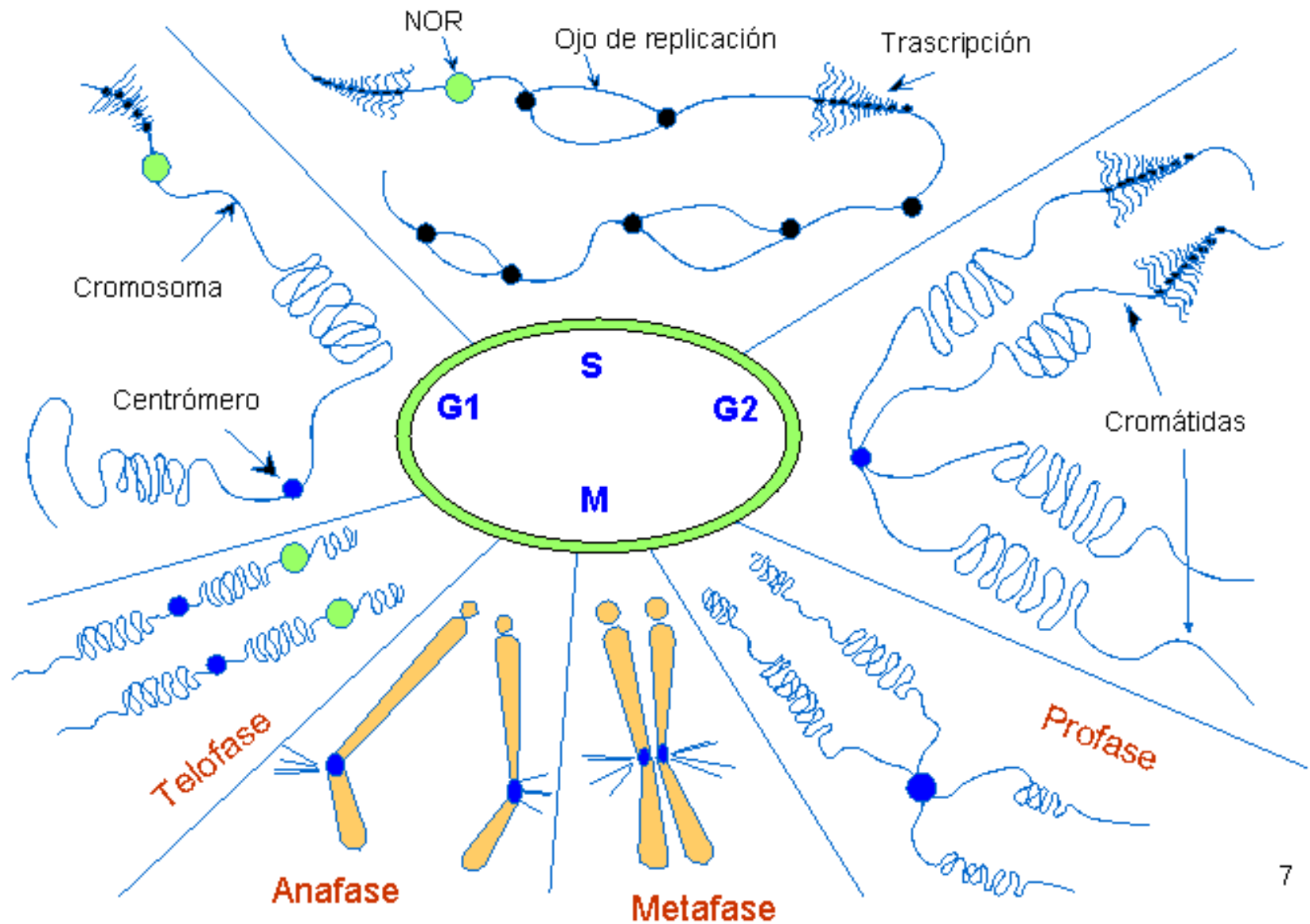
3

**Nivel 3: Bucles de solenoides**  
Fibra de 300 nm

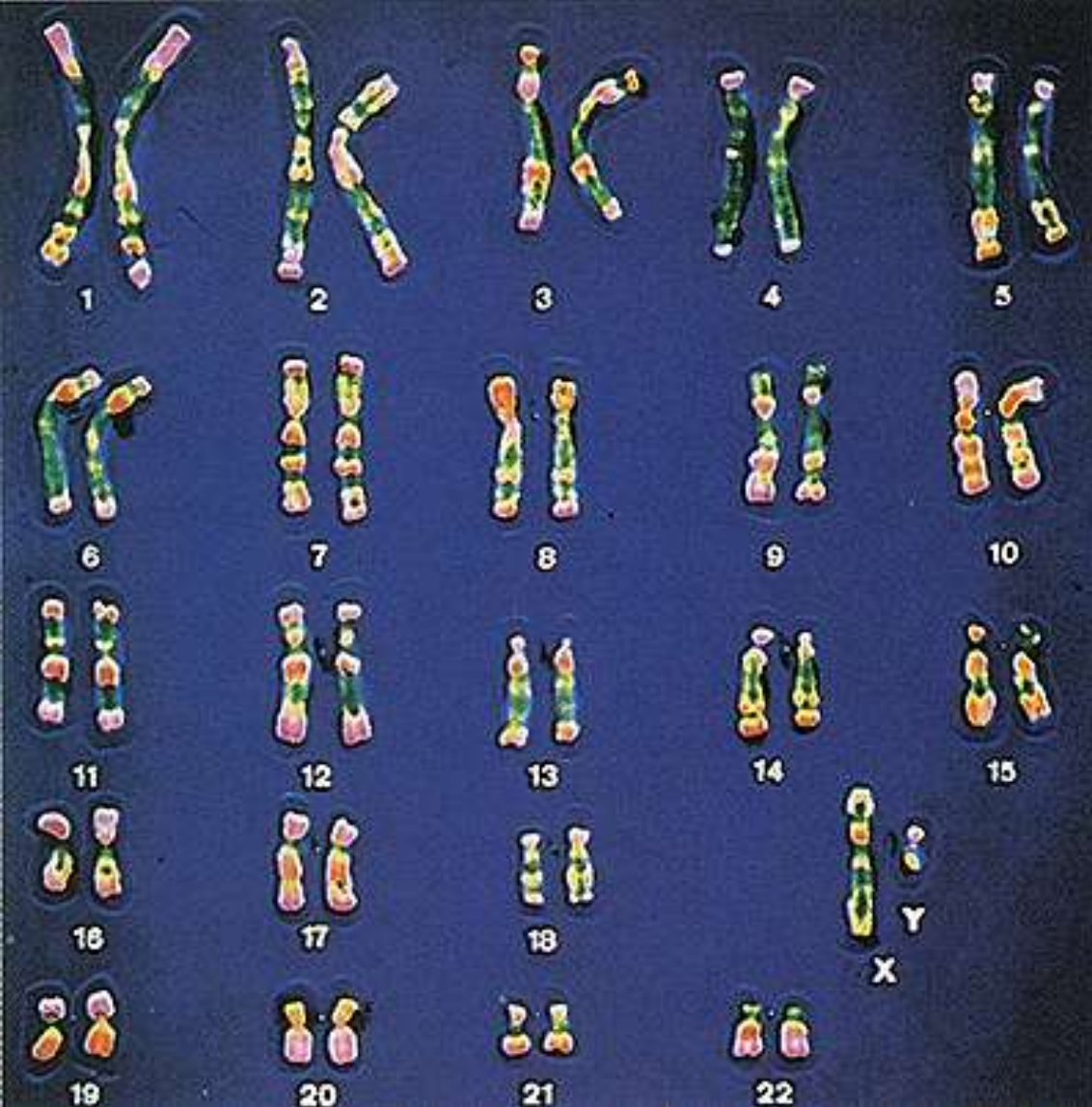
4

**Nivel 4: Plegamiento de bucles**  
en espirales de 600-700 nm

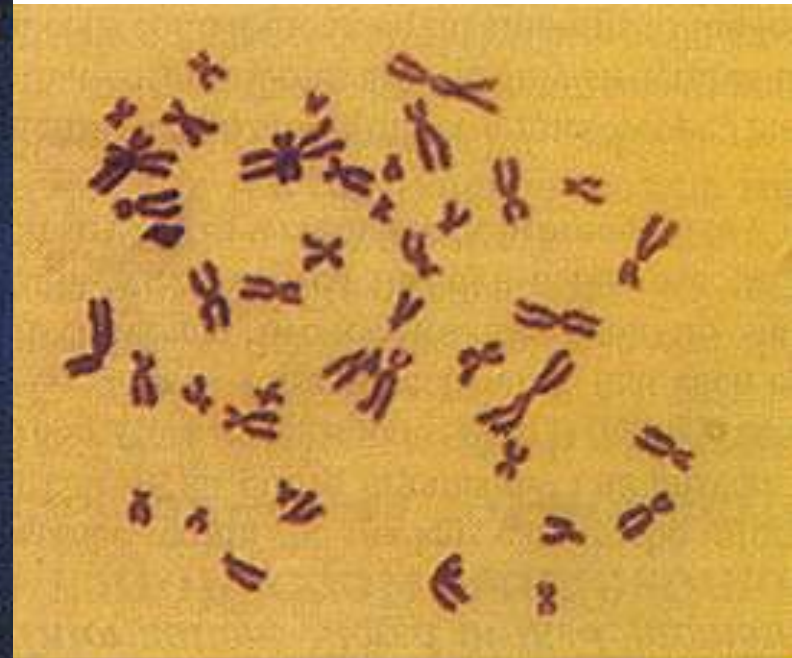
# Trasformaciones del cromosoma durante el ciclo celular.







(Idiograma)

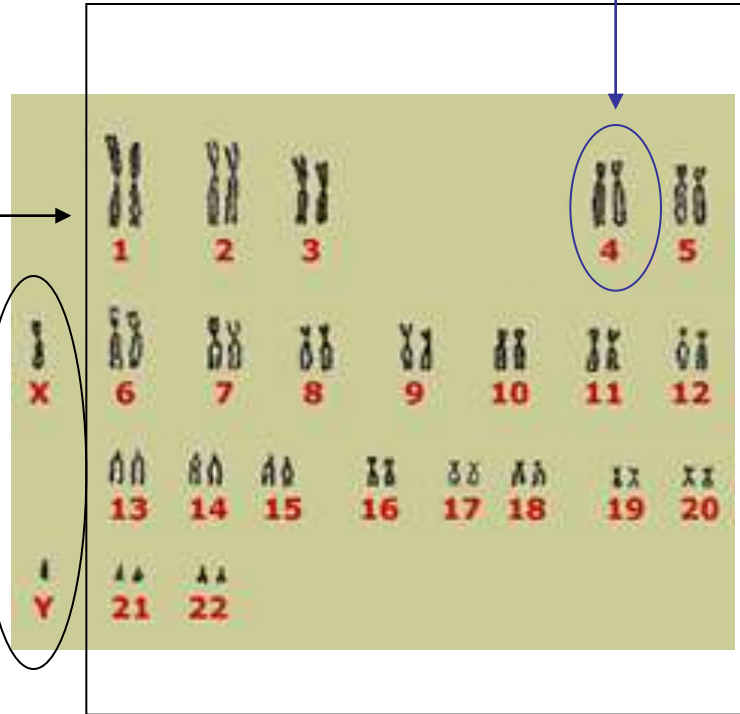


Cariotipo humano

Pareja de cromosomas homólogos

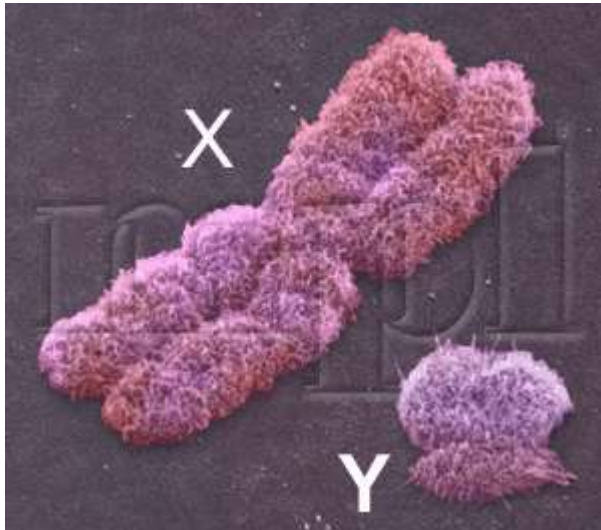
Autosomas o cromosomas somáticos

Heterocromosomas o cromosomas sexuales



**Cariotipo humano (diploide)**

## Heterocromosomas o cromosomas sexuales



En interfase, la cromatina correspondiente a uno de los cromosomas X de la mujer se inactiva y condensa en la periferia del núcleo formando el **corpúsculo de Barr** →

