

Del ADN a la proteína

Diez videos, un solo hilo: cómo una molécula guarda una receta, la copia, la lee y la convierte en lo que somos.

La ruta: diez videos, tres tramos



Videos 1-3 · La molécula

Qué es el ADN, dónde vive y cómo se copia.



Videos 4-7 · De la receta a la proteína

Dogma central, transcripción, código genético y traducción.



Videos 8-10 · Lo que somos y cómo cambiamos

Genotipo y fenotipo, mutaciones y evolución.

5

PASOS POR BLOQUE

Cada video se trabaja igual: **ver** → **paso a paso** con un **símil** → **ejemplo resuelto** → **ahora usted** en el cuaderno → **una idea** para anotar.



Si todas sus células tienen el mismo ADN, ¿por qué una célula del ojo no es igual a una del hígado?





PARTE 1

¿Qué es el ADN?

La molécula de la vida. De qué está hecha, cuáles son sus cuatro letras y por qué cada letra tiene una pareja fija. Todo lo demás de la serie se apoya en esto.

PROF. JUAN DIEGO · [COLEGGIO.COM/BIBLIOTECA/ADN](https://coleggio.com/biblioteca/adn)

Video 1 · La estructura del ADN



4:22

MINUTOS

[coleggio.com/
biblioteca/adn](https://coleggio.com/biblioteca/adn)

MIENTRAS LO VE, FÍJESE EN ESTAS TRES COSAS



Tres piezas

De qué está hecho un nucleótido, la pieza que se repite.



Cuatro letras

Cuáles son, cómo se llaman y qué tienen de distinto.

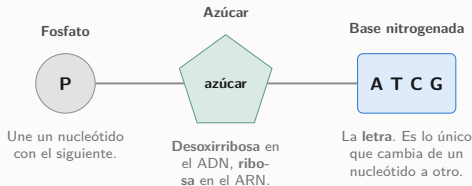


Una pareja fija

Con quién se empareja siempre cada letra, y con cuántos puentes.

Paso a paso · la pieza que se repite

- 1 El ADN parece complicado, pero se arma repitiendo **una sola pieza**: el **nucleótido**.
- 2 Cada nucleótido tiene un **fosfato**, un **azúcar** (desoxirribosa) y una **base nitrogenada**.
- 3 Lo único que cambia de un nucleótido a otro es la **base**: ahí está la información.



3

PARTES, UNA PIEZA

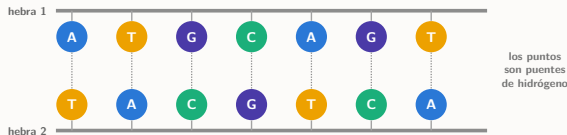
Símil: una cuenta de collar con tres partes. El collar entero es una hebra de ADN; la cuenta se repite millones de veces y solo cambia de color (la base).

Paso a paso · cuatro letras y una regla de oro

Cuatro bases: **A** adenina, **T** timina, **G** guanina y **C** citosina. Y **no se emparejan al azar**: cada una tiene pareja fija.



A–T con **dos** puentes de hidrógeno;
G–C con **tres**. Encajan como llave y cerradura: A **nunca** va con G.



2·3

PUENTES DE HIDRÓGENO

Un tramo con muchas G–C es más difícil de abrir: tiene más «ganchos».

Símil · una escalera de caracol



Las barandas

Son las dos cadenas de azúcar-fosfato, que se turnan uno y otro. Sostienen toda la estructura.



Los peldaños

Cada peldaño es un par de bases: A con T, G con C. Un peldaño lo forman las dos mitades juntas.



Retorcida y al revés

La escalera está torcida: doble hélice. Y las dos barandas van en sentidos opuestos: **antiparalelas**.

1

BARANDA BASTA

Si conoce una baranda, puede escribir la otra: frente a cada A va una T, frente a cada G va una C. Ese es el truco de todo lo que sigue —copiar, transcribir, reparar—.

Ejemplo resuelto · escribir la hebra complementaria

Dada la hebra **A T G C C A**, la complementaria se escribe **letra por letra**:

HEBRA DADA	A	T	G	C	C	A
COMPLEMENTARIA	T	A	C	G	G	T

- 1 Se lee la hebra dada de izquierda a derecha, **una base a la vez**, y debajo de cada una se escribe su pareja: $A \rightarrow T$, $T \rightarrow A$, $G \rightarrow C$, $C \rightarrow G$.
- 2 Se comprueba: en ningún peldaño puede quedar A con G ni C con T.



EL ERROR TÍPICO

Escribir la **misma** letra debajo («copiar») en vez de la pareja. La complementaria **nunca** es igual a la hebra dada.

AHORA USTED · EN EL CUADERNO

**Escriba la hebra complementaria de
G A T T A C A.**

**Luego cuente: ¿cuántos puentes de
hidrógeno sujetan esos siete peldaños?**

RECUERDE ESTO

**A con T. G con C.
Siempre.**





PARTE 2

¿Dónde vive el ADN?

Del núcleo al gen. El zoom que hay que tener en la cabeza: célula, núcleo, cromosoma, ADN, gen. Y la palabra que casi nadie define bien: gen.

PROF. JUAN DIEGO · [COLEGGIO.COM/BIBLIOTECA/ADN](https://coleggio.com/biblioteca/adn)

Video 2 · Del núcleo al gen



6:24

MINUTOS

[coleggio.com/
biblioteca/adn](https://coleggio.com/biblioteca/adn)

MIENTRAS LO VE, FÍJESE EN ESTAS TRES COSAS



El zoom

Célula → núcleo → cromosoma → ADN → gen. En qué orden y qué contiene a qué.



Qué es un gen

Con sus palabras, no con las del video. Una frase.

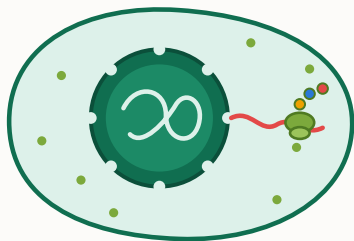


Qué es el genoma

Y cuántos genes, más o menos, tiene una persona.

Paso a paso · el zoom que hay que tener en la cabeza

- 1 **Célula:** la fábrica. **Núcleo:** la bóveda del ADN.
- 2 **Cromosoma:** ADN muy enrollado. Usted tiene 46.
- 3 **Gen:** un tramo del ADN con la receta de una proteína.
- 4 **Genoma:** todos los genes juntos, unos 20 000.



2m

DE ADN POR CÉLULA

Estirado, el ADN de una célula mide dos metros. Cabe en el núcleo porque va enrollado en 46 paquetes.

Símil · la biblioteca



El genoma es la biblioteca

Completa. Cada célula la tiene entera, aunque use solo unos pocos libros.



Cada cromosoma es un libro

46 libros. Cada uno trae cientos o miles de recetas.



Cada gen es una receta

Un tramo del libro con una proteína. El ADN es el papel y la tinta.

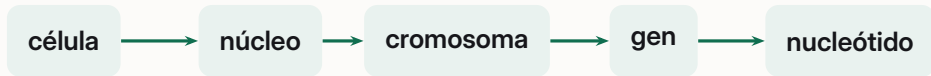


LA CONFUSIÓN DE SIEMPRE

El gen **no es «otra cosa»**: es un pedazo del ADN, como la receta es un pedazo del libro.

Ejemplo resuelto · ordenar de grande a pequeño

Se pide ordenar: gen · célula · cromosoma · núcleo · nucleótido.



- 1 Se busca lo que **contiene** a todo lo demás: la célula; adentro, el núcleo; adentro del núcleo, los cromosomas.
- 2 Un cromosoma es ADN; un gen es un **tramo** de ese ADN, hecho de nucleótidos.

5

NIVELES

El truco: cada cosa **contiene** a la siguiente. Si dos no se contienen, falta un nivel en medio.

AHORA USTED · EN EL CUADERNO

Un compañero dice: «el gen es una molécula distinta del ADN».
Escriba en dos líneas por qué está equivocado, usando la palabra tramo.

RECUERDE ESTO

**Gen = un tramo de ADN
con la receta de una
proteína.**





PARTE 3

Cómo se copia el ADN

La replicación. Antes de que una célula se divida, el ADN entero se copia. Cómo lo hace sin equivocarse y qué quiere decir «semiconservativa».

PROF. JUAN DIEGO · [COLEGGIO.COM/BIBLIOTECA/ADN](https://coleggio.com/biblioteca/adn)

Video 3 · La replicación



4:10

MINUTOS

[coleggio.com/
biblioteca/adn](https://coleggio.com/biblioteca/adn)

MIENTRAS LO VE, FÍJESE EN ESTAS TRES COSAS



Qué se abre

Y qué queda como molde para la copia.



Dos copias iguales

Por qué salen idénticas a la original.



Semiconservativa

Qué significa esa palabra tan larga.

Paso a paso · la cremallera

- 1 La hélice se **abre** como una cremallera: los peldaños se separan por la mitad y quedan dos hebras sueltas.
- 2 Cada hebra vieja queda como **molde**.
- 3 La **ADN polimerasa** recorre el molde y pone frente a cada base su pareja: $A \rightarrow T$, $T \rightarrow A$, $G \rightarrow C$, $C \rightarrow G$.
- 4 Resultado: **dos** dobles hélices iguales, cada una con una hebra vieja y una nueva.

1/2

VIEJA, ½ NUEVA

Semiconservativa quiere decir «conserva la mitad»: cada copia se queda con una de las hebras originales. No se copia «de cero»: la hebra vieja **guía** a la nueva, como una plantilla que dice qué letra va en cada hueco.

Ejemplo resuelto · replicar una molécula

Molécula original, las dos hebras: **ATG CCA GTT** y **TAC GGT CAA**.

- 1 Se abre la cremallera: quedan dos hebras sueltas, cada una es un molde.
- 2 Frente a cada molde se escribe la complementaria (la nueva, en color).

COPIA 1	ATG CCA GTT vieja	TAC GGT CAA nueva
COPIA 2	ATG CCA GTT nueva	TAC GGT CAA vieja

2

COPIAS IDÉNTICAS

Las dos copias son iguales a la original, y cada una conserva una hebra vieja. Por eso, aunque el ADN mide dos metros por célula, la copia sale casi perfecta: la regla A-T, G-C no deja elegir.

AHORA USTED · EN EL CUADERNO

Replique la molécula cuya hebra superior es T A C G G A.

Escriba las dos copias completas y marque cuál hebra es «vieja» en cada una.

RECUERDE ESTO

**Cada copia conserva
una hebra vieja.**





PARTE 4

El dogma central

Del ADN a la proteína: el mapa de toda la serie. El ADN no sale del núcleo y las fábricas están afuera; la célula resuelve el problema con un mensajero.

PROF. JUAN DIEGO · [COLEGGIO.COM/BIBLIOTECA/ADN](https://coleggio.com/biblioteca/adn)

Video 4 · El dogma central



4:11

MINUTOS

[coleggio.com/
biblioteca/adn](https://coleggio.com/biblioteca/adn)

MIENTRAS LO VE, FÍJESE EN ESTAS TRES COSAS



El problema

El ADN no sale del núcleo y los ribosomas están afuera.
¿Cómo se comunican?



Tres pasos

ADN → ARN → proteína. El nombre de cada flecha.



El mensajero

Qué molécula lleva la receta afuera y por qué es desechable.

El mapa · una calle de una sola vía



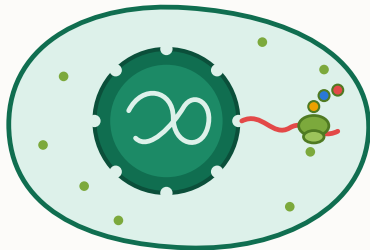
1

SOLA DIRECCIÓN

La información va del ADN al ARN y del ARN a la proteína. Nunca al revés: una proteína no puede reescribir el ADN. Este mapa vuelve a aparecer en cada bloque con un «usted está aquí».

Paso a paso · el problema y la solución

- 1 El ADN se queda en el núcleo: es el original.
- 2 **Transcripción:** se copia un **gen** en ARN mensajero.
- 3 El ARNm sale por los **poros** al citoplasma.
- 4 **Traducción:** el **ribosoma** lee el ARNm y arma la **proteína**.



DÓNDE PASA CADA COSA

Transcripción **adentro** del núcleo; traducción **afuera**, en el citoplasma. El lugar importa tanto como el paso.

Símil · el libro de recetas en la bóveda



El libro original

El ADN. Único, valioso, insustituible: se guarda en la bóveda (el núcleo) y **nunca** sale.



La fotocopia

El ARNm. Se copia **solo la receta** que hace falta hoy, y esa copia sí sale a la cocina.



El cocinero

El ribosoma. Lee la fotocopia y prepara el plato: la proteína. Después la fotocopia se bota.



POR QUÉ TANTA VUELTA

Protección y cantidad. Si la copia se daña, no pasa nada: se hace otra y el original sigue a salvo. Y de un solo gen se pueden sacar **miles** de copias a la vez.

Ejemplo resuelto · ¿qué se detiene primero?

Pregunta: un fármaco bloquea los poros del núcleo. ¿Qué proceso se detiene primero?

- 1 La transcripción **sigue**: ocurre adentro del núcleo y los poros no le hacen falta.
- 2 Pero el ARNm que se produce **no puede salir**. Se queda atrapado.
- 3 Los ribosomas, afuera, se quedan sin mensaje: se detiene la **traducción**.
- 4 Consecuencia: la célula deja de fabricar proteínas nuevas.



CÓMO SE RAZONA

Primero ubique **dónde** pasa cada paso; después pregúntese qué se rompe si esa puerta se cierra. Con el mapa en la cabeza, la respuesta sale sola.

AHORA USTED · EN EL CUADERNO

**Dibuje una célula con su núcleo.
Ubique ADN, ARNm y ribosoma donde
corresponde, y una los tres con flechas
rotuladas transcripción y traducción.**

RECUERDE ESTO

ADN → ARN → proteína.
Una sola vía.





PARTE 5

Transcripción

Del ADN al ARN mensajero. La máquina que copia, dónde empieza, qué letra cambia y qué le pasa al original cuando termina.

PROF. JUAN DIEGO · [COLEGGIO.COM/BIBLIOTECA/ADN](https://coleggio.com/biblioteca/adn)

Video 5 · La transcripción



2:32

MINUTOS

[coleggio.com/
biblioteca/adn](https://coleggio.com/biblioteca/adn)

MIENTRAS LO VE, FÍJESE EN ESTAS TRES COSAS



La máquina

Cómo se llama y dónde empieza a copiar (el promotor).



La letra que cambia

Qué pone el ARN donde el ADN tenía T.

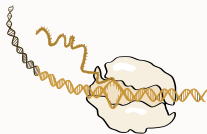


El original

Qué le pasa al ADN cuando la copia termina.

Paso a paso · la máquina copiadora

- 1 La ARN polimerasa se pega en el **promotor**: «aquí empieza el gen».
- 2 Abre un tramo de la hélice y usa **una hebra** como **molde**.
- 3 Frente a cada base pone su pareja... pero **U en vez de T**.
- 4 En la señal de **terminación** suelta el ARNm. El ADN se cierra intacto.



1

GEN, NO TODO

Se copia **solo el gen** que hace falta. Por eso una célula del ojo y una del hígado, con el mismo ADN, fabrican proteínas distintas.

ADN y ARN no son la misma molécula

	ADN	ARN
azúcar	desoxirribosa	ribosa
bases	A T G C	A U G C
hebras	dos (doble hélice)	una
dónde está	se queda en el núcleo	sale al citoplasma
cuánto dura	toda la vida de la célula	horas: es desechable



EN VEZ DE T

Donde el molde dice A, el ARN pone **uracilo**: la letra que delata a un ARN. Si ve una T, es ADN; si ve una U, es ARN.

Símil · el escribano con tinta distinta



Copia solo lo que le piden

La receta de hoy, no el libro entero. El promotor dice en qué página empezar.



En un papel más barato

Con tinta distinta: el uracilo. La copia es desechable; el original, no.



Y la arregla antes de que salga

Caperuza y cola para que no se rompa; recorta lo que no tiene instrucciones.



INTRONES Y EXONES

Lo que se recorta se llama **intrón**; lo que se queda, **exón**. El mensaje sale limpio: solo instrucciones.

Ejemplo resuelto · transcribir un molde

Molde de ADN: TAC GGA TTC . Base por base: $T \rightarrow A$, $A \rightarrow U$, $C \rightarrow G$, $G \rightarrow C$.

MOLDE	T	A	C	G	G	A	T	T	C
ARNM	A	U	G	C	C	U	A	A	G

ARNm: AUG CCU AAG — sin una sola T.

- 1 Se escribe el molde en grupos de tres (así después es fácil leerlo).
- 2 Debajo de cada base va su pareja; donde el molde dice A, se escribe U.
- 3 Se revisa: si aparece una T en el ARNm, hay un error. La timina es **exclusiva** del ADN.

AHORA USTED · EN EL CUADERNO

Transcriba este molde y guárdelo: lo va a usar en los dos bloques siguientes.

TAC CGA AAT CTT TGA CGT ATT

RECUERDE ESTO



**El ARN no tiene T:
donde el molde dice A,
pone U.**

Aa





PARTE 6

El código genético

El diccionario de la vida. Cómo se leen las letras del ARN de tres en tres, por qué son tres y no dos, y qué tienen de especial el AUG y los tres STOP.

PROF. JUAN DIEGO · [COLEGGIO.COM/BIBLIOTECA/ADN](https://coleggio.com/biblioteca/adn)

Video 6 · El código genético



2:11

MINUTOS

[coleggio.com/
biblioteca/adn](https://coleggio.com/biblioteca/adn)

MIENTRAS LO VE, FÍJESE EN ESTAS TRES COSAS



El codón

Qué es y por qué son tres letras y no una.

64 y 20

Cuántos codones hay y cuántos aminoácidos. Por qué sobran.



AUG y los STOP

Qué tienen de especial y de dónde salen.

El problema primero · una tira sin espacios

Esto es lo que le llega al ribosoma, sin espacios ni comas:

AUGGCUUUAGAAACUGCAUAA

Si se lee de **tres en tres** desde la primera letra sale una cosa; desde la segunda, otra completamente distinta:

DESDE LA 1.^a

AUG

GCU

UUA

GAA

ACU

...

DESDE LA 2.^a

UGG

CUU

UAG

AAA

CUG

...

3

MARCOS DE LECTURA

El problema no es saber dónde **parar**: es saber dónde **empezar**.
Una misma tira tiene tres lecturas posibles y solo una es la receta.

Paso a paso · ¿por qué de tres en tres?



De a una letra: 4

Cuatro palabras posibles.
Hay 20 aminoácidos que nombran. No alcanza.



De a dos letras: 16

4×4 . Tampoco alcanza para 20.



De a tres letras: 64

$4 \times 4 \times 4$. Sobra, pero alcanza. Por eso varios codones nombran al mismo aminoácido.

1954

GAMOW LO DEDUJO

Un físico, George Gamow, hizo esta cuenta **antes** de que nadie lo comprobara. Crick y Brenner lo demostraron en 1961 quitando bases de a una.

La tabla que vamos a usar (reducida)

codón	aminoácido	letra
AUG	Metionina	M
GCU · GCC · GCA	Alanina	A
UUA · UUG	Leucina	L
GAA · GAG	Ácido glutámico	E
ACU · ACC	Treonina	T
CGU · CGC	Arginina	R
UCU · UCC	Serina	S
AUU · AUC	Isoleucina	I

codón	aminoácido	letra
AAU · AAC	Asparagina	N
GAU · GAC	Ácido aspártico	D
CCU · CCC	Prolina	P
UGU · UGC	Cisteína	C
CAU · CAC	Histidina	H
GUU · GUA	Valina	V
UUU · UUC	Fenilalanina	F
UAA · UAG · UGA	<i>ninguno</i>	STOP

61

CODONES CON LLAVE

De 64 codones, 61 nombran un aminoácido y 3 no nombran ninguno. Varios codones dan el mismo aminoácido: el código es **redundante**.

AUG no es una orden: es un agarradero



Un aminoácido normal

AUG es el codón de la **metionina**. No «significa» empieza: significa metionina, como cualquier otro codón.



Donde se arma el ribosoma

El ribosoma se agarra del **primer AUG** que encuentra y desde ahí lee de tres en tres. Es el diente de la cremallera por donde entra.



Una consecuencia que se puede decir en voz alta

Toda proteína **nace con M**. Si una traducción no empieza por M, algo se leyó mal.

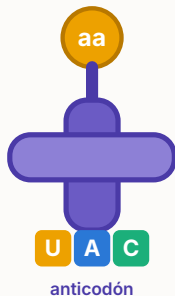


INICIO

«Aquí me agarro», no «empieza». El AUG fija el marco de lectura: resuelve el problema de la tira sin espacios.

STOP tampoco es una orden: es un hueco en el diccionario

- 1 Cada aminoácido llega en un ARNt: una llave de tres letras que encaja en el codón.
- 2 Hay ARNt para 61 codones. Para UAA, UAG y UGA **nadie fabricó llave**.
- 3 El ribosoma abre el espacio y **no llega nadie**: entra un **factor de liberación** y corta la cadena.



3

CODONES SIN LLAVE

La proteína **se acaba** porque **no hay con qué seguir**. El stop no fue diseñado: es lo que sobró de 64 casillas para 20 aminoácidos.

Ejemplo resuelto · leer con la tabla

ARNm: AUG GCU UUA

- 1 Se separa la tira de tres en tres empezando en el primer AUG.
- 2 Se busca cada codón en la tabla: AUG → Metionina → M; GCU → Alanina → A; UUA → Leucina → L.
- 3 Se escribe la cadena con las letras: M A L...
- 4 Se comprueba que empieza con M, como todas.



EL ERROR TÍPICO

Buscar letra por letra («A = alanina») en vez de **codón por codón**.
Una base sola no dice nada: son tres.

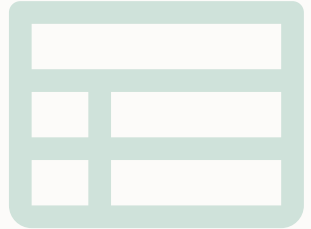
AHORA USTED · EN EL CUADERNO

Tome el ARNm que transcribió en el bloque 5 y sepárelo de tres en tres.

Busque cada codón en la tabla y escriba la palabra que sale. ¿Dónde se detiene?

RECUERDE ESTO

**Tres letras = una palabra
= un aminoácido.**





PARTE 7

Traducción

La síntesis de proteínas. Quién lee el mensaje, quién trae las piezas, cómo se arma la cadena y qué pasa cuando el ribosoma llega a un STOP.

PROF. JUAN DIEGO · COLEGGIO.COM/BIBLIOTECA/ADN

Video 7 · La traducción



2:01

MINUTOS

[coleggio.com/
biblioteca/adn](https://coleggio.com/biblioteca/adn)

MIENTRAS LO VE, FÍJESE EN ESTAS TRES COSAS



Quién lee

Y quién trae los aminoácidos hasta el ribosoma.



El anticodón

Qué es, dónde está y con qué encaja.

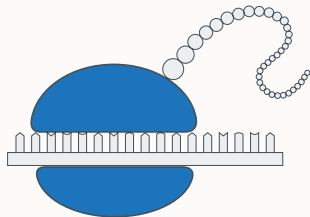


En el STOP

Qué pasa cuando el ribosoma llega ahí.

Paso a paso · la línea de ensamblaje

- 1 **Inicio:** el ribosoma se arma sobre el primer AUG.
- 2 **Elongación:** por cada codón llega un ARNt con su aminoácido; el ribosoma lo pega y avanza.
- 3 **Terminación:** en el STOP no llega ningún ARNt y la cadena se suelta.
- 4 La cadena se **pliega** sola: ya es una proteína.



EL ARNT

Símil: línea de ensamblaje. El ARNm es la lista de piezas; cada ARNt, un camión con **una sola pieza**.

El ARNt · el camión que trae la pieza exacta



Arriba lleva un aminoácido

Siempre el mismo para ese ARNt: el que corresponde a su anticodón.



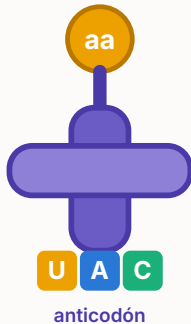
Abajo tiene tres letras: el anticodón

Complementario al codón. El codón **AUG** solo encaja con el anticodón **UAC**.



Por eso la proteína sale bien

Si el ARNt no encaja, no entra. Cada codón solo puede traer el aminoácido correcto.



Ejemplo resuelto · la proteína completa

ARNm: AUG GCU UUA GAA ACU GCA UAA

AUG

GCU

UUA

GAA

ACU

GCA

UAA



M



A



L



E



T



A



STOP

La cadena **M-A-L-E-T-A** se pliega y sale una proteína. El ribosoma se desarma y queda libre para otra copia.

6

AMINOÁCIDOS

Una proteína real tiene cientos: la insulina, 51; la hemoglobina, 574. El mecanismo es el mismo: un codón, un camión, una pieza, y así hasta el STOP

AHORA USTED · EN EL CUADERNO

Traduzca con la tabla:

AUG AUU GAA UUA UAA

Y ahora al revés: escriba un ARNm que produzca la proteína M-A-D-R-E (con su STOP).

RECUERDE ESTO

Las proteínas se arman en el ribosoma, fuera del núcleo.





PARTE 8

Del genotipo al fenotipo

Por qué las proteínas lo hacen ser usted. Lo que está escrito, lo que se ve, y la proteína que siempre está en medio. Con el caso de la insulina.

PROF. JUAN DIEGO · [COLEGGIO.COM/BIBLIOTECA/ADN](https://coleggio.com/biblioteca/adn)

Video 8 · Del genotipo al fenotipo



2:07

MINUTOS

[coleggio.com/
biblioteca/adn](https://coleggio.com/biblioteca/adn)

MIENTRAS LO VE, FÍJESE EN ESTAS TRES COSAS

Aa

Dos palabras

Qué es genotipo y qué es fenotipo. Cuál se escribe y cuál se ve.



Lo que hay en medio

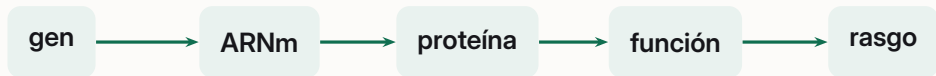
Entre el gen y el rasgo hay una molécula. Cuál.



La insulina

El caso que trae el propio DBA: gen, proteína, función, rasgo.

Paso a paso · la cadena que conecta el gen con el rasgo



Genotipo: lo que está escrito

La secuencia de ADN que usted heredó. No se ve; se lee.



Fenotipo: lo que se ve o se mide

Color de ojos, tipo de sangre, estatura, poder digerir leche.

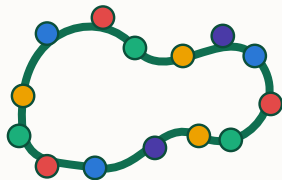


Las proteínas son las obreras

Enzimas, hormonas, estructuras. Ellas producen el rasgo. El gen solo trae la receta.

Ejemplo resuelto · la insulina

- 1 **Gen** de la insulina, en el cromosoma 11.
- 2 El páncreas lo **transcribe** y **traduce**.
- 3 Sale la **proteína** insulina: una hormona.
- 4 **Función:** deja entrar la glucosa a las células.
- 5 Gen dañado → insulina que no sirve → **feno-tipo:** diabetes.

**51**

AMINOÁCIDOS

Tan corta que fue la primera proteína cuya secuencia se leyó completa (Sanger, 1951), y la primera fabricada con bacterias modificadas (1978).

Conexión con Mendel (lo de 8.º)



Alelo dominante

Produce una proteína **que funciona**. Con una sola copia suele haber proteína suficiente: por eso «tapa» al recesivo.



Alelo recesivo

Produce una proteína **alterada, o ninguna**. Solo se nota si las dos copias son recesivas.

1

COPIA BUENA BASTA

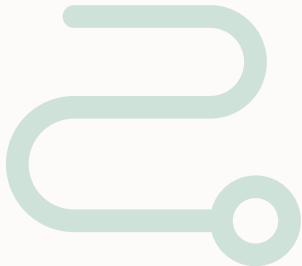
Un **alelo** es una versión del gen → una versión de la proteína. Lo de Mendel y lo de hoy son la misma historia a dos escalas.

AHORA USTED · EN EL CUADERNO

**Arme la cadena gen → ARNm →
proteína → función → rasgo para la
lactasa, la enzima que digiere la leche.
¿Qué fenotipo tiene quien no la produce
de adulto?**

RECUERDE ESTO

**El gen no es el rasgo:
la proteína está en medio.**





PARTE 9

Mutaciones

Cuando la receta cambia. Los tres tipos, por qué una inserción es peor que una sustitución, y el caso de la anemia falciforme: una letra, un aminoácido, un glóbulo.

PROF. JUAN DIEGO · COLEGGIO.COM/BIBLIOTECA/ADN

Video 9 · Las mutaciones



2:23

MINUTOS

[coleggio.com/
biblioteca/adn](https://coleggio.com/biblioteca/adn)

MIENTRAS LO VE, FÍJESE EN ESTAS TRES COSAS



Tres tipos

Sustitución, inserción y deleción. Qué cambia en cada una.



La más grave

Por qué una inserción es peor que una sustitución.



Anemia falciforme

Una letra, un aminoácido, un glóbulo distinto.

Símil · un error de imprenta

«El **gato** come ratones» → «El **garo** come ratones»



No cambia nada

El codón cambia pero da el mismo aminoácido. **Silenciosa**.



Cambia el significado

Cambia un aminoácido por otro. De **sentido erróneo**.



Se vuelve ilegible

Aparece un STOP donde no iba y la frase se corta. **Sin sentido**.

1

LETRA

Puede no hacer nada, cambiar el significado o volver la frase ilegible. En el ADN pasa lo mismo, y cada caso tiene nombre.

Paso a paso · tres tipos, tres efectos

tipo	qué pasa	efecto típico
sustitución	una base cambia por otra	cambia un codón; a veces nada
inserción	sobra una base	se corre el marco : todo lo que sigue cambia
deleción	falta una base	se corre el marco : todo lo que sigue cambia



CORRIMIENTO DEL MARCO

El ribosoma lee de tres en tres: si sobra o falta una letra, todos los codones **de ahí en adelante** se desplazan.

Ejemplo resuelto · las tres mutaciones del cuarto codón

El cuarto codón de MALETA es **GAA** . Cambiamos una base cada vez:

cambio	codón	aminoácido	proteína
3. ^a base A → G	GAG	Glu (E), el mismo	MALETA · silenciosa
2. ^a base A → U	GUA	Val (V)	MALVTA · sentido erróneo
1. ^a base G → U	UAA	STOP	MAL · sin sentido

1

BASE CAMBIADA

En la hemoglobina, ese mismo cambio (GAG → GUG: un Glu por una Val) deforma los glóbulos rojos en hoz: **anemia falciforme**.
Una base entre tres mil millones.

Una sola letra, un glóbulo distinto



GLÓBULO NORMAL



GLÓBULO FALCIFORME



La mayoría no hacen nada

Silenciosas o neutras: la proteína sale igual.



Algunas dañan

Como la de la anemia falciforme: una valina donde iba un glutámico, y la hemoglobina se apila en fibras.



Otras son útiles

Digerir leche de adulto empezó como una mutación. Sin mutaciones no habría evolución.

AHORA USTED · EN EL CUADERNO

Inserte una G después del tercer codón de AUG GCU UUA GAA ACU GCA UAA y vuelva a leer de tres en tres.
¿Qué pasó con la proteína desde ahí?

RECUERDE ESTO

**Hay mutaciones
silenciosas,
dañinas y útiles.**





PARTE 10

ADN, diversidad y evolución

El cierre de la serie. De dónde sale la variabilidad, qué hace con ella la selección natural, y por qué comparar secuencias de ADN cuenta la historia de la vida.

PROF. JUAN DIEGO · [COLEGGIO.COM/BIBLIOTECA/ADN](https://coleggio.com/biblioteca/adn)

Video 10 · ADN y evolución



2:20

MINUTOS

[coleggio.com/
biblioteca/adn](https://coleggio.com/biblioteca/adn)

MIENTRAS LO VE, FÍJESE EN ESTAS TRES COSAS



La variabilidad

De dónde sale que cada individuo sea un poco distinto.



La selección natural

Qué hace con esa variabilidad, generación tras generación.



Comparar secuencias

Qué nos dice sobre el parentesco entre especies.

Paso a paso · de la mutación a la especie

mutación



variación



selección natural



evolución

- 1 Cada individuo tiene un ADN **un poco** distinto: mutaciones más la mezcla que ocurre en la reproducción.
- 2 Si una variante da una proteína que ayuda a sobrevivir, ese individuo deja **más hijos**.
- 3 Con el tiempo esa variante se vuelve **común** en la población. Eso es evolución.



DARWIN SIN ADN

Darwin vio la variación y la selección **sin saber nada del ADN**.
Hoy sabemos que la variación que él vio viene de las mutaciones.

Ejemplo resuelto · comparar secuencias

El mismo tramo de un gen en tres especies. Contamos las diferencias con el humano:

especie	secuencia	diferencias
humano	ATG CCT GAA TTC GGA	—
chimpancé	ATG CCT GAA TTC GGG	1
ratón	ATG CCA GAG TTC GGG	3

- 1 Se alinean y se comparan **posición por posición**.
- 2 Menos diferencias = ancestro común **más reciente**: el chimpancé está más cerca (compartimos cerca del **99 %** del ADN).
- 3 La diferencia con el chimpancé cae en la **3.^a base** del codón: es silenciosa.

Un solo código para todos los seres vivos



En una bacteria

AUG

es metionina.

UAA

es STOP.



En un árbol

AUG

es metionina.

UAA

es STOP.



En usted

AUG

es metionina.

UAA

es STOP.

3 800

MILLONES DE AÑOS

El código genético se fijó hace unos 3 800 millones de años y no ha cambiado desde entonces. Todos los seres vivos lo usamos porque todos descendemos del mismo **ancestro común**.

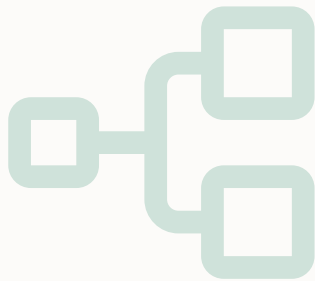
AHORA USTED · EN EL CUADERNO

¿Por qué todos los seres vivos usamos el mismo código genético?

Responda en tres líneas usando las palabras ancestro común.

RECUERDE ESTO

**Un solo código genético.
Un solo origen.**





PARTE 11

Cierre

Toda la historia en una lámina, los cinco errores que hay que cazar antes de que se instalen, y el ticket de salida.

Del nucleótido a la biodiversidad



Se guarda y se copia

El ADN guarda la información; la replicación la copia antes de cada división.



Se lee y se ejecuta

La transcripción la lee (ARNm); la traducción la ejecuta (proteína).



Se ve y a veces cambia

La proteína produce el rasgo; las mutaciones cambian la receta; la selección decide cuál se queda.

Los cinco errores que hay que cazar



«El ARN también lleva timina»

No: donde el molde dice A, el ARN pone U. La T es exclusiva del ADN.



«Una base = un aminoácido»

No: son tres letras por aminoácido. Una base sola no dice nada.



«La proteína se arma en el núcleo»

No: se arma en el ribosoma, en el citoplasma. El ARNm sale; el ADN no.



«STOP es una orden»

No: es un codón sin llave. La cadena se suelta porque no hay con qué seguir.



«Toda mutación es mala»

No: la mayoría no cambian nada y algunas ayudan.

TICKET DE SALIDA · TRES PREGUNTAS

- 1. Transcriba el molde TAC CGA.**
- 2. Traduzca lo que le dio.**
- 3. Si la tercera base del segundo codón del ARNm cambia por A, ¿qué aminoácido sale? Póngale nombre a esa mutación.**