

Guía del profe · Del ADN a la proteína

LO ESENCIAL · Qué tiene que salir de estas clases

Que cada estudiante pueda tomar un molde de ADN, **transcribirlo** sin una sola T, **traducirlo** con la tabla empezando por el AUG, y explicar con sus palabras **por qué** la proteína termina donde termina y **qué pasa** si cambia una letra. Los diez videos, las 83 láminas y los 24 puntos del taller están al servicio de eso.

NOTA · Anclaje curricular

DBA Ciencias Naturales v.1, 9.º, n.º 5: «Explica la forma como se expresa la información genética contenida en el ADN, relacionando su expresión con los fenotipos de los organismos y reconoce su capacidad de modificación a lo largo del tiempo (mutaciones)». Ev. 1: estructura y pasos de la traducción (videos 1, 5–7). Ev. 2: proteínas y fenotipo, caso **insulina** (video 8: es el ejemplo del propio DBA). Ev. 3: mutaciones y diversidad (videos 9–10). El **DBA 6** (selección natural, comparación de secuencias) queda abierto con el video 10.

NOTA · El material, y dónde está

Videos: los diez, en orden, en coleggio.com/biblioteca/adn (20 minutos y medio en total). **Beamer:** 83 láminas que siguen los videos; cada bloque tiene el mismo ritmo —lámina «Video N», paso a paso, símil, ejemplo resuelto, «Ahora usted», idea—. **Guía del estudiante:** lo mismo en papel, con autoevaluación resuelta y la tabla de codones. **Taller:** 24 puntos que se copian hoy en el cuaderno y se resuelven mañana en parejas. Todo comparte las mismas secuencias (`_datos.tex`), así que lo que se transcribe en el video 5 es lo que se traduce en el 6 y el 7 y lo que se muta en el 9.

Secuencia · dos sesiones de clase

Min	Bloque	Qué pasa	Qué mira el profe
Sesión 1 (100 min) · ver, explicar, copiar			
0–5	Apertura	Pregunta viva (lámina 3) y la ruta (lámina 2).	Que anoten la pregunta: se responde al final.
5–35	Videos 1–3	Video → paso a paso → ejemplo → «ahora usted» (5 min de cuaderno por bloque).	Regla A–T/G–C; que nadie «copie» en vez de complementar.
35–75	Videos 4–7	El corazón: mapa, transcripción, código, traducción. El ARNm del bloque 5 (TAC CGA AAT CTT TGA CGT ATT) se guarda : se usa en 6 y 7.	Que en el ARNm no aparezca T; que separen de tres en tres desde el AUG.
75–90	Videos 8–10	Más rápido: proteína en medio, error de imprenta, comparar secuencias.	Que la cadena gen, ARNm, proteína, rasgo salga sola.
90–100	Taller	Se proyecta <i>adn-proteina-taller.pdf</i> y se copia en el cuaderno (24 puntos con sus secuencias).	Letra clara y secuencias en grupos de tres. Lo que no alcancen, de tarea.
Sesión 2 (100 min) · resolver			
0–10	Recap	Láminas 81–82 (toda la historia + los cinco errores).	Que digan el mapa sin mirar.
10–75	Taller	En parejas, con la tabla de codones (guía o última hoja del taller). El profe circula.	Puntos 9, 11, 14 y 19: son la columna vertebral.
75–95	Puesta en común	Se resuelven en el tablero los puntos 9, 11, 14, 19 y 20 con estudiantes al frente.	Que expliquen el porqué , no solo el resultado.
95–100	Ticket	Lámina 83: tres preguntas en media hoja, se recoge.	Es la evidencia del DBA.

ATENCIÓN · Si solo hay una sesión de 50 minutos

Videos 4, 5, 6 y 7 (11 minutos) con sus láminas; el taller se copia de tarea desde la biblioteca y se resuelve la clase siguiente. Los videos 1–3 son prerequisite que ya vieron en la guía de agosto («Antes de la transcripción»); los 8–10 pueden verse en casa.

Qué decir en cada bloque

NOTA · El ritmo, siempre el mismo

Antes del video se lee la lámina «Video N» (tres cosas en qué fijarse). Se ve el video **completo, sin pausar**. Después, las láminas de paso a paso y el símil se **cuentan**, no se leen. El ejemplo resuelto se hace **en el tablero** con un estudiante dictando. El «Ahora usted» son cinco minutos de cuaderno y se revisa en voz alta. La lámina de idea se **copia**.

Bloques 1-3 · la molécula

Video 1. Lo único que importa de verdad es la regla de apareamiento. El símil de la escalera de caracol se queda en la cabeza si se dice con las manos: barandas (azúcar-fosfato), peldaños (pares de bases), y se retuerce.

Qué decir · «Si conocen una baranda, pueden escribir la otra. Ese es el truco de todo lo que viene: copiar, transcribir, reparar.»

Video 2. La palabra que hay que cuidar es **gen**. Insista en **tramo**: el gen no es otra molécula, es un pedazo del ADN, como la receta es un pedazo del libro.

Qué decir · «¿El gen es de otro papel que el libro? No. Es una página del libro.»

Video 3. «Semiconservativa» asusta por el nombre; traduzca: **conserva la mitad**. El ejemplo con ATG CCA GTT se hace en el tablero con las dos copias una debajo de la otra y la hebra vieja subrayada.

Bloques 4-7 · de la receta a la proteína

Video 4. Es el mapa. Dibuje en el tablero la célula con su núcleo y deje ese dibujo **toda la clase**: en cada bloque se señala «estamos aquí». La pregunta del fármaco que bloquea los poros es la mejor comprobación: quien la responde entendió **dónde** pasa cada cosa.

Video 5. Todo gira en **U en vez de T**. El ejemplo TAC GGA TTC → AUG CCU AAG se hace base por base; después los estudiantes transcriben TAC CGA AAT CTT TGA CGT ATT y **lo guardan** (dígalo dos veces: lo van a usar en los dos bloques siguientes).

Qué decir · «Si en el ARNm aparece una T, hay un error. Sin discusión.»

Video 6. Plantee **primero el problema** de la tira sin espacios (lámina 43) y solo después dé la tabla. Al revés no se entiende. Lo que casi nadie enseña bien y aquí sí se explica: AUG no es una orden (es la metionina, el ribosoma se **agarra** del primer AUG) y STOP no es una orden (es un **hueco**: 61 codones tienen ARNt, 3 no tienen ninguno, y la cadena se suelta porque no hay con qué seguir). Si el profe lo cuenta con la palabra **llave**, se entiende a la primera.

Video 7. La línea de ensamblaje y el camión que solo parquea en su bahía. El ejemplo MALETA se hace completo en el tablero, con el STOP al final y la pregunta «¿y qué llega en UAA?» —nada—. MIEL y MADRE salen con la tabla reducida (verificado).

Bloques 8–10 · lo que somos y cómo cambiamos

Video 8. La frase: **el gen no es el rasgo, la proteína está en medio**. La insulina es el ejemplo del propio DBA. La conexión con Mendel cierra lo de 8.º: dominante = proteína que funciona.

Video 9. El error de imprenta («gato»/«garo») y luego las tres mutaciones del codón GAA de MALETA: la misma tira da los tres destinos (silenciosa, sentido erróneo, sin sentido) cambiando una base distinta cada vez. Por eso se escogió ese codón. La de sentido erróneo (GAA → GUA, Glu → Val) es **la misma** mutación real de la anemia falciforme (GAG → GUG).

Video 10. Comparar tres secuencias y contar diferencias: ciencia con lápiz. El cierre de la serie es la pregunta de por qué todos usamos el mismo código: **ancestro común**.

Los errores que van a aparecer — y qué decir

ATENCIÓN · Error 1 · «El ARN también lleva timina» (el más frecuente)

Aparece en el punto 9 del taller y en el ticket. Es un error de **regla**, no de descuido: no han cambiado la tabla mental.

Qué decir · «¿Qué letra delata a un ARN? La U. Si ves una T, es ADN. Vuelve a la línea y cámbiala.»

ATENCIÓN · Error 2 · Copiar el molde en vez de complementarlo

Escriben debajo la misma letra. Pasa en el punto 2 (replicación) y en el 9.

Qué decir · «La complementaria nunca es igual a la hebra dada. Si te quedó igual, copiaste; la célula complementa.»

ATENCIÓN · Error 3 · «Una base = un aminoácido»

Buscan letra por letra en la tabla. Punto 11.

Qué decir · «Una letra sola no dice nada. Tres letras, una palabra. Separa de tres en tres desde el AUG y busca la palabra completa.»

ATENCIÓN · Error 4 · Empezar a leer donde se les ocurre

Separan de tres en tres desde la primera letra de la tira aunque no sea AUG. En el taller las tiras empiezan en AUG, pero en el punto 20 (inserción) es donde se nota si entendieron el marco.

Qué decir · «¿Dónde se agarra el ribosoma? En el primer AUG. Desde ahí, y no desde donde te quede bonito.»

ATENCIÓN · Error 5 · «La proteína se arma en el núcleo»

Punto 7 (dibujo). Ubican el ribosoma adentro del núcleo.

Qué decir · «El ADN no sale. El ARNm sí. ¿Dónde está entonces el cocinero? Afuera.»

ATENCIÓN · Error 6 · «STOP es una orden» / «AUG significa empieza»

Puntos 11 y 13. Repiten la versión de cartilla.

Qué decir · «No hay nadie que lea la orden. Hay 64 casillas y solo 61 llaves. En las otras tres, no llega nadie, y la cadena se suelta.»

ATENCIÓN · Error 7 · «Toda mutación es mala»

Punto 21. Dan solo ejemplos de enfermedad.

Qué decir · «La mayoría no cambian nada. Y la que te deja tomar leche de grande, también fue una mutación.»

Solucionario completo del taller

NOTA · Cómo calificar

24 puntos, todos valen lo mismo. Los puntos de **secuencias** (2, 5, 9, 11, 14, 15, 19, 20, 22) se califican por el resultado y por el procedimiento visible (grupos de tres, letra por letra). Los de **explicación** (1, 4, 6, 8, 10, 12, 13, 16–18, 21, 23, 24) se califican por si aparece la idea clave que se indica en cada respuesta; la redacción no se penaliza.

Video 1 · La estructura del ADN

1. Fosfato, azúcar (desoxirribosa) y base nitrogenada. La que cambia es la **base**: ahí está la información.

2. Complementaria de GAT TAC AGG: CTA ATG TCC. Puentes: G-C 3 + A-T 2 + T-A 2 + T-A 2 + A-T 2 + C-G 3 + A-T 2 + G-C 3 + G-C 3 = **22**.

Video 2 · Del núcleo al gen

3. célula → núcleo → cromosoma → gen → nucleótido. Idea clave: cada uno **contiene** al siguiente.

4. «Un gen es un **tramo** de ADN que tiene la receta de **una proteína**». 46 cromosomas.

Video 3 · La replicación

5. Se abre; cada hebra recibe su complementaria.

Copia 1: TAC GGA (V, vieja) / ATG CCT (nueva).

Copia 2: TAC GGA (nueva) / ATG CCT (V, vieja).

Las dos copias son idénticas a la original.

6. Cada copia **conserva una hebra vieja** (la mitad) y la otra es nueva. No se copia de cero: la vieja sirve de molde.

Video 4 · El dogma central

7. ADN **dentro** del núcleo; ARNm que sale por un poro; ribosoma **fuera**, en el citoplasma. Flecha ADN → ARNm = transcripción (dentro); ARNm → proteína = traducción (fuera).

8. Se detiene la **traducción**: la transcripción sigue adentro, pero el ARNm no puede salir y los ribosomas se quedan sin mensaje.

Video 5 · La transcripción

9. Molde TAC CGA AAT CTT TGA CGT ATT → ARNm AUG GCU UUA GAA ACU GCA UAA.
Sin T.

10. Azúcar: desoxirribosa / ribosa. Bases: T en el ADN, U en el ARN. Hebras: dos / **una**. (También vale: el ADN se queda en el núcleo, el ARN sale; el ADN es permanente, el ARNm es desechable.)

Video 6 · El código genético

11. AUG M · GCU A · UUA L · GAA E · ACU T · GCA A · UAA STOP → **MALETA**. Se detiene en UAA porque **no existe ningún ARNt** para ese codón: la cadena se suelta.

12. Con 4 letras: de a 2 salen $4 \times 4 = 16$ palabras (no alcanza para 20 aminoácidos); de a 3

salen $4 \times 4 \times 4 = 64$ (sobra, pero alcanza). Por eso tres.

13. AUG es el codón de la **metionina**, un aminoácido normal; el ribosoma se **arma** sobre el primer AUG (es un agarradero, no un mensaje). STOP es un codón para el que **nadie fabricó** ARNt: el ribosoma abre el espacio, no llega nadie, y la cadena se suelta. Idea clave: «no hay con qué seguir».

Video 7 · La traducción

14. AUG M · AUU I · GAA E · UUA L · UAA STOP → **MIEL**.

15. Una respuesta: AUG GCU GAU CGU GAA UAG (M·A·D·R·E·STOP). Hay varias porque el código es **redundante**: A también es GCC o GCA, D es GAC, R es CGC, E es GAG, y el STOP puede ser UAA, UAG o UGA. Cualquier combinación de la tabla es correcta si empieza por AUG y termina en un STOP.

16. Arriba: **un aminoácido**. Abajo: el **anticodón** (tres letras complementarias al codón). El ARNt de la metionina tiene anticodón UAC.

Video 8 · Del genotipo al fenotipo

17. Gen de la insulina → ARNm → proteína insulina → función: deja entrar la glucosa a las células → rasgo: glucosa normal en sangre. Gen dañado → insulina que no sirve → **diabetes**.

18. El dominante produce una **proteína que funciona**; con una sola copia hay proteína suficiente, así que el rasgo se ve aunque el otro alelo (recesivo) produzca una proteína alterada o ninguna.

Video 9 · Las mutaciones

19. GAA → GUA = valina (V). La proteína queda **MALVTA**. Mutación de **sentido erróneo** (cambia un aminoácido). Nota: es el mismo tipo de cambio de la anemia falciforme.

20. AUG GCU UUA G|GAA ACU GCA UAA se relee como AUG GCU UUA GGA AAC UGC AUA A: desde el cuarto codón **todos** cambian (GGA, AAC, UGC, AUA...) y el STOP original desaparece. Mutación de **corrimiento del marco** (por inserción). Idea clave: afecta a todo lo que sigue, no a un solo codón.

21. Cualquier ejemplo razonable: la **tolerancia a la lactosa** en adultos (poder digerir leche), o una variante que da resistencia a una enfermedad. Idea clave: no toda mutación daña; algunas dan ventaja.

Video 10 · ADN, diversidad y evolución

22. Chimpancé: 1 diferencia (GGA → GGG). Ratón: 3 (CCT → CCA, GAA → GAG, GGA → GGG). El chimpancé es el pariente más cercano: menos diferencias = ancestro común más reciente.

23. Mutación → variación: los errores al copiar hacen que cada individuo tenga un ADN un poco distinto. Variación → selección natural: si una variante ayuda a sobrevivir, ese individuo deja más hijos. Selección → evolución: con el tiempo esa variante se vuelve común en la población.

24. Porque todos los seres vivos descendemos del mismo **ancestro común**; el código se fijó una vez, hace unos 3 800 millones de años, y se heredó igual desde entonces. Idea clave: mismo código = mismo origen.

Ticket de salida (lámina 83)

T1. TAC CGA → AUG GCU.

T2. M-A (metionina, alanina).

T3. GCA también es alanina: la proteína no cambia. Sustitución **silenciosa**.

Plan B

ATENCIÓN · Si un video no carga

Cada bloque del beamer se sostiene solo: la lámina «paso a paso» cuenta lo mismo que el video. Se cuenta con el dibujo de la célula en el tablero y se sigue. Los videos quedan de tarea desde la biblioteca.

ATENCIÓN · Si el grupo va lento

Se recortan, en este orden: los «Ahora usted» de los bloques 2, 3 y 10, los videos 8–10 (se ven en casa) y el símil de la biblioteca. **No se recorta nunca:** transcribir TAC CGA AAT CTT TGA CGT ATT, traducirlo con la tabla y las tres mutaciones del codón GAA. Eso es el DBA.

NOTA · Si van rápido

Se responde la pregunta de apertura con el video 5: mismo ADN, otras recetas.