

## **BIOLOGÍA** - ASIGNATURA TRONCAL DE OPCIÓN MODALIDAD CIENCIAS

### EVALUACIÓN DE BACHILLERATO PARA EL ACCESO A LA UNIVERSIDAD (EvAU)

**CURSO 2021-2022**

#### 1. INFORMACIÓN DE CONTACTO.

- Para dudas, sugerencias o consultas generales sobre las pruebas EvAU, debe ponerse en contacto con:

Jesús Manuel Molero García ([Jesus.Molero@uclm.es](mailto:Jesus.Molero@uclm.es))  
Coordinador técnico de las Pruebas EvAU.

- Para dudas, sugerencias o consultas sobre la asignatura de Biología puede ponerse en contacto con los asesores de la asignatura:

#### **ASESORA DE LA UCLM PARA ASIGNATURA DE BIOLOGÍA:**

Lydia Jiménez Díaz ([Lydia.Jimenez@uclm.es](mailto:Lydia.Jimenez@uclm.es))  
Área de Fisiología, Facultad de Medicina de Ciudad Real.

#### **ASESOR DE LA JCCM PARA LA ASIGNATURA DE BIOLOGÍA:**

Antonio Segovia Molina ([sma@universidadlaboral.com](mailto:sma@universidadlaboral.com))  
IES Universidad Laboral (Albacete)

#### **PRUEBA DE BIOLOGÍA, CURSO 2021/2022**

##### • **CONTENIDO DE LA PRUEBA:**

La prueba se elaborará en base a los **estándares de aprendizaje** de la **matriz de especificaciones** de BIOLOGÍA recogida en la Orden Técnica que regule la EvAU del curso 2021-2022 y siguiendo las aclaramientos del programa de la asignatura consensuadas en las reuniones de coordinación, y recogidas al final de este documento.

**\*\*\* A fecha 23 de Noviembre no se ha publicado aun la mencionada Orden Técnica.**

**La ORDEN TÉCNICA actualmente disponible es la que se publicó el 13 de enero de 2021 en el BOE que regulaba las pruebas de **Evaluación de Bachillerato para Acceso a la Universidad para el curso 2020-21: Orden PCM/2/2021, de 11 de enero, por la que se determinan las características, el diseño y el contenido de la evaluación de Bachillerato para el acceso a la Universidad, y las fechas máximas de realización y de resolución de los procedimientos de revisión de las calificaciones obtenidas en el curso 2020-2021****

**\*\* Esta norma se actualizará cuando se publique la de 2021-22.**

La distribución y contenido de las preguntas en los distintos bloques se ajustará a los porcentajes de ponderación de la mencionada matriz de especificaciones.

## CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA PRUEBA

- **Duración y número de preguntas:** 90 min, 15 preguntas

- **Tipos de preguntas:**

De opción múltiple: preguntas con una sola respuesta correcta inequívoca y que no exigen construcción por parte del alumno.

Semiabiertas: con respuesta correcta inequívoca y que exige construcción (breve) por parte del alumno.

Abiertas: exigen construcción por parte del alumno y no tienen una sola respuesta correcta inequívoca.

- **FORMATO DE LA PRUEBA**

**\*\*\* NOTA IMPORTANTE:**

En la fecha de elaboración de este documento, **no se ha publicado aún en el BOE la Orden Técnica que regulará la EvAU del curso 2021-22.**

Como consecuencia de la PANDEMIA de COVID-19, y en base a la normativa que reguló la EvAU de los cursos pasados, y de las condiciones sanitarias y directrices que las autoridades competentes puedan dictar al respecto, **se plantean DOS FORMATOS de examen según DOS posibles “escenarios normativos”:**

**\*\*\*En cuanto sea publicada la Orden Técnica definitiva que regule la EvAU del curso 2021-22, se confirmará el formato de examen definitivo.**

**Escenario normativo 1: MODELO “PRECOVID” (normativa “habitual”, no por pandemia)**

**Formato de examen con DOS OPCIONES (Modelo “preCovid, clásico”)**

La prueba constará de **dos opciones, A y B**, los alumnos deberán elegir **UNA DE ELLAS COMPLETA**.

Cada opción comprende **4 bloques** de preguntas. **TOTAL:10 PUNTOS, 15 preguntas**

- **BLOQUE I (2.5 PUNTOS): 10 preguntas test, 0.25 puntos cada una.** Se incluirán dos preguntas test adicionales como preguntas de reserva.
- **BLOQUE II (4.5 PUNTOS): 3 preguntas cortas** con 3 apartados, **1.5 puntos cada pregunta.**
- **BLOQUE III (2 PUNTOS): 1 pregunta** con 4 apartados, basada en una IMAGEN O ESQUEMA (moléculas, orgánulos, rutas, etc).
- **BLOQUE IV (1 PUNTO): 1 problema de genética** mendeliana con dos apartados. Será de de 1 ó 2 caracteres, herencia ligada al sexo o grupos sanguíneos.

## Escenario normativo 2: “MODELO COVID”

### Formato de examen CON PREGUNTAS A ELEGIR EN CADA BLOQUE

#### (Modelo “con optatividad”)

Esta prueba está estructurada en CUATRO BLOQUES (TOTAL = 10 PUNTOS).

EN CADA BLOQUE DEBE ELEGIR Y CONTESTAR EL NÚMERO MÁXIMO DE PREGUNTAS INDICADO (en rojo).

CADA BLOQUE está organizado de la siguiente forma:

- **BLOQUE 1 (2.5 PUNTOS): 15 PREGUNTAS** de tipo test (15 preguntas + 2 DE RESERVA), 0.25 puntos cada una.  
Conteste como **MÁXIMO 10 PREGUNTAS TIPO TEST** de las 15 propuestas + las 2 preguntas de reserva (preguntas 16 y 17).  
Las preguntas no contestadas no penalizan. Por cada 4 respuestas incorrectas se anulará una correcta.
- **BLOQUE 2 (4.5 PUNTOS): 4 CUESTIONES cortas**, 1.5 puntos cada una.  
Conteste como **MÁXIMO 3 CUESTIONES CORTAS** de las 4 propuestas.
- **BLOQUE 3 (2 PUNTOS): 2 CUESTIONES basadas en imágenes**, 2 puntos cada una.  
Conteste **SOLO UNA CUESTIÓN** de las 2 propuestas.
- **BLOQUE 4 (1 PUNTO): 2 PROBLEMAS de genética**, 1 punto.  
Conteste **SOLO UN PROBLEMA** de los 2 propuestos.

\*\*\*En caso de que se **CONTESTEN MÁS PREGUNTAS DE LAS NECESARIAS** en algún bloque, solo se evaluará el número máximo de preguntas requeridas por bloque, siguiendo el orden de aparición en el examen redactado por el alumno.

---

#### ACLARACIONES PARA AMBOS MODELOS :

En el **enunciado del problema de genética** se indicará la nomenclatura a utilizar para facilitar la respuesta al alumno, y la posterior corrección. **El uso de la nomenclatura indicada NO es obligada para el alumno, pero sí muy recomendable.**

Los esquemas o figuras pueden aparecer en TODOS los bloques para facilitar la comprensión de las preguntas.

Las preguntas tipo test (opción múltiple) tendrán 4 opciones de las que solo una será la correcta.

- **PUNTUACIONES**

**Bloques I**

0.25 – respuesta correcta

Cada 4 preguntas mal se restará una bien.

**Bloque II**

1.5 - respuesta completa (3 apartados por pregunta x 0.5 puntos cada apartado)

**Bloque III**

2 - respuesta completa (4 apartados por pregunta x 0.5 puntos cada apartado)

**Bloque IV**

1 - respuesta completa (2 apartados por problema x 0.5 cada apartado)

**En los Bloques II, III y IV**

Cada apartado se puntuará: 0.5 - respuesta completa / 0.25 – respuesta incompleta /

0 - mal contestada.

Penalización por faltas de ortografía: en los exámenes con más de tres faltas de ortografía habrá una penalización de 0.25 puntos

## RESUMEN ACUERDOS REUNIONES DE COORDINACIÓN

- **Consideraciones formales** sobre el examen:

- a. Se aconseja **no usar tipex** aunque no se prohíbe el uso.
- b. En ocasiones, en el examen modelo PRE-COVID, algunos alumnos responden por error la primera parte de una opción y la segunda de otra. Se recomienda al alumnado **poner especial atención al cambiar de página**.
- c. **No se permite** el uso de **bolígrafos** de tinta **borrable**.
- d. Se cuidará que las imágenes muestren claramente los detalles de las estructuras o de los esquemas y que sean imágenes en color.
- e. Se propondrán imágenes basadas en esquemas y **NO** en fotografías.

- **Contenidos prueba**:

- Este curso se ha actualizado el programa de la asignatura con aclaraciones sobre los contenidos y concreciones para el examen EvAU. En el presente documento informativo se incluyen a continuación:
  1. **Programa actualizado**, bajo el epígrafe “**PROGRAMA BIOLOGIA EVAU 2021-22**”.
  2. **Resumen de las principales actualizaciones o aclaraciones** bajo el epígrafe: “**RESUMEN ACTUALIZACIÓN y ACLARACIONES 2021-22**”

3. **ANEXO NUEVOS CONCEPTOS:** que incluye descripciones/explicaciones breves y fuentes bibliográficas de nuevos conceptos añadidos al programa (microARN, ARN de interferencia, estructura básica de los coronavirus, PCR, CRISPR, vacunas de material génico).

- ✓ **IMPORTANTE:** Se recomienda revisar los modelos de exámenes, y criterios de corrección del curso 2020-21 y anteriores, publicados en la web de la UCLM ([www.uclm.es/perfiles/preuniversitario/EvAU](http://www.uclm.es/perfiles/preuniversitario/EvAU)).

**PROGRAMA DE BIOLOGÍA 2º BACHILLERATO**

**EvAU 2021-22**

**Curso 2021/22**

**Asignatura BIOLOGÍA**

**Lydia Jiménez Díaz ([lydia.jimenez@uclm.es](mailto:lydia.jimenez@uclm.es))**

**Antonio Segovia Molina ([sma@universidadlaboral.com](mailto:sma@universidadlaboral.com))**

**Bloque 1. La base molecular y fisicoquímica de la vida**

Bloque de contenido	Porcentaje asignado al bloque	Estándares de aprendizaje evaluables
Bloque 1. La base molecular y fisicoquímica de la vida.	20%	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Clasifica los tipos de bioelementos relacionando cada uno de ellos con su proporción y función biológica.</li> <li>– Relaciona la estructura química del agua con sus funciones biológicas.</li> <li>– Distingue los tipos de sales minerales, relacionando composición con función.</li> <li>– Contrasta los procesos de difusión, ósmosis y diálisis, interpretando su relación con la concentración salina de las células.</li> <li>– Reconoce y clasifica los diferentes tipos de biomoléculas orgánicas, relacionando su composición química con su estructura y su función.</li> <li>– Identifica los monómeros y distingue los enlaces químicos que permiten la síntesis de las macromoléculas: enlaces O-glucosídico, enlace éster, enlace peptídico, O-nucleósido.</li> <li>– Describe la composición y función de las principales biomoléculas orgánicas.</li> <li>– Contrasta el papel fundamental de los enzimas como biocatalizadores, relacionando sus propiedades con su función catalítica.</li> <li>– Identifica los tipos de vitaminas asociando su imprescindible función con las enfermedades que previenen.</li> </ul>

**- Biomoléculas inorgánicas**

- Conceptos de elementos biogénicos primarios, secundarios: moléculas en las que están presentes; oligoelementos: hierro, yodo, manganeso.
- Enlaces importantes en la formación de biomoléculas: (covalente, covalente polar, iónico, enlace o puente de hidrógeno; **fuerzas de van der Waals**). Sólo se deberán conocer ejemplos típicos de donde aparecen (agua, ADN, estructura de proteínas).
- Propiedades y funciones del agua en los organismos en relación con su estructura, pH, soluciones tampón.
- La ósmosis: concepto, tipos de soluciones: iso, hipo, hipertónicas.

**- Biomoléculas orgánicas**

Para las principales biomoléculas (monómeros y polímeros, enlaces...), no se pide escribir fórmulas pero sí reconocerlas en términos generales.

**Glúcidos:**

- Grupos funcionales, clasificación, monosacáridos (concepto de aldosas y cetosas). Ejemplos característicos: glucosa, fructosa, ribosa, 2-desoxirribosa, **galactosa (para**

identificar lactosa posteriormente en disacáridos). Concepto de isómero: estereoisomería, anomérica. Conceptos de carbono asimétrico, carbono anomérico, poder reductor, furanosa, piranosa. D, L, +, -,  $\alpha$ ,  $\beta$ .

**\*\*\*NOTA: se elimina isomería óptica: isómeros dextrógiros y levógiros**

- Enlace O-glucosídico.
- Disacáridos: maltosa, sacarosa, celobiosa, lactosa. Poder reductor.
- Concepto de homopolisacárido y heteropolisacárido. Estructura del almidón (amilosa, amilopectina), glucógeno y celulosa. Conocer en qué grupo de los anteriores se encuentran quitina y hemicelulosa.
- Concepto de heterósido: peptidoglicanos.

### Lípidos:

- Concepto, clasificación: saponificables e insaponificables. **Diferenciar entre hidrólisis y saponificación (hidrólisis alcalina)**. Funciones de los lípidos. **Se elimina clasificación de simples y complejos.**
- Ácidos grasos: saturados, insaturados (mono y poli), propiedades. Concepto de ácido graso esencial.
- Acilglicéridos: estructura molecular. Esterificación y saponificación. Funciones.
- Ceras: estructura molecular. Propiedades.
- Fosfoacilglicéridos y Esfingolípidos: estructura molecular básica. Función. Concepto de compuesto anfipático.
- Esteroides: estructura molecular básica. Funciones. Colesterol. Otros ejemplos: hormonas sexuales, ácidos biliares, vitamina D.
- Terpenos: estructura molecular. Isopreno. Ejemplos: beta-caroteno, vitaminas A, E, K.

### Proteínas:

- Concepto, clasificación (oligopéptidos, polipéptidos, holoproteínas, heteroproteínas).
- Aminoácidos: estructura molecular, criterio de clasificación: apolares, polares sin carga, aniónicos (ácidos) y catiónicos (básicos). Reconocimiento mediante fórmulas de a qué grupo pertenece un ejemplo claro (como Leucina, Serina, Glutamato, Lisina y cisteína) sin necesidad de identificar el nombre, solo el grupo).
- Concepto de aminoácido esencial. Comportamiento anfótero, punto isoeléctrico.
- El enlace peptídico, características.
- Niveles estructurales de las proteínas. Estructura primaria, orientación de los extremos. Estructura secundaria:  $\alpha$ -hélice y hoja o lámina plegada-beta, enlaces que las mantienen. **No se considerará como ejemplo la triple hélice de colágeno.** Estructura terciaria, **clasificación en globular y fibrosa**, enlaces que la mantienen. Estructura cuaternaria, enlaces que las mantienen. Los puentes disulfuro.
- Concepto y causas de la desnaturalización. Desnaturalización reversible e irreversible. Solubilidad de las proteínas. Ejemplos de proteínas fibrosas (colágeno, elastina, queratina) y globulares (histonas, albúminas, globulinas).
- Funciones de las proteínas.
- Heteroproteínas. Concepto y ejemplos: Glucoproteínas (peptidoglicanos), lipoproteínas (LDL, HDL), nucleoproteínas (Histonas), Fosfoproteínas (caseína) y cromoproteínas (hemoglobina). Grupo Hemo.

### Ácidos nucleicos:

- Tipos.
- Nucleósidos, Nucleótidos. Las bases púricas y pirimidínicas. Enlace N-glucosídico.
- Derivados de nucleótidos: desoxirribonucleótidos, FAD, NAD(P), ATP.
- El enlace fosfodiéster y cadenas de nucleótidos. Composición y función de ADN y ARN.
- Reglas de Chargaff. El modelo del ADN de Watson y Crick (B). Función. **Concepto de desnaturalización del ADN.**
- Diferencia entre la estructura del ADN en procariotas y eucariotas. Concepto de nucleosoma y fibra de cromatina de 30 nm.
- ARNm: localización, estructura y función.
- ARNr: localización, estructura y función.
- ARNt: localización, estructura y función.
- **Otros ARNs que participan en la regulación génica postranscripcional:**  
**Micro-ARN: estructura y función**  
**ARN de interferencia: estructura y función**

### **Biocatalizadores: Enzimas y vitaminas**

- Concepto de enzima. Naturaleza de las enzimas: holoenzimas, apoenzima, cofactor, coenzima.
- Concepto de centro activo y complejo enzima-sustrato.
- Cinética enzimática. Energía de activación. Gráficas que relacionan la velocidad de la reacción con la concentración de sustrato, la temperatura y el pH. Concepto de  $V_{max}$  y  $K_M$ .
- Inhibidores enzimáticos: irreversibles y reversibles, competitivos y no competitivos.
- Especificidad de sustrato y de reacción.
- Coenzimas: concepto y función de  $NAD^+$ , FAD, CoA.
- Concepto de Vitamina, clasificación: hidrosolubles y liposolubles. Vitaminas como precursores de coenzimas (ejemplos a conocer: riboflavina o B2 y niacina o B3). No se exigirá conocer la relación específica de cada vitamina con la enfermedad carencial correspondiente.



## Bloque 2. La célula viva. Morfología, estructura y fisiología celular

Bloque de contenido	Porcentaje asignado al bloque	Estándares de aprendizaje evaluables
Bloque 2. La célula viva. Morfología, estructura y fisiología celular.	25%	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Compara una célula procariota con una eucariota, identificando los orgánulos citoplasmáticos.</li> <li>– Analiza la relación existente entre la composición química, la estructura y la ultraestructura de los orgánulos celulares y su función.</li> <li>– Identifica las fases del ciclo celular explicitando los principales procesos que ocurren en cada una de ellas.</li> <li>– Reconoce en distintas microfotografías y esquemas las diversas fases de la mitosis y de la meiosis indicando los acontecimientos básicos que se producen en cada una de ellas.</li> <li>– Establece las analogías y diferencias más significativas entre mitosis y meiosis.</li> <li>– Resume la relación de la meiosis con la reproducción sexual, el aumento de la variabilidad genética y la posibilidad de evolución de las especies.</li> <li>– Define e interpreta los procesos catabólicos y los anabólicos, así como los intercambios energéticos asociados a ellos.</li> <li>– Sitúa, a nivel celular y a nivel de orgánulo, el lugar donde se producen cada uno de estos procesos, diferenciando en cada caso las rutas principales de degradación y de síntesis y los enzimas y moléculas más importantes responsables de dichos procesos.</li> <li>– Contrasta las vías aeróbicas y anaeróbicas estableciendo su relación con su diferente rendimiento energético.</li> <li>– Identifica y clasifica los distintos tipos de organismos fotosintéticos.</li> <li>– Localiza a nivel subcelular dónde se llevan a cabo cada una de las fases destacando los procesos que tienen lugar.</li> <li>– Valora el papel biológico de los organismos quimiosintéticos.</li> </ul>

### - La célula eucariota. Principios de la teoría celular

- Comparación entre los tipos de células, semejanzas y diferencias. Formas y tamaños.
- Concepto de hialoplasma o citosol como sede de reacciones metabólicas.
- Composición y estructura de la membrana celular, el modelo de mosaico fluido. El papel del colesterol como estabilizador de la fluidez.
- Funciones de la membrana.
- El glicocalix: estructura y funciones en las que interviene.
- La pared celular: estructura, función y composición. Características de la lámina media, pared primaria y pared secundaria.
- Retículo endoplasmático. El lumen. Diferencias entre el r.e. liso y el r.e. rugoso. Función de cada uno.
- El aparato de Golgi. Dictiosoma. Estructura y función.
- Lisosomas. Vacuolas, peroxisomas: Estructura y función. Relación con los orgánulos anteriores. Autofagia y heterofagia.
- Mitocondrias: estructura, composición y función de cada una de las partes.
- Cloroplastos: estructura, composición y función de cada una de las partes. Hipótesis endosimbiótica de mitocondrias y cloroplastos.
- Ribosomas. Estructura, tipos, función. Polisomas.
- Citoesqueleto: concepto, tipos: microfilamentos, Actina G y F. Funciones. Microtúbulos, tubulina  $\alpha$  y  $\beta$ . Polaridad y funciones.
- Centrosoma, centriolos, centro organizador de microtúbulos, el huso acromático.
- Cilios y flagelos: similitudes y diferencias.
- Núcleo. Contenido, envuelta nuclear. Función del nucleolo.

- Nucleosoma, fibra de cromatina, estructura de la cromatina.
- Cromosomas: forma, partes, número, ploidía, autosomas y cromosomas sexuales.

#### - El ciclo celular. División celular, mitosis y meiosis

- Fases del ciclo celular y características.
- Mitosis: fases y resultado.
- Meiosis: fases y resultado.
- Comparativa. Importancia o significado biológico de cada una de ellas.
- La citocinesis en células animales y vegetales. Modalidades.

#### - Fisiología de la membrana

- Transporte a través de membrana. Difusión simple. Difusión facilitada: canales y permeasas. Transporte activo. Características de cada uno de ellos.
- Endocitosis: pinocitosis, fagocitosis, endocitosis mediada por receptores. La digestión intracelular: heterofagia, autofagia.
- Exocitosis.

#### - Metabolismo

- Concepto de metabolismo, catabolismo, anabolismo. Tipos de metabolismo: quimioautótrofos, fotoautótrofos, quimioheterótrofos.
- Concepto de ruta metabólica. El papel de las enzimas. Holoenzimas, apoenzimas y coenzimas (NAD(P), FAD, CoA). Concepto de oxidación y reducción. El papel del ATP.
- “Mapa” general del catabolismo con las rutas que se citan después.
- Concepto de glucogenolisis y glucogenogénesis.
- Glucolisis: localización, sustrato inicial, producto final. Balance. Concepto de fosforilación a nivel de sustrato.
- Gluconeogénesis: localización. Balance.
- Fermentación láctica y alcohólica. Localización, sustrato inicial, productos finales. Finalidad metabólica.
- Descarboxilación oxidativa del piruvato. Localización. Balance.
- Ciclo de Krebs o de los ácidos tricarbóxicos. Localización. Balance.
- Cadena respiratoria y fosforilación oxidativa. Hipótesis quimiosmótica. Localización. Balance. **Diferencias entre respiración y fermentación. Diferenciar respiración aerobia y anaerobia.**
- Beta-oxidación de los ácidos grasos. Localización. Balance.
- Concepto de desaminación y transaminación.
- Concepto de fotosíntesis.
- Fases. Fase lumínica: localización, fotosistemas I y II. Antenas, centros de reacción, cadenas de transportadores, fotofosforilación y obtención de poder reductor. Fotólisis del agua. Balance.
- Fase oscura o ciclo de Calvin: localización, el papel de la enzima Rubisco. Balance.
- Factores que influyen en la fotosíntesis. **No se exigirá el concepto de fotorespiración.**
- Quimiosíntesis: concepto. Bacterias nitrificantes como ejemplo de bacterias quimiosintéticas.

### Bloque 3. Genética y evolución

<p>Bloque 3. Genética y evolución.</p>	<p>25%</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Describe la estructura y composición química del ADN, reconociendo su importancia biológica como molécula responsable del almacenamiento, conservación y transmisión de la información genética.</li> <li>- Diferencia las etapas de la replicación e identifica los enzimas implicados en ella.</li> <li>- Establece la relación del ADN con el proceso de la síntesis de proteínas.</li> <li>- Diferencia los tipos de ARN, así como la función de cada uno de ellos en los procesos de transcripción y traducción.</li> <li>- Reconoce las características fundamentales del código genético aplicando dicho conocimiento a la resolución de problemas de genética molecular.</li> <li>- Interpreta y explica esquemas de los procesos de replicación, transcripción y traducción.</li> <li>- Resuelve ejercicios prácticos de replicación, transcripción y traducción, y de aplicación del código genético.</li> <li>- Identifica, distingue y diferencia los enzimas principales relacionados con los procesos de transcripción y traducción.</li> <li>- Describe el concepto de mutación estableciendo su relación con los fallos en la transmisión de la información genética.</li> <li>- Clasifica las mutaciones identificando los agentes mutagénicos más frecuentes.</li> <li>- Analiza y predice aplicando los principios de la genética Mendeliana, los resultados de ejercicios de transmisión de caracteres autosómicos, caracteres ligados al sexo e influidos por el sexo.</li> <li>- Argumenta distintas evidencias que demuestran el hecho evolutivo.</li> <li>- Identifica los principios de la teoría darwinista y neodarwinista, comparando sus diferencias.</li> <li>- Ilustra la relación entre mutación y recombinación, el aumento de la diversidad y su influencia en la evolución de los seres vivos.</li> </ul>
--	------------	---

#### - Genética clásica

- Leyes de Mendel y su aplicación en problemas con uno o dos caracteres, grupos sanguíneos y **herencia ligada al sexo general, no restringida a los ejemplos de daltonismo y hemofilia (SIN ligamiento, epistasia, pedigrí, etc.). No se exigirá resolver problemas de herencias INFLUIDAS por el sexo (ejemplo: calvicie) ni de árboles genealógicos.**
- Conceptos: gen, alelo, alelismo múltiple, alelo dominante, alelo recesivo, codominancia, homocigótico, heterocigótico, fenotipo, genotipo, cruzamiento prueba.
- Herencia cromosómica del sexo.
- Daltonismo y hemofilia. Grupos sanguíneos.
- Conceptos de locus, loci, y ligamiento (sin problemas).

#### - Genética Molecular

- Replicación: **enzimas** y proteínas implicadas. Burbujas y horquillas de replicación. Hebra conductora, hebra retardada, cebador o *primer*, fragmentos de Okazaki. Concepto de telómeros y telomerasas.
- Características del código genético. Importancia del código.
- Transcripción. **Enzimas** implicadas. Fases: iniciación, elongación, terminación y maduración. Exones e intrones.
- Concepto de retrotranscripción.
- Traducción: elementos implicados. Polisomas. Activación de los ARNt. Iniciación, elongación y terminación. Concepto de codones de inicio y codones mudos o de parada.

#### - Mutaciones

- Concepto de mutación. Tipos: génica o puntual, cromosómicas, genómicas.
- Inserciones, deleciones y duplicaciones. Euploidia y aneuploidia: monosomía y trisomía (ejemplo: Síndrome de Down).
- Agentes mutagénicos: radiaciones ionizantes.
- Mutaciones como fuente de variabilidad. Relación con la evolución.

#### Bloque 4. El mundo de los microorganismos y sus aplicaciones. Biotecnología.

Bloque de contenido	Porcentaje asignado al bloque	Estándares de aprendizaje evaluables
Bloque 4. El mundo de los microorganismos y sus aplicaciones. Biotecnología.	20%	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Clasifica los microorganismos en el grupo taxonómico al que pertenecen.</li> <li>– Analiza la estructura y composición de los distintos microorganismos.</li> <li>– Reconoce y explica el papel fundamental de los microorganismos en los ciclos geoquímicos.</li> <li>– Relaciona los microorganismos patógenos más frecuentes con las enfermedades que originan.</li> <li>– Analiza la intervención de los microorganismos en numerosos procesos naturales e industriales y sus numerosas aplicaciones.</li> <li>– Reconoce e identifica los diferentes tipos de microorganismos implicados en procesos fermentativos de interés industrial.</li> <li>– Valora las aplicaciones de la biotecnología y la ingeniería genética en la obtención de productos farmacéuticos, en medicina y en biorremediación para el mantenimiento y mejora del medio ambiente.</li> </ul>

No se exigirá conocer las teorías evolutivas o ciclos biogeoquímicos.

##### - Microbiología

- Concepto de microorganismo. Tipos. **Se pedirá conocer los reinos o grupos a los que pertenecen los principales microorganismos (eucariotas, procariotas y acelulares).**
- Concepto de prion.
- Virus: composición, estructura, formas. bacteriófagos y retrovirus. **Coronavirus: estructura básica.**
- Ciclos lítico y lisogénico.
- Bacterias: estructura de la célula procariota. Membrana, pared bacteriana, gram positivo y negativo, nucleoide y plásmidos, **concepto de conjugación, transducción y transformación**, ribosomas, flagelos. Diferencias con la célula eucariota. **Se elimina mesosoma.**
- División por bipartición.
- Concepto de infección. **Se elimina patogenicidad y virulencia.**

##### - Microbiología industrial

- Microorganismos implicados en procesos industriales (industria láctica y vitivinícola).
- Aplicaciones biotecnológicas: producción de antibióticos y hormonas.

##### - Biotecnología.

- Concepto de genoma y proteoma, genómica y proteómica.
- Conceptos de organismos transgénicos, terapia génica, ADN recombinante, ingeniería genética, célula madre y clon.
- **Fundamento de las tecnologías: PCR y CRISPR. Aplicaciones**

## Bloque 5. La autodefensa de los organismos. La inmunología y sus aplicaciones

<p>Bloque 5. La autodefensa de los organismos. La inmunología y sus aplicaciones.</p>	<p>10%</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Analiza los mecanismos de autodefensa de los seres vivos identificando los tipos de respuesta inmunitaria.</li> <li>– Describe las características y los métodos de acción de las distintas células implicadas en la respuesta inmune.</li> <li>– Compara las diferentes características de la respuesta inmune primaria y secundaria.</li> <li>– Define los conceptos de antígeno y de anticuerpo, y reconoce la estructura y composición química de los anticuerpos.</li> <li>– Clasifica los tipos de reacción antígeno-anticuerpo resumiendo las características de cada una de ellas.</li> <li>– Destaca la importancia de la memoria inmunológica en el mecanismo de acción de la respuesta inmunitaria asociándola con la síntesis de vacunas y sueros.</li> <li>– Resume las principales alteraciones y disfunciones del sistema inmunitario, analizando las diferencias entre alergias e inmunodeficiencias.</li> <li>– Describe el ciclo de desarrollo del VIH.</li> <li>– Clasifica y cita ejemplos de las enfermedades autoinmunes más frecuentes así como sus efectos sobre la salud.</li> <li>– Describe los problemas asociados al trasplante de órganos identificando las células que actúan.</li> </ul>
---	------------	---

- Concepto de inmunidad. Inmunidad natural y adquirida.
- Respuestas inespecíficas: barreras (piel y mucosas), respuesta inflamatoria.
- Concepto de antígeno.
- Los anticuerpos: función y estructura.
- La respuesta humoral. Linfocitos B plasmáticos y de memoria.
- La respuesta celular. Los linfocitos T: colaboradores (helper o T4) y citotóxicos (T8).
- Los macrófagos como presentadores de antígenos.
- Conceptos de suero, alergia y autoinmunidad. **No se exigirá conocer el concepto de hipersensibilidad ni los tipos, solo alergia. Tampoco respuesta del sistema inmune frente a órganos trasplantados o cáncer.**
- Fundamento de las vacunas tradicionales **y nuevas vacunas de ARNm y de vectores virales.**
- El SIDA como ejemplo de inmunodeficiencia.

**RESUMEN ACTUALIZACIÓN y ACLARACIONES 2021-22**

**PROGRAMA BIOLOGÍA 2º BACHILLERATO**

**EVAU 2021-22**

BIOMOLÉCULAS INORGÁNICAS

- ENLACES: añadir Van der Waals (solo como atracción grupos apolares).

-BIOMOLÉCULAS ORGÁNICAS

- GLÚCIDOS:
  - ✓ Incluir galactosa en monosacáridos (para poder identificar la lactosa).
  - ✓ Eliminar isomería óptica.
- LÍPIDOS:
  - ✓ Eliminar clasificación “simples y complejos” dentro de los saponificables.
  - ✓ Evitar la confusión entre **hidrólisis y saponificación**: la saponificación es una hidrólisis alcalina.
- PROTEÍNAS:
  - ✓ Incluir cisteína en los aminoácidos a reconocer.
  - ✓ Estructura terciaria. Proteínas globulares y fibrilares.
  - ✓ Eliminar la triple hélice de colágeno. Genera confusión.
- ÁCIDOS NUCLÉICOS:
  - ✓ Nombrar otros ARN (micro ARN, ARN de interferencia). **NUEVO**
  - ✓ Se ha de conocer el concepto de desnaturalización del ADN.

-METABOLISMO

- INTRODUCCIÓN AL CATABOLISMO: Diferenciar bien entre “respiración” y “fermentación”, “respiración aerobia” y “respiración anaerobia”
- Balance energético de la CTE: computo tradicional y computo “teorías recientes”. Continuar con computo tradicional.

-GENÉTICA CLÁSICA

- HERENCIA LIGADA AL SEXO:
  - ✓ No limitar los problemas a daltonismo y hemofilia, aunque estos sean los ejemplos más característicos. \*\*\* **IMPORTANTE**

- ✓ Aclaración: Los porcentajes de los fenotipos y genotipos de la descendencia se presentarán preferentemente separados por sexos. También se considerarán correctos si los porcentajes se expresan considerando 100% al conjunto de los dos sexos.
- ✓ No se exigirá resolver problemas de herencias INFLUIDAS por el sexo (ejemplo: la calvicie); solo las LIGADAS al sexo. Tampoco problemas de árboles genealógicos.

- GENÉTICA MOLECULAR

- Mitosis: Aclaración: la célula es  $2n$  después de telofase.

-MICROBIOLOGÍA:

- Reinos o grupos a los que pertenecen los principales microorganismos (eucariotas, procariotas y acelulares).
- Eliminar mesosomas.  
Sin consenso. Artefactos producidos por las técnicas de microscopía para la observación de las bacterias.
- Se deben conocer los conceptos de conjugación, transducción y transformación.
- Virus: Incluir la estructura básica del coronavirus. **NUEVO**

-BIOTECNOLOGÍA:

- Fundamento y principales aplicaciones de las tecnologías PCR y CRISPR. **NUEVO**

-INMUNOLOGÍA:

- Incluir fundamento de las nuevas vacunas basadas en material génico (de ARNm, vectores virales, etc. **NUEVO**).
- Aclaración: **No se pedirá el concepto de hipersensibilidad ni los tipos, solo alergia. Tampoco respuesta del sistema inmune frente a órganos trasplantados o cáncer.**

## ANEXO NUEVOS CONCEPTOS

### **Micro-ARNs** (*miRNAs en inglés*):

Pequeños ARNs de aproximadamente 22 nucleótidos de longitud que regulan la expresión de genes codificantes de proteínas diana mediante unión a su ARNm, produciendo una disminución de la expresión de dichos genes diana través de la represión y/o degradación del ARNm.

Pequeños ARN que no codifican proteínas, pero son reguladores de la expresión génica. Regulan la expresión de sus genes diana a través de la disminución de la expresión de las proteínas codificadas por dichos genes diana. Tienen la capacidad de unirse a los ARN mensajeros (ARNm) para impedir la síntesis proteica (su traducción a proteínas).

Los microRNA son RNA pequeños no codificantes que regulan la traducción de RNA mensajeros.

*Funciones:* Los miRNAs juegan un papel fundamental en virtualmente todos los procesos celulares incluyendo desarrollo, proliferación, funcionamiento y supervivencia. Son una herramienta con gran potencial para el tratamiento de múltiples enfermedades.

Fuentes:

- <https://web2020.sebbm.es/web/es/web/es/divulgacion/rincon-profesor-ciencias/articulos-divulgacion-cientifica/3580-micrnas-pequenos-reguladores-con-un-gran-impacto-en-nuestro-sistema-inmune>
- [¿Qué son los micro-RNA? ¿Para qué sirven? ¿Qué potenciales beneficios podrían tener en el contexto asistencial? | Cardiocre \(elsevier.es\)](http://www.elsevier.es/elsevier/es/que-son-los-micro-rna-que-para-que-sirven-que-potenciales-beneficios-podrian-tener-en-el-contexto-asistencial-Cardiocre)
- [MicroRNAs: Genomics, Biogenesis, Mechanism, and Function - ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0952688210000310)
- [Micro ARN \(quimica.es\)](http://www.quimica.es/quimica/es/micro-arn)
- [v43n3a10.pdf \(scielo.org.co\)](https://www.scielo.org/co/document/v43n3a10)

### **ARN de interferencia** (*RNAi en inglés*):

Pequeñas moléculas de doble cadena de ARN que permiten el silenciamiento post-transcripcional de genes de manera específica. Para ello se unen al ARNm (del gen diana) conduciendo a la degradación de éste, impidiendo así su traducción en proteínas.

Son moléculas de ARN bicatenario de aproximadamente 20 o 21 nucleótidos con 2 nucleótidos desemparejados en cada extremo 3'

Fuentes:

- [www.biologia.edu.ar/basicos/notas/siarn.htm](http://www.biologia.edu.ar/basicos/notas/siarn.htm)
- [Aplicaciones terapéuticas del ARN de interferencia \(medigraphic.com\)](http://www.medigraphic.com/medigraphic/com/aplicaciones-terapeuticas-del-arn-de-interferencia)
- [RNA Interference \(RNAi\) \(nih.gov\)](https://www.nih.gov/health-topics/rna-interference)
- [nn095j.pdf \(medigraphic.com\)](http://www.medigraphic.com/medigraphic/com/n095j.pdf)
- [RNA Interference: Biology, Mechanism, and Applications \(nih.gov\)](https://www.nih.gov/health-topics/rna-interference)
- [v19n1a04.pdf \(scielo.org.co\)](https://www.scielo.org/co/document/v19n1a04)



## Estructura básica del Coronavirus

(Ver Figura 1)

Los coronavirus (CoV) son una gran familia de virus que causan enfermedades que van desde el resfriado común hasta enfermedades más graves. Un nuevo coronavirus es una nueva cepa que no se ha identificado previamente en humanos.

El SARS-CoV-2 es el virus que causa la COVID-19 (Coronavirus Disease 2019, nombre oficial de la enfermedad causada por el nuevo coronavirus SARS-CoV-2 descubierto en 2019). Infecta a mamíferos y aves. Está estrechamente relacionado con los virus que causaron los primeros brotes de SARS (síndrome respiratorio agudo severo) y MERS (síndrome respiratorio de Oriente Medio).

Las partículas de coronavirus están organizadas con:

1. **Ácido nucleico:** Largos polímeros de ARN monocatenario apretados en el centro de la partícula

Los polímeros de ARN están rodeados por una cápside protectora, que es una red de moléculas de proteínas repetidas denominadas proteínas de cubierta o cápside, concretamente, en coronavirus, estas proteínas se denominan nucleocápside (N) o nucleoproteínas.

2. **Membrana externa o envoltura:** El genoma viral está rodeada además por una envoltura de la membrana externa hecha de lípidos con proteínas insertadas. Estas membranas se derivan de las células en las que se ensambló el virus por última vez, pero se modifican para contener **proteínas virales específicas**, incluidas las **proteínas de espícula (S, Spike)**, **membrana (M)** y **envoltura (E)**.

El virus necesita estas proteínas para infectar las células.

### Coronavirus Structure

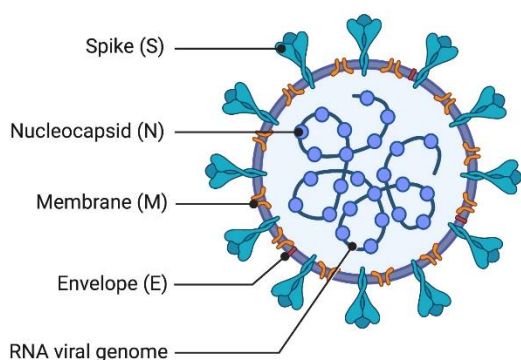


Figura 1. Tomada de *Coronavirus Structure, Vaccine and Therapy Development* (*biophysics.org*).  
<https://www.biophysics.org/blog/coronavirus-structure-vaccine-and-therapy-development>.

Fuentes:

- <https://www.biophysics.org/blog/coronavirus-structure-vaccine-and-therapy-development>.
- <https://www.mpg.de/16362422/coronavirus-structure>
- <https://www.scripps.edu/covid-19/science-simplified/parts-of-a-coronavirus>

## **PCR - Reacción en Cadena de la Polimerasa.**

**(PCR, por sus siglas en inglés)**

Fundamento: La PCR es una técnica para la síntesis "in vitro" de secuencias específicas de ADN. Es una forma simple y muy rápida de multiplicar el ADN presente en diferentes muestras biológica, obteniéndose millones de copias de una determinada secuencia de ADN.

Más en detalle: La reacción en cadena de la polimerasa es una reacción enzimática in vitro que amplifica millones de veces una secuencia específica de ADN durante varios ciclos repetidos en los que la secuencia diana es copiada. Para ello, la reacción aprovecha la actividad de la enzima ADN polimerasa que tiene la capacidad de sintetizar naturalmente el ADN en las células. En la reacción, si usamos como sustrato ADN genómico, entonces típicamente hablamos de una PCR, pero si usamos ADN complementario (ADNc) proveniente del ARNm (ácido ribonucleico mensajero) se le conoce como RT-PCR (Reverse Transcription-PCR, por sus siglas en inglés). Esta conversión se logra mediante una reacción conocida como transcripción reversa y controlada por la enzima transcriptasa reversa, capaz de convertir el ARNm en una molécula de ADNc. Este método fue copiado de los retro virus que usan una transcriptasa reversa para convertir su genoma de ARN en ADN duplicarse en millones de partículas virales. El ADNc se utiliza cuando analizamos la expresión del ARNm de algún gen de interés (Por ejemplo: para detectar la infección por coronavirus SAR-CoV-2, un virus con un genoma de ARN).

Es una de las herramientas tecnológicas más innovadoras para el estudio de los ácidos nucleicos. Se caracteriza por ser una técnica de alta sensibilidad, reproducibilidad y eficiencia, que genera resultados confiables en poco tiempo y fáciles de analizar.

Kary Mullis recibió el premio Nobel de Química en 1993, por el desarrollo de la técnica de PCR. Los trabajos de la científica española Margarita Salas sobre la DNA polimerasa del fago phi29 fueron fundamentales para el desarrollo de la técnica PCR.

- <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/probe/docs/techpcr/>
- <https://www.medigraphic.com/pdfs/invd/ir-2013/ir132d.pdf>
- <https://www.revistasanitariadeinvestigacion.com/diagnostico-y-tipos-de-pcr-revision-bibliografica/>

## CRISPR

“*Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats*” (o “cortas secuencias palindrómicas repetidas, concentradas e interespaciadas regularmente”).

- Se trata de una especie de sistema inmunitario bacteriano para defenderse de virus. Consiste, básicamente, en incorporar al cromosoma bacteriano fragmentos del genoma viral infectante: estos fragmentos servirán como “señal de alarma” en el caso de una nueva infección. En este caso se producirá una proteína con actividad endonucleasa (Cas9) que reconoce y destruye el ADN viral.
- El interés de este mecanismo de defensa bacteriano radica en el uso que se le puede dar en la manipulación génica: un sistema simple, rápido, potente y económico de editar genes (cortar, mutar, reparar, insertar... secuencias génicas de cualquier célula, a voluntad). Consta de un ARN guía -creado artificialmente con la secuencia complementaria del “ADN diana”-, asociado a la proteína Cas, a la que conduce hasta la secuencia génica que se quiere cortar; después, también se pueden insertar en esa zona secuencias conocidas de nucleótidos, modificando a voluntad la información original.
- El sistema Crispr fue descubierto en el genoma de arqueas de las salinas de Santa Pola por Francisco J. Martínez Mojica (Universidad de Alicante).
- Emmanuelle Charpentier (Universidad de Umea, Suecia) y Jennifer Doudna (Universidad de Berkley, California, USA) crearon y desarrollaron un sistema artificial basado en Crispr/Cas9 para editar genes, de cualquier tipo de célula, de forma sencilla. Recibieron el Premio Química en 2020.

## INFORMACIÓN ADICIONAL

La cantidad de información sobre la técnica Crispr/Cas9 en la red es inabarcable. Hemos seleccionado unos pocos artículos o documentos gráficos por su simplicidad y, a nuestro modo de ver, idoneidad para explicar el concepto al alumnado y hacerles entender la importancia y las posibilidades que ofrece. Os hacemos llegar todos para que uséis solo aquellos que consideréis oportunos. Agradeceríamos que nos hiciésteis llegar cualquier otra información que os parezca de especial interés para compartir con el resto de docentes.

- **Descripciones sencillas y claras de Crispr y sus aplicaciones**
  - <https://www.jornada.com.mx/2016/01/05/opinion/a03a1cie>
  - <https://www.agenciasinc.es/Reportajes/El-editor-genetico-CRISPR-explicado-para-principiantes>
  - <https://discoverysedge.mayo.edu/2019/05/29/explicacion-sobre-la-herramienta-crispr-para-editar-genes/>
  - <https://www.dciencia.es/novedades-sobre-crispr/> (interesante la relación de aplicaciones ya utilizadas)
- **Infografías sobre el funcionamiento y aplicaciones de Crispr/Cas9**

- [https://d7lju56vlbdri.cloudfront.net/var/ezwebin\\_site/storage/images/\\_aliases/img\\_1col/en-exclusiva/programados/asi-funciona-crispr-la-revolucionaria-herramienta-de-edicion-de-adn/5580997-1-esl-MX/Asi-funciona-CRISPR-la-revolucionaria-herramienta-de-edicion-de-ADN.jpg](https://d7lju56vlbdri.cloudfront.net/var/ezwebin_site/storage/images/_aliases/img_1col/en-exclusiva/programados/asi-funciona-crispr-la-revolucionaria-herramienta-de-edicion-de-adn/5580997-1-esl-MX/Asi-funciona-CRISPR-la-revolucionaria-herramienta-de-edicion-de-ADN.jpg)
- <https://www.creative-diagnostics.com/blog/wp-content/uploads/2020/10/2.png>
- [https://cebebelgica.es/es\\_ES/blog/17/genoma-a-la-carta-como-funciona-crispr-cas9.html](https://cebebelgica.es/es_ES/blog/17/genoma-a-la-carta-como-funciona-crispr-cas9.html)
- <https://www.chilebio.cl/wp-content/uploads/2019/01/imagen2.png>
  
- **Videos**
  - <https://youtu.be/mn1IFesYe5w>
  - <https://www.youtube.com/watch?v=UaxrYWCyLdY> (Videoblog “La hiperactina”; muy adecuado para utilizar en clase).
  - <https://www.youtube.com/watch?v=ZoE-G7YPvZQ> (uso de Crispr para terapia génica)
  - <https://www.youtube.com/watch?v=4YKfw2KZA5o> (mecanismo molecular detallado; en inglés)
  - <https://www.youtube.com/watch?v=3i1czA1OEDE> (Videoblog “CuriosaMente”)
  
- **Artículos**
  - <https://www.investigacionyciencia.es/revistas/investigacion-y-ciencia/los-orgenes-de-crispr-716/el-descubrimiento-del-sistema-crispr-cas-15646> (artículo de Francisco J. M. Mojica)
  - <https://www.investigacionyciencia.es/noticias/premio-nobel-de-quimica-para-el-mtodo-crispr-cas9-de-edicion-del-genoma-19099>
  - <https://www.investigacionyciencia.es/noticias/las-5-preguntas-ms-importantes-sobre-crispr-cas9-17711>
  
- **Libros**

“EDITANDO GENES: RECORTA, PEGA Y COLOREA. LAS MARAVILLOSAS HERRAMIENTAS CRISPR” (Lluís Montoliu). Next Door Publishers, 2019.

## NUEVAS VACUNAS BASADAS EN MATERIAL GENÉTICO:

- **Vacunas de ARNm:** Formada por ARNm en una envoltura lipídica. El ARNm induce a las células a sintetizar proteínas víricas, inocuas para el ser humano pero con carácter antigénico. El organismo responde despertando la respuesta inmunológica humoral, con la creación de anticuerpos y linfocitos de memoria. En la COVID-19, el antígeno creado es una porción de la proteína S de la envoltura del virus. (Por ejemplo: vacunas producidas por Pfizer, Moderna)
- **Vacunas de vector vírico:** Los vectores son “quimeras” creadas con un virus modificado que contiene el material genético de otro virus contra el que se quiere crear inmunidad. Las células infectadas sintetizan proteínas inocuas pero con carácter antigénico. El organismo responde despertando la respuesta inmunológica humoral, con la creación de anticuerpos y linfocitos de memoria. (Por ejemplo: vacuna producida por Janssen de Johnson & Johnson)
- **Vacunas de antígeno peptídico:** También existen vacunas que suministran a la persona péptidos antigénicos de la cubierta del virus. El organismo desencadena la respuesta humoral y genera memoria inmunológica. (Por ejemplo: vacunas producidas por Novavax, Sanofi)

## INFORMACIÓN ADICIONAL

Agradeceríamos que nos hicieseis llegar cualquier otra información que os parezca de especial interés para compartir con el resto de docentes.

- **Descripciones sencillas y claras**
  - <https://espanol.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/vaccines/different-vaccines/Pfizer-BioNTech.html> (Vacuna de Pfizer-BioNTech –COMIRNATY-)
  - <https://espanol.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/vaccines/different-vaccines/Moderna.html> (Vacuna de Moderna)
  - <https://espanol.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/vaccines/different-vaccines/janssen.html> (Vacuna Janssen)
- **Infografías**
  - [https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/downloads/vaccines/COVID-19-mRNA-infographic\\_G\\_SPANISH\\_508.pdf](https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/downloads/vaccines/COVID-19-mRNA-infographic_G_SPANISH_508.pdf) (Vacunas de ARNm contra la COVID-19)
  - [https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/downloads/vaccines/COVID-19-viral-vector-infographic\\_B\\_SPANISH\\_508.pdf](https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/downloads/vaccines/COVID-19-viral-vector-infographic_B_SPANISH_508.pdf) (Vacuna de vector viral contra la COVID-19)
  - <https://images.theconversation.com/files/376891/original/file-20210101-19-1ks9b3g.png?ixlib=rb-1.1.0&q=45&auto=format&w=1000&fit=clip> (Vacuna de ARNm)
  - <https://cloudfront-us-east-1.images.arcpublishing.com/infobae/P4TJJBZQV3FEKNAEYYUL7GSXWPQ.gif> (vacunas de ARNm frente a vacunas tradicionales)
  - [https://www.diariodesevilla.es/2021/05/10/andalucia/actuan-vacunas-frente-Covid\\_1572752978\\_138307054\\_1200x1126.jpg](https://www.diariodesevilla.es/2021/05/10/andalucia/actuan-vacunas-frente-Covid_1572752978_138307054_1200x1126.jpg) (¿Cómo actúa y en qué se diferencia cada tipo de vacuna?)

- <https://sputnikvaccine.com/local/templates/sputnik/img/infographics/esp.png> (vacuna de dos vectores víricos)
- <https://www.investigacionyciencia.es/images/54422/raw.png>
- <https://www.investigacionyciencia.es/images/54423/raw.png> (Estas i fotografías no tratan solamente de vacunas: se trata de unas muy detalladas infografías sobre el ciclo de infección viral del SARS-Cov2 y modos de intervención con fármacos y vacunas)
  
- **Vídeos**
  - <https://www.facebook.com/watch/?v=275368454334514> (Cómo funcionan las vacunas de vector viral)
  - <https://youtu.be/GrVkOVUj-VA> (Vacunas de Pfizer y Moderna)
  - <https://www.youtube.com/watch?v=4HOujuyFh5s>
  - <https://www.youtube.com/watch?v=pArOKDDN6vI> (Breve resumen de los tres tipos de vacunas)
  - <https://www.youtube.com/watch?v=HeR6tFekSdw> (Vacuna ARNm)
  - <https://www.youtube.com/watch?v=BXIX0SGE5sc> (Vacuna ARNm)
  
- **Artículos**
  - <https://www.investigacionyciencia.es/revistas/investigacion-y-ciencia/el-mundo-ante-la-pandemia-800/vacunas-de-adn-o-arn-contr-a-el-nuevo-coronavirus-18662>
  - [https://www.upo.es/cms1/export/sites/upo/moleq1a/documentos/Numero26/Destacado\\_1.pdf](https://www.upo.es/cms1/export/sites/upo/moleq1a/documentos/Numero26/Destacado_1.pdf)
  - <https://www.investigacionyciencia.es/revistas/investigacion-y-ciencia/una-nueva-era-para-el-alzhimer-803/dentro-del-nuevo-coronavirus-18745>