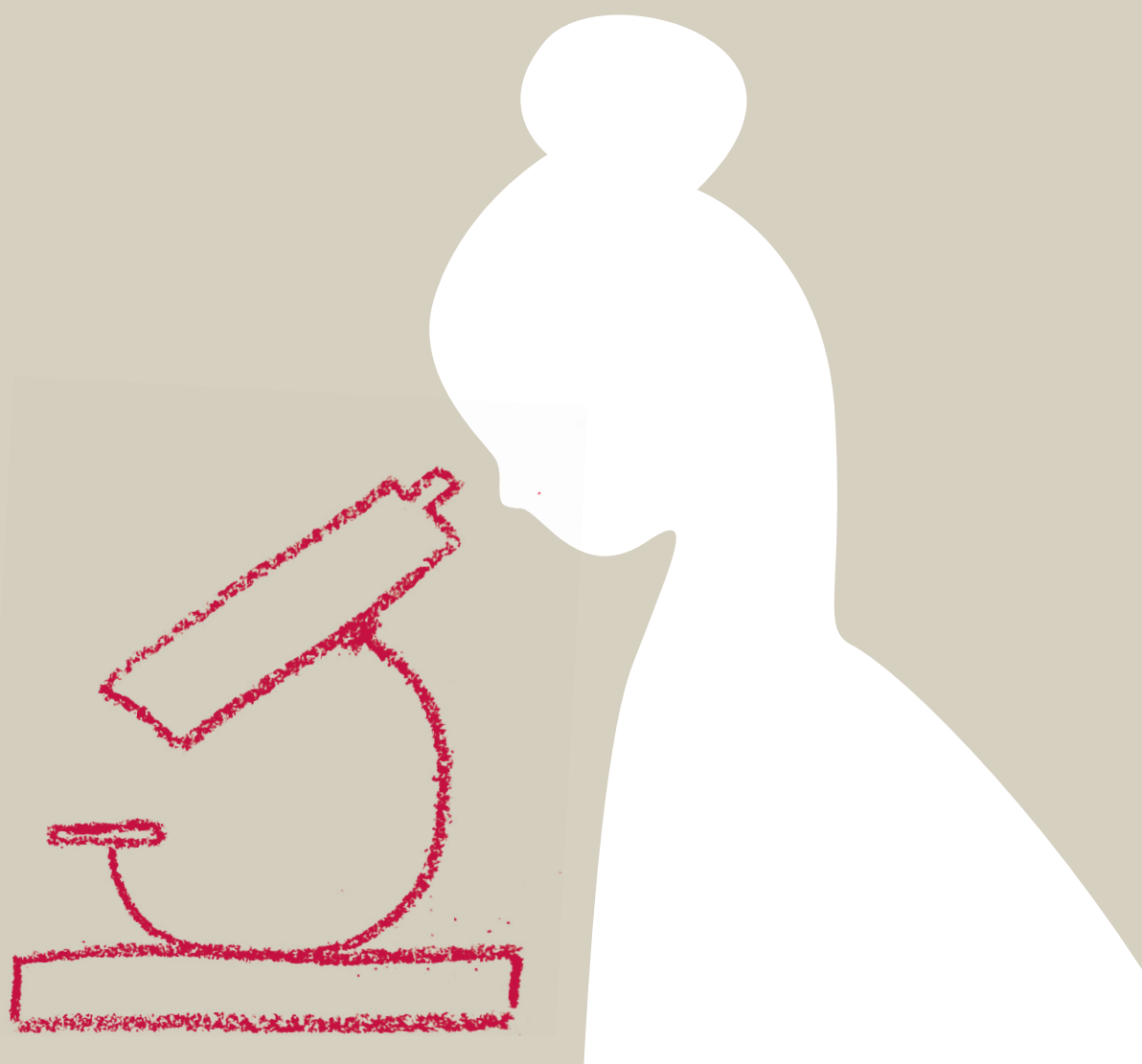


MUJERES EN LA HISTORIA:
ARTE, CIENCIA Y EDUCACIÓN

4

APRENDIZAJE BASADO EN EL JUEGO

**Escape room:
Mujeres científicas y ADN**



MUJERES EN LA HISTORIA: ARTE, CIENCIA Y EDUCACIÓN

APRENDIZAJE BASADO EN EL JUEGO Mujeres en la ciencia



Título:

Mujeres en la ciencia.
Aprendizaje Basado en el Juego

Autoría:

Soler Ortiz, Seila Aixa
González Benito, Nuria
Buenadicha Gómez, Francisco Javier
Cubillo León, Rodrigo
Téllez Jiménez, Eduardo
Aliaga Aguza, Laura María
Salinas Santos, Jorge
Entidad editora:
Universidad Isabel I

Unidad responsable:

Unidad de Igualdad – Universidad Isabel I

Año de publicación:

2025

Lugar de publicación:

Burgos, España

Colección o serie:

Mujeres en la Historia: Arte, Ciencia y Educación

ISSN:

3101-4380

Financiación:

Proyecto desarrollado en el marco del Objetivo de Igualdad de la Universidad Isabel I, con financiación de la Consejería de Familia e Igualdad de Oportunidades de la Junta de Castilla y León, conforme a la Orden FAM/595/2024, de 14 de junio, por la que se aprueban las bases reguladoras para la concesión de subvenciones destinadas al desarrollo de proyectos para la promoción de la igualdad de oportunidades entre mujeres y hombres y la lucha contra la violencia de género en Castilla y León.

Diseño y maquetación:

Marta San Martín García

Tipo de recurso:

Material educativo abierto

Público destinatario:

Alumnado a partir de 15 años (ESO, Bachillerato, Formación Profesional y Universidad)

Palabras clave:

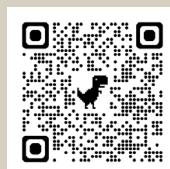
Igualdad de género, educación, historia, mujeres, innovación educativa, Castilla y León, coeducación

Licencia:

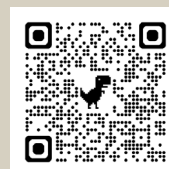
Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0)

Uso libre para fines educativos y no comerciales, citando la autoría y la fuente.

Evaluación y mejora del material:



Encuesta
satisfacción
alumnado



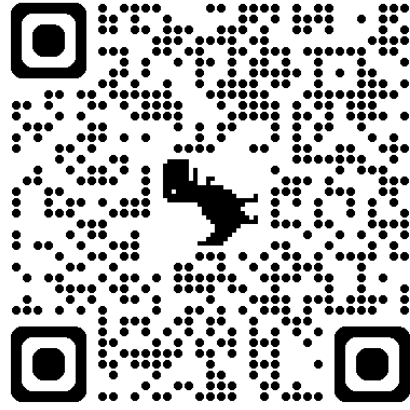
Encuesta
satisfacción
profesorado



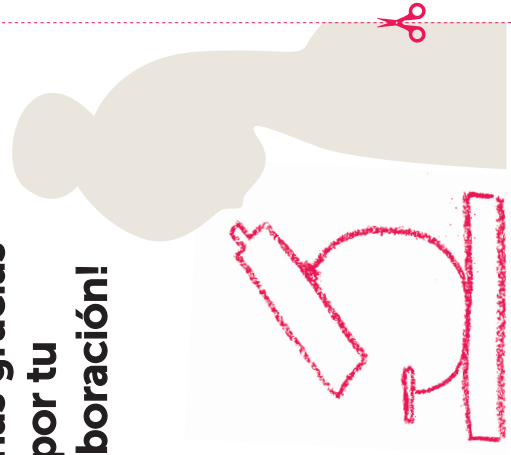
NOS
IMPULSA



Valora la actividad (Docentes)



**¡Muchas gracias
por tu
colaboración!**



Pautas de impresión

A una cara

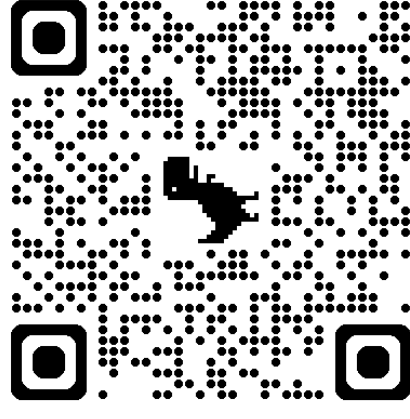
A4 - Pág. 1, 2, 3, 4 y 5.

A3 - Pág. 6 - 8.

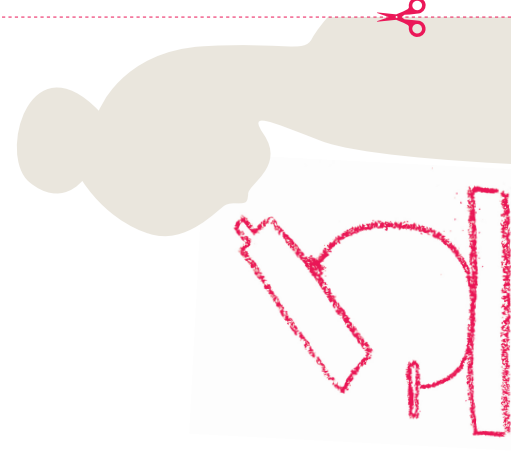
Doble cara

A3 - Pág. 9 y 10

Valora la actividad (Alumnado)



**¡Muchas gracias
por tu
colaboración!**



APRENDIZAJE BASADO EN EL JUEGO

ESCAPE ROOM: MUJERES CIENTÍFICAS Y ADN

GUÍA PARA EL DOCENTE

1. Orientaciones generales

Objetivo General

Promover el aprendizaje activo sobre las contribuciones de cinco científicas en biología molecular mediante una experiencia tipo escape room. El alumnado deberá resolver enigmas en diferentes estaciones para descubrir un número final que permitirá comprobar, mediante un código QR u otro recurso elegido por el docente, si han completado la misión.

Duración estimada: 1 sesión de 60 minutos.

Materiales:

Triptico para cada alumno o grupo con:

5 estaciones distribuidas en el aula:

- Rosalind Franklin
- Margarita Salas
- Martha Chase
- Nettie Stevens
- Mary-Claire King

Un sistema de resolución final, que puede ser el propio código QR o digital que se encuentra en el tríptico o enriquecerlo con:

- Una caja o candado numérico.
- Un sobre con el mensaje final.
- Cualquier otro formato que el profesor considere adecuado.

2. Desarrollo de la actividad

El docente presenta la misión leyendo el texto introductorio:

"Cinco científicas marcaron el camino de la biología molecular. Sus pistas están ocultas en este laboratorio..."

Se explica que el alumnado deberá descifrar cuatro o cinco pistas para encontrar un número final, que les permitirá verificar si han conseguido "restaurar el legado científico".

3. Organización (5 min)

El docente reparte los trípticos y explica el funcionamiento:

- Cada estación corresponde a una científica.
- En cada estación encontrarán un texto y un reto.
- Cada respuesta proporciona una cifra.
- Las cifras, al unirse, forman el código final.

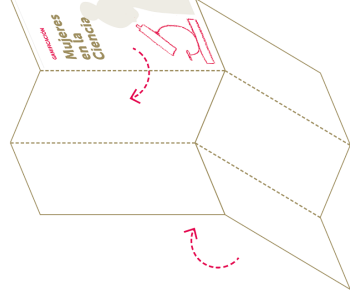
Trabajo por estaciones

Los grupos rotan por las estaciones

4. Resolución final

El alumnado combina las cifras para hallar el número final.

Con ese número podrá acceder a un código QR con el mensaje final.



Imprimir el folleto en A3 a doble cara y plegar como indica,



APRENDIZAJE BASADO EN EL JUEGO

ESCAPE ROOM: MUJERES CIENTÍFICAS Y ADN

SOLUCIONES

1.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	2	5	1	9	2	0	1	8	—	—	—
2	1	9	4	1	2	1	9	4	7	—	—
3	1	9	5	1	1	9	5	2	5	1	—
4	2	1	9	5	3	—	—	—	—	—	—

Localiza las coordenadas indicadas y anota las cifras: G3 B4
Solución: 51

2.

1. Eligen la cadena correcta de ARN (la que empieza por AUG y termina en UAA).

Opción A:

5' AUG GAU CAG UCA GGA UCG CCC UUG GCA GGU UAA 3'

2. Sustituyen letras por números con la tabla de arriba.

3. Suman por bloques:

Extremos (AUG + UAA)

$$\text{AUG} = 1+2+3 = 6$$

$$\text{UAA} = 2+1+1 = 4$$

$$\text{Total extremos} = 10$$

Centro (GGA + UCG)

$$\text{GGA} = 3+3+1 = 7$$

$$\text{UCG} = 2+7+3 = 12$$

$$\text{Total centro} = 19$$

$$\text{Suma final: } 10 + 19 = 29 \text{ (2 dígitos)}$$

3.

1. Cifrado inicial: Sustituyen las letras de la palabra "FOSFORHo" por los números atómicos correspondientes:

$$\text{F} = 9$$

$$\text{O} = 8$$

$$\text{S} = 16$$

$$\text{F} = 9$$

$$\text{O} = 8$$

$$\text{Rh} = 45$$

$$\text{O} = 8$$

$$\text{Suma total: } 9 + 8 + 16 + 9 + 8 + 45 + 8 = 103$$

2. Aplicación de la instrucción clave: "Solo el fósforo entra en la célula". Se divide entre el número atómico del fósforo (15):
 $103 \div 15 = 6,866...$

3. Ajuste simbólico: multiplicación por 4,66.

4. Al multiplicar:

$$6,866... \times 4,66 = 31,98 \approx 32$$

5. Resultado final:

La clave obtenida es 32, que corresponde al isótopo Fósforo-32 (^{32}P), el marcador utilizado en el experimento original.

4.

La traducción del morse es:

¿CUÁNTOS PARES DE CROMOSOMAS TIENE EL SER HUMANO?

Respuesta esperada:

23 pares

5.



T	G	A	A	T	G	G	A	G	A	G	A	T	T	A	C
A	G	C	A	A	T	T	T	A	T	C	A	A	G	C	T
A	G	C	A	A	T	T	A	A	G	T	T	C	C	T	A
C	A	A	T	T	C	C	T	C	A	A	T	T	C	A	A

Humano



T	G	A	A	C	G	G	A	G	A	G	C	G	T	T	A
A	G	C	A	C	G	T	G	T	G	A	A	A	C	A	C
G	G	C	A	G	G	A	A	G	T	T	C	G	A	A	A
C	A	A	T	C	C	T	C	A	A	G	T	C	A	A	A

Chimpancé

Establece un conteo de las veces que se repiten las diferencias en la secuencia del humano con respecto al chimpancé.

A: 7 C: 9 G: 12 T: 6

Después, multiplica el número que obtuviste de A por 3, el de C por 2, el de G por 5 y el de T por 0. Luego, suma los cuatro resultados. El número final será una cifra de dos dígitos.

Respuesta: 99

1

Rosalind Franklin



Rosalind Franklin nació el **25 de julio de 1920** en Notting Hill, Londres. Desde pequeña tuvo pasión por la ciencia, aunque incluso en su propia casa tuvo que convencer a su padre de que le dejara estudiar. Con apenas **18 años** logró entrar en la prestigiosa Universidad de Cambridge y en **1941** se graduó en Ciencias Naturales. Durante la **Segunda Guerra Mundial**, su talento fue clave para investigar la composición del **carbón**, contribuyendo al esfuerzo bélico y ganando su **doctorado**.

En **1947**, se mudó a París, donde por fin encontró un equipo que valoraba a las mujeres científicas. Allí se convirtió en experta en **difracción de rayos X**, la técnica que le cambiaría la vida. En **1951**, ya una cristalógrafa reconocida, volvió a Inglaterra para unirse al King's College de Londres. Allí trabajó con el estudiante Raymond Gosling y, tras mejorar el equipo del laboratorio, logró en **1952** la famosa **Fotografía 51**, una de las imágenes más claras de la estructura del ADN.

Ese descubrimiento fue la clave para demostrar que el ADN tenía **forma de doble hélice**. Sin embargo, su trabajo fue usado sin su permiso por **Watson y Crick**, quienes publicaron en **1953** el artículo que les hizo famosos. Rosalind apenas recibió reconocimiento en vida.

Lejos de rendirse, se unió al Birkbeck College y se enfocó en el estudio de virus como el del **mosaico del tabaco** y la **polio**, logrando avances que siguen influyendo en la ciencia actual.

Hoy sabemos que Rosalind Franklin fue una pionera, una mujer que luchó contra prejuicios y que revolucionó la biología molecular. Su historia es una lección de **perseverancia** y un recordatorio de que la ciencia debe ser justa con quienes la hacen avanzar.



2

Margarita Salas



Margarita Salas nació el **30 de noviembre de 1938** en Canero (Asturias). Desde joven demostró una curiosidad por la ciencia, y a los 16 años se trasladó a Madrid para estudiar Química. En **1963** defendió su doctorado en la Universidad Complutense bajo la dirección de Alberto Sols, con una tesis sobre enzimas del metabolismo.

Entre 1964 y 1967 trabajó en Estados Unidos junto a Severo Ochoa, donde comenzó a sumergirse en la biología molecular. Fue allí donde profundizó en mecanismos genéticos y empezó a fraguar su propio camino científico. A su regreso a España, en 1967, se encontró con que su labor no se reconocía por ser mujer: sus descubrimientos muchas veces eran atribuidos a compañeros varones, o subsumidos en líneas de investigación dirigidas por hombres.

Sin dejarse intimidar, Margarita impulsó la biología molecular en España. Desde 1968 hasta 1992 ejerció como profesora de Genética Molecular en la Complutense, y desde 1977 trabajó en el Centro de Biología Molecular "Severo Ochoa", al mando de la línea de investigación "Replicación y Transcripción del ADN del fago $\Phi 29$ ".

Su aporte más renombrado fue el estudio y caracterización de la **ADN polimerasa del bacteriófago $\Phi 29$** .

Esta enzima permitió amplificar pequeñas cantidades de ADN de forma más rápida y fiable, abriendo camino a aplicaciones biotecnológicas, genómicas y médicas. También descubrió que la lectura del mensaje genético sigue una dirección **5' $\rightarrow$ 3'** y que el triplete **UAA** actúa como señal de terminación en la síntesis proteica.

Publicó más de 350 trabajos, registró ocho patentes y supervisó numerosos doctorandos. Fue la primera mujer española en ingresar en la Academia Nacional de Ciencias de EE. UU. (2007), y en 2016 fue la primera mujer galardonada con la **Medalla Echegaray** de la Real Academia de Ciencias.

Margarita Salas pasó por el mundo científico con firmeza, abriendo puertas para las siguientes generaciones. Su vida es prueba de que no basta con talento: se necesita dignidad, esfuerzo y voluntad para reclamar reconocimiento. Hoy, muchos laboratorios y jóvenes científicas deben parte de su inspiración al legado que ella dejó.

3

Martha Chase



Martha Cowles Chase nació el 30 de noviembre de 1927 en Cleveland Heights, Ohio (EE. UU.). Su padre era instructor de ciencias, y Martha creció rodeada de preguntas sobre la vida. En 1950 obtuvo su licenciatura en biología en el College of Wooster. Después, se incorporó como asistente de investigación en el laboratorio de Alfred Hershey, en el Cold Spring Harbor Laboratory. Encyclopedia Britannica

En **1952**, junto con Hershey, realizó el célebre **experimento Hershey-Chase**, en el que se marcaron con isótopos radiactivos el ADN (**fósforo-32**) y las proteínas (**azufre-35**) de bacteriófagos (virus que infectan bacterias). Descubrieron que cuando el virus infectaba la bacteria, solo el ADN radiactivo penetraba en el interior de la célula, mientras que las proteínas quedaban fuera. Esto proporcionó una prueba decisiva de que el **materias genético es ADN y no proteína**.

A pesar de ser coautora del artículo, Martha no recibió el reconocimiento que merecía: en **1969**, Hershey fue galardonado con el Premio Nobel (compartido con otros dos científicos), sin mencionar explícitamente su papel en el experimento.

Tras dejar Cold Spring Harbor en **1953**, trabajó con August Doermann y colaboró en investigaciones sobre genética de fagos, mutaciones inducidas por rayos ultravioleta y mapeo genético. Empezó sus estudios de doctorado en 1959 en la University of Southern California, y alcanzó el PhD en microbiología en **1964**.

Sin embargo, no logró conseguir una plaza de profesora ni un laboratorio propio; las puertas institucionales le fueron cerradas muchas veces, quizás por prejuicios de género. Con el paso del tiempo, su carrera científica se diluyó. Vivió sus últimos años con demencia que afectó su memoria a corto plazo, y murió de neumonía el **8 de agosto de 2003** en Lorain, Ohio, a los 75 años.

Hoy el nombre de Martha Chase está volviendo a aparecer en historias de la ciencia como una figura injustamente silenciada. En 2021, se nombró una familia de virus con el nombre **Chaseviridae** en su honor, un reconocimiento que llega tarde pero necesario.

4

Nettie Stevens



Nettie Stevens nació el **7 de julio de 1861** en Cavendish, Vermont. Su infancia estuvo marcada por la pérdida de su madre y por las dificultades económicas que obligaron a su familia a mudarse. Sin embargo, desde pequeña mostró un gran talento académico y una pasión por la biología. En **1880**, al terminar la secundaria, no pudo costearse la universidad y trabajó más de **10 años** como profesora y bibliotecaria para ahorrar y ayudar a su familia.

Con **35 años**, finalmente pudo matricularse en la **Universidad de Stanford (1896)**. Allí se destacó como una estudiante brillante, obteniendo su licenciatura y maestría en biología en tiempo récord. Luego continuó su formación en el Bryn Mawr College, un centro de educación superior para mujeres, donde comenzó su doctorado y obtuvo una beca que la llevó a Europa para colaborar en Nápoles y Würzburg con **Theodor Boveri**, experto en cromosomas.

De regreso en Estados Unidos, Nettie se especializó en **citogenética** y eligió al **gusano de la harina** como modelo para estudiar la determinación del sexo. En **1903**, completó su doctorado y en **1905** publicó su investigación más influyente: *Studies in Spermatogenesis with Special Reference to the "Accessory Chromosome"*. Allí demostró que el sexo de un organismo está determinado por los **cromosomas sexuales X e Y** que aportan los espermatozoides.

Su hallazgo revolucionó la biología, pero fue invisibilizado en parte porque, el mismo año, el prestigioso Edmund Beecher Wilson publicó resultados similares y gran parte del crédito se le otorgó a él. Aun así, Nettie continuó publicando trabajos de gran calidad, consolidando su descubrimiento.

Hoy Nettie Stevens es reconocida como una pionera de la genética, una mujer que demostró que la perseverancia y el rigor científico pueden cambiar la forma en que entendemos la vida.



5

Mary-Claire King



Mary-Claire King, nacida en **1946** en Chicago, es una de las genetistas más influyentes de nuestro tiempo.

Profesora en la **Universidad de Washington en Seattle** y miembro de la Academia Nacional de Ciencias de EE. UU., ha dedicado su carrera a desentrañar los secretos del genoma humano, combinando ciencia de vanguardia con compromiso social.

En la década de **1970**, King realizó un hallazgo fundamental: demostró que los genomas de humanos y chimpancés son **99 % idénticos**, lo que revolucionó la genética evolutiva y el estudio de nuestra especie. A partir de **1975**, centró su investigación en la base genética del cáncer. En **1990**, logró mapear el **gen BRCA1** en el cromosoma **17**, demostrando su relación con formas hereditarias de cáncer de mama y ovario. Este descubrimiento abrió el camino a las pruebas genéticas predictivas y ha salvado millones de vidas al permitir diagnósticos tempranos y tratamientos preventivos.

Pero Mary-Claire King no se limitó al laboratorio. En los años **80**, atendiendo el llamado de las Abuelas de Plaza de Mayo en Argentina, desarrolló el método del **índice de abuelidad**, que permitió identificar a niños secuestrados durante la dictadura y devolverles su identidad. Su trabajo convirtió la genética forense en una herramienta para la justicia y los derechos humanos.

En **2025**, recibió el **Premio Princesa de Asturias de Investigación Científica y Técnica**, reconocimiento a una carrera que ha unido ciencia, ética y humanidad. King ha sido galardonada con la Medalla Nacional de Ciencias de EE. UU. (**2016**), la Medalla Mendel (**2018**) y el Premio Gairdner (**2021**), entre otros.

Hoy, su figura inspira a nuevas generaciones a usar la ciencia no solo para descubrir, sino también para **proteger la vida y los derechos de las personas**.





1

Rosalind Franklin

Los números también pueden formar una imagen.
Rosalind descubrió la estructura del ADN analizando patrones invisibles. ¿Serás capaz de descifrar el patrón oculto en esta matriz?

Rellena la matriz con las cifras del texto, en orden de lectura y una cifra por casilla.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1									-	-	-
2					2					-	-
3											-
4	2					-	-	-	-	-	-



Localiza las coordenadas indicadas y anota las cifras G3 y B4 en la hoja de soluciones.

2



Margarita Salas

La dirección de lectura del ADN la encontrarás en el texto.
Tu misión es encontrar su secuencia complementaria de ARN.
La complementariedad de bases supone que las bases nitrogenadas (A, T, G, C) se emparejan de forma específica y recíproca (A-T, G-C).

Recuerda:
- El ARN se forma a partir de la cadena molde (3' → 5') del ADN.
- Sustituye T → U.
- La lectura del ARN va en sentido 5' → 3'.
- La transcripción termina en UAA.

5' ...ATG GAT CAG TCA GGA TCG CCC TTG GCA GGT TAA... 3'
3' ...TAC CTA GTC AGT CCT AGC GGG AAC CGT CCA ATT... 5'

Solo una de las siguientes cadenas de ARN es correcta:

- ☐ **Opción A**
5' AUG GAU CAG UCA GGA UCG CCC UUG GCA GGU UAA 3'
- ☐ **Opción B**
5' AGG GAU CAG UCA GGA UCG CCC UUG GCA GGU UAA 3'
- ☐ **Opción C**
5' AUG GAU CAG UCG GGA UGC CCC UUG GCA GGU UGA 3'
- ☐ **Opción D**
5' AUG GAC CAG UCA GGA UCG CUC UUG GCA GGU UAA 3'

Instrucciones finales (fase numérica):

- Selecciona la cadena correcta de ARN.
- Sustituye cada letra por su valor numérico:
A: 1 U: 2 G: 3 C: 7
5' ----- 3'
- Suma los dígitos de cada valor de (AUG) + (UAA): ____ (solo dos cifras)
- Después, suma los dígitos de cada valor de los codones centrales (GGA) + (UCG): ____ (solo dos cifras)

Suma ambos resultados (____) + (____) y anótalo en la hoja de soluciones.



APRENDIZAJE BASADO EN EL JUEGO

Mujeres en la Ciencia



Bienvenidos y bienvenidas al Escape Room “Mujeres en la Ciencia”.

A lo largo de este recorrido descubriréis los logros de algunas de las grandes pioneras que cambiaron la historia de la biología molecular.

Vuestra misión será resolver los retos que cada científica os propone, descifrando códigos, secuencias y mensajes ocultos.

Cada prueba os dará una pista o número clave que necesitaréis para avanzar hasta la solución final.

Observad con atención, pensad en equipo y no olvidéis que, igual que ellas, la curiosidad y la cooperación son las mejores herramientas para descubrir los secretos de la ciencia.

