Colegio San Fernando College
Profesor Danilo Cáceres O.
Departamento de Ciencias

QUÍMICA SEGUNDO MEDIO

QUÍMICA ORGÁNICA

HIDROCARBUROS ALIFÁTICOS – ALQUENOS Y ALQUINOS

Nombre Estudiante:	**Curso: 2° ____**
Priorización Curricular NIVEL 1 - OA 17 Química Orgánica	**Correo Docente:** materialsfcollege@gmail.com
Guía n° 22	**Fecha: Semana del 07 al 11 de septiembre.**

Objetivo de Evaluación:

- Identificar propiedades y características de los hidrocarburos alifáticos.

Indicaciones Importantes:

- Estudiantes, la retroalimentación de esta guía de trabajo será por medio de plataforma digital vía Google Meet el día **Miércoles 23 de septiembre** desde las **16:00 hrs a las 16:45 hrs.** El enlace de comunicación a la videoconferencia será comunicado vía correo electrónico o por medio de plataforma whatsapp a través de algún representante de su respectivo curso.

Hidrocarburos alifáticos – ALQUENOS

- **Alquenos (Olefinas):** son hidrocarburos insaturados de fórmula general C_nH_{2n} donde n es el número de átomos de carbono. Resultan de extraer dos hidrógenos de carbonos vecinos en un alcano con formación de uno o más "dobles enlaces" (insaturación – CH=CH–), que tiene hibridración sp^2 en cada carbono. En el espacio este doble enlace tiene forma de un plano.

Es lógico que los alquenos con un solo carbono no existan, ya que el doble enlace debe ir entre carbono y carbono. Es importante notar que cada carbono sigue siendo tetravalente.

Para aumentar el número de carbonos en la serie homóloga de los alquenos, se agrega un $–CH_2–$ entre dos carbonos que no estén formando doble enlace.

Nomenclatura: Para nombrarlos, se escribe el prefijo que les corresponde según su número de carbonos seguidos de la terminación ENO.

Hidrocarburos alifáticos – ALQUINOS

- Alquinos: son hidrocarburos insaturados de fórmula general C_nH_{2n-2} (donde n es el número de carbono). Resultan de la extracción de dos hidrógenos en carbonos vecinos (1 de cada carbono), justo en aquellos que formaban el doble enlace en el alqueno correspondiente, para formar un enlace "triple" con hibridación sp de los carbonos, dispuestos en el espacio de modo lineal.

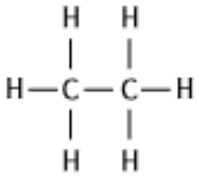
Cuando se aumenta el tamaño de la molécula, agregamos un $–CH_2–$ entre dos carbonos que no estén formando el triple enlace.

Nomenclatura: Para nombrarlos, se escribe el prefijo que les corresponde según su número de carbonos seguidos de la terminación INO.

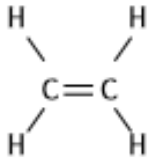
$$–C\equiv C– \text{ (lineal)}$$

Tabla resumen			
	Alcanos	**Alquenos**	**Alquinos**
Estructura clave	R—CH_2—R	R—CH=CH—R	R—C≡C—R
Fórmula general	C_nH_{2n+2}	C_nH_{2n}	C_nH_{2n-2}
Hibridación de los carbonos claves	sp^3	sp^2	sp
Disposición espacial del C claves	Tetraedro (C en centro)	Doble enlace planar	Triple enlace lineal
Nombre terminado en:	ANO	ENO	INO
Ejemplos	CH_3— CH_2— CH_3 propano	CH_3—CH=CH_2 propeno	CH_3—C≡CH Propino

Nota: R puede ser H–, CH_3, (CH_2) n– siendo n cualquier número entero.

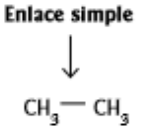


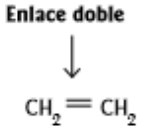
Etano

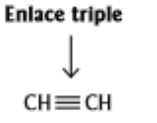


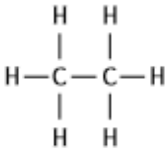
Eteno

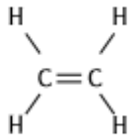
Etino

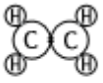












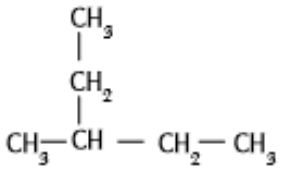
REGLAS DE NOMENCLATURA PARA HIDROCARBUROS ALIFÁTICOS SEGÚN IUPAC

IUPAC, Unión Internacional de Química Pura y Aplicada, por sus siglas en inglés, International Union of Pure and Aplied Chemestry.

- **La cadena principal es la más larga y que contiene al grupo funcional.**
  En el caso de los alcanos es simplemente la más larga y **en el caso de alquenos y alquinos es la más larga pero debe contener los dobles o triples enlaces.**
  Si existiera más de una cadena con el mismo número de carbonos y dobles o triples enlaces, la principal sería la que tuviera el mayor número de ramificaciones.
- Los grupos que se encuentran insertados en la cadena principal se denominan cadenas laterales, ramificaciones (Radical) o grupos sustituyentes.

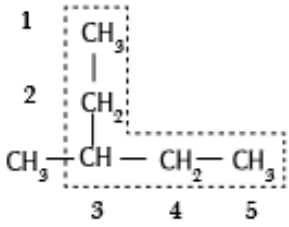
Ejemplo

Sea el compuesto



Como se puede apreciar, la cadena más larga es de 5 átomos de carbonos. Por lo tanto, el compuesto será un derivado ramificado del pentano.

Es necesario numerar la cadena, comenzando por el extremo de la molécula que está más cerca de la ramificación:



y su nombre es:

3-metilpentano, ya que el radical metil (ramificación) está unido al carbono que ocupa la posición 3 dentro de la numeración de la cadena.

Cuando se trata de alquenos y alquinos, donde el doble o triple enlace caracteriza al compuesto, debe indicarse la posición en que se encuentra. Si es necesario, se antepone al nombre del compuesto el número del átomo de carbono en el cual se sitúa el enlace múltiple, eligiendo siempre el Nº menor:

Para nombrar la cadena principal se utilizan los siguientes prefijos que indican el número de carbonos de la cadena principal:

N° de átomos carbono	Prefijo	N° de átomos carbono	Prefijo
1	Met	12	Dodec
2	Et	13	Tridec

3	Prop	14	Tetradec
4	But	15	Pentadec
5	Pent	16	Hexadec
6	Hex	17	Heptadec
7	Hept	18	Octadec
8	Oct	19	Nonadec
9	Non	20	Eicos
10	Dec	21	Uneicos
11	Undec	22	Doeicos

Para los alcanos la terminación es ano, ej propano Para los alquenos la terminación es eno, ej. propeno Para los alquinos la terminación es ino, ej propino.

- Los átomos que no forman la cadena principal se consideran ramificaciones. En estos casos la terminación es **il,**

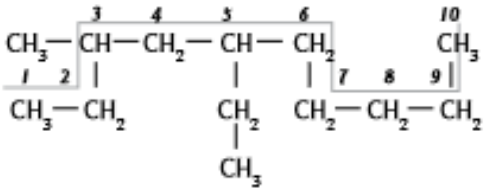
Metano CH_4	Metil $-CH_3$
Etano CH_3-CH_3	Etil $-CH_2-CH_3$

- Los átomos de la cadena principal, se deben comenzar **a numerar por el extremo más próximo al grupo funcional**, en caso de no existir éste, comenzar por el extremo más próximo a la ramificación.

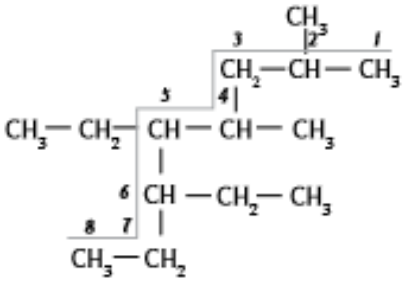
ACTIVIDAD

- Nombra los siguientes hidrocarburos alifáticos que ya tienen identificada la cadena más larga.

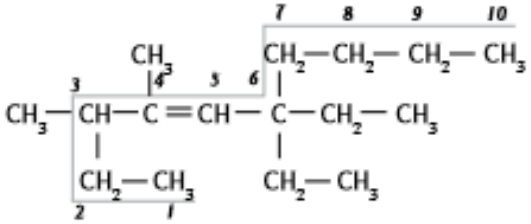
a)



b)



c)



San Fernando College
Depto de Ciencias
Prof. Luis Henríquez
lhenriquez@sanfernandocollege.cl

Energía y su conservación.

Objetivo: Calcular energía cinética, potencial gravitatoria y aplicar el principio de conservación de la energía.
Nivel: Segundo medio

Energía mecánica

Cuando un arquero efectúa trabajo al tensar un arco, el arco tensado tiene la capacidad de realizar trabajo sobre la flecha. Cuando se hace trabajo para levantar el pesado pilón de un martinete, el pilón tiene la capacidad de efectuar trabajo sobre el objeto que golpea cuando cae. Cuando se efectúa trabajo al hacer girar un mecanismo de cuerda, la cuerda adquiere la capacidad de efectuar trabajo sobre los engranajes que impulsan un reloj, haciendo sonar una campana o una alarma.

En cada caso se ha adquirido algo que permite al objeto efectuar trabajo. Ese "algo" podría ser una compresión de átomos en el material de un objeto, una separación física de objetos que se atraen o un reacomodo de cargas eléctricas en las moléculas de una sustancia. Este "algo" que permite a un objeto efectuar trabajo es la **energía**. Al igual que el trabajo, la energía se expresa en Joule. Aparece en muchas formas, dentro las cuales nos enfocaremos en las formas más comunes de energía mecánica, que es la forma de energía debida a la posición o el movimiento de algo. La energía mecánica puede estar en forma de energía potencial, de energía cinética o de la suma de ambas.

Energía potencial

Un objeto puede almacenar energía gracias a su posición. A la energía que se almacena y está lista para utilizarse se le llama **energía potencial** (E_P), ya que en su estado almacenado tiene el potencial de efectuar trabajo. Por ejemplo, un resorte estirado o comprimido tiene el potencial de hacer trabajo. Cuando se tensa un arco, éste almacena energía. Una banda de goma estirada tiene energía potencial debido a su posición relativa con respecto a las partes, porque si es parte de una resortera, es capaz de efectuar trabajo.

La energía química de los combustibles también es energía potencial, ya que en realidad es energía de posición en el nivel microscópico. Está disponible cuando se alteran las posiciones de las cargas eléctricas dentro y entre las moléculas; esto es, cuando se produce un cambio químico. Cualquier sustancia que pueda efectuar trabajo por medio de acciones químicas posee energía potencial. Esta energía caracteriza los combustibles fósiles, los acumuladores eléctricos y el alimento que ingerimos.

Se requiere trabajo para elevar objetos en contra de la gravedad terrestre. La energía potencial de un cuerpo a causa de su posición elevada se llama *energía potencial gravitacional*. El agua de una presa y el pilón de un martinete tienen energía potencial gravitacional. Siempre que se realice trabajo, cambia la energía.

San Fernando College
Depto de Ciencias
Prof. Luis Henríquez
lhenriquez@sanfernandocollege.cl

La cantidad de energía potencial gravitacional que tiene un objeto elevado es igual al trabajo realizado para elevarlo en contra de la gravedad. El trabajo efectuado es igual a la fuerza necesaria para moverlo hacia arriba, por la distancia vertical que sube como se definió en la guía anterior

$$\text{Trabajo} = \text{fuerza} \times \text{distancia}$$
$$T = Fd$$

Una vez que comienza el movimiento hacia arriba, la fuerza hacia arriba para mantenerlo en movimiento a velocidad constante es igual al peso, *mg*, del objeto. Entonces, el trabajo efectuado para subirlo a una altura *h* es el producto *mgh*.

$$\text{Trabajo} = \text{peso} \times \text{distancia}$$
$$T = \text{m} \times \text{g} \times \text{h}$$

Entonces como la cantidad de energía potencial gravitacional que tiene un objeto elevado es igual al trabajo realizado para elevarlo en contra de la gravedad, también puede deducirse

$$\text{Trabajo} = \text{Energía potencial gravitacional}$$
$$T = EP = mgh$$

Observa que la altura es la distancia arriba de un nivel de referencia elegido, por ejemplo el suelo o el piso de un edificio. La energía potencial gravitacional, *mgh*, es relativa a ese nivel, y sólo depende de *mg* y de *h*. En la figura 1 puedes ver que la energía potencial de la esfera elevada no depende de la trayectoria que siguió para subir.

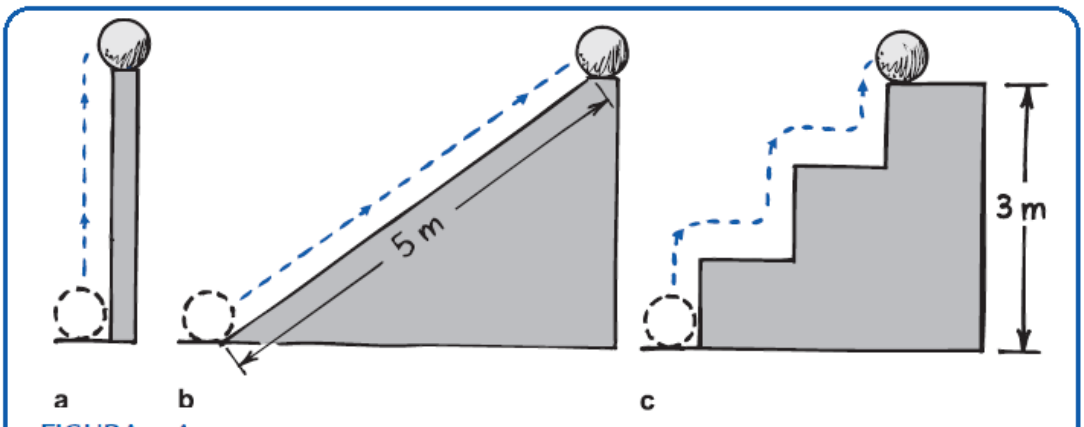


FIGURA 1
La energía potencial de la esfera de 10 N es igual (30 J) en los tres casos, porque el trabajo que se efectúa para subirla 3 m es el mismo si

a) se eleva con 10 N de fuerza,

b) se empuja hacia arriba con una fuerza de 6 N por el plano inclinado de 5 m,

c) si se sube con 10 N por escalones de 1 m. No se efectúa trabajo para moverla horizontalmente (sin tomar en cuenta la fricción).

San Fernando College
Depto de Ciencias
Prof. Luis Henríquez
lhenriquez@sanfernandocollege.cl

La energía potencial, sea gravitacional o cualquiera otra, tiene importancia sólo cuando *cambia,* es decir, cuando efectúa trabajo o se transforma en energía de alguna otra forma. Por ejemplo, si la esfera de la figura 1 cae desde su posición elevada y efectúa 30 Joules de trabajo al llegar abajo, entonces perdió 30 Joules de energía potencial. No importa la energía potencial *total* que tenga la esfera cuando se elevó, respecto a algún nivel de referencia. Lo que interesa es la cantidad de energía potencial que se convierte en alguna otra forma. Sólo tienen significado los *cambios* de energía potencial. Una de las formas de energía en que se puede transformar la energía potencial es energía de movimiento, o *energía cinética*.

Examínate 1

1. ¿Cuánto trabajo efectúa el hombre al levantar el bloque de hielo de 100 N una distancia vertical de 2 m, como se muestra en la figura

2. ¿Cuánto trabajo efectúa la mujer al empujar hacia arriba el mismo bloque de hielo por la rampa de 4 m de longitud? (La fuerza necesaria es de tan sólo 50 N, que es la razón por la cual se utilizan las rampas.)

4. ¿Cuál es el aumento en la energía potencial gravitacional del bloque en cada caso?

Energía cinética

Si empujamos un objeto lo podemos mover. Si un objeto se mueve, entonces, es capaz de efectuar trabajo. Tiene energía de movimiento y decimos que tiene *energía cinética* (E_C). La **energía cinética** de un objeto depende de su masa y de su rapidez. Es igual a la mitad de la masa multiplicada por el *cuadrado* de la rapidez.

$$\text{Energía cinética} = \tfrac{1}{2}\,\text{masa} \times \text{rapidez}^2$$

$$EC = \tfrac{1}{2}\,mv^2$$

Cuando lanzas una pelota, realizas trabajo sobre ella para darle rapidez cuando sale de tu mano. Entonces, la pelota en movimiento podrá golpear algo y empujarlo, haciendo trabajo sobre eso que golpea. La energía cinética de un objeto en movimiento es igual al trabajo requerido para llevarlo desde el reposo hasta esa rapidez, o al trabajo que el objeto puede realizar mientras llega al reposo:

San Fernando College
Depto de Ciencias
Prof. Luis Henríquez
lhenriquez@sanfernandocollege.cl

$$\text{Fuerza neta} \times \text{distancia} = \text{energía cinética}$$
$$Fd = \tfrac{1}{2}mv^2$$

Observa que la rapidez está al cuadrado, de manera que si la rapidez de un objeto se duplica, su energía cinética se cuadruplica ($2^2 = 4$). En consecuencia, para duplicar la rapidez, habrá que multiplicar el trabajo por 4. Siempre que se realiza trabajo, la energía cambia.

Conservación de la energía

Más importante que saber *qué es la energía* es entender cómo se comporta: *cómo se transforma.* Comprenderemos mejor los procesos y los cambios que suceden en la naturaleza si los analizamos en términos de *cambios* de energía, es decir, transformaciones de una a otra forma, o de transferencias de energía de un lugar a otro. La energía es la forma que tiene la naturaleza de llevar la cuenta.

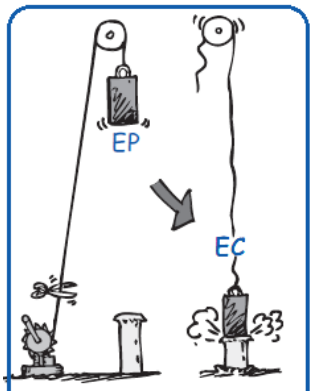


FIGURA 2
La energía potencial del pilón subido se convierte en energía cinética cuando se suelta.

Examinemos los cambios de energía cuando trabaja el martinete de la figura 2. El trabajo efectuado para subir el pilón y darle energía potencial se transforma en energía cinética cuando se suelta el pilón. Esta energía se transfiere al pilote que está abajo de él. La distancia que se sume al pilote en el terreno, multiplicada por la fuerza promedio del impacto, es casi igual a la energía potencial inicial del pilón. Decimos *casi*, porque algo de la energía se emplea en calentar el terreno y el pilón durante la penetración. Si se tiene en cuenta la energía térmica, se ve que la energía se transforma sin pérdida ni ganancia neta. ¡Notable!

El estudio de las diversas formas de energía y sus transformaciones entre sí ha conducido a una de las grandes generalizaciones de la física: la ley de la **conservación de la energía**:

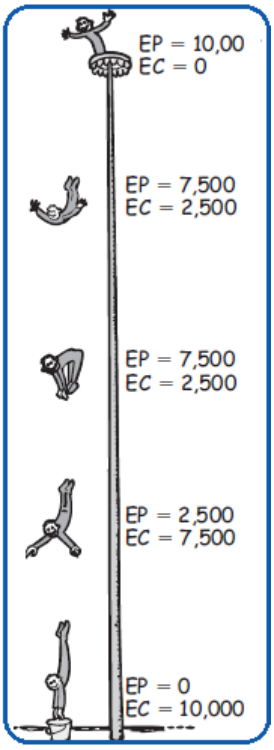
> **La energía no se puede crear ni destruir; se puede transformar de una forma a otra, pero la cantidad total de energía nunca cambia.**

Cuando examinamos cualquier sistema en su totalidad, sea tan sencillo como un péndulo que oscila o tan complejo como una supernova que explota, hay una cantidad que no se crea ni se destruye: la energía. Puede cambiar de forma, o tan sólo se puede transferir de un lugar a otro; pero hasta donde sabemos, la cuenta total de la energía permanece igual. Esta cuenta de energía considera el hecho de que los átomos que forman la materia son en sí mismos paquetes de energía concentrada.

San Fernando College
Depto de Ciencias
Prof. Luis Henríquez
lhenriquez@sanfernandocollege.cl

Cuando los núcleos de los átomos se reacomodan son capaces de liberar grandes cantidades de energía. El Sol brilla porque algo de su energía nuclear se transforma en energía radiante.

La compresión enorme debida a la gravedad, y las temperaturas extremadamente altas en lo más profundo del Sol funden los núcleos de los átomos de hidrógeno y forman núcleos de helio. Se trata de la *fusión termonuclear*, proceso que libera energía radiante, y una pequeña parte de ella llega a la Tierra. Parte de la energía que llega a la Tierra la absorben las plantas (y otros organismos fotosintéticos) y, a la vez, parte de ella se almacena en el carbón. Otro tanto sostiene la vida en la cadena alimenticia que comienza con las plantas (y otros organismos fotosintetizadores), y parte de esta energía se almacena después en forma de petróleo. Algo de la energía solar se consume al evaporar agua de los mares, y parte de esa energía regresa a la Tierra en forma de lluvia que puede regularse en una presa. En virtud de su posición elevada, el agua detrás de la presa tiene energía que sirve para impulsar una planta generadora abajo de la presa, donde se transformará en energía eléctrica. Esta energía viaja por líneas de transmisión hasta los hogares, donde se usa para el alumbrado, la calefacción, la cocina y para hacer funcionar diversos aparatos electrodomésticos. ¡Qué maravilla es que la energía se transforme de una a otra forma!



En el circo un acróbata en la cúspide de un poste tiene una energía potencial de 10,000 J. Al lanzarse su energía potencial se convierte en energía cinética. Observa que en las posiciones sucesivas a la cuarta parte, mitad, tres cuartos y la bajada completa, la energía total es constante. A esta energía total se le denomina energía mecánica.

Examínate 2

1. Calcular la energía cinética de un cuerpo de 5 kg que se mueve a una velocidad de 3 m/s

2. .¿Qué energía cinética alcanzará un cuerpo de masa 350 kg si posee una velocidad de 40 m/s?

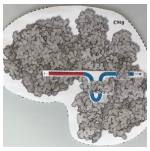
3. . Un cuerpo de 5 kg de peso cae libremente desde una altura de 3 m. Calcular
a. La energía potencial gravitatoria del cuerpo antes de dejarlo caer.
b. la energía cinética del cuerpo en el momento de llegar al suelo.

Examínate 1

1. $T = Fd$ =100 N · 2 m = 200 J.
2. $T = Fd$ = 50 N · 4 m = 200 J.
3. En cualquier caso la energía potencial del bloque se incrementa en 200 J. La rampa tan sólo hace que el trabajo sea más fácil de realizar aplicando menos fuerza, pero por más distancia.

Examínate 2

1. 22,5 J
2. 280.000 J
3.a) 150 J / b) 150 J



Guía de Biología, 2º Medio A, B y C

CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO DE PAPEL DE CRISPR-Cas9

INTRODUCCIÓN

"Salvando al chocolate: Desarrollan cacao editado genéticamente resistente a enfermedades" .2018.
https://www.chilebio.cl/2018/05/11/salvando-al-chocolate-desarrollan-cacao-editado-geneticamente-resistente-a-enfermedades/

"¿Podría CRISPR llegar a revertir enfermedades neurológicas demoledoras?" .2019
https://reverserett.org/wp-content/uploads/2018/07/Los-investigadores-piensan-lo-impensable-CRISPR.pdf

"Consiguen desactivar un gen asociado con el colesterol alto". 2018
https://www.infosalus.com/salud-investigacion/noticia-consiguen-desactivar-gen-asociado-colesterol-alto-20180428081835.html

"Una comisión abre la puerta a la modificación genética de los hijos para evitar enfermedades letales". 2020
https://elpais.com/ciencia/2020-09-03/una-comision-abre-la-puerta-a-la-modificacion-genetica-de-los-hijos-para-evitar-enfermedades-letales.html

Tal como lo muestran los cuatro titulares anteriores, hay mucho entusiasmo sobre CRISPR. ¿Pero qué es exactamente?

CRISPR-Cas9 (a menudo abreviado como "CRISPR") es una herramienta de biotecnología que se puede utilizar para editar el DNA en células y organismos de forma relativamente barata y rápida. Desde que fue descrito por primera vez en 2012, el sistema CRISPR-Cas9 ha generado mucho interés por su excitante potencial para tratar enfermedades genéticas, derrotar virus, producir mejores cosechas e incluso traernos un "súper chocolate". También ha planteado preocupaciones sobre la seguridad alimentaria y de los pacientes, así como la posible creación de bebés de diseño o superhumanos.

En esta actividad, explorarás cómo funciona CRISPR-Cas9 para editar el DNA construyendo tu propio modelo en papel del sistema. Utilizarás el modelo en papel para aprender cómo se usa CRISPR-Cas9 para inactivar ("anular") genes y editar la secuencia de genes de una manera más específica. Luego, explorarás un modelo en línea de CRISPR-Cas9 y verás cómo se utiliza esta herramienta en la investigación actual.

MATERIALES

- copias de las hojas de modelos en papel
- tijeras
- cinta adhesiva transparente

PARTE1: Un modelo en papel de CRISPR-CAS9

En esta parte de la actividad, utilizarás los materiales para construir un modelo en papel del sistema CRISPR-Cas9 y examinarás cómo funciona. Este modelo incluye los siguientes componentes:

- **Cas9**: una enzima, llamada nucleasa, que corta el ADN.
- **RNA guía**: una molécula de RNA que se une a Cas9 y le permite encontrar el gen objetivo.
- **DNA objetivo**: una molécula de DNA que contiene un "gen objetivo" para que CRISPR-Cas9 corte
- **Nucleótidos aleatorios**: nucleótidos que se pueden insertar donde se corta el gen objetivo.
- **DNA donante**: DNA que se puede utilizar para editar el gen objetivo de una manera más específica

Construyendo el modelo

Primero, prepararás los componentes de papel para modelar la herramienta CRISPR-Cas9.

1. Recorta la enzima Cas9 y las dos pestañas de la hoja que se muestra en la Fig. 1.

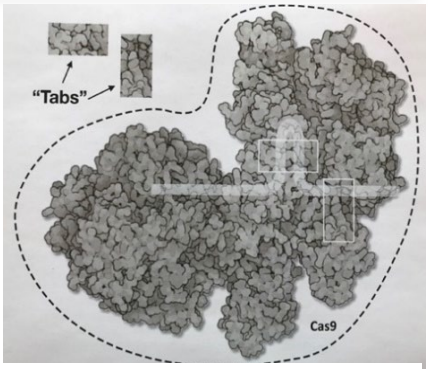


Figura 1. El modelo en papel de Cas9.

2. Coloca las dos pestañas sobre los rectángulos delineados en blanco en la enzima Cas9. Pega los bordes cortos de cada pestaña, asegurándote de no poner cinta sobre los bordes largos. Los contornos azules en la Figura 2 muestran dónde deben ir los trozos de cinta adhesiva.

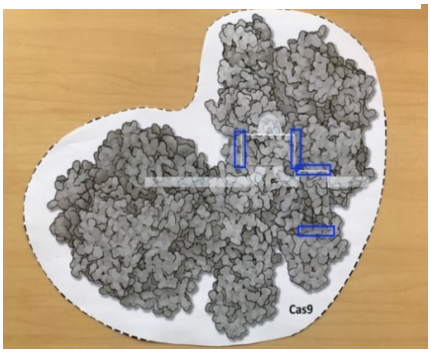


Figura 2. El modelo Cas9 con las pestañas colocadas en las ubicaciones adecuadas y pegadas con cinta adhesiva. Los contornos azules muestran las ubicaciones de la cinta adhesiva. Ten en cuenta que la cinta cubre solo los extremos cortos de las pestañas.

3. Recorta las dos moléculas de ADN objetivo, las dos moléculas de RNA guía, el ADN donante y los trozos de nucleótidos al azar de la hoja que se muestra en la Figura 3.

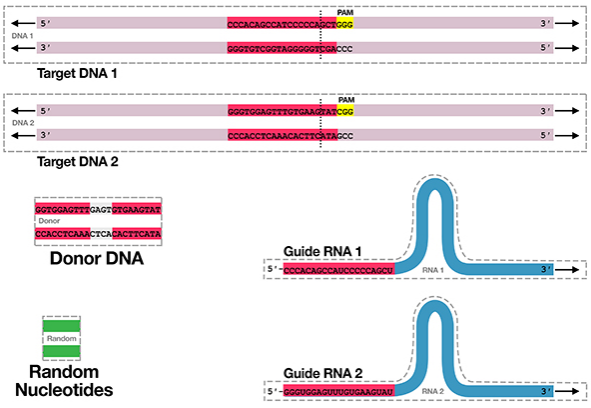


Figura 3. Hoja del modelo de RNA y DNA

4. Para construir el modelo CRISPR-Cas9, necesitarás modelar la unión del ARN guía a Cas9. Conecta el ARN guía 1 a la enzima Cas9 deslizándolo por debajo de las pestañas, como se muestra en la **Figura 4**.

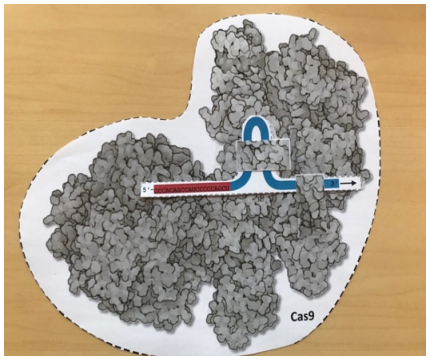


Figura 4. Modelo de CRISPR-Cas9 usando ARN guía 1. El bucle del ARN guía debe deslizarse debajo de la pestaña superior; el extremo de 3' del RNA debe deslizarse debajo de la pestaña de la derecha.

En este modelo, la sección azul del ARN guía representa la parte que se une a la enzima Cas9. La sección roja del ARN, que tiene una secuencia escrita, representa una "secuencia de dirección" que está libre para unirse a una secuencia de ADN complementaria.

Modelando el Objetivo y unión

Tu complejo Cas9-RNA ahora está "programado" para buscar un DNA objetivo. Cas9 primero reconoce y se une a una secuencia de tres nucleótidos llamada PAM, secuencia que está presente en todo el genoma. Un ejemplo de una secuencia PAM se ha resaltado de un color amarillento en el DNA objetivo de tu modelo.

Una vez que Cas9 se une a una secuencia PAM, desenrolla el DNA. Si el RNA guía coincide con la secuencia de DNA junto a PAM, el RNA guía se unirá a la hebra de DNA complementaria. De lo contrario, el DNA se volverá a unir y Cas9 seguirá uniéndose a

otras secuencias PAM hasta que encuentre el DNA objetivo coincidente.

Ahora modelarás cómo el ARN guía encuentra a su ADN objetivo coincidente utilizando el **DNA objetivo 1.** La secuencia del **DNA objetivo 1** es de un gen real llamado MC1R. Este gen codifica para una proteína que afecta el color de la piel y del cabello.

5. Desliza el DNA objetivo 1 debajo del ARN guía 1, a través de la pestaña más a la derecha de la enzima Cas9. La secuencia de color rojo del ARN guía, que dirige a CAS9 al sitio objetivo, deberás alinearla con la secuencia complementaria del DNA objetivo, como se muestra en la Figura 5.

Pregunta 1a. Escribe la secuencia de ARN guía1 que se une al ADN y la secuencia complementaria del ADN 1 a la que se une. Rotula los extremos 5 'y 3' de ambas hebras.

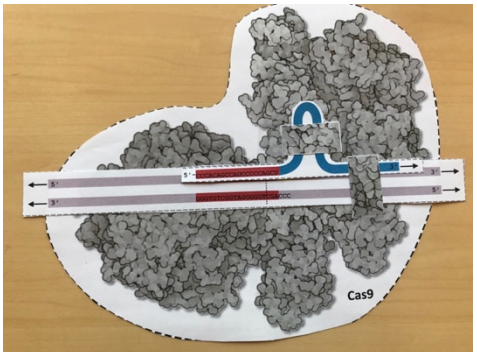


Figura 5. Modelo del complejo de ARN guía Cas9 unido al DNA objetivo 1.

Modelando el corte

Una vez que el ARN guía se une al DNA, activa la actividad nucleasa (capacidad de cortar el ADN) de la enzima Cas9. Cortar el ADN también se llama "escindir". Cas9 siempre escinde ambas cadenas del ADN tres nucleótidos río arriba (hacia el extremo 5 ') de la secuencia PAM.

6. Para modelar cómo Cas9 escinde el ADN, usa tijeras para cortar el ADN objetivo 1 a lo largo de la línea punteada, como se muestra en la Figura 6. **No cortes el ARN guía.**

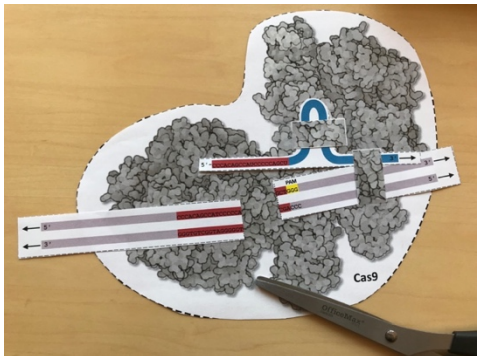


Figura 6. Modelo de Cas9 cortando el DNA objetivo 1.

Modelando la reparación del DNA

Después de que Cas9 escinde el ADN, las enzimas celulares intentarán reparar la ruptura. CRISPR-Cas9 aprovecha estos mecanismos de reparación para alterar la secuencia del gen objetivo. Ahora explorarás dos aplicaciones de CRISPRCas9 que utilizan diferentes mecanismos de reparación.

Primero, modelarás cómo se puede usar CRISPR-Cas9 para inactivar un gen diana ("desactivación genética"). En este caso, la célula utiliza la **unión de extremos no homólogos** (**NHEJ**), un mecanismo de reparación que a veces es propenso a errores, para reparar la rotura del ADN.

7. Para modelar un posible resultado de **NHEJ** cuando se usa CRISPR-Cas9, pega con cinta adhesiva los pedazos cortados del ADN diana 1 junto con el trozo de "nucleótidos aleatorios". Estos nucleótidos aleatorios representan una mutación que probablemente inactive el gen objetivo.

Pregunta 1b. Compara las secuencias del modelo que acabas de hacer con tu respuesta que diste a la Pregunta 1a. ¿Cómo cambió la secuencia del gen debido a CRISPR-Cas9? ¿Dónde se realizó este cambio (¿en el ARN, en una de las dos cadenas del ADN o en ambas cadenas del ADN)?

Pregunta 1c. ¿Cómo podría este cambio inactivar o poner "knock out" a un gen?

A continuación, modelarás cómo se puede utilizar CRISPR-Cas9 para editar un gen objetivo. En este caso, la célula utiliza la r**eparación dirigida por homología** (**HDR**), que es menos propensa a errores que el NHEJ, para reparar la rotura del ADN. HDR fija el ADN usando una secuencia molde, generalmente de un cromosoma homólogo. Los científicos pueden proporcionar un "ADN donante" como molde "engañando" a la célula para que utilice HDR. Este enfoque se puede usar para reemplazar una mutación con una secuencia normal o para agregar una nueva secuencia de genes ("gen knock-in").

8. Elimina el ARN guía 1 y el ADN objetivo 1 de tu enzima Cas9; luego repite los pasos 4 a 6 anteriores utilizando el ARN guía 2 y el ADN objetivo 2. La secuencia del ADN objetivo 2 es de una versión mutante real de un gen llamado MYBPC3, que tiene una deleción de cuatro nucleótidos (GAGT) en comparación con el gen normal (en funcionamiento). Esta deleción causa un tipo de enfermedad cardíaca.

Pregunta 2a. Anota la secuencia del ARN guía 2 que se une al ADN y la secuencia complementaria del ADN 2 a la que se une. Rotula los extremos de 5 'y 3' de ambas hebras.

9. Para modelar el resultado de HDR, coloca el trozo de "ADN del donante" sobre los pedazos cortados del ADN objetivo 2 con las secuencias coincidentes superpuestas. Pega con cinta adhesiva el ADN del donante sobre los pedazos del ADN objetivo para que queden todos adheridos.

Pregunta 2b. Compara las secuencias en el modelo que acabas de hacer con tu respuesta a la Pregunta 2a. ¿Cómo cambió la secuencia del gen MYBPC3 mutante debido a CRISPR-Cas9?

Pregunta 2c. ¿Cómo podría afectar este cambio al gen MYBPC3 mutante?

Preguntas adicionales

3. Describe brevemente una situación en la que un científico querría "eliminar" o desactivar un gen (knock aut a gene).

4. Describe brevemente una situación en la que un científico quisiera editar una secuencia de un gen o agregar una nueva secuencia a un gen .

5. CRISPR-Cas9 ha sido descrito como tijeras de ADN con un GPS programable o dispositivo de localización. Utiliza lo que has aprendido de tu modelo y de la animación, para explicar esta analogía.

PARTE 2: CRISPR EXPLORACIÓN INTERACTIVA

Inicia **CRISPR-Cas9 Mechanism & Applications** (Mecanismo y las aplicaciones de CRISPR-Cas9) Haz clic en "Click and learn" y selecciona ""How is work"" Desplázate hacia abajo por los pasos para ver la animación, haciendo clic en los botones que aparecen para obtener más información.

1. Utilizando la información de Click & Learn, resuma cada paso de CRISPR-Cas9 en la siguiente tabla.

Paso	Resumen

Piensa en el modelo de papel bidimensional que construiste en la Parte 1 y el modelo tridimensional que viste en Click & Learn, luego responda las siguientes preguntas.

2. Cuál es una limitación del modelo de papel en comparación con el modelo Click & Learn?

3. ¿Cuál es una limitación del modelo Click & Learn en comparación con el modelo en papel?

4. ¿Cuál es una limitación de ambos modelos en comparación con el estudio del proceso en una célula real?

PARTE 3: Extensión a la exploración del modelo interactivo

A continuación trabajarás con algunos videos que tu profesor ha seleccionado de la web. Estos videos fueron elegidos porque Jennifer Doudna, Emmanuelle Charpentier y Francisco Martinez Mojica desarrollaron la técnica basada en el sistema denominado CRISPR/Cas9. Los tres recibieron el premio Fronteras del Conocimiento. David Liu, es un científico que estuvo en Chile en el Congreso del Futuro dnando una charla sobre su Especialidad. Finalmente, como muchas familias tienen Netflix en su hogar, les invito a ver el documental "NATURALEZA HUMANA".

1. Basándote en los títulos de los videos, selecciona al científico que desees estudiar. A continuación, marca la casilla junto a tu elección.

- ☐ **Jennifer Doudna y Emmanuelle Charpentier**
- ☐ **Jennifer Doudna**
- ☐ **David Liu**
- ☐
- ☐

2. Ve los videos asociados con el científico que seleccionaste. Resume cada video en una oración en la siguiente tabla.

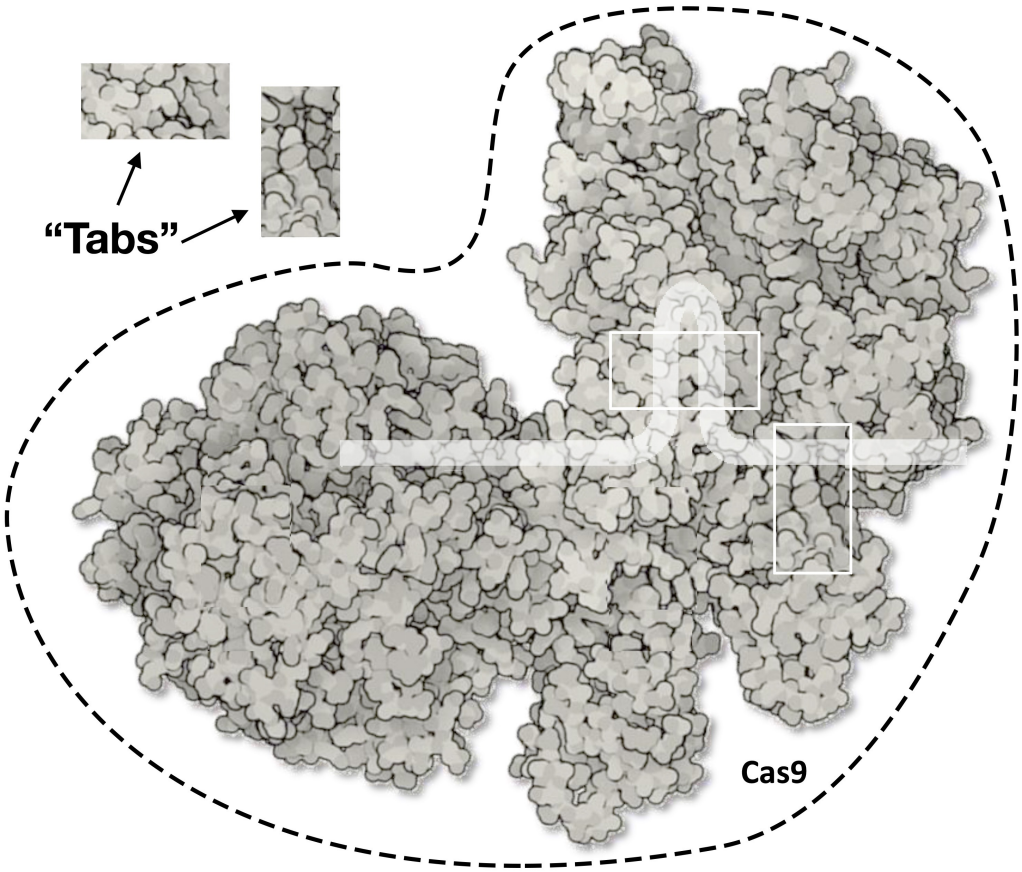
Título del video	**Resumen del video**
Ahora ya podemos editar nuestro ADN, pero hagámoslo con prudencia. Por Jennifer Doudna. Conferencia dada en **TED**.	https://www.ted.com/talks/jennifer_doudna_how_crispr_lets_us_edit_our_dna?language=es
"Es muy importante debatir sobre los aspectos bioéticos de la edición genética" Por Jennifer Doudna.	https://www.youtube.com/watch?v=pN6t8tV53iE
Edición genética: hackeando el genoma humano. Por **David Liu**, Charla dada en Chile en "**Congreso del futuro**"	https://www.youtube.com/watch?v=QVtuhx0Hu-c
NATURALEZA HUMANA Documental en **NETFLIX**	

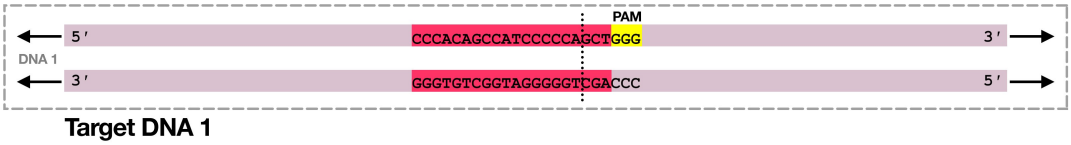
Después de ver los videos, reflexiona sobre todo lo que has aprendido sobre la herramienta de biotecnología CRISPR-Cas9 y, a continuación, responde las siguientes preguntas.

3. ¿Cuáles son tres cosas que aprendiste?

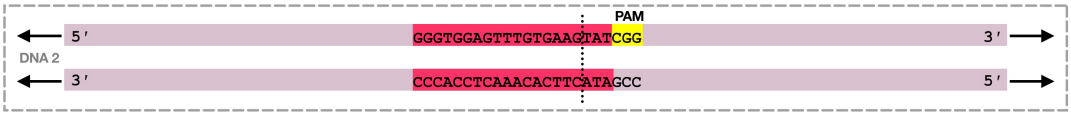
4. ¿Cuáles son dos cosas que te parecieron particularmente interesantes?

5. ¿Cuál es una pregunta que todavía tienes sobre CRISPR-Cas9?



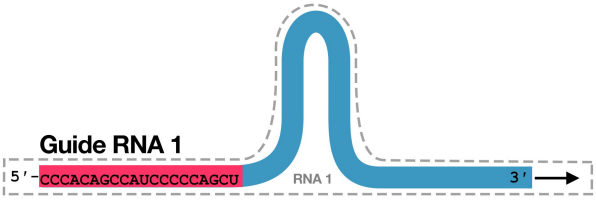
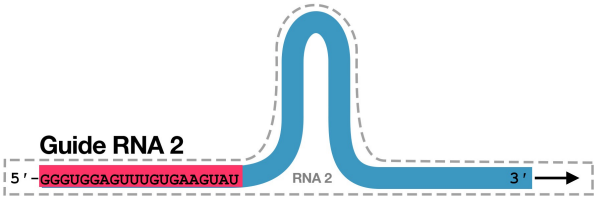


Target DNA 1



Target DNA 2

Donor DNA



Random Nucleotides