

LECHE: ¿QUÉ TAN DULCE ES?

DESCRIPCIÓN GENERAL

Esta actividad práctica complementa el cortometraje *¿Tienes Lactasa? La Co-evolución de Genes y Cultura*. Los estudiantes simularán una prueba de tolerancia a la lactosa, similar a la que se muestra en la película. En lugar de medir la glucosa en las muestras de sangre de los pacientes, los estudiantes combinarán leche con “muestras de líquido intestinal de los pacientes” (que constarán de agua o solución de lactasa) y medirán la cantidad de glucosa producida con el paso del tiempo. Los estudiantes trabajarán en parejas para recopilar, analizar y graficar sus datos para determinar qué “pacientes” tienen persistencia de la lactasa (tolerancia a la lactosa) e imperistencia a la lactasa (intolerancia a la lactosa). Esta actividad es complementaria a la lección “¿Tienes lactasa? Análisis de datos de glucosa en sangre”, en la que los estudiantes grafican y analizan datos reales de glucosa en sangre.

CONCEPTOS CLAVE Y OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

- Los compuestos presentes en los alimentos son fuentes de energía para las células del cuerpo. Primero deben descomponerse en moléculas simples que las células puedan absorber y usar.
- Las enzimas digestivas, como la lactasa, facilitan la descomposición de las moléculas de los alimentos, que incluyen carbohidratos, proteínas y lípidos.
- Las enzimas tienen especificidad. La lactasa solamente descompone la lactosa, pero no otros carbohidratos, como la sacarosa o la maltosa.
- Para medir si una enzima está activa, los científicos pueden medir los productos finales de una reacción enzimática.

Al final de esta actividad, los estudiantes deberían poder realizar lo siguiente:

- planificar los pasos de un procedimiento experimental,
- analizar la presencia de glucosa en una muestra usando tiras reactivas para glucosa,
- representar visualmente los datos mediante gráficos,
- recopilar, analizar e interpretar datos para sacar una conclusión,
- comprender la importancia del uso de controles en un experimento.

CONEXIONES CURRICULARES (EN ESTADOS UNIDOS)

Currículo	Estándar
NGSS	HS-LS1-3, HS-LS3-1, HS-LS4-1, HS-LS4-2, HS-LS4-3, (LS4.B, LS4-C), HS-LS4-5
Common Core	CCSS.ELA-Literacy.RST.9-10.3, CCSS.ELA-Literacy.RST.9-10.4
AP (estándares de 2012-13)	2.D.3, 2..D.4, 3.A.1, 3.C.1, 4.A.1, 4.A.4, .4.B.1, 4.B.2
IB (estándares de 2009)	3.2, 3.5, 3.6, 6.1, 7.3, 7.4, 7.5, 7.6, A2, A3, C1, C2, D3, H3

TÉRMINOS CLAVE

Lactosa, lactasa, persistencia, intolerancia, enzima, monosacárido, disacárido, glucosa, galactosa, alergia

REQUISITO DE TIEMPO

¿Tienes lactasa? La co-evolución de genes y cultura

HIMI
BioInteractive.org
MATERIAL PARA EL DOCENTE

Esta actividad práctica puede realizarse en dos períodos de 50 minutos. Este cálculo no incluye el tiempo de preparación por parte del maestro, ni el tiempo requerido para ver el cortometraje.

AUDIENCIA SUGERIDA

Esta actividad es apropiada para clases de Ciencias de la Vida y Biología de escuela secundaria (todos los niveles, incluidos colocación avanzada [AP, por sus siglas en inglés] y Bachillerato Internacional [IB, por sus siglas en inglés]).

CONOCIMIENTOS PREVIOS

Los estudiantes deberán saber que una enzima es una molécula que acelera una reacción química y que las enzimas son específicas para sustratos particulares. El conocimiento de que los rasgos son heredados y que algunos rasgos proporcionan una ventaja selectiva para las personas que los tienen ayudará a preparar a los estudiantes para ver el cortometraje *¿Tienes Lactasa? La Co-evolución de Genes y Cultura*.

MATERIALES

Cada grupo de estudiantes necesitará:

- 12 envases plásticos dosificadores de medicamentos de 30 ml de capacidad. Los envases dosificadores de medicamentos deben estar calibrados en mililitros.
- 1 marcador permanente.
- 18 tiras reactivas para glucosa; algunas de las marcas menos costosas miden 1 sólo parámetro. Las tiras reactivas para análisis de orina Diastix están disponibles en cantidades de 100 tiras por frasco.
- 1 tabla con el código colorimétrico para medir los niveles de glucosa; que puede copiarse del envase de tiras reactivas para glucosa. Una vez que se hayan copiado, las tablas de colores pueden plastificarse o cubrirse en ambos lados con cinta adhesiva transparente para protegerlas, de manera que puedan re-usarse.
- 6 varillas plásticas para mezclar o varillas para revolver el café
- 1 cilindro graduado que pueda medir muestras de al menos 5 ml; esto es opcional si es que los envases dosificadores de medicamentos de 30 ml tienen graduaciones en ml.
- 1 cronómetro; los estudiantes deberán esperar 30 segundos antes de leer las tiras reactivas; en lugar de un cronómetro, pueden usar un reloj de pared o pulsera que tenga segundero.
- 1 reloj (de pared o pulsera); los estudiantes deberán registrar la hora en que realizan las mediciones.
- Toallas de papel
- Lápices de colores (opcional)
- Papel cuadriculado (opcional)

Toda la clase necesitará soluciones de muestras de los pacientes, controles y leche. Se necesitan los siguientes materiales para preparar estas soluciones:

- 4 ó más recipientes grandes con pico vertedor con capacidad para un volumen de 100 ml o más
- 1 recipiente más pequeño con pico vertedor por grupo, con capacidad para un volumen de 35 ml o más
- 1 cilindro graduado (50 ml o más grande)
- 1 tamiz o embudo de cocina
- 1 caja de cápsulas de lactasa o comprimidos Lactaid (Nota: si usa una versión genérica, realice algunos ensayos antes de que los estudiantes hagan el análisis de laboratorio, dado que algunos maestros han tenido problemas con resultados falsos usando cápsulas de marcas genéricas).

- 1 filtro de café
- 1 mortero (opcional)
- Agua del grifo

PROCEDIMIENTO

Antes de la clase, deberá organizar los recipientes con las siguientes soluciones: leche, muestras de pacientes con persistencia de la lactasa, muestras de pacientes con imperistencia de la lactasa, control negativo y control positivo. Las muestras de pacientes con persistencia de la lactasa y de control positivo contienen solución de agua y lactasa. Las muestras de pacientes con imperistencia de la lactasa y de control negativo constan de agua solamente.

Pacientes con persistencia de la lactasa y control positivo

- Si usa cápsulas de lactasa, disuelva el contenido de tres cápsulas de lactasa en 50 ml de agua. Si usa Lactaid, muele cuatro cápsulas de Lactaid con un mortero y disuélvalas en 50 ml de agua.
- Filtre las muestras con un filtro de café colocado en un tamiz o embudo de cocina. Esto es necesario porque, a menudo, se usa celulosa como elemento de unión en las cápsulas. La mezcla final deberá tener el aspecto de agua transparente.
- Cada grupo de estudiantes necesitará 5 ml de solución de lactasa para el control positivo y 5 ml para cada paciente con persistencia de la lactasa. Por ejemplo, **si tiene 12 grupos de estudiantes en el salón de clases y designa a tres pacientes con persistencia de la lactasa, debe preparar (5 ml × 12 para el control positivo) + (5 ml × 12 × 3 para las muestras de los pacientes) = 240 ml de solución de lactasa para toda la clase.** Recomendamos preparar una cantidad adicional a la necesaria por si algunas soluciones se derraman.
- La solución de lactasa se mantiene viable por un día y una noche a temperatura ambiente.
- Distribuya alícuotas de solución para el control positivo y para cada uno de los pacientes que designe con persistencia de la lactasa. Etiquete los recipientes correspondientes (por ejemplo, "Paciente n.º 1", "Paciente n.º 3", "Paciente n.º 4", "Control positivo"). Como referencia, anote en la tabla adjunta qué pacientes tienen persistencia de la lactasa.

Pacientes con imperistencia de la lactasa y control negativo

- Las muestras de pacientes con intolerancia a la lactosa y de control negativo contienen agua solamente.
- Cada grupo de estudiantes necesitará 5 ml de agua para el control negativo y 5 ml para cada paciente con imperistencia de la lactasa. Por ejemplo, **si tiene 12 grupos en el salón y designa a un paciente con imperistencia de la lactasa, debe preparar (5 ml × 12 para el control negativo) + (5 ml × 12 para la muestra del paciente) = 120 ml de agua para toda la clase.**
- Distribuya alícuotas de agua para el control negativo y para cada uno de los pacientes que designe como intolerantes a la lactosa. Etiquete los recipientes correspondientes (por ejemplo, "Paciente n.º 2", "Control negativo").

Leche

Cada grupo de estudiantes necesitará 30 ml de leche. Puede usar leche descremada, parcialmente descremada o entera. No use leche sin lactosa ni leche de soja. Vierta 35 ml de leche en un recipiente para cada grupo de estudiantes en la clase. **Por ejemplo, si tiene 12 grupos en la clase, necesitará alrededor de 420 ml de leche.**

	Ejemplo para 12 grupos en una clase	Paciente n.º 1	Paciente n.º 2	Paciente n.º 3	Paciente n.º 4	Control positivo	Control negativo
Cantidad de solución por recipiente	60 ml						
Tipo de solución	solución de lactasa					Solución de lactasa	Agua

SUGERENCIAS DIDÁCTICAS

- Pídale a los estudiantes que vean la película *¿Tienes Lactasa? La Co-evolución de Genes y Cultura* antes de hacer esta actividad. Pueden ver la película en clase o puede asignarla como tarea para el hogar el día antes de realizar el experimento.
- Revise la guía detallada para la película que acompaña el cortometraje. En la guía, se proporcionará información adicional de respaldo que posiblemente desee discutir con los estudiantes.
- Incluya una revisión de vocabulario para los estudiantes que puedan tener confusiones con los términos. Algunos términos importantes que se deben revisar son los siguientes:
 - enzima (incluye aclarar que la lactosa es el azúcar y la lactasa es la enzima)
 - intolerancia a la lactosa e imperistencia de la lactasa
 - tolerancia a la lactosa y persistencia de la lactasa
 - control, control positivo y control negativo
- Si los recursos son limitados, puede optar por pedirle a cada grupo de estudiantes que analice dos muestras de pacientes (una de intolerancia a la lactosa y una de persistencia de la lactasa) en lugar de cuatro.
- Para acelerar el trabajo de laboratorio, considere la posibilidad de modificar el método de recopilación de datos.
 - Pídale a cada grupo de estudiantes que analice la muestra de un paciente y un control, y luego agrupe los datos de la clase.
 - Reduzca a dos la cantidad de pacientes.
- Las preguntas de la 8 a la 10 de la sección de análisis pueden ser complejas para estudiantes con comprensión limitada de la digestión, las enzimas o las alergias. Puede optar por no incluir estas preguntas o por proporcionarles a los estudiantes información adicional de respaldo.
- Luego de hacer esta actividad práctica, puede pedirles a los estudiantes que completen la hoja de trabajo complementaria titulada “¿Tienes lactasa? Análisis de datos de glucosa en sangre”. En esa actividad, los estudiantes grafican datos de glucosa en sangre de varias personas.

GUÍA DE RESPUESTAS

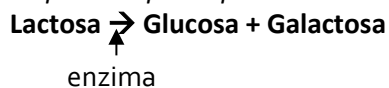
Tabla de datos de muestra: los datos de los estudiantes variarán según qué pacientes se designaron como con persistencia e imperistencia. Las cantidades de glucosa también variarán según los tipos de tiras reactivas para glucosa usadas, la concentración de la solución de lactasa y variaciones en los procedimientos experimentales.

Muestras	0 minutos		2 minutos		7 minutos	
	Niveles de glucosa en el líquido intestinal del paciente a los 0 minutos (mg/dl)	Hora de inicio	Hora de lectura de la tira reactiva a los 2 min	Niveles de glucosa a los 2 minutos (mg/dl)	Hora de lectura de la tira reactiva a los 7 min	Niveles de glucosa a los 7 minutos (mg/dl)
1 (ejemplo de paciente con persistencia de la lactasa)	0	12:40	12:42	250	12:47	2000
2 (ejemplo de paciente con intolerancia a la lactosa)	0	12:45	12:47	0	12:52	0
Control negativo	0	12:50	12:52	0	12:57	0
Control positivo	0	1:00	1:02	250	1:07	2000

1. Cuando estabas midiendo las muestras de los pacientes, ¿por qué tuviste que usar un cilindro graduado limpio cada vez?

Se usa un cilindro graduado distinto o limpio cada vez que se mide una solución para evitar la contaminación.

2. A continuación, se muestra la reacción química que se produce en el control positivo.



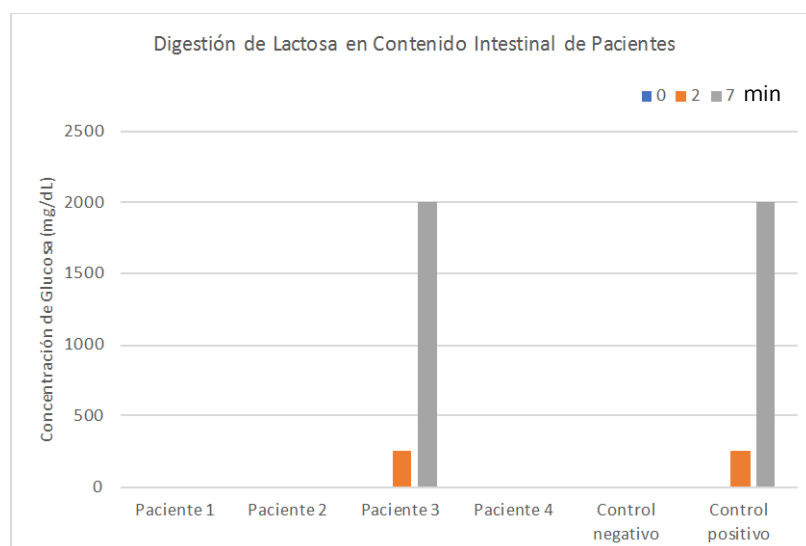
a. ¿Cuál es el origen de la lactosa? **Leche**

b. ¿Cómo se llama la enzima que digiere la lactosa y la convierte en glucosa y galactosa? **Lactasa**

c. ¿Qué componente de la reacción química mediste con la tira reactiva? **Glucosa**

d. ¿Qué compuesto de la reacción química falta en la muestra del control negativo? **Enzima (lactasa)**

3. Usa lápices de colores para elaborar un gráfico de barras en función de tus datos. En el gráfico, se deben mostrar los resultados de la prueba de glucosa a los 0, 2 y 7 minutos para todas las muestras, incluso las de los controles. Asegúrate de incluir un título adecuado, rótulos para los ejes x e y, y una leyenda.
- A continuación se muestra un ejemplo de un posible gráfico de los estudiantes que refleja a los cuatro pacientes y los controles. Los resultados variarán según las condiciones y los protocolos del experimento.**



4. a. ¿Qué pacientes parecen tener persistencia de la lactasa (o ser tolerantes a la lactosa)?
En este ejemplo, el Paciente n.º 3. Las respuestas variarán según cómo se organizó el análisis de laboratorio.
- b. Describe la evidencia que respalda esta afirmación.
Los niveles de glucosa aumentaron cuando los líquidos intestinales del Paciente n.º 3 se combinaron con la leche. Esto indica que los líquidos intestinales contenían la suficiente cantidad de lactasa para descomponer la lactosa en glucosa y galactosa.
5. a. ¿Qué pacientes parecen tener impersistencia de la lactasa (o ser intolerantes a la lactosa)?
En este ejemplo, el Paciente n.º 1, el Paciente n.º 2 y el Paciente n.º 4. Las respuestas variarán según cómo se organizó el análisis de laboratorio.
- b. Describe la evidencia que respalda esta afirmación.
Los niveles de glucosa no aumentaron cuando los líquidos intestinales de los Pacientes 1, 2 y 4 se combinaron con la leche. Esto indica que su líquido intestinal no contenía lactasa.
6. a. Explica por qué fue necesario medir los niveles de glucosa en una muestra de leche a la cual se agregaron 5 ml de agua (el control negativo).

El agua agregada a la leche funciona como control negativo. El agua no contiene nada de lactasa, por lo que no debería producir glucosa al combinarse con la leche. Si un estudiante detectó glucosa durante este paso, eso sugiere que algo no está bien. Por ejemplo, se contaminó el agua, las tiras reactivas no funcionaron o se cometió un error en el procedimiento.

b. Explica por qué fue necesario medir los niveles de glucosa en una muestra de leche a la cual se agregaron 5 ml de solución de lactasa (el control positivo).

La solución de lactasa agregada a la leche funciona como control positivo. La adición de lactasa a la leche debería derivar en la descomposición de la lactosa en glucosa y galactosa. Si no se detecta glucosa en el control positivo, es posible que la solución de lactasa haya estado inactiva o que las tiras de glucosa no hayan funcionado.

c. ¿Por qué necesitas tanto el control negativo como el positivo?

Las respuestas de los estudiantes variarán, pero deberían establecer que los dos controles detectan diferentes tipos de posibles errores. Por ejemplo, si las tiras de glucosa no detectan la glucosa, siempre arrojarán una lectura con un resultado de 0 mg/dl. Se supone que el control negativo debe arrojar una lectura de 0 mg/dl, por lo que esto no indicaría que las tiras para glucosa no funcionan. No obstante, si el control positivo arroja una lectura de 0 mg/dl, sabrá que hay algo que no está bien.

d. Si el control negativo hubiera arrojado los datos que se muestran en el gráfico a continuación, ¿cuál sería tu conclusión? Proporciona dos explicaciones posibles para estos resultados.

Las posibles explicaciones son: hay lactasa en el agua; hay lactasa o glucosa en la leche; la tira reactiva no funciona correctamente; se cometió un error al registrar los datos.

Es posible que desee preguntarles a los estudiantes más avanzados cómo podrían diferenciar estas posibilidades.

7. En lugar de medir los niveles de glucosa en la leche, identifica otro compuesto que podrías haber medido para determinar si había lactasa activa en la muestra.
Se podría haber medido galactosa. (En el cuerpo, la galactosa eventualmente se convierte en glucosa).
8. *La prueba que realizaste con líquidos intestinales simulados requirió de 5 ml de leche y de 2 a 7 minutos para obtener resultados. Explica por qué en la película el Dr. Wells tuvo que consumir un litro de leche y se le midieron los niveles de glucosa periódicamente durante 40 minutos, un período mucho más prolongado. En la prueba con líquidos intestinales simulados, la lactasa está en contacto directo con la lactosa y la descompone rápidamente en glucosa y galactosa. Luego de que una persona bebe un litro de leche, ésta primero debe llegar al intestino delgado, la lactasa debe descomponerla, y luego la glucosa tiene que pasar al torrente sanguíneo desde donde se la puede medir. Este proceso lleva tiempo. El aumento en los niveles de glucosa en sangre es gradual dado que la leche no se digiere de una sola vez.*
9. *a. Lee la etiqueta nutricional de un envase de leche. Además de los carbohidratos, que incluyen lactosa, enumera los demás nutrientes presentes. Según la fuente, los estudiantes pueden enumerar: grasas, proteína, sodio, colesterol, vitaminas A, C, D y calcio.*

b. Si la intolerancia a la lactosa no provocara ningún síntoma, las personas intolerantes a la lactosa podrían usar leche como fuente de proteínas. Explica por qué estas personas sí pueden digerir las proteínas de la leche, aunque carezcan de la enzima lactasa.

Las enzimas son específicas. La lactasa solamente digiere lactosa. Otras enzimas son responsables de la digestión de las proteínas.

c. La sacarosa es un disacárido presente en muchos sustitutos de la leche de vaca como la leche de soja, de arroz y de almendra. La sacarosa está compuesta de glucosa y fructosa. Explica por qué las personas intolerantes a la lactosa pueden digerir la sacarosa sin ningún problema.

Los estudiantes deberán llegar a la conclusión de que es probable que la digestión de sacarosa requiera de una enzima distinta de la lactasa. Las personas que son intolerantes a la lactosa solo carecen de la enzima lactasa, pero sí pueden producir la enzima que se encarga de la digestión de la sacarosa.

10. La alergia a la leche es consecuencia de una reacción inmunológica a uno o más de los componentes de la leche, como la proteína caseína. Explica la diferencia entre la alergia a la leche y la intolerancia a la lactosa. **La alergia a la leche es una respuesta inmunológica que implica la producción de anticuerpos específicos para las sustancias presentes en la leche, como la caseína. La intolerancia a la lactosa no involucra al sistema inmunológico, sino que es consecuencia de la incapacidad de producir la enzima lactasa. Puede explicarles a los estudiantes que las personas con alergia a la leche experimentan distintos síntomas de aquellas que son intolerantes a la lactosa. Los síntomas de una alergia a la leche incluyen urticaria, sibilancias y vómitos, en tanto que los síntomas de la intolerancia a la lactosa son malestar gastrointestinal, que incluye gases y diarrea.**

AUTORES (VERSIÓN ORIGINAL EN INGLÉS)

Escrito por Mary Colvard, Cobleskill-Richmondville High School y Eriko Clements, PhD, HHMI

Editado por Susan Dodge y Laura Bonetta, PhD, HHMI

Evaluado en el salón por Dana Frank, Community House Middle School; Fanny Shao, Olympus Academy; Lisa Borgia, Rocky River High School; Lorie Sheinwald, Farmingdale High School; Nicole Reid, Spackenkill High School; Susan Campbell, Brentwood High School