

INTOLERANCIA A LA LACTOSA: ¿REALIDAD O FICCIÓN?

DESCRIPCIÓN GENERAL

Esta actividad se desarrolló como complemento a la película *¿Tienes Lactasa? La Co-evolución de Genes y Cultura*. Los estudiantes evalúan y analizan varios enunciados sobre la intolerancia a la lactosa y sobre su evolución, antes y después de ver la película. Esta actividad se puede utilizar como guía previa para que los estudiantes se enfoquen en varios de los conceptos clave presentados en la película. También puede servir como evaluación, antes y después de ver la película.

CONCEPTOS CLAVE Y OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

- Los seres humanos, al igual que todas las especies, evolucionan y se adaptan al entorno mediante la selección natural. La persistencia de la lactasa es un ejemplo de una adaptación humana que surgió en los últimos 10,000 años en respuesta a un cambio cultural.
- Los entornos físico y cultural pueden afectar las presiones de selección. El consumo de leche generó un entorno en el cual la persistencia de la lactasa era favorable.
- Muchas moléculas en los alimentos tienen que convertirse en moléculas más simples que puedan absorberse y usarse por las células del cuerpo.
- Diferentes enzimas ayudan a digerir distintos tipos de compuestos en los alimentos. Por ejemplo, alguien que no puede digerir la lactosa porque carece de la enzima lactasa de todas maneras podrá digerir las proteínas presentes en la leche.

Los alumnos podrán

- evaluar las afirmaciones en función de la información y la evidencia que se presentan en la película, y
- participar en un debate colaborativo de su interpretación de la evidencia con sus compañeros.

CONEXIONES CURRICULARES (EN ESTADOS UNIDOS)

Currículo	Estándares
AP (estándares de 2012-13)	1.A.1, 1.A.2, 1.C.3, 2.A.2, 2.D.2, 2.E.1, 3.B.1, 3.C.1, 3.C.2
IB (estándares de 2009)	3.2, 3.6, 4.1, 5.4, 6.1, A.3.1, D.3.10
NGSS	MS-PS1.B, MS-LS3.B, MS-LS4.B, MS-LS4.C HS-LS1.A, HS-LS2.A, HS-LS3.A, HS-LS3.B, HS-LS4.B, HS-LS4.C
Troncales	CCSS.ELA-Literacy.RST.6-8.4, CCSS.ELA-Literacy.SL.8.1, CCSS.ELA-Literacy.L.8.1, CCSS.ELA-Literacy.L.8.2, CCSS.ELA-Literacy.L.8.6, CCSS.ELA-Literacy.RST.9-10.4, CCSS.ELA-Literacy.SL.9-10.1, CCSS.ELA-Literacy.L.9-10.1, CCSS.ELA-Literacy.L.9-10.6, CCSS.ELA-Literacy.L.9-10.2, CCSS.ELA-Literacy.RST.11-12.4, CCSS.ELA-Literacy.SL.11-12.1, CCSS.ELA-Literacy.L.11-12.1, CCSS.ELA-Literacy.L.11-12.4, CCSS.ELA-Literacy.L.11-12.6

¿Tienes lactasa?

La co-evolución de genes y cultura

TÉRMINOS CLAVE

glucosa en sangre, ADN codificante, co-evolución, cultura, enzima, gen, lactasa, persistencia de la lactasa, lactosa, intolerancia a la lactosa, ADN no codificante

REQUISITOS DE TIEMPO

Esta actividad se diseñó para completarse durante un período de clase de 50 minutos, que incluye ver la película. Según el tiempo de debate en clase, la actividad puede llevar más tiempo.

AUDIENCIA SUGERIDA

Esta actividad es apropiada para clases de Ciencias de la Vida y Biología en todos los niveles de escuela secundaria.

CONOCIMIENTOS PREVIOS

Sería útil que los estudiantes tengan una comprensión básica de la herencia y la selección natural. Deben saber que las mutaciones son una de las causas de la variación genética. Los estudiantes deben saber que las enzimas son importantes en la digestión y que, en ausencia de la enzima adecuada, hay determinadas moléculas en los alimentos que no pueden digerirse.

MATERIALES

Los estudiantes necesitarán la hoja de trabajo para el estudiante correspondiente a esta actividad, así como también acceso al cortometraje del HHMI *¿Tienes lactasa? La Co-evolución de Genes y Cultura*.

PROCEDIMIENTO

Antes de ver la película

1. Pídales a los estudiantes que trabajen en parejas para completar la columna *Antes* en la tabla. Hágales saber a sus estudiantes que no se espera que sepan todas las respuestas, pero deben registrar sus ideas en esta instancia. También mencione a los estudiantes que, en el caso de algunos enunciados, es posible que no haya una respuesta “correcta”.
2. Genere un debate en el salón sobre cada uno de los enunciados en la hoja de trabajo y pídale a los estudiantes que fundamenten sus respuestas.
3. Pídales a los estudiantes que vean la película con el objetivo de encontrar evidencia que respalde o refute sus respuestas en la hoja de trabajo.

Después de ver la película

4. Haga que los estudiantes trabajen en parejas para analizar la veracidad de los enunciados según la información que se presenta en la película y que completen la columna *Después* en la tabla. Los

estudiantes deben explicar en una o dos oraciones por qué piensan que cada enunciado es verdadero o falso.

5. Modere un debate en el salón sobre cada uno de los enunciados en la hoja de trabajo y pregúnteles a los estudiantes cuáles son verdaderos o falsos. Los estudiantes deberán darse cuenta de que para algunos de los enunciados no hay respuesta correcta. La clave es que los estudiantes respalden sus afirmaciones con información y evidencia de la película.

SUGERENCIAS DIDÁCTICAS

- No hay respuesta correcta o incorrecta para algunos de los enunciados. Por ejemplo, “la lactasa es una enzima” es uno enunciado verdadero. Sin embargo, otros enunciados en la hoja de trabajo tienen una interpretación abierta.
- Debata con los estudiantes que los científicos interpretan las observaciones y los hechos para luego desarrollar hipótesis que puedan ser evaluadas. En el caso de unos pocos enunciados en la hoja de trabajo, podría preguntarles a los estudiantes qué evidencia adicional necesitarían obtener antes de poder evaluarlo.
- Una vez que los estudiantes hayan completado sus hojas de trabajo, podría pedirles que debatan algunas preguntas adicionales que inviten a la reflexión, como por ejemplo “¿Por qué son tan pocas las personas alérgicas a la leche y son tantas aquellas que son intolerantes a la lactosa?” “¿Por qué sería beneficioso para los seres humanos y otros mamíferos perder la capacidad de digerir la leche en la edad adulta?” y “¿Qué quiere decir que la persistencia de la lactasa en los seres humanos es un ejemplo de co-evolución, y qué otros ejemplos puede haber?”
- Los siguientes videos y animaciones proporcionan información adicional sobre la tolerancia/intolerancia a la lactosa:

Genetics of Human Origins and Adaptation, Sarah Tishkoff <http://media.hhmi.org/hl/11Lect2.html>

Recent Adaptations in Humans <http://www.hhmi.org/biointeractive/recent-adaptations-humans>

Lactose Digestion in Infants <http://www.hhmi.org/biointeractive/lactose-digestion-infants>

Natural Selection of Lactose Tolerance <http://www.hhmi.org/biointeractive/natural-selection-lactose-tolerance>

GUÍA DE RESPUESTAS

Cada uno de los enunciados está seguido de información que puede ayudar a orientar el debate con la clase.

1. Los mamíferos bebés necesitan leche para poder sobrevivir.

Según la manera en que los estudiantes interpreten este enunciado, podría considerarse verdadero o falso. De acuerdo a la película, una característica única de los mamíferos es que la madre alimenta a sus crías con leche que ella misma produce. La leche proporciona una dieta equilibrada para el joven mamífero; contiene la cantidad adecuada de proteínas, grasas, azúcares, minerales y vitaminas para apoyar el crecimiento y el desarrollo adecuados del bebé. Sin embargo, algunos estudiantes podrían indicar que los bebés humanos (y los bebés de mamíferos que se domestican o cuidan en zoológicos) pueden sobrevivir con fórmulas lácteas, por lo

¿Tienes lactasa?

La co-evolución de genes y cultura

que en realidad no necesitan la leche de la madre para sobrevivir. La fórmula láctea funciona como un sustituto de la leche.

Información adicional de respaldo:

La mayoría de las fórmulas lácteas para bebés humanos se elaboran con leche de vaca modificada para parecerse a la leche materna humana, se le incorpora el equilibrio adecuado de nutrientes y se produce para simplificar la digestión por parte de los bebés. La mayoría de los bebés no tienen problemas con la fórmula láctea de leche de vaca. Sin embargo, algunos bebés (como aquellos alérgicos a las proteínas presentes en la leche de vaca) necesitan otros tipos de fórmula para bebés, como las fórmulas lácteas a base de soja.

Es posible que los estudiantes se pregunten por qué los bebés no pueden beber directamente leche de vaca. Todas las especies de mamíferos producen leche, pero la composición de la leche de cada especie varía ampliamente. La leche de otros mamíferos es diferente de la leche materna humana. Por ejemplo, la leche de vaca entera contiene muy poca cantidad de vitamina E, hierro y los ácidos grasos esenciales para el crecimiento y el desarrollo de los bebés humanos. También contiene demasiada cantidad de proteína, sodio y potasio, lo que hace que sea difícil de procesar en el caso de los sistemas digestivos de los bebés.

2. La leche es un alimento saludable para los gatos adultos.

En la película, se dice que es riesgoso darle leche a un gato adulto. Muchos veterinarios no recomiendan darles leche de vaca a los gatos adultos. En el ámbito silvestre, la única vez que los mamíferos están expuestos a la lactosa es cuando son bebés y reciben la leche materna. Luego del destete, muchos de estos dejarán de producir lactasa, dado que ya no la necesitan. Si un gato intolerante a la lactosa bebe leche, la lactosa no digerida pasa a través del sistema intestinal, lo que produce diarrea y gases, al igual que ocurre con los seres humanos intolerantes a la lactosa.

No obstante, es posible que algunos estudiantes señalen que conocen gatos que parecen beber leche sin ningún problema. Estos gatos pueden ser tolerantes a la lactosa. Existe cierta evidencia de que la tolerancia a la lactosa ha evolucionado en los gatos del mismo modo que en los seres humanos, y de que la distribución geográfica de la tolerancia a la lactosa en los seres humanos es un reflejo de la distribución de los seres humanos. Los gatos se domesticaron hace entre 8,000 y 5,000 años y es posible que hayan comenzado a beber leche de vacas y cabras domesticadas al igual que sus amos humanos.

3. Durante toda la historia de la humanidad, las personas siempre han consumido la leche de otros animales.

Según la película, la tolerancia a la lactosa y el uso de la leche de animales domesticados surgieron aproximadamente al mismo tiempo, hace alrededor de entre 9,000 y 3,000 años en diferentes partes del mundo. Antes de ese momento, los seres humanos no bebían la leche de otros animales. Para poner esta fecha en perspectiva, recuérdelos a los estudiantes que la evidencia arqueológica y genética sugiere que los seres humanos modernos evolucionaron hace alrededor de 200,000 años y que el linaje que derivó en seres humanos se separó del linaje que derivó en chimpancés y bonobos hace aproximadamente 6 millones de años. Por consiguiente, la industria láctea es una práctica cultural reciente en la historia humana.

Información adicional de respaldo:

Gracias a evidencia arqueológica, sabemos que antes de domesticar a los animales, los seres humanos no bebían la leche de otros animales. El inicio del período Neolítico define la transición de un estilo de vida basado en la

¿Tienes lactasa?

La co-evolución de genes y cultura

caza y la recolección, a una cultura en la que la agricultura y la domesticación animal se convirtieron en la forma de supervivencia dominante. El comienzo de la transición del Neolítico data de hace alrededor de 12,000 años. La domesticación animal comenzó en Medio Oriente hace alrededor de 11,000 años con cabras y ovejas, y luego con ganado. La práctica de domesticación más tarde se expandió en toda Europa. Inicialmente, los animales domesticados eran usados por su carne, pero los seres humanos comenzaron a usarlos por la leche, la lana y la labor.

En la película se describe cómo Richard Evershed de University of Bristol, RU, analizó tiestos antiguos usando espectrometría de masas para encontrar evidencia de que esas vasijas alguna vez contuvieron leche. Identificaron la primera evidencia de la industria láctea en tiestos de casi 9,000 años de antigüedad tomados de Anatolia (Evershed, R. P. *et al.* 2008. *Nature* 455, 528–531).

4. La lactosa es un azúcar presente en la leche.

En la película, se deja en claro que la lactosa es la principal azúcar en la leche.

Información adicional de respaldo:

La lactosa es el principal carbohidrato que se encuentra en la leche. Es un disacárido, un carbohidrato compuesto de dos unidades básicas, o monosacáridos. La lactosa está compuesta por los monosacáridos glucosa y galactosa. La lactosa, la glucosa y la galactosa son carbohidratos solubles en agua.

5. La mayoría de los humanos adultos en todo el mundo pueden digerir la lactosa presente en la leche; una minoría de las personas no puede digerir la lactosa.

Según la película, solo alrededor de un tercio de los adultos humanos de todo el mundo puede digerir la leche. Las personas que pueden digerir la leche durante la adultez sin ningún problema tienen persistencia de la lactasa. La distribución geográfica de la persistencia de la lactasa no es uniforme, y muestra una correlación con los antecedentes del pastoralismo y el uso de la leche.

Es posible que los estudiantes se sorprendan al saber que la mayoría de las personas son intolerantes a la lactosa. Si sus estudiantes son principalmente de descendencia europea y la mayoría de sus amigos y familiares también tienen descendencia europea, es posible que solamente conozcan a personas que son tolerantes a la lactosa. Además, las personas que no producen lactasa y que no pueden digerir la lactosa no siempre saben que son intolerantes a la lactosa. Es posible que el consumo de pequeñas cantidades de leche, o el consumo de queso o yogur (que, por lo general, contienen pequeñas cantidades de lactosa) no produzca ningún síntoma en las personas que no tienen la enzima lactasa.

Información adicional de respaldo:

Según el National Institutes of Health (NIH), la intolerancia a la lactosa, o la incapacidad de digerir la lactosa en la adultez, es más prevalente en las personas de descendencia de Asia Oriental y afecta a más del 90 % de los adultos en algunas de estas comunidades. La intolerancia a la lactosa también es muy común en las personas de descendencia árabe, judía, griega, italiana y de África Occidental. (<http://ghr.nlm.nih.gov/condition/lactose-intolerance>).

6. La digestión de la lactosa produce el aumento de los niveles de glucosa en sangre de una persona.

Una de las animaciones de la película muestra que la digestión de la lactosa produce glucosa y galactosa, y que estos dos azúcares pasan fácilmente del intestino delgado al sistema circulatorio. Por lo tanto, si una persona

¿Tienes lactasa?

La co-evolución de genes y cultura

bebe leche y digiere la lactosa, los niveles de glucosa en sangre deberían aumentar. En la película también se muestra que una manera de determinar si una persona tiene persistencia de la lactasa es monitorear los niveles de glucosa en sangre durante un período después de beber leche.

Podría preguntarles a sus estudiantes qué ocurriría si una persona intolerante a la lactosa tuviera que beber un litro de leche como lo hizo el narrador en la película. Si una persona es intolerante a la lactosa y no puede digerirla, los niveles de glucosa en sangre no aumentarán. Muy probablemente, esa persona sentirá cierta molestia, provocada por náuseas y distensión abdominal. En algunos casos, si una persona intolerante a la lactosa bebe mucha leche, tendrá diarrea.

Información adicional de respaldo:

Muchos alimentos producen el aumento en los niveles de glucosa en sangre. Cuando comemos, las moléculas de los alimentos se descomponen en componentes más pequeños, que afectarán los niveles de glucosa en sangre de manera diferente, según qué tipo de moléculas sean (p. ej., carbohidratos, lípidos o proteínas). También es importante la cantidad que se consume, cómo se absorben las moléculas y la manera en que las células las usan. Casi todos los carbohidratos que consumimos eventualmente se convierten en glucosa, que termina en el torrente sanguíneo y se distribuye a las células. (Los únicos carbohidratos que no se convierten en glucosa son aquellos que no pueden digerirse, como las fibras). Las células convierten la glucosa en la energía necesaria para las funciones de todo el organismo, como respirar, digerir y producir células.

Es posible que los estudiantes hayan escuchado sobre la relación de la glucosa con la diabetes. El término diabetes mellitus hace referencia a un grupo de enfermedades que afectan la manera en que el cuerpo usa la glucosa en sangre. Normalmente, la glucosa presente en la sangre ingresa en las células, donde se la usa como energía. Para que la glucosa ingrese en las células, el cuerpo tiene que producir la hormona insulina. Las personas que padecen de diabetes no tienen suficiente insulina o sus células no responden a la insulina que se produce. De cualquier manera, el resultado es que las células no absorben la glucosa de manera apropiada y hay demasiada cantidad de glucosa en la sangre. Demasiada cantidad de glucosa en sangre puede derivar en problemas de salud graves.

Todas las personas, incluso aquellas que padecen de diabetes, necesitan glucosa para obtener energía. Sin embargo, las personas que padecen de diabetes necesitan equilibrar la cantidad de alimento que consumen (en especial, aquellos que contienen carbohidratos) con los medicamentos y el nivel de actividad física, para asegurarse de que los niveles de glucosa en sangre no estén demasiado altos o demasiado bajos.

7. La intolerancia a la lactosa es una alergia a la leche y a los productos derivados de la leche.

Si bien en la película no se habla sobre las alergias a la leche, es posible que los estudiantes sepan que las alergias se relacionan con el sistema inmunológico, en tanto que la intolerancia a la lactosa no. En la película, se explica que la intolerancia a la lactosa es la incapacidad de digerir el disacárido lactosa debido a la falta de la enzima lactasa. Una alergia a la leche es una respuesta anormal del sistema inmunológico del cuerpo a la leche y los productos que contienen leche.

Información adicional de respaldo:

A nivel internacional, entre el 2 % y el 6 % de los bebés y del 0.1 % al 0.5 % de los adultos padecen de alergia a la leche de vaca (Crittenden, R. G. y L. E. Bennett., 2005. Cow's milk allergy: a complex disorder. *Journal of the American College of Nutrition* 24(6 Suppl):582S–591S). Esto significa que, a diferencia de la intolerancia a la

lactosa, una alergia a la leche es una afección poco frecuente que afecta principalmente a los bebés. En ocasiones, a los pacientes con alergia a la leche se les da fórmula láctea a base de soja.

Las alergias se relacionan con el sistema inmunológico del cuerpo. Cuando alguien es alérgico a un alimento en particular, el sistema inmunológico reacciona de manera exagerada a una o más proteínas de ese alimento. Cuando una persona alérgica consume proteínas de la leche, el sistema inmunológico las interpreta como patógenos y responde de manera inadecuada para ahuyentar al invasor. Esta respuesta es lo que produce una reacción alérgica. La causa principal de las alergias a la leche es una proteína presente en la leche de vaca denominada caseína.

8. La intolerancia a la lactosa es un rasgo genético.

En la película, se explica que el hecho de que una persona sea tolerante o intolerante a la lactosa depende de un cambio en el material genético o ADN. Por lo tanto, los estudiantes deberán llegar a la conclusión de que la intolerancia a la lactosa es un rasgo genético.

Información adicional de respaldo:

Sería más preciso decir que la impersistencia de la lactasa es el rasgo genético. El cambio genético en el gen que codifica la lactasa afecta la producción de la enzima en los adultos. Una persona que no produce lactasa (es decir, que tiene impersistencia de la lactasa) *probablemente* tendrá síntomas de intolerancia a la lactosa (p. ej., distensión abdominal y diarrea), pero no necesariamente. Eso depende de una variedad de factores, como la cantidad de leche que bebe una persona, si esa persona consume leche o yogur, así como también la composición de la flora intestinal bacteriana de la persona. Sin embargo, los términos impersistencia de la lactasa e intolerancia a la lactosa, a menudo, se usan como sinónimos.

REFERENCIAS

MedlinePlus. Diabetes. <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/diabetes.html>

National Digestive Diseases Information Clearinghouse (NDDIC) Lactose Intolerance. <http://digestive.niddk.nih.gov/ddiseases/pubs/lactoseintolerance/>

MedlinePlus. Cow's Milk-Infants. <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/ency/article/002448.htm>

Wooding, S.P. 2007. Following the Herd. *Nature Genetics* **39**: 7-8.

AUTORES (VERSIÓN ORIGINAL EN INGLÉS)

Escrito por Mary Colvard, Cobleskill-Richmondville High School (jubilada), Deposit, Nueva York

Editado por Susan Dodge y Laura Bonetta, PhD

Revisado por Paul Beardsley, PhD, Cal Poly Ponomo

Evaluado en el aula por Angeliki Aravantinos, John Bowne High School; Dana Frank, Community House Middle School; Donald R. Kirkpatrick, Marion High School; Jack Saffer, Central Islip High School; Jen Stites, John Hancock College Prep High School; Jennifer Corleto, Ward Melville High School; Jeremy Barlow, Uniondale High School; Karin Marcotullio, Ballston Spa High School; Linda Ciota, St John the Baptist Diocesan High School; Luisa McHugh, William Floyd Middle School; Mark Little, Broomfield High School; Moira Chadzutko, St. John the Baptist Diocesan High School; Nicole Reid, Spackenkill High School; Robert Bolen, Eastport South Manor Junior/Senior High School; Teresa Ware, Tupelo High School