

# Las Consecuencias Potenciales de la Variabilidad y Cambios en el Clima

## SALUD HUMANA

### Clima y Enfermedad: Una Conexión Crítica



#### UN RECURSO DE ACTIVIDADES PARA MAESTROS

*Respondiendo a las Pautas Nacionales de  
Educación en:*

- *Artes de la Lengua Inglesa*
- *Geografía*
- *Matemáticas*
- *Ciencia*
- *Estudios Sociales*

---

Esta actividad de aprendizaje fue desarrollada para examinar los impactos potenciales de la variabilidad y cambios en el clima. Cada actividad es parte de una serie global titulada **Las Consecuencias Potenciales de la Variabilidad y Cambios en el Clima**, que incluye recursos para maestros de 1-12. Doce módulos (10 impresos y 2 recursos en línea) abarcan el conjunto y se presentan más abajo:

### **VISIÓN GENERAL**

- Demasiadas Mantas (Grados 1–4)
- Equilibrio Global (Grados 5–12)

### **AGRICULTURA**

- El Niño (Grados 5–8)  
Esta actividad se proporciona sólo en formato en línea y está disponible en:  
<http://ois.unomaha.edu/casde/casde/lessons/Nino/teacherp.htm>.
- ¿El Gran Desierto Americano? (Grados 9–12)  
Esta actividad se proporciona sólo en formato en línea y está disponible en:  
<http://ois.unomaha.edu/casde/casde/lessons/grass/teacherp.htm>.

### **ÁREAS COSTERAS**

- ¿Qué podría hacerle un Huracán a mi Casa? (Grados 5–8)
- ¿Qué es el Niño? (Grados 5–8, 9–12)
- Arrecifes de Coral en Agua Caliente (Grados 9–12)

### **BOSQUES**

- Una Situación Pegajosa (Grados 5–8)
- Vigilancia del Planeta (Grados 9–12)

### **SALUD HUMANA**

- Más allá de la Picadura: Mosquitos y Malaria (Grados 5-8, 9-12)
- Clima y Enfermedad: Una Conexión Crítica (Grados 9–12)

### **AGUA**

- Aquí, Allá, En Todas Partes (Grados 7–8, 9–12)

El desarrollo de las actividades fue patrocinado por la Administración Nacional Aeronáutica y del Espacio y la Agencia de Protección Ambiental, en apoyo al Programa de Investigación acerca del Cambio Global en los Estados Unidos. El Instituto para Estrategias Ambientales Globales puso en ejecución el esfuerzo. Para mayor información, vea <http://www.strategies.org> . Para recursos adicionales, por favor visite <http://teach.earth.com>— Recursos para Enseñanza y Aprendizaje acerca de la Ciencia del Sistema de la Tierra.

---

# Variabilidad y Cambios en el Clima

## SALUD HUMANA

---

### Escrito por:

Carl W. Bollwinkel, en colaboración con Barbara A. Bonnett, Rosalie J. Cochran, Centro para Educación Ambiental y de Energía, University of Northern Iowa, Cedar Falls, IA;  
y Carol Schutte, North Iowa Area Community College, Cedar Falls, IA.

### Preparado por:

Stacey Rudolph, Especialista Senior en Educación Científica, El Instituto para Estrategias Ambientales Globales, Arlington, VA.  
Diseño Gráfico por Susie Duckworth.

## DOS ACTIVIDADES

# Clima y Enfermedad: Una Conexión Crítica



### CONTENIDO

Niveles de Grado; Tiempo Requerido; Objetivos; Disciplinas Que Abarca; Conocimiento Previo Necesario: Maestro; Conocimiento Previo Necesario: Estudiantes .....	2
Términos y Conceptos Clave; Lectura Sugerida/Recursos .....	3
Actividad Uno: El Juego de la Cadena .....	4
Hoja de Trabajo para Actividad Uno del Estudiante .....	5
Actividad Dos: Genes y Gérmenes .....	7
Hoja de Trabajo para Actividad Dos del Estudiante .....	8
Hoja de Trabajo de Genética para Actividad Dos del Estudiante .....	12
Apéndice A: Bibliografía .....	14
Apéndice B: Rúbrica de Evaluación y Clave para Respuestas .....	15
Apéndice C: Pautas Nacionales de Educación: .....	17
Apéndice D: Materiales .....	19

## CLIMA Y ENFERMEDAD: UNA CONEXIÓN CRÍTICA

Aunque las siguientes actividades están diseñadas para utilizar habilidades y conocimientos específicos a través de la investigación científica, su intención más amplia es estimular el pensamiento acerca de los impactos a largo plazo de un planeta más caliente.

### NIVELES DE GRADOS

Grados 9–12

### TIEMPO NECESARIO

Dos a tres periodos de clase

### OBJETIVOS

Esta actividad está diseñada para ayudar a los estudiantes a:

- Analizar cómo la variabilidad puede afectar la cadena alimenticia
- Predecir cambios en la población animal debido a la variabilidad en el clima.
- Interpretar la relación entre variabilidad climática y enfermedades, tal como es explicada por los conceptos básicos de ecología y genética.

### DISCIPLINAS QUE ABARCA

- Biología
- Ciencia del Sistema de la Tierra
- Ecología
- Geografía
- Artes del Lenguaje
- Matemáticas
- Estudios Sociales

### CONOCIMIENTO PREVIO NECESARIO: MAESTRO

- Algunos modelos de cambio climático sugieren ~~que el tiempo atmosférico errático es un efecto temprano de la variabilidad en el clima.~~
- Una enfermedad mortal- síndrome pulmonar del hantavirus — parece estar perjudicando la salud humana como resultado del tiempo atmosférico variable. La investigación reciente indica que ésta es una enfermedad vieja que ha sido identificada recientemente.

- Los hantavirus han sido identificados en varias poblaciones de roedores. Parece que tienen poco efecto sobre los roedores, pero puede ser contraída por los humanos de la saliva, orina y heces de los roedores.
- Los hantavirus pueden causar varias enfermedades graves que usualmente afectan la función de sus riñones.
- En 1993, la infección por hantavirus fue confirmada en el suroeste de los Estados Unidos en 94 personas, 48 por ciento de las cuales murieron.

### CONOCIMIENTO PREVIO NECESARIO: ESTUDIANTES

Las siguientes habilidades y conocimiento aumentarán la participación de los estudiantes en estas actividades:

- Conocimiento de las cadenas alimenticias;
- Conocimiento básico de la genética.
- Este estudio de caso que involucra causa y efecto está simplificado enormemente para demostrar el enlace entre variaciones climáticas y el contagio de la enfermedad. Las conexiones dentro de los sistemas encontrados en la naturaleza son mucho más complejas.

#### ■ Una introducción a la genética.

Las características humanas biológicas, tales como altura y color de los ojos, son heredadas de padres a hijos mediante unidades discretas llamadas genes. Estos genes proporcionan la información que hace que cada individuo sea único.

La primera persona en estudiar los genes fue Gregor Mendel, un monje austríaco. En 1866, Mendel publicó sus hallazgos por sus estudios de la planta de guisantes. Él encontró que haciendo híbridos, podía seguir la pista de los rasgos mostrados por las plantas progenie (vástagos). Después de estudiar muchas generaciones de estas plantas concluyó que las “unidades de herencia” discretas son lo que determinaron los rasgos que él estaba observando. Cada rasgo estaba determinado, a su vez, por dos unidades de herencia, o genes, que provienen de cada planta progenitora.

En sus estudios, Mendel también encontró que cada rasgo puede ser expresado de forma diferente. Él determinó que esto se debe a los alelos, o información de gen alternativa para un rasgo. Por ejemplo, una flor para el mismo tipo de planta puede ser rosada o blanca, siendo cada color representación de un alelo. Sus experimentos determinaron además que algunos de estos alelos eran dominantes sobre otros. Por ejemplo, si dos plantas se cruzaban, una con dos genes para una flor rosada (designemos a éste como el gen dominante), el otro con dos genes para una flor blanca (designemos a éste como el gen recesivo), la flor resultante tendrá un gen para las flores rosadas y un gen para las flores blancas. Puesto que el gen rosado es dominante sobre el gen blanco, la flor resultante será rosada.

### **TÉRMINOS Y CONCEPTOS CLAVE**

Los siguientes términos y conceptos serán presentados en el siguiente texto y actividades:

- Clima
- Variabilidad y Cambio Climático
- Gen dominante
- Ecología
- Variación genética
- Genética
- Síndrome pulmonar por hantavirus
- Gen recesivo
- Tráfico

### **LECTURA SUGERIDA/ RECURSOS**

#### ■ **PUBLICACIONES**

Epstein, Paul R. 1998. *Cambios Climáticos: Un Resumen de Temas de Salud y Cambio Climático*. World Wildlife Fund. Washington, DC.

Los textos de biología de escuela secundaria que ofrecen instrucción básica en genética y enfermedades virales serían de utilidad.

#### ■ **PÁGINAS WEB**

Todo acerca del Hantavirus: El Niño

<http://www.cdc.gov/ncidod/diseases/hanta/hps/noframs/elnino.htm>

Hechos Básicos acerca de HPS y el hantavirus

<http://www.hantavirus.net/info1.html>

El Proyecto de Biología: La Genética Mendeliana

[http://www.biology.arizona.edu/mendelian\\_genetics/mendelian\\_genetics.html](http://www.biology.arizona.edu/mendelian_genetics/mendelian_genetics.html)

Página Web de Evaluación Integrada de Salud Humana y Cambio Climático: Impactos sobre la Salud Humana

<http://www.jhu.edu/~climate/health.html>

Preguntas Frecuentes Acerca de Ecología

<http://advlifesupport.jsc.nasa.gov/>

Centro de Aprendizaje de la Ciencia Genética

<http://gslc.genetics.utah.edu/>

Harmon Science Center

Guía para Maestros Empalme de la Vida

Actividad Uno— Cuadrados de Punnett

<http://www.sciencecenter.org/splicpg1.htm>

Página Web Mendel

<http://www.netspace.org/MendelWeb/>

Hechos NASA: Temas de Ciencia

[http://trmm.gsfc.nasa.gov/climate\\_disease.html](http://trmm.gsfc.nasa.gov/climate_disease.html)

Impactos sobre la Salud Pública

<http://www.jhu.edu/~climate/health.html>

Ciencia del Sistema de la Tierra

<http://earth.nasa.gov/science/index.html>

Seguir la pista al ratón en la casa

[http://www.enn.com/news/ennstories/1999/05/052599/hantavirus\\_3317.asp](http://www.enn.com/news/ennstories/1999/05/052599/hantavirus_3317.asp)

## ACTIVIDAD UNO

# El Juego de la Cadena

Las Actividades Uno y Dos están diseñadas para ayudar a comprender de qué manera el tiempo atmosférico errático y/o variación genética pueden haber desempeñado una función en la epidemia del hantavirus.

### MATERIALES

- Tablero del juego de la cadena alimenticia (Apéndice D)
- Piezas de juego que representan a los organismos de los niveles tróficos – plantas, saltamontes, ratones ciervo y búhos (Apéndice D).
- Tres grupos de piezas del juego, por ejemplo:
  - Grupo A – tiene un solo organismo en cada pieza
  - Grupo B – tiene piezas con unas pocas del mismo organismo en cada pieza y piezas con muchos del mismo organismo en cada pieza.
  - Grupo C – tiene cuatro piezas que describen al hantavirus, un humano, el sol y la lluvia (Apéndice D)
- Acceso a Internet

### PROCEDIMIENTO

#### **Paso 1**

Distribuir los materiales del Apéndice D y la Hoja de Trabajo para *Actividad Uno del Estudiante: El Juego de la Cadena*.

#### **Paso 2**

Coloca a los estudiantes en grupos de tres o cuatro y trabaja hasta la Parte 4.

#### **Paso 3**

Cuando los estudiantes hayan completado la Parte 4, discute con la clase los siguientes temas:

- Los efectos de la temperatura y la humedad sobre la cadena alimenticia;
- Cómo las enfermedades son pasadas a través de la cadena alimenticia; y
- Cómo el cambio climático puede afectar la propagación de enfermedades a través de la cadena alimenticia.

### CONCLUSIÓN

- Pide a los estudiantes que compartan sus cadenas alimenticias para las Partes 1-4.
- Discute con los estudiantes posibles motivos para estas diferencias.
- Discute con los estudiantes sus respuestas a la pregunta de la Parte 4.

### EXTENSIONES

1. Haz que los estudiantes investiguen áreas en los Estados Unidos que han pasado por sequías y fuertes lluvias. ¿Fueron exactas sus predicciones de la cadena alimenticia? ¿Por qué o por qué no?
2. Investiga otros factores climáticos (es decir, temperatura) que puedan influir sobre la cadena alimenticia. Repite la actividad usando estos factores.


---

## Hoja de Trabajo para Actividad Uno del Estudiante: EL JUEGO DE LA CADENA

---

### Parte 1


El hantavirus vive en el ratón ciervo de patas blancas. El virus probablemente no es útil para los ratones, pero no parece causarles enfermedades o la muerte.

- 
 • Utiliza piezas del Grupo A y el tablero del juego de la cadena alimenticia para formar una cadena alimenticia para el ratón ciervo.
- Registra la cadena alimenticia a la derecha. Discute tu distribución con otros grupos, y comprueba si están de acuerdo.

---

### Parte 2

El área de las “Cuatro Esquinas” de los Estados Unidos – donde se unen Colorado, Utah, Arizona y Nuevo México – había sufrido seis años de sequía severa, cuando en la Primavera de 1993, comenzó un periodo de lluvias fuertes.

- 
 • Con los Grupos A y B y el tablero de juego, muestra la cadena alimenticia tal como podría haber sido justo antes de que comenzaran las lluvias fuertes.
- Considera la posibilidad de añadir piezas del Grupo C (éstas pueden ser colocadas sobre el tablero fuera de los cuadrados).
- Registra la cadena alimenticia a la derecha y discute tu distribución con otros grupos.

---

**Parte 3**

- Con los Grupos A y B, el tablero de juego, y las mismas piezas que en la Parte 2, muestra la cadena alimenticia tal como podría haber sido poco después de que comenzaran las lluvias fuertes.
- Considera añadir las piezas del Grupo C al tablero de la cadena alimenticia.
- Registra la cadena alimenticia a la derecha y discute tu distribución con otros grupos.

*NOTA: Puede ser de utilidad recordar que los búhos sólo tienen una familia de crías por año y los ratones con frecuencia tienen muchas.*

---

**Parte 4**

- Con los Grupos A y B y el tablero de juego, muestra la cadena alimenticia tal como podría haber sido alrededor de un año después de que las lluvias fuertes comenzaran.
- Considera añadir las piezas del Grupo C al tablero de la cadena alimenticia.
- Registra la cadena alimenticia a la derecha y discute tu distribución con otros grupos.

Se ha sugerido que los depredadores principales todavía no eran abundantes después de un año de lluvias fuertes. ¿Qué podría servir para explicar esto?



# ACTIVIDAD DOS

## Genes & Gérmenes

Las **Actividades Uno** y **Dos** están diseñadas para ayudarte a comprender de qué manera el tiempo atmosférico errático y/o la variación genética pueden haber desempeñado una función en la epidemia de hantavirus.

### MATERIALES

- Una moneda
- Acceso a internet

### PROCEDIMIENTO

#### **Paso 1**

Lee y revisa con los estudiantes los párrafos de apertura para la **Hoja de Trabajo para Actividad Dos del Estudiante: Genes y Gérmenes** (ver página 8). Asegúrate de que todos los estudiantes comprendan la actividad antes de que comiencen.

#### **Paso 2**

Explica que cada uno se convertirá en miembro de una población de búhos. Estudiando la genética y la reproducción, ellos determinarán de qué manera la variabilidad climática alterará esta población. Asigna a cada estudiante un par de genes (“EE”, “Ee” o “ee”), asegurándote de tener una proporción de 1:2:1 para toda la clase.

#### **Paso 3**

Completa las **Hojas de Trabajo para Actividad Dos del Estudiante**

### CONCLUSIÓN

- Discute cómo la genética de las crías difirió debido a condiciones climáticas cambiantes.
- Discute cómo y por qué la genética de las crías difirió entre los estudiantes.
- Pregunta a los estudiantes cómo las condiciones climáticas afectaron la propagación del hantavirus a las personas.

### EXTENSIONES

1. Identifica otra enfermedad afectada por el clima. ¿Cuáles son los factores climáticos que afectan a esta enfermedad?
2. Discute con los estudiantes qué significa heterocigótico y homocigótico. Luego, haz que los estudiantes practiquen usando cuadros Punnett.

---

## Hoja de Trabajo para Actividad Dos del Estudiante : GENES y GÉRMENES

---

Las nuevas investigaciones están indicando que los cambios en la propagación de enfermedades pueden estar correlacionados con cambios en los patrones del tiempo atmosférico. Estos cambios pueden ocurrir en todo el mundo. Por ejemplo:

- El calentamiento global puede causar un aumento en la precipitación. Con este aumento en la precipitación se produce un aumento en la esorrentía de los diminutos ooquistes criptosporidio dentro de las fuentes públicas de agua. El criptosporidio es un protozoo que puede encontrarse en el ganado y la fauna silvestre, como por ejemplo, vacas y ciervos. Los procesos de purificación estándar para agua potable en los Estados Unidos involucran la desinfección con cloro, que tiene poco efecto sobre el organismo, y la filtración, que sólo puede eliminar el pequeño protozoo si se monitorea y se controla de forma correcta.
- La esquistosomiasis es una enfermedad devastadora que se encuentra en el Delta del Río Nilo. Los parásitos, usando caracoles como sus anfitriones, se encuentran en áreas con una elevada humedad en el suelo. Los caracoles tienen una mejor oportunidad de supervivencia a medida que aumenta la cantidad de humedad en el área, lo que aumenta las posibilidades de propagar la enfermedad a los humanos.

Esta actividad se basará en lo que ya has descubierto en la **Actividad Uno**. Veamos cómo un par de genes con una simple relación dominante y recesivo podrían desempeñar una función en el siguiente escenario.

Supón que los búhos en esta cadena alimenticia tienen un par de genes que les permiten vivir una vida saludable si el clima permanece moderadamente húmedo, pero tienen una vida poco saludable si el clima es extremadamente húmedo o seco. Estos genes originalmente vinieron de los padres – un gen de la hembra y un gen del macho. La letra “e” representará cada gen; puede ser una “E” mayúscula para el dominante, o una “e” minúscula para el recesivo. Mientras un búho tenga al menos un gen “E”, puede sobrevivir en un clima extremadamente húmedo o seco; sin embargo, si tiene dos genes “e”, no puede.

Supondremos que la población habitual de búhos tiene una proporción 1:2:1 para este rasgo – es decir, por cada búho que sea “EE”, hay dos que son “Ee”, y uno que es “ee”. Averiguemos qué ocurrirá a esta población de búhos en un clima moderado haciendo la siguiente actividad.

---

**Parte 1**

Cada participante, o búho, en esta actividad tiene dos genes (es decir, “EE”, “ee” o “Ee”) asignados por el maestro, y sólo uno de los genes está disponible para cualquier apareamiento particular. En tu hoja de trabajo de genética escribe una “E” si te asignaron “EE”, o una “e” si te asignaron “ee” bajo las palabras “TU GEN”. Si te asignaron “Ee”, arroja al aire una moneda para determinar cuál escribir.

- ¿Por qué la mitad de la clase debería tener una letra mayúscula (dominante) y la mitad de la clase una letra minúscula (recesivo)?

Los búhos se aparean y, por lo tanto, producen crías una vez al año. Supondremos que sólo una cría sobrevive para reproducirse el siguiente año. El apareamiento se hace al azar dentro de la población, o clase. Por cada generación seleccionarás una pareja de la población. Tú y tu pareja determinarán entonces los genes que son pasados a tu cría. Recuerda, si tú y tu pareja son una “Ee”, debes arrojar al aire una moneda para determinar cuál gen está involucrado en el apareamiento. Luego, debes suponer los genes de la cría para aparearse el año siguiente – es decir, tú desempeñarás la función de la nueva cría.

---

**Parte 2**

Utiliza la hoja de trabajo para seguir el patrón de apareamiento por seis años y tabula la composición genética para todas las crías de búho producidas. Supón que el tiempo atmosférico ha sido normal durante este periodo (es decir, no extremadamente húmedo ni seco).



- ¿Cuál es el número total de crías producidas de todos los apareamientos?
  - ¿Cuál es la proporción genética de esta población?
  - ¿Cómo afectará esta población de búhos a su cadena alimenticia (remitirse de nuevo a la Actividad Uno)?
- 
- Predice la propagación del hantavirus a las personas (piensa acerca de la cadena alimenticia).

---

**Parte 3**

Repite las partes uno y dos para un periodo seco de seis años, durante el cual todos los búhos “ee” mueren. Una vez “muertos” ya no podrás ser capaz de aparearte, y debes tomar tu asiento.



- ¿Cuál es el número total de crías producidas a partir de todos los apareamientos?
  - ¿Cuál es la proporción genética de esta población?
  - ¿Cómo afectará esta población de búhos a su cadena alimenticia?
- 
- Predice la propagación del hantavirus a las personas.

---

#### Parte 4

Los datos genéticos para un periodo húmedo de 6 semanas serán iguales que para un periodo seco.

- ¿Cómo fue afectada la población?



- ¿Cómo afectará esto a la cadena alimenticia?

- Predice la propagación del hantavirus a las personas

## Hoja de Trabajo de Genética para Actividad Dos del Estudiante : GENES Y GÉRMENES

**Tu composición genética:**



### PRECIPITACIÓN NORMAL

	Tu Gen	x	Gen de la Pareja	=	Gen de la Cría
Generación 1					
Generación 2					
Generación 3					
Generación 4					
Generación 5					
Generación 6					

---

**HOJA DE TRABAJO DE GENÉTICA PARA ACTIVIDAD DOS DEL ESTUDIANTE:  
GENES Y GÉRMENES**


---

**Tu composición genética:**

**6 AÑOS DE SEQUÍA/HUMEDAD**

Tu Gen                    x                    Gen de la Pareja                    =                    Gen de la Cría

Generación 1			
Generación 2			
Generación 3			
Generación 4			
Generación 5			
Generación 6			

## Apéndice A

# Bibliografía

Epstein, Paul R. 1995. “Enfermedades Emergentes e Inestabilidad del Ecosistema: Nuevas Amenazas a la Salud Pública” *American Journal of Public Health (Revista Americana de Salud Pública)*. 85(2): 168–172

El Cambio Climático puede Impactar las Enfermedades Transmitidas por el Agua  
<http://www.psu.edu/ur/NEWS/news/crypto.html>

Enciclopedia Encarta: Mendel, Gregor Johann  
<http://encarta.msn.com/index/conciseindex/2A/02A8A000.htm?z=1&pg=2&br=1>

Centro de Aprendizaje de la Ciencia Genética  
<http://gslc.genetics.utah.edu/basic/concepts/inheritance/index.html>

Hechos de la NASA: Temas Científicos  
[http://trmm.gsfc.nasa.gov/climate\\_disease.html](http://trmm.gsfc.nasa.gov/climate_disease.html)



# Rúbrica de Evaluación y Clave para Respuestas

## Rúbrica de Evaluación

Para ser usada después de completar ambas actividades de Salud Humana:

*Más allá de la Mordedura: Mosquitos y Malaria, y Clima y Enfermedad: Una Conexión Crítica.*

HABILIDAD	Excelente (4)	Bueno (3)	Satisfactorio (2)	Deficiente (1)
<b>Datos</b>	Capaz de manipular (usar) datos de factores limitantes: temperatura, genética y población de la cadena alimenticia	Capaz de manipular (usar) dos de los anteriores grupos de datos.	Capaz de manipular (usar) uno de los anteriores grupos de datos.	No es capaz de manipular (usar) los grupos de datos.
<b>Presentación</b>	Capaz de mostrar* claramente factores limitantes de las cadenas alimenticias, factores genéticos y distribución geográfica.	Capaz de mostrar* dos de los factores limitantes.	Capaz de mostrar* uno de los factores limitantes.	No es capaz de mostrar* factores limitantes.
<b>Concepto</b>	Capaz de explicar* que la temperatura, lluvia y composición genética son factores limitantes.	Capaz de explicar* dos de los anteriores como factores limitantes.	Capaz de explicar* uno de los anteriores como factores limitantes.	No es capaz de explicar* los anteriores como factores limitantes.
<b>Relaciones</b>	Capaz de comunicar* claramente cómo la interacción de temperatura, precipitación y genética controla la propagación de la enfermedad.	Capaz de comunicar* cómo la interacción de dos de los anteriores controla la propagación de la enfermedad.	Capaz de comunicar* cómo uno de los anteriores controla la propagación de la enfermedad.	No es capaz de comunicar* cómo los factores anteriores controlan la propagación de la enfermedad.
<b>Aplicaciones</b>	Capaz de aplicar la comprensión de las relaciones de los tres factores limitantes a otro problema de la salud relacionado con el clima.	Capaz de aplicar la comprensión de las relaciones de dos factores limitantes a otro problema de salud relacionado con el clima.	Capaz de aplicar la comprensión de un factor limitante a otro problema de salud relacionado con el clima.	No es capaz de aplicar la comprensión de un factor limitante a otro problema de salud relacionado con el clima.

\*Los estudiantes pueden usar cualquier forma de comunicación apropiada, artes del lenguaje, matemáticas, bellas artes, etc..

*Las respuestas de los estudiantes deberían ser en sus propias palabras y en oraciones completas.*

---

**CLAVE DE RESPUESTAS** Hoja de Trabajo para Actividad Uno del Estudiante – EL JUEGO DE LA CADENA

**Parte 1**

La secuencia debería ser búho-ratón-saltamontes-planta. El búho debería estar en la parte superior, pero algunos podrían ir en la dirección opuesta con una explicación.

**Parte 2**

Habría pocas plantas debido a la falta de lluvia, y otros niveles no serán muy grandes debido a la falta de suministro de alimentos.

**Parte 3**

Más lluvia trae más plantas y algunos incrementos en la población aumentan la cadena alimenticia.

**Parte 4**

Las lluvias continúan y todas las poblaciones aumentan. El hantavirus se distribuye de forma más amplia.

**CLAVE DE RESPUESTAS** Hoja de Trabajo para Actividad Dos del Estudiante – GENES y GÉRMENES

**Parte 1**

La mitad de la clase debería tener una letra mayúscula (dominante) y la mitad de la clase debería tener una letra minúscula (recesivo), siempre y cuando la proporción inicial sea 1:2:1. El par dominante homocigótico de genes “EE” transmitirá un gen “E” dominante. El par recesivo homocigótico de genes “ee” transmitirá un gen “e” recesivo. El par heterocigótico de genes transmitirá un dominante “E” 50% de las veces y un recesivo “e” 50% de las veces.

**Parte 2**

- El número total de crías producidas de todos los apareamientos es 6x el número de parejas que se aparean.
- La proporción genética de esta población debería 1:2:1, o un número cercano.
- Todas las poblaciones permanecen más bien estables.
- Las poblaciones de ratones permanecen estables y la propagación del hantavirus es moderada.

**Parte 3**

- La población de búhos disminuyó. La proporción mostrará una disminución en el gen recesivo (“e”).
- El número de ratones aumenta.
- Más ratones significa más excrementos, lo que aumenta la propagación del hantavirus.

**Parte 4**

- Esto hace que disminuya la población de búhos.
- Las respuestas acerca de cómo esto afectará a la cadena alimenticia pueden variar, siempre y cuando sean científicamente exactas.
- Las predicciones de cómo esto causará la propagación del hantavirus a la gente pueden variar, siempre y cuando sean científicamente exactas.

# Pautas Nacionales de Educación

*Esta actividad responde a las siguientes Pautas Nacionales de Educación*

## PAUTAS PARA ARTES DE LA LENGUA INGLESA

**Pauta 3:** Los estudiantes aplican una amplia gama de estrategias para comprender, interpretar, evaluar y apreciar textos. Apelan a su experiencia previa, sus interacciones con otros lectores y escritores, su conocimiento del significado de las palabras y de otros textos, sus estrategias de identificación de palabras y su comprensión de las características textuales (por ejemplo, correspondencia sonido-letra, estructura de la oración, contexto, gráficos).

**Pauta 4:** Los estudiantes ajustan su uso del lenguaje hablado, escrito y visual (por ejemplo, convenciones, estilo, vocabulario) para comunicarse efectivamente con una variedad de audiencias y para propósitos diferentes.

**Pauta 5:** Los estudiantes emplean una amplia gama de estrategias mientras escriben y usan diferentes elementos del proceso de escritura de forma apropiada para comunicarse con diferentes audiencias para una variedad de propósitos.

**Pauta 6:** Los estudiantes aplican el conocimiento de la estructura del lenguaje, convenciones del lenguaje (por ejemplo, ortografía y puntuación), técnicas de medios, lenguaje figurado y género para crear, criticar y discutir diferentes textos impresos y no impresos.

**Pauta 7:** Los estudiantes conducen investigaciones sobre temas e intereses generando ideas y preguntas, y planteando problemas. Ellos reúnen, evalúan y sintetizan datos de una variedad de fuentes (por ejemplo, textos impresos y no impresos, artefactos, personas) para comunicar sus descubrimientos en formas que se adecúen a su propósito y audiencia.

**Pauta 8:** Los estudiantes usan una variedad de recursos tecnológicos y de información (por ejemplo, bibliotecas, bases de datos, redes de computación, video) para reunir y sintetizar información y para crear y comunicar conocimiento.

**Pauta 12:** Los estudiantes usan lenguaje hablado, escrito y visual para lograr sus propios propósitos (por ejemplo, para aprendizaje, disfrute, persuasión e intercambio de información).

*Consejo Nacional de Maestros de Inglés y Asociación Internacional de Lectura. 1996. Pautas para Artes de la Lengua Inglesa p. 24-46. Urbana, Illinois y Newark, Delaware: Consejo Nacional de Maestros de Inglés y Asociación Internacional de Lectura.*

## PAUTAS NACIONALES DE GEOGRAFÍA GEOGRAFÍA PARA LA VIDA (9–12)

**Pauta 3 de Geografía:** *El Mundo en Términos Espaciales.* Cómo analizar la organización espacial de personas, lugares y ambientes sobre la superficie de la Tierra.

**Pauta 4 de Geografía:** *Lugares y Regiones.* Las características físicas y humanas de los lugares.

**Pauta 7 de Geografía:** *Sistemas Físicos.* Los procesos físicos que moldean los patrones de la superficie de la Tierra.

**Pauta 8 de Geografía:** *Sistemas Físicos.* Las características y distribución espacial de los ecosistemas sobre la superficie de la Tierra.

**Pauta 15 de Geografía:** *Ambiente y Sociedad.* Cómo los sistemas físicos afectan a los sistemas humanos.

*Sociedad Geográfica Americana, Asociación de Geógrafos Americanos, Consejo Nacional para la Educación Geográfica y Sociedad Geográfica Nacional. 1994. Geografía para la Vida: Pautas Nacionales de Geografía, p. 183-222. Washington, D.C. Investigación y Exploración Geográfica Nacional.*

## **PLAN DE ESTUDIOS Y PAUTAS DE EVALUACIÓN PARA MATEMÁTICAS ESCOLARES (9-12)**

**Pauta 1:** Matemáticas como resolución de problemas.

**Pauta 3:** Matemáticas como razonamiento.

**Pauta 4:** Conexiones matemáticas.

*Consejo Nacional de Maestros de Matemáticas. 1989. Plan de Estudios y Pautas de Evaluación para Matemáticas Escolares p. 123–186. Reston, VA: The National Council of Teachers of Mathematics, Inc.*

## **PAUTAS NACIONALES DE EDUCACIÓN CIENTÍFICA**

### **PAUTA DE CONTENIDO: K–12**

#### **Unificar Conceptos y Procesos**

**Pauta:** Como resultado de actividades en los grados K-12, todos los estudiantes deberían desarrollar una comprensión y capacidades alineadas con los siguientes conceptos y procesos:

- Sistemas, órdenes y organización
- Evidencia, modelos y explicación
- Constancia, cambio y medición

*Consejo Nacional de Investigación. 1996. Pautas Nacionales de Educación Científica p.115-119. Washington, D.C. National Academy Press.*

### **PAUTAS DE CONTENIDO: 9–12**

#### **La Ciencia como Investigación**

**Pauta A de Contenido:** Como resultado de las actividades en los grados 9-12, todos los estudiantes deberían desarrollar:

- Capacidades necesarias para hacer investigación científica
- Comprensión acerca de la investigación científica, ciencia de la vida

**Pauta C de Contenido:** Como resultado de las actividades en los grados 9-12, todos los estudiantes deberían desarrollar una comprensión de:

- Interdependencia de los organismos
- Materia, energía y organización en sistemas vivientes
- Comportamiento de los organismos.

#### **Ciencia de la Tierra y el Espacio**

**Pauta D de Contenido:** Como resultado de las actividades en los grados 9-12, todos los estudiantes deberían desarrollar una comprensión de:

- Energía en el sistema de la Tierra.

#### **Ciencia y Tecnología**

**Pauta E de Contenido:** Como resultado de las actividades en los grados 9-12, todos los estudiantes deberían desarrollar:

- Comprensiones acerca de la ciencia y la tecnología

#### **La ciencia en Perspectivas Personales y Sociales**

**Pauta F de Contenido:** Como resultado de las actividades en los grados 9-12, todos los estudiantes deberían desarrollar una comprensión de:

- Salud personal y de la comunidad
- Crecimiento de la población
- Calidad ambiental
- Peligros naturales e inducidos por los humanos
- Ciencia y tecnología en desafíos locales, nacionales y globales.

*Consejo Nacional de Investigación. 1996. Pautas Nacionales de Educación Científica p. 173–204. Washington, DC: National Academy Press.*

## **PAUTAS DEL PROGRAMA DE ESTUDIO PARA ESTUDIOS SOCIALES**

**Enfoque 3: Gente, Lugares y Ambiente.** Los programas de estudios sociales deberían incluir experiencias que estipulan el estudio de personas, lugares y ambientes.

**Enfoque 8: Ciencia, Tecnología y Sociedad.** Los programas de estudios sociales deberían incluir experiencias que estipulan el estudio de relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad.

**Enfoque 9: Conexiones Globales.** Los programas de estudios sociales deberían incluir experiencias que estipulan el estudio de conexiones globales e interdependencia.

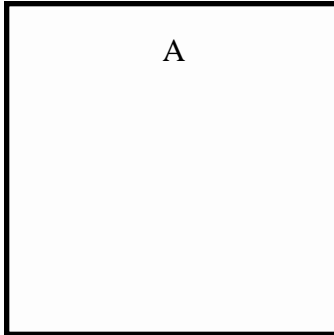
*Consejo Nacional para los Estudios Sociales. 1994. Expectativas de Excelencia: Pautas del Programa de Estudio para Estudios Sociales p. 21–30. Washington, DC: Consejo Nacional para los Estudios Sociales.*

# Apéndice D

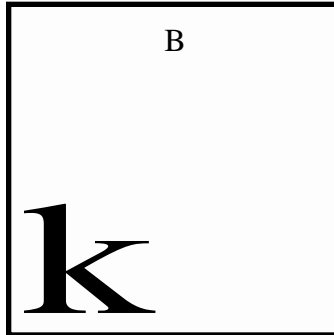
## Materiales

### EL JUEGO DE LA CADENA: Piezas del Juego

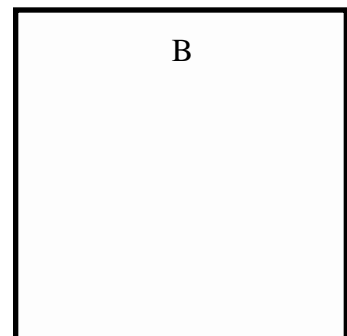
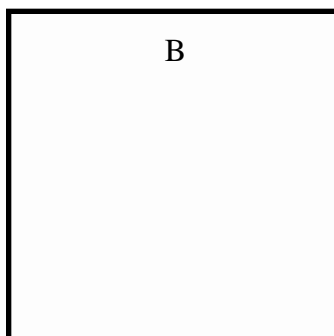
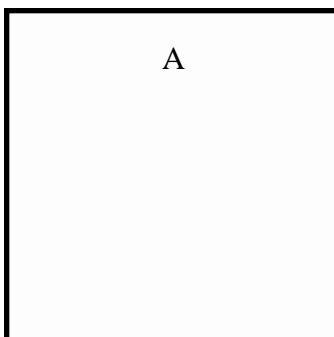
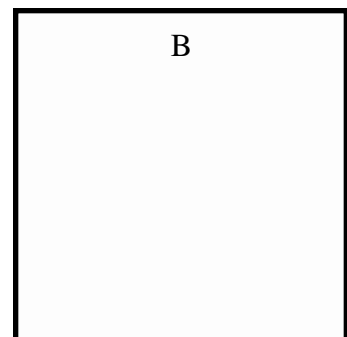
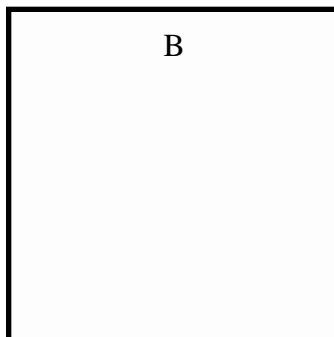
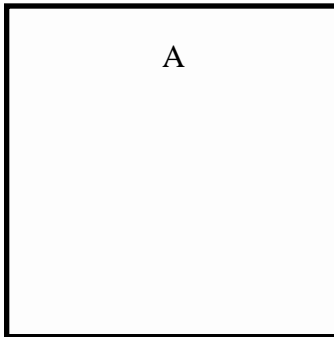
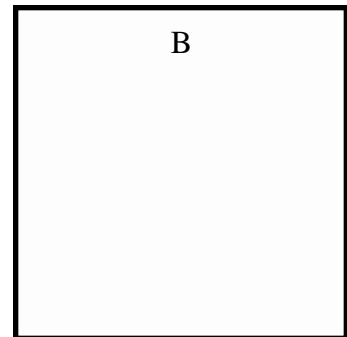
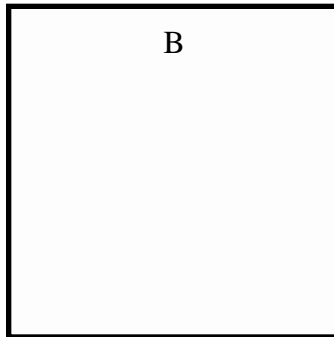
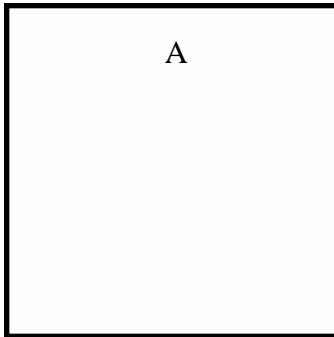
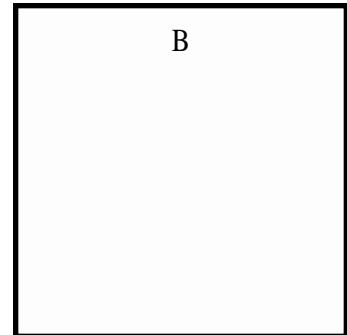
Grupo A



Grupo B

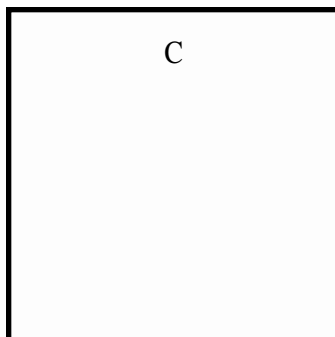
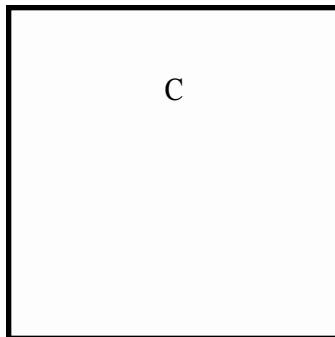
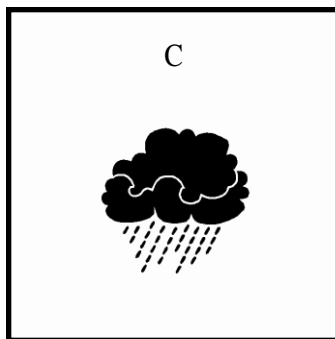
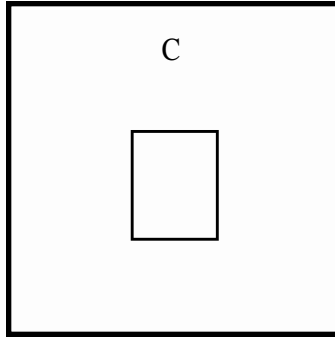


Grupo B

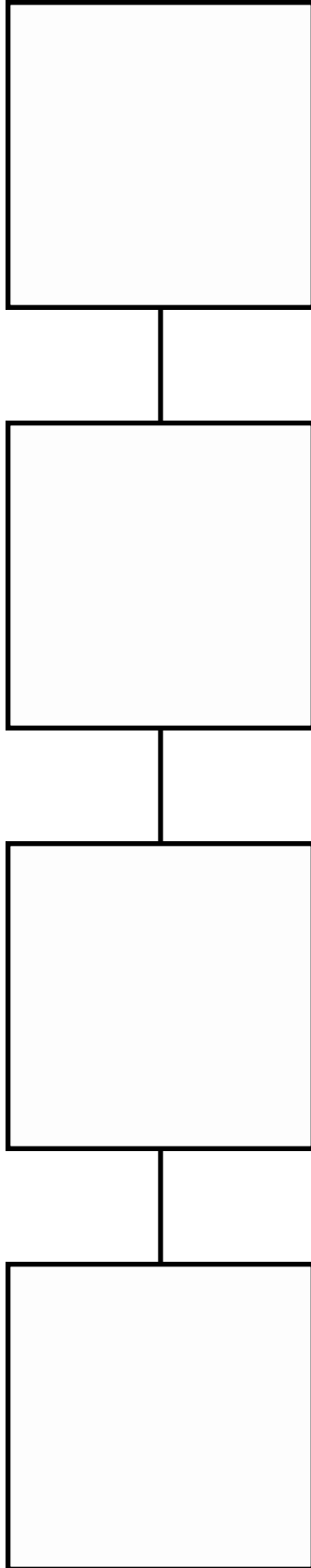


# EL JUEGO DE LA CADENA: Piezas del Juego

Grupo C



## EL JUEGO DE LA CADENA: Tablero de Juego



**INSTITUTO**  
para  
**ESTRATEGIAS**  
**AMBIENTALES**  
**GLOBALES**

1600 Wilson Boulevard  
Suite 901  
Arlington, VA 22209

---

*Este material se basa en el trabajo apoyado  
por NASA bajo concesión No. NAG5-6974.*