

## Creando Cadenas y Redes para Modelar Relaciones Ecológicas

### Resumen

Esta actividad práctica es complementaria al cortometraje de HHMI *The Guide* y a la charla Holiday Lectures in Science 2015: *Patterns and Processes in Ecology*. Los alumnos identificarán productores y consumidores en el ecosistema de la sabana, en el Parque Nacional Gorongosa en Mozambique. Usando las “tarjetas del Gorongosa,” los alumnos crearán una cadena alimenticia para mostrar el flujo de energía en este sistema. Luego introducirán una fuerza ecológica o perturbación (ej. un incendio), y harán predicciones acerca de cómo esta fuerza podría impactar el flujo de energía. Para concluir los alumnos construirán un modelo más complejo de flujo de energía representando múltiples relaciones en una red alimenticia, y nuevamente harán una predicción sobre el posible impacto de una fuerza ecológica o perturbación.

### Conceptos Clave y Objetivos de Aprendizaje

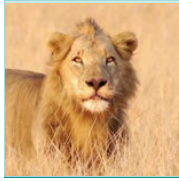
- Todos los organismos necesitan energía para sobrevivir, la cual obtienen del medio ambiente, incluyendo la que obtienen al consumir a otro organismo.
- Los ecosistemas son dinámicos, y experimentan cambios en la composición y abundancia de las poblaciones. Cambios en el medio ambiente afectan la estabilidad y adaptabilidad de los ecosistemas.
- Las fuerzas ecológicas o perturbaciones pueden tener causas naturales o antropogénicas.
- Un ecosistema puede ser representado con diferentes tipos de modelos, cada uno de los cuales puede tener ventajas y desventajas.

### Los alumnos serán capaces de

- Clasificar organismos en base a sus roles en la transferencia de energía en un ecosistema.
- Crear un modelo (ej., una cadena alimenticia) mostrando relaciones alimenticias entre los organismos.
- Evaluar diferentes modelos que representen las relaciones entre organismos en una comunidad.
- Predecir cómo las fuerzas ecológicas o las perturbaciones pueden impactar a sus modelos y justificar su predicción con evidencia.

### Conexiones Curriculares (Estados Unidos)

Currículum	Estándares
NGSS (Noviembre 2013)	MS-LS2-1, MS-LS2-4, MS-LS2-2, HS-LS2-1, HS-LS2-2, HS-LS2-4, HS-LS2-6
Biología AP (2012-13)	2.A.2, 2.A.3, 2.C.2, 2.D.1, 2.D.3, 4.A.5, 4.A.6, 4.B.3, 4.B.4, 4.C.3
Biología IB (2009)	5.1.4, 5.1.5, 5.1.6, 5.1.7, 5.1.8, 5.1.10, 5.1.11, 5.1.12



### **Términos Clave**

Productor, consumidor, herbívoro, carnívoro, omnívoro, flujo de energía, consumidor primario, consumidor secundario, consumidor terciario, consumidor cuaternario, regla del 10 por ciento.

### **Tiempo Requerido**

Esta lección está diseñada para 2 periodos de 50-minutos cada uno, incluyendo ver el cortometraje de 34-minutos de duración “*The Guide*”. Para ahorrar tiempo, puede sugerir a sus estudiantes que vean el cortometraje en casa.

### **Audiencia Sugerida**

Esta actividad es apropiada para el nivel secundario (ciencias de la vida y biología).

### **Conocimiento Previo**

Los alumnos deben saber que los depredadores se alimentan de presas y que la mayoría de los organismos tienen múltiples fuentes de alimento. También deben saber que el sol es la primera fuente de energía para todos los ecosistemas. La energía de la luz es la fuente de energía usada por las plantas y otros productores primarios.

### **Materiales**

Cada grupo de estudiantes necesitará:

Un paquete de Tarjetas del Gorongosa (24 en total)

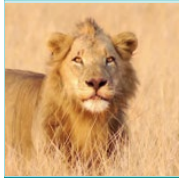
Papel y lápiz (o pizarra y marcadores) para indicar las flechas en los flujos de energía.

### **Procedimiento**

1. Ver (o dejar de tarea a los alumnos para ver en casa) el cortometraje de HHMI “*The Guide*” para poner en contexto la actividad.
2. Divida a los alumnos en grupos de trabajo y dé a cada grupo un paquete de tarjetas del Gorongosa.
3. Los alumnos pueden trabajar con sus tarjetas en mesas, escritorios o en otro lugar de trabajo y escribir sus respuestas en la hoja de trabajo previamente distribuida.

### **Consejos didácticos**

- Las tarjetas del Gorongosa se ofrecen en dos formatos en el sitio [www.biointeractive.org](http://www.biointeractive.org). Un archivo permite imprimir las tarjetas en ambos lados, luego de lo cual es necesario cortarlas. Hay un segundo archivo que permite imprimir las tarjetas de forma que cada tarjeta se corta y luego se dobla para exponer la imagen en un lado y el texto en el otro.
- Los alumnos con frecuencia marcan mal la dirección de las flechas para mostrar que un animal se come a una planta o a otro animal, en lugar de usar la flecha para mostrar la dirección en que fluye la energía. Indique a los estudiantes cómo usar las flechas.



- Antes de ver el cortometraje, proponga la siguiente pregunta: “¿Son importantes los animales pequeños?” como lo plantea E.O. Wilson durante su visita a Gorongosa. Después de ver el cortometraje, recuérdelo a sus alumnos por qué hay esperanza de restaurar el Gorongosa a pesar de que la mayoría de los grandes animales fueron cazados o removidos.
- Si quiere que sus alumnos hagan varias cadenas o redes alimenticias, pueden usar flechas dibujadas en pequeños papeles adheribles, para que intenten varias combinaciones con facilidad. Los estudiantes pueden también usar pequeñas pizarras para indicar las flechas, y así dibujarlas y borrarlas fácilmente.
- De ser apropiado, puede liderar una discusión sobre los factores que regulan el tamaño de las poblaciones en los diferentes niveles tróficos. Las poblaciones en los niveles tróficos bajos son comúnmente reguladas por la depredación, mientras que los niveles tróficos altos pueden ser controlados por la disponibilidad de la presa y/o por su sensibilidad a las alteraciones del hábitat.

## Respuestas

### Parte 1: Identificar las relaciones y crear una cadena alimenticia. (Para alumnos más avanzados, puede saltarse las preguntas 1-5.)

Separe las tarjetas en dos grupos que representen productores y consumidores.

1. ¿Cuántos productores tiene? **4**
2. ¿Cuántos consumidores tiene? **14**
3. Una cadena alimenticia es un modelo que identifica las relaciones alimenticias y el flujo de energía en un ecosistema. Seleccione un productor y un consumidor de entre sus tarjetas. Llene los espacios a continuación y seleccione qué modelo (A o B) representa correctamente el flujo de energía.

A.            \_\_\_\_\_ → \_\_\_\_\_  
                  consumidor                    productor

                  ○

B.            \_\_\_\_\_ → \_\_\_\_\_  
                  productor                        consumidor

4. Justifique porque escogió A o B como el modelo correcto.

**Los alumnos deberían escoger B, porque esta opción muestra el flujo de energía del productor al consumidor. Su justificación debería incluir el razonamiento de que los consumidores se comen a los productores, la energía fluye del productor al consumidor. Las respuestas de los alumnos variarán dependiendo de las tarjetas que hayan escogido. Por ejemplo, “Elefantes (consumidores) comen hojas y frutos de los árboles (productores), así el flujo de energía fluye de los árboles a los elefantes.”**



5. Seleccione cuatro tarjetas para crear una cadena alimenticia, empezando con un productor. Asigne un nivel trófico a cada organismo en su cadena alimenticia de acuerdo a las siguientes categorías: productor, consumidor primario, consumidor secundario, consumidor terciario. Haga un esquema de su cadena usando el nombre de las especies y flechas.

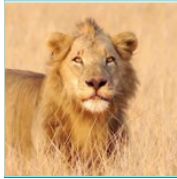
**Las respuestas pueden variar, pero las dos posibilidades son plantas → insectos → musaraña → serval**

**o plantas → insectos → jabalí → león.**

6. Los ecosistemas incluyen componentes bióticos (vivos) y abióticos (no vivos) que pueden influenciar las cadenas alimenticias. En esta actividad, nos referimos a los componentes abióticos como fuerzas ecológicas, o perturbaciones. Seleccione una de las perturbaciones y lea la información que se muestra en la tarjeta. Haga una predicción acerca de cómo esta perturbación podría impactar su cadena alimenticia.

**Las respuestas pueden variar. Un ejemplo se muestra a continuación, basado en la cadena alimenticia plantas → insectos → musaraña → serval.**

Fuerza Ecológica	Describa cuatro impactos al ecosistema que se mencionan en la tarjeta	Prediga cómo estos impactos podrían afectar cada nivel trófico
Sequía	<p>No hay lluvias de Julio a Septiembre y los lagos y ríos se secan.</p> <p>Competencia por vegetación nutritiva.</p> <p>Los animales podrían necesitar moverse más, usando valiosa energía para encontrar alimento en lugar de crecer y reproducirse.</p> <p>La poca agua se concentra en unos pocos hoyos de agua donde los animales se concentran en grandes números.</p> <p>Los animales pueden experimentar cambios en el valor nutricional de su comida y en la frecuencia de su alimentación. Esto puede conducir al hambre y a la debilidad, haciendo que algunos animales se predispongan a las enfermedades, parásitos y depredadores.</p>	<p>Consumidor terciario: Al principio, los <u>servales</u> encontrarían musarañas con facilidad, pero al pasar el tiempo, si la población disminuye, los servales podrían necesitar cambiar de presa o expandir su territorio de caza, utilizando energía valiosa.</p> <p>Consumidor secundario: Las <u>musarañas</u> pueden cambiar de presa o expandir sus rangos de caza para encontrar suficiente alimento. Esto los puede hacer más vulnerables, al exponerse a los depredadores.</p> <p>Consumidor Primario: <u>Insectos</u> que dependen de plantas verdes podrían enfrentar severa competencia por plantas nutritivas. Sus números podrían decrecer.</p> <p>Productor: Las <u>plantas</u> pueden dejar de crecer al no obtener suficiente agua, las plantas podrían comenzar a morir.</p>



7. No todas las perturbaciones tienen consecuencias negativas para todos los niveles tróficos. En uno o dos enunciados, describa cómo la perturbación que usted seleccionó podría ser beneficiosa para un nivel trófico en su cadena alimenticia.

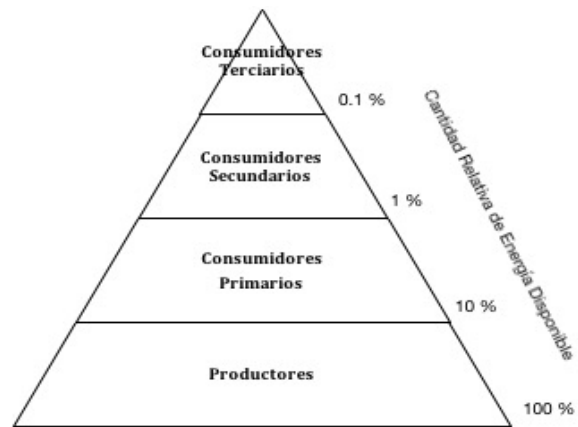
**Las respuestas pueden variar pero deben ser consistentes y lógicas en relación con la cadena alimenticia seleccionada por el alumno.**

## Parte 2: Cuantificando el flujo de energía y la regla del 10 por ciento

*Se necesitan trescientas truchas para sustentar a un hombre durante un año. Las truchas por su parte deben consumir 90000 ranas, que a su vez deben consumir 27 millones de saltamontes, los cuales sobreviven con base en 1000 toneladas de pasto.*

-- G. Tyler Miller, Jr., American Chemist (1971)

Sólo una pequeña fracción de energía disponible en cada nivel trófico es transferido al siguiente nivel. Esta fracción es estimada en cerca del 10 por ciento de la energía disponible. El otro 90 por ciento de la energía la necesita el organismo que está viviendo en cada nivel trófico para vivir, crecer, y reproducirse.



Esta relación se muestra en la pirámide de energía, que sugiere que en cualquier cadena alimenticia el nivel ocupado por productores primarios tiene el mayor contenido energético, mientras que el nivel trófico máximo tiene el mínimo contenido energético.

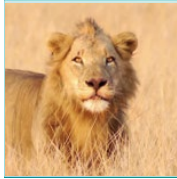
¿Por qué la pirámide es un modelo efectivo para cuantificar el flujo de energía?

**El modelo de la pirámide nos muestra una jerarquía pero también cantidades relativas en cada nivel.**

8. Coloque los organismos de su cadena alimenticia en la pirámide proporcionada.
9. Usando la regla del 10 por ciento de energía transferible, anote los nombres de las especies en cada nivel trófico y la cantidad de energía disponible en cada nivel, asumiendo un contenido energético de 3'500000 kilocalorías de energía/área en su nivel de productores.

**Los organismos que se nombren en la pirámide pueden variar, pero las cantidades para cada nivel trófico, que comienzan en la base de la pirámide, deben ser 3'500000 kilocalorías, 350000 kcal, 35000 kcal, 3500 kcal.**

10. En uno o dos enunciados, describa cómo la energía disponible puede afectar el tamaño de las poblaciones en los diferentes niveles tróficos.



**Los alumnos notarán que la energía disponible en cada nivel trófico disminuye, por lo tanto las poblaciones de organismos presentes en niveles tróficos altos serán más pequeñas que las poblaciones en los niveles tróficos más bajos. Por ejemplo, muchos jabalíes son necesarios para mantener a unos pocos leones.**

### Parte 3: Creando una red alimenticia

Las cadenas alimenticias son modelos simples que muestran una forma de transferencia de energía en un sistema, pero muchos organismos obtienen energía de diferentes fuentes y aportan energía a diferentes consumidores. Una red alimenticia ilustra estas interacciones y es un modelo más preciso que una cadena de cómo la energía se mueve a través de una comunidad ecológica.

11. Comenzando con su cadena alimenticia original, añada otra planta y cuatro tarjetas más de animales para construir una red alimenticia que muestre cómo la energía fluye de los productores a los consumidores primarios, consumidores secundarios, consumidores terciarios, y tal vez a un consumidor cuaternario. Cada organismo en su red puede tener más de una flecha de salida y de llegada. Dibuje su red alimenticia.

**Las respuestas pueden variar.**

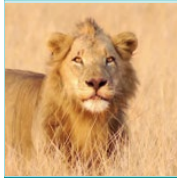
12. En uno o dos enunciados, describa algún patrón que note en las relaciones entre los niveles tróficos.

**Las respuestas serán variadas pero pueden incluir que el león tiene más presas que el serval, y ambos tienen más presas que el águila pescadora. Los insectos aportan energía a varias especies.**

13. Elija una nueva perturbación, lea la información proporcionada en la tarjeta y pronostique los impactos en su red alimenticia. Complete la siguiente tabla.

Fuerza Ecológica	Describe cuatro impactos al ecosistema que se mencionan en la tarjeta	Prediga cómo estos impactos podrían afectar a su red alimenticia
Incendios	<p>Los pastizales dependen de los incendios naturales para liberar nutrientes y remover pastos viejos, secos y muertos. Nuevos pastos verdes crecerán después del incendio.</p> <p>Esto contribuye a que los arbustos leñosos y los árboles no se dispersen en las áreas de los pastizales.</p>	<p>Consumidores terciarios: Los servales tendrán más musarañas que comer y sus números pueden incrementarse. Los leones también tendrán más presas y sus números pueden incrementarse.</p> <p>Consumidores secundarios: Jabalíes y musarañas podrían tener más insectos para comer.</p> <p>Consumidores primarios: Insectos, impala, cebras, y poblaciones de búfalos se incrementarían. Pastos más verdes y nutritivos incrementarían la cantidad de comida para los grandes y pequeños animales que pastan. Los animales que mordisquean como los impala pueden que no encuentren arbustos leñosos pero podrán comer más pasto.</p> <p>Productores primarios: Los pastos abundarán, pero la vegetación leñosa declinará.</p>





14. Describa si algunos niveles tróficos se benefician de la alteración mientras que otros no se benefician. Si la alteración es causada por humanos, ¿fue negativa o positiva para cada nivel trófico?

**Las respuestas pueden variar, pero los alumnos deben captar que los impactos negativos en un nivel trófico pueden ser impactos positivos en niveles tróficos más bajos. En Ecología, esto es una cascada trófica.**

#### Parte 4. Evaluación de un Modelo

En ciencia, los modelos son usados para representar explicaciones y predicciones. La cadena alimenticia, red alimenticia, y pirámide de energía son modelos que muestran relaciones alimentarias y nos permiten hacer predicciones. Compare y contraste las ventajas y desventajas de cada modelo, llenando la tabla que aparece a continuación.

Modelo	Mencione dos tipos de predicciones o ilustraciones para las que este modelo es útil.	Identifique una característica que le haga falta a este modelo, o algo acerca del modelo que pueda causar conceptos erróneos.
Cadena Alimenticia	Posibles respuestas: 1) Identificar niveles y visualizar relaciones entre organismos 2) Niveles tróficos son fácilmente identificados	No muestra que los animales se alimentan de más de un organismo; muy simple
Pirámide de Energía	1) Muestra la jerarquía de los niveles tróficos 2) La cantidad relativa de energía o de organismos se indica por el espacio asignado a cada nivel trófico en la pirámide	No muestra que los animales se alimentan de más de un organismo; muy simple
Red alimenticia	Posibles respuestas: 1) Múltiples relaciones de alimentación son representadas. 2) Ilustra diferencias entre consumidores que son especializados (opciones de presa limitadas) y consumidores más generales (opciones de presas múltiples).	Los niveles tróficos no se observan fácilmente.  La jerarquía mostrada en los modelos previos puede ser difícil de representar en la red alimenticia.



15. Seleccione el modelo que usted piense es más efectivo para representar relaciones entre los organismos en el ecosistema de Gorongosa y justifique su elección con dos o tres enunciados.

**Una posible respuesta es que la red alimenticia representa mejor la relación en el Gorongosa, porque permite representar múltiples especies como presa para consumidores del segundo y tercer nivel. Esto es más realístico, porque la mayoría de los carnívoros consumen más de una presa. Algunos carnívoros pueden tener preferencia por alguna especie en particular, pero también pueden cambiar a otras presas dependiendo de las condiciones y de la disponibilidad.**

Escrito (original en inglés) por: Kim Parfitt, Central High School, Cheyenne, Wyoming

Editado (original en inglés) por: Mark Nielsen, PhD y Bridget Conneely, HHMI