

## Actividad 2. Analizando la relación entre el flujo de materia y energía en el ecosistema.

### PROPÓSITO

Se pretende que los estudiantes comprendan las diferencias entre el flujo de materia y energía en el ecosistema, por medio del análisis de modelos y diagramas.

### OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

OA 2: Comprender la relación entre la biodiversidad, el funcionamiento de los sistemas naturales y la provisión de servicios que estos brindan al bienestar de las personas y la sociedad, considerando aspectos de bioenergética, dinámica de poblaciones y flujos de materia y energía como factores explicativos subyacentes.

OA b: Planificar y desarrollar investigaciones que permitan recoger evidencias y contrastar hipótesis, con apoyo de herramientas tecnológicas y matemáticas.

OA c: Describir patrones, tendencias y relaciones entre datos, información y variables.

OA d: Analizar las relaciones entre las partes de un sistema en fenómenos y problemas de interés, a partir de tablas, gráficos, diagramas y modelos.

OA f: Desarrollar y usar modelos basados en evidencia, para predecir y explicar mecanismos y fenómenos naturales.

### ACTITUDES

Responsabilidad por las propias acciones y decisiones con consciencia de las implicancias que estas tienen sobre uno mismo y los otros.

### DURACIÓN

12 horas

## DESARROLLO

### I. Recordemos un poco

- Basados en sus conocimientos previos, elaboran colaborativamente un modelo mental relacionado con los flujos de materia y energía en el ecosistema. El profesor los orienta.

### II. Modelando cadenas y tramas tróficas

- Leen y analizan dos casos relacionados con cadenas y tramas en los ecosistemas chilenos.

#### Caso A

*“Una pequeña isla rocosa oceánica es un sitio para la reproducción y el nacimiento de focas. La isla está rodeada de un suministro abundante de algas y peces que se alimentan de las algas. Las focas son abundantes, algunas ocupan posiciones precarias en los extremos de la isla rocosa.*

*En la playa en el continente cercano, se encuentran bebés focas abandonados y muertos. No hay adultos en la playa. Después del nacimiento de los bebés, las focas adultas vuelven al mar para alimentarse de peces. Los buitres son abundantes y son atraídos hacia la playa para alimentarse de los bebés focas. Esta especie de foca se pone especialmente nerviosa en presencia de seres humanos”.*

#### Caso B

*“Como representantes de la fauna nativa, al tope de la cadena trófica están los siguientes depredadores: zorro, tanto chilla como culpeo (que son oportunistas y también pueden alimentarse de huevos de aves que anidan cercanas al suelo, insectos y algunos frutos), el gato montés (guiña), el quique, el aguilucho (ave de rapiña), la culebra de cola larga, la culebra de cola corta y la araña pollito (grande y peluda), esta última capaz de comerse hasta un polluelo de ave.*

*Con excepción de la araña pollito, los animales mencionados se alimentan de roedores, que a su vez se alimentan de raíces de plantas, pero también de frutos, favoreciendo en este último caso la dispersión de semillas, rol que también cumplen algunas aves y lagartijas; estas últimas son además importantes capturadoras de insectos.*

*En la actualidad una serie de especies están amenazadas por diversos motivos, son vulnerables, poco conocidas o escasas, y han debido protegerse en lugares como el Parque Nacional La Campana, una de las áreas donde encontramos nuestra palma chilena, cuya semilla es de alto valor energético para el ratón degú, un herbívoro adaptado a aprovechar diferentes recursos alimenticios. Allí se puede observar también innumerables insectos nativos, en especial los conocidos coleópteros y sus grandes posibilidades de hábitat, así como una serie de otros animales que forman parte de la cadena alimenticia”.*

- De acuerdo a los casos anteriores, responden y realizan lo siguiente:
  - Representa una cadena trófica para el caso A y una trama trófica para el caso B.
  - ¿Cuáles son los niveles tróficos que existen en una cadena y una trama trófica? ¿Qué características presenta cada uno de ellos?
  - ¿Qué diferencia hay entre cadena y trama trófica?
  - ¿Cómo es el flujo de energía en la cadena y en la trama trófica?
  - ¿Qué ocurriría en el ecosistema si se elimina a los productores?
  - ¿Qué explica la regla del 10% cuando nos referimos a cadenas tróficas?

- Modelicen las pirámides de energía y número para cada caso estudiado.
- ¿Qué relación hay entre la biodiversidad y las cadenas y tramas tróficas presentes en los ecosistemas?
- En el caso A, ¿qué factores pueden limitar el tamaño de la población de focas? ¿Qué efectos tendría sobre la colonia de focas un hotel para turistas propuesto en el continente cercano?
- En el caso B, ¿qué ocurriría con las especies si desapareciera la palma chilena por intervención humana?

Conexión  
interdisciplinar:

**Matemática.**

- OA e, 3° y 4°  
Medio.

### III. Calculando la productividad bruta y neta por medio de un experimento

- Organizados en grupos, desarrollan una actividad experimental para calcular la productividad bruta y neta. Deben contar con los siguientes materiales de laboratorio y realizar el procedimiento que se describe.

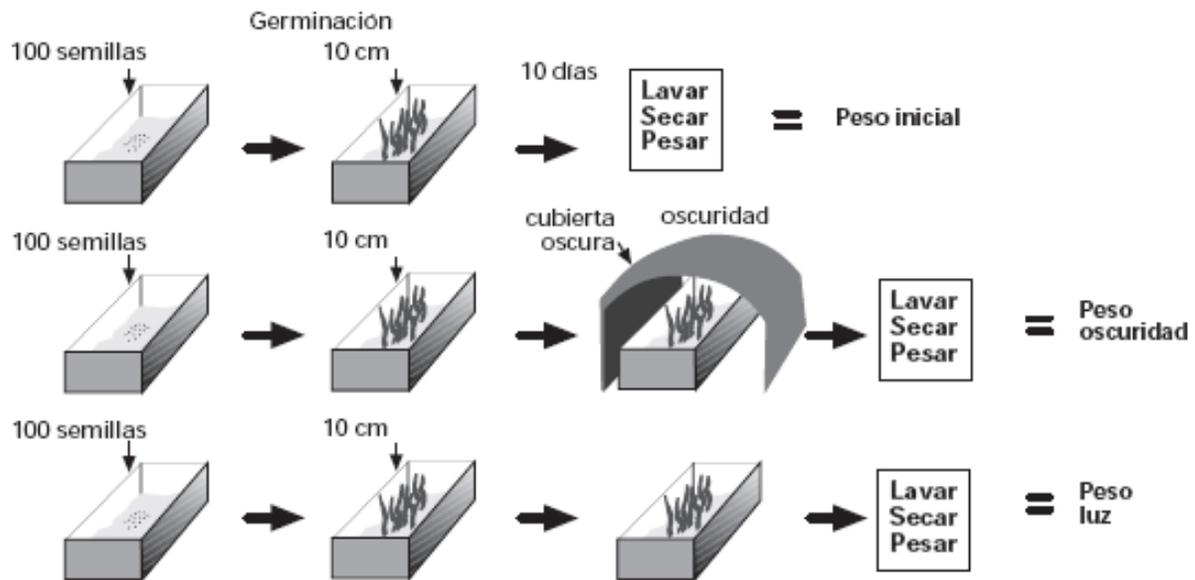
#### Materiales

- 100 semillas de trigo o lentejas
- Tres envases plásticos reciclados
- Arena

#### Procedimiento

1. En cada envase plástico colocan 100 semillas de trigo o lentejas para germinar en arena y en las mismas condiciones de luz y temperatura.
2. Cuando las plantas tengan unos 10 cm de alto, siguen los pasos indicados en la figura. Extraen las plantas completas de uno de los grupos, incluyendo la raíz, y las lavan, secan, pesan y rotulan como "Peso inicial". Este será el grupo de referencia para los cálculos posteriores. Se puede secar las plantas aplicando el calor de una lámpara durante una noche.
3. Otro de los grupos se somete a oscuridad, cubriéndolo, sin dañarlo, con papel de aluminio y se rotula como "Peso oscuridad".
4. El grupo restante se deja en las condiciones iniciales, es decir a la luz, y se rotula "Peso luz". Después de una semana, se lava, seca y pesa las plantas tal como en el primer grupo.

- El montaje del experimento se explica en la siguiente imagen:



(Fuente: <https://www.curriculumnacional.cl/link/https://es.slideshare.net/expocollege/ecosistema-2631114>)

- De acuerdo a la actividad práctica de laboratorio, responden las siguientes preguntas:
- ¿Qué se entiende por producción primaria en un ecosistema?
  - ¿Qué es la biomasa?
  - ¿Cuál es la diferencia entre producción primaria bruta (PPB) y producción primaria neta (PPN)?
  - Calculen la productividad primaria bruta y la productividad primaria neta.
  - ¿Qué factores regulan la producción primaria neta en el ecosistema?
  - Modelicen una pirámide de biomasa con los datos obtenidos. A partir de esto, planteen las contribuciones y limitaciones de los modelos en el estudio de las pirámides ecológicas.

Conexión interdisciplinar:  
**Matemática.**  
 - OA e, 3° y 4° Medio.

#### IV. Flujo de materia en el ecosistema: Ciclos biogeoquímicos

- Buscan información acerca de los ciclos biogeoquímicos en diversas fuentes, incluidas las TIC, y responden preguntas como las siguientes:
- ¿Qué se entiende por ciclos biogeoquímicos? ¿Piensas que es importante saberlo? ¿Por qué?
  - ¿Qué tipos de ciclos biogeoquímicos hay en la naturaleza?
  - ¿En qué momento los seres humanos comenzamos a entender los ciclos en la naturaleza?
  - ¿Qué componentes forman parte de los ciclos biogeoquímicos?
  - ¿Qué dirección sigue el flujo de la materia en el ecosistema?
  - ¿Qué relación hay entre la biodiversidad de un ecosistema y los ciclos biogeoquímicos?

- ¿Cuál es la importancia de los ciclos biogeoquímicos en los ecosistemas?

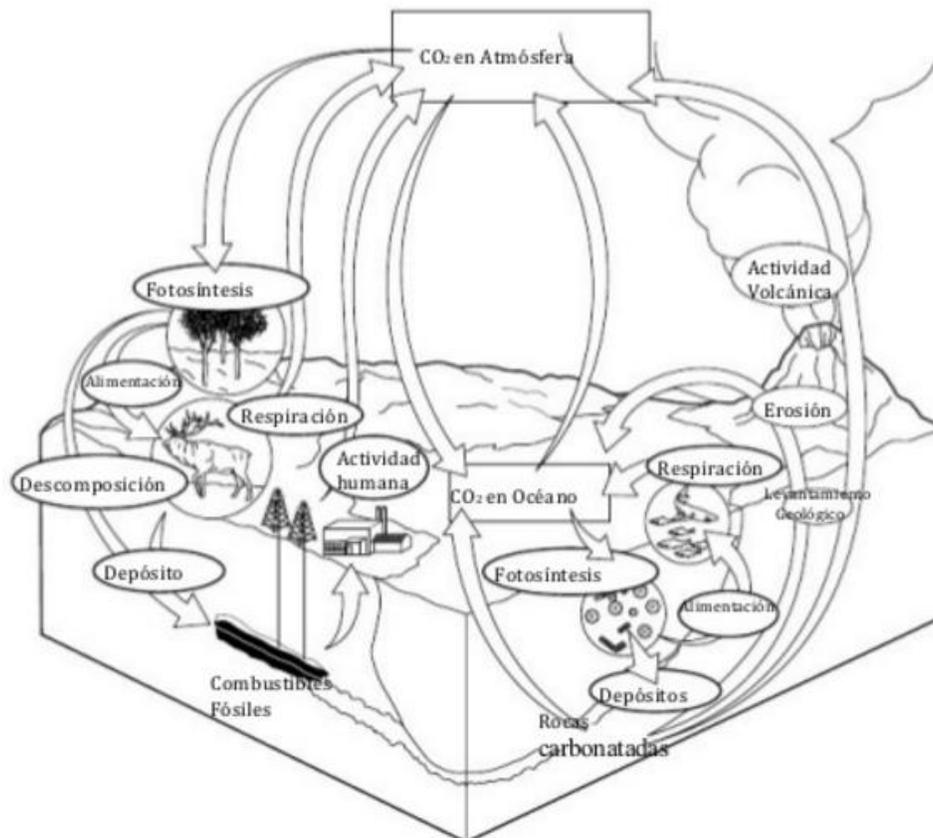
- Analizan los siguientes diagramas de los ciclos de la materia en el ecosistema y responden las preguntas a continuación.

Conexión interdisciplinar:

**Matemática.**

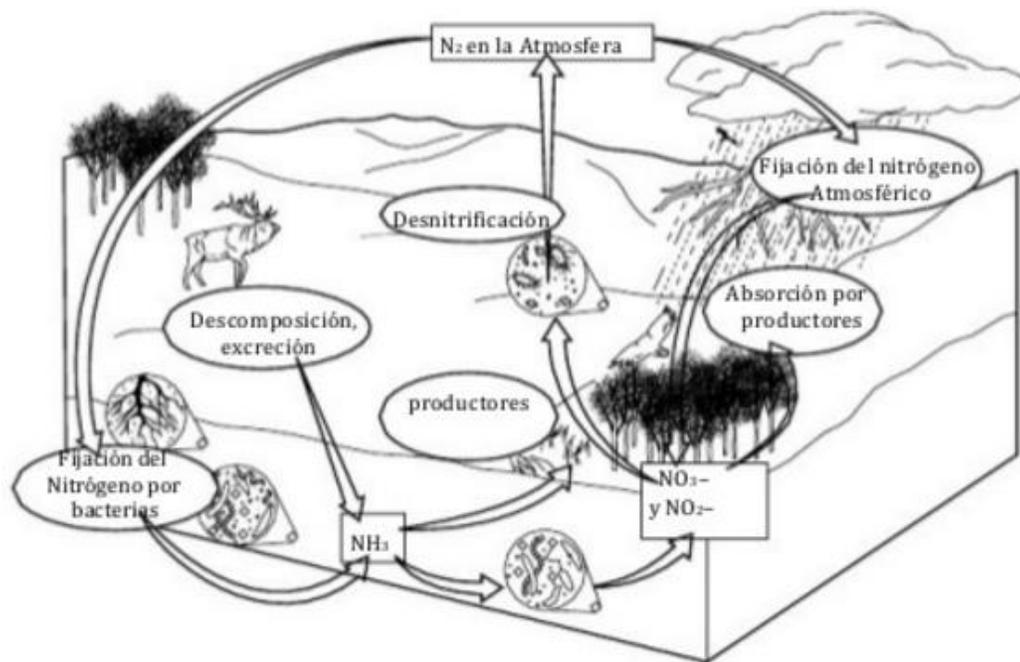
- OA h, 3° y 4° Medio.

**a) Ciclo del carbono:** El ciclo del carbono describe cómo se mueve el carbono entre la atmósfera, el océano, la tierra y los seres vivos.



- Destaca con dos colores diferentes las flechas que saquen e incorporen carbono a la atmósfera, respectivamente.
- ¿En qué lugar se encuentra la mayor concentración de carbono en nuestro planeta? Investiga.
- ¿Cómo puede el carbono atmosférico llegar a formar parte de las biomoléculas en animales y vegetales? Explica.
- Identifica y menciona el o los procesos que liberan carbono desde la Tierra hacia la atmósfera.
- ¿Qué impactos hay entre el aumento de  $\text{CO}_2$  y el cambio climático?

**b) Ciclo del nitrógeno:** El nitrógeno cicla a través de la biósfera de muchas formas. El gas nitrógeno es el principal componente de la atmósfera, pero sólo ciertos tipos de bacterias pueden usarlo directamente y convierten el nitrógeno en formas que los productores pueden usar.



- Destaca con dos colores diferentes las flechas que representen una forma de circulación de nitrógeno no utilizable para los productores y la forma utilizable.
- ¿Por cuáles procesos químicos ciertas bacterias convierten el gas nitrógeno en amoníaco ( $NH_3$ )?
- ¿Qué características tienen las bacterias que participan en el ciclo del nitrógeno?
- Según el diagrama, ¿qué formas de nitrógeno usan los productores? Explica.
- ¿En qué biomoléculas podemos encontrar nitrógeno? ¿Cuál es la función de tales biomoléculas en los organismos?
- ¿Qué actividades humanas afectan a las especies de bacterias que participan del ciclo del nitrógeno? Investiga.

## V. Construcción de un mesocosmos sustentable

- Para introducir el tema, el profesor explica qué se entiende por mesocosmos sustentable, de acuerdo al siguiente texto:

*“Es un sistema natural, de pequeña escala y autosuficiente que puede ser instalado en una sala o laboratorio para reflejar diversas condiciones que pueden ocurrir a escala mayor. Son sistemas cerrados, constituidos por dos o más partes que interactúan para funcionar como un todo dentro de algún límite y que tienen el potencial de ser sustentables a lo largo de períodos de tiempo prolongados, sin la intervención humana. Se utilizan para estudiar parte de un ecosistema en condiciones controladas y extraer inferencias sobre cómo funciona el ecosistema en el medio ambiente natural”.*

(Fuente: Biology, IB Diploma Programme, Oxford)

- En forma colaborativa, diseñan un modelo de un mesocosmos para investigar y establecer las condiciones de sustentabilidad en los ecosistemas; tiene que cumplir con los siguientes aspectos:
  - Debe ser un sistema cerrado, ya que estos evitan la entrada y salida de materia, pero al mismo tiempo permiten la entrada de luz y la salida de calor.
  - Pueden ser sistemas terrestres o acuáticos. Estos últimos probablemente obtengan mejores resultados que los terrestres.
  - Presencia de seres vivos: productores, consumidores y descomponedores.
  - Presencia de suelo y sustrato para la obtención de nutrientes.
  - Manejo de variables físicas y químicas que regulen su funcionamiento: temperatura, luz, agua, entre otras.
  - Deben mantener su mesocosmos por un tiempo aproximado de un mes y registrar cada una de sus observaciones (se puede dar la opción de dejarlo por más tiempo).
  - Usando su modelo de mesocosmos, reflexionan sobre las acciones y decisiones que pueden afectar al ecosistema en el ambiente natural.
- Para modelar su mesocosmos, deben desarrollar una investigación científica. El profesor los orienta en las ideas que componen ese tipo de investigación.

Conexión interdisciplinar:

**Matemática.**

- OA e, 3° y 4° Medio.

### OBSERVACIONES AL DOCENTE

Algunos indicadores para evaluar formativamente esta actividad pueden ser:

- Representan en modelos los flujos y transformaciones de la energía y la materia en los ecosistemas, considerando la bioenergética celular y los ciclos biogeoquímicos.
- Un mapa mental es una representación física de la imagen que la persona se forma acerca del significado de un conocimiento. Se puede representar la misma información de muchas maneras, ya que refleja la organización cognitiva individual o grupal, dependiendo de cómo captaron los conceptos o conocimientos. Es una estrategia que permite desarrollar también la creatividad.

El mapa mental es un diagrama que organiza una idea o concepto central, rodeada por ramas conectadas a otras ideas o tópicos asociados. Y cada uno de ellos, a su vez, se considera como central de otras ramas.

Para realizarlo, se requiere usar vocabulario preciso (técnico o científico), colores, imágenes y, eventualmente, software si se prefiere.

Para usar este recurso como evaluación formativa durante esta actividad, se sugiere establecer criterios de construcción y posterior evaluación, como:

- Conceptos clave
- Jerarquía de conceptos e ideas
- Uso de ejemplos
- Interrelaciones

## Referencias:

Frías, B. S. L., & Kleen, E. M. H. (2005). *Evaluación del aprendizaje: alternativas y nuevos desarrollos*. MAD.

<https://www.curriculumnacional.cl/link/http://www.inspiration.com/visual-learning/mind-mapping>

<https://www.curriculumnacional.cl/link/https://trabajoypersonal.com/que-es-un-mapa-mental/>

- Se recomienda analizar con los jóvenes cómo se fue desarrollando el conocimiento sobre cadenas y tramas tróficas a lo largo de la historia, por ejemplo, haciéndoles la siguiente interrogante: ¿Cómo se interpretaba este concepto en los diversos continentes hace 10, 50 o 100 años?
- Considere que, para llevarse a cabo, la actividad “Calculando la productividad bruta y neta por medio de un experimento” requiere de, por lo menos, unos diez días desde la siembra hasta la germinación de las semillas.

Es importante incluir en este tipo de actividades aspectos de naturaleza de las ciencias, con preguntas como:

- ¿En qué momento y contexto se desarrolló este conocimiento en la historia?
- ¿Cuál ha sido su contribución para las ciencias biológicas?
- La productividad bruta (PB) es igual a la productividad neta más la masa perdida en respiración. En este experimento, se calcula con la siguiente fórmula:

$$PB = (\text{Peso luz} - \text{Peso inicial}) + (\text{Peso oscuridad} - \text{Peso inicial}).$$

La productividad neta está dada por el peso del grupo “luz”, porque hace fotosíntesis y respiración; en cambio, el grupo “oscuridad” aporta el dato de masa perdida por metabolismo (respiración).

Sugiera a sus estudiantes expresar los datos en términos de Kg/hectárea/año.

- Se sugiere revisar los siguientes artículos relacionados con los ciclos biogeoquímicos: Estrategia didáctica para el aprendizaje de los ciclos biogeoquímicos desde la transdisciplinariedad.

<https://www.curriculumnacional.cl/link/http://www.scielo.org.co/pdf/prasa/v8n16/2216-0159-prasa-8-16-00105.pdf>

Maldonado-González, F.; González-García, F. y Jiménez-Tejada, M. Las ilustraciones de los ciclos biogeoquímicos del carbono y nitrógeno en los textos de secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, vol. 4, núm. 3, septiembre, 2007, pp. 442-460

<https://www.curriculumnacional.cl/link/http://www.redalyc.org/pdf/920/92040305.pdf>

- La actividad “Construcción de un mesocosmos sustentable” requiere un tiempo de experimentación aproximado de un mes para extraer datos suficientes y conclusiones relacionadas con la sustentabilidad de los ecosistemas. Esta actividad complementa gran parte de los contenidos desarrollados en la Unidad, principalmente flujos de materia y energía, y ciclos biogeoquímicos, entre otros.
- La investigación científica debe incluir las siguientes habilidades y prácticas científicas:
  - **Planificar y conducir una investigación:** a) Formular preguntas y problemas sobre tópicos científicos de interés, a partir de la observación de fenómenos y/o la exploración de diversas

- fuentes; b) Planificar y desarrollar investigaciones que permitan recoger evidencias y contrastar hipótesis, con apoyo de herramientas tecnológicas y matemáticas.
- **Analizar e interpretar datos:** c) Describir patrones, tendencias y relaciones entre datos, información y variables; d) Analizar las relaciones entre las partes de un sistema en fenómenos y problemas de interés, a partir de tablas, gráficos, diagramas y modelos.
  - **Construir explicaciones y diseñar soluciones:** e) Construir, usar y comunicar argumentos científicos; f) Desarrollar y usar modelos basados en evidencia, para predecir y explicar mecanismos y fenómenos naturales; g) Diseñar proyectos para encontrar soluciones a problemas, usando la imaginación y la creatividad.
  - **Evaluar:** h) Evaluar la validez de información proveniente de diversas fuentes, distinguiendo entre evidencia científica e interpretación, y analizar sus alcances y limitaciones; i) Analizar críticamente implicancias sociales, económicas, éticas y ambientales de problemas relacionados con controversias públicas que involucran ciencia y tecnología.
  - Según el contexto, se puede adaptar la actividad y trabajar solo una o algunas prácticas científicas en forma independiente. No se necesita seguir un orden lineal para enseñar el proceso de investigación.

## Recursos y sitios web



### Ecosistemas

- <https://www.curriculumnacional.cl/link/https://es.slideshare.net/expocollege/ecosistema-2631114>

### Flujo de energía y productividad primaria

- <https://www.curriculumnacional.cl/link/https://es.khanacademy.org/science/biology/ecology/intro-to-ecosystems/a/energy-flow-primary-productivity>
- <https://www.curriculumnacional.cl/link/https://biologia.laguia2000.com/general/medicion-de-la-productividad-primaria-bruta-y-neta>

### Mesocosmos sustentable

- <https://www.curriculumnacional.cl/link/http://ies.rosachacel.colmenarviejo.educa.madrid.org/david/?p=872>