

Aprendizaje Activo de la Biología

Laura Natalí Afanador Barajas
Ángela Patricia Navas Berdugo
Aída Vanessa Wilches Morales



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN

BOGOTÁ
HUMANANA



Educación y Vida
FORTALECIDA



UNIVERSIDAD
CENTRAL

APRENDIZAJE ACTIVO DE LA **BIOLOGÍA**

Laura Natalí Afanador Barajas
Ángela Patricia Navas Berdugo
Aída Vanessa Wilches Morales



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

BOGOTÁ
HUMANANA



UNIVERSIDAD
CENTRAL



Consejo Superior

Fernando Sánchez Torres (presidente)
Rafael Santos Calderón
Jaime Arias Ramírez
Jaime Posada Díaz
Pedro Luis González (representante de los docentes)
Germán Ardila Suárez (representante de los estudiantes)

Rector

Rafael Santos Calderón

Vicerrector académico

Fernando Chaparro Osorio

Vicerrector administrativo y financiero

Nelson Gnecco Iglesias

Gustavo Francisco Petro Urrego
Alcalde

Óscar Gustavo Sánchez Jaramillo
Secretario de educación del Distrito

Nohora Patricia Buritica
Subsecretaria de calidad y pertinencia

Pablo Fernando Cruz Layton
Director de educación media y superior

PUBLICACIÓN RESULTADO DEL CONVENIO 3351 SUSCRITO ENTRE LA SECRETARÍA DE EDUCACIÓN DISTRITAL Y LA UNIVERSIDAD CENTRAL

Aprendizaje activo de la biología
ISBN para PDF: 978-958-26-0291-8
Primera edición: diciembre de 2014
Laura Natalí Afanador Barajas
Ángela Patricia Navas Berdugo
Aída Vanessa Wilches Morales
Universidad Central
Carrera 5 No. 21-38, Bogotá, D. C. Colombia
Tels.: (57-1) 323 98 68, ext.: 1556
editorial@ucentral.edu.co

Preparación editorial

Dirección: Héctor Sanabria Rivera
Diseño y diagramación: Arturo Cortés y Patricia Salinas G.
Corrección de estilo: Pablo H. Clavijo López
Impresión: Xpress Estudio Gráfico y Digital

Editado en Colombia–Published in Colombia



Material publicado de acuerdo con los términos de la licencia Creative Commons 4.0 internacional. Usted es libre de copiar, adaptar y redistribuir el material en cualquier medio o formato, siempre y cuando dé los créditos de manera apropiada, no lo haga con fines comerciales y difunda el resultado con la misma licencia del original.

CONTENIDO

5

Introducción



1

Diversidad del loro orejiamarillo: conocer y cuidar nuestra riqueza

7

15

Enfermedad de chagas y las relaciones entre organismos

2



3

Fotosíntesis

27

37

"Ese bebé es mío: tiene que haber una forma de demostrarlo"
Estudio de caso

4



5

Intercambio de nutrientes y energía en un lago de inundación de la Amazonía colombiana
Estudio de caso

45

55

Sinapsis neuronal, una visión desde la biología, la física y la química.
Actividades integradoras

6



7

Identificando nuestra biodiversidad
Proyecto de aula

61

INTRODUCCIÓN

El Proyecto 891 de la Secretaría de Educación del Distrito busca articular la educación media con la educación superior, de manera tal que los estudiantes inicien sus actividades en el colegio y transiten hacia la universidad, en un recorrido de lo concreto a lo abstracto, del pensamiento común al pensamiento científico. De esta manera, el camino que el estudiante inicia en su educación media tendrá mayor probabilidad de culminar en un título profesional.

Con esta cartilla pretendemos que los docentes tengan herramientas y metodologías, adicionales a las ya empleadas, para guiar a los estudiantes en el proceso de transformación del pensamiento y de las actitudes que los capaciten para llevar una vida universitaria exitosa. Para este fin, hemos incluido actividades enmarcadas en cuatro metodologías: PODS (predecir, observar, discutir y sintetizar); estudios de caso; actividades integradoras; y proyectos de aula. Todas ellas son herramientas comúnmente utilizadas durante el desarrollo de las asignaturas que tiene a cargo el Departamento de Ciencias Naturales de la Universidad Central.

La metodología PODS le permite al estudiante llegar al concepto transitando por la vía de la intuición, la experimentación y la elaboración de conclusiones a partir de la experiencia. De esta manera, cuando se utiliza el término “predicción” no se habla estrictamente de la predicción científica; más bien nos inclinamos por darles cabida a la intuición y a las preconcepciones que tienen los estudiantes. Después de tener claras estas predicciones, se podrá invitar al estudiante a que realice experimentos o actividades que le permitan confirmar o replantear los conceptos preconcebidos. Posteriormente hay una sección de “Discusión”, en la que concretan los conceptos aprendidos mediante la discusión entre pares y la consulta de referencias bibliográficas. Por último, se realiza la síntesis del ejercicio, en la que se tienen en cuenta las experiencias y conocimientos adquiridos durante la actividad.

Mediante la metodología estudios de caso se pretende que el estudiante refuerce y aplique los conceptos, contextualizándolos en un escenario o problemática real que le permita aplicar a su entorno los conceptos, comprender cómo pueden aplicarse, y analizar las implicaciones que las técnicas y conocimientos pueden tener en el desarrollo social, cultural y económico del país.

La metodología actividad integradora está encaminada a que las ciencias naturales no se conciben como disciplinas aisladas (biología, física y química), sino que se comiencen a ver como un todo que puede ser aplicado en distintos escenarios y

situaciones. Esa visión integradora permite que los asuntos aquí tratados puedan comprenderse mejor y de manera más global.

Por último, se hace necesario que los estudiantes incorporen sus conocimientos y generen respuestas a preguntas o problemáticas por medio del proyecto de aula, metodología basada en la pedagogía propuesta por John Dewey. Gracias a ella y por medio de la experiencia que va a investigar, el estudiante podrá aprender a plantear una problemática, a generar una metodología de trabajo, con el fin de encontrar alternativas y soluciones. El desarrollo de proyectos le ayudará al estudiante a trabajar en equipo, con lo cual logrará apropiarse de diversas temáticas no solo en el ámbito académico, sino también en el social, permitiendo así que se dé una conexión de su proceso de aprendizaje con la realidad.

1

Diversidad del
loro

orejiamarillo:

conocer y cuidar nuestra riqueza





¿Qué conceptos debe conocer el estudiante antes de realizar esta actividad?

Evolución
Ecosistema
ADN (secuencia de nucleótidos)

¿Qué conceptos aprenderá/afianzará el estudiante después de realizar esta actividad?

Biodiversidad (genética, específica y ecosistémica)

Predecir

“Las especies son como ladrillos en la construcción de un edificio. Podemos perder una o dos docenas de ladrillos sin que la casa se tambalee. Pero si desaparece el 20% de las especies, la estructura entera se desestabiliza y se derrumba. Así funciona un ecosistema”

Donald Falk



Figura 1. Imagen reelaborada a partir de la original: <http://blogs.eltiempo.com/biogenic-colombia/wp-content/uploads/sites/525/2014/04/Biodiversidad.png>



De los conceptos que conoce, y después de observar la figura 1, responda las siguientes preguntas:

1. ¿Cuáles son las diferencias entre biodiversidad, a nivel de individuo, especie y ecosistema?

2. ¿Cómo se originaron tantas y tan diferentes especies? Piense en las diferentes formas en que se pueden generar nuevas especies.

3. ¿Qué papel(es) desempeña(n) la(s) especie(s) en el ambiente? Luego analice: ¿Qué pasaría si esta(s) especie(s) desapareciera(n)? Imagine varios escenarios posibles y descríbalos a continuación.

4. Describa cómo se relaciona la diversidad con el material genético (ADN).

5. Ahora, imagine cómo serían las secuencias de ADN (secuencias de nucleótidos) de dos individuos hermanos, de dos gemelos, de dos no familiares y de dos especies diferentes. Mencione en cada uno de los casos si pueden diferenciarse fácilmente, ligeramente, difícilmente o no pueden diferenciarse.

Relación entre	Diferenciación en el ADN
Gemelos	
Hermanos	
No familiares	
Especies diferentes	

Observar

Biodiversidad del loro orejiamarillo

El loro orejiamarillo (*Ognorhynchus icterotis*) se encuentra actualmente amenazado debido a la deforestación de los bosques de palma de cera, para su uso en las celebraciones del Domingo de Ramos. Otra amenaza, en muchos casos no documentada, proviene de la caza y tráfico de las especies. La población de individuos de este loro se ubicaba antiguamente en Colombia y Ecuador, pero hoy se encuentra tan solo en algunos lugares de Colombia y se teme que pronto desaparezca.

Materiales

1. Tarjetas con información de ADN de hembras y machos de loro orejiamarillo (*Ognorhynchus icterotis*)

Metodología

2. Llegaron cinco individuos de loro orejiamarillo, que fueron incautados por la Policía en el Quindío y Tolima; estos loros fueron sacados de su hábitat natural para comercializarlos. Se hizo un estudio del ADN de estos individuos pensando en poder caracterizarlos y luego someterlos a un plan de conservación de la especie.

Observe las secuencias de ADN de cada uno de los individuos y evidencie las diferencias entre hembras y machos de cada una de las regiones.





1. ADN de loro orejiamarillo hembra del Quindío

ATGGACTGGATTCCAATCGGCCCTATCAGACTACATAGA

2. ADN de loro orejiamarillo hembra del Tolima

ATGAGACTCCATTCCGGCCATCAGAGTACATAGA

3. ADN de loro orejiamarillo macho del Tolima

ATCGACTGGTAACCAATCAACCCTATCAGACTACATACT

4. ADN de loro orejiamarillo macho del Quindío

ATGGACTGGATTCCAATCGGCCCTATCAGACTACATAGA

5. ADN de loro orejiamarillo macho del Quindío

ATGAGACTCCATTCCCTATCGGCCCTATCAGAGTACATAGA

♀



Discutir

1.

¿Qué hembras y/o machos tienen secuencias de ADN similares? Explique por qué podrían darse las similitudes.

2.

¿Qué individuos hembras y/o machos tienen secuencias de ADN diferentes? Explique por qué podrían darse las diferencias entre individuos y regiones.

3.

Si se pensara en el cuidado de la especie, y posiblemente en cruzar a estos individuos para promover su biodiversidad (tenga en cuenta que las diferencias entre individuos generan la diversidad), ¿cómo los cruzaría? Discuta su respuesta.

Hembra del Quindío	Hembra del Tolima

Los individuos muestran diferencias entre sí, que se ven reflejadas por lo general en su morfología. Aun cuando las diferencias morfológicas no sean tan claras, si analizamos las secuencias de ADN podemos evidenciar las diferencias entre organismos relacionados o hermanos de una misma especie.

Es importante conocer cómo una secuencia de ADN nos puede ayudar a conocer la variación y a relacionarla con la biodiversidad, como es el caso que se ha planteado con el loro orejiamarillo.

Actualmente vemos cómo el ser humano puede afectar o intervenir de forma negativa los procesos de la naturaleza, lo que lleva a la destrucción de ambientes y a la extinción de especies.

- Sugiera cómo podríamos intervenir de forma positiva para disminuir el daño provocado a la naturaleza o a las especies.

La biodiversidad se genera por el apareamiento al azar de los individuos. Sin embargo, cuando una población ha reducido su número de individuos, las posibilidades de que este proceso se lleve a cabo son bastante bajas. Es importante pensar que todos estos procesos pueden llevar a que las poblaciones de una especie se diferencien y puedan generar una nueva especie, o a que las poblaciones sean tan pequeñas y tan poco diferenciadas que puedan extinguirse a causa de algún proceso que las afecte.

- ¿Cómo se puede relacionar esto con la evolución?
- ¿Qué consecuencias tiene una baja variabilidad o diversidad, y cómo afectaría a las poblaciones e individuos de una especie?



Actividades complementarias



1. Para conocer más acerca de la diversidad de especies en el mundo y el lugar que en ella ocupa Colombia, vea el siguiente video, en el que se pueden conocer los 10 países más megadiversos del mundo:



<http://www.youtube.com/watch?v=df224hAx130>

2. Consulte qué es el tráfico de especies y qué entidades de Colombia se encargan de controlarlo.
3. Investigue qué tipos de conservación existen y piense en cuál sería el adecuado para aplicar en el caso del loro orejiamarillo.

Bibliografía

- Andrade, C. (2011). “Estado de conocimiento de la biodiversidad en Colombia y sus amenazas. Consideraciones para fortalecer la interacción ciencia-política”. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.*, 35(137), 491-507.
- Biello, D. (2012). “How biodiversity keeps earth alive”. *Scientific American*. May 3.
- Estrella, J., Manosalvas, R., Mariaca, J. y Ribadeneira, M. (2005). *Biodiversidad y recursos genéticos: una guía para su uso y acceso en el Ecuador*. Quito: Eco-Ciencia, INIAP, MAE y Abya Yala.



2

Enfermedad de **CHAGAS** y relaciones entre organismos



¿Qué debe saber el estudiante antes de realizar esta actividad?

Protozoo
Ciclo de vida
Población
Comunidad

¿Qué aprenderá el estudiante después de realizar esta actividad?

Mutualismo
Parasitismo
Vector
Hospedero
Reservorio natural

Introducción

En las comunidades, los individuos de distintas especies interactúan entre sí de distintas maneras. Pueden competir por un recurso, en el proceso que denominamos competencia; pueden intercambiar un recurso o servicio, en el llamado mutualismo; puede beneficiarse uno sin afectar al otro, proceso conocido como comensalismo; o puede beneficiarse uno y afectar de manera negativa al otro, en el denominado parasitismo.

Dentro de las relaciones de parasitismo encontramos las de **microparasitismo**, en las que un virus, bacteria, hongo o protozoo tiene como hospedero a un organismo más grande y se aprovecha de este para obtener alimento o completar su ciclo de vida, con lo cual reduce su gasto de energía. Los ciclos de vida de los microparásitos suelen ser muy complejos, ya que involucran vectores, reservorios y hospederos. Los **vectores** son organismos que transportan al parásito de hospedero a hospedero y no se ven afectados por este. Los **reservorios** son los hospederos del parásito a largo plazo; generalmente no se ven afectados por este o son asintomáticos. Por último, hay algunos hospederos que sí se van a ver afectados por los parásitos y estos ponen en riesgo su vida (Smith y Smith, 2007).

Una de las enfermedades tropicales más común en las zonas bajas latinoamericanas, incluida Colombia, es la enfermedad de Chagas, también conocida como tripanosomiasis. Se calcula que en todo el mundo hay entre 16 y 18 millones de personas infectadas por el parásito, de las cuales cada año mueren 50000. Hay transmisión local de la enfermedad de Chagas en Argentina, Belice, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Guyana, Guyana Francesa, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Venezuela y Suriname. La prevalencia de la tripanosomiasis en Colombia se ha estimado entre 700000 y 1 200000 habitantes infectados, y hay 8 millones en riesgo de adquirir la infección, según se



deduce de la distribución geográfica y las especies rectoras descritas en la fase exploratoria del Programa Nacional de Prevención y Control de la Enfermedad de Chagas, que comenzó oficialmente en 1996 por iniciativa del Ministerio de Salud de Colombia y en el que participan centros de investigación nacionales con experiencia en la patología. Los entes territoriales con el mayor número de casos notificados fueron Boyacá (215), Bogotá (179), Santander (111), Norte de Santander (96), Casanare (65), Cesar (63), Arauca (55) y Cundinamarca (32), los cuales aportan el 84% (817) del total de casos notificados, como se ve en el siguiente mapa (INS, 2012).

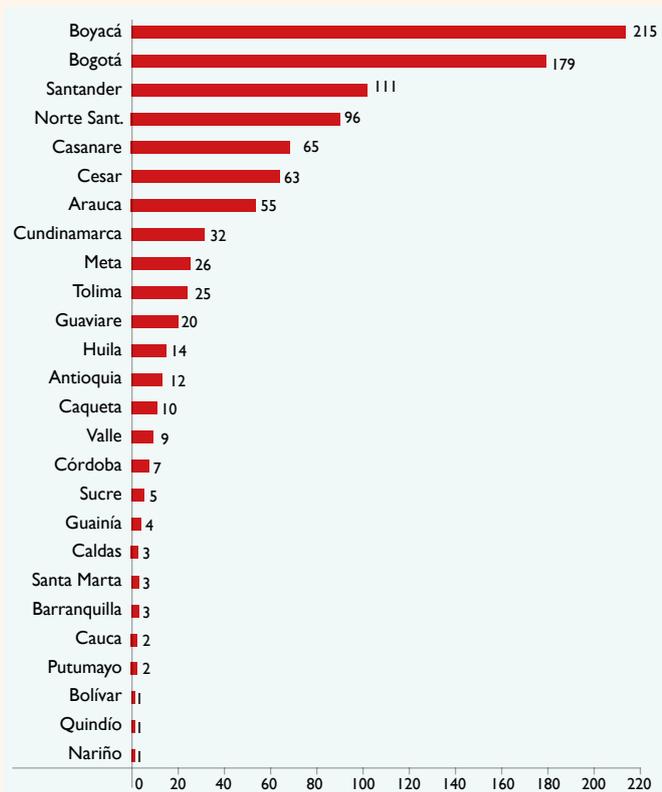


Figura 2: Entes territoriales con mayor prevalencia de la enfermedad de Chagas en Colombia.
Fuente: SIVIGILA INS

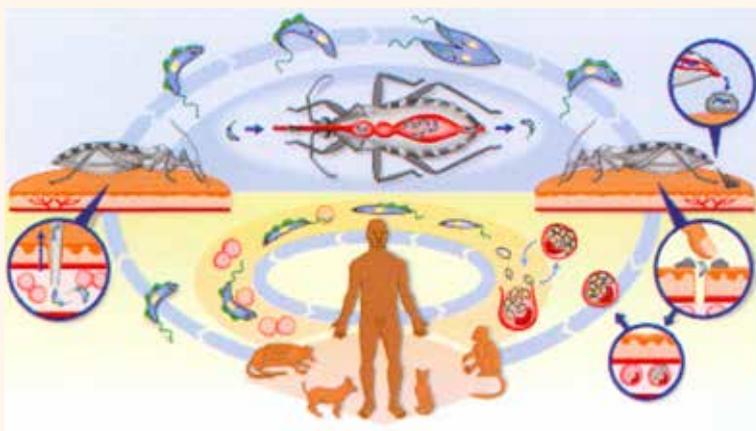


Figura 3: Ciclo de vida de *Trypanosoma cruzi*, parásito que produce la enfermedad de Chagas. Se presentan los distintos vectores, reservorios y hospederos relacionados con esta. El contagio de la enfermedad puede presentarse debido a la picadura de la chinche o al consumo de alimentos contaminados con las heces de esta. (Imagen tomada de: http://www.educhagas.com.ar/imagenes/galeria/originales/ciclo_t_cruzi_oms.gif)

La enfermedad de Chagas es causada por un protozoo denominado *Trypanosoma cruzi*, cuyo vector es un insecto comúnmente conocido como chinche, muy común en los lugares de asentamiento humano. El parásito puede permanecer en reservorios naturales, como animales silvestres (armadillos, marsupiales, murciélagos) y domésticos (perros, gatos). Cuando entra al torrente sanguíneo de los humanos, *T. cruzi* se hospeda en las células del corazón, donde al cabo de unos años puede debilitar este órgano y causar la muerte al hospedero.

Predecir

Responda las siguientes preguntas teniendo en cuenta lo mencionado en la Introducción y lo mostrado en la figura 2:

1. ¿Qué tipo de relaciones entre organismos encuentra usted en este ciclo de vida? Recuerde incluir al parásito, los vectores, reservorios y hospederos.

2. ¿En qué casos las relaciones son obligadas (una especie no puede sobrevivir sin la otra), y en qué casos son facultativas (las especies pueden vivir sin las otras)?

3. ¿Cómo cambiará la frecuencia de contagio de la enfermedad dependiendo del número de chinches (sanas o enfermas) presentes en una comunidad? ¿Qué pasará si se modifica la cantidad de animales domésticos que viven en relación estrecha con las personas?

4. Si una persona es picada por una chinche queda infectada. Si otra chinche la vuelve a picar, ¿esta persona se enfermará más en comparación con su estado de salud cuando solo le había picado una chinche?

5. ¿Cómo cambiará la dinámica de contagio (número de personas contagiadas) si cambia el número de vectores (chinches) y el de humanos se mantiene constante?

Observar

Juego de la enfermedad de Chagas:

1. **Materiales:**
 - Tarjetas del juego
 - Marcadores rojos y azules
2. **Jugadores:**
 - Vectores: chinches *Rhodnius prolixus* (infectados y no infectados)
 - Reservorios: armadillos, zarigüeyas, perros y murciélagos
 - Hospederos: humanos

3.

Jugando:

Distribuya sus estudiantes en los distintos roles, como se indica a continuación:

- Vectores: 20% del total de estudiantes, de los cuales la mitad será de no infectados, y la otra mitad de infectados. Dele a cada vector no infectado un
- Reservorios: perros, 30%; zarigüeyas, 10%; armadillos, 10%; murciélagos, 10%
- Hospederos: 20% de humanos.

marcador azul y a cada vector infectado un marcador rojo.

Cada estudiante recibirá una tarjeta de juego en donde se le indica el rol que debe desempeñar durante la actividad.

Aclaración: el porcentaje de chinches puede ser modificado para investigar los efectos de un incremento en el número total de vectores. También puede cambiarse la proporción de infectados y no infectados.

Habrán tres rondas de picaduras de las chinches. Para cada ronda, el docente predeterminará el período de su realización. Se recomienda que sea de 1 minuto o menos, dependiendo del número de estudiantes de cada grupo.

Ronda 1

- Las chinches “picarán” aleatoriamente tantos reservorios y hospederos como les sea posible. Sin embargo, cada hospederero podrá ser picado una sola vez por ronda. Para evitar la confusión, el docente puede elegir que todos los reservorios y hospederos estén organizados en fila y que los vectores se muevan.
- Al picar a un reservorio u hospederero, una chinche marca la tarjeta del hospederero en la caja señalada con el número 1. Las chinches infectadas marcarán la tarjeta con rojo, las no infectadas lo harán con azul. Por ejemplo, si una chinche no infectada pica a un armadillo, el armadillo recibirá una marca azul en la caja 1 de la tarjeta.
- Después de que la chinche marque la tarjeta de un reservorio u hospederero, ella puede moverse a otro.
- El resultado para el reservorio u hospederero diferirá dependiendo del tipo de chinche que lo pique (Revise más adelante la sección “Resultados para cada jugador”).
- Al final de la ronda 1, cuente el número de chinches, reservorios y hospederos infectados y no infectados.

Ronda 2

Los jugadores seguirán los mismos pasos que en la ronda 1, con las siguientes reglas adicionales:

- Las chinches “picarán” a la mayor cantidad de reservorios u hospederos que
- Si una chinche no infectada pica un reservorio u hospederero infectado (con

les sea posible, marcando sus tarjetas en la caja identificada con el número 2. De nuevo, cada hospederero puede ser picado solo una vez por ronda.

la caja 1 marcada con rojo), la chinche se infecta y debe cambiar su marcador azul por uno rojo.

- Cuando la chinche queda infectada, inmediatamente comienza a marcar las tarjetas con el marcador rojo.

- Si el hospedero muere al final de la ronda 2, el jugador se sentará y no puede ser picado de nuevo.
- Al final de la ronda 2, cuente el número de vectores, reservorios y hospederos infectados y no infectados.

Ronda 3

Los jugadores seguirán los mismos pasos que en la ronda 2 con las siguientes reglas adicionales:

- Las chinches “picarán” tantos reservorios y hospederos como les sea posible y marcarán sus tarjetas en la caja 3.
- Las chinches no podrán picar a los hospederos muertos.

- Si una chinche no infectada pica a un reservorio u hospedero que recibió una marca roja en la ronda 1 o 2, el vector quedará infectado y deberá cambiar el marcador azul por uno rojo.
- Al final de la ronda 3, cuente el número de chinches, reservorios y hospederos infectados, no infectados y muertos.

Resultados para cada jugador

a. Si una chinche no infectada pica a un reservorio u hospedero, no pasa nada con estos individuos.

b. Reservorios

- Si un armadillo es picado por una chinche infectada, queda infectado pero no se enferma ni muere. Continuará en el juego durante las tres rondas. Si una chinche no infectada pica a un armadillo infectado, dicha chinche quedará infectada.
- Si una zarigüeya o murciélago es picado por una chinche infectada, queda infectado y se enferma, pasa a la segunda ronda y muere al final de esta. Si una chinche no infectada pica a una zarigüeya o murciélago infectado, esa chinche quedará infectada.

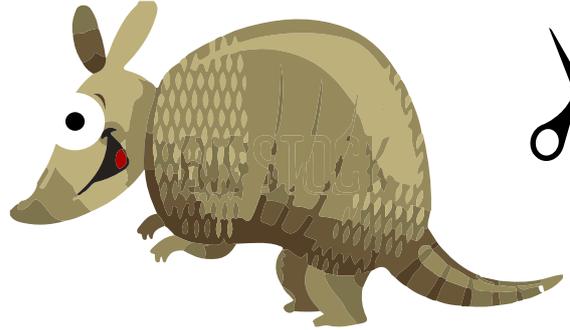
- Si un perro es picado por una chinche infectada, pueden obtenerse dos resultados: la mitad de los perros infectados irá a la siguiente ronda y luego morirá, mientras la otra mitad continuará en el juego hasta el final. Si una chinche no infectada pica a un perro infectado, la chinche quedará infectada.

c. Hospederos (humanos)

- Si un humano es picado por una chinche infectada, quedará infectado, caerá enfermo y morirá al final de la siguiente ronda. Si una chinche no infectada pica a un humano infectado, la chinche quedará infectada.

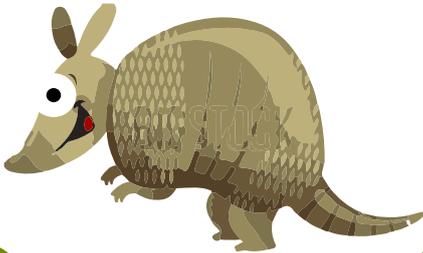


Tarjetas de juego



Tú eres un armadillo

Una vez infectado, no te pasará nada, podrás seguir jugando hasta el final



2

3

Tú eres una zarigüeya

Una vez infectada, te enfermarás y morirás al final de la siguiente ronda



2

3

Tú eres un perro

Una vez infectado, te enfermarás y morirás al final de la siguiente ronda



2

3

Tú eres un murciélago

Una vez infectado, te enfermarás y morirás al final de la siguiente ronda



2

3

Tú eres un perro

Una vez infectado, no te pasará nada, podrás seguir jugando hasta el final



2

3

Tú eres un humano

Una vez infectado, te enfermarás y morirás al final de la siguiente ronda



2

3

Discutir

1.

El conocimiento de todos los actores involucrados en el contagio de la enfermedad puede relacionarse con el ambiente donde la enfermedad tiene mayores probabilidades de ser adquirida. ¿Existen factores medioambientales comunes en los departamentos colombianos donde hay mayor cantidad de casos de Chagas?

2.

¿Cuál cree que sería el mejor mecanismo para limitar la expansión de esta grave enfermedad?

3.

Averigüe en qué rangos de edad se encuentra la población más vulnerable ¿Qué razones hay para ello?

4.

De acuerdo con las predicciones que se hicieron antes de realizar el juego, proponga una actividad de discusión en clase, en la que se argumenten las diferencias basándose en fuentes bibliográficas.

Predicción 1

Predicción 2

Predicción 3

Predicción 4

Predicción 5

5.

¿Qué diferencias hay entre las reglas del juego y la manera en la que el *T. cruzi* es transmitido entre reservorios y hospederos? ¿Son iguales? ¿cambian? Se recomienda una actividad de discusión alrededor de la pregunta propuesta.

Sintetizar

Los protozoarios presentan algunas características que los hacen particulares frente a otros grupos de organismos vivos; de ahí que sea importante conocer dichas características y relacionarlas con el caso que aquí se ha planteado.

A lo largo de la historia de las civilizaciones humanas han existido otros casos de contagio de enfermedades por vectores, que han puesto en riesgo incluso la supervivencia de la especie humana.

- Plantee comparaciones con casos como la peste negra, el ébola, la fiebre tifoidea, el dengue y el paludismo. ¿Qué tienen en común?, ¿qué las diferencia?

Estos tipos de enfermedades surgen por la interacción de las especies: cada una ensaya una forma de ganar su pelea evolutiva, en la cual unos animales mueren y otros no.

- ¿Cómo se puede relacionar este tema con el de selección natural? ¿Qué característica sería deseable en casos como estos?

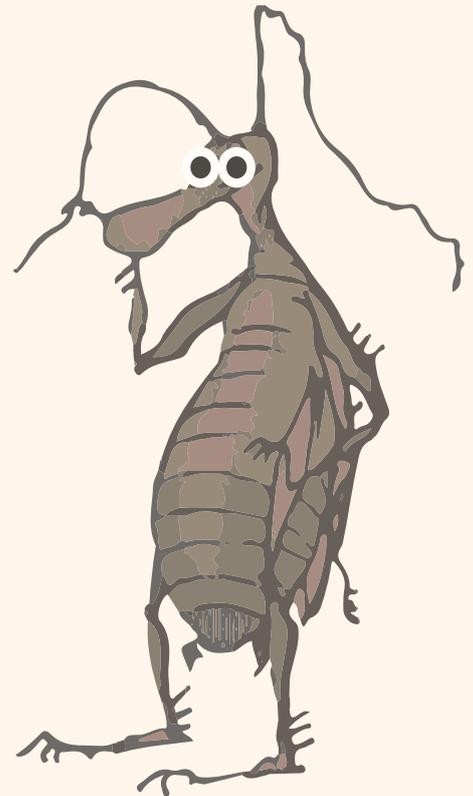
Actividades complementarias

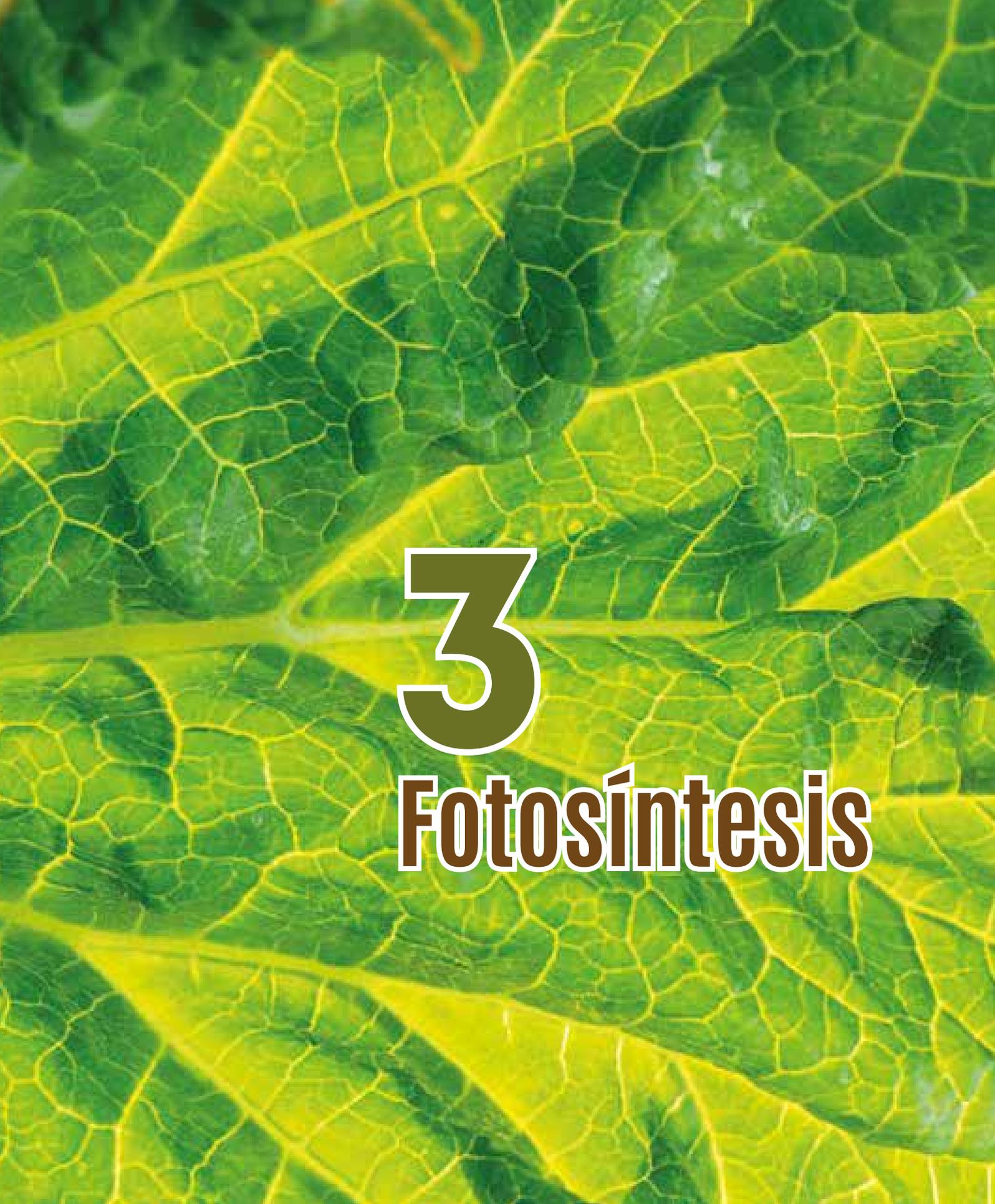
Para mejorar su conocimiento sobre esta enfermedad, realice las siguientes consultas y actividades para ser sometidas a discusión:

1. Realice un diagrama de barras que muestre cuántas personas han muerto por esta enfermedad en los últimos 10 años en Colombia.
2. Averigüe cuáles son los síntomas de esta enfermedad crónica y si hay tratamientos para curarla o aliviarla.
3. Realice una consulta sobre los lugares del país donde se hacen pruebas diagnósticas. Pídale a sus estudiantes que describan con sus palabras el método que se utiliza.
4. Establezca una relación entre el cambio climático y el efecto que puede tener sobre la distribución de las plagas y enfermedades en Bogotá. ¿Qué pasaría si la capital ahora tuviera una temperatura promedio de 12 grados? ¿Qué pasaría en el mundo con otras enfermedades transmitidas por vectores del tipo insectos?

Bibliografía

- Crean, J. (2010). *West Nile Virus: Vectors and Hosts Game*. Howard Hughes Medical Institute, *Holiday Lectures on Science*. Consultado en: <http://www.hhmi.org/biointeractive>
- Instituto Nacional de Salud (2012). Informe del evento “Enfermedad de Chagas”. Consultado el 2 de nov. De 2014 en: <http://www.ins.gov.co/lineas-de-accion/Subdireccion-Vigilancia/Informe%20de%20Evento%20Epidemiologico/CHAGAS%202012.pdf>
- Smith, T. y Smith, R. (2007). *Ecología*. 6ª ed. Madrid: Pearson Education.



A close-up photograph of several overlapping green leaves. The leaves are vibrant green with prominent, light-colored veins that create a complex, branching pattern across the surface. The lighting is bright, highlighting the texture and structure of the leaf cells.

3

Fotosíntesis



¿Qué debe saber el estudiante antes de realizar esta actividad?

Organelos celulares
Moléculas orgánicas e inorgánicas

¿Qué aprenderá el estudiante después de realizar esta actividad?

Productividad primaria
y nociones de productividad secundaria

Introducción

En estos tiempos de la revolución genética, la posibilidad de hacer mejoramiento de plantas y animales es una realidad y va a ritmos acelerados. El rumbo que han tomado las investigaciones científicas en la agricultura se debe a la urgente necesidad de conseguir suficiente alimento para todos los habitantes del planeta. El número de individuos de nuestra especie aumenta cada día en 8,6 millones, lo que genera preocupación en todos los gobiernos del mundo, que se preguntan día tras día cómo mejorar la productividad de sus suelos y mares para poder abastecer a una humanidad creciente y necesitada.

Desde aquel tiempo en que el hombre se convirtió en agricultor, comenzó a escoger aquellas plantas y animales que le proveían más energía al consumirlos, al tiempo que le brindaban otros beneficios, como servirle como materia prima para elaborar su ropa, techar sus casas, ayudarle en su trabajo, movilizarse, o cuidar sus propiedades. Las mujeres eran las encargadas de escoger y guardar aquellas semillas que daban los mejores frutos y, poco a poco, aparecieron las primeras variedades mejoradas, que, con luz, agua y cuidados, producían alimentos ricos y abundantes; esto permitió a las primeras familias mejorar su calidad de vida y garantizar su supervivencia. Sin darse cuenta, el ser humano había comenzado una carrera, que aún no termina, para aumentar la productividad de sus alimentos. Con la revolución industrial aparecieron las máquinas que irían a mejorar las técnicas de cultivo, de pesca, de explotación de todos los recursos que usa nuestra especie.

De esta manera, lo que en un principio tuvo el fin exclusivo de sobrevivir nos ha llevado a un punto en el que hay que repensar a dónde nos ha conducido esta carrera.

Las plantas, que son la base del sustento de todo ecosistema terrestre, y las algas, que son su equivalente en los ecosistemas acuáticos (agua dulce y salada), garantizan la supervivencia de todos los demás organismos vivos del planeta. Adicionalmente, las plantas realizan de forma natural dos funciones que también mejoran y garantizan nuestra supervivencia: capturan el dióxido de carbono (CO_2) y liberan oxígeno. El

“No podemos engañar al ADN. No podemos esquivar la fotosíntesis. No podemos decir que no vayamos a estar condenados al fitoplancton. Todos estos pequeños mecanismos proporcionan las condiciones de nuestra vida planetaria”

Barbara Ward

mecanismo de la fotosíntesis consiste entonces en un maravilloso proceso en el cual los organismos productores logran formar frutas y verduras a partir de agua y dióxido de carbono. Las algas microscópicas son su equivalente en el mundo acuático, lo que garantiza la supervivencia de peces, que les dan de comer a 2/3 de la población mundial. De ahí que sea vital revisar en qué consiste este mecanismo, base de la vida en la Tierra.

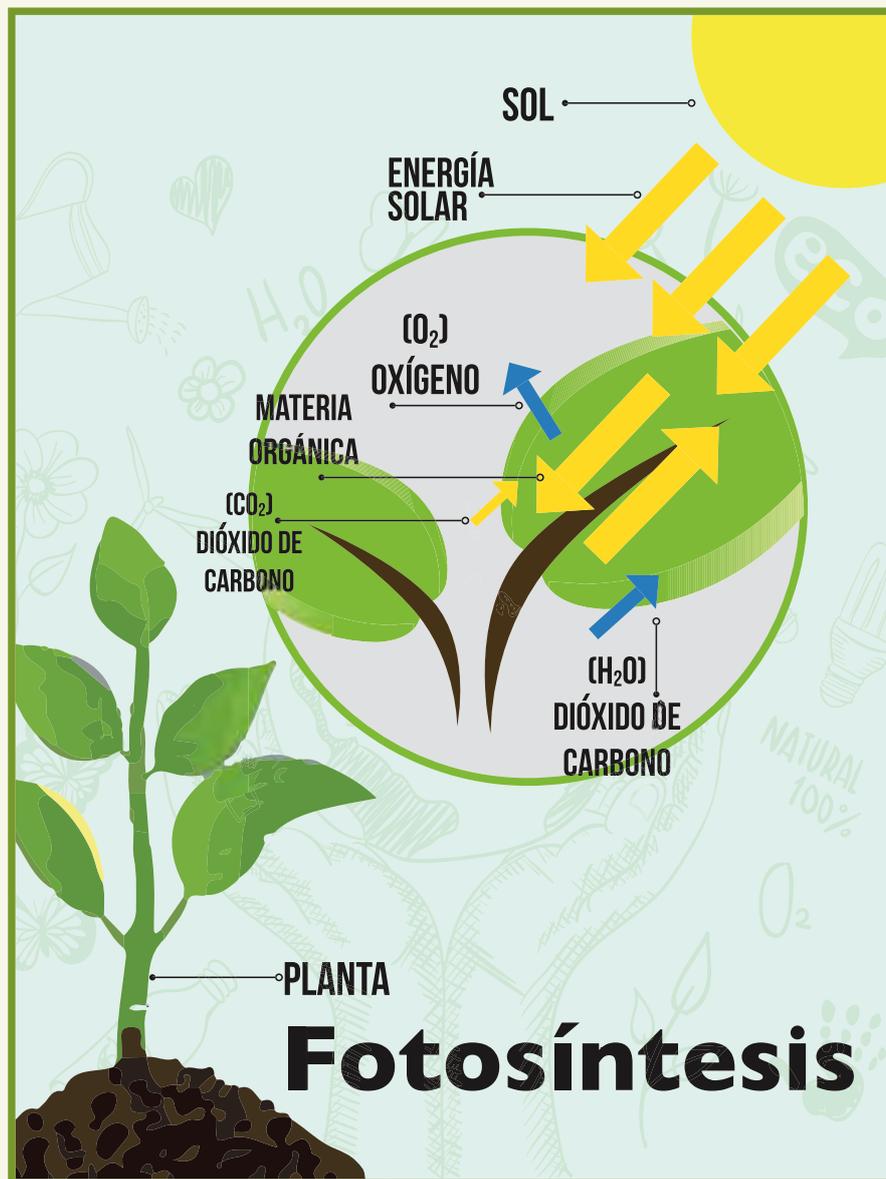


Figura 4: Imagen reelaborada a partir de la original:
http://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=221





Actividad sugerida previa a la práctica



(Consulte el video del profesor Bozeman en youtube)
http://www.youtube.com/watch?v=ZnY9_wMZZWI

Predecir

1. Las hojas de todas las plantas verdes son capaces de realizar la fotosíntesis, siempre y cuando las condiciones estén a su favor.

2. Si se comprueba que las hojas de las plantas producen oxígeno, ¿se podría afirmar que la fotosíntesis efectivamente ocurrió?

3. Al añadir al medio del ensayo una fuente de carbono, ¿la fotosíntesis será mucho más efectiva que sin ella?

4. Si se cambia la cantidad de luz, ¿la fotosíntesis podrá hacerse más rápida o más lenta?



Observar

1.

Materiales y reactivos para todo el grupo

- Un bombillo de luz LED o uno de los tradicionales (incandescentes) de 100 watts.

Reactivos e implementos (para el laboratorio)

- 10 gramos de bicarbonato de sodio o de calcio.
- 1 litro de agua destilada o embotellada.
- 1 jeringa de 5 ml, sin la aguja.

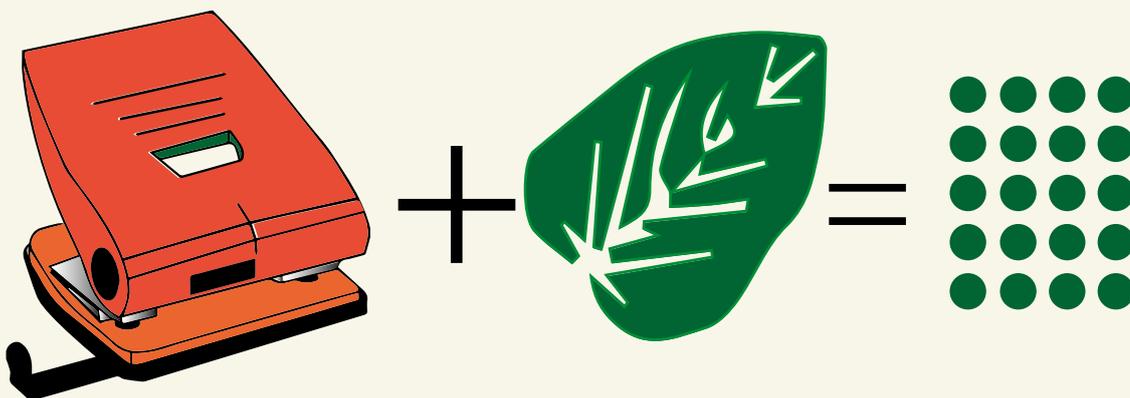
- 1 soporte, donde se pueda fijar el bombillo a 40 cm de la mesa.
- 1 frasco de vidrio o 1 vaso de precipitados de 400 ml de capacidad.
- 2 hojas de espinaca fresca, verde brillante y sana.
- 1 perforadora.
- 1 reloj con cronómetro.
- Pliegos de papel celofán de colores azul, verde y rojo, uno de cada color.
- Hielo picado.

2.

Montaje del ensayo (Bozeman, 2014)

Instrucciones para todos los estudiantes

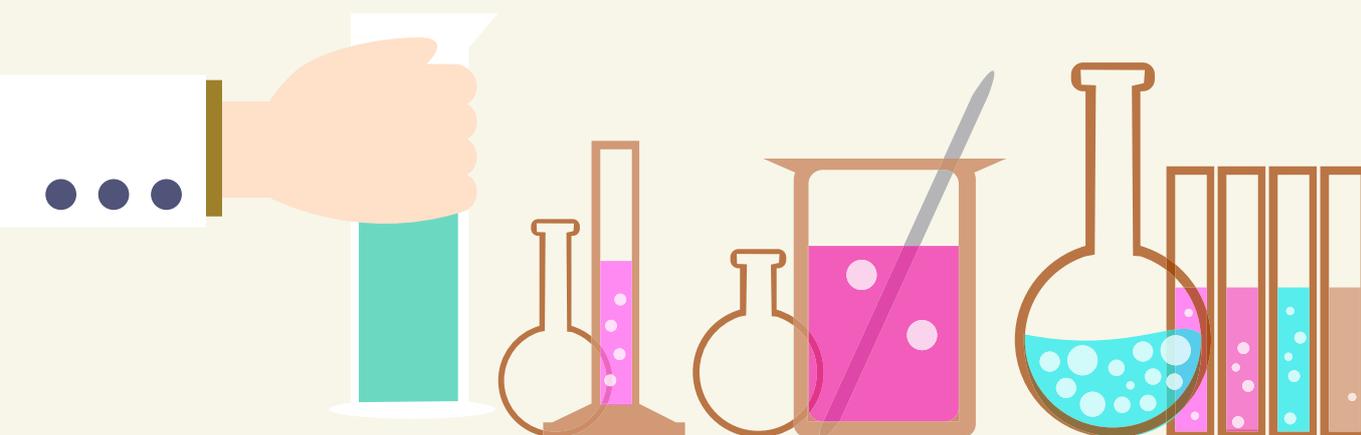
1. Tomen la perforadora y corten con ella una hoja de espinaca hasta obtener 20 círculos.
2. Tomen el bicarbonato y disuélvanlo en 1 litro de agua destilada o embotellada.
3. Introduzcan los círculos en una jeringa de 5 ml. ¿Qué pasa con los círculos? ¿Por qué se ubican en ese lugar?



4. Pongan su dedo en la punta de la jeringa y jalen hacia atrás el émbolo. ¿Qué observan alrededor de los círculos de hojas? ¿Qué gas aparece?



5. Repitan este procedimiento las veces que sea necesario hasta que los círculos desciendan.
6. Tápenlos ahora con sus manos, retiren el émbolo y pónganlos en 200 ml de la solución de bicarbonato vertida en un frasco o vaso de precipitados.
7. Asegúrense de poner una hoja blanca debajo, o de que la superficie donde están los circulitos sea blanca.
8. Rápidamente prendan el bombillo y activen el conómetro del reloj.



Variaciones propuestas en los grupos

Establecer un grupo control, que realizará el procedimiento tal como se describió arriba.

Tratamientos propuestos

- **Grupo 1.** Este grupo de estudiantes pondrá el bombillo a 50 cm de la mesa. ¿Qué factor está modificando respecto al grupo de control?
- **Grupo 2.** Este grupo prepara una solución de bicarbonato más concentrada (200 g/100 ml). Deben observar el frasco del bicarbonato y revisar la fórmula química. (Este grupo debe estructurar una hipótesis acerca del elemento químico que está modificando).
- **Grupo 3.** Este grupo pone un papel celofán sobre el vaso de precipitados. Utiliza papeles azul, rojo o verde, y el resto del procedimiento tiene que mantenerlo igual.
- **Grupo 4.** El grupo 4 pone el vaso de precipitados con los círculos de espinaca sumergidos en una cubeta con hielo, es decir, modifica la temperatura del ensayo; el resto del procedimiento permanece igual al del grupo de control.



Para todos los grupos

Los estudiantes deben observar los círculos de espinaca y comenzar a anotar el tiempo en el que van ascendiendo a la superficie. El docente les dice que detengan su cronómetro cuando suban todos los círculos y verifiquen que se registren todos los tiempos en una tabla. Al final, se deben comparar los datos de todos los grupos con los datos del grupo control.

Tiempo de ascenso de cada círculo	Grupo control	Grupo 1 (intensidad lumínica)	Grupo 2 (cantidad de CO ₂)	Grupo 3 (calidad de la luz)	Grupo 4 (temperatura ambiental)

Resultados para cada grupo

Cada grupo debe registrar el tiempo en el cual suben los 20 círculos y alguno de los integrantes debe ir revisando cómo van progresando los demás ensayos, para poder recoger las inquietudes de cada grupo. Esto es muy importante para poder establecer las consecuencias de ir modificando cada uno de los factores vinculados. Si se cuenta con computadores, se pueden registrar todos los datos y se pueden graficar curvas correspondientes a cada ensayo, para compararlas al final.

Discutir

Las plantas verdes fabrican moléculas muy complejas, como azúcares y almidones, a partir de moléculas relativamente sencillas, como CO₂ y H₂O, utilizando como energía la luz del sol. El tipo de luz fotosintéticamente activa es la luz blanca. Sin embargo, hay muchos factores que pueden alterar este proceso.

1.

¿Qué cambios se pueden observar en la velocidad de ascenso de los círculos de espinaca en cada tratamiento propuesto?



2.

¿La calidad de la espinaca es también importante? ¿Qué puede pasar si la espinaca está muy vieja o amarillenta?

3.

¿Ocurren variaciones en la fotosíntesis a lo largo del día? ¿Qué pasa en un día soleado y en un día nublado?

Sintetizar

Todos los ecosistemas terrestres y acuáticos se soportan en la actividad de los organismos fotosintetizadores. Esto significa que estos organismos están en la base de las pirámides alimenticias y que, sin su trabajo, la vida de los consumidores no es sustentable.

Lo mismo ocurre en los mares y lagos, aunque las plantas terrestres sean más fáciles de medir y contar. En la mayoría de los ecosistemas acuáticos, los fotosintetizadores son las bacterias y los protistas. Estos organismos unicelulares, aunque no pesan mucho, se reproducen de forma rápida y son el alimento de los peces herbívoros que están en los primeros eslabones de la cadena trófica (Purves, 2003).

Si se consideran los cambios que están ocurriendo en nuestro planeta en cuanto a aumento de las concentraciones de CO₂, de la temperatura en el aire y en el mar, y la mayor demanda de alimento en el mundo, ¿qué predicciones se pueden hacer?



Actividades complementarias

Para ampliar sus conocimientos sobre la fotosíntesis:

1.

Dibuje un cloroplasto y ubique los lugares y estructuras en donde se llevan a cabo los dos procesos principales: la producción de oxígeno y la fijación del carbono para producir azúcar (glucosa).

2.

Consulte los cambios que están ocurriendo en los mares donde la temperatura haya aumentado en los últimos años. ¿Qué especies han desaparecido? ¿Hay algunas especies que se hayan beneficiado con este cambio?

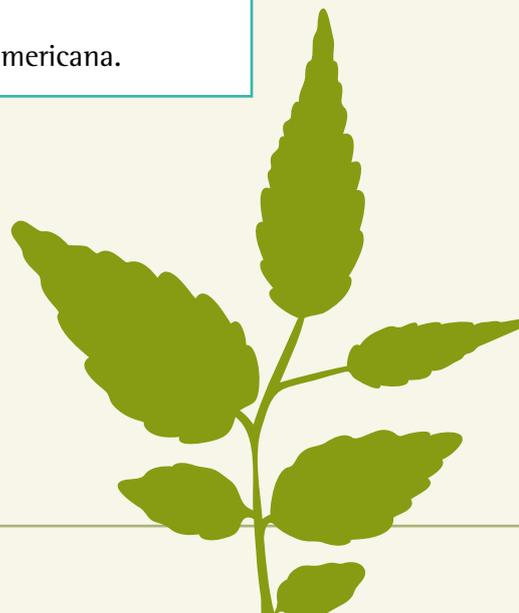


3. Existen otros pigmentos en las plantas, que les dan los colores rojo, naranja, amarillo, azul y morado. ¿Qué función tienen estos pigmentos? ¿Por qué la clorofila es la más importante?

4. En Estados Unidos hay grupos de *preppers*, que aseguran que serán los únicos sobrevivientes en caso de que se estrelle un meteorito contra la Tierra o de que haya una guerra mundial que tape la luz del sol. ¿Cuánto tiempo cree que ellos sobrevivirían? ¿Qué otros escenarios ha habido en la historia de nuestro planeta, en los que hubo oscuridad y polvo que cubrió la atmosfera? Genere una discusión alrededor de las consecuencias de esta situación real vs. la hipotética.

Bibliografía

- Bozeman (2014). *Photosynthesis Lab Walkthrough*. Disponible en: http://www.youtube.com/watch?v=ZnY9_wMZZWI
- Purves (2003). *Vida: la ciencia de la biología*. Bogotá: Panamericana.



4

**“Ese bebé es mío:
tiene que haber
una forma
de demostrarlo”**

Estudio de caso





¿Qué debe saber el estudiante antes de realizar esta actividad?

Estructura y funciones del ADN
Concepto de mutación: neutra, ventajosa, desventajosa

¿Qué aprenderá el estudiante después de realizar esta actividad?

Diferencias estructurales entre ADN nuclear y mitocondrial
Aplicaciones del análisis de ambos tipos de ADN

Primera parte

"Porque al besar la madre a un hijo amado, besa a un tiempo el amor del que ha nacido"

Ramón de Campoamor

Camila estaba muy feliz cuando se casó tras un corto noviazgo. Julio, su novio, era un hombre mayor, muy callado y aparentemente reservado y serio. Había estado casado anteriormente, pero nadie sabía muy bien por qué ya no vivía con su esposa y sus hijos. Camila tenía 18 años cuando Julio la conquistó muy rápidamente; él comenzó a cortejarla y a acompañarla a todos lados, la esperaba a la salida del colegio y pronto le regaló un celular para poder encontrarla fácilmente. Al comienzo todo parecía muy normal, aunque Camila en el fondo sentía que Julio era muy posesivo con ella. Su familia también sentía que ese no era el orden normal de las cosas y su mamá supo algo que la dejó muy preocupada: Julio no vivía con su esposa porque tenía una demanda por violencia doméstica y, si se acercaba a ella, iría preso por abuso. La mamá de Camila habló con su hija y le pidió que reconsiderara su noviazgo, porque la violencia y el control eran dos conductas que iban a anular su vida, pero Camila no consideró que esto fuera una buena razón para dejarlo y, como en todo ciclo de violencia, ella sentía que tenía la culpa cuando Julio la gritaba o la amenazaba. En efecto, muy pronto comenzó a golpearla. Camila le dijo que estaba embarazada pero a él no le importó y los golpes siguieron de forma rutinaria. A los cinco meses de embarazo la golpeó tan fuerte que ella quedó inconsciente y cuando se despertó, se fue al hospital porque sentía que algo no andaba bien con su bebé.

Sus sospechas se hicieron realidad cuando le dijeron que su bebé estaba muerto y que tenían que hacerle una cesárea para evitar una infección. Camila estaba en shock; todo había pasado muy rápido y, en lugar de preocuparse por su salud, pensaba en la reacción de Julio cuando supiera que su hijo ya no existía. El pánico la invadió y dejó de dormir por muchos días, tratando de encontrar una salida a lo que ella sentía como su problema. Como nadie sabía lo que le había pasado, Camila ideó un plan desesperado: seguiría con un embarazo ficticio; eso se podía simular con algunos trapos en su abdomen y, mientras tanto, pensaría en algo para recuperar a ese bebé perdido.

Efectivamente diseñó un abdomen de embarazo con espuma y tela, que le quedó muy bien, y engañó a todos sus allegados con su embarazo ficticio. Pero los meses pasaron y se acercaba la fecha del parto, así que Camila le dijo a todos que se iba a ver a una prima muy querida en Cali,

y que estaría allá 15 días y regresaría antes de la fecha del parto. Julio se opuso pero Camila fue tan insistente que él le dio “permiso” para el viaje.

Camila llegó a Cali y esperó un par de días mientras ideaba algún plan que resultara relativamente sencillo de ejecutar. Frente a su hotel había un hospital muy grande y ella comenzó a ver que a todas horas mucha gente entraba y salía. Esto era una ventaja y entonces pensó que allí estaba su solución. Al tercer día ya tenía bien controlado el horario de vigilancia de la entrada y supo que, a cierta hora, el guarda iba a tomar café y dejaba la puerta descuidada por dos minutos.

Camila compró un uniforme de enfermera y entró al hospital un jueves a las 8 de la mañana, saludó y siguió en búsqueda de las salas de maternidad y de recién nacidos. Esperó un buen rato hasta que vio que una enfermera tomaba un niño que había nacido la noche anterior y lo llevaba al cuarto de su mamá. La mamá de este bebé se llamaba Fabiola; era una madre joven y soltera que no había recibido muchas visitas, así que Camila decidió que iba a tomar ese bebé. La enfermera salió del cuarto de Fabiola, dejó al bebé en su cunita y Fabiola lo recibió llena de felicidad. Estuvo con él algunos minutos y Camila entró a la habitación, fingiendo su papel de enfermera, y le dijo que debía llevarse al niño unos instantes para pesarlo y alimentarlo. Aunque Fabiola le dijo que le parecía raro, finalmente accedió y entregó a su bebé. Nunca hubiera imaginado la desgracia y la angustia que estaban por comenzar. Camila tomó al bebé y, como era tan pequeño, lo metió en su bolso y salió del hospital rápidamente.

Camila había cometido un delito muy grave y nada podía justificar su manera de actuar. Tomó el bebé, se fue al hotel, llamó a su prima y le dijo que ya había tenido al niño y que la ayudara a regresar a su ciudad cuanto antes. Camila llegó a su casa y le enseñó su bebé a toda la familia.

Todos estaban muy felices, pero las noticias comenzaron a ser cada vez más insistentes acerca del robo infame de un recién nacido en Cali; las cámaras habían captado parte de la figura de la ladrona y mucha gente vio la noticia.

Sin embargo, alcanzaron a pasar 15 días en los que las cosas parecían haber salido bien. No obstante, un día llegó un agente de la Policía a la casa de los padres de Camila. Desde ahí, todo fue una espiral de caos: una cámara había captado el rostro de Camila, los vecinos llamaron a decir que creían conocer a la ladrona de bebés. En la clínica donde Camila fue atendida por la agresión y la cesárea, hubo más de una persona que sospechó de ella... En fin, todo se le vino abajo a Camila. La verdadera mamá del bebé robado, Fabiola, interpuso una demanda inmediatamente y los abogados de uno y otro lado comenzaron a buscar argumentos para defender a sus clientes. Pero el abogado de Fabiola fue más listo y consiguió una autorización del juez para pedir una prueba de ADN para el bebé cuestionado, y para Camila, Julio y Fabiola.





Preguntas de la primera parte

1. ¿Conoce casos en Bogotá similares al planteado? ¿Qué características se le ocurren que pueda usted utilizar de forma inmediata para identificar a un hijo en medio de varios bebés? ¿Cuáles respuestas dan más información sobre el parentesco entre padres e hijos?

2. Compare los rangos de certeza de cada una de las respuestas de los estudiantes frente al punto 1. Si hablan de ADN, indague un poco más sobre el concepto que se maneja en el grupo.

Segunda parte

Las pruebas de ADN se harían el lunes en Cali, así que los implicados debían asistir al Instituto de Paternidad y Pruebas Científicas y presentarse muy temprano para la toma de muestras. Sin embargo, algo inesperado sucedió: el avión donde venían Camila y Julio (los acusados) tuvo un terrible accidente y no quedaron rastros de ellos. Se perdió su ADN y ahora su abogado argumentó que, mientras no se demostrara lo contrario, el bebé seguía siendo de Camila y debía pasar a la familia de ella. Fabiola estaba devastada: podrían pasar meses y años antes de poder rescatar los restos de las víctimas e identificarlas; aun así, el ADN podría encontrarse muy alterado, lo cual generaría más dudas que certezas.



Preguntas de la segunda parte

1. En el caso planteado, ¿a qué factores se refiere cuando habla de alteración del ADN? Explore la estructura del ADN con sus estudiantes y mencione qué elementos están sujetos a alteraciones. Enumeren y discutan sobre los efectos de algunos factores sobre la integridad de esta molécula.

2. Invite a que los estudiantes compartan casos en los que haya existido desaparición de muchos integrantes de una misma familia y se encuentren restos no identificados. ¿Qué otras alternativas existen para casos en los que el único ADN con que se cuenta es el del niño (o los sobrevivientes) y de los familiares?

3. En los laboratorios donde se hacen las pruebas, los encargados de estos exámenes usan máscaras, guantes y ropa de bioseguridad ¿Por qué son tan cuidadosos en el trabajo de laboratorio?

Tercera parte

Esa mañana, Fabiola comenzó a buscar información y llamó a su abogado emocionada cuando leyó que un caso muy parecido al de ella había sido resuelto con el análisis del ADN mitocondrial. Fabiola pidió una cita con el director de Medicina Legal y le solicitó que le explicara de qué se trataba esta prueba, de la que ella nunca había escuchado. Después de escuchar su caso, el director, un hombre joven y con una gran sonrisa, le dijo:

- Aquí la mejor opción es hacer una prueba de ADN mitocondrial pues ante la ausencia de los supuestos padres y de su pareja, lo mejor es establecer una relación genética por línea materna.
- **Doctor, ya llamé a mi abogado, viene para acá. Mientras él llega, explíqueme qué es eso del ADN.**
- Se trata de una marca genética que se transmite solo de la mujer a todos los hijos que ella tenga, sin importar que sean hombres o mujeres, y seguirá siendo transmitida a los hijos de sus hijas.

Fabiola se puso feliz al escuchar esta opción, pero siguió preguntando:

- **¿Qué diferencias hay entre el ADN nuclear y el mitocondrial?**
- El ADN es el mismo para todas las células, por lo que si se encuentra aunque sea una sola célula, se puede extraer su ADN y compararlo con las muestras problema. Esto ocurre porque cada persona tiene una única combinación de ADN. Pero para este análisis es deseable tener a todos los miembros vinculados al caso: el papá, la mamá y el supuesto hijo. Así, la confianza aumenta mucho más en un juicio. Las mitocondrias en cambio tienen su propio ADN, es mucho más corto que el ADN nuclear y, por lo tanto, es más fácil estudiarlo.
- **Pero ¿por qué solo las mujeres pueden pasarlo a sus hijos? ¿Acaso en la fecundación no ocurre un intercambio a todo nivel?**
- No, Fabiola, no ocurre así. La razón es que el espermatozoide es una célula mucho más pequeña que el óvulo, porque casi en su totalidad está hecha de un núcleo con su ADN nuclear; de ahí que lo único que transmite es lo que tiene. El óvulo, por su lado, es una célula más grande que tiene sus mitocondrias con su ADN, por lo cual el cigoto que se comienza a desarrollar mantiene el ADN nuclear de ambos, pero el ADN mitocondrial es el de la mamá. ¿Comprende mejor ahora, Fabiola?
- **Sí, ahora ya comprendo mejor y creo que esto es lo único que puede devolverme a mi hijito.**

Cuando el abogado entró, les explicó un poco más sobre el análisis y se ofreció a colaborar con el caso. **El análisis consiste en analizar alrededor de 700 letras (nucleótidos), que deben coincidir perfectamente entre el hijo y su línea materna.**



Preguntas de la tercera parte

1.

Vea el video disponible en: <http://www.youtube.com/watch?v=Lf9wnPCKSsY> (Viaje desde África: el ADN mitocondrial) y conteste: ¿Para qué propósitos de estudio se ha utilizado este ADN? ¿Las técnicas usadas en ADN nuclear y mitocondrial son similares?

2.

¿Qué quiere decir que haya mutaciones “aleatorias e inocuas”? Describa la importancia de que ellas surjan entre las mujeres y sus hijos.

3.

Basados en el documental **Origen del hombre y su evolución** (Eva Mitocondrial), pida a sus estudiantes que elaboren un mapamundi donde se señalen los distintos grupos humanos, las migraciones y el establecimiento de poblaciones humanas. Relacione este ejercicio con la variabilidad de los seres humanos.

Parte final

Se hizo el análisis genético y los resultados fueron satisfactorios para Fabiola, que, en medio de una gran felicidad, recuperó a su bebé. En esta oportunidad la ciencia ayudó a resolver un caso que hace 50 años hubiera quedado inconcluso. Fabiola tenía dos hermanos, una hermana; y su mamá y su abuela estaban vivas, por lo que fue sencillo establecer el parentesco del bebé con esta familia. El cotejo realizado por los peritos de Medicina Legal comprobó, con una probabilidad superior al 99,999998%, la idea de que Fabiola era la madre biológica del bebé raptado y rescatado por la Policía, que estuvo bajo protección de la entidad encargada del cuidado de los niños en estado de indefensión.

Nota: Esta historia es totalmente ficticia, así como los nombres y todas las situaciones que se plantean.

Actividad integradora

- En el Instituto de Medicina Legal, ¿qué tan asequible es esta prueba?
- En los laboratorios privados, ¿a cuánto asciende el costo, en pesos colombianos, de las dos pruebas? Una visita o consulta podría ser muy interesante.

Bibliografía

- Colprensa (2011). Rescatan bebé robada, tras hacerle “cesárea casera” a su madre. Santa Marta, Colombia. Publicado el 2 de septiembre de 2011. Consultado el 8 de nov. de 2014.
- El Colombiano (2014). Disponible en : http://www.elcolombiano.com/BancoConocimiento/R/rescatan_bebe_robada_tras_hacerle_cesarea_casera_a_su_madre. Consultado el 8 de nov. de 2014.
- Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses (2014). Disponible en : <http://www.medicinalegal.gov.co/medicina-legal-identifica-a-bebe-extraida-del-vientre-de-su-mama;jsessionid=083963C951C7C47266881F6FCD8646E3>. Consultado el 8 de nov. de 2014.
- Ribbens, E. y Lydeard, A. (2013) Thomas and Sally: The Interplay of Scientific and Historical Evidence. Disponible en: National Center for Case Study Teaching in Science. Department of Biological Sciences. Western Illinois University, Macomb, IL



5

**Intercambio de nutrientes
y energía en un lago
de inundación de la Amazonia
colombiana**

Estudio de caso



¿Qué debe saber el estudiante antes de realizar esta actividad?

Ecosistemas
Fotosíntesis
Comunidad ecológica

¿Qué aprenderá el estudiante después de realizar esta actividad?

Redes y cadenas tróficas
Relaciones interespecíficas
Productividad

Primera parte

El planeta Tierra recibe una gran cantidad de energía lumínica del Sol. Parte de ella se refleja en la atmósfera, en los espejos de agua, ayuda a calentar la superficie del planeta, participa en la evaporación del agua, en el movimiento de las mareas, y una mínima cantidad queda disponible para los organismos que pueden capturarla y transformarla. Estos organismos son en su mayoría las plantas y las microalgas, las cuales toman esta energía lumínica y la transforman en energía química empacada en azúcares simples que pueden ser transformados en carbohidratos más complejos mediante un proceso conocido como fotosíntesis.

Como en cualquier sistema, la transferencia de energía en los ecosistemas está gobernada por los principios termodinámicos. Estos plantean, primero, que la energía no se crea ni se destruye, sino que se transforma; segundo, que de la energía contenida en un sistema, solo una parte quedará disponible para realizar trabajo, pues el resto de la energía se pierde en procesos de entropía (tendencia al desorden) y se mide en forma de calor.

Un ecosistema está definido por las condiciones ambientales y por la comunidad ecológica que lo compone, es decir, por los grupos de distintas especies que se encuentran en él. Los organismos que forman estas comunidades presentan interacciones alimentarias o tróficas. En estas, cada organismo se alimenta del otro y así obtiene la energía necesaria para realizar sus funciones vitales. Existen dos maneras de representar estas relaciones: mediante las cadenas tróficas, que son una representación gráfica de la transferencia de energía en estos organismos; y mediante las redes tróficas, las cuales ilustran el mapa de las relaciones alimentarias entre los organismos (Andramunio-Acero y Caraballo, 2012). Las relaciones tróficas son aquellas que permiten que haya una transferencia de energía y nutrientes a través de los organismos.

De acuerdo con la función que cada uno de los organismos lleva a cabo en las cadenas tróficas, se pueden clasificar en productores, herbívoros, carnívoros primarios, carnívoros secundarios y descomponedores. Los productores son todos aquellos organismos fotosintéticos capaces de transformar la energía lumínica en energía química. Los herbívoros son animales que consumen únicamente organismos productores. En el caso de los carnívoros, estos se van a alimentar específicamente de animales.

Si toda la humanidad desapareciera, el mundo podría regenerarse y regresar al estado de [...] hace 10.000 años. Si los insectos desaparecieran, el ambiente colapsaría en el caos.

E. O. Wilson

Preguntas

1. ¿Qué son los ciclos biogeoquímicos?, ¿los ciclos biogeoquímicos se enfocan en la transferencia de energía o en los nutrientes?

2. ¿Qué son las pirámides energéticas? ¿Cómo se les aplican los dos principios de la termodinámica? ¿Cómo se relacionan con las cadenas y redes tróficas?

3. Una comunidad hipotética está formada por los organismos que se muestran a continuación. Utilizando los dibujos represente cómo serían la cadena y la red tróficas.

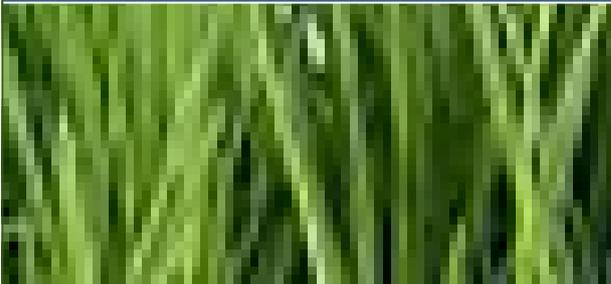
Imagen	Organismo	Fuente de energía
	Pastos	Sol
	Coatíes	Animales y Plantas



Imagen	Organismo	Fuente de energía
	Tapires	Hojas
	Jaguares	Animales
	Mono araña	Frutas



Imagen	Organismo	Fuente de energía
	Pava hedionda	Hojas
	Árboles	Sol
	Águila arpía	Animales

Segunda parte

La región amazónica se caracteriza por presentar altas precipitaciones (lluvias), en mayor proporción durante los meses de marzo y abril (figura 5). Esto hace que algunos ecosistemas amazónicos cambien a lo largo del año. Este es el caso de los lagos inundables (várzeas), que son más evidentes durante las épocas de mayores precipitaciones. Es interesante entonces estudiar y comprender cómo funcionan las cadenas y redes tróficas de estos ecosistemas.

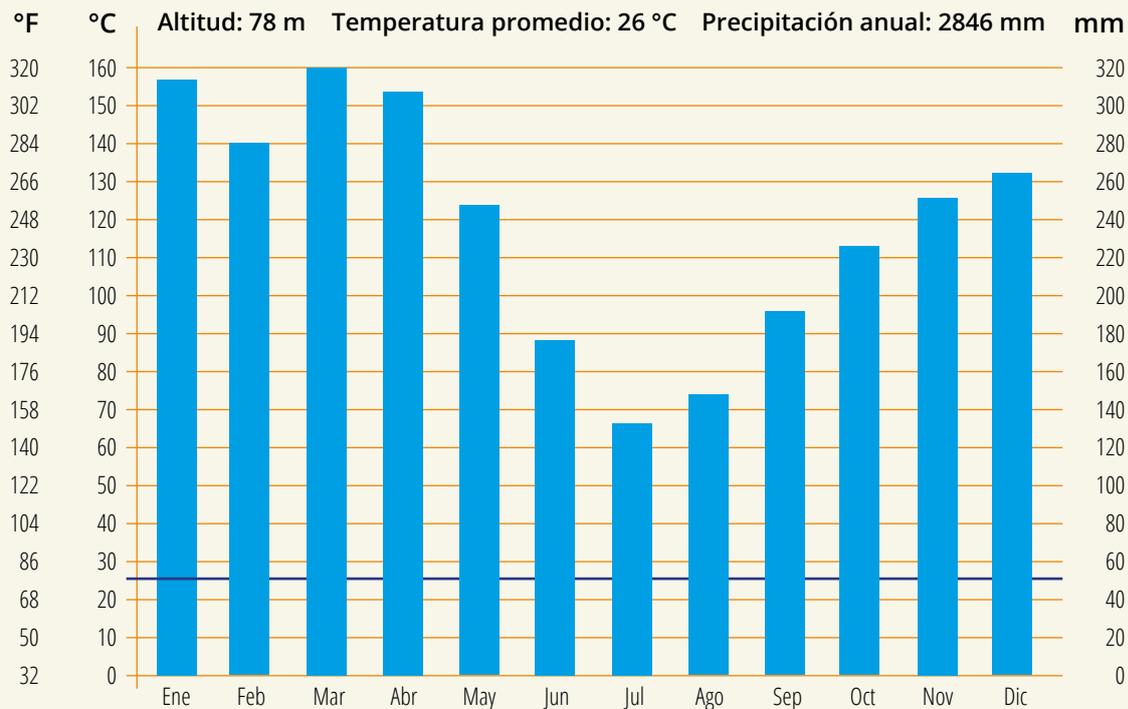


Figura 5. Climograma en Leticia, Amazonas para el año 2013. Imagen reelaborada apartir de la original:
http://www.ingenioambiental.org/2013/10/climograma-de-leticia-amazonas_8.html

- Teniendo en cuenta la figura 5, dígales a sus estudiantes que elaboren una red con los organismos de la red trófica en abril y cómo será el cambio de estas poblaciones en julio. Pida a sus estudiantes que discutan sobre los cambios propuestos.
- Algunos organismos tienen adaptaciones en su cuerpo que les dan ciertas ventajas para vivir en estos ecosistemas. Pida a los estudiantes que indaguen acerca de estas características....



Preguntas

1.

En este ecosistema, ¿qué tipo de organismos sería el de los productores?, ¿cuáles los herbívoros?, ¿cuáles los carnívoros?

2.

Haga un esquema de cuáles serán las relaciones tróficas entre los organismos mencionados en la pregunta 1.

3.

¿Cómo cree que cambiará la comunidad durante las épocas de menor precipitación? ¿Cómo se verán afectadas las cadenas tróficas?

4.

Es un hecho bien conocido que los organismos productores son aquellos que mantienen toda la biodiversidad del planeta, y que posiblemente podrían desaparecer. Sin embargo, los productores han desarrollado defensas químicas y mecánicas que los protegen. ¿Cuáles son esas defensas?

5.

Teniendo en cuenta la interacción entre productores y consumidores, investigue y explique la hipótesis de la Reina Roja.

Tercera parte

En 2012, Andramunio-Acero y Caraballo lograron determinar cuáles eran las relaciones alimentarias entre los organismos que habitan los lagos inundables de Yahuarcaca, en la Amazonia colombiana (figura 6). Como se puede apreciar en esa figura, las relaciones en esta comunidad son bastante complejas, debido a que un solo depredador, como las aves piscívoras, puede alimentarse de distintos organismos, (carnívoros y herbívoros). Adicionalmente, esta comunidad depende exclusivamente de las algas y de la vegetación de várzea, de tal manera que si algunos de estos organismos desaparecen, se pondrán en peligro todas las especies que se alimentan de ellos.

Los bosques inundables de várzea se encuentran seriamente amenazados debido a dos causas principales: la deforestación y la pesca extensiva. En el primer caso son objeto de deforestación especies como la lupuna y la virola, por ser plantas maderables de alto valor comercial. En el caso de la pesca, esta se encuentra enfocada en la extracción de peces depredadores y omnívoros. En los últimos años, estas dos actividades han aumentado de forma considerable, amenazando seriamente la conservación de estos ecosistemas y de las comunidades que allí se estructuran.

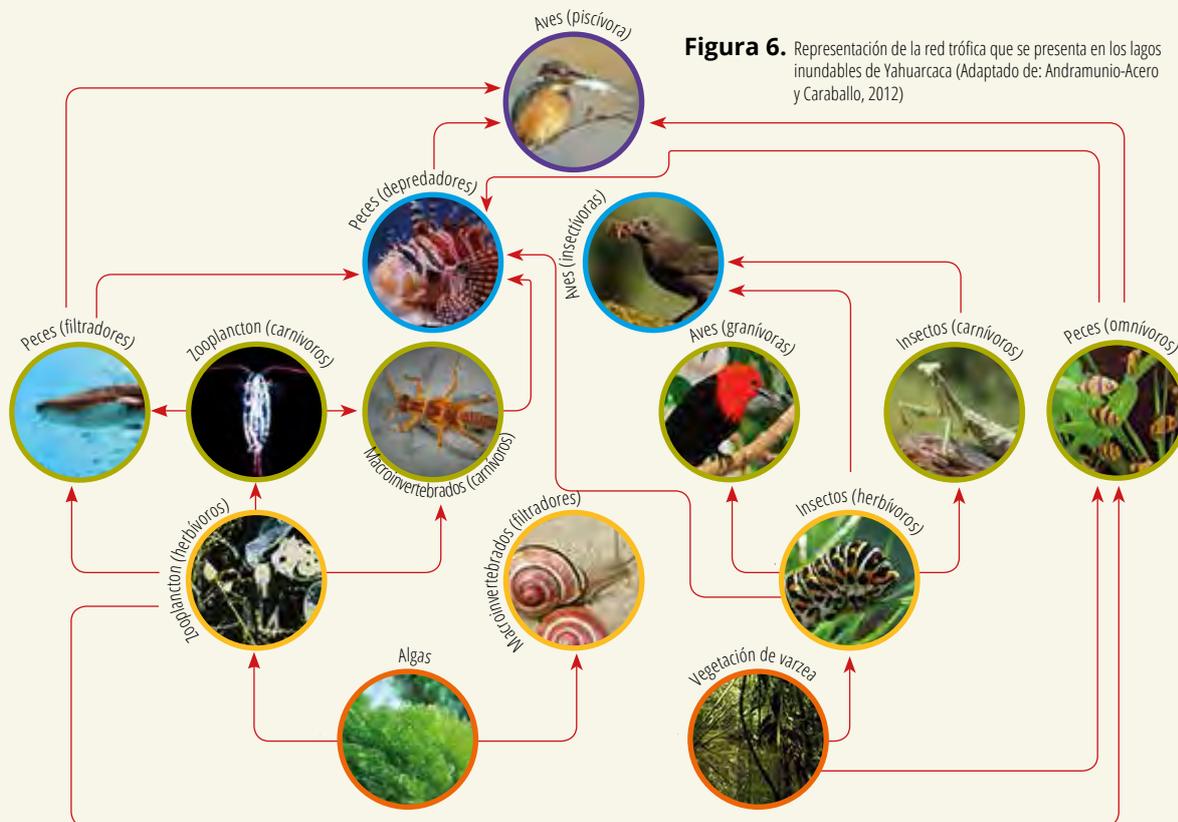


Figura 6. Representación de la red trófica que se presenta en los lagos inundables de Yahuarcaca (Adaptado de: Andramunio-Acero y Caraballo, 2012)



Preguntas

1.

¿Cómo se podrían afectar las cadenas tróficas mostradas en la figura 6 con la desaparición de la vegetación de várzea?

2.

¿Qué efecto tendría la extinción local de los peces depredadores en este ecosistema? Recuerde mencionar qué sucedería con los tamaños poblacionales de los organismos que tienen relaciones tróficas con estos peces.

3.

Discuta con sus compañeros algunas alternativas para las comunidades que obtienen su sustento de la explotación comercial de estas especies amazónicas. Incluya en la discusión las fallas que el Estado puede tener tanto en el control de estas actividades como en el apoyo efectivo a las comunidades que habitan en una de las zonas más ricas en diversidad biológica que hay en el planeta.



Bibliografía

- Andramunio-Acero, C. y P. Caraballo (2012). “Análisis de las relaciones tróficas en un lago de inundación de la Amazonia colombiana”. *Revista Colombiana de Ciencia Animal* 4(1): 102-120.
- Smith, T. y Smith, R. (2007). *Ecología*. 6ª ed. Madrid: Pearson Education S.A.





6

**Sinapsis neuronal:
una visión desde la biología,
la física y la química**

Actividades integradoras



¿Qué debe saber el estudiante antes de realizar esta actividad?

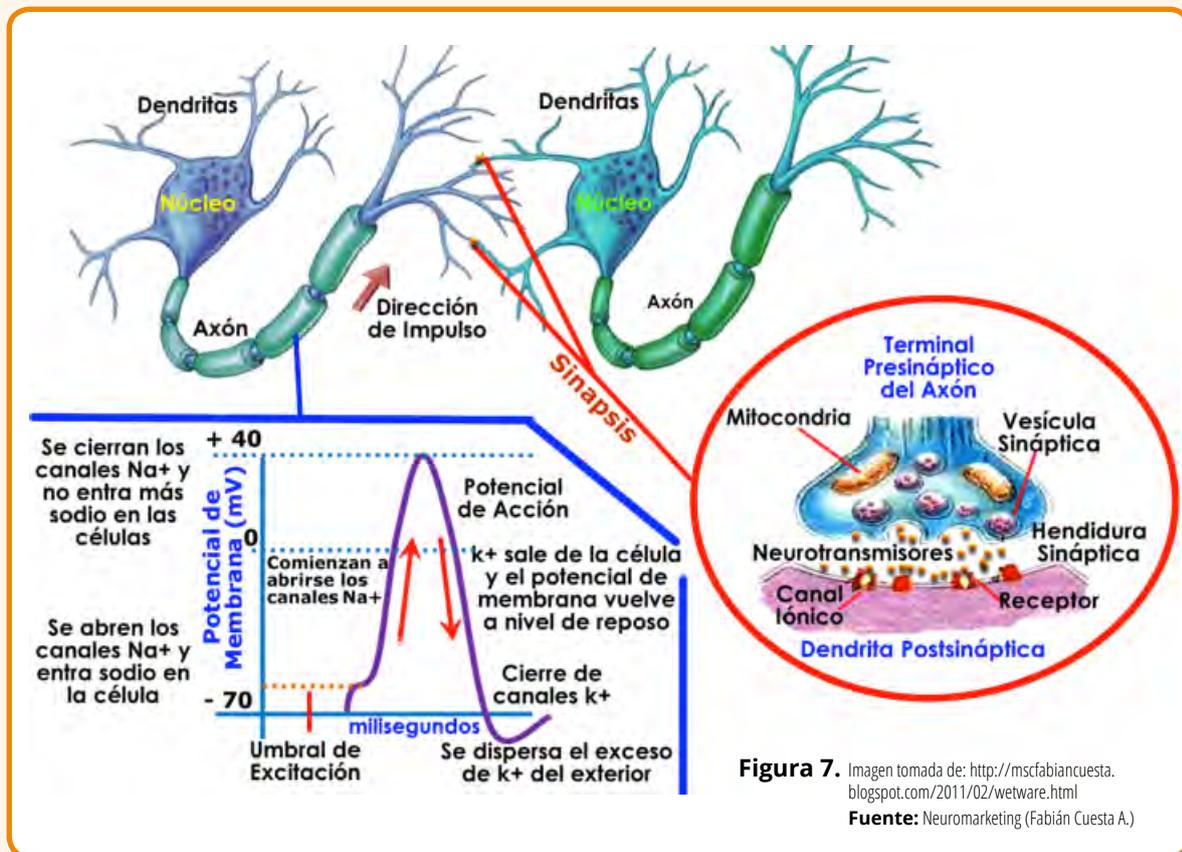
Sistema nervioso central
Neurona
Tipos de neuronas

¿Qué aprenderá el estudiante después de realizar esta actividad?

Impulso nervioso
Sinapsis

La actividad espontánea de conjuntos especializados de neuronas impulsa al organismo a explorar y poner a prueba continuamente el medio ambiente físico, social y cultural, a obtener respuestas y confrontarlas con lo que ya posee en la memoria.

Jean-Pierre Changeux



Biología. La célula neuronal

1.

La neurona es la unidad funcional del sistema nervioso y es en su membrana plasmática donde se generan las señales eléctricas que conocemos como impulsos nerviosos o potenciales de acción. Estos potenciales conducen las señales desde una localización sobre la neurona hasta lugares más distantes. La mayoría de neuronas está compuesta por cuatro regiones: un **cuerpo celular**, que contiene el núcleo y los organelos; las **dendritas**, que reciben la información de otras neuronas; el **axón**, que lleva la información a través del impulso desde el cuerpo celular; y los **terminales del axón**, donde ocurre la sinapsis con otras células, como se muestra en la figura 7 (Purves et ál., 2003).

Actividad I. Biología de las neuronas

Dibuje los diferentes tipos de neuronas y analice sus diferencias morfológicas, describiendo cómo se relaciona la morfología con la función.

Neurona unipolar (Sensitiva)	Neurona bipolar (Asociación)	Neurona multipolar (Motora)
Análisis	Análisis	Análisis

Segunda parte

Física. Sinapsis eléctrica e impulso nervioso

2.

Las células neuronales son eléctricamente negativas en su interior en comparación con el exterior. La diferencia de potencial eléctrico, voltaje, a través de la membrana plasmática de una célula es conocida como potencial de membrana. Una neurona que no ha sido estimulada muestra una diferencia de voltaje llamado potencial de reposo (Purves et ál., 2003).

Según el modelo físico, el impulso nervioso es una onda que se propaga a través del axón y este es una prolongación de las neuronas. A ambos lados (exterior e interior) de la membrana coexisten cationes sodio y potasio, pero en el exterior es significativamente mayor el número de los de sodio, mientras no se produce la excitación nerviosa (González, 2010).

Actividad 2. Biofísica del impulso nervioso

Con base en el artículo sobre la biofísica del impulso nervioso que está disponible en: <http://www.neurologia.com/pdf/Web/4109/t090538.pdf>:

- a. Describa para qué se aplican la ecuación de Nernst y la ecuación de Goldman-Hodkin-Katz.

- b. Piense ahora en cómo realizar un experimento para medir el impulso eléctrico en los músculos. ¿Cómo lo haría? ¿Qué materiales necesita? ¿Qué datos tomaría? Organice siempre su información en un formato que le permita retroalimentar su diseño experimental. Una propuesta es comenzar con los materiales y reactivos, luego la metodología en forma de pasos numerados o en un diagrama de flujo, y por último los resultados.

Tercera parte

Química. La sinapsis química

3.

La sinapsis química ocurre en el axón terminal de la neurona, gracias a los neurotransmisores, que se encargan de llevar el mensaje químico liberado por la célula



presináptica, que se une al receptor proteico de la membrana postsináptica e induce cambios en esta célula. Eso significa que la comunicación de nuestras neuronas es neuroquímica, lo que explicaría que haya personas que producen mayor o menor cantidad de ciertos transmisores químicos y, por lo tanto, ante un mismo estímulo, las reacciones pueden ser muy similares o muy distintas en varias personas. Piense por ejemplo en el término ‘adicción’. ¿Le dice algo? Al parecer las tendencias a las adicciones pueden tener una relación mayor o menor con las condiciones genéticas de las personas. Esto quiere decir que así como los genes codifican las características físicas, también lo hacen en la producción de sustancias químicas, lo que podría explicar que en ciertas familias haya más tendencia que en otras a depender del alcohol, los antidepresivos o las drogas (Pérez Rubio et ál., 2011).

Actividad 3. Neurotransmisores

- Investigue la función de los siguientes neurotransmisores

Neurotransmisor	Función
Dopamina	
Acetilcolina	
Norepinefrina	
GABA	
Serotonina	
Glutamato	
Noradrenalina	

- ¿Cómo afecta al proceso de sinapsis el uso de sustancias estimulantes, como las drogas (cocaína, nicotina)? ¿Se daría la sinapsis de forma normal?, ¿qué pasaría?

- Investigue el efecto de las siguientes sustancias sobre la sinapsis.

Sustancia	Neurotransmisor involucrado	Efectos
Alcohol (Etanol)		
Nicotina		
Cafeína		
Cannabis		
Anfetaminas		
Extasis		
Cocaína		
Heroína		
Tranquilizante (Valium)		
Antidepresivos (Prozac)		

- Pida a sus estudiantes que consulten los efectos de consumir dos o más de estas sustancias de manera simultánea.
- Algunas personas han muerto por sobredosis. ¿A qué se refiere este término? ¿Por qué una sobredosis puede llevar a la muerte? ¿Cuántos jóvenes mueren al año en Colombia por abuso de sustancias psicoactivas?

Actividades complementarias



Observe los siguientes videos en Youtube:

Neuronas y neurotransmisores:

<https://www.youtube.com/watch?v=MK8fxmgrwp4>

Sinapsis:

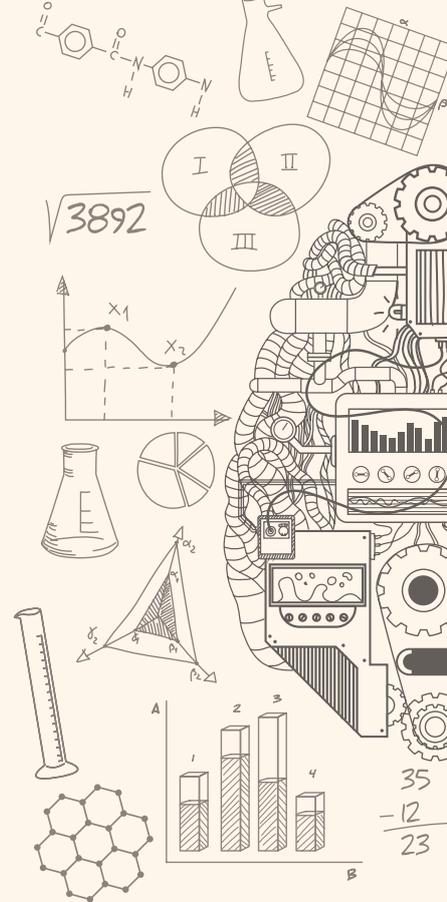
<https://www.youtube.com/watch?v=vwk5OutMq80>

1.

Discuta con sus compañeros la efectividad de las campañas contra el uso y abuso de las drogas psicoactivas, incluidos el alcohol y el cigarrillo. ¿Cree que es efectivo el uso de fotografías y mensajes directos en las cajas de cigarrillos, donde hablan de los efectos de su uso? En Europa, Estados Unidos y otros países donde se están legalizando muchas drogas, hay argumentos que sustentan estas decisiones, y, además, los fabricantes pagan impuestos muy altos. Discutan acerca de esa posibilidad y sus consecuencias sobre la salud pública, la seguridad y el gasto.

Bibliografía

- González, J. (2010). La biofísica del impulso nervioso. Disponible en: <http://casanchi.com/fis/biofísica01.pdf>
- Purves, W., Sadava, D., Orians, G. y Heller, H. (2003). *Vida: la ciencia de la biología*. 6ª. ed. Madrid: Médica Panamericana.
- Pérez-Rubio, G., Urdapilleta, E., Camarena, Á., Reséndiz-Hernández, J. “Méndez, M., Ramírez, A., Sansores, R, Falfán-Valencia, R. (2011). Visión general de la neurobiología y genética en la adicción a la nicotina”. *Neumol. Cir. Torax.* 70(3): 179-187. México: UNAM.





7

Identificando nuestra biodiversidad

Proyecto de aula

Introducción

Una de las sorpresas más agradables [...] al comprometernos totalmente con algún proyecto específico es que surgen fuerzas y oportunidades que no hubiéramos imaginado hasta entonces.

Cleri Estrada Doménico

El proyecto de aula es otra forma de aprendizaje activo que surge con base en la pedagogía por proyectos. Al trabajar en esta modalidad, los estudiantes tienen la posibilidad de trabajar en equipo, pueden involucrar a sus padres, y el docente actuará como guía del proceso de aprendizaje. Sin embargo, son los estudiantes quienes deciden qué proyecto realizar, para qué hacer ese proyecto, cómo realizarlo, cuándo hacerlo y dónde llevarlo a cabo.

Para empezar, es importante que los estudiantes formen un equipo de trabajo y después, entre todos, concreten la temática sobre la cual les gustaría desarrollar su proyecto. El proyecto de aula que aquí presentamos tiene como eje central el conocimiento de la biodiversidad, ya sea local (Bogotá) o nacional (Colombia). El desarrollo de este proyecto hará que los estudiantes logren identificar la biodiversidad fundamentándose en los siguientes objetivos, que les ayudarán a aprender sobre estas temáticas.

Objetivos

- Explicar diferentes relaciones que se observen entre especies del ecosistema que esté trabajando en su proyecto.
- Establecer relaciones entre individuo, población, comunidad y ecosistema de estudio.
- Comparar las adaptaciones de los seres vivos en el ecosistema de su proyecto.

Metodología

Si los estudiantes deciden trabajar en el conocimiento de la biodiversidad local, podrían centrarse en los humedales de Bogotá, y luego cada equipo decidirá en qué humedal trabajar y con cuáles especies u organismos. En el caso de que su interés sea la biodiversidad nacional, podrían tener muchas opciones de trabajo; por ejemplo, en el Jardín Botánico de Bogotá podrían empezar por analizar una muestra de los ecosistemas y la flora de nuestro país.

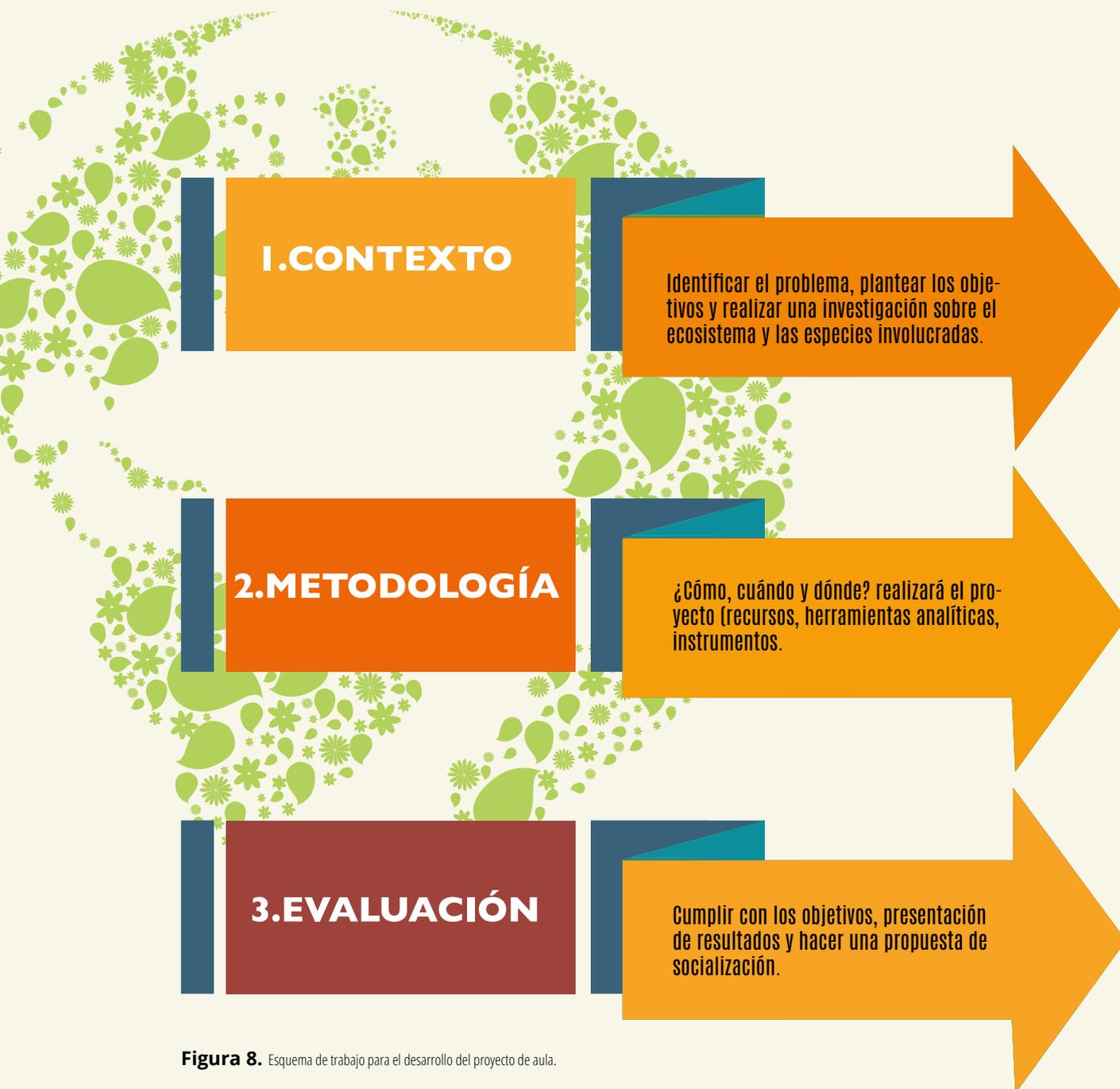


Figura 8. Esquema de trabajo para el desarrollo del proyecto de aula.

Para empezar a trabajar es indispensable hacer recopilación de información, por lo cual podrían empezar a revisar los enlaces de interés y los videos de Youtube sugeridos en este documento. Allí pueden encontrar información que les sería de gran utilidad para buscar ideas de cómo encaminar su proyecto. Sin embargo, pueden buscar en otros recursos de internet,

según lo que quieran trabajar, tras consultarle a su profesor; de esta forma pueden definir el tema y el título del proyecto de aula que van a desarrollar.

La organización es una pieza clave para el éxito del proyecto. Es importante hacer un cronograma de actividades: búsqueda y reco-

pilación de información, visita de su lugar de estudio, observación y toma de datos. No olviden seguir su esquema de organización hasta el final del proyecto, y no dejen de concluir con el análisis de datos, la discusión de resultados y la redacción del documento final del proyecto de aula.

Es indispensable que en el desarrollo del proyecto participen todos los compañeros comprometidos con el proyecto. Adicionalmente, los estudiantes pueden decirles a sus padres que los acompañen a visitar el humedal, el

jardín o el lugar en el que decidieron trabajar. Cuando se encuentren en el lugar, pueden observar el ecosistema, los organismos que allí se encuentran, identificar las relaciones entre organismos, su cantidad o población, etc. Es importante la investigación previa para poder identificar las especies de su proyecto, así como sus relaciones. Recuerde tomar fotografías o realizar dibujos de esas especies. También es importante la toma de apuntes, para que luego puedan plantear adecuadamente sus ideas en el desarrollo del proyecto.

Título de proyecto de aula

Debe ser atractivo, de modo que describa el contenido del artículo en forma específica clara, exacta breve y concisa.

Autores

Nombre de los estudiantes que elaboraron el proyecto.

Resumen

Identifica de forma rápida y exacta el contenido básico del artículo. Debe estructurarse con un breve contexto, el objetivo, diseño o metodología, resultados y conclusiones. El texto debe tener entre 150 y 300 palabras.

Palabras claves

Son aquellas palabras relevantes de acuerdo al tema y las que identifican el estudio.

Introducción

Identifica nítidamente el problema, deben resaltar trabajos y contribuciones de otros autores del tema objeto de estudio. La introducción va de lo que más general a lo más específico, también deben incluir la justificación del proyecto y los objetivos. Es importante citar la información suministrada de la fuente bibliográfica usando las normas APA o Icontec.

Metodología

Suministra la base para que otros puedan repetir los experimentos o metodología usada. Debe definirse la descripción de los métodos de análisis y tratamiento de la información (análisis estadístico).

Resultados

Deben describir en párrafos las observaciones realizadas, así mismo se pueden hacer tablas o gráficas que deben referenciarse en el texto.

Discusión

Examina e interpreta los resultados obtenidos teniendo en cuenta la coherencia y las contradicciones. Observa las implicaciones de los resultados con respecto a las hipótesis originales y postulan nuevos conocimientos e hipótesis. Confrontan y comparan con otros datos anteriores.

Conclusiones

Se debe tener en cuenta que se hayan cumplido los objetivos del proyecto.

Bibliografía

Registrar las fuentes bibliográficas utilizadas en la introducción o en la discusión, de acuerdo con normas APA o Icontec.

Evaluación

El profesor es el encargado de realizar la evaluación del proyecto de aula realizado. Como este ejercicio es un primer acercamiento a la investigación, se sugiere que el producto final sea un artículo, que es un documento escrito que consta de título, autores, resumen, palabras clave, introducción, metodología, resultados, discusión, conclusiones y bibliografía, como se muestra en la página anterior. Asimismo, es importante que se socialice el proyecto con los demás compañeros por medio de una presentación; para ello se puede apoyar en diapositivas realizadas en Power Point o en Prezi.

Actividades complementarias



Flora colombiana COLOMBIVA: <https://www.youtube.com/watch?v=xAFZw02JhGk>

Humedales COLOMBIVA: <https://www.youtube.com/watch?v=YoPCJnAlvR8&list=PL2626F32C48DF15F6>

Humedales de Bogotá: <https://www.youtube.com/watch?v=b7-JIHFgb1g>

Enlaces de interés:

- Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia: <http://www.sibcolombia.net/>
- Humedales de Bogota: <http://humedalesbogota.com/>
- Jardín Botánico de Bogotá: <http://www.jbb.gov.co/>
- Artículo Biodiversidad Bogotana: http://avalon.utadeo.edu.co/dependencias/publicaciones/ta-deo_67/67089.pdf





Aprendizaje activo de la biología les ofrece a los docentes alternativas en cuanto al uso de herramientas y actividades enmarcadas en la metodología PODS (predecir, observar, discutir y sintetizar). Con estas se pretende que los docentes promuevan en sus estudiantes la consolidación de competencias y actitudes que les faciliten su proceso de formación universitaria.

Estas herramientas y actividades están diseñadas para que el estudiante avance de lo concreto a lo abstracto, del pensamiento común al científico, tal como se vienen implementando en de las asignaturas que tiene a cargo el Departamento de Ciencias Naturales de la Universidad Central.

