

Actividad 1. ¿Cómo funcionan los sistemas naturales?

PROPÓSITO

Se espera que los estudiantes reflexionen y discutan los procesos metabólicos que ocurren en los seres vivos, como la fotosíntesis y la respiración celular, mediante actividades experimentales que ayudan a entenderlos y a tomar conciencia sobre su importancia.

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.

ACTITUDES

Trabajar con responsabilidad y liderazgo en la realización de las tareas colaborativas y en función del logro de metas comunes.

DURACIÓN

16 horas

DESARROLLO

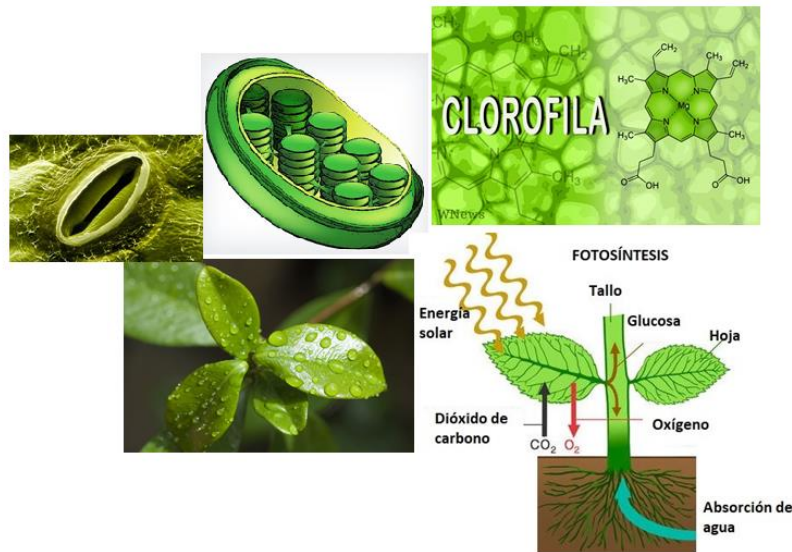
Observaciones al docente

Se sugiere evaluar los conocimientos previos de los jóvenes sobre el funcionamiento de los ecosistemas. Para ello, los invita a realizar una lluvia de ideas acerca de las transformaciones energéticas que ocurren a nivel celular hasta los flujos de materia y energía que suceden en la biósfera.

I. Activación

- Se los desafía a reflexionar en torno a las siguientes preguntas:
 - ¿Por qué es necesario que, al salir de enseñanza media, sepas sobre qué es y para qué sirve la fotosíntesis?
 - Lo que se sabe científicamente sobre la fotosíntesis, ¿es lo que realmente realiza una planta o es un modelo sobre lo que pensamos que hace la planta?

- Basados en imágenes como las siguientes y en el siguiente texto, reflexionan acerca de la importancia de la fotosíntesis en los ecosistemas.



“¿Has abrazado a un árbol últimamente? Si no, quizás sea buena idea que lo consideres: tú, junto con el resto de la población humana, debes tu existencia a las plantas y a otros organismos que capturan energía de la luz. De hecho, gran parte de la vida en la Tierra es posible debido a que el sol proporciona energía de forma continua a los ecosistemas.

Todos los organismos, incluidos los seres humanos, necesitan energía para provocar las reacciones metabólicas del crecimiento, desarrollo y reproducción. No obstante, los organismos no pueden utilizar energía de la luz directamente para sus necesidades metabólicas, ya que esta primero debe convertirse en energía química mediante el proceso de fotosíntesis”.

(Fuente: <https://www.curriculumnacional.cl/link/https://es.khanacademy.org/science/biology/photosynthesis-in-plants/introduction-to-stages-of-photosynthesis/a/intro-to-photosynthesis>)

- Buscan información en fuentes confiables para responder las siguientes preguntas:
- ¿Cuál es la importancia biológica de la fotosíntesis?
 - ¿Qué características del metabolismo celular tiene el proceso fotosintético?
 - ¿Cuáles son las características de cada una de las etapas de la fotosíntesis?
 - ¿Qué tipo de reactantes y productos están involucrados en la fotosíntesis?
 - ¿Cuál es el nombre del organelo que lleva a cabo la fotosíntesis? ¿Qué características tiene?
 - ¿En qué momento la planta realiza fotosíntesis y respiración? ¿Todas las plantas realizan estos procesos en el mismo momento del día? ¿Por qué?
 - El proceso fotosintético, ¿es el mismo siempre en todas las plantas? ¿Por qué?
 - ¿Todas las plantas necesitan la misma frecuencia e intensidad de luz para producir su propio alimento? ¿Cómo sabemos esto? Argumenta.
 - ¿Por qué las plantas son claves para la supervivencia de los ecosistemas?
 - ¿Cuál es la relación entre el proceso fotosintético y la biodiversidad en los ecosistemas?

II. Experimentemos con pigmentos fotosintéticos

- Organizados en grupos, desarrollan una actividad experimental de cromatografía de pigmentos fotosintéticos con responsabilidad y liderazgo.

Para ello, deben contar con los siguientes materiales y reactivos de laboratorio y realizar el procedimiento que se describe a continuación.

Conexión interdisciplinar:

Ciencias para la Ciudadanía.

- OA b, 3° o 4° Medio.

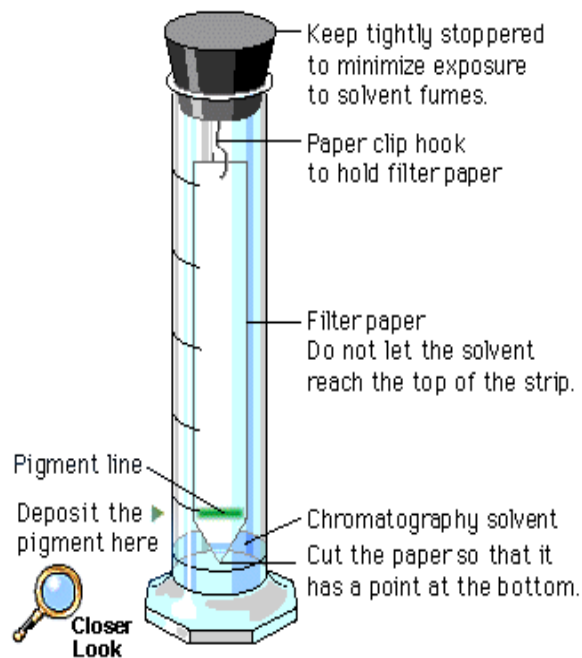
Materiales	Reactivos
<ul style="list-style-type: none"> • Papel filtro • Mortero • Hojas de diversos vegetales • Embudo • Vaso precipitado • Lápiz grafito • Capilares • Tijeras • Probetas • Papel Parafilm 	<ul style="list-style-type: none"> • Etanol absoluto • Éter de petróleo • Acetona

1. En un mortero, maceren hojas previamente trozadas.



2. Agreguen 30 ml de etanol o alcohol al macerado hasta lograr un líquido de color verde intenso.
3. Filtren ese extracto con el papel filtro, pónganlo en el embudo y luego depositen el filtrado en un vaso precipitado.
4. Preparen una tira de papel filtro de 30 cm de largo por 2,5 cm de ancho. Sobre ella y a dos centímetros del borde inferior corto, tracen con un lápiz grafito una línea transversal de borde a borde. En el extremo opuesto de la tira de papel filtro, tracen otra línea a 8 cm del otro borde.
5. Depositen una gota del extracto de pigmento en la línea del borde inferior. Sequen al aire y repitan el procedimiento varias veces sobre el mismo punto para obtener una mancha concentrada.
6. Preparen una probeta de 100 ml con un tapón de goma del cual deberá colgar la tira de papel con la gota del pigmento respectivo. La tira de papel debe quedar a 3 cm del fondo de la probeta, sin tocar sus bordes.
7. Agreguen a la probeta 10 ml de solvente, formado por una solución de 70% éter de petróleo y 30% de acetona.

8. Introduzcan la tira de papel preparada con la mancha del pigmento de modo que se sumerja a unos 0,5 cm bajo la superficie del solvente. Sostengan la tira en esa posición hasta que el solvente haya llegado a la marca superior a la tira de papel.



Be sure the tip of the filter paper touches the solvent, but keep the pigment line above it.

9. Retiren el papel cuando el solvente llegue a la marca superior. De inmediato, marquen el punto máximo que alcanzó cada pigmento. Identifiquen en la tira de papel las cuatro bandas de los siguientes pigmentos:

- a) Verde amarillo
b) Anaranjado

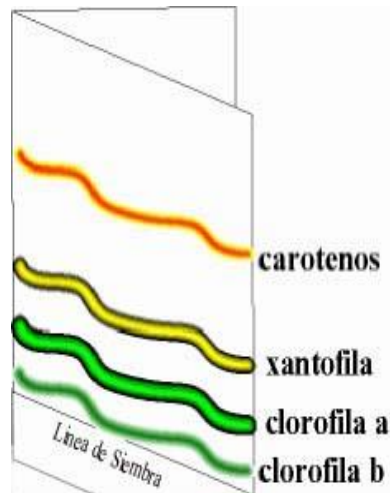
- c) Verde azul
d) Amarillo



10. Calculen la velocidad de flujo de cada pigmento (R_f), utilizando la siguiente fórmula:

$$R_f = D_p / D_s$$

(D_p : distancia recorrida por el pigmento; D_s : distancia recorrida por el solvente)



11. Comparen sus resultados con la tabla de referencia que se presenta a continuación.

12. Anoten los resultados obtenidos y guarden los cromatogramas para su análisis posterior.

Tabla: Resumen para cromatografía de pigmentos vegetales

Mancha N°	Pigmento	Color	Rf
1	Caroteno	Amarillo	0.98
2	Xantófila	Amarillo	0.86
3	Xantófila	Rojo	0.80
4	Feofitina a	Gris oscuro	0.67
5	Feofitina b	Gris claro	0.60
6	Xantófila	Amarillo	0.53
7	Xantófila	Amarillo	0.50
8	Clorofila a 1	Azul verde claro	0.48
9	Clorofila a	Azul verde oscuro	0.46
10	Clorofila b 1	Amarillo verde claro	0.30
11	Clorofila b	Amarillo verde oscuro	0.25
12	Xantófila	Amarillo	0.15

- Tras terminar el experimento, responden y realizan lo siguiente:
- ¿Cuál era el propósito de la actividad? ¿Sientes que lo conseguiste? ¿Por qué?
 - ¿Qué pregunta podría guiar esta experiencia?
 - Plantea una hipótesis acorde con la pregunta guía.
 - Identifica las variables involucradas en este experimento
 - ¿Cuál es el principio de las técnicas cromatográficas?
 - ¿Cuáles son las fases de un sistema cromatográfico y en qué consisten?
 - Para la cromatografía en papel, ¿a qué pigmento corresponde cada mancha y cuáles son sus Rf?
 - ¿Qué factores pueden afectar al Rf?
 - Esquematiza las interacciones moleculares obtenidas en cada prueba cromatográfica.
 - Menciona y fundamenta 2 técnicas cromatográficas modernas que se utilicen actualmente.
 - ¿Qué emociones te emergieron durante el proceso de experimentación? ¿Cómo favorecieron u obstaculizaron tu proceso en las diferentes etapas?
 - ¿Qué otras preguntas te surgieron?
 - ¿En qué aspectos no estás del todo convencido? ¿Qué dudas persisten?
 - Suponiendo que otros alumnos reproducirán el experimento en los próximos años, ¿qué sugerirías para mejorarlo?

Conexión interdisciplinar:

Matemática.

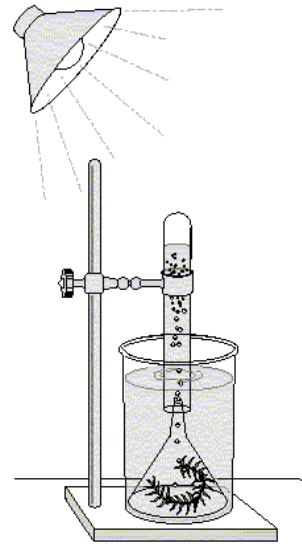
- OA g, 3° y 4° Medio.

III. Estudiando el efecto del tipo de luz en la tasa fotosintética de una planta acuática

- Organizados en grupos, analizan e interpretan los datos de la siguiente prueba.

Conexión interdisciplinaria:
Ciencias para la Ciudadanía.
 - OA c, 3° o 4° Medio.

Se experimentó con plantas de agua dulce del género *Elodea* con un sistema para atrapar el oxígeno producido como resultado de la fotosíntesis (ver diagrama adjunto). Consistió en un embudo y un tubo de ensayo que cubría el extremo del embudo. Se sumergió el aparato en un vaso precipitado de laboratorio lleno de agua y se puso las plantas bajo el embudo. Se llenó el tubo de ensayo con agua para que el oxígeno producido por la planta desplazara el agua y proporcionara un dispositivo de medición conveniente. Se colocó una bombilla de luz de 60 watts color rojo a 5 cm de la planta y se la dejó encendida por 3 días, apagándola en la noche. Se repitió el montaje para 7 plantas en total con luz roja y para otras 7 con luz azul. Al final de cada día se anotó y se registró la cantidad de oxígeno emitida y se probó mediante absorción en pirogalol alcalino (ácido pirogálico disuelto en alcohol).



- En las siguientes tablas está la información recolectada:

Tabla 1: Plantas con luz roja por 3 días

Planta	Cantidad de O ₂ por día mg/ml	Cantidad de O ₂ por día mg/ml	Cantidad de O ₂ por día mg/ml
1	11	10	9
2	10	9	11
3	11	10	11
4	10	10	12
5	10	9	10
6	9	9	13
7	9	8	11

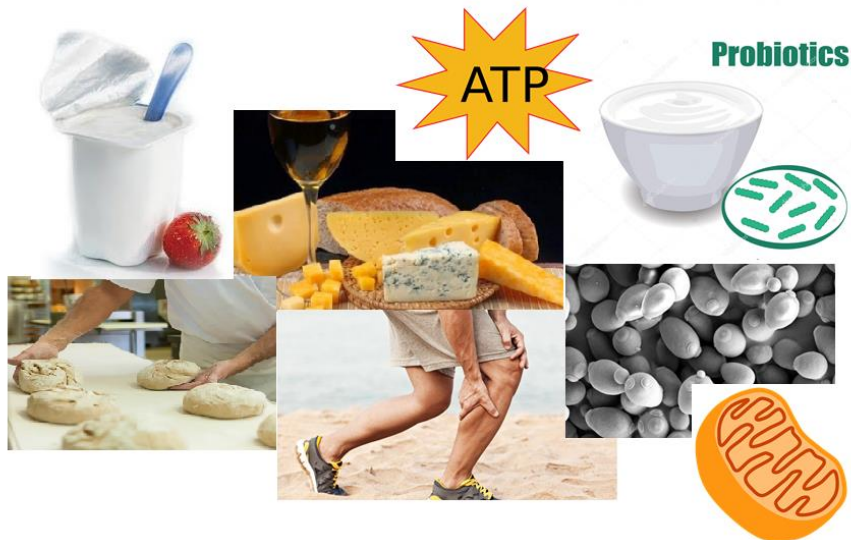
Tabla 2: Plantas con luz azul por 3 días

Planta	Cantidad de O ₂ por día mg/ml	Cantidad de O ₂ por día mg/ml	Cantidad de O ₂ por día mg/ml
1	16	15	16
2	17	16	17
3	16	16	17
4	17	15	16
5	16	14	17
6	15	15	18
7	14	16	18

- Tomando en cuenta la información de las tablas, desarrollan las siguientes preguntas, utilizando conocimiento y vocabulario científico:
- Identifiquen y planteen el problema que se quiere investigar.
 - ¿Cuál podría ser la hipótesis para esta investigación?
 - Identifiquen las variables dependiente e independiente involucradas en el experimento.
 - ¿Cómo se podría controlar el procedimiento para hacerlo más confiable desde el punto de vista científico?
 - ¿Qué se podría mejorar para obtener datos más confiables?
 - Construyan gráficos de los resultados para cada tabla.
 - Interpreten los resultados obtenidos para cada gráfico, según la tendencia de los datos.
 - ¿Qué conclusiones se extrae de este estudio?
 - Usando TIC, investiguen qué sucede con la glucosa elaborada en la fotosíntesis cuando la planta ha producido suficiente, pero aún continúa desarrollando su proceso fotosintético.
 - ¿Tendrá la intensidad de la luz un efecto en la velocidad de la fotosíntesis, cuando los períodos de exposición están limitados a la duración normal de la luz para una planta? Argumenten con fundamentos científicos.
 - ¿Existe un período óptimo de exposición a la luz por día para una planta? Fundamenten su respuesta.
 - ¿Qué factores afectan la floración de las plantas?
 - ¿Por qué algunas plantas florecen durante el invierno y otras lo hacen durante el verano?
 - ¿Qué relación se puede establecer entre el factor luminoso, que regula a la fotosíntesis, y la biodiversidad en el ecosistema?
 - ¿Cómo regulan los horticultores y/o agricultores la generación de sus productos agrícolas a base de la exposición y cantidad de luz en sus diversas plantaciones?
 - ¿Cómo se regula el crecimiento y el desarrollo de las plantas ornamentales?

IV. Activando conocimientos previos de fermentación y respiración celular

- Basados en imágenes y el texto siguiente, reflexionan sobre la importancia de la fermentación y la respiración celular en los organismos.



“¿Qué está sucediendo en tu cuerpo ahora mismo? Tu primera respuesta podría ser que tienes hambre o que tus músculos están adoloridos después de una carrera o que estás cansado. Pero vayamos a un nivel más profundo, más allá de tu consciencia, y veamos qué está pasando en tus células.

Si pudieras echar un vistazo dentro de cualquier célula de tu cuerpo, verías que es un centro de mucha actividad, más parecido a un bullicioso mercado al aire libre que a una habitación tranquila. Tanto si estás despierto o dormido, corriendo o viendo la televisión, la energía está siendo transformada dentro de tus células, cambiando de forma al tiempo que las moléculas realizan las reacciones químicas interconectadas que te mantienen vivo y funcional”.

(Fuente: <https://www.curriculumnacional.cl/link/https://es.khanacademy.org/science/biology/energy-and-enzymes/energy-in-metabolism/a/overview-of-metabolism>)

- Utilizando el texto, reflexionan y responden las siguientes preguntas:
 - ¿A qué procesos biológicos se refiere el texto?
 - ¿Qué está sucediendo en tus células ahora mismo?
- Buscan información en fuentes confiables para responder las siguientes preguntas:
 - ¿Cuáles son las principales vías del catabolismo celular en los organismos?
 - ¿Cuál es la importancia de estas vías catabólicas?
 - ¿Qué diferencias hay entre la respiración celular y la fermentación?
 - ¿Qué diferencias hay entre la fermentación láctica y la alcohólica?
 - ¿Qué productos relacionados con la industria alimenticia se puede obtener a partir de la fermentación láctica y alcohólica?
 - ¿Qué características tiene el organelo que lleva a cabo la respiración celular en los animales?
 - ¿Qué relación hay entre este proceso bioenergético y la biodiversidad?

V. Experimentemos con fermentación en levaduras

- Organizados en grupos, desarrollan una actividad experimental de cromatografía de pigmentos fotosintéticos. Para ello, deben contar con los siguientes materiales de laboratorio y realizar el procedimiento que se describe a continuación.

Conexión interdisciplinar:

Ciencias para la Ciudadanía.

- OA a, OA b, 3° o 4° Medio.

Materiales

- 20 gramos de levadura
- 200 ml de solución de cloruro de calcio (6 gramos/100 ml)
- 50 ml de solución de alginato de sodio (2 gramos/100 ml)
- Agua destilada
- Jeringa de 15 ml con aguja
- 4 vasos de precipitado (pp)
- 1 matraz de aforo de 100 ml
- Tubo de ensayo con tapón perforado
- Balanza digital
- Agitador magnético con calentador
- Parafilm

Procedimiento

1. Disolver 10 gramos de levadura en 50 ml de agua destilada en un vaso de precipitado (pp).
2. Tapar el vaso con parafilm y agitar con el agitador magnético hasta que no se observe partículas de levadura.
3. Paralelamente, en otro vaso pp., disolver 6 gramos de cloruro de calcio en 100 ml de agua destilada, agitando hasta que no se vea partículas del soluto.
4. En un tercer vaso pp., disolver 2 gramos de alginato de sodio en 100 ml de agua destilada y agitar también.
5. Cuando no se vea partículas, juntar con la mezcla de levadura, usando los volúmenes totales. Tapar con parafilm y agitar.
6. Juntar ambas mezclas y tapar con parafilm para agitar la mezcla resultante.
7. Colocar en el agitador magnético el vaso con la solución de cloruro de sodio y subir la velocidad de 0 a 7. Se usa la jeringa con aguja para absorber 15 ml de la mezcla de alginato de sodio con levadura.
8. Hacer gotear la mezcla, usando la jeringa para que las gotas caigan en la solución de cloruro de calcio en movimiento. Esperar de 5 a 10 segundos entre cada gota para dar tiempo a la formación y solidificación de cada fracción de la mezcla. Se forman gránulos esféricos que contienen una población de levaduras.
9. Finalizados los 15 minutos, dejar en movimiento el agitador para dar más forma a los agregados de levadura.

10. Detener el agitador y usar un colador para separar los gránulos de levadura de la solución y colocarlos en un tubo de ensayo con un medio líquido.
 11. Para guardar esta preparación para un uso posterior, usar tubos con agua destilada con un tapón perforado, pero cubierto con gasa para que no salga líquido. Se debe mantener a una temperatura de 5°C.
- Utilice esta técnica para diseñar una investigación científica que considere algún aspecto relacionado con la velocidad (tasa) de fermentación en una población de levaduras. Oriente a los jóvenes para que efectúen cada una de las etapas de las prácticas científicas.

OBSERVACIONES AL DOCENTE

Algunos indicadores para evaluar formativamente esta actividad pueden ser:

- Planifican y desarrollan investigaciones experimentales con transformaciones energéticas a nivel celular.
- Describen relaciones entre la bioenergética celular de organismos fotosintéticos y los beneficios que estos brindan a la comunidad.
- En la sección de “Activación”, se sugiere abordar aspectos de la naturaleza de la ciencia, relacionándolos con las siguientes interrogantes:
 - ¿Cómo ha evolucionado en el tiempo el concepto de fotosíntesis?
 - ¿Quiénes han contribuido en la evolución de estos modelos y en qué contextos?
 - ¿Cuáles han sido los principales obstáculos para comprender este fenómeno?
 - ¿Cómo habrá sido interpretada la fotosíntesis en otras culturas?
- Se sugiere considerar las preconcepciones de los jóvenes acerca de la fotosíntesis y la respiración, utilizando evidencia en artículos de educación científica como:
 - “Evolución de las ideas alternativas de un grupo de alumnos portugueses de secundaria sobre fotosíntesis y respiración celular”, disponible en: <https://www.curriculumnacional.cl/link/https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2483927>
 - “Las concepciones de los estudiantes sobre la fotosíntesis y la respiración: una revisión sobre la investigación didáctica en el campo de la enseñanza y el aprendizaje de la nutrición de las plantas”, disponible en: <https://www.curriculumnacional.cl/link/https://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/76035/96652>
- Antes de que comiencen el experimento con pigmentos fotosintéticos, debe contar con todos los materiales de laboratorio. Además, recuérdelos las medidas de seguridad que deben considerar en una actividad práctica de laboratorio, principalmente con la manipulación de reactivos y materiales químicos.
- Deben reconocer y entender la función de los pigmentos fotosintéticos para comprender mejor la actividad.
- Se sugiere guiarlos en la construcción de sus gráficos e indicarles que pueden registrar todos sus datos para luz roja y luz azul en un solo gráfico o separarlos en dos gráficos.

- Cabe referirse a los conceptos de fotoperiodismo y fotoperiodicidad de las plantas.
- Se recomienda recordar con los alumnos la función de las hormonas vegetales y sus efectos sobre las plantas para que entiendan mejor los contenidos. Es importante que comprendan claramente el rol y la importancia de los organismos fotosintetizadores en la comunidad, para que puedan analizar relaciones de bioenergética celular con sus beneficios en la naturaleza.
- Antes de iniciar el experimento Fermentación de Levaduras, debe contar con todos los materiales de laboratorio y recordarles las medidas de seguridad que tienen que considerar en una actividad práctica de laboratorio, principalmente con la manipulación de reactivos y materiales químicos.
- La investigación científica debe cumplir con 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. Cabe recordar que no es necesario seguir un orden lineal para enseñar el proceso de investigación.
- Se sugiere recordarles la reacción que permite a estos hongos obtener energía mediante respiración anaeróbica.

Recursos y sitios web

Fotosíntesis

- <https://www.curriculumnacional.cl/link/https://es.khanacademy.org/science/biology/photosynthesis-in-plants/the-light-dependent-reactions-of-photosynthesis/a/light-and-photosynthetic-pigments>
- <https://www.curriculumnacional.cl/link/https://permian.wordpress.com/2007/11/23/cromatografia-en-papel/>

Química

- Chang, R. (2007). *Química* (novena edición). Distrito Federal, México: McGraw-Hill



Fotosíntesis y respiración celular

- Domingos, P., Mellado, V. y Constantino, R. (2004). Evolución de las ideas alternativas de un grupo de alumnos portugueses de secundaria sobre fotosíntesis y respiración celular. *Revista de Educación en Biología*, 10-20.
<https://www.curriculumnacional.cl/link/https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2483927>
- Charrier, M., Cañal, P. y Rodrigo, M. (2006). Las concepciones de los estudiantes sobre la fotosíntesis y la respiración: una revisión sobre la investigación didáctica en el campo de la enseñanza y el aprendizaje de la nutrición de las plantas. *Enseñanza de las ciencias*, 401-409.
<https://www.curriculumnacional.cl/link/https://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/76035/96652>