



DISEÑO E IMPLANTACIÓN DE ACTIVIDAD

UNIDAD: TRABAJO, ENERGIA Y ONDAS

12mo grado

Maestro/a: Edna I. Martínez Medina

Escuela: Vocacional Bernardino Cordero Bernard

Junio 2023



GUIA DEL/ DE LA MAESTRO/A

MATERIA: Física

NIVEL/GRADO: Superior/ 10mo

CONCEPTOS PRINCIPALES: método científico
fotosíntesis
energía
largos de onda
espectro electromagnético
energía

CONCEPTOS SECUNDARIOS:

algas
macroalgas y microalgas
celdas solares
cresta y valles
temperatura
cromatografía

CONOCIMIENTO PREVIO:

Utilizando una demostración sobre productos comerciales los estudiantes explorarán el contenido (la materia prima) de estos.

- I. ¿Qué son las algas?
 - a. Organismos marinos (Macroalgas, Microalgas)
 - b. Fotosíntesis (¿Qué necesitan para vivir?)
 - c. Grupos
 - a. Características de los grupos (verdes, rojas, pardas)
 - i. Condiciones generales (profundidad, salinidad, pH, temperaturas)
 - d. Importancia ecológica y servicios ecosistémicos
 - e. Problemas superpoblación algas
 - a. Distribución de las algas (corrientes)

- b. Descargas al mar
 - i. Organismos indicadores
- c. Eventos de temperatura
- d. Impacto a turismo, pesquerías y ecológico
- f. ¿Cómo podemos utilizarlas?

OBJETIVOS ESPECIFICOS DE APRENDIZAJE:

Los estudiantes realizarán una investigación a través de laboratorios y talleres para determinar si las macroalgas marinas son organismos viables para producir energía, utilizando celdas solares.

ESTÁNDARES, EXPECTATIVAS E INDICADORES DEL GRADO:

Biología:

Estudia la organización, las características, la clasificación y los procesos relacionados con los organismos vivos, así como sus interacciones con el ambiente.

ES.B1.16 Utiliza modelos y diagramas para ilustrar los procesos de transferencia y transformación de energía lumínica en los cloroplastos, durante el proceso de fotosíntesis.

Física:

Ingeniería y Tecnología: Estudia y utiliza las prácticas de ciencias e ingeniería en el diseño y la construcción de prototipos, para solucionar problemas basado en evidencia científica.

ES.F3 Propone el diseño de tecnología de uso científico o cotidiano, basada en la aplicación de las propiedades de las ondas y sus interacciones con la materia.

ES.F3.1 Explica el comportamiento de las ondas como un fenómeno de transferencia de energía.

ES.F3.14 Explica cómo algunos aparatos tecnológicos usan los principios del comportamiento y las interacciones de las ondas con la materia para transmitir y captar información y energía (como, por ejemplo, las celdas solares, que capturan luz y la convierten en electricidad; la creación de imágenes del interior del cuerpo; y las tecnologías para las comunicaciones).

TRASFONDO: Las energías renovables son energías limpias que han cobrado gran relevancia en los últimos años y que hoy son un foco importante de investigación y desarrollo. Entre ellas, la energía solar es una fuente de energía muy promisoría que, además, no genera desechos o contaminantes. La producción de energía fotovoltaica se ha duplicado cada dos años desde 2002 y hoy es el sector energético que más rápidamente crece (Gao, et al., 2008; Cao, et al., 2009). Las celdas DSSC (*dye-sensitized solar cell*), o celdas de Grätzel, son una alternativa interesante frente a las celdas de silicio, debido a que permiten reducir costos de fabricación y obtener una eficiencia considerable (Enciso, et al., 2016; Enciso, et al., 2017). Estas celdas, sensibilizadas por colorantes, producen electricidad mediante un principio fotoelectroquímico, convirtiendo la energía lumínica en energía eléctrica. Mucho se ha avanzado en el armado de las celdas de Grätzel desde su creación en la década de 1970 a la fecha; desde las primeras, de soporte líquido armadas usando clorofila como sensibilizador, hasta las actuales, sólidas y armadas con pigmentos sintetizados para optimizar su eficiencia, se ha logrado emparejar y superar el rendimiento de las más antiguas, pero más difundidas celdas tradicionales de silicio (Bisquert, et al., 2004).

También llamada célula de pigmento fotosensible es un tipo de tecnología solar que convierte la radiación del sol en energía eléctrica. Es un invento del premio Nobel de Tecnología 2010, Michael Graetzel, creado en 1988 como propuesta alternativa para la fabricación de cámaras de captar energía con materiales de bajo costo y manufactura sencilla (calefacción solar, 2018). En estudios previos hemos evaluado el comportamiento de la ficocianina proveniente del alga *Spirulina* spp. y las antocianinas extraídas de la flor del ceibo (Enciso, et al., 2017; Enciso, et al., 2016; Cerdá, et al., 2014; Enciso, et al., 2013; Enciso, et al., 2012), así como el uso de la mezcla de ficoeritrina y carotenos extraídos de algas rojas recolectadas en suelo Antártico (Enciso y Cerdá, 2016). En todos los casos hemos probado la eficacia del uso de esos pigmentos como sensibilizadores y obtenido distintos valores de eficiencia en celdas armadas con ellos.

Las algas podrían convertirse en el material de los paneles fotovoltaicos del futuro o, al menos, en uno de ellos. Y ahora están, sin duda, más cerca de hacerlo gracias a un proyecto pionero de la Universidad de Cambridge. Sus expertos han logrado desarrollar un sistema biofotovoltaico que, gracias a un novedoso diseño de doble cámara y a la incorporación de algas modificadas genéticamente, multiplica por cinco la densidad de energía que se había

logrado con otros modelos previos a base de estos organismos. Además, la idea permite almacenar la energía captada durante el día, para su aprovechamiento tras el anochecer. (Ecoinventos, 2022)

Las algas son organismos eucariotas fotosintéticos que son capaces de vivir y reproducirse en los ecosistemas acuáticos. Tienen una distribución muy amplia y ocupan una gran variedad de hábitats: existen especies marinas, dulceacuícolas, costeras y algunas sobreviven hasta en ambientes extremos, como en la Antártida.

Las algas constituyen un grupo muy diverso que presenta una gran variedad de formas y tamaños que abarcan desde organismos unicelulares microscópicos (las microalgas) hasta organismos macroscópicos (las macroalgas), que pueden alcanzar varios metros de longitud. Este último grupo corresponde a las macroalgas, organismos que viven adheridos a algún tipo de sustrato en los fondos o costas acuáticas, pueden alcanzar un gran tamaño y una mayor complejidad morfológica. (Ecología verde)

GLOSARIO:

1. celdas solares = dispositivos capaces de convertir la radiación solar en energía eléctrica mediante el efecto fotovoltaico.
2. Fotosíntesis = Proceso químico que se produce en las plantas, las algas y algunos tipos de bacterias cuando se exponen a la luz del sol. Durante la fotosíntesis, el agua y el dióxido de carbono se combinan para formar carbohidratos (azúcares) y se desprende oxígeno.
3. largo de onda = la distancia que recorre una perturbación periódica que se propaga por un medio en un ciclo.
4. Cresta = punto más alto de dicha amplitud o punto máximo de saturación de la onda.
5. Valle = Es el punto más bajo de una onda.
6. Energía = capacidad de los cuerpos para realizar un trabajo y producir cambios en ellos mismos o en otros cuerpos.
7. Amperímetro = instrumento que sirve para medir la intensidad de la corriente eléctrica.
8. Trabajo = cambio en el estado de movimiento de un cuerpo producido por una fuerza de una magnitud dada.
9. Potencia= muestra qué tan rápido se transforma o se transmite la energía.

REFERENCIAS:

- Bisquert, J., Cahen, D., Hodes, G., Rühle, S. y Zaban, A., 2004. Physical chemical principles of photovoltaic conversion with nanoparticulate, mesoporous dye-sensitized solar cells. En: Journal of Physical Chemistri B, 108, pp.8106– 8118.
- Cao, Y.M., Bai, Y., Yu, Q.J., Cheng, Y.M., Liu, S., Shi, D., Gao, F.F. y Wang, P., 2009. Dye-sensitized solar cells with a high absorptivity ruthenium sensitizer featuring a 2-(Hexylthio)thiophene conjugated bipyridine. En: Journal of Physical Chemistry C, 113, pp.6290–6297.
- De Bon, Micaela; Hurtado, Joaquín; Enciso, Paula; Armeli Minicante, Simona; Cerdá, María Caracterización de pigmentos extraídos de algas rojas de la Antártida para su posible uso en celdas solares del tipo DSSC INNOTEC, núm. 14, 2017, Julio-, pp. 44-49 Laboratorio Tecnológico del Uruguay.
<https://www.redalyc.org/journal/6061/606164031005/606164031005.pdf>
- Enciso, P. y Cerdá, M.F., 2016. Solar cells based on the use of photosensitizers obtained from Antarctic red algae. En: Cold Regions Science Technology, 126, pp.51–54.
- Enciso, P., Decoppet, J.D.,Grätzel, M., Wörner, M., Cabrerizo, F.M. y Cerdá, M.F., 2017. Acockspur for the DSS cells: Erythrinacrista-galli sensitizers. En: Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 176, pp.91–98.
- Gao, F., Wang, Y., Shi, D., Zhang, J., Wang, M.K.,Jing, X.Y., Humphry-Baker, R., Wang, P., Zakeeruddin, S.M. y Grätzel, M., 2008. Enhance the optical absorptivity of nanocrystalline TiO₂ film with high molar extinction coefficient ruthenium sensitizers for high performance dye-sensitized solar cells. En: Journal of American Chemical Society, 130, pp.10720–10728.
- Macroalgas, que son, tipos y ejemplos. S.F. Ecología verde.
<https://www.ecologiaverde.com/macroalgas -que-son-tipos- y-ejemplos-4059.html>
- González, S. Ramón Zamorano, G. L y Refoyo, A.. 2018. Fotosíntesis un enfoque cuántico. Biólogos sin barreras. Recuperado de:
<https://biosinb.wordpress.com/2018/09/23/ fotosinteis-un-enfoque-cuantico/>

Macroalgas, que son, tipos y ejemplos. S.F. Ecología verde.

<https://www.ecologiaverde.com/macroalgas-que-son-tipos-y-ejemplos-4059.html>

Manrique Reol, E. (2003). Los pigmentos fotosintéticos, algo más que la captación de luz para la fotosíntesis: *Ecosistemas*, 12(1). Recuperado a partir de

<https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/250>

Muñoz L., Díaz L., Dávila K., Rivera U., Torres M., Malca C. y Mahomedova R. Química Divertida Actividades para K-12. 2021. Universidad de Puerto Rico

Paneles biofotovoltaicos a base de algas: así ve el futuro la Universidad de Cambridge.

2022. Recuperado de: <https://ecoinventos.com/paneles-biofotovoltaicos-a-base-de-algas/>

¿Qué es la Celda Solar Graetzel? 2018. Calefacción Solar. <https://calefaccion-solar.com/que-es-la-celda-solar-graetzel.html>

Saar, KL et al. *Enhancing power density of biophotovoltaics by decoupling storage and power delivery*. Nature Energy; 9 Jan 2018; DOI: 10.1038/s41560-017-0073-0

PROCESO EDUCATIVO (INICIO, DESARROLLO Y CIERRE)

Durante toda la actividad el/la maestro/a estará haciendo observaciones mientras se mueve entre los grupos de trabajo, cuando los/as estudiantes discuten y cuando presentan sus respuestas a las preguntas. Esto le permite hacer evaluaciones del aprendizaje de estos/as.

INICIO

Los estudiantes se expondrán a una mesa con diferentes productos de algas sin decirles que son algas e identificarán si esos productos pueden ser realizados con algas. Habrá una pecera también con algas verdes, rojas y pardas y ellos identificarán las características que poseen las algas. Dada las características que los estudiantes presenten se les preguntará si creen que sea viable utilizar este organismo como un medio de energía renovable para atacar el problema del costo excesivo de electricidad.

DESARROLLO

Dentro de las actividades a desarrollar con los estudiantes tenemos los siguientes objetivos:

- A) Realizar una cromatografía de los tipos de algas para determinar el largo de onda presente en cada pigmento.
- B) Realizar celdas solares con los diferentes extractos de las algas para comparar su eficiencia.

La actividad de conocer es un proceso intelectual por el cual se establece una relación entre quien conoce y el objeto desconocido. Tal actitud permite la interiorización del objeto de conocimiento, quien adquiere certeza de la existencia de este. Puede afirmarse que el proceso de conocimiento es "Un modelo más o menos de concebir el mundo y dotarlos de ciertas características que resultan en primera instancia de la experiencia personal" del individuo que realiza el proceso. En cualquier momento de este proceso, aprender un concepto, no es solamente dar una definición de este, memorizándolo; sino que el alumno tiene que ser capaz de utilizar sus propios conocimiento, habilidades y destrezas no adquiridos únicamente a nivel teórico, sino a través de actividades que le permitan los hechos observables, verificables mediante la actividad práctica. (Morales, A.E. 2010) RuizMaget y

García (1971) “afirman que la exploración de ideas previas es uno de los objetivos de aprendizaje, de la interpretación sobre los conocimientos previos que tienen los alumnos”.

Es por esto antes expuesto que mi problema de investigación es ¿Cómo los estudiantes pueden conceptualizar el proceso de adquisición de energía mediante las ondas utilizando como contexto el proceso de fotosíntesis y las celdas solares?

Mi hipótesis: Sí, al estudiante construir celdas solares podrá entender con mayor facilidad los conceptos de ondas y cómo esto interviene en el proceso de fotosíntesis.

ACTIVIDAD: Las macroalgas marinas: ¿las heroínas de la historia?

El primer paso para realizar es la administración de una prueba diagnóstica en donde podremos observar el conocimiento previo que tengan los estudiantes de 12mo grado en cuanto al tema de fotosíntesis, además la prueba tendrá preguntas del tema de ondas y longitudes de ondas. Los estudiantes se expondrán a una mesa con diferentes productos de algas sin decirles que son algas e identificarán si esos productos pueden ser realizados con algas. Habrá una pecera también con algas verdes, rojas y pardas y ellos identificarán las características que poseen las algas. Dada las características que los estudiantes presenten se le preguntará si creen que sea viable utilizar este organismo como un medio de energía renovable para atacar el problema del costo excesivo de la luz.

Parte I: Cromatografía en papel

- I. Cromatografía de papel de espinacas: se procederá a realizar una cromatografía de papel con espinacas para poder observar los componentes envueltos en las hojas verdes de espinacas.

Materiales:

alcohol etanol 96%
hojas de espinacas verdes
placas petri
probeta de 25 mL
mortero

colador pequeño

lápiz

cinta adhesiva

vaso de precipitado de 15 mL

papel de filtro de café

regla métrica

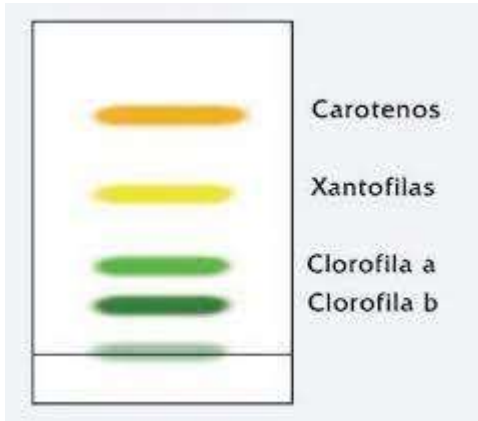
tijeras

balanza

Procedimiento

1. Pesa en la balanza aproximadamente 5 gramos de hojas de espinacas.
2. Luego coloca esos gramos en el mortero con 1 ml de alcohol y macera las hojas hasta lograr una pasta.
3. Luego esa pasta la pasarás por el colador hasta obtener solo líquido en tu vaso de precipitado.
4. Ese líquido lo pasarás del vaso de precipitado a una placa petri.
5. Corta los filtros de café en tiras de 7 cm de largo y 2 de ancho. El largo puede variar de acuerdo con el recipiente que utilices para realizar la cromatografía, el papel debe ser por lo menos 1 cm más corto que recipiente.
6. Usando un lápiz dibuja la línea de inicio donde colocarás tu muestra. Dibuja la línea de modo que quede a una distancia de al menos un centímetro de la parte inferior del papel.
7. Asegura la tira de cromatografía verticalmente. Si utilizas vasos, pega el extremo superior del papel de filtro con un pedazo de cinta adhesiva de un lápiz o pedazo de madera y coloca ese lápiz sobre el vaso. Si tu recipiente tiene tapa, pega el papel de la tapa. Puede colgar la tira con clips de papel, cinta o cualquier otro mecanismo que considere adecuado.
8. Después de sujetar la tira de papel con mucho cuidado sumerja la punta del papel de filtro (aproximadamente 1 centímetro) en la placa petri con el líquido que filtró de modo que solo se moje el extremo inferior (aproximadamente 1 centímetro).
9. Espera aproximadamente 5 minutos hasta que se desarrolle la cromatografía. Puede que tarde un poco más o menos de este tiempo, debe observar lo que ocurre hasta que el disolvente corra hacia el extremo superior de la tira de papel.

10. Una vez que termine de correr la cromatografía, saca las tiras de papel y colócalas sobre un pedazo de papel toalla. Con cuidado, marca con un lápiz el frente del disolvente (área hasta donde subió el disolvente). Espera a que las tiras de papel se sequen. Una vez secas, determina cuantos pigmentos hay presentes en las hojas de espinacas.



11. Observarás qué pigmentos obtienes en tu muestra y completarás la Tabla 1.

Tabla 1: observaciones

Muestra de alga	Pigmento observado	Observaciones
roja		
verde		
parda		

Parte II: Cromatografía de columna

Con esta actividad los estudiantes podrán separar los pigmentos para luego colocarlos en un espectrofotómetro para obtener absorbancia y así identificar si será viable el uso de las algas para realizar celdas solares. Con esta actividad los estudiantes podrán identificar los largos de ondas dentro del espectro electromagnético.

Materiales:

- 4 jeringas de plástico de 10mL sin agujas
- 24 mL o 2 cucharadas de arena blanca cernida de grano fino o *moon sand*
- algodón
- lápiz o pedazo de madera de al menos 20 cm
- recipiente de almacenar huevos, cubeta de hielo o vasitos de 1 oz
- vasos de plástico transparentes de al menos 16 oz
- marcador permanente y bolígrafo o lápiz
- cinta adhesiva
- extracto de algas (algas maceradas y filtradas como en la cromatografía)
- 150 ml de alcohol isopropílico o alcohol etílico
- 250 ml de agua destilada
- tazas o cucharas para medir
- lápices de colores (opcional)

Procedimiento:

1. Preparación de la muestra, la fase móvil y recipiente para recolectar fracciones de la muestra

a. Fase móvil: Rotula dos vasos transparentes de 8 onzas uno para agua y otro para alcohol isopropílico. Añade 150 mL de agua en el vaso rotulado para esta y 150 mL de alcohol en su respectivo vaso.

b. Muestra: Rotula un vaso de 8 oz para el extracto de las algas. Añade 25 mL del extracto. Para coleccionar las fracciones que eluyan de la columna, se debe utilizar un recipiente de huevos, una cubeta de hielo o diez vasos de 1 oz. Rotula el recipiente con un marcador permanente para cada una de las fracciones (fracción 1, fracción 2, fracción 3 ... fracción 10). Rotule en la parte exterior de los recipientes. Se le llama eluyente al líquido que sale de la columna y, a la porción de líquido que se colecciona en cada recipiente, se le conoce como fracción.

2. Preparación de la columna

- a. Toma una jeringuilla de 10 mL y quita el émbolo pistón. Luego, añade un pedazo pequeño de algodón. Utilizando un lápiz sin punta o un pedazo de madera, presiona el pedazo de algodón y crea una especie de un disco en el fondo de la jeringuilla para tapar la salida.
- b. Con cuatro pedazos de madera, crea un soporte para la jeringuilla, colócalos cruzados y pégalos con cinta adhesiva o con pega caliente.
- c. Coloca el soporte en el tope de un vaso de 16 onzas y coloca la jeringuilla que ya contiene la capa de algodón. Este vaso lo utilizarás para coleccionar los desechos que eluyan de la columna.
- d. Utilizando una cuchara, con mucho cuidado, añade arena a la jeringuilla hasta llegar a la marca de ocho mililitros. Deja un espacio de aproximadamente 2 mL sin llenar. En esta área, añadirá el disolvente y no dejes espacios vacíos. Toca repetidamente la jeringa en una superficie dura para que la arena se compacte. Si es necesario, utiliza el émbolo de la jeringa para empujar la arena hacia abajo y fuera de los lados internos de la jeringa. Asegúrate de que la arena llegue hasta la marca de 8mL, de ser necesario añade más arena hasta completar hasta esta marca. Una vez termine, deja la columna en el vaso hasta el próximo paso.

3. Acondicionamiento y equilibrarían de la columna

Antes de pasar la muestra por la columna, debes acondicionarla y equilibrarla añadiendo agua y fase móvil (alcohol isopropílico) esto la preparara para poder separar los colorantes presentes. Una vez se acondicione la columna, no debes permitir que esta se

seque. Este paso se debe realizar justo antes de realizar la separación de los colorantes. (No deben pasar más de 2 minutos después de acondicionar la columna)

- a. Rotula dos goteros o dos jeringuillas una para agua y otra para el alcohol.
- b. Rellena su jeringuilla con 10.0 mL de alcohol isopropílico y añádelo lentamente a la columna (jeringuilla llena con arena). Repite este paso hasta que pasen 30.0 mL del alcohol por la columna. Ten cuidado de no perturbar demasiado la arena mientras agregas el alcohol, y añádelo lentamente por una de las paredes de la jeringuilla y no permitas que se desborde.
- c. Deja que el alcohol gotee de la columna y entre en el vaso de desecho de abajo.
- d. Repite este procedimiento, pero esta vez usando otra jeringuilla pase 20.0 mL de agua. Para esto, tienes que llenar la jeringuilla dos veces. Toma el tiempo que tarde en eluir 10.0 mL de la columna con esto podrá calcular la velocidad de flujo de la fase móvil.

4. Inyección de la muestra separación de los colorantes

- a. Con una jeringuilla o gotero limpia(o), toma 10.0 mL del extracto de algas. Asegúrate de aspirar la muestra lentamente para evitar burbujas.
- b. Prepara una jeringuilla llenándola con agua y otra con alcohol isopropílico.
- c. Con una de tus manos, sostén la columna acondicionada sobre el recipiente donde colectara las fracciones. Con la otra mano, añade lentamente la muestra del extracto de algas. Con un cronómetro, toma el tiempo que tarda la muestra en eluir.
- d. Espera a que la muestra del extracto de alga baje por la columna, colecta el líquido y ésta será tu primera fracción. Recuerda no dejar la arena secar durante más de un minuto o dos. ¿Cuál es el color de esta primera fracción?
- e. Inmediatamente, utilizando la jeringuilla que preparó en el paso 2 de esta sección, añade lentamente 5.0 mL de agua destilada a la columna para una mejor separación del color. Colecta este eluyente en el recipiente marcado como fracción.
- f. Con un cronómetro, toma el tiempo que tarda esta fracción en eluir.
- g. Luego de coleccionar la fracción 2, agrega alcohol isopropílico al 70% para eluir los colores de la columna. Para esto, utilizando la jeringuilla que contiene alcohol isopropílico al 70%, añade poco a poco 10 mL.

- h. Colecta el eluyente en el recipiente marcado Fracción 3. Asegúrate de no perturbar la arena.
- i. Añade el líquido pegando la jeringuilla a la pared de la jeringuilla con el empaque.
- j. Observa las gotas del eluyente de la columna y, tan pronto como las gotas hayan cambiado de color, mueve la jeringa sobre el recipiente de la próxima fracción. ¡No dejes secar la columna!
- k. Continúa añadiendo alcohol isopropílico hasta que el eluyente de la columna no tenga color. Debes coleccionar entre diez y doce fracciones. Anota el color de cada fracción.
- l. Cuando hayas completado la cromatografía de columna, compara los colores de las diferentes fracciones y asegúrate de registrar todas tus observaciones.

CIERRE

Una vez finalicen con las actividades los estudiantes realizarán un diario reflexivo sobre su experiencia en las mismas, en donde reflexionarán si las algas pudieran ser ideales para la producción de electricidad. Explicarán si ellas pudieran ser usadas para la producción de celdas solares. Con la cromatografía de papel los estudiantes pueden identificar los pigmentos que logran observar y así identificar el largo de onda de cada pigmento dentro del espectro electromagnético.

Este diario reflexivo será discutido en clases de manera oral por cada estudiante.

Rúbrica del diario reflexivo

- 1. El estudiante presenta con claridad sus argumentos.....5pts
- 2. El estudiante presenta información justificada con lo estudiado en los laboratorios... 5pts
- 3. El estudiante presenta organización en sus ideas 5pts
- 4. El estudiante explica por qué el objeto en estudio puede utilizarse como medio alternativo de energía (basado en lo observado en los laboratorios) 5 pts

Total: 20 pts



GUIA DEL/DE LA ESTUDIANTE

ACTIVIDAD: LAS MACROALGAS MARINAS ¿LAS HEROÍNAS DE LA HISTORIA?

TRASFONDO

Las energías renovables son energías limpias que han cobrado gran relevancia en los últimos años y que hoy son un foco importante de investigación y desarrollo. Entre ellas, la energía solar es una fuente de energía muy promisoría que, además, no genera desechos o contaminantes. La producción de energía fotovoltaica se ha duplicado cada dos años desde 2002 y hoy es el sector energético que más rápidamente crece (Gao, et al., 2008; Cao, et al., 2009). Las celdas DSSC (dye-sensitized solar cell), o celdas de Grätzel, son una alternativa interesante frente a las celdas de silicio, debido a que permiten reducir costos de fabricación y obtener una eficiencia considerable (Enciso, et al., 2016; Enciso, et al., 2017). Estas celdas, sensibilizadas por colorantes, producen electricidad mediante un principio fotoelectroquímico, convirtiendo la energía lumínica en energía eléctrica. Mucho se ha avanzado en el armado de las celdas de Grätzel desde su creación en la década de 1970 a la fecha; desde las primeras, de soporte líquido armadas usando clorofila como sensibilizador, hasta las actuales, sólidas y armadas con pigmentos sintetizados para optimizar su eficiencia, se ha logrado emparejar y superar el rendimiento de las más antiguas, pero más difundidas celdas tradicionales de silicio (Bisquert, et al., 2004).

También llamada célula de pigmento fotosensible es un tipo de tecnología solar que convierte la radiación del sol en energía eléctrica. Es un invento del premio Nobel de Tecnología 2010, Michael Graetzel, creado en 1988 como propuesta alternativa para la fabricación de cámaras para captar energía con materiales de bajo costo y manufactura sencilla (calefacción solar, 2018).

En estudios previos hemos evaluado el comportamiento de la ficocianina proveniente del alga *Spirulina* spp. y las antocianinas extraídas de la flor del ceibo (Enciso, et al., 2017; Enciso, et al., 2016; Cerdá, et al., 2014; Enciso, et al., 2013; Enciso, et al., 2012), así como el uso de la mezcla de ficoeritrina y carotenos extraídos de algas rojas recolectadas en suelo Antártico (Enciso y Cerdá, 2016). En todos los casos hemos probado la eficacia del uso de esos pigmentos como sensibilizadores y obtenido distintos valores de eficiencia en celdas armadas con ellos.

Las algas podrían convertirse en el material de los paneles fotovoltaicos del futuro o, al menos, en uno de ellos. Y ahora están, sin duda, más cerca de hacerlo gracias a un proyecto pionero de la Universidad de Cambridge. Sus expertos han logrado desarrollar un sistema biofotovoltaico que, gracias a un novedoso diseño de doble cámara y a la incorporación de algas modificadas genéticamente, multiplica por cinco la densidad de energía que se había logrado con otros modelos previos a base de estos organismos. Además, la idea permite almacenar la energía captada durante el día, para su aprovechamiento tras el anochecer. (Ecoinventos, 2022)

Las algas son organismos eucariotas fotosintéticos que son capaces de vivir y reproducirse en los ecosistemas acuáticos. Tienen una distribución muy amplia y ocupan una gran variedad de hábitats: existen especies marinas, dulceacuícolas, costeras y algunas sobreviven hasta en ambientes extremos, como en la Antártida.

Las algas constituyen un grupo muy diverso que presenta una gran variedad de formas y tamaños que abarcan desde organismos unicelulares microscópicos (las microalgas) hasta organismos macroscópicos (las macroalgas), que pueden alcanzar varios metros de longitud. Este último grupo corresponde a las macroalgas, organismos que viven adheridos a algún tipo de sustrato en los fondos o costas acuáticas, pueden alcanzar un gran tamaño y una mayor complejidad morfológica. (Ecología verde)

GLOSARIO

1. celdas solares
2. fotosíntesis
3. largo de onda
4. cresta
5. valle
6. energía
7. amperímetro
8. trabajo
9. potencia

OBJETIVOS:

Durante las actividades de enseñanza- aprendizaje, todos los estudiantes:

1. definen en sus propias palabras los conceptos de energía y ondas
2. ofrecen ejemplos de ambos conceptos (energía y ondas) en la vida real
3. realiza una cromatografía de columna y tomará efectivamente la absorbancia de los pigmentos recolectados en la cromatografía de columna.

Parte I: Cromatografía en papel

Cromatografía de papel de espinacas: se procederá a realizar una cromatografía de papel con espinacas para poder observar los componentes envueltos en las hojas verdes de espinacas.

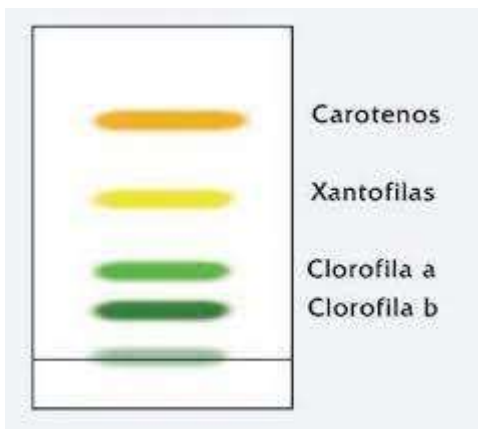
Materiales:

alcohol etanol 96%
hojas de espinacas verdes
placas petri
probeta de 25 mL
mortero
colador pequeño
lápiz
cinta adhesiva
vaso de precipitado de 15 mL
papel de filtro de café
regla métrica
tijeras
balanza

Procedimiento

1. Pesa en la balanza aproximadamente 5 gramos de hojas de espinacas.
2. Luego coloca esos gramos en el mortero con 1 ml de alcohol y macera las hojas hasta lograr una pasta.

3. Luego esa pasta la pasarás por el colador hasta obtener solo líquido en tu vaso de precipitado.
4. Ese líquido lo pasarás del vaso de precipitado a una placa petri.
5. Corta los filtros de café en tiras de 7 cm de largo y 2 de ancho. El largo puede variar de acuerdo con el recipiente que utilices para realizar la cromatografía, el papel debe ser por lo menos 1 cm más corto que recipiente.
6. Usando un lápiz dibuja la línea de inicio donde colocarás tu muestra. Dibuja la línea de modo que quede a una distancia de al menos un centímetro de la parte inferior del papel.
7. Asegura la tira de cromatografía verticalmente. Si utilizas vasos, pega el extremo superior del papel de filtro con un pedazo de cinta adhesiva de un lápiz o pedazo de madera y coloca ese lápiz sobre el vaso. Si tu recipiente tiene tapa, pega el papel de la tapa. Puede colgar la tira con clips de papel, cinta o cualquier otro mecanismo que considere adecuado.
8. Después de sujetar la tira de papel con mucho cuidado sumerja la punta del papel de filtro (aproximadamente 1 centímetro) en la placa petri con el líquido que filtró de modo que solo se moje el extremo inferior (aproximadamente 1 centímetro).
9. Espera aproximadamente 5 minutos hasta que se desarrolle la cromatografía. Puede que tarde un poco más o menos de este tiempo, debe observar lo que ocurre hasta que el disolvente corra hacia el extremo superior de la tira de papel.
10. Una vez que termine de correr la cromatografía, saca las tiras de papel y colócalas sobre un pedazo de papel toalla. Con cuidado, marca con un lápiz el frente del disolvente (área hasta donde subió el disolvente). Espera a que las tiras de papel se sequen. Una vez secas, determina cuantos pigmentos hay presentes en las hojas de espinacas.



11. Observarás qué pigmentos obtienes en tu muestra y completarás la Tabla 1.

Tabla 1: observaciones

Muestra de alga	Pigmento observado	Observaciones
roja		
verde		
parda		

Parte II: Cromatografía de columna

Materiales:

- jeringas de plástico de 10mL sin agujas (4)
- arena blanca cernida de grano fino o *moon sand* (24 mL o 2 cucharadas)
- algodón
- lápiz o pedazo de madera de al menos 20 cm
- recipiente de almacenar huevos, cubeta de hielo o vasitos de 1 oz
- vasos de plástico transparentes de al menos 16 oz
- marcador permanente, cinta adhesiva y bolígrafo o lápiz
- extracto de algas (algas maceradas y filtradas como en la cromatografía)
- alcohol isopropílico o alcohol etílico (150 mL)
- agua destilada (250mL)
- tazas o cucharas para medir
- lápices de colores (opcional)

Procedimiento:

- 1.Preparación de la muestra, la fase móvil y recipiente para recolectar fracciones de la muestra

Fase móvil: Rotula dos vasos transparentes de 8 onzas uno para agua y otro para alcohol isopropílico. Añade 150 mL de agua en el vaso rotulado para esta y 150 mL de alcohol en su respectivo vaso.

Muestra: Rotula un vaso de 8 oz para el extracto de las algas. Añade 25 mL del extracto.

- a. Para coleccionar las fracciones que eluyen de la columna, se debe utilizar un recipiente de huevos, una cubeta de hielo o diez vasos de 1 oz.
- b. Rotula el recipiente con un marcador permanente para cada una de las fracciones (fracción 1, fracción 2, fracción 3 ... fracción 10).
- c. Rotule en la parte exterior de los recipientes. Se le llama eluyente al líquido que sale de la columna y, a la porción de líquido que se colecciona en cada recipiente, se le conoce como fracción.

2. Preparación de la columna

- a. Toma una jeringuilla de 10 mL y quita el émbolo pistón.
- b. Luego, añade un pedazo pequeño de algodón. Utilizando un lápiz sin punta o un pedazo de madera, presiona el pedazo de algodón y crea una especie de un disco en el fondo de la jeringuilla para tapar la salida.
- c. Con cuatro pedazos de madera, crea un soporte para la jeringuilla, colócalos cruzados y pégalos con cinta adhesiva o con pega caliente.
- d. Coloca el soporte en el tope de un vaso de 16 onzas y coloca la jeringuilla que ya contiene la capa de algodón. Este vaso lo utilizarás para coleccionar los desechos que eluyen de la columna.
- e. Utilizando una cuchara, con mucho cuidado, añade arena a la jeringuilla hasta llegar a la marca de ocho mililitros. Deja un espacio de aproximadamente 2 mL sin llenar. En esta área, añadirá el disolvente y no dejes espacios vacíos. Toca repetidamente la jeringa en una superficie dura para que la arena se compacte. Si es necesario, utiliza el émbolo de la jeringa para empujar la arena hacia abajo y fuera de los lados internos de la jeringa. Asegúrate de que la arena llegue hasta la marca de 8mL, de ser necesario añade más arena hasta completar hasta esta marca. Una vez termine, deja la columna en el vaso hasta el próximo paso.

3. Acondicionamiento y equilibrarían de la columna

Antes de pasar la muestra por la columna, debes acondicionarla y equilibrarla añadiendo agua y fase móvil (alcohol isopropílico) esto la preparara para poder separar los colorantes presentes. Una vez se acondicione la columna, no debes permitir que esta se seque. Este paso se debe realizar justo antes realizar la separación de los colorantes. (No deben pasar más de 2 minutos después de acondicionar la columna)

- a. Rotula dos goteros o dos jeringuillas una para agua y otra para el alcohol.
- b. Rellena su jeringuilla con 10.0 mL de alcohol isopropílico y añádelo lentamente a la columna (jeringuilla llena con arena). Repite este paso hasta que pasen 30.0 mL del alcohol por la columna. Ten cuidado de no perturbar demasiado la arena mientras agregas el alcohol, y añádelo lentamente por una de las paredes de la jeringuilla y no permitas que se desborde.
- c. Deja que el alcohol gotee de la columna y entre en el vaso de desecho de abajo.
- d. Repite este procedimiento, pero esta vez usando otra jeringuilla pase 20.0 mL de agua. Para esto, tienes que llenar la jeringuilla dos veces. Toma el tiempo que tarde en eluir 10.0 mL de la columna con esto podrá calcular la velocidad de flujo de la fase móvil.

4. Inyección de la muestra separación de los colorantes

- a. Con una jeringuilla o gotero limpia(o), toma 10.0 mL del extracto de algas. Asegúrate de aspirar la muestra lentamente para evitar burbujas.
- b. Prepara una jeringuilla llenándola con agua y otra con alcohol isopropílico.
- c. Con una de tus manos, sostén la columna acondicionada sobre el recipiente donde colectara las fracciones. Con la otra mano, añade lentamente la muestra del extracto de algas. Con un cronómetro, toma el tiempo que tarda la muestra en eluir.
- d. Espera a que la muestra del extracto de alga baje por la columna, colecta el líquido y ésta será tu primera fracción. Recuerda no dejar la arena secar durante más de un minuto o dos. ¿Cuál es el color de esta primera fracción?
- e. Inmediatamente, utilizando la jeringuilla que preparó en el paso 2 de esta sección, añade lentamente 5.0 mL de agua destilada a la columna para una mejor separación del color. Colecta este eluyente en el recipiente marcado como fracción.
- f. Con un cronómetro, toma el tiempo que tarda esta fracción en eluir.

- g. Luego de coleccionar la fracción 2, agrega alcohol isopropílico al 70% para eluir los colores de la columna. Para esto, utilizando la jeringuilla que contiene alcohol isopropílico al 70%, añade poco a poco 10 mL. Colecta el eluyente en el recipiente marcado Fracción 3. Asegúrate de no perturbar la arena.
- h. Añade el líquido pegando la jeringuilla a la pared de la jeringuilla con el empaque.
- i. Observa las gotas del eluyente de la columna y, tan pronto como las gotas hayan cambiado de color, mueve la jeringa sobre el recipiente de la próxima fracción. ¡No dejes secar la columna!
- j. Continúa añadiendo alcohol isopropílico hasta que el eluyente de la columna no tenga color. Debes coleccionar entre diez y doce fracciones. Anota el color de cada fracción.
- k. Cuando hayas completado la cromatografía de columna, compara los colores de las diferentes fracciones y asegúrate de registrar todas tus observaciones.

CIERRE

Realizarán un diario reflexivo sobre su experiencia en las actividades, en donde reflexionarán si las algas pudieran ser ideales para la producción de electricidad. Explicarán si ellas pudieran ser usadas para la producción de celdas solares.

Este diario reflexivo será discutido en clases de manera oral por cada estudiante.

Rúbrica de corrección para el diario reflexivo

- 1. El estudiante presenta claridad en sus argumentos..... 5pts
- 2. El estudiante presenta información justificada con lo estudiado en los laboratorios... 5pts
- 3. El estudiante presenta organización en sus ideas 5pts
- 4. El estudiante explica por qué el objeto en estudio puede utilizarse como medio alternativo de energía (basado en lo observado en los laboratorios) 5 pts
- Total: 20 pts

HOJA DE TRABAJO

1. Observarás qué pigmentos obtienes en tu muestra y completarás la Tabla 1.

Tabla 1: Observaciones

Muestra de alga	Pigmento observado	Observaciones
Roja		
Verde		
Parda		

Análisis de resultados:

1. ¿Las muestras poseen diferentes pigmentos?

2. ¿Cuántos pigmentos había en cada muestra de algas?

3. ¿Por qué crees que tienes diferentes pigmentos?