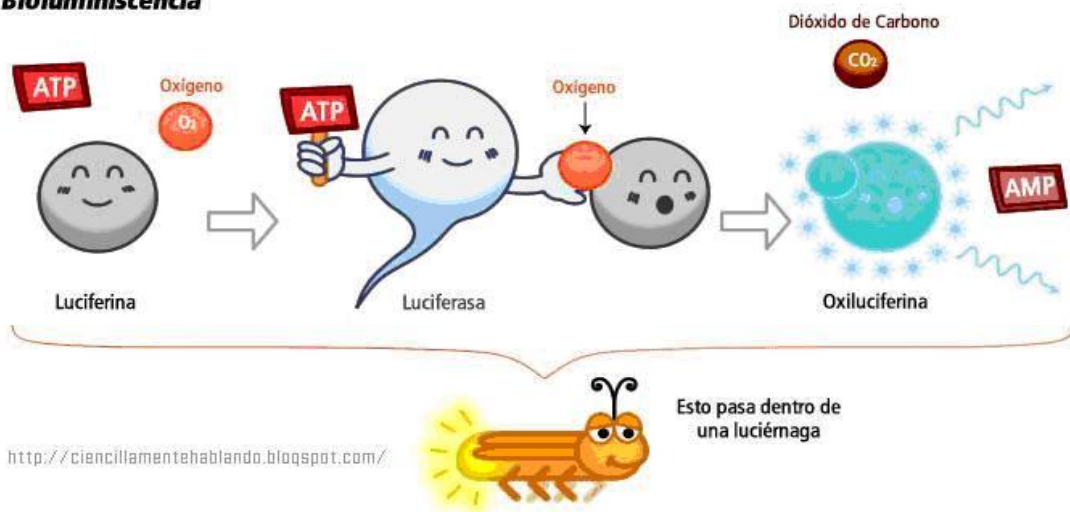


LUCES EN EL MAR

IX JORNADAS DE CIENCIA EN LA CALLE, DIVERCIENCIA



Bioluminiscencia



Realizado por:
Lucía García Martínez
Marta Lloret Suárez,
Carmen Martín García
Palma Martín García.

Profesora:
Ana Villaescusa y
Ismael Bermúdez.

Colegio:
Salesianos M^a Auxiliadora Curso 14-15

Indice

Introducción y objetivos	
Capítulo 1. La bioluminiscencia	
1.1. Tipos de bioluminiscencia.....	
1.2. ¿Cómo se produce la bioluminiscencia?.....	
1.3. Tipos de organismos que la producen.....	
Capítulo 2. Los dinoflagelados	
2.1. Ciclo vital.....	
2.2. Especies.....	
2.3. Importancia ecológica.....	
Capítulo 3. Otros fenómenos en la naturaleza	
3.1. Cuando el mar brilla.....	
3.2. Cielos bioluminiscentes.....	
3.3. Pilares de luz en cielos helados.....	
Capítulo 4. Parte experimental	
Conclusiones	
Webgrafía y Bibliografía	

Objetivos e introducción :

- Investigar que tipos de microorganismos producen la bioluminiscencia del agua.
- Conocer cómo se produce el fenómeno de la bioluminiscencia
- Estudiar sobre el ciclo vital de algunos organismos bioluminiscentes marinos
- Estudiar otros fenómenos de luminiscencia en la naturaleza.
- Experimentar con el fenómeno de la bioluminiscencia en el laboratorio.
- Trabajar en equipo siguiendo las pautas del método científico
-

Hemos elegido este proyecto de investigación porque observamos un día en la playa, como aparecían en el agua partículas luminosas. Preguntamos a unos pescadores de la zona para informarnos sobre este fenómeno, y nos dijeron que este fenómeno era conocido en Algeciras como “arda”. Posteriormente preguntamos a un familiar que conocía muy bien este tema ya que es bióloga marina y nos explicó que se llamaba bioluminiscencia y estaba producida por los dinoflagelados entre otros organismos. El trabajo lo vamos a plantear desde dos puntos de vista, uno de tipo práctico mediante la producción de luz por reacciones químicas empleando luminol u otro tipo de reactivos “caseros” como los que contienen los tubos empleados por los pescadores. Otra parte de nuestro trabajo, será la búsqueda de información sobre el fenómeno de la bioluminiscencia, sus causas y los organismos que pueden producirla.

1 Bioluminiscencia

La bioluminiscencia es un proceso muy interesante por el cual los organismos que la producen, en su mayoría son marinos; el mismo fenómeno también se presenta en algunos insectos y hongos terrestres, pero por ahora se hablará solamente de los organismos marinos, pues es en el mar donde el fenómeno es muy común.

La bioluminiscencia es la luz producida por organismos vivos, como resultado de una reacción bioquímica en la que la mayoría de las veces intervienen la luciferina (una proteína), oxígeno molecular y ATP (adenosín trifosfato), que reaccionan mediante la enzima luciferasa de la siguiente manera: el oxígeno oxida la luciferina; la luciferasa acelera la reacción y el ATP proporciona la energía para la reacción, produciéndose agua y luz, la cual es muy notoria durante la noche; como en toda reacción en la que interviene una enzima, ésta se recupera quedando disponible para catalizar más cantidad de luciferina y oxígeno



No hay que confundir la bioluminiscencia con la fluorescencia. En la bioluminiscencia, el origen de la luz es una reacción química, mientras que la fluorescencia ocurre por otra fuente de luz, que es absorbida y remetida en una longitud de onda visible y coloreada.

1.1 Tipos de Bioluminiscencia

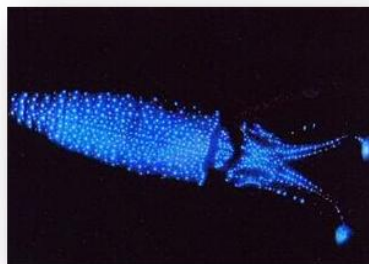
Bioluminiscencia intracelular:

La bioluminiscencia intracelular es generada por células especializadas del propio cuerpo de algunas especies pluricelulares o unicelulares (como dinoflagelados) y cuya luz se emite al exterior a través de la piel o se intensifica mediante lentes y materiales reflectantes como los cristales de urato (*Es un producto de desecho del metabolismo de nitrógeno en el cuerpo humano*) de las luciérnagas o las placas de guanina (*base nitrogenada púrica que forman parte de los ácidos nucleicos*) de ciertos peces. Este tipo de bioluminiscencia es propia de muchas especies de calamar (*cefalópodos*) y de dinoflagelados, en especial del género *Protoperidinium*.



Bioluminiscencia extracelular:

La bioluminiscencia extracelular se da a partir de la reacción entre la luciferina (*molécula responsable de la emisión de luz en algunas bacterias*) y luciferasa (*es un término genérico para la clase de enzimas oxidativas utilizadas en bioluminiscencia*) fuera del organismo. Una vez sintetizados, ambos componentes se almacenan en glándulas diferentes en la piel o bajo esta. La expulsión y consecuente mezcla de ambos reactivos en el exterior producen nubes luminosas. Este tipo de bioluminiscencia es común a bastantes crustáceos y algunos cefalópodos abisales.



Simbiosis con bacterias luminiscente:

Este fenómeno se conoce sólo en animales marinos tales como los celentéreos (*filo de animales que incluía los cnidarios y los ctenóforos*), gusanos, moluscos, equinodermos y peces. Parece ser el fenómeno de luminiscencia de origen biológico más extendido en el reino animal. En diversos lugares del cuerpo los animales disponen de pequeñas vejigas, comúnmente llamadas fotóforos, donde guardan bacterias luminiscentes. Algunas especies producen luz continua cuya intensidad puede ser neutralizada o modulada mediante diversas estructuras especializadas. Normalmente los órganos luminosos están conectados al sistema nervioso, lo que permite al animal controlar la emisión lumínica a voluntad.

La relación entre la bacteria *Vibrio fischeri* y el calamar sepiólido *Euprymna scolopes* es un sistema que sirve como modelo de simbiosis en el laboratorio. En su fase juvenil, el *Euprymna scolopes* posee una serie de apéndices recubiertos de mucosidad alrededor de su órgano luminoso con los que recoge bacterias del entorno marino. Cuando la cantidad es suficiente, los apéndices mueren al tiempo que el órgano luminoso madura en un proceso fisiológico que se ha asociado con la aparición de la citotoxina traqueal.



1.2¿Cómo se produce?

La luz bioluminiscente se genera como resultado de la energía liberada durante una reacción química. En la mayoría de los casos esta reacción es la oxidación de un molécula emisora de luz, una luciferina. La velocidad de reacción de luciferina es controlada por una enzima, ya sea la luciferasa o una fotoproteína que es una variante de la luciferasa en el que el factor necesario de emisión de luz(incluida la luciferina y el oxígeno) están unidos entre si como una unidad.

Las fotoproteínas desencadenan la producción de luz tras unirse a un ión o cofactor, como Ca^{2+} o Mg^{2+} lo que causa un cambio conformacional en la proteína. Esto da al organismo una forma para precisamente controlar la emisión de luz.

Muchos aspectos de la bioluminiscencia química han sido cotejados y revisados en un libro del premio nobel de 2008 Osamu Shimomura (2006).

Cuatro luciferinas son las responsables de la mayor producción en los océanos, aunque hay sin duda muchas otras reacciones emisoras de luz sin descubrir.

Mientras las luciferinas se conservan, la luciferasa y las fotoproteínas son únicas y derivan de muchos procesos evolutivos.

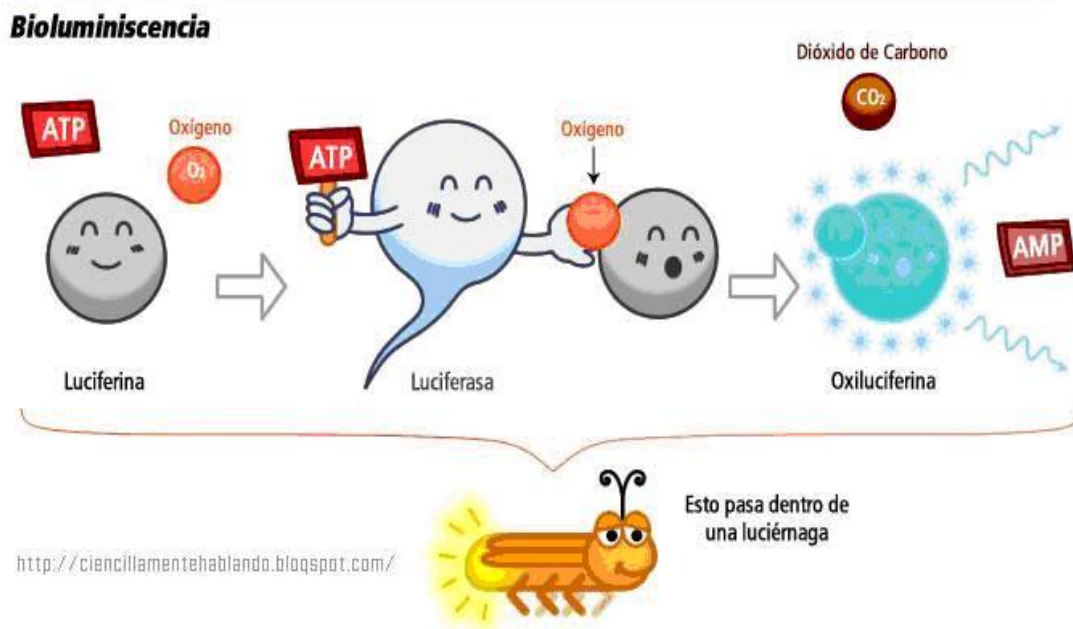
Todos los cnidarios por ejemplo: usan coelenteracina como luciferina; pero los hidozoos usan fotoproteínas; los escifozoos usan principalmente luciferasas; y los

antozoos no tienen relación con las luciferinas, a veces en conjunción con una proteína de unión luciferina. En otras palabras, Cada especie de hidrozoo luminiscente tiene codificado uno o mas pequeños genes para una fotoproteína cuya secuencia se puede alinear fácilmente con otras fotoproteínas de hidrozoo, pero esta familia de secuencias muestra poca o ninguna correspondencia con las luciferinas de otros cnidarios.

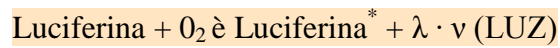
Hay cinco tipos de luciferinas:

- Firefly luciferina: en las luciérnagas .
- Luciferina bacteriana: se encuentra en bacterias, algunos de los cefalópodos Sepiolida orden y algunos peces.
- Dinoflagelados luciferina: derivados de clorofila que se encuentra en dinoflagelados, a menudo los responsables del fenómeno de la noche fosforescencia en la superficie de los océanos. Un tipo similar de luciferina se encuentra en krill.
- Vargulina: encontrar en ciertos peces de aguas profundas, ostrácodos específicamente y pescado que pertenece al género *Porichthys*..
- Coelenterazina: se encuentra en los radiolarios, ctenóforos, cnidarios, calamar, copépodos, quetognatos, peces y camarones. Está conectado a la proteína acuorina.

- De forma muy esquemática podemos representar la reacción que produce bioluminiscencia de la siguiente forma:



- La **bioluminiscencia** (*la luz producida por organismos vivos, como resultado de una reacción bioquímica*) se produce por una reacción de tipo bioquímica en la que la mayoría de las veces intervienen la **luciferina** (una proteína), **oxígeno molecular** y **ATP**, que reaccionan mediante la **enzima luciferasa** de la siguiente manera:



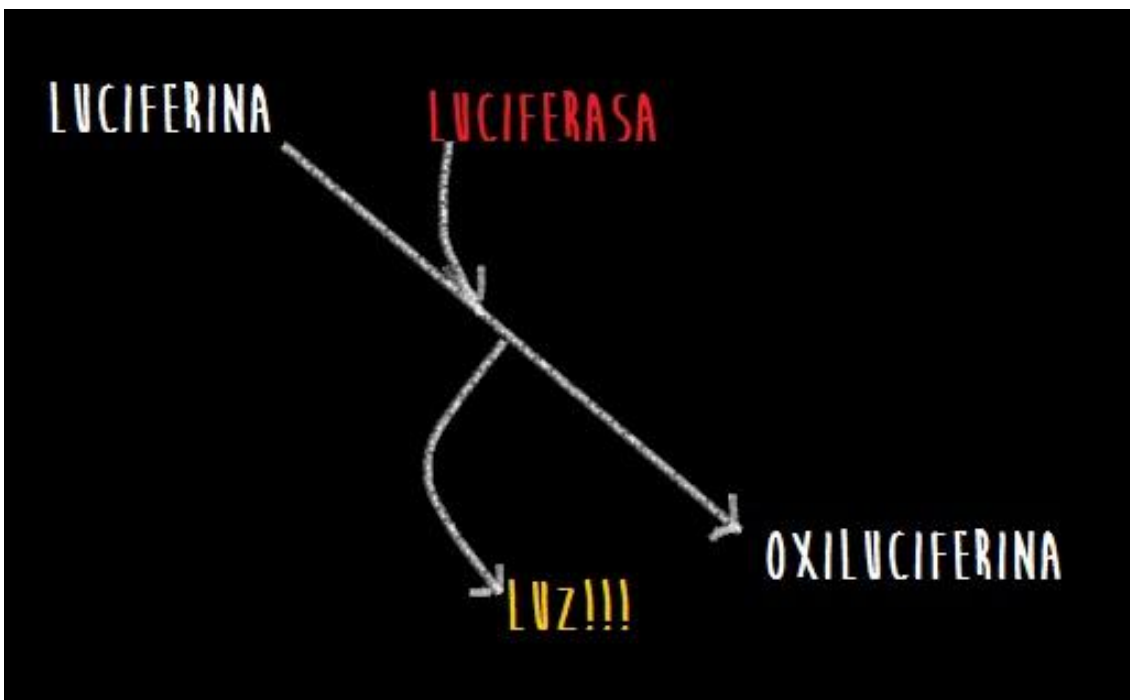
- 1) El oxígeno oxida la luciferina.
- 2) La luciferasa acelera la reacción
- 3) El ATP proporciona la energía para la reacción

produciendo
agua y luz.



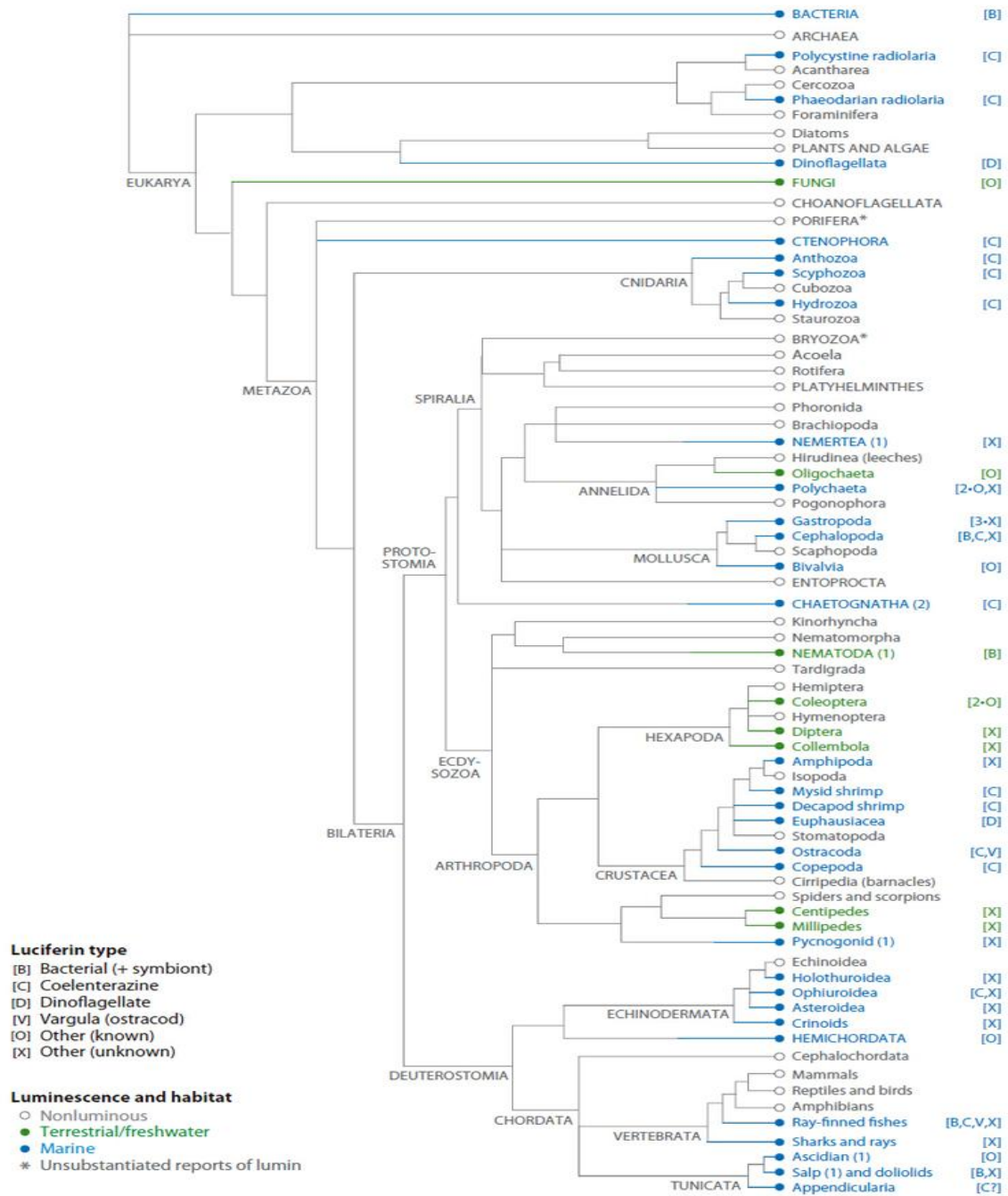
*muy notoria
durante la noche*

- 4) Como en toda reacción en la que interviene una enzima, esta se recupera



1.3 Tipos de organismos que la producen

El árbol de la vida de la bioluminiscencia



Los organismos marinos aparecen en azul, y los terrestres y dulceacuícolas en verde. Muchos de los taxones con luminiscencia utilizan dos o mas luciferinas agrupadas a la derecha de los nombres de los taxones.

- **La bioluminiscencia existe en diferentes grupos de seres vivos, como por ejemplo:**

Bacterias, hongos, dinoflagelados, radiolarios, cnidarios, hydrozoa, anthozoa, ctenóforos, nemertinos, nudibranchios, pulpos, anélidos, pterópodos, quetognatos, crustáceos, equinodermos, tunicados, larváceos, peces, ciempiés, milpiés, insectos. El objetivo de nuestro trabajo es principalmente el estudio y a ser posible, la observación de los dinoflagelados.



1.4¿Cómo los animales usan la bioluminiscencia

Camuflaje

En muchos animales de los fondos marinos, incluyendo varias especies de calamar, bioluminiscencia se utiliza para camuflar, donde el animal emite una luz que corresponde a la luz ambiental de la superficie. Estos animales, los fotorreceptores controlan iluminación según la luminosidad del fondo.

Estos órganos están generalmente separados del tejido que contiene las bacterias bioluminiscentes. Sin embargo, en una especie *Euprymna scolopes*, las bacterias son un componente integral del órgano luz del animal.

Caza

Bioluminiscencia se utiliza como señuelo para atraer la presa para aguas profundas stripers, como el rape. Un colgante de apéndice que se extiende desde la cabeza de los peces atrae a los animales pequeños a cerca de los peces.

El tiburón *Isistius brasiliensis* (Tiburón cigarro) utiliza la bioluminiscencia para camuflarla en su parte inferior, Pero sigue siendo un pequeño parche cerca de sus aletas pectorales y oscuro, al parecer ser un pez pequeño, grandes peces depredadores como el atún y caballa nadan por debajo de ella. Cuando estos peces acercan el cebo, ellos son comidos por los tiburones.

Reproducción

La atracción de los socios se observa activamente en las luciérnagas, usando los flashes periódicos sus abdómenes para atraer a socios en temporada de apareamiento.

En el ambiente marino, el uso de luminiscencia de atracción del sexo opuesto también ocurre, en su mayoría en crustáceos.

Distracción y defensa

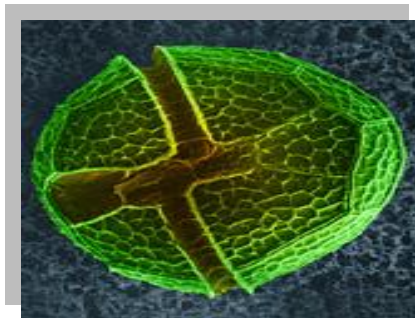
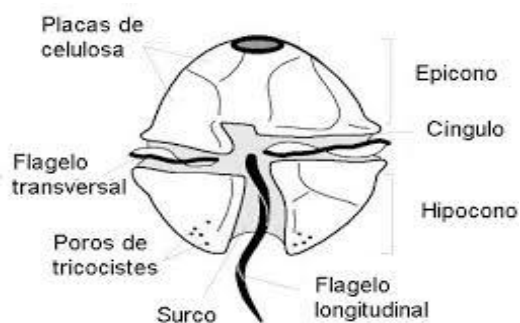
Ciertos calamares y crustáceos pequeños usan mezclas químicas bioluminiscentes o lodos de bacterias de la misma manera que muchos calamares usan tinta. Una nube de material luminiscente es expulsada, para distraer o repeler un depredador potencial, Mientras el animal escapa con seguridad.

2. Dinoflagelados

Los dinoflagelados o dinófitas son un grupo de algas unicelulares o cenobiales que característicamente presentan dos largos flagelos (finamente barbulados), si bien algunas especies carecen de flagelos. Se agrupan en la única clase Dinophyceae, formada por unas 4000 especies repartidas en 150 géneros, la mayoría marinos, que forman junto con las diatomeas y los cocolitofóridos la principal parte del fitoplancton, y algunas de agua dulce.

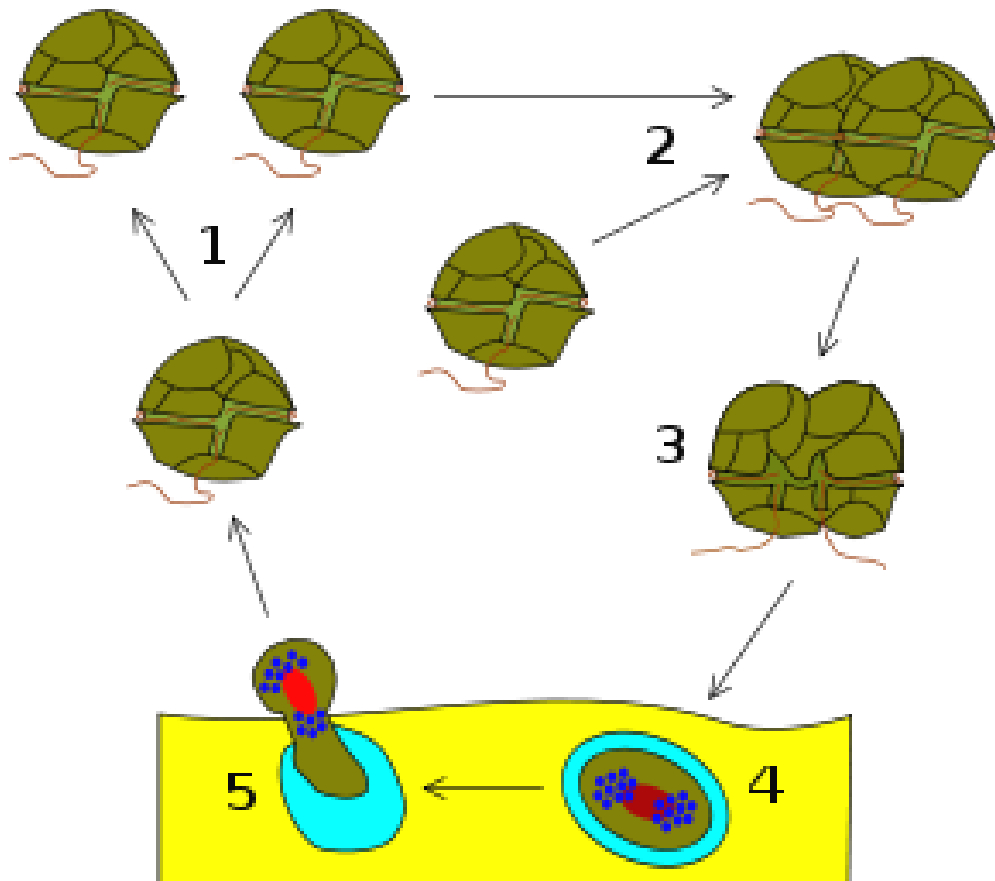
Como pigmentos presenta clorofila a, y algunas especies clorofila c; también diversas xantofilas como peridina, diadinoxantina y fucoxantina, y beta caroteno.

Su principal sustancia de reserva es el almidón extraplástico. La cubierta celular posee muchas veces finos poros en los que desembocan unos orgánulos defensivos alargados, los tricocistes, que proyectan filamentos de proteína, en caso de excitación de la célula, a la que entonces impulsan en sentido opuesto a la excitación.



2.1 Ciclo vital

En la mayoría de los dinoflagelados el núcleo es dinocarión durante todo el ciclo vital. Son generalmente haploides y se reproducen sobre todo por fisión binaria, pero la reproducción sexual también ocurre. Ésta tiene lugar por la fusión de dos individuos para formar un cigoto, puede seguir siendo móvil o formar un quiste inmóvil, que más adelante experimenta una meiosis para producir nuevas células haploides. Así por ejemplo, cuando las condiciones llegan a ser críticas, generalmente por falta de alimento o por inexistencia de luz, dos dinoflagelados se fusionarán formando un planozigoto. Éste continúa su movilidad hasta que después de unos días pierde sus flagelos. Luego se encuentra otra etapa no muy diferente de la hibernación llamada hipnozigoto. La membrana se expande abriendo la teca, el protoplasma se contrae y se forma una nueva teca más dura en el cual algunas veces se forman espinas. El quiste recién formado se deposita en el fondo marino. Cuando las condiciones vuelven a ser favorables, rompe su teca, pasa por una etapa temporal denominada planomeiocito y después retorna rápidamente a la forma dinoflagelada a principio del ciclo.

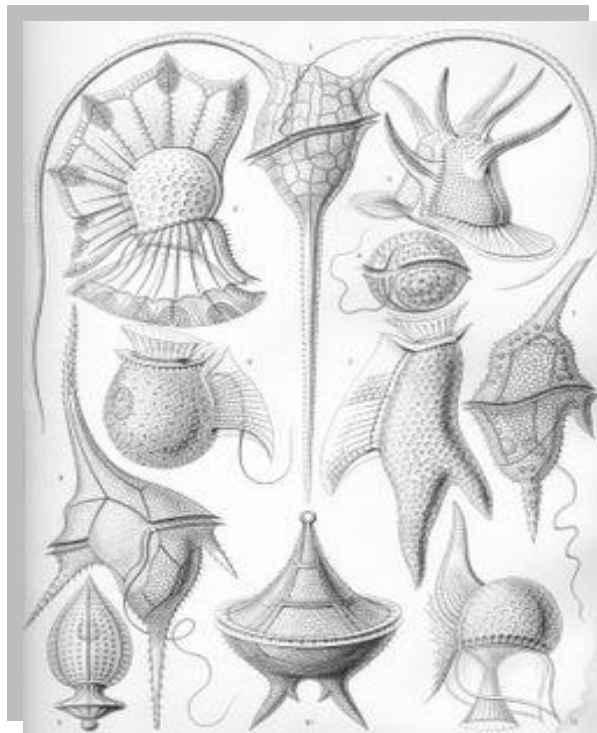


2.2 Especies

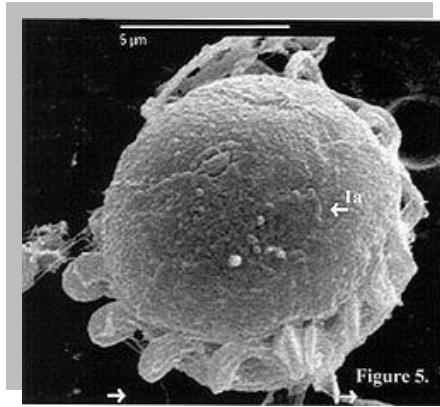
Existen muchas especies de dinoflagelados marinos que desarrollan grandes proliferaciones y eventualmente dan coloración al mar. Algunas especies producen toxinas y pueden causar envenenamientos en la vida marina y humana, de manera directa o indirecta (por consumo de alimentos que contienen las toxinas). Entre los dinoflagelados marinos de vida libre (no parásitos) se pueden reconocer las formas realmente planctónicas que son tóxicas y que producen mareas rojas, o bien las que son sésiles (bénticas o epífitas): las primeras se asocian con diversas intoxicaciones como el Envenenamiento Diarreico por consumo de Mariscos, el Envenenamiento Paralítico por consumo de Mariscos, y el Envenenamiento Neurotóxico por consumo de Mariscos, mientras que las últimas están relacionadas con la ciguatera, por consumo de pescado, básicamente en áreas tropicales.

El envenenamiento más importante es la ciguatera.

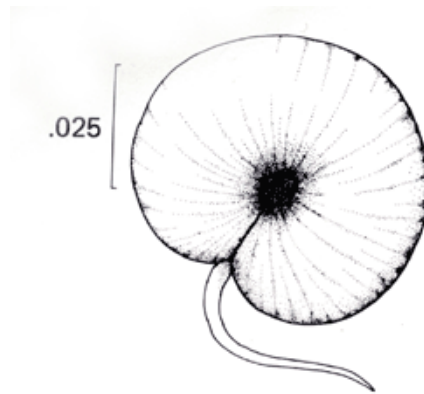
-Dinophyceae: Es la principal clase de dinoflagelados. Incluye las especies cuyo núcleo permanece dinocarionte (organización celular típica del grupo de protistas llamado dinoflagelado) durante todo el ciclo celular, que es denominado por la etapa haploide, e incluye todos los dinoflagelados típicos, tales como: peridinium y gymnodinium. Otros son más inusuales, incluyendo algunos coloniales ameboides o parásitos. Son unicelulares y generalmente fotosintéticos aunque también hay heterótrofos.



-Blastodinales: Es un grupo de organismos unicelulares del filo dinoflagellata, incluido en su propia clase, blastodinales a veces se clasifica en la clase dinoficeae.



-Noctilucales: organismos celulares, grupo peculiar de dinoflagelados marinos que difieren de la mayor parte de los demás en que la célula madura es diploide y su núcleo celular no muestra una organización dinocarionte. Tienen vacuolas, células muy grandes. Algunas pueden contener algas verdes simbiotas, puesto que no tienen cloroplastos. Se alimentan de placton.



-Syndiniales: Organismos unicelulares. Comprenden dieciséis géneros en 7 familias.



2.3 Importancia ecológica

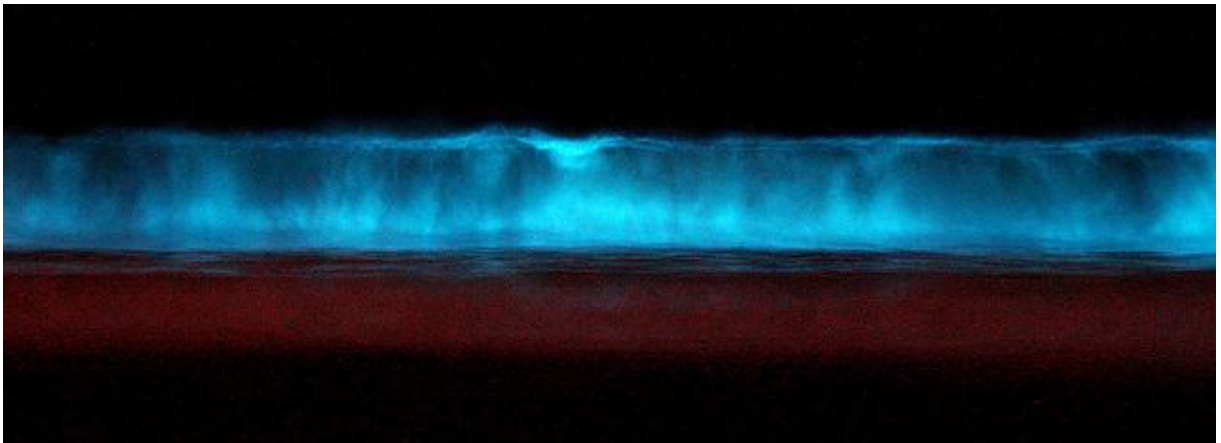
- 1) Los dinoflagelados son productores primarios y por tanto son un eslabón fundamental en la cadena trófica y contribuyen a la mitigación del cambio climático provocado por el aumento del CO₂ en la atmosfera. El CO₂ que se emite a la atmosfera las grandes industrias se absorbe por los océanos, y este CO₂ es susceptible de ser utilizado por los productores primarios que realiza la fotosíntesis.
- 2) Asociados a un masivo crecimiento puede llegar a generar mareas rojas (por el color) y que dependiendo de la microalga que la provoque, esa marea roja puede llevar asociadas toxinas que son perjudiciales para los peces, moluscos, etc, e incluso para la salud humana. Si un mejillón (que es filtrador) filtra agua donde haya toxinas de ese tipo, se acumulan en el organismo y cuando comemos mejillones nos podemos poner enfermos.
- 3) Existen otras especies de dinoflagelados que emiten bioluminiscencia y que este fenómeno es considerado como un recurso marino que entre otras muchas aplicaciones industriales, también atrae al turismo, ya que los eventos de este tipo son muy bonitos y llamativos.

3.Otros fenómenos luminiscentes en la naturaleza

No sólo de visitar monumentos (hechos por el hombre o naturales) se trata, cuando estamos en eso de dar rienda suelta a la afinidad por viajar. Poco se habla por ejemplo, de presenciar algunos de los fenómenos naturales más bonitos del mundo. En ésta lista, nos vamos de ronda nocturna: encontrarse en una playa, después del atardecer, con olas que brillan en todos azules. O presenciar un “festival” de luces nocturnas en alguna región helada. Deslumbrarse una noche con el cielo más bonito del mundo, con un relámpago “eterno”, o con el bonito fenómeno de pilares de luz.



La **bioluminiscencia** es un fenómeno mucho más común de lo que imaginamos en los seres vivos: simplemente es la producción de luz de ciertos organismos vivos con distintos fines. Y aunque encontrarse con un espectáculo de bioluminiscencia en una noche en la playa no es nada usual, es bueno saber que si nos sucede algo así, no hay que pensar en nada de “olas radiactivas” ni cuestiones similares. La bioluminiscencia en olas se produce por la interacción de millones de organismos microscópicos, que son precisamente bioluminiscentes con el agua, con tal reacción cuando son perturbados por el oleaje. En las fotos, el fenómeno está registrado en la costa atlántica de Estados Unidos, pero puede suceder en cualquier costa (o mar adentro). Incluso, se hay detectado éste tipo de fenómenos en imágenes satelitales.



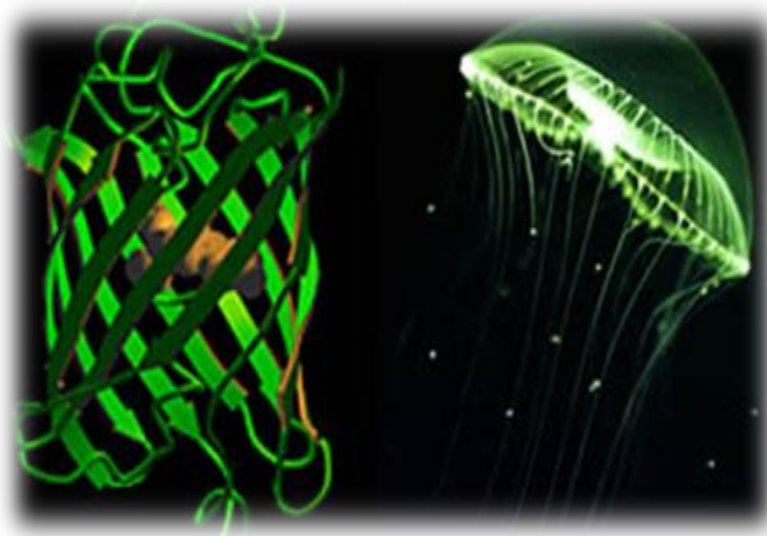
3.2 Cielos luminiscentes

Un **aurora polar** o boreal (o austral) es un fenómeno en forma de luminiscencia en cielos nocturnos, normalmente en zonas polares. Alguna vez preguntamos sobre cuál era el fenómeno natural que más ansiamos ver, y observar un **aurora polar** fue el más elegido. No entraremos en detalles físicos sobre éste fenómeno, pero si es bueno agregar, que en el hemisferio norte, sobre todo es visible entre septiembre y marzo, al menos con mayor frecuencia. Especialmente en enero y febrero, el espectáculo visual se despliega con asiduidad en territorios al norte de **Canadá**, en **Laponia**, **Islandia** o **Groenlandia**, entre los destinos más “accesibles”



3.3 Fluorescencia. Medusas que brillan: Acuorina y GFP

La medusa *Aequorea victoria* tiene una proteína verde fluorescente (GFP) en su interior. Esta proteína se encuentra en su anillo marginal de bioluminiscencia verde que solo aparece si se dan una serie de condiciones para ello.



Medusa Aequorea Victoria y la proteína GFP

A principios de 1960 **Osamu Shimomura** descubrió la acuorina, que se trata de la proteína de la medusa que brilla en presencia de calcio. Esta proteína es capaz de emitir una luz azul; pero como observamos, la medusa brilla en verde. ¿Cuál es el motivo?

Shimomura explicó: “La GFP absorbe la emisión de la acuorina, ocurre una reacción y, como resultado final, el brillo es verde.”

Saben que la GFP brilla por la presencia de un fluoróforo, es decir, una molécula o parte de ella que irradia fluorescencia al ser expuesta a la luz. En esta medusa, hace falta un fluoróforo de tres aminoácidos para que se produzca la transformación bioluminiscente. El problema llegó cuando se supuso que se necesitaba enzimas para su plegamiento, y éstas se encontraban en la *Aequorea Victoria*.

En 1992 Douglas Prasher pensaba que al introducir la GFP en otro organismo se produciría una versión no fluorescente, es decir, no emitiría una luz verde. Pero Chalfie y su equipo, dispuestos a desmentir lo planteado anteriormente, unieron el gen de GFP a otro bacteriano; en el cual la bacteria que transformaron emitía una fluorescencia verde. Por tanto, descubrieron que la GFP no necesitaba de enzimas específicas para que tuviera su plegamiento “brillante”; todo el proceso se producía espontáneamente y de manera natural. Específicamente, Roger Tsien confirmó que esta reacción química del fluoróforo para el brillo solo necesitaba oxígeno, elemento que se puede encontrar en la mayor parte de las células vivas.

Al conocerse la formación del fluoróforo de la GFP, Tsien quiso manipularlo. Intercambió aminoácidos diferentes en distintas partes de la cadena, obteniendo nuevas versiones de GFP que eran aún más brillantes, además se emitían en colores distintos: cian, azul y amarillo.

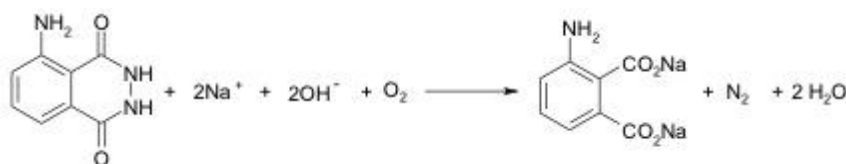
Shimomura, Chalfie y Tsien recibieron el Nobel "por el descubrimiento y desarrollo de la GFP", de la que actualmente se disponen un abanico multicolor.

4. Parte experimental

Una de las sustancias más empleadas para realizar reacciones luminiscentes es el luminol (descubierto por Albrecht en 1928). El luminol (3-aminofthalhidracida) para exhibir su luminiscencia debe ser excitado mediante un agente oxidante.

En la experiencia que aquí se describe, el luminol es oxidado en medio básico por el oxígeno (liberado en la descomposición del peróxido de hidrógeno) a ión aminofthalato, que se forma en un estado excitado, es decir de mayor energía, el cual se desactiva emitiendo luz y produciéndose la luminiscencia. (Shakhashiri, 1983).

Luminol (3-aminofthalhidracida) + $\text{H}_2\text{O}_2/\text{Fe}^{3+}$ ----> Ión aminofthalato * + N_2 + H_2O



Esta reacción necesita ser catalizada para que se produzca la luminiscencia. Se pueden emplear diferentes catalizadores como sales de Cu (II) o de Co (II). En este caso utilizaremos como catalizador el ión hierro (III) (Fe^{3+}) contenido en el hexacianoferrato (III) de potasio ($\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$), conocido también como ferricianuro de potasio.

Para ello, se prepararan las siguientes disoluciones:

- Disolución **A**: se disuelven 4g de hidróxido de sodio (NaOH) y 0,4g de luminol en un litro de agua destilada.
- Disolución **B**: se disuelven 4g de ferricianuro de potasio en un litro de agua destilada.

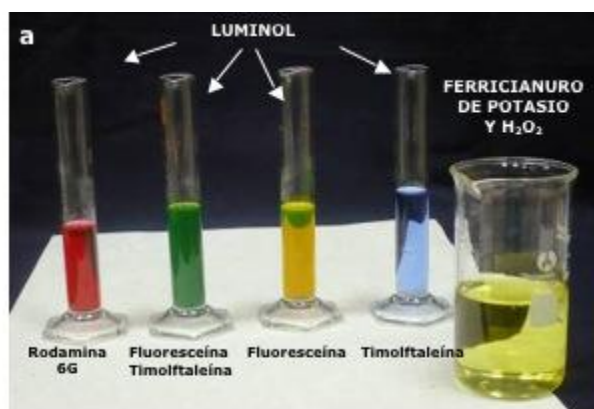
Se preparan tubos de ensayo (u otros recipientes), como se muestra en la figura a, cada uno con:

1. 30-40 ml de la disolución **A**. Opcionalmente se puede añadir unas gotas de disolución de colorante cromóforo (unos 0,5 ml).
2. El mismo volumen de la disolución **B** y unas gotas (unos 0,5 ml) de la disolución de agua oxigenada al 30% (110 volúmenes).

Para poder observar la luminiscencia se oscurece la habitación y se añade poco a poco el contenido del tubo **2** sobre el **1**. Aparecerá un destello luminoso azul (la longitud de onda de la luz emitida es de 425 nm) por la quimioluminiscencia del luminol.

Si se han añadido además diferentes cromóforos, aparecerán distintos colores para la luz emitida: amarillento, si se añade fluoresceína; rojo rosáceo, si se añade rodamina B; rojo violáceo, con rodamina 6G y naranja, si es eosina (mezclando fluoresceína y rodamina B en proporción 3:1 aparece rosa pálido). Las disoluciones de cromóforos se preparan al 0,5% en agua excepto la de rodamina 6G que es una disolución al 0,5% en alcohol.

En esta experiencia se han utilizado como colorantes cromóforos: rodamina 6G, fluoresceína con timolftaleína (indicador de pH), fluoresceína y timolftaleína (figura a), dando lugar a luz de color azul, amarillo, verde y violeta respectivamente (figura b).



Otras posibilidades de experimentación.

- Si no se disponemos de luminol, que es un reactivo caro, podemos comprar las “barras de luz” (se pueden adquirir en tiendas de equipos para aire libre) que contienen otra sustancia luminiscente, un éster de un feniloxalato, junto con una base fluorescente dentro de un tubo de cristal que se encuentra dentro de otro de plástico que contiene la disolución de agua oxigenada. Cuando dicho tubo se dobla, se rompe el de cristal y ambas disoluciones se mezclan produciéndose la reacción. En este caso no se podrían realizar los experimentos anteriores tal como están descritos.
- Se puede hacer un estudio cualitativo de cómo influye la temperatura en la velocidad de reacción calentando o enfriando estas “barras de luz” o bien, las soluciones antes descritas. Cuánto mayor sea la temperatura, más intensa será la luz emitida, pero menos duradera.
- Habría que resaltar que esta reacción del luminol tiene diversas aplicaciones en distintos campos de la vida, como por ejemplo para encontrar la presencia de agua oxigenada en el agua. La policía científica la utiliza para detectar rastros de sangre y en medicina general, para investigar la presencia de óxido nítrico en los gases exhalados de enfermos asmáticos. (Martín y Martín, 2001)

5 Conclusiones

La bioluminiscencia es un mecanismo sumamente extendido en la naturaleza y, aunque poco conocidos por el hombre, no se trata de descubrimientos recientes. Más bien llevan varios años estudiándose.

La bioluminiscencia es, quizás una de las formas evolutivas más difundidas, puesto que muchos estudios calculan que cerca del 90% de la flora y fauna propia de la porción media y abisal del océano posee esta capacidad.

La bioluminiscencia es un fenómeno nada lejano a nuestras vidas, ya que puede abarcar desde áreas como Biología –refiriéndonos a Fauna Abisal –, Química –por los procesos químicos que se llevan a cabo para generar luminiscencia en solución acuosa –y Morfología, puesto que nuestro cuerpo, al realizar gran parte sus funciones, libera energía en forma fotónica que genera bioluminiscencia en mínimas cantidades, sólo perceptibles por cámaras de bioluminiscencia o similares. Sin embargo, la naturaleza de ésta condición es poco o nada conocida comúnmente.

La bioluminiscencia tiene distintas funciones en los animales que las producen desde el camuflaje, a la caza o la reproducción.

La luminiscencia es un campo que debe continuar estudiándose a profundidad, ya que puede llegar a resultar de una utilidad aún mayor de la que nos presenta hoy en día.

6. Webgrafía y Bibliografía

Webgrafía

http://www.sabersinfin.com/index.php?option=com_content&task=view&id=1582

http://www.sabersinfin.com/index.php?option=com_content&task=view&id=1582

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

<http://viajes.101lugaresincreibles.com/2013/04/5-fenomenos-naturales-nocturnos-para-ver-una-vez-en-la-vida/>

<http://www.asturnatura.com/algas/dinophyta.html>

<http://www.scienceinschool.org/node/4090>

<https://cienciasetecnologia.com/bioluminescencia/?lang=es>

<http://www.divulgare.net/wp-content/uploads/2012/05/arbol-de-la-vida-bioluminiscente.jpg>

<http://clickdefinicion.com/letra-l/luciferina.php>

http://reuredc.uca.es/index.php/tavira/article/viewFile/249/pdf_55

<http://clickmica.fundaciondescubre.es/recursos/unidades-didacticas/33-unidades-didacticas/255-reacciones-luminiscentes>

Bibliografía

Bioluminiscencia en the sea .Steven H.D. Haddock,¹ Mark A.Moline,² and James F. Case³

El mar a fondo .CSIC. Obra social La Caixa