

January 1987

Bioluminiscencia

Dr. Juan Arciniegas C.

Universidad de La Salle, Bogotá, revista_uls@lasalle.edu.co

Follow this and additional works at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/ruls>

Citación recomendada

Arciniegas C., D. (1987). Bioluminiscencia. Revista de la Universidad de La Salle, (14), 89-94.

This Artículo de Revista is brought to you for free and open access by the Revistas de divulgación at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Revista de la Universidad de La Salle by an authorized editor of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

Bioluminiscencia

Dr. JUAN ARCINIEGAS C.*

INTRODUCCION

Durante mis primeros estudios sobre la especialidad, en el servicio Oftalmológico del Hospital San José, algunos de mis familiares y amigos solían hacerme unas preguntas insólitas:

¿Es que los toros tan solo reconocen el color rojo?

¿Las águilas ven mejor que los hombres?

¿Por qué los gatos ven mejor de noche?

¿Por qué el arco iris tiene esa forma curva y recta?

¿Por qué algunos animales brillan en la noche?

Ante las dudas e inciertas respuestas, seguramente comentaban que mis progresos en el estudio no eran muchos.

Por estas razones he creído que nuestra especialidad debiera contar con un capítulo que bien podría llamarse: "Conocimientos inútiles", definido como tal por no ser necesario para el diario trajinar de la profesión, pero cuyo conocimiento nos produce gran satisfacción intelectual.

Hoy me propongo dar respuesta a la última de las preguntas, con la esperanza de que los alumnos se interesen por resolver las demás, o al menos, para que no se sonrojen si sus familiares o amigos resultan tan indiscretos como lo fueron los míos.

Muchos de mis alumnos me han oído —y unos cuantos hasta leído— que entre los seres vivos y el mundo que los rodea existe todo un sistema de comunicaciones, gracias a que, como manifestación de las diversas clases de energía, se producen los que hemos llamado estímulos, y a que los seres vivos poseen receptores específicos para cada uno de ellos: el estímulo luminoso y los fotorreceptores de la retina, en el caso de nuestra especialidad.

* Oftalmólogo. Profesor titular de la Facultad de Optometría

Universidad de La Salle - Bogotá

Trabajo presentado en el XV Simposio de la Facultad de Optometría, Bogotá octubre de 1986, para celebrar los 20 años de fundación de la Facultad.

Para lo que nos interesa, hemos concebido a la luz como aquella parte del espectro electromagnético solar que es visible. Pero, además, conocemos muchas reacciones fotoquímicas de cuya energía se desprenden otros hechos vitales que influyen decididamente sobre los reinos animal y vegetal. Estudiamos, así, a la luz como manifestación de una fuente exterior que actúa sobre los seres vivos.

Pretendo — para esta reunión conmemorativa — presentar un trabajo de divulgación sobre el fenómeno contrario: la luz de origen animal que actúa en el medio ambiente.

Se trata de un magnífico espectáculo de la naturaleza: la luminosidad de algunos vegetales y animales, aun en condiciones de severa oscuridad. Es más: la luminosidad como actividad vital de variados animales gracias a la presencia de órganos o aparatos, no homólogos con los ojos, pero de estructura similar, encargados de producirla. Se trata de la **bioluminiscencia**.

La primera impresión quizás la tuvo el hombre cuando se alejó dentro del mar. Porque especialmente en las noches serenas de los mares tropicales, un minúsculo protozoo, unicelular, un globito de vidrio de no más de 1 mm. de diámetro, la *Noctícula Miliaris*, difunde su luz brillante en la superficie de las aguas desplazándose en rítmicos movimientos al vaivén de las olas del mar. Es tan fascinante el espectáculo — dicen los marinos — que bien pudiéramos especular sobre si éste no fuera el impulso primigenio para que el ánimo artística del hombre trasladara el escenario de las aguas al tablado del teatro, creando así las bases del clásico ballet.

Registra la historia que la primera anotación del fenómeno la hizo **Aristóteles** (siempre los griegos) y que escritores clásicos como **Plinio el Viejo** describieron en detalle este fenómeno apreciable en los hongos y algunos animales, responsabilizándose de la fosforescencia en el mar.

En las primeras literaturas se hacen preciosas descripciones de la belleza de este hecho. Los primeros estudios serios los hicieron los naturalistas italianos y franceses en la segunda mitad del siglo pasado.

Pero los fundamentos del fenómeno de la bioluminiscencia fueron dados por **Richet** (el famoso **Paul Richet**). En 1928 publicó su “**Diccionario Fisiológico**”. Los estudios sobre los coleópteros y el escarabajo — especialmente —, le sugirieron la idea de que la producción de luz era causada por la interacción de unas sustancias que, según los químicos, encierran todo el secreto de la vida: los fermentos.

Richet sabía que la energía vital se traduce en muchos seres vivos en destellos, centelleos, parpadeos, opalescencias, reflejos y brillos luminosos, que delatan la combustión de la materia integrante de los seres vivos, con la natural presencia del oxígeno, adquirido mediante la función respiratoria.

Esta combustión es vital a todos los organismos por la cuantía y calidad de las energías que libera. Con estas bases pudo demostrar que la

bioluminiscencia era producida por la interacción de dos sustancias: un fermento oxidable, el **Luciferín**, y una enzima oxidante, la **Luciferasa**.

Investigadores como el doctor **Newton Harvey** de la Universidad de Princeton hicieron de la bioluminiscencia el objeto de su vida. A Harvey le debemos tres libros a cual más importantes: **La naturaleza de la luz animal**, publicado en 1920; **La luz viviente**, en 1940; y **Bioluminiscencia**, en 1952.

¿Cuáles fueron las enseñanzas de Harvey?

Como primera medida estableció la diferencia entre los términos **Luminiscencia**, **Fosforescencia** y **Fluorescencia**, que eran empleados en el lenguaje común para señalar la luminosidad que se encontraba en los reinos animal y vegetal.

Luminiscencia es un término genérico que se aplica a todo aquello que nos recuerda la esencia de la luz.

La **Fluorescencia** ocurre cuando una sustancia, bajo la influencia de la luz solar, emite luz de diferente longitud de onda de la que incide sobre ella. La luz incidente es absorbida por moléculas que son capaces de modificar su actividad normal, se alteran momentáneamente y al regresar a su actividad primaria producen energía, la cual es absorbida por otras moléculas, ellas sí capaces de irradiación, y es emitida como luz fluorescente. Intervienen, así, dos clases de moléculas distintas, siendo, pues, un fenómeno complejo. Una solución de eosina, por ejemplo, se hace luminescente cuando se expone a la luz, pero la luminosidad desaparece en la oscuridad.

En la **Fosforescencia** existe una sola clase de moléculas que son capaces de retener y almacenar la luz solar, la cual puede hacerse aparente como emisión luminosa después de haber sido expuesta al medio ambiente. Sustancias tan conocidas como el sulfuro de calcio, el bario, el estroncio o el uranio gozan de la propiedad luminescente en la oscuridad, cuando previamente han sido expuestas a la luz tanto solar como artificial. Se dice que son fosforescentes por analogía con el fenómeno que presenta el fósforo en el aire. Estas sustancias son las que se usan para hacer luminosos, por ejemplo, los números de ciertos relojes.

En cambio en la **Bioluminiscencia** no hay antecedente de haber recibido el animal ningún estímulo luminoso anterior. Es que los animales que **producen luz** están provistos — como lo anotamos antes — de aparatos u órganos que, aunque no homólogos con el ojo, presentan una estructura similar.

Como complemento de lo ya dicho es bueno recordar que los profundos abismos del océano carecen de luz natural, emanada del astro del día, pues las diferentes radiaciones que componen la luz blanca se dispersan al penetrar en el medio marino y van siendo absorbidas paulatinamente. En efecto, las radiaciones rojas desaparecen a los 50 metros de profundidad, y con ellas las plantas verdes marinas.

La persistencia de la vegetación marina a mayores profundidades se

debe a que las algas, que contienen clorofila, modifican su color recubriéndose de nuevos pigmentos.

A 500 metros aún se encuentran radiaciones azules y violetas, y las ultravioletas alcanzan los 1.000 metros. Dichas radiaciones no son visibles para el hombre, pero pueden serlo para los animales marinos dotados de aparatos especiales para la visión.

A partir de los 1.000 metros no existen indicios de ninguna de las radiaciones que integran la luz solar y, por lo tanto, se suponía lógico que en los abismos del mar reinaba la oscuridad absoluta y que los animales que en ella vivieran tenían que ser ciegos.

Pero en los dragados de los fondos marinos se encontraron animales abisales dotados de ojos bien desarrollados, junto a especies absolutamente ciegas. La presencia de ojos en esas especies venía a demostrar que en los abismos no imperaban las densas tinieblas que se había supuesto, si no a lo menos, una tenue luminosidad como lo delataba el paradójico desarrollo de los ojos de algunos animales en los que el aumento del diámetro ocular serviría para aprovechar el mayor número de rayos luminosos.

¿De dónde podía emanar la luz esa que reemplazaba a la solar?

Esa pregunta la resolvió uno de los estudios más fascinantes de la biología: la producción de luz por los seres vivos, que se llamó **Bioluminiscencia**, que en las mayores profundidades del mar reemplazaba a la luz solar. Más adelante se encontró el mismo fenómeno en los seres terrestres.

Empecemos el estudio por los seres marinos.

Además de las estrellas de mar y de numerosos gusanos marinos luminescentes, existen en las profundidades crustáceos, curiosos por la luminescencia que muestran y por la manera que tienen de aplicarla.

Pongamos por ejemplo el llamado Cangrejo Ermitaño. Vive a 3.600 metros de profundidad, siempre en compañía de unas anémonas de mar denominadas como Colonias de Actineas, que tienen la propiedad de emitir luz. Con su luz guían al cangrejo hacia sus víctimas que le sirven de alimento. A su vez, el cangrejo les proporciona a ellas la comida.

En estas profundidades abisales también existe el conocimiento del color. Así, numerosos cefalópodos marinos disponen de interesantes órganos productores de una luz de variados destellos, por lo general matizados con los más diversos colores. Para ello, existen zonas que emiten un bello color azul, mientras que otras lo dan con destellos muy vivos de color rojo rubí. Estos colores alternan con el matiz general de un blanco níveo que presentan el dorso y el resto del cuerpo. Se trata, pues, de órganos fotógenos que proveen a tales moluscos de semejante complejidad.

Existen, pues, seres ciegos; ciegos que producen luz, y seres que al mismo tiempo producen luz y poseen ojos.

Estos ojos son del tipo de los que hemos descrito en las clases de anatomía ocular cuando hacemos el recuento del desarrollo filogenético

del sentido de la visión: son ojos refringentes. Consisten en una cámara oscura, pigmentada en su interior, dentro de la cual existe una glándula fotógena y delante de ella, una lente como representante del cristalino, que tiene por función concentrar los rayos luminosos. Delante de la lente existe un tejido diáfano en el cual pueden existir células pigmentadas de distintos colores, gracias a las cuales pueden emitir luminosidad diversamente matizada. La emisión de la luz es debida a los dos fermentos que ya nombramos, luciferín y luciferasa, que puestos en contacto dan lugar a la emisión luminosa.

Si encontramos bioluminescencia marina, también la encontramos en la tierra, en el medio aéreo. Sobre la tierra existen animales que han sido comparados con antorchas vivientes. Sin embargo, algunos animales que brillan no lo hacen con luz propia. La luminosidad les proviene de otros animales parásitos, ellos sí con luz propia.

Hay insectos que sí producen luz, y otros que son luminosos al ser parasitados por algunas bacterias. Por eso, en los primeros, la luminosidad termina cuando mueren, en los otros persiste en sus cadáveres.

Como lo hemos repetido, en los animales luminosos la luz es producida por la reacción entre el luciferín y la luciferasa, en presencia de oxígeno. Por lo que la luz está exenta de rayos infrarrojos —luz fría— los animales no se queman.

Pero existe otro mecanismo: los animales disponen de un aparato fotógeno capaz de producir sustancias fosforescentes transformadoras de las radiaciones oscuras o no visibles, producidas por el sol, en radiaciones visibles o lumínicas. Quizás la propia luz emitida durante la fosforescencia sea la causa excitadora de las radiaciones fosforescentes de tono verdoso pálido que se producen en muchos animales llamados piríficos.

Entre los animales terrestres luminescentes citaremos al milpiés y a algunas lombrices de tierra que emiten luz cuando el medio es muy húmedo, y producida por el roce con las piedrecitas e irregularidades del terreno sobre el cual se arrastran.

Pero los animales más renombrados son la luciérnaga y el cocuyo, que en las noches encienden su pequeña antorcha en los campos cultivados y en las orillas de carreteras y caminos.

En la luciérnaga, esta fosforescencia representa un llamado fosfórico, un señuelo al amor, que se repetirá toda la noche hasta que acuda el esperado amante.

El fanal luminoso de la hembra del gusano de luz —como también se llama a la luciérnaga— contiene una placa lumínica provista de pequeños cristales de sales úricos. Este fanal está comunicado con finísimas ramificaciones traqueales del aparato respiratorio facilitando el oxígeno que media la reacción. La fosforescencia está influida por el sistema nervioso del insecto y de ahí que se pueda apagar su luz cuando haya impulsos inhibitorios.

En cuanto al cocuyo americano, éste presenta un espectáculo gran-

dioso con su viva luminescencia. Estos seres tienen dos puntos en el protorx, y otros más que dejan ver durante el vuelo. Las trayectorias luminosas de los cocuyos en vuelo son fantásticas por las clases de líneas que describen en el aire y por su luminosidad.

Es tan abundante su luz y tan clara, que algunas tribus indígenas suelen utilizarlos amarrándolos a los dedos de sus pies para que iluminen el sendero que recorren.

La luminescencia podría reemplazar otros manantiales de luz. La luz fría la hemos utilizado los oftalmólogos para iluminar el campo operatorio sin calentar y deshidratar la córnea.

La química biológica de las bacterias podrá darnos grandes sorpresas en el tiempo por venir.

REVISTA DE LA UNIVERSIDAD DE LA SALLE

Valor Suscripción anual (dos números) \$700.00

Quien desee la suscripción, favor enviar cheque o giro postal a nombre de la Universidad de La Salle

Enviar a:

**Vice-rectoría Académica
Universidad de La Salle
Revista
Calle 11 No. 1-47
Bogotá, D.E.
Colombia**