

el estado luminoso ninguno de los rayos que nos pasan inadvertidos; por último, la energía relativa de las sensaciones visuales en las varias regiones del espectro es la misma en dichos animales y en nosotros.,

Ahora, ¿es preciso generalizar, como nuestro sabio compatriota, las conclusiones precedentes y admitir que todos los animales de la serie entera ven los mismos rayos con igual intensidad relativa? Únicamente haciendo nuevas observaciones en mayor número de tipos zoológicos se podría confirmar ó invalidar esta manera de considerar el asunto. Sir John Lubbock ha hecho los siguientes experimentos en hormigas. Habiendo puesto varios de estos insectos con sus larvas en un cristal cuadrado de las dimensiones estrictamente necesarias para que pudieran moverse en él libremente, cubrió una parte del cristal con una substancia opaca, y al punto vió que las hormigas trasladaban sus larvas á la región oscura. Poniendo entonces delante de este cristal otros dos, uno amarillo y otro morado, juntos, las hormigas trasladaron su prole detrás del cristal amarillo. De esto deduce M. Lubbock que la luz morada es para las hormigas más transparente que la amarilla. Otros experimentos le hicieron suponer que dichos insectos perciben los rayos ultra-morados. En resumen, parece probable que los varios rayos del espectro ejercen en aquellos insectos distinta acción que en el hombre.

Finalmente, parece cierto que la luz tiene una influencia especial en ciertos animales privados del órgano de la vista. En este caso parece difícil de definir la naturaleza de la percepción que estos animales experimentan; pero este hecho es sobrado curioso para que nos permitamos mencionarlo aquí. Conócese ya un crecido número de animales inferiores que, privados de todo órgano exterior de la visión, son sin embargo sensibles á la acción de la luz, por ejemplo los pólipos de agua dulce, los balanos. M. Jorge Pouchet ha reconocido y estudiado hace poco esta misma sensibilidad en las larvas de moscas, y en virtud de una serie de experimentos muy decisivos ha probado que estos animales no tan sólo perciben la luz, sino que saben conocer cuál es la dirección en que les llega; lo cierto es que huyen de ella, dirigiéndose paralelamente al camino seguido por los rayos. "Esta percepción, dice, no se efectúa por mediación de los órganos sensitivos aparentes en el primer anillo ó segmento, pues persistía aun después de cortados dichos órganos. ¿Se efectúa acaso por los botones oculares que flotan en la cavidad visceral ó por algún órgano ignorado, ó bien es sensible á la luz toda la capa hipodérmica? En tal caso, ¿obra ésta como obró en las hidras verdes al hacer Tremblay su famoso experimento, ó como en las ranas á las que se ha cegado y que saben *á la larga* situarse en el punto de su encierro donde más luz pueden recibir? Hay una notable diferencia entre estos últimos actos, que sólo suponen una percepción lenta y oscura de la luz, y los de la larva de mosca. En ésta, la percepción es rápida, instantánea, y además la dirección *inmediatamente* percibida; de suerte que es difícil no asimilar esta percepción de la larva, cualquiera que sea, á las percepciones proporcionadas por los órganos sensitivos propiamente dichos y aun notablemente perfectos, puesto que perciben á la vez la dirección y la intensidad.,

Planteadas así todas las cuestiones relativas á las sensaciones luminosas que experimentan los seres vivientes y á la influencia que ejerce la luz en sus órganos y en sus vidas, son del dominio de la fisiología más bien que del de la física; mas para resolverlas hay que recurrir forzosamente á los métodos experimentales de los físicos, por lo cual se puede ver cuánta importancia puede tener para el progreso de las mismas ciencias naturales el estudio de la parte de la Física que acabamos de exponer sucintamente en esta obra.

## CAPITULO XVIII

## LA LUZ Y LA VIDA

## I

## INFLUENCIA DE LA LUZ EN LA VIDA VEGETAL

Al principio de esta obra hemos enunciado una verdad, que al parecer no necesita demostración, cuando hemos dicho que la luz es una de las condiciones de vida en la superficie del globo terráqueo, tan esencial para la existencia de los animales como para la de los vegetales. Pero si todos aceptamos esta afirmación como evidente, no todos se dan siempre perfecta cuenta del modo de intervenir el agente luminoso en los fenómenos del mundo orgánico.

Vamos á recordar sucintamente cuanto la ciencia permite hoy consignar acerca de esta interesante cuestión, y veamos ante todo cuál es la influencia de la luz en la vegetación.

Mientras la planta está en su período de desarrollo llamado *germinación*, la luz no ejerce en ella ninguna influencia útil ni nociva. La humedad, el oxígeno y cierto grado de calor son condiciones indispensables para que germinen las semillas: la luz no es tan necesaria entonces, mas parece que tampoco sea perjudicial, como lo hicieron creer los experimentos hechos el pasado siglo por Senebier é Ingenhousz. Véase lo que acerca de esto dice M. Deherain en su *Curso de química agrícola*:

"T. de Saussure ha observado que unas cuantas semillas puestas en vasijas opacas y otras en vasijas transparentes, pero preservadas de la luz directa del Sol, germinaron al mismo tiempo, siendo probable que los rayos solares perjudiquen á la germinación por la desecación que ocasionan. Si una luz moderada no parece desfavorable, tampoco es útil: las semillas germinan perfectamente en la obscuridad, y los cerveceros preparan generalmente en los sótanos el malto, es decir, la cebada fermentada que usan para fabricar la cerveza.,

Hace poco más de un siglo que se efectuaron los primeros experimentos sobre la influencia de la luz en el acto de la vegetación. Priestley reconoció primeramente que las plantas vivas producen efectos contrarios á los de la respiración animal, y que "propenden á conservar la atmósfera apacible y saludable, cuando á consecuencia de la vida y respiración de los animales ó de su muerte y putrefacción contienen elementos nocivos., Ingenhousz reconoció poco después que las plantas expuestas al Sol desprenden oxígeno, y Senebier completó el descubrimiento demostrando que este oxígeno procede de la descomposición del ácido carbónico del aire, descomposición efectuada bajo la influencia de la luz del Sol por el acto de la vegetación.

Posteriormente, un gran número de sabios, fisiólogos y físicos, han estudiado tan importante fenómeno bajo todos sus aspectos.

Las partes verdes de las plantas, las células de *clorofila*, son las que poseen la propiedad de descomponer el ácido carbónico del aire bajo la influencia de los rayos lumi-



nosos, de eliminar el oxígeno de este gas y de fijar el carbono que la planta se asimila entonces y del cual compone su parte combustible. Saussure ha probado que las partes verdes son incapaces de efectuar esta descomposición, ó más bien que consumen oxígeno para devolverlo en forma de ácido carbónico.

Demuéstrase en las cátedras este experimento fundamental del modo siguiente: Métese una planta palúdica en un gran frasco lleno de agua que tenga en disolución una corta cantidad de ácido carbónico, y el frasco, provisto de un tubo abductor, se pone al sol. Al poco rato se cubren las hojas de burbujillas de gas, que pasan á la parte inferior de la probeta, y se obtiene en último término un gas bastante rico en oxígeno para encender cerillas fosfóricas recién apagadas y cuya punta esté todavía incandescente. El desprendimiento de gas aumenta ó disminuye según que aumente ó disminuya la intensidad de la luz que reciben los vegetales; á la obscuridad cesa enteramente.

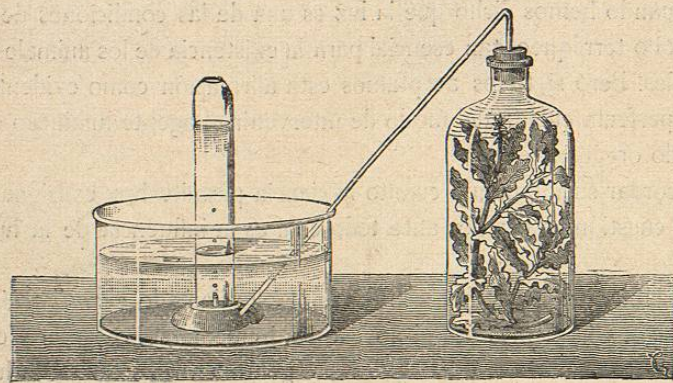


Fig. 603.—Aparato Cloez y Gratiolet. Descomposición del ácido carbónico por las plantas acuáticas puestas al sol

Las plantas viven de noche á la manera de los animales; absorben oxígeno y desprenden ácido carbónico; sólo que, como lo ha demostrado Corenwinder, “la cantidad de ácido carbónico descompuesta de día y al sol por las hojas de las plantas, es mucho mayor que la que exhalan de noche. Por la mañana suele bastarles treinta minutos de insolación para recobrar lo que pueden haber perdido durante la obscuridad.”

Una curiosa observación hecha por Deherain demuestra la importancia de la presencia ó de la falta de luz para esta doble función de las plantas. En el mes de julio de 1868 se halló la superficie de una charca de la hacienda de Grignón enteramente cubierta de hojas de una planta llamada *lenteja de agua*, en términos de que el nivel del líquido formaba una red de bastante resistencia para que los pájaros pudieran andar sobre ella. En breve aparecieron á la superficie de la charca muchos peces muertos: Deherain atribuyó al pronto su muerte á un envenenamiento por el hidrógeno sulfurado; mas al ver los pajarillos que andaban por la charca sin sentir molestia alguna, conoció que no era tal la causa de la muerte de los peces. De varios experimentos dedujo que aquellos animales habían debido morir asfixiados; que la lenteja de agua había formado en la superficie del agua una cubierta bastante espesa para interceptar los rayos luminosos, y que las plantas sumergidas, sumidas de esta suerte en la obscuridad, debieron absorber el oxígeno disuelto y transformarlo en ácido carbónico.

Dadas las propiedades especiales de los rayos del espectro, podría suponerse que su acción en la asimilación del carbono por las plantas debería ser motivada principal-

mente por las radiaciones químicas; pero no es así. Los estudios que Daubeny, Draper, Cloez y Cailletet han hecho sobre este punto especial han demostrado que, á igualdad de intensidad luminosa, los rayos amarillos y rojos son los más eficaces, y los verdes, azules y morados mucho menos activos por este concepto. La luz menos activa es la verde; no suscita descomposición alguna, y aun parece favorecer el desprendimiento de ácido carbónico. Habiendo colocado Cailletet bajo una campana de vidrio verde iluminada por los rayos directos del Sol una probeta que contenía aire puro y una hoja, obtuvo al cabo de muchas horas una cantidad de ácido carbónico poco menor que la que las mismas hojas hubieran producido en la obscuridad. “Probablemente consiste, añade, en esta propiedad singular de la luz verde, que debe producir al poco tiempo el ahila-

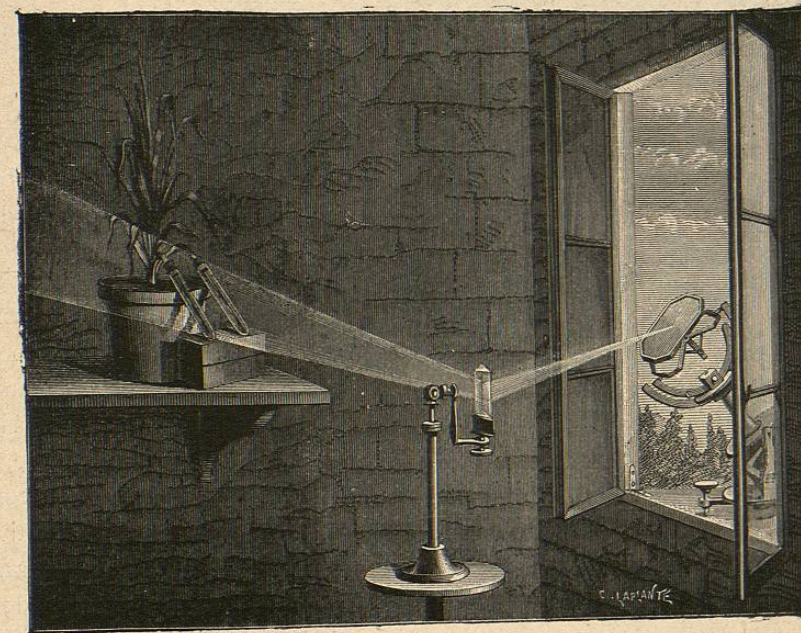


Fig. 604.—Experimentos de M. Deherain sobre la influencia de los rayos del espectro en el fenómeno de evaporación de las hojas

miento de las plantas en las cuales influye, el que la vegetación sea por lo general lánguida y enfermiza debajo de los grandes árboles, por más que la sombra proyectada por éstos sea poco intensa.”

La luz ejerce además en la vegetación otro género de influencia que ya columbró Guettard en el siglo pasado y que Deherain ha sabido hacer patente. Guettard reconoció que las plantas evaporan más agua de día que de noche, y que era preciso que les diese de lleno la luz del Sol para que llegaran á su máximo de evaporación. Deherain hizo una serie de experimentos minuciosos de los cuales resultó que la luz, y no el calor, es la causa de la evaporación del agua por las hojas, reconociendo además que los diferentes rayos del espectro no tienen el mismo grado de influencia en el fenómeno, pues los luminosos, eficaces para producir la evaporación, son precisamente los que suscitan la descomposición del ácido carbónico, lo cual se comprueba, ó con el aparato representado en la figura 604, en el que las hojas encerradas en tubos de cristal están expuestas á distintos rayos del espectro, ó rodeando simplemente los tubos de manguitos que contengan diversas soluciones coloreadas (fig. 605).

Así pues, dos de los fenómenos más importantes de la vida vegetal se hallan bajo



la influencia directa de las radiaciones luminosas; por una parte la descomposición del ácido carbónico, de lo cual se sigue la asimilación del carbono por la planta; por otra, la evaporación por las hojas, que desempeña un papel preponderante en el transporte de los principios inmediatos de un punto del vegetal á otro. De aquí resulta que de dos años igualmente calurosos, pero caracterizado uno de ellos por los frecuentes nublados y el otro por la limpidez de la atmósfera, el segundo es más favorable para la vegetación.

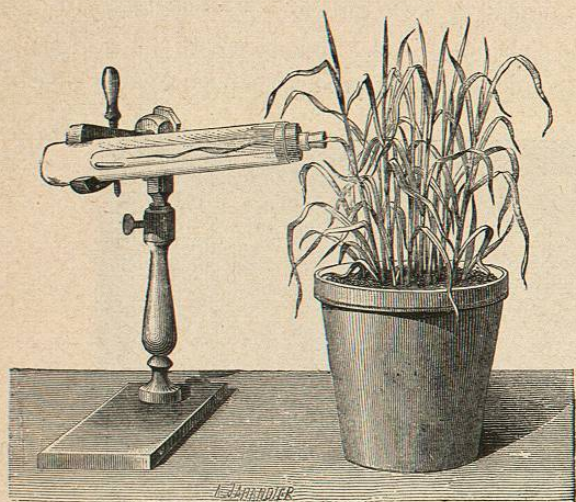


Fig. 605. — Influencia de los rayos de diversos colores en la evaporación de las hojas

Deherain cita algunos hechos en apoyo de esta conclusión, y recuerda un párrafo del *Cosmos* en el que Humboldt indica la importancia de la luz para el desarrollo de la vida vegetal.

“Si allí donde los mirtos crecen en plena tierra (Salcombe en las costas del Devonshire, Cherburgo en las de Normandía) y donde jamás subsisten mucho tiempo las nevadas en invierno, apenas bastan las temperaturas de verano y de otoño para que las manzanas lleguen á su madurez; si á la vid, para dar un vino potable, no le

convienen las islas ni casi todas las costas, incluso las occidentales, no tan sólo consiste en la temperatura que reina en verano en el litoral; habiendo que buscar el motivo de estos fenómenos, no en las indicaciones de los termómetros colgados á la sombra, sino en la influencia de la luz directa, circunstancia que hasta el presente se ha tenido muy poco en cuenta, aun cuando se revela en una porción de fenómenos. Hay por este concepto una diferencia capital entre la luz que ha atravesado un cielo sereno, y la debilitada y dispersada en todos sentidos por un cielo nebuloso.”

## II

### INFLUENCIA DE LA LUZ EN LA VIDA ANIMAL

La existencia y el desarrollo de la vida animal en la superficie de la Tierra están subordinados á la existencia y desarrollo de la vida vegetal. Este es un hecho tan evidente, tan palmario, que juzgamos inútil insistir en demostrarlo, de suerte que la luz, sin la cual no podría vivir ninguna planta de clorofila, resulta indirectamente indispensable para la vida animal.

En cuanto á la influencia directa de la luz en esta ó aquella función esencial del animal, aunque todavía no se ha analizado y estudiado en su modo especial de obrar, existe sin duda alguna; el hombre y los animales sienten igual necesidad de luz para desarrollarse y vivir, para gozar de salud física en toda su plenitud.

¡Cuánta diferencia existe, por lo que al vigor y á la salud respecta, entre los pueblos que viven al aire libre y reciben con profusión los rayos del Sol, y los que se aglo-

meran y oprimen en las callejuelas angostas y oscuras de las ciudades! ¡Qué contraste entre la vivacidad y la fuerza muscular de los hombres y de los animales que viven en las regiones tropicales, y la lentitud inerte de los lapones, de los samoyedos y del oso polar!

“Tenemos muchos ejemplos, dice Dubunfaut, de diferentes enfermedades, achaques ó accidentes que puede producir la privación de luz, como, por ejemplo, las enfermedades que atacan á los mineros, á los marinos que apenas salen de la sentina, á los obreros de las fábricas mal alumbradas, á los inquilinos de los sótanos y cuartos bajos ó de las calles estrechas.

„Conocidas son también las importantes observaciones de M. Edwards sobre los batracios y las de M. Humboldt sobre el vigor de los habitantes de las regiones equinocciales. Esos pueblos de piel roja, de formas musculosas y redondas, reciben directamente la benéfica influencia de la luz en sus cuerpos enteramente desnudos.” (*Estática de la luz en los fenómenos de la vida.*)

El escritor de quien hemos tomado las anteriores líneas sospechaba que la luz obraba sobre el organismo animal precisamente por medio de los rayos que carecen de eficacia para los fenómenos de la vegetación.

“¿Acaso no son la clorofila y los glóbulos sanguíneos, dice, los dos grandes ejes sobre los que gira la vida orgánica de los vegetales y animales? Las condiciones de su vida, semejantes al parecer, ¿no son perfectamente distintas, no están bien deslindadas por su respectivo modo de ser tan diferente por lo que al estímulo luminoso atañe? Es por consiguiente lógico y razonable deducir de todos los hechos conocidos y observados que la luz blanca del Sol, indispensable para la vida normal de los vegetales y animales, se divide bajo sus propias influencias en dos haces complementarios, que son absorbidos para satisfacer las necesidades de las funciones asimiladoras.”

Las investigaciones hechas con posterioridad sobre tan interesante punto no justifican al parecer enteramente las deducciones de M. Dubrunfaut. M. Beclard, el general americano Pleasonton y, por último, Emilio Young han reconocido que los rayos más refrangibles, es decir, los morados, son los más propicios para el crecimiento de los animales.

La luz verde, perjudicial para la vegetación, debe de serlo también para la vida animal, de suerte que ambos reinos se reparten las radiaciones extremas, cosa muy natural, si se considera que la planta, para vivir y crecer, descompone el ácido carbónico del aire, exhala oxígeno y absorbe carbono, al paso que el animal absorbe oxígeno y desprende ácido carbónico. La diferencia de las funciones corresponde perfectamente á la diferencia de los modos de acción de las radiaciones luminosas.