

LAS RADIACIONES OSCURAS

POR EL

Ing. Mario Ninci

El objeto de este artículo es resumir el conocimiento de las propiedades de la energía radiante en sus formas inmediatamente adyacentes al espectro visible, ilustrándolo con algunas experiencias fotográficas realizadas por el autor. (1)

Se denominan radiaciones oscuras a aquellas que, formando parte del espectro de la excitación térmica, tienen una frecuencia respectivamente mayor o menor que los valores límites alcanzados a percibir por la retina humana.

La extensión total del espectro estudiado de la excitación térmica cubre actualmente desde la radiación de longitud de onda próxima a medio milímetro (500 micrones) hasta la de un centésimo de micron (100 Å), no existiendo en este tramo ninguna solución de continuidad en las propiedades físicas; la aparente falta de algunas de ellas dentro de límites determinados no es sino la falta de apreciación de los instrumentos que deben ponerlas de manifiesto. La creencia contraria dió margen a la antigua clasificación de estas radiaciones en "rayos caloríficos, luminosos y químicos", basada en sus propiedades predominantes.

Aceptada en principio la doble naturaleza de la energía radiante, resulta cómodo expresar sus efectos y propiedades en los términos de la teoría cuántica, cuyas relaciones con la ondulatoria son:

(1) El estudio completo de la física de las radiaciones se encontrará en el libro del mismo autor "ENERGIA RADIANTE", en preparación

Cuántum de energía radiante:

$$\epsilon = h \nu = \frac{h c}{\lambda} \quad (\text{ergios})$$

en la que la velocidad de propagación

$$c = 299.799 \pm 4 \text{ km/seg} \quad (\text{Michelson, 1926})$$

aproximadamente

$$3 \times 10^{10} \text{ cm/seg}$$

y h es la Constante de Plank:

$$h = 6,55 \times 10^{-27} \quad (\text{ergios-segundos})$$

Masa del cuántum:

$$\mu = \frac{\epsilon}{c^2} = \frac{h}{c \lambda} \quad (\text{gramos masa})$$

Desde la octava que cubre la luz visible (0,4 a 0,8 micron), las radiaciones provenientes de la excitación térmica se extienden algo más de 9 octavas en el infra rojo, y algo más de 5 octavas en el ultra violeta, cubriendo en total cerca de 16 octavas. En lo que respecta a sus longitudes de onda extremas, el espectro de estas radiaciones no solamente alcanza sino que se superpone a los de las ondas hertzianas (excitación eléctrica) y de los rayos X, habiendo desaparecido así las lagunas o espacios inexplorados que existían en el espectro general.

Considerando el conjunto del espectro de la excitación térmica, se ha trazado el cuadro con las unidades matemáticas que definen individualmente a las radiaciones, y el gráfico de distribución de las propiedades muestra, en escala logarítmica, los valores del cuántum de energía y sus correspondientes longitudes de onda como abscisas, y en una escala proporcional arbitraria, al único fin de su comparación, la variación de aquellas dentro de los respectivos campos de mediciones precisas.

La curva A-A, trazada de acuerdo a los datos de un reciente estudio espectrobolométrico realizado por la Institución Smith-

soniana en el Observatorio de Monte Wilson (California), representa la variación de la intensidad de la radiación del sol, eliminada toda absorción por la atmósfera de la tierra. Del valor de la longitud de onda en la que se obtiene el máximo de energía, que es el de 0,47 micrones, se deduce, según la Ley de Wien, y considerando al sol como un radiador integral, la temperatura exterior de 6150 K. La ley de Stefan da, con el valor de la radiación total, 5750 K y el estudio analítico de la forma de la misma curva acusa valores comprendidos entre 6300 y 5800 K.

En la superficie de la tierra, las manifestaciones de la radiación solar se detienen en los 20 micrones aproximadamente por el lado del infra rojo y en los 0,28 de micron (2800 A) en el ultra violeta, siendo poco probable que este límite sea propasado mucho, fuera de la atmósfera.

Si en lugar de seguir el espectro del sol, lo hacemos con el de un filamento de tungsteno calentado a más o menos 2200° (caso de la lámpara eléctrica de incandescencia), se obtiene la curva D-D, en la cual el máximo de energía se encuentra sobre una longitud de onda mayor (Ley de Wien), próxima a los 1,4 micrones. (14000 A).

La luminosidad para la vista normal se extiende desde las proximidades de 0,8 hasta las de 0,4 de micron, pasando por un máximo muy pronunciado en los 0,55 de micron; es la representación del análisis hecho con el espectrofotómetro indicada con la curva B-B, en la que el máximo se encuentra en la zona del color amarillo verdoso.

No existe, como se ha dicho, un límite determinado en el orden físico, entre las radiaciones visibles y las que no lo son, sino aquel de orden puramente fisiológico propio de la sensibilidad de la retina humana, y que reside, de acuerdo a los efectos observados sobre el análisis espectral, en una banda de absorción bien marcada entre dichos límites, por la púrpura retiniana.

Tenemos en la curva A-A, dos zonas de radiaciones oscuras, a las que receptores adecuados les utilizan su energía con resultados diversos: los procesos fotográficos (reducción de las sales sensibles a las radiaciones), la actinoterapia (utilización del ultra violeta), la hiperemioterapia (utilización del infra rojo), son ejemplos de estas aplicaciones.

La curva C-C expresa el promedio de la variación de la reacción eritémica de la piel humana, para una misma cantidad de energía irradiada.

La curva E-E indica la elevación de temperatura que correspondería a la absorción total de la radiación por un átomo, en cuyo caso el cuántum de energía sería aplicado a este solo efecto. La expresión matemática es:

$$\epsilon = h \nu = \frac{3}{2} k T$$

en la cual

$$k = R/N$$

es la Constante de Boltzman y vale:

$$k = 1,37 \times 10^{-16} \quad (\text{ergios/grados})$$

Para la radiación de 1 micron (en el infra rojo) tendríamos:

$$T = \frac{2 \epsilon}{3 k} = 9500^\circ \text{ K}$$

y para los 0,2 de micron (en el ultra violeta):

$$T = 47500^\circ \text{ K}$$

Estos valores, aparentemente exagerados de la temperatura absoluta equivalentes a la energía radiante absorbida hacen ver que ésta entra en cantidades muy pequeñas en las reacciones químicas que provoca; en virtud de los movimientos moleculares la energía interna obtenida se disipa rápidamente y tales temperaturas no pueden ser apreciadas directamente.

Esta variación teórica de la temperatura del átomo que absorbe un cuanta se traduce en la práctica, en la variación de la "energía química" de las radiaciones.

Si se calcula la cantidad de energía en Bujías energéticas Hefner (1 B.E.H. equivale a 947 ergios por centímetro cuadrado por segundo), para cada valor del cuántum de energía radiante y se toma la inversa de este valor, o sea el número de cuantas que integran una B.E.H. se obtiene la curva F-F.

Este número es, para $\epsilon = 1 \times 10^{-12}$

$$F = \frac{947}{1 \times 10^{-12}} = 9,47 \times 10^{14} \text{ (cuantas. cm}^{-2} \text{ .seg}^{-1} \text{)}$$

que corresponde a la radiación de longitud de onda de 1,965 micrones (en el infra rojo), y para 1×10^{-11}

$$F = 9,47 \times 10^{13}$$

correspondiente a 0,1965 micrones (en el ultra violeta).

Números tan altos, expresan también que, aun con intensidades de irradiación muy grandes, se necesita espacios de tiempo bastante prolongados para suministrar la energía a las transformaciones moleculares.

La curva G-G indica la variación de la transparencia de uno de los cristales más difundidos para la utilización de las radiaciones oscuras, con un espesor medio de 2 milímetros.

La fuente de emisión más rica en radiaciones de excitación térmica es el sol, cuyo espectro, como se ha dicho, cubre en la superficie terrestre unas seis octavas, con radiaciones oscuras que abarcan en el ultra violeta, desde los 0,4 hasta los 0,28 de micron, y en el infra rojo desde los 20 hasta los 0,8 de micron.

La proporción de radiaciones oscuras en el espectro solar es:

INFRA ROJO	80 %	}	OSCURAS	87 %	}	TOTAL 100 %
ULTRA VIOLETA	7 %		VISIBLES	13 %		

Los filamentos incandescentes, y en general los cuerpos a temperatura elevada, emiten un espectro tanto más extendido en la zona visible cuanto más alta es aquella, y con reducida intensidad en el ultra violeta; como ejemplo puede tomarse el del tungsteno a 2200° que cubre desde los 5 hasta los 0,4 de micron.

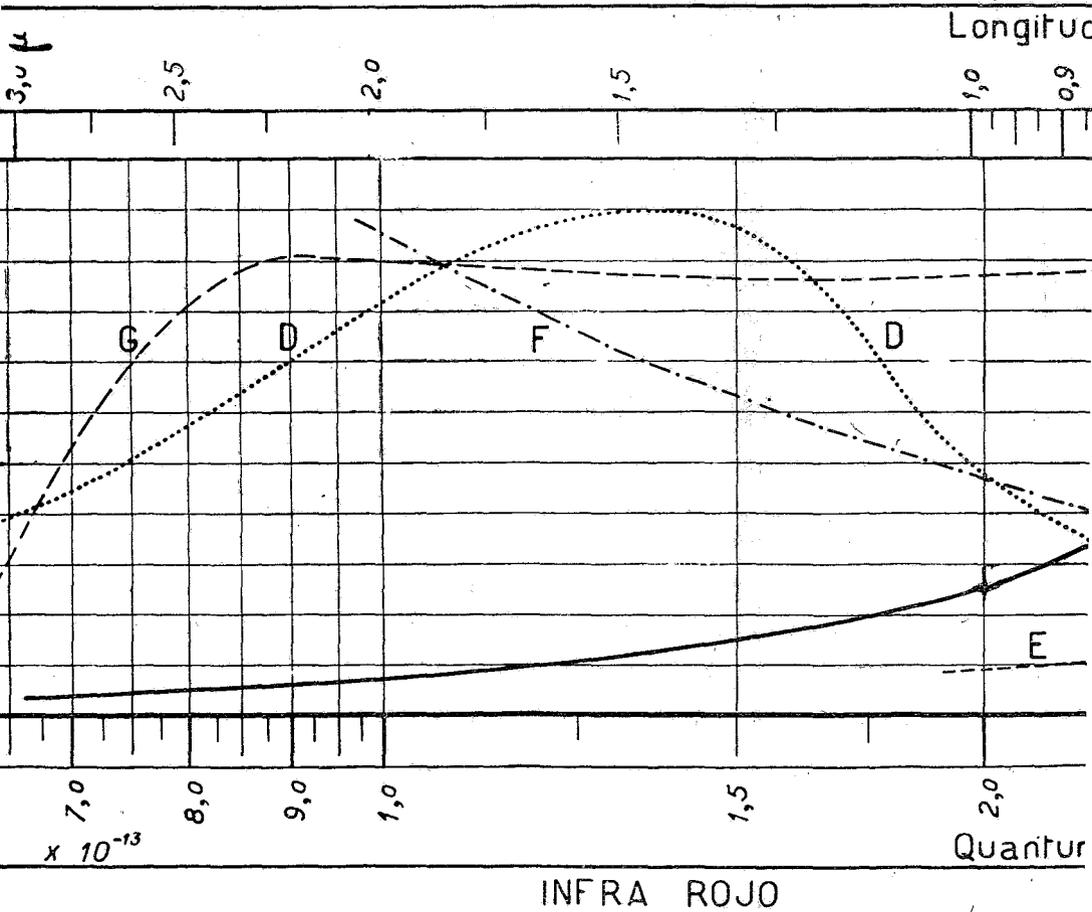
Las proporciones de las diversas radiaciones son muy varia-

Distribucion

Espectro de la

MAXIMO DE ENERGIA CALORIFICA-FILAMENTO A 2200°

LIMITE DE SENSIBILIDAD DE LA PLACA INFRA ROJA



INFRA ROJO

AÑO 21. N.º 5-6. JULIO-AGOSTO 1934

Curva de la variación de la energía en el espectro del sol fuera de la atmósfera. (Institución Smithsonian).
Curva de luminosidad relativa.

D—D: Curva de la variación de la energía en el espectro del tungsteno a 2200°.

Propiedades

irradiacion Térmica

RAYA ROJA DEL CADMIO
 $\lambda = 6438,4677 \text{ \AA}$

MAXIMO DE LUMINOSIDAD
 $\lambda = 0,55 \mu$ AMARILLO VERDOSO

MAXIMO DE ENERGIA EN EL
 ESPECTRO SOLAR $\lambda = 0,47 \mu$

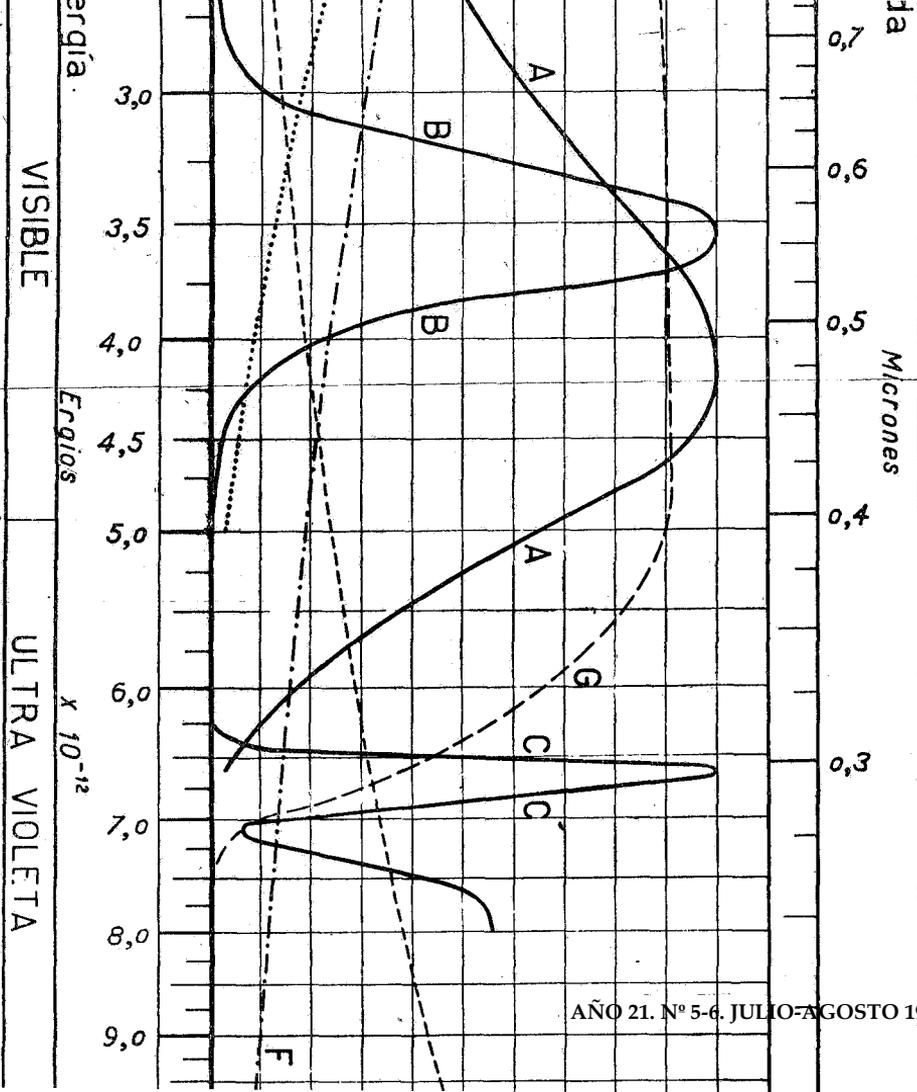
VIOLETA EXTREMO
 LIMITE DE VISIBILIDAD

LIMITE DE TRANSPARENCIA
 DEL VIDRIO COMUN

MAXIMO DE REACCION ERITEMICA
 DE LA PIEL NO ATEZADA

LIMITE DE TRANSPARENCIA
 DE LA ATMOSFERA

LIMITE DE SENSIBILIDAD



AÑO 21. N° 5-6. JULIO-AGOSTO 1934

emitida por un filamento de

F—F: Variación del número de cuantos, por centímetro cuadrado cuando, equivalentes a una Buñia energética de Heñner.

VISIBLE

ULTRA VIOLETA

Ergios

Ergios

$\times 10^{-12}$

0,7
0,6
0,5
0,4
0,3

Micrones

3,0
3,5
4,0
4,5
5,0
6,0
7,0
8,0
9,0

F

A
B
B
A
G
C
C'

bles, pudiendo decirse solamente que las del ultra violeta son siempre reducidas.

La lámpara de vapor de mercurio en tubo de cuarzo, llamada lámpara de cuarzo es la fuente más rica en radiaciones oscuras del lado del ultra violeta, hacia el cual su espectro se extiende hasta los 0,185 micrones (1850 A). En el infra rojo su límite es muy variable y difícil de determinar por la reducida intensidad calorífica.

La proporción de radiaciones oscuras en el espectro de la lámpara de cuarzo es:

INFRA ROJO	50 %	}	OSCURAS	79 %	}	TOTAL 100 %
ULTRA VIOLETA	29 %					
		VISIBLES	21 %			

Los procedimientos fotográficos que utilizan las radiaciones oscuras abarcan desde los límites del espectro visible, hasta los 0,2 de micron en el ultra violeta y hasta 1 micron en el infra rojo, utilizándose en el primer caso solamente las fuentes de emisión artificiales, y en el segundo, tanto la radiación solar como las fuentes artificiales.

RADIACIONES ULTRA VIOLETA. — Todas las propiedades estudiadas de la radiación ultra violeta están íntimamente ligadas a su poder de penetración en la materia ponderable, al punto de que se las relaciona con éste, siendo característico el hecho de que, en general, es tanto menor cuanto menor es su longitud de onda. Para otras radiaciones, esto no se verifica, o sucede lo contrario.

Los efectos sobre las placas fotográficas y célula fotoeléctrica son físicamente semejantes, sirviendo para comparar tanto las intensidades como la calidad de las radiaciones emitidas por diversas fuentes.

Las placas fotográficas comunes poseen una sensibilidad cromática casi igual en las regiones azul y violeta del espectro visible hasta próximamente los 5000 A, pero pierden esta propiedad tan pronto como se alcanza los 2000 A.

Se denomina “opacidad” de una placa a la relación entre la intensidad de la luz que recibe y la de la que deja pasar a través de su emulsión y soporte, y “densidad” o “grado de ennegrecimiento”, al logaritmo de esa relación.

Debido a la absorción de las radiaciones ultra violetas de longitudes de onda menores de 2000 A por las emulsiones a base de gelatina, para la práctica de la espectroscopia en la alta ultra violeta se hace necesario emplear placas fotográficas especialmente preparadas. Se ha adoptado el método de formar una emulsión con muy débil contenido de gelatina, sensibilizarla enseguida por el calor, dejarla coagular, lavarla y disolverla en una gran cantidad de agua. La perfección de la película sensible, que se manifiesta por la ausencia de “velo” y de bandas, depende de la pureza de las sustancias empleadas.

Las placas preparadas así son muy sensibles a las radiaciones de ultra violeta extremo, siendo por el contrario completamente insensibles a las radiaciones luminosas de longitud de onda superior a 3000 A.

Los reveladores comunes a base de Metol, Pirogálico y el Rodinal se pueden emplear, pero da mejor resultado la siguiente fórmula de la casa HAUFF:

Solución A:

Agua	1000 partes
Metabisulfito de potasio	7,5 „
Ortol	15 „

Solución B:

Agua	1000 partes
Carbonato de potasio	60 „
Sulfato de soda cristalizado	180 „

Se emplea mezclando 15 partes de la solución “A” con 30 partes de la solución “B” y 20 partes de agua. Para obtener resultados uniformes se enfría el baño hasta los 3 o 4 grados C y se lo mantiene sobre el hielo durante el revelado. La duración de éste es en general de dos a tres minutos para placas cuya fabricación no data de más de dos o tres meses.

La célula fotoeléctrica constituye un valioso recurso para el estudio del ultravioleta extremo por su sensibilidad superior a la de las placas fotográficas. El efecto es semejante en todo al obtenido con la luz visible; la intensidad de la corriente de descarga para un determinado metal depende de la longitud de onda de la radiación, y dentro de ciertos límites, es proporcional a su intensidad.

Para mediciones fotométricas se emplea como cátodo en la célula, una placa de platino contenida en una ampolla llena con hidrógeno a unos 200 milímetros de presión; la intensidad de la corriente que circula sirve entonces de medida de la intensidad de la radiación. La célula común de selenio carece de sensibilidad en el ultra violeta, siendo preferible la construída con un cátodo de sodio.

La fluorescencia, definida como la propiedad que tienen ciertos cuerpos de emitir radiaciones de longitud de onda mayor que la de las radiaciones que lo excitan, se manifiesta notablemente provocada, como es de esperarlo, mediante la acción de los rayos ultra violeta.

Para ponerla de manifiesto, basta colocar en un tubo de ensayo una solución de sulfato de quinina y presentarla ante el espectro del sol o de cualquier otra fuente de emisión de ultra violeta; al dejar la zona visible, la solución emite un color azul claro netamente definido, el que, descompuesto a su vez con el prisma resulta no ser monocromático sino formado solamente por rayos de longitudes de onda superior a la radiación incidente. Análogo fenómeno se observa con la pantalla fluorescente de platino-cianuro de bario, empleada en radioscopia.

La explicación de la fluorescencia deriva de la consideración de la acción del cuanto sobre el átomo, que en su forma más general es la absorción parcial de energía, emitiéndose otro de valor inferior, o sea, una radiación de mayor longitud de onda.

La acción biológica es la más importante, estando consagrado ya por la ciencia médica el éxito de sus aplicaciones, las que pueden clasificarse en líneas generales como sigue:

a) Como excitante metabólico, y oxidante químico, con longitudes de onda comprendidas entre 2900 y 3900 A, con un máximo en los 2967 A.

b) Como depresor metabólico, y reductor químico (efecto bactericida) con longitudes de onda comprendidas entre los 2200 y 2900 A.

El efecto más conocido de la irradiación ultra violeta sobre los tejidos vivos es el del atezamiento de la piel, cuyo mecanismo físico no es más que la migración hacia la superficie, de los núcleos y partículas de pigmento de las células, para producir la opacidad suficiente e impedir su penetración en exceso. Cuando el atezamiento no se produce, o la irradiación es exagerada, la acción del ultra violeta se torna destructiva de los tejidos, con los inconvenientes correlativos.

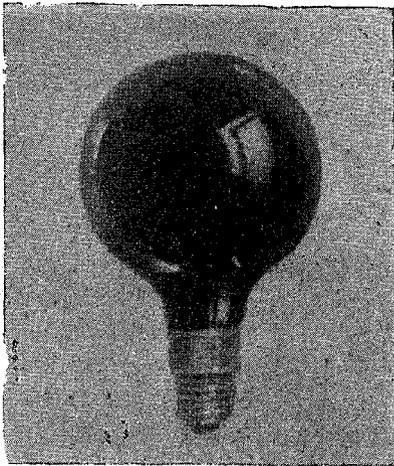


Fig. 1 — Lámpara eléctrica con ampolla-filtro, para la emisión de ultra violeta sin luz visible

Por otro lado, y aunque la dosificación exacta es difícil de precisar, es indiscutible que el cuerpo humano necesita de la irradiación ultra violeta para su desarrollo normal, acentuándose, en general, su defensa contra el raquitismo por la acción químico-biológica que da lugar a la formación de la llamada vitamina D o provitamina, antirraquítica.

En el U. S. Bureau of Standards se han hecho determinaciones precisas sobre la irradiación selectiva y sus efectos para la persona no atezada, de raza blanca, avaluándose desde el míni

mo eritema perceptible hasta la quemadura, y estableciéndose las bases matemáticas para la dosificación. El valor inicial para la producción del eritema es 315 mili micrones (3150 A) alcanzando el máximo en los 2967 A y un nuevo mínimo en los 2800 A, desde donde la variación se hace imprecisa.

La energía total necesaria para la producción del mínimo eritema perceptible con la radiación homogénea de 2967 A es del orden de los 500.000 ergios por centímetro cuadrado, en tiempo seco y frío, reduciéndose a la mitad en verano, cuando la piel está húmeda.



Fig. 2 — Fotografía tomada con iluminación eléctrica difusa

Las fuentes de emisión artificiales son la chispa y el arco eléctricos en sus diversas formas (lámparas de vapor de mercurio, etc.) y las lámparas negras, o lámparas de filamento incandescentes con o sin arco, provistas de un globo opaco a las radiaciones visibles.

Mediante una de estas lámparas se ha tomado en plena oscuridad la fotografía de la figura 3. Las figuras 1 y 2 indican respectivamente la lámpara negra y la misma fotografía tomada con la luz natural. La figura 4 está reproducida de la revista "Popular Mechanics" y muestra una pose tomada por la Compañía Westinghouse con una lámpara similar.

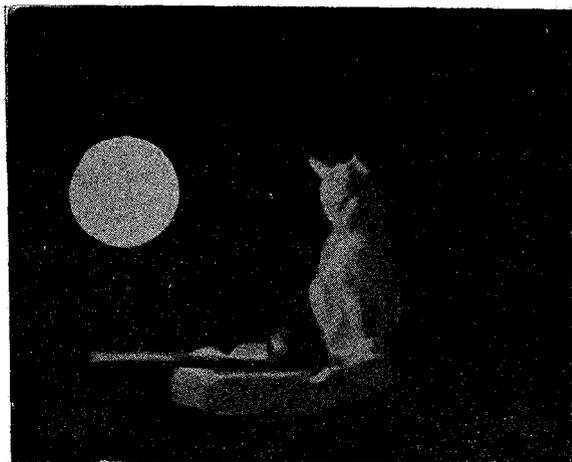


Fig. 3 — Fotografía tomada en la oscuridad, con la lámpara negra encendida



Fig. 4 — Fotografía tomada por la "Compañía Westinghouse" con la lámpara negra. (Reproducción de "Popular Mechanics")

RADIACIONES INFRA ROJAS. — Se ponen de manifiesto al analizar con un termoscopio el espectro de cualquier cuerpo a temperatura elevada. Las primeras observaciones fueron hechas sobre el espectro del sol, constatándose que este se extiende hacia el lado de las longitudes de onda crecientes, con radiaciones cuyos efectos caloríficos persisten, y que van disminuyendo hasta hacerse imperceptibles. Entre estas observaciones figuran las del profesor Muller, de Friburgo, quien empleó por primera vez el prisma de sal gema, que además de ser transparente a la luz visible lo es a las radiaciones infra rojas, y las de Langley, que estudió la repartición de la energía calorífica en el espectro de los cuerpos calentados a distintas temperaturas.

El efecto químico se manifiesta también, haciendo que las placas fotográficas, especialmente sensibilizadas con la dicianina sean impresionadas por los rayos infra rojos hasta con longitudes de onda próximos a 1 micrón.

Sobre la fosforescencia (emisión de luz visible persistente después de detenida la excitación) se manifiesta la radiación infra roja por su poder casi instantáneo de extinción, haciéndola cesar en los lugares donde incide.

En este caso, el efecto calorífico facilita la disipación de la energía que en forma visual que pedado, después de la excitación, como consecuencia del aumento de energía cinética molecular.

La absorción de estas radiaciones es muy variable según los cuerpos, presentándose con características muy particulares. El cuarzo absorbe las radiaciones con longitudes de onda comprendidas entre 4,5 y 70 micrones; el papel negro y el cartón son transparentes a las superiores a 100 micrones.

El vapor de agua absorbe en su casi totalidad las radiaciones comprendidas entre 11 y 113 micrones, de lo cual provienen las bandas de absorción en el espectro del sol después de atravesar la atmósfera.

Las radiaciones comprendidas entre el rojo (0,8 de micron) y los 2 micrones próximamente, tienen un poder de penetración muy marcado sobre la niebla, propiedad que ha permitido su utilización para fotografías muy notables.

En terapéutica se emplean con éxito las radiaciones infra ro-

jas en combinación con las visibles de los filamentos incandescentes, para producir la desinflamación de los tejidos y con ello la mitigación del dolor, activando la afluencia de sangre (hiperemia) a determinadas regiones del cuerpo. Se emplean también en combinación con la irradiación ultra violeta obteniéndose una disminución en el tiempo necesario de exposición a estas últimas.

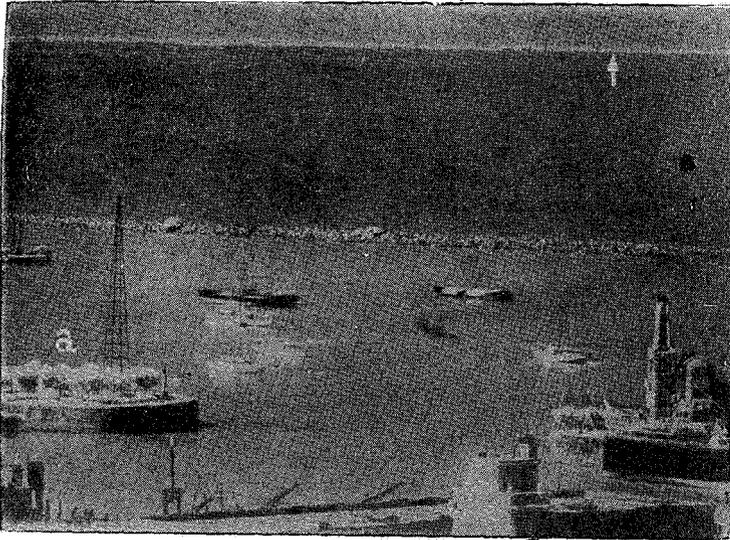


Fig. 5 — Fotografía tomada con placa infra roja, desde el puerto de Buenos Aires. A pesar de la pérdida de contraste por la triple reproducción, puede verse la costa uruguaya, distante 50 kilómetros. (Reproducción de "La Nación")

La más feliz aplicación de la radiación infra roja con longitudes de onda apenas superiores a las del rojo extremo, es la de la fotografía a travez de la niebla. Es, en efecto, la niebla un obstáculo insalvable para la fotografía común tanto como lo es para la visión directa; de ahí que la placa fotográfica sensible al infra rojo haya venido a hacer posible la aplicación de la telefotografía en lugares donde aquella nunca falta, convirtiéndose también en un poderoso medio para descubrir los objetos ocultos por la misma.

La figura 5 reproduce una fotografía obtenida por "La Na-

ción” de Buenos Aires, tomada desde el puerto, en la que se puede apreciar, en “a” el efecto de nieve o coloración blanca con que aparece el follaje vegetal debido a la reflexión de los



Fig. 6 — Fotografía de la Catedral de Córdoba tomada con película infra roja y cámara Leica

rayos infra rojos por la clorófila, y (marcado con una pequeña flecha) la costa Uruguaya situada a 50 kilómetros de distancia registrada gracias al poder de penetración en la bruma que en esa circunstancia impedía verla. La figura 6 está tomada en Córdoba con cámara LEICA y película AGFA.

Para poder establecer la presencia de una embarcación u otro objeto próximo durante la navegación, se ha construído a principios del año en curso una cámara especial que toma la fotografía, revela y fija el negativo, presentándolo a la vista del observador con un retraso de solo 30 segundos de tiempo. (Fog. Navigating Camera, del Capitán F. M. Williams). El alcance de la cámara “anti niebla” depende del grado de opacidad de ésta,

pero en general, alcanza a valores del doble al cuádruplo de la visión directa. El negativo se emplea en forma de película continua, pudiendo tomarse una fotografía cada 30 segundos, lo que significa un factor de seguridad apreciable en una ruta casi totalmente opaca.

Para usos corrientes, se emplean placas llamadas infra rojas, cuyo tipo se define por la longitud de onda para la cual estas presentan la sensibilidad máxima. Las preparadas por la Fábrica AGFA son de los tipos siguientes:

a) Agfa Infrarot-Platte Rapid 730; b) Rapid 810; c) Rapid 855; d) Hard 730; e) 960; f) Película para la Cámara Leica.

Los números consignados expresan en mili micrones la longitud de onda, siendo necesario para obtener buenos resultados, conseguir placas frescas, pues su conservación es muy limitada. Debe impedirse en absoluto la acción de los rayos visibles interponiendo filtros rojos o negros ante el objetivo, y, a menos de disponer de lentes especialmente corregidas para la radiación infra roja, diafragmar desde 12,5 en adelante; con estos filtros, y si el sol ilumina los objetos fuertemente desde atrás de la cámara, el cielo sin nubes saldrá falto de exposición (negro). Esta propiedad se aplica a los efectos llamados de claro de luna o fotografía de apariencia nocturna, de gran valor artístico, sobre todo en las vistas marinas. Las placas más indicadas para estos efectos son las Rapid 730 y 810 y los tiempos de exposición con respecto al de una placa extra rápida de 18°S deberán ser multiplicados por 15 en el primer caso y por 30 en el segundo.

Si se emplean tales objetivos, se obtienen resultados asombrosos siempre que se pueda dar el tiempo de exposición correspondiente a los filtros interpuestos; en general, sobre el de las placas extra rápidas debe aumentarse de 20 a 100 veces. La Fábrica AGFA recomienda los filtros N° 42 y Rubí.

Para la obtención de fotografías en la oscuridad, como en el caso de radiación ultra violeta, basta interceptar la luz visible de una lámpara a filamento por medio de un filtro preparado con una solución de yodo en sulfuro de carbono.

Usando la lámpara Nitraphot totalmente encerrada y con una ventana con el filtro dirigida hacia el objeto a fotografiar,

se puede tomar como base para calcular el tiempo de exposición, la siguiente:

Placa Rapid 855, lámpara nitraphot de 500 wátios, filtro negro, diafragma 1: 4,5 y distancia al sujeto 2 metros desde la lámpara, tiempo 3 a 5 segundos. No hay necesidad de colocar filtro alguno en el objetivo, teniendo cuidado de no encender la luz natural si este no está cerrado. Como filtro para la ventana de la lámpara, se recomienda el filtro negro N^o. 85.

Las placas infra rojas pueden someterse a la sobre sensibilización bañándolas en una solución de 5 gramos de soda cristalizada, 5 c.c. de amoníaco concentrado y 1000 c.c. de agua desti-

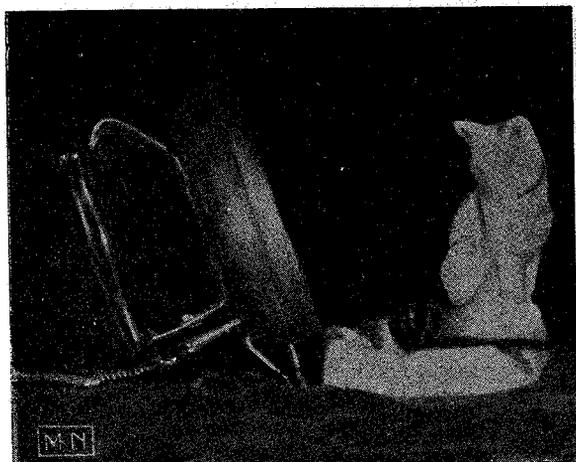


Fig. 7 — Fotografía tomada con luz natural

lada durante unos 10 minutos durante los cuales se mantendrá la temperatura alrededor de los 10° C; inmediatamente se la pone en un baño preparado de "Methanol" durante 3 minutos, revolviendo continuamente, y se la seca con el secador de aire sin calentarse.

La figura 7 muestra la disposición adoptada para tomar una fotografía del mismo sujeto de las figuras 2 y 3 utilizando la radiación infra roja emitida por una plancha eléctrica no enrojecida, con una cámara ordinaria, sin filtro; la figura 8 muestra el resultado.

Para la revelación de las placas infra rojas debe procederse con ayuda de las lámparas especiales usadas en la manipulación de las panorámicas, pues la luz roja las vela; los filtros de luz números 108 y 114 pueden emplearse obteniendo un verde oscuro muy inactínico. Resulta conveniente también proceder antes del revelado, a la desensibilización de las placas, bañándolas durante 3 minutos y en la oscuridad en una solución de Verde Pinacriptol 1:20.000 o de Amarillo Pinacriptol 1:3.000 pudiendo revelarlas después cerca de la lámpara verde.

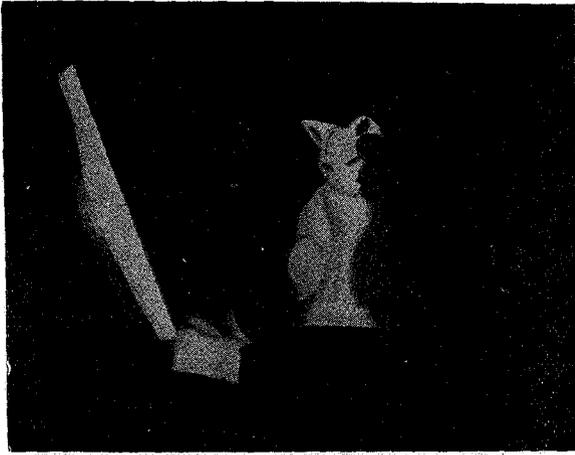


Fig. 8 — Fotografía tomada en la oscuridad, utilizando la radiación infra roja emitida por la plancha eléctrica