

Cuidado con el astro rey

Durante la temporada de verano, pocas experiencias resultan más gratificantes que pasar largas horas bajo el Sol, recostado sobre cálidas arenas mientras se disfruta del vaivén de las olas, del apacible soplo del viento, de un buen refresco, y del irresistible placer de contemplar tantas y tan espléndidas bellezas naturales exhibiéndose en sus diminutos trajes de baño. Por desgracia, con el transcurso del tiempo se ha vuelto cada vez más riesgoso disfrutar de unas merecidas vacaciones en compañía del astro rey debido principalmente al adelgazamiento de la capa de ozono y a la temible acción de los rayos ultravioleta. Por lo tanto, hoy más que nunca resulta de enorme importancia conocer los peligros derivados de la exposición solar y las medidas de precaución que podemos adoptar. Las sugerencias que nos hacen los expertos incluyen el uso de bloqueadores solares, lentes de Sol, sombreros, quitasoles, e incluso ropa amplia y larga que no deje expuesta nuestra piel. Todas estas medidas resultan de gran utilidad, y desde luego son bien conocidas por todos. Existe, sin embargo, una medida de resguardo que a mi juicio ha sido menos difundida y que tiene la ventaja de ser más sencilla y económica que todas las citadas antes: se trata de evitar exponerse al Sol durante aquellas horas que revisten mayor riesgo para nuestra salud. En otras palabras, debemos determinar con criterio científico las horas del día durante las cuales la luz del astro rey resulta menos perjudicial. Desde luego, tal como sucede con algunas de las otras medidas, los riesgos no desaparecen del todo; solo se reducen de forma importante.

¿Cuáles son las horas de exposición al Sol que revisten mayor riesgo para nuestra piel? Pues bien, sucede que entre las 10:00 y las 14:00 horas la radiación solar incide más directamente sobre nuestras cabezas. Vale decir, dos horas antes y dos horas después del medio día es cuando los rayos solares se orientan de forma más cercana a la perpendicularidad en relación a la superficie terrestre, pero ¿por qué razón esto hace más riesgosa la exposición al Sol? Existen dos motivos fundamentales: uno atmosférico y otro geométrico.

Como es bien sabido, nuestro planeta se encuentra cubierto por una densa capa de aire denominada atmósfera, cuyo espesor aproximado es de unos 320 kilómetros. Cuando el Sol se encuentra directamente sobre nuestras cabezas, sus rayos caen en forma perpendicular tanto a la superficie terrestre como a la atmósfera, de modo que la trayectoria permite que la radiación solar atraviese un grosor mínimo de aire. Sin embargo, cuando cae la tarde y el astro rey comienza a descender en el horizonte, los rayos nos llegan en forma oblicua, teniendo que penetrar una distancia considerable hasta alcanzar nuestras cabezas, de modo que en la medida que avanzan a través en la atmósfera van perdiendo intensidad hasta llegar muy debilitados a la superficie terrestre. Para tener una idea de cuanto se debilitan los rayos solares debido a este fenómeno basta señalar que al amanecer y al anochecer la luz del astro rey es aproximadamente... ¡300 veces más débil que durante el medio día!

Aun cuando la Tierra careciera de atmósfera, la luz del Sol seguiría siendo más intensa entre las 10:00 y las 14:00 horas. Se trata de un efecto puramente geométrico provocado por la oblicuidad de los rayos solares al incidir sobre la superficie de la Tierra. En efecto, cuanto más oblicua es la dirección de los rayos de Sol respecto de la superficie terrestre, menor es la intensidad de la radiación recibida. Por el contrario, cuanto más directamente inciden dichos rayos, mayor es su intensidad. Ahora bien, antes de las diez de la mañana el Sol se encuentra bastante desplazado hacia el oriente y sus rayos de luz caen en forma muy oblicua sobre nuestras cabezas. En la medida que

pasan las horas, el giro que efectúa la Tierra sobre su propio eje (movimiento de rotación) provoca que el Sol se desplace lentamente sobre el cielo hasta que justo al medio día los rayos solares alcanzan su incidencia más directa sobre la superficie terrestre. En forma análoga, después de las 14 horas el astro rey se encuentra desplazado hacia el poniente, y en la medida que avanza el día sus rayos caen de forma cada vez más oblicua mientras se mueve hacia el horizonte hasta desaparecer completamente cuando cae la noche.

Para comprobar este fenómeno le sugiero que tome una linterna, una hoja de papel cuadriculado (cuadros pequeños) y busque un lugar oscuro para apreciar más claramente los efectos de la experiencia que ahora le voy a proponer. ¿Ya se encuentra en alguna habitación oscura provisto de todos los implementos? Pues bien, sólo debe iluminar la hoja de papel manteniéndola perpendicular a los rayos de luz. Luego, cuente el número aproximado de cuadrículas que quedan bajo la luz de la linterna. Ahora repita el experimento manteniendo la hoja a igual distancia de la linterna que antes pero girándola unos 45° respecto de su posición anterior. Si cuenta el número de cuadrículas que quedan bajo la luz descubrirá que han aumentado. Incluso puede realizar el experimento con una hoja en blanco y por observación directa podrá comprobar que en el segundo caso (rayos de luz oblicuos a la hoja) la luz se encuentra repartida sobre una superficie mayor, de modo que está menos concentrada (tiene menor intensidad) que cuando incide perpendicularmente.

Para ilustrar de forma más precisa las ideas recién discutidas, observemos el siguiente dibujo (figura 1) que muestra la orientación de los rayos de luz respecto de una superficie plana cualquiera. Como es evidente, la luz y el calor que proporcionan los rayos de Sol serán tanto mayores, cuanto mayor sea el ángulo (ϕ) que forman dichos rayos en relación al plano de incidencia. Los casos límite ocurren cuando $\phi = 90^\circ$, que corresponde a la máxima intensidad luminosa, y cuando $\phi = 0$ que corresponde a una intensidad nula¹.

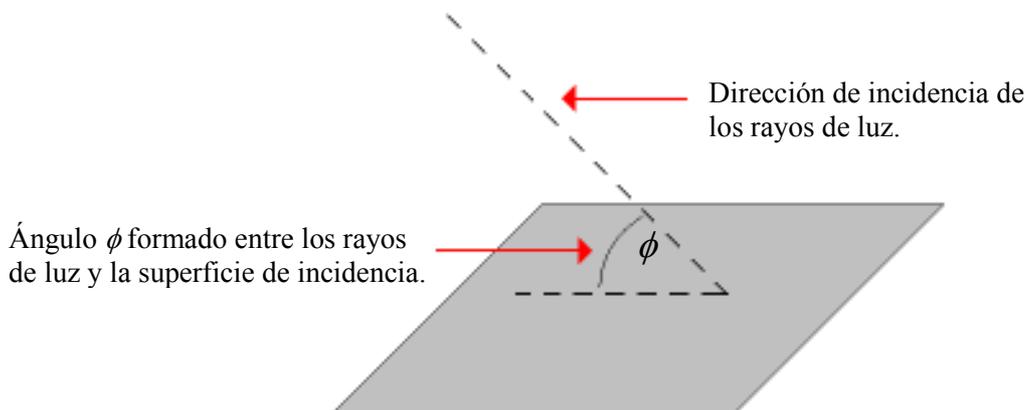
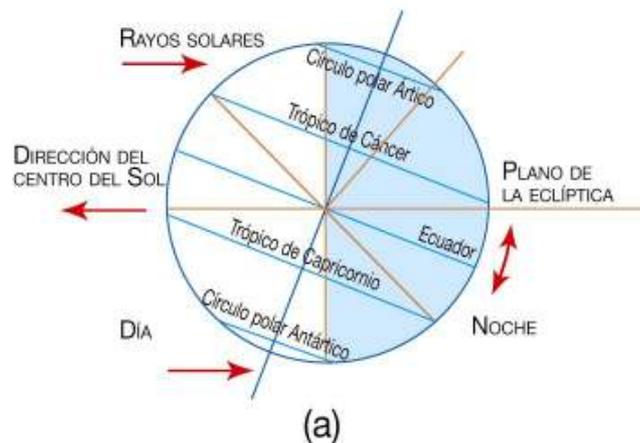


Figura 1. Dirección de incidencia de los rayos de luz respecto de una superficie plana. Los rayos solares y el plano forman un ángulo ϕ .

¹ La relación matemática exacta establece que la acción de los rayos es proporcional al seno del ángulo ϕ , el cual varía entre 0 y 1 y se denota como $\sin(\phi)$. Por ejemplo, para el caso $\phi = 30^\circ$ resulta que $\sin(30^\circ) = \frac{1}{2}$, de modo que la intensidad de la radiación se reduce a la mitad. Para los casos límite se tiene que $\sin(0^\circ) = 0$ (intensidad nula) y $\sin(90^\circ) = 1$ (intensidad máxima).

En este punto de la discusión quizá más de algún lector se pregunte si este mismo efecto provoca que haga más frío en invierno que en verano, y la respuesta es un categórico sí. Sucede que mientras la Tierra se traslada en torno al Sol, el eje de rotación de nuestro planeta se mantiene paralelo a sí mismo², de modo que cuando la luz solar incide con mayor intensidad sobre el hemisferio sur, la intensidad luminosa sobre el hemisferio norte es menor, y recíprocamente, dependiendo de la posición que ocupe la Tierra respecto al Sol durante el transcurso del año. Las siguientes figuras permiten entender mejor esta idea.

Solsticio de diciembre (verano en el hemisferio sur e invierno en el norte)



Solsticio de junio (invierno en el hemisferio sur y verano en el norte)

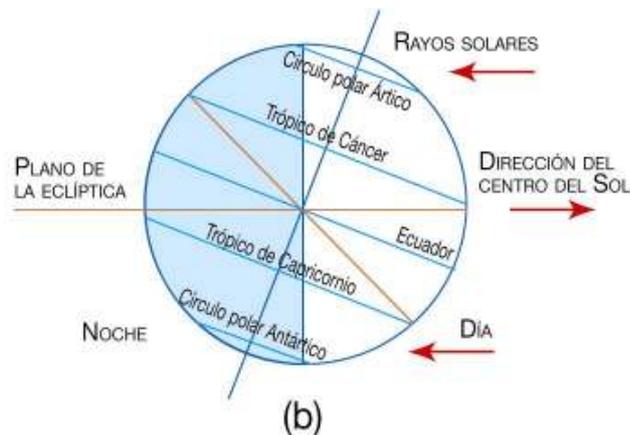


Figura 2. Incidencia de los rayos solares sobre la superficie terrestre y las estaciones del año³.

² Esto no es estrictamente correcto debido a que el eje de rotación de la Tierra efectúa dos movimientos denominados *precesión* y *nutación*. Sin embargo, para nuestros propósitos dichos movimientos pueden ignorarse.

³ Estas imágenes han sido tomadas del libro *Ciencias Físicas 2*, Hewitt, Wilson, Buffa, Tarbuck y Lutgens, adaptado por Osmán Jofré, Editorial Pearson.

Si observamos las figuras 2(a) y 2(b), y centramos nuestra atención en las posiciones que ocupa el hemisferio norte (sobre la línea del ecuador) con respecto al astro rey, notaremos que en la figura (a) los rayos de Sol inciden de forma más oblicua sobre el hemisferio norte en relación a lo ilustrado en la figura (b), de modo que durante el solsticio de diciembre es invierno en el hemisferio norte y verano en el sur. En forma análoga, durante el solsticio de junio los rayos solares inciden de forma más directa sobre el hemisferio norte, de modo que es verano en dicho hemisferio e invierno en el sur. Desde luego, podemos usar el mismo razonamiento para comprender lo que ocurre en cualquier otra posición de la Tierra durante su movimiento de traslación. Por lo tanto, cuando en un hemisferio es invierno, en el otro es verano; cuando en uno es primavera, en el otro es otoño, y así sucesivamente.

Por si no lo ha notado, hemos explicado dos interesantes fenómenos por el precio de uno... toda una ganga, ¿no lo cree? Ahora debe armarse de paciencia y aguardar a que sea solsticio de verano en su lugar de descanso favorito, ya sea en el hemisferio norte o en el sur, y así podrá disfrutar largas horas bajo Sol, conociendo la forma de reducir los riesgos para su salud... felices vacaciones.

Jorge Pinochet I.

Licenciado en Física, Universidad Católica de Chile