

Niveles de Radiación No Ionizante en Camas Solares

Jorge A. Romero¹, Carlos Sosa²

¹Ministerio de Salud de la Provincia de Córdoba
Departamento de Salud Ocupacional Radiofísica Sanitaria

²Universidad Nacional de Córdoba
Facultad de Matemática, Astronomía y Física (Fa.M.A.F.)
Grupo de Espectroscopía Atómica y Nuclear

RESUMEN

En este trabajo, se presentan mediciones de los niveles de radiación (medidos en densidad de potencia: mW/cm^2) a los que se exponen periódicamente las personas que realizan bronceado artificial en todo su cuerpo cuando se encuentran en el interior de una cama solar o únicamente en el rostro, cuando se sientan al frente de un equipo que solo les irradia el sector facial. Considerando los tiempos de exposición por sesión, las energías absorbidas superaron ampliamente los valores máximos establecidos por normas internacionales para una jornada de trabajo de 8 hs.

Igualmente, se muestran datos de mediciones de la Irradiancia Efectiva Eritémica (W/m^2), valor que permite determinar el índice UV para un equipo determinado y con ello, el intervalo de tiempo máximo al que pueden exponerse de manera continua y sin protección alguna, los diferentes fototipos de piel presente en los seres humanos a fin de producir eritema.

Por último, se evaluaron distintos tipos de filtros, que lograron disminuir notablemente las radiaciones UV de mayor energía (menor longitud de onda) como por ejemplo el tipo UVB y en menor proporción las UVA. Estas radiaciones UV con bajas longitudes de onda contribuyen, en los seres humanos, a un efecto nocivo a largo plazo (melanoma) y a un evidente efecto biológico a corto plazo (eritema).

1. NIVELES DE RADIACION NO IONIZANTE

Ante la falta de datos concretos sobre la exposición a las radiaciones no ionizantes (UV) que son sometidos diariamente las personas que asisten a los centros de bronceado artificial y la necesidad de fiscalizar y proteger la salud de estos usuarios, se decidió evaluar, a través de instrumental específico, el nivel de radiación existente en diferentes camas solares, como así también en equipos faciales. Cabe aclarar que el uso de dichos equipos es meramente estético. En las Tablas 1 y 2, se puede observar a modo de ejemplo, el registro de mediciones obtenidas en un centro de bronceado para diferentes equipos.

¹ing_jaromero@yahoo.com.ar

²sosa@famaf.unc.edu.ar

Tabla 1. Mediciones realizadas en camas solares.

CUERPO ENTERO														
TUBO FLUORESCENTE										LÁMPARA HALOGENA				
Marca	Duración de la sesión (minutos)	Tiempo de uso de las lámparas (horas)	Cantidad de tubos y potencia (W)	Irradiancia Efectiva Eritémica (W/m ²)	Índice UV	Densidad de Potencia (máxima)				Cantidad de lámparas y potencia (W)	Densidad de Potencia (máxima)			
						UVA (mW/cm ²)	UVB (mW/cm ²)	UV %	UVC (uW/cm ²)		UVA+UVB (mW/cm ²)	UVB (mW/cm ²)	UV %	UVC (uW/cm ²)
ULTRASUN – MAX	12	400	17 x 160 superior	0.59	23.6	27.8	1.22	4.2	0	3 x 1000	42.56	0.44	1.02	0
			17 x 160 inferior	0.44	17.6	29,3	0.74	2.5	0					
Dr. MULLER – ODYSEY	12	400	17 x 160 superior	0.3	12	22.4	0.64	2.8	0	2 x 400 1 x 1000	36	0.24	0.67	0
			15 x 100 inferior	0.29	11.6	18.5	0.53	2.8	0					
ULTRASUN (Vertical)	3 a 15	400	48 x 160	0.62	24.8	31	1.08	3.4	0					

Tabla 2. Mediciones realizadas en equipo con radiación facial.

					FACIAL (Lámparas Halógenas)				
Marca y modelo	Duración de la sesión (minutos)	Tiempo de uso de las lámparas (horas)	Irradiancia Efectiva eritémica (W/m ²)	Índice UV	Cantidad de lámparas y potencia (W)	Densidad de Potencia (máxima)			
						UVA (mW/cm ²)	UVB		UVC (uW/cm ²)
							(mW/cm ²)	%	
Dr. MULLER DIABLO 5000	14	400	0.03	1.2	2 x 2000	125.5	0.46	0.36	0

Es importante tener presente los intervalos de longitudes de onda asociada a cada radiación, debido a sus diferentes efectos biológicos, como se indica en la Tabla 3:

Tabla 3. Longitudes de onda asociadas a cada radiación

Tipo	Mínima	Máximo	Unidad
UVC	100	280	nm
UVB	280	315	nm
UVA	315	400	nm

2. DENSIDAD DE POTENCIA

Para analizar los resultados obtenidos de las diferentes mediciones presentadas en las Tablas 1 y 2, se deberán considerar dos grupos de equipos:

2.1. Equipo de Bronceado para Cuerpo Entero (camas solares)

En estos tipos de equipos se pueden diferenciar dos zonas de irradiación: la primera corresponde a la región facial con valores comprendidos entre 46 y 116 mW/cm²; y la segunda al resto del cuerpo, donde se encontraron valores de densidad de potencia entre 15 y 27 mW/cm².

La notable diferencia en la densidad de potencia entre los distintos equipos se debe principalmente a los siguientes factores:

- Cantidad de tubos distribuidos en dos zonas: Superior (tapa de cabina) e Inferior (superficie de apoyo del cuerpo).
- Horas que llevan funcionando los tubos al momento de la evaluación (los tubos por lo general se cambian a las 700 hs de uso, por decaer en intensidad).
- Potencia de los tubos fluorescentes (100 W, 140W, 160W).
- Potencia de las lámparas halógenas (500 W, 1000 W).
- Punto de medición

2.2. Equipo de Bronceado para zona Facial (el individuo está sentado)

Para estos equipos en donde el rostro se ubica entre los 30 y 35 cm de las lámparas, se registraron valores de densidad de potencia muy elevados, comprendidos entre 146 y 199 mW/cm².

Nuevamente, las diferencias en la densidad de potencia se debieron principalmente a los siguientes factores:

- Potencia de las lámparas halógenas (2000 W, 2250 W).
- Horas de funcionamiento de las lámparas al momento de la medición.
- Punto de medición (distribución en forma cóncava de las lámparas).
- Deterioro de los filtros de UV de alta energía presentes en el equipo.

2.3. Análisis de las mediciones respecto a la Exposiciones Máximas Permitidas

Se pudo observar ausencia de radiación UVC (la más dañina para el ser humano), pero se superaron los valores máximos establecidos por normas internacionales para una jornada de trabajo de 8 hs: para Ojos el límite es de 1000 mJ/cm² con UVA y se obtuvieron valores de 21.000 mJ/cm² en camas solares y de 90.000 mJ/cm² en equipos faciales, mientras que para Piel el límite es de 3 mJ/cm² de Irradiancia Efectiva, muy inferior a los 25 mJ/cm² obtenido a partir de considerar longitudes de onda de 310 nm en UVB y 360 nm en UVA, como resultado del análisis espectral de los tubos utilizados.

3. IRRADIANCIA EFECTIVA ERITEMICA







FOTOTIPO	EFEKTOS SOBRE LA PIEL	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	REFERENCIA
I	Individuos que presentan intensas quemaduras solares, prácticamente no se pigmentan nunca y se descaman de forma ostensible.	Individuos de piel muy clara, ojos azules, con pecas en la piel. Su piel, habitualmente no expuesta al sol, es blanco lechosa.	
II	Individuos que se queman fácil e intensamente, pigmentan ligeramente y descaman de forma notoria.	Individuos de piel clara, pelo rubio o pelirrojos, ojos azules y pecas, cuya piel, no expuesta habitualmente al sol, es blanca.	
III	Individuos que se queman moderadamente y se pigmentan.	Razas caucásicas (europeas). Piel blanca al no ser expuesta habitualmente al sol.	
IV	Individuos que se queman moderada o mínimamente, se pigmentan con bastante facilidad y de forma inmediata al ponerse al sol.	Individuos de piel blanca o ligeramente morena, pelo y ojos oscuros (razas mediterráneas, mongólicas, orientales). Piel habitualmente morena o algo morena.	
V	Individuos que se queman raras veces y se pigmentan con facilidad e intensidad; siempre presentan reacción de pigmentación inmediata.	Individuos de piel morena (amerindios, indostánicos, hispanos).	
VI	No se queman nunca y se pigmentan intensamente. Siempre presentan reacción de pigmentación inmediata.	Razas negras.	

Figura 1. Tipos de piel

La tabla 4 abarca hasta un índice UV de 15, por lo que a partir de un valor superior, se tendrá que considerar con mayor precisión los tiempos de exposición para cada tipo de piel (según se puede observar en Figura 1), debido a las elevadas dosis de irradiación.

Tabla 4. Tiempo de exposición continua de los distintos tipos de piel para que se presente el eritema

TIEMPO DE EXPOSICIÓN EN MINUTOS SIN PROTECCIÓN								
ÍNDICE UV		Irradiancia Efectiva eritémica mW/cm ²	FOTOTIPO					
			I	II	III	IV	V	VI
BAJO	1	0.02	90 - 180	150 - 240	180 - 290	270 - 360	350 - 530	530 - 900
	2	0.05	45 - 90	75 - 120	90 - 150	135 - 180	180 - 270	270 - 450
MEDIO	3	0.07	30 - 60	50 - 80	60 - 100	90 - 120	120 - 180	180 - 300
	4	0.10	22 - 45	37 - 60	45 - 75	67 - 90	90 - 135	135 - 225
ALTO	5	0.12	18 - 36	30 - 48	36 - 60	54 - 72	72 - 110	110 - 180
	6	0.15	15 - 30	25 - 40	30 - 50	45 - 60	60 - 90	90 - 150
MUY ALTO	7	0.17	13 - 26	21 - 34	26 - 43	38 - 51	50 - 75	75 - 130
	8	0.20	11 - 23	19 - 30	23 - 38	34 - 45	45 - 68	68 - 113
EXTREMO	9	0.22	10 - 20	17 - 27	20 - 33	30 - 40	40 - 60	60 - 100
	10	0.25	9 - 18	15 - 24	18 - 30	27 - 36	36 - 55	55 - 90
	11	0.27	8 - 16	14 - 22	16 - 27	25 - 33	33 - 50	50 - 82
	12	0.30	7.5 - 15	12 - 20	14 - 25	22 - 30	30 - 45	45 - 75
	13	0.32	7 - 14	11 - 18	13 - 23	21 - 28	27 - 41	41 - 70
	14	0.35	6.5 - 13	11 - 17	12 - 21	20 - 26	26 - 40	40 - 64
	15	0.37	6 - 12	10 - 16	12 - 20	18 - 24	24 - 36	36 - 60

La mayor contribución al Eritema (enrojecimiento de la piel como consecuencia de la exposición a la radiación ultravioleta) a nivel espectral, recae sobre la región comprendida entre los 305 y 310 nm de longitud de onda.

Debido a ello, se utilizó equipamiento específico de gran precisión para determinar la Irradiancia Efectiva Eritémica (I_{er}), medida en W/m^2 . Los valores obtenidos están comprendidos entre 0.06 y 0.60 W/m^2 . Al igual que los demás parámetros, este factor depende fuertemente de la potencia, cantidad y distribución de los tubos en el equipo.

Teniendo en cuenta los valores de los parámetros medidos en los equipos de bronceado, se determinaron los respectivos Índices UV máximos para cada uno de ellos. Los mismos están comprendidos entre 3.6 y 24. Utilizando la Tabla 4, podemos obtener los intervalos de Tiempo de Exposición Máximo, correspondientes a cada tipo de piel, que puede permanecer una persona sin protección antes de presentar eritema.

4. FILTROS PARA RADIACION NO IONIZANTE

4.1. Utilización de material filtrante de UV

Como consecuencia de los elevados valores de UVB y UVA encontrados en los equipos de bronceado artificial, se procedió a experimentar con diversos materiales para ser utilizados como filtros y poder así disminuir la densidad de potencia de los equipos y, con ello, la acción nociva sobre la salud de las personas.

Para las diferentes pruebas, se utilizó un tubo fluorescente PHILIPS CLEO UVA PROFESSIONAL de 100W de potencia, utilizado comúnmente en los equipos de bronceado, obteniéndose los siguientes resultados:

Tubo Philips CLEO Profesional 100 W de potencia

Sensor UVA + UVB

Formato de la medición	Potencia medida	Unidad	Porcentaje	Radiación atenuada (%)
Sin filtro	11.2 ±0.1	mW/cm ²	100	-
Filtro de 2 mm	9.3 ±0.1	mW/cm ²	83	17
Filtro de 3 mm	8.9 ±0.1	mW/cm ²	79	21
Filtro de 3 mm polarizado	3.6 ±0.1	mW/cm ²	32	68
Filtro de 2 mm + 3 mm	7.6 ±0.1	mW/cm ²	68	32

Sensor UVB

Formato de la medición	Potencia medida	Unidad	Porcentaje	Radiación atenuada (%)
Sin filtro	0.37 ±0.01	mW/cm ²	100	-
Filtro de 2 mm	0.1 ±0.01	mW/cm	27	73
Filtro de 3 mm	0.06 ±0.01	mW/cm ²	16	84
Filtro de 3 mm polarizado	0.01 ±0.01	mW/cm ²	3	97
Filtro de 2 mm + 3 mm	0.03 ±0.01	mW/cm ²	8	92

Irradiancia Efectiva Eritémica

Formato de la medición	Potencia medida	Unidad	Porcentaje	Radiación atenuada
Sin filtro	0.18±0.01	W/m ²	100	-
Filtro de 2 mm	0.01 ±0.01	W/m ²	6	94
Filtro de 3 mm	0	W/m ²	0	100
Filtro de 3 mm polarizado	0	W/m ²	0	100
Filtro de 2 mm + 3 mm	0	W/m ²	0	100

Se puede observar que tanto el filtro de 2 mm como el de 3 mm atenúan alrededor del 20% de la radiación UVA, un gran porcentaje (80%) de la UVB y reducen en más del 90% la Irradiancia Efectiva Eritémica, mientras que el polarizado de 3mm fue el de mayor efectividad en cuanto a la atenuación.

4.2. Análisis espectral

En la Figura 2 se presentan los espectros del tubo fluorescente Philips CLEO UVA Professional de 100 W de potencia, sin filtro (puro) y con filtros de 2 mm y 3 mm de espesor. Puede observarse que el tubo emite relativamente poca radiación del tipo UVB y nada de UVC. También se deduce que los filtros son efectivos para eliminar la radiación de alta energía, es decir de longitudes de onda bajas.

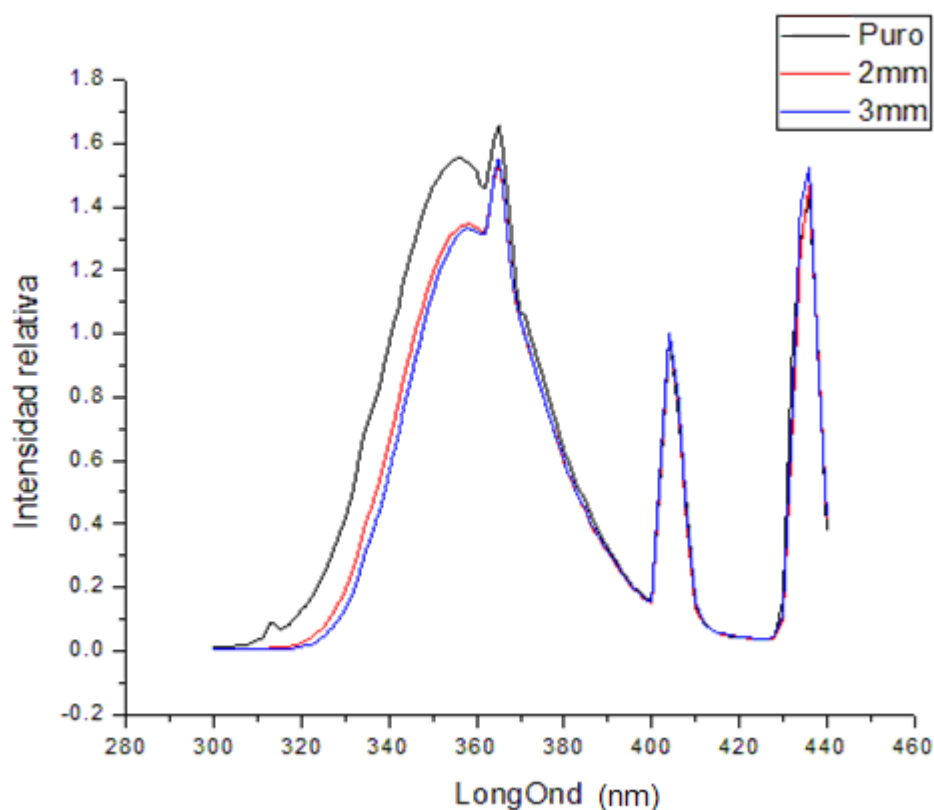


Figura 2. Intensidad relativa de la radiación para cada longitud de onda

En la Figura 3, se puede ver que ambos filtros eliminan prácticamente toda la radiación del tipo UVB y reducen muy poco la intensidad de UVA

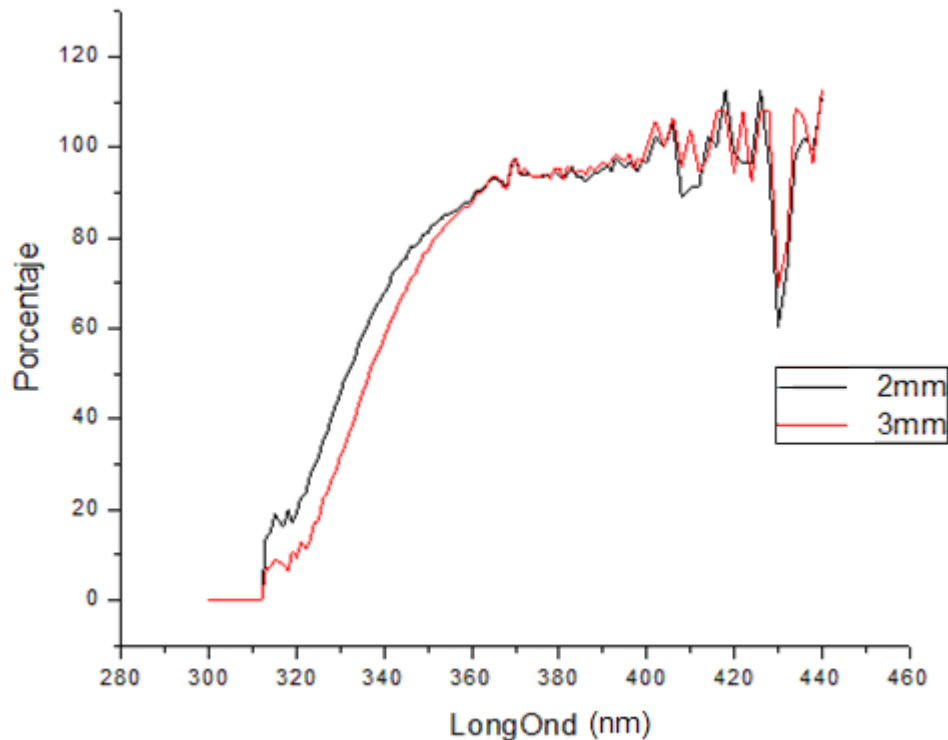


Figura 3. Porcentaje de radiación transmitida a través de los filtros

5. CONCLUSION

Del análisis de los espectros obtenidos utilizando diferentes espesores de filtros, se observa que las radiaciones UV que se reducen considerablemente y en algunos casos se eliminan, son las de menor longitud de onda (mayor energía), es decir las que contribuyen a un mayor efecto nocivo a largo plazo (melanoma) y a un mayor efecto biológico a corto plazo (eritema).

Por lo tanto, se recomienda a las autoridades públicas que corresponda, exigir a las empresas, que fabriquen tubos y lámparas para equipos de bronceado, con emisión de radiación en el rango de los UVA de mayor longitud de onda, menos efectivo para lograr un bronceado duradero pero muy beneficioso para disminuir el riesgo de efectos nocivos en la salud humana, a corto y largo plazo.

6. REFERENCIAS

1. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, *Protecting Workers from Ultraviolet Radiation*. ICNIRP 14/2007 .
2. WORLD HEALTH ORGANIZATION – International Agency for Research on Cancer , *Exposure to Artificial UV Radiation and Skin Cancer*, IARC 2006.

