

## Artículos originales

Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología

### Campos electromagnéticos de baja frecuencia y leucemia infantil en Ciudad de La Habana

Dr. Carlos Barceló Pérez,<sup>1</sup> Dra. Raisa Guzmán Piñeiro<sup>2</sup> y Dra. Niurka Taureaux Díaz<sup>3</sup>

#### RESUMEN

La hipótesis etiológica de la leucemia infantil, que adjudica a los campos electromagnéticos de baja frecuencia la inducción de esta enfermedad, continúa sin confirmación. Para esclarecer la posible influencia del componente magnético del campo electromagnético de baja frecuencia (ELF) en la vivienda, teniendo en cuenta el influjo de la radiactividad natural, se desarrolló un estudio de caso control en Ciudad de La Habana en el período comprendido de 1996 al 2000, a partir de la incidencia de leucemia infantil. Niños sanos y enfermos, respectivamente, fueron pareados por edad, escuela y sexo, seleccionados en el Registro Nacional de Cáncer. La varianza combinada del campo ELF y del perfil gamma mostró estructuras contrastadas en las viviendas de sanos y de enfermos, y se halló que el riesgo se incrementa con la intensidad del campo magnético. En el lugar y período estudiados, el componente magnético del campo ELF explicaría alrededor del 16 % de la incidencia y la dosis gamma equivalente a cerca del 3,0 de la leucemia infantil.

*Palabras clave:* Campos electromagnéticos de baja frecuencia, perfil gamma, leucemia infantil, cáncer, líneas de alta tensión eléctrica.

Hasta hace poco más de 100 años, la única fuente de campos electromagnéticos a la que se exponía el ser humano era la natural.<sup>1,2</sup> En los últimos años se ha producido un aumento de esta exposición (por el número y diversidad) a las fuentes de campos eléctricos y magnéticos (CEM) utilizadas con fines personales, industriales y comerciales.<sup>3</sup> Según sus efectos sobre la materia y los sistemas vivos, existen 2 tipos de radiaciones: las *ionizantes*, de frecuencias muy altas, como es el caso de los rayos X donde la energía de las ondas electromagnéticas puede provocar ionización, y las *no ionizantes*, de frecuencias más bajas, que son demasiado débiles para romper uniones químicas. Cuando las uniones químicas dañadas forman parte del material genético de las células, si este daño no es reparado puede conducir al cáncer o a defectos en el desarrollo.<sup>3</sup>

*Wertheimer y Leeper*<sup>4-6</sup> hablaron en 1979 por primera vez acerca de la posible influencia de la exposición a campos ELF sobre las leucemias infantiles. Los estudios epidemiológicos sobre el tema son insuficientes y controversiales.<sup>7,8</sup> Los campos ELF, de radiofrecuencia y microondas, se han relacionado con ciertos tipos de cáncer del sistema nervioso central, leucemia y cáncer mamario. *Henshaw* planteó en el año 2001 que las líneas de alta tensión pueden provocar leucemia infantil, cáncer de piel, cáncer

de pulmón y depresión. En el Reino Unido los campos ELF contribuyen a esta incidencia con una media de 8 casos de leucemia infantil relacionados con el transporte de electricidad, 400 de cáncer de pulmón, 9 000 de depresión y hasta 60 suicidios al año.<sup>9</sup> Se estudiaron en *Bethesda*, sin embargo, 638 niños con leucemia linfocítica aguda (LLA) y 620 controles con el fin de comprobar la influencia de los campos magnéticos generados por líneas de alta tensión cercanas a las casas donde vivían, lo que demostró que el riesgo de LLA infantil no estaba asociado con los niveles de campos magnéticos. (Falcón ME. Cáncer y campos electromagnéticos en Ciudad de La Habana, 1992-1996. Trabajo para optar por el título de Máster en Salud Ambiental. 1997. Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología, Ciudad de La Habana). El riesgo de LLA no se incrementó entre los niños cuyas viviendas se encontraban en la categoría más elevada de alta tensión.<sup>10-18</sup>

La Organización Mundial de la Salud conduce el proyecto internacional de campos electromagnéticos, con el objetivo de contribuir a esclarecer las evidencias del posible efecto de exposición a las zonas de frecuencia extendidas desde las microondas hasta el ELF (MINSAP. Dirección Nacional de Estadísticas. La Habana. Anuario Estadístico de Salud, FNUAP, UNICEF. 1998).

En Cuba, en el año 1994 se realizó un estudio sobre CEM en Ciudad de La Habana con el cual se obtuvieron estimaciones de las zonas de protección sanitaria y límites de construcción de los transmisores civiles de radiofrecuencias y microondas (MINSAP. Dirección Nacional de Estadísticas. La Habana. Anuario Estadístico de Salud. FNUAP, UNICEF. 1999). En 1997 se estudió la posible asociación entre el cáncer y los campos electromagnéticos, y se encontró una correspondencia entre las tendencias de perfil del campo eléctrico de emisores selectos y las tasas crudas de leucemia (MINSAP. Dirección Nacional de Estadísticas. La Habana. Anuario Estadístico de Salud, FNUAP, UNICEF. 2000). La LLA representa aproximadamente el 80 % de las leucemias pediátricas. En Cuba los tumores malignos constituyen la segunda causa de muerte, y la leucemia en menores de 15 años muestra durante los años 1996 al 2000 una incidencia de 518 casos para una tasa de 3,7 x 100 000 habitantes. Ciudad de La Habana es la provincia de mayor incidencia de la enfermedad y también la de mayor electrificación; por eso nos propusimos estudiar la posible asociación entre la exposición a los campos ELF en la vivienda y el riesgo de padecer leucemia infantil en este territorio en el período 1996-2000.

## MÉTODOS

Para contribuir a esclarecer si la exposición domiciliar a radiaciones electromagnéticas del tipo ELF provenientes de las líneas de transmisión eléctrica aéreas de alta tensión constituyen causas atribuibles a la leucemia infantil, se efectuó en Ciudad de La Habana un estudio epidemiológico combinado con diseño ecológico y caso-control (pareado uno a uno por edad, sexo y aula escolar). El universo fue totalmente incluido y se conformó con todos los casos diagnosticados y asentados en el Registro Nacional de Cáncer (RNC) del Instituto de Oncología y Radioterapia (INOR), correspondiente a Ciudad de La Habana, en el transcurso del período 1996-2000. Pérdidas muestrales del 9,8 %, sin embargo, fueron adjudicadas a los cambios de ambientes domiciliarios.

La definición de *caso* comprendió a los individuos debutantes de leucemia diagnosticados por el sistema nacional de salud e inscritos en el RNC en el período 1996-2000, residentes en Ciudad de La Habana, entre 0 y 15 años de edad al momento del diagnóstico, que se encontraran vivos o no hasta la fecha y que hubieran residido toda su vida en el mismo lugar, donde no existieran cambios importantes en la configuración eléctrica de la vivienda ni en las líneas de distribución del peridomicilio, se conservaran los equipos electrodomésticos originales y no se hubieran efectuado cambios constructivos en la vivienda desde el momento del diagnóstico de la leucemia.

Se definió como *control* a individuos que no padecieran la enfermedad, de igual edad y sexo, y que acudieran a la misma aula que el caso; que no hubieran efectuado cambios sustanciales en la configuración eléctrica de la vivienda y en las líneas de distribución del peridomicilio, así como en la conservación de los equipos electrodomésticos originales, sin cambios constructivos en la vivienda desde la fecha del diagnóstico de la leucemia en el caso, y que no residieran en la misma casa. Se excluyó de este grupo a individuos con antecedentes de otra enfermedad oncohematológica.

No obstante la operación con el universo de casos, la imposibilidad de abarcar a todos los pacientes sanos de la población introduce un margen de incertidumbre en la estimación de las razones de disparidad. Por considerar orientador el estudio, se estableció el nivel de confianza en 0,90. Se supone que el 80 % de los casos y alrededor del 60 de los sanos estarían expuestos a valores sobre un nivel de aceleración de incidencia y admiten que el efecto no es de umbral. Detectar una razón de disparidad de 1,1 en el diseño condicionado, de acuerdo con *McNemar*, conlleva una potencia del 80 %, con un control por caso.

Las variables independientes manejadas fueron la intensidad del campo magnético ELF y la dosis equivalente gamma de los ambientes de las viviendas habitadas por los enfermos y sanos. La selección del perfil gamma es consecuencia de que las radiaciones ionizantes actúan como riesgo estocástico de cáncer y de que se ha hipotetizado que partículas radiactivas se concentran en la periferia de los conductores (fuente ELF), lo que convertiría a la radiactividad de fondo en un factor de confusión.

Se calcularon las razones de disparidad (OR) crudas y ajustadas por factores de confusión, mediante modelos dicotómicos logísticos, tipos bivariados simples y con interacción, múltiples y con interacción, tanto condicionados como no condicionados, y se compararon su fortaleza y su eficacia. Fue comparada la estructura de los ambientes electromagnéticos y radiactivos de las viviendas de casos y controles, según las variables seleccionadas por método de autovectores. La relación lineal de los factores de riesgo con la incidencia de la enfermedad se abordó por análisis discriminante para clasificación.

Fue medido de modo isótropo la intensidad del campo magnético ELF [mG] en todas las habitaciones y del exterior (fachada-acera) de cada vivienda a una altura de 1,2 m sobre un plano horizontal paralelo al piso a lo largo de cada local, y se seleccionaron los siguientes descriptores estadísticos: intensidad máxima, intensidad mínima y moda del local. También fue medida la dosis equivalente gamma integral [mSv] en el centro de cada habitación y punto exterior (fachada-acera) en las casas habitadas por los controles y los casos. Las mediciones fueron efectuadas con los electrodomésticos en uso y con

los vanos de la edificación abiertos; se reportaron los valores de tendencia central y los extremos.

En el caso del perfil gamma, el sistema de medición estuvo compuesto por un medidor de tasa de dosis RNI 10R *Ragnar Nielsen AB*, una sonda externa de alta sensibilidad con base en un detector *Geiger-Müller Ragnar Nielsen AB*, un navegador GPS *Svee Eight* (Trimble) y una instalación *Jack Rabbit Single Board Computer*. El sistema fue operado como una unidad autónoma de medición de tasa de dosis con empleo de sonda externa. El tiempo de respuesta fue de 1 segundo y el rango de medición de 0,05 uSv/h-1 mSv/h. Se estima que el error relativo del sistema no excede el 10 %. Para el componente magnético del campo ELF, la medición se efectuó con un medidor de campo magnético RMS triaxial de auto-rango F.W. Bell, modelo 4090, con recorrido de 0,01 a 1 999 mG, en régimen de alta sensibilidad con incertidumbre del 5 % en cualquier ángulo y respuesta de frecuencia plana ( $\pm 10\%$ ) en la región de 40 a 400 Hz, bajo calibración por la ISO 9001.

Con la información recopilada se creó una base de datos con el empleo del programa D'Base Plus III. Para el procesamiento de la información se empleó el paquete SPSS 11.0, EpiInfo versión 3.0 - 2002, EpiDat versión 3.0 y MultiLR de la Fundación Ludwig (Br).

## RESULTADOS

*Contraste de los ambientes físicos de las viviendas de los enfermos y los sanos.* Los valores del campo magnético y del perfil gamma en las viviendas de los niños enfermos y en las de los sanos muestran tenores relativamente moderados. Al comparar los valores del campo magnético en todos sus descriptores estadísticos observamos pequeños, pero coherentes, incrementos en todos los locales de las viviendas de los enfermos en relación con las viviendas de los sanos, lo que se corrobora en la tabla 1. La dosis gamma muestra la menor razón de disparidad, no obstante ser la radiación ionizante un factor de riesgo más reconocido que el campo ELF. Al estudiar el papel del campo magnético y del perfil gamma en la leucemia según locales de la vivienda se aprecia que en todos los casos el conjunto de los locales de la vivienda opera como factor de riesgo de la leucemia infantil según los descriptores del campo magnético y del perfil gamma.

Tabla 1. Valores del campo ELF, del perfil gamma y razón de disparidad cruda no condicionada en el estudio pareado de casos y controles de leucemia infantil. Ciudad de La Habana 1996-2000

Casos y controles	Control	Caso - control	Rango	OR no condicionado
ELF mínimo [mG]	0,742	0,425	0,271-0,603	1,314
ELF modal [mG]	0,833	0,392	0,271-0,58	1,276
ELF máximo [mG]	1,105	0,404	0,137-0,75	1,184
Dosis gamma [mSV]	32,29	0,27	-0,24 a 0,72	1,03

Fuente: Procesamiento de datos primarios.

### **Colinealidades**

En nuestro diseño, el campo magnético es descrito por 3 variables y el perfil geofísico por 1, por lo que es importante valorar la colinealidad entre estas variables, que serían potenciales predictores independientes de los modelos. En todos los locales de las viviendas investigadas, los 3 descriptores del campo magnético están fuertemente correlacionados, lo que sugiere que no existe independencia en la información que estos aportan, por lo cual su número podría ser reducido y seleccionar el descriptor de máximo contraste entre casos y controles-fondo de campo magnético, o el promedio de los valores por locales del fondo del componente magnético del campo ELF.

La matriz de correlación de los valores mínimos (fondo) de campo magnético entre los distintos locales de la vivienda muestra coeficientes no inferiores a 0,556 (cocina, exterior) lo que resulta altamente significativo e indica la simetría del campo magnético en el conjunto de los ambientes de la vivienda. Esto conduciría a considerar el valor del campo magnético de un local testigo que refleje el campo magnético global o alternativamente seleccionar una tendencia central del conjunto de valores que en una vivienda pueden medirse. Atendiendo al número de datos y a la razón de disparidad, pudiera proponerse al fondo electromagnético del cuarto de baño como valor de campo ELF de referencia para la vivienda (banomin) o el valor promedio del campo medido en todos los sitios (promelf).

La matriz de correlación de Pearson del perfil geofísico de los distintos locales de la vivienda muestra valores no inferiores a 0,316 (cocina, habitación 2), lo cual es también fuertemente significativo, lo que sugiere la simetría del perfil gamma en los ambientes de la vivienda. Atendiendo al número de datos y a la razón de disparidad, el local de estar puede proponerse como referente para reflejar el perfil geofísico de la vivienda (ionestar). También alternativamente pudiera tomarse la media de los puntos medidos en la vivienda (promion). De todo esto se infiere que cada vivienda tiene un clima electromagnético y radiactivo, que es peculiar del conjunto de todos sus ambientes.

El campo ELF de fondo de los baños de las viviendas tiende a ser algo mayor en las casas de los enfermos. El 27,8 % de estos casos presenta un valor de campo magnético en los baños de sus viviendas sobre la media general (0,8 mG) mientras un 75,5 de los sanos presenta valores de campo magnético por debajo de la media general. En relación con la dosis gamma en las salas de las casas, con menos certidumbre se puede arribar a una conclusión análoga.

*Análisis de componentes principales (autovectores).* La relación entre el campo ELF y el perfil gamma es débil, lo que se percibe en la correlación entre banomin e ionestar ( $r: 0,08$ ). Algo coincidente sucede entre promion y promelf, lo que sugiere que el perfil gamma no estaría asociado al campo ELF. Esto se corrobora mediante el análisis de componentes principales que apunta, según la tabla 1, a que la varianza del campo ELF se estructura mayormente por el autovector 1, en tanto la varianza del perfil gamma se estructura principalmente según el autovector ortogonal 2 (al comparar rangos).

La tabla 2 muestra diferencias en la composición de la varianza combinada del campo ELF y el perfil gamma con matices distintivos entre los sanos y los enfermos. La proporción de varianza comparable para sanos y enfermos se distribuye en 2 autovectores en los enfermos, en tanto precisa de 3 autovectores en los sanos, lo que sugiere una diferente composición de los campos de información de los ambientes físicos que enfrentan estos 2 grupos de niños.

Tabla 2. Análisis de componentes principales para valores de fondo del campo ELF y el perfil gamma del estudio pareado de casos y controles de leucemia infantil. Ciudad de La Habana 1996 - 2000.

		General	Casos	Controles
Autovalor 1		4,752	5,045	4,132
(varianza acumulada)		(47,521)	(50,447)	(41,315)
Autovector 1	Rango ELF	0,79/0,931	0,814/953	0,720/0,895
	Rango gamma	-0,058/0,13	-0,183/0,149	-0,242/0,215
Autovalor 2		2,497	2,712	2,411
(varianza acumulada)		(72,489)	(77,570)	(65,425)
Autovector 2	Rango ELF	-0,32/0,038	-0,103/0,116	-0,195/0,131
	Rango gamma	0,690/0,837	0,777/0,856	0,636/0,833
Autovalor 3				1,118
(varianza acumulada)				(76, 606)
Autovector 3	Rango ELF			-0,590/0,550
	Rango gamma			-0,295/0,263

Fuente: Procesamiento de datos primarios.

### Análisis discriminante

Dada la independencia del campo ELF en relación con el perfil gamma, valoramos la contribución sumativa de estas variables en la clasificación de los sujetos. En la tabla 3 se constata que los parámetros del análisis discriminante atribuidos al campo ELF y obtenidos por método de regresión lineal y análisis canónico, marcan una contribución a la clasificación de enfermos y sanos más sólida que la que ofrece el perfil gamma.

Tabla 3. Modelos regresivo y canónico de análisis discriminante del estudio pareado de casos y controles de leucemia infantil.. Ciudad de La Habana 1996 - 2000

Modelo regresivo			Modelo canónico		
	b	b <sup>1</sup>	Función	Matriz	Centroide
Banomin	0,110	0,113	0,770	0,815	Control: -0,151
lonestar	0,022	0,086	0,582	0,641	Caso: 0,145
Constante	-0,756		Autovalor 0,022		
R	0,148		0,148		
Promelf	0,143	0,160	1	1	
Promion	0,021	0,060		0,024	
Constante	-0,817		Autovalor 0,027		
R	0,173		0,162		

b: Coeficiente de regresión; b<sup>1</sup>: Coeficiente estandarizado.

Fuente: Procesamiento de datos primarios.

### Evaluación del riesgo

La evaluación del riesgo se ha desarrollado por el cálculo de modelos logísticos dicotómicos condicionados y no condicionados. La prueba de verosimilitud (-2 log verosimilitud) resultó unánime al identificar los modelos condicionados como de mejor ajuste que los no condicionados. El mejor predictor de incidencia de leucemia es el campo magnético promedio de fondo de la vivienda. En cuanto a modelos múltiples, encontramos que aquel calculado para las variables independientes (campo eléctrico promedio, perfil gamma promedio) muestra mayor eficacia por el significado congruente de sus coeficientes. Este sería el modelo condicional seleccionado para el cálculo de las medidas de asociación epidemiológica.

Las variables *promelf* y *promion* que caracterizan el campo ELF y el perfil gamma respectivamente son continuas, por lo que la razón de disparidad resulta una función de la intensidad del ELF y de la dosis gamma. En la figura 1 presentamos el gradiente de la razón de disparidad en función de la intensidad del campo ELF, en tanto en la figura 2 se muestra el gradiente de la razón de disparidad en función de la dosis equivalente gamma. En ambos casos se aprecia la no linealidad de la dependencia del riesgo con la exposición, y se corresponden valores más altos del estresor con un aumento marcado de la probabilidad de enfermar.

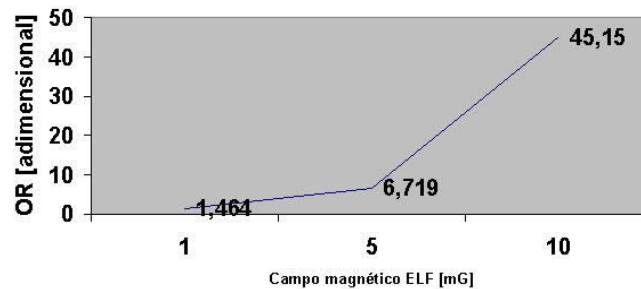


FIG. 1. Razones de disparidad (OR) de leucemia infantil según campo magnético ELF.

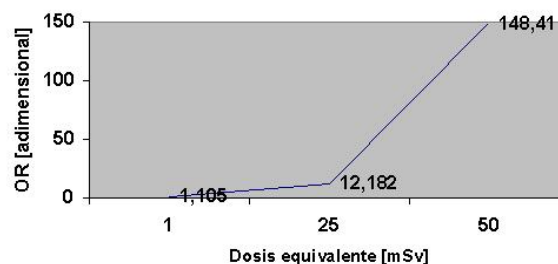


FIG. 2. Razones de disparidad (OR) de leucemia infantil según perfil gamma.

Si se considera como *dato de exposición* el promedio de los campos ELF y del perfil gamma de las viviendas de los enfermos, y como *no exposición* el promedio del campo ELF y perfil gamma de los sanos, la razón de disparidad estimada de forma combinada por el modelo seleccionado es 1,218.

Teniendo en cuenta la población expuesta, si en el quinquenio estudiado las viviendas de los enfermos hubieran presentado los tenores de campo ELF y perfil gamma en tendencia central igual a la de los sanos, entonces se hubieran presentado 6 incidencias menos de leucemia por el campo ELF, lo que se corresponde con el 16,2 % de la incidencia real de leucemia infantil y también se hubiera evitado un caso por el perfil gamma, lo que se corresponde con el 2,7 % de incidencia de la leucemia infantil en cada millón de niños potencialmente expuestos.



Se concluye que con tenores moderados basales de radiación gamma y campo ELF en el conjunto de todas las viviendas estudiadas se perciben pequeñas, pero coherentes, más altas intensidades de radiaciones ionizantes y campos de frecuencia muy baja en las viviendas de los enfermos en relación con las de los sanos. Las viviendas estudiadas presentan un clima ELF y gamma que le es peculiar en intensidades de modo individual en el conjunto de sus ambientes interiores y peridomicilio, donde resulta que la estructura combinada global del campo ELF y el perfil gamma contrastan entre las viviendas de los enfermos y de los sanos; sin embargo, es común la falta de correspondencia entre la dosis ionizante y el campo magnético alterno de muy baja frecuencia. El modelo lineal clasifica débilmente casos y controles, pero aún el aporte más sensible a la discriminación se adjudica al campo ELF. Gradientes no lineales de la razón de disparidad, calculados desde modelos logísticos múltiples condicionados sin términos interactivos, muestran que el riesgo se incrementa con la intensidad del CEM. En el lugar y período estudiados, el componente magnético del campo ELF explicaría alrededor del 16 % de la incidencia y la dosis gamma equivalente a cerca del 3 % de la leucemia infantil.

## **SUMMARY**

### **Low frequency electromagnetic fields and childhood leukemia in the City of Havana**

The etiological hypothesis of childhood leukemia that relates low frequency electromagnetic fields to the induction of this disease is still unconfirmed. In order to clarify the possible influence of the magnetic component of low frequency electromagnetic field (ELF) on the house, taking into account the natural radioactivity inflow, a case-control study was carried out in the City of Havana from 1996 to 2000, on the basis of childhood leukemia incidence. Healthy and sick children were respectively matched by age, school and sex, being all the cases selected from the National Registry of Cancer. The combined variance of ELF electromagnetic field and gamma profile showed contrasting structures in the houses of healthy and of sick children, and it was found that the risk increases with the electromagnetic field intensity. In the studied period and place, the magnetic component of the ELF electromagnetic field would account for approximately 16 % of leukemia incidence as well as the gamma dose equivalent to 3 % of childhood leukemia cases.

*Key words:* Low frequency electromagnetic fields, gamma profile, childhood leukemia, cancer, high-voltage electrical wiring.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. De Castro SP, Gonzáles CP. Estudio sobre posibles trastornos de la reproducción en personal laboralmente expuesto a campos electromagnéticos. *MARFRE MEDICINA*. 2003;14(2):97-111.
2. Colegio Oficial de Físicos. Origen, efectos y riesgos de las radiaciones ionizantes. Informe UNSCEAR-2000. Disponible en URL: <http://www.unscear.org/2000vol1.htm>
3. De la Peña, Pastor VJM, Ruiz GMJ, Martínez MM. Riesgo laboral y residencial por exposición a campos electromagnéticos. *MAPFRE MEDICINA*. 2002;13(3):205-13.

4. Stronati L, Testa A, Villani P, Marino C, Lovisolo GA, Conti D, et. al. Absence of genotoxicity in human blood cells exposed to 50 Hz magnetic fields as assessed by comet assay, chromosome aberration, micronucleus and sister chromatid exchange analyses. *Bioelectromagnetics*. 2004;25(1):41-8.
5. Wertheimer N, Leeper E. Electrical wiring configuration and childhood cancer. *Am. J Epidemiol*. 1979;109:273-84.
6. Pira E. Efectos biológicos de la exposición a los campos electromagnéticos: introducción. *Mol Interno De J Med*. 2003;12(3):349-54.
7. Touitou Y. Evaluation of effects of electric and magnetic fields in humans. *Ann Pharm*. 2004;62(4):219-32.
8. Magnani C. Risk of childhood leukemia and environmental exposure to ELF electromagnetic fields. *G Ital Med Lav Ergon*. 2003;25(3):373-5.
9. Hone P, Edwards A, Halls J, Cox R, Lloyd D. Possible associations between ELF electromagnetic fields, DNA damage response processes and childhood leukemia. *Br J Cancer*. 2003;88(12):1939-41.
10. Van Wijngaardene E, Savitz DA, Klecner RC, Cai J, Loomis D. Exposure to electromagnetic fields and suicide among electric utility workers: A nested case-control study. *Occup Environ Med*. 2000;57(4):258-63.
11. Forssén UM, Feytching M, Rutqvist LE, Floderus B, Ahlbom A. Occupational and residential magnetic field exposure and breast cancer in females. *Epidemiology*. 2000;11(1):24-9.
12. Caplan LS, Schenfeldb ER, Oleary ES, Leske MC. Breast cancer and electromagnetic fields. A review. *Epidemiology*. 2000;10(13):131-44.
13. Infante-Rivard C, Deadman JE. Exposición ocupacional materna a los campos magnéticos de la frecuencia extremadamente baja durante embarazo y leucemia de la niñez. *Cáncer Del Br J*. 2003;88(12):1939-41.
14. World Health Organization. Establishing a dialogue on risks from electromagnetic fields. World Health Organization. Geneva. 2002.
15. Hernández Escrivá J, Barceló Pérez C. Análisis del campo electromagnético en Ciudad de La Habana. *Rev Cubana Hig Epidemiol*. 1996;34(2):130-9.
16. Cayado GN, Muñiz FA, Gonzáles AO, Svarch GE, Martínez AG. Estudio del reordenamiento molecular de los genes TEL/AML1 en la leucemia linfocítica aguda. Resultados preliminares. *Rev Cubana Hematol Inmunol Hemoter*. 2000; 16(3):206-10.
17. Milánes RMT, Hernández RP, Svarch GE, Martínez AG, Ballester SJM. Frecuencia de la leucemia promielocítica en Cuba. *Rev Cubana Hematol Inmunol Hemoter*. 2001;17(1):49-54.
18. Sociedad Americana del Cáncer (American Cancer Society). Prevención y factores de riesgo (leucemias en niños). [citado 18 Dic 2003 [14 pantallas]. Disponible en: URL:  
[http://www.cancer.org/docroot/esp/content/esp\\_5\\_1x\\_prevencion\\_y\\_factores\\_de\\_riesgo\\_24.asp.html](http://www.cancer.org/docroot/esp/content/esp_5_1x_prevencion_y_factores_de_riesgo_24.asp.html)

Recibido: 8 de julio de 2005. Aprobado: 25 de septiembre de 2005.

Dr. *Carlos Barceló Pérez*. Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología. Calle Infanta entre Clavel y Llinás, Ciudad de La Habana, Cuba.

<sup>1</sup> Doctor en Ciencias Naturales y en Ciencias Físicas. Profesor Titular, Investigador Titular.

<sup>2</sup> Especialista de I Grado en Medicina Familiar y de II Grado en Higiene y Epidemiología. Máster en Salud Ambiental. Investigador Agregado.

<sup>3</sup> Especialista de I Grado en Medicina Familiar. Máster en Salud Ambiental.