

Artículos originales

Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología

Estudio caso-control sobre factores de riesgo de la leucemia infantil en Ciudad de La Habana

[Dra. Raisa Guzmán Piñeiro,¹ Dr. Carlos Barceló Pérez,² Dra. Niurka Taureaux Díaz,³ Dr. Gabriel Reyes Secades⁴ y Lic. Isabel Moncada Rodríguez⁵](#)

Resumen

Ante hallazgos controversiales en la bibliografía, se realizaron investigaciones sobre la relación entre los campos electromagnéticos de baja frecuencia y la salud. El objetivo fue evaluar la posible asociación entre la exposición residencial a campos electromagnéticos por líneas de alta tensión y el riesgo de padecer leucemia durante la infancia en la Ciudad de La Habana en el período de 1995-2000. El universo estuvo constituido por el total de niños que fueron diagnosticados con la enfermedad. El componente ecológico del estudio permitió explorar las relaciones entre las tasas de afección e indicadores de electrificación del territorio. El componente caso-control se desarrolló para precisar causas atribuibles y controlar factores de confusión. Se seleccionó aleatoriamente igual número de individuos pareados 1:1 de la misma edad, escuela y sexo, como grupo control. Los datos se obtuvieron del Registro Nacional de Cáncer del Instituto de Oncología y Radioterapia. Los factores de sesgo estuvieron representados por el grado de movilidad del residente, la memoria, la prevaricación y factores coyunturales. Los campos electromagnéticos actuarían como factores de riesgo de leucemia infantil de acuerdo a los resultados de regresión en escala ecológica y en el estudio caso-control, por el empleo de correspondencias múltiples, análisis discriminante y regresión logística. Se constituyeron en otros factores de riesgo, el humo del tabaco en el embarazo, antecedentes de cáncer en familiares lejanos y la exposición a tóxicos ambientales.

Palabras clave: Campos electromagnéticos, líneas de alta tensión eléctrica, redes eléctricas, transformadores, cáncer, leucemia, tabaco, tóxicos ambientales, embarazo.

Introducción

La comunidad está expuesta a una compleja diversidad de campos electromagnéticos (CEM) de diferentes frecuencias, presentes en el medio ambiente local. La exposición es cada vez mayor, en la medida que la tecnología continúa avanzando y que se crean nuevas aplicaciones. La aceleración de las cargas eléctricas producen emisiones de campos electromagnéticos. Las frecuencias de transmisión comercial de potencia eléctrica corresponden a las conocidas como muy bajas -50/60 Hz (ELF)^{1,2} y las líneas aéreas de alta tensión constituyen una de las fuentes más relevantes de ELF.

Las ondas electromagnéticas interactúan con los humanos fundamentalmente a través de la transducción de la energía en calor, pero en las más bajas frecuencias se inducen corrientes de Foucault en los órganos de los seres vivos. En los últimos veinte años ha aumentado la preocupación de la población ante la posibilidad de que la exposición a

campos eléctricos y magnéticos de frecuencias extremadamente bajas den lugar a efectos patológicos.

En el hogar, la intensidad de los campos eléctricos y magnéticos dependerá de diversos factores, como la distancia a que se encuentren las líneas de suministro de la zona, el número y tipo de aparatos eléctricos que se utilicen, o la configuración y situación de los cables eléctricos en la vivienda. En la mayoría de los electrodomésticos utilizados, los campos eléctricos no suelen ser mayores de 500 V/m, en tanto que los campos magnéticos no sobrepasan, por lo general, los 150 μ T. En ambos casos, estos niveles pueden ser bastante mayores a muy corta distancia, pero disminuyen rápidamente al alejarse.²⁻⁴

La Organización Mundial de la Salud (OMS) está examinando los aspectos sanitarios de esta situación en el marco de su Proyecto Internacional sobre los Campos Electromagnéticos. Es necesario determinar claramente las posibles consecuencias sanitarias y, si se considera procedente, habrá que adoptar las medidas paliativas apropiadas. Los resultados de las investigaciones actuales son frecuentemente contradictorios en cuanto al significado clínico.²

En Cuba los tumores malignos constituyen la segunda causa de muerte, mostrando la leucemia en menores de 15 años durante los años 1995 al 2000 una incidencia de 518 casos para una tasa de 3,7 x 100 000 habitantes,⁵⁻⁹ siendo Ciudad de La Habana la provincia de mayor incidencia y de mayor electrificación. Por esta razón, se propuso identificar la posible asociación entre la exposición residencial a campos electromagnéticos ELF y el riesgo de contraer leucemia durante la infancia en este período en la capital del país.

Métodos

Para alcanzar el objetivo propuesto se ha llevado a cabo un estudio epidemiológico combinado de componentes descriptivo, ecológico y de caso-control.

Estudio descriptivo. Para considerar la situación nacional y en particular de la Ciudad de La Habana, se realizó una revisión de la incidencia de leucemia infantil según registros de la Oficina de Estadísticas de la Direcciones Nacional y Provincial de Salud Pública, valorando la tendencia temporal y las tasas brutas por provincias.

Estudio ecológico. En todos los municipios de la ciudad se calcularon las tasas de incidencia de leucemia en el período 1995-2000 en pacientes de ambos sexos no mayores actualmente de 20 años, independientemente que hubieren logrado sobrevivir o no, incluidos en el Registro Nacional de Cáncer y que residiesen en el mismo sitio durante toda su vida. Se calcularon índices de electrificación urbana de los territorios, expresados como concentración de transformadores y de líneas de transmisión eléctrica de alta tensión según voltajes y presencia de fuentes incidentales de radiación de CEM en el área, con interés en los elementos que han permanecido estables en los últimos 10 años. Se establecieron regresiones con variable dependiente en la incidencia de leucemia infantil por territorio de residencia y variables explicativas relacionadas a las fuentes de radiación ELF. Los criterios para el empleo de modelos regresivos consideraron el análisis de la colinealidad de las variables independientes.

Estudio caso-control. Para identificar el papel de las posibles causas atribuibles de la leucemia infantil en la Ciudad de La Habana; particularmente la exposición domiciliar a radiaciones electromagnéticas del tipo ELF provenientes de las líneas de transmisión eléctrica aéreas de alta tensión, se efectuó un diseño pareado uno a uno, por edad, sexo y aula escolar. El universo se conformó con los siguientes criterios de inclusión: todos los casos diagnosticados de leucemia y asentados en el Registro Nacional de Cáncer (RNC) del Instituto de Oncología y Radioterapia (INOR) correspondientes a la Ciudad de La Habana en el período 1995-2000, de ambos sexos y con edades comprendidas entre 0 y 15 años al momento del diagnóstico, que hallan sobrevivido o no a la fecha y que hallan residido toda su vida en el mismo punto de la ciudad, en la condición de ausencia de cambios sustanciales de la configuración eléctrica de la vivienda y de las líneas de distribución del peridomicilio, así como la conservación de los electrodomésticos originales, sin cambios constructivos y de materiales desde el momento del diagnóstico de la leucemia en el caso.

Se definió como criterio de inclusión para el control a individuos de análogo estrato de edad (años cumplidos), sexo y que acudiesen a la misma aula que el caso, en la condición de ausencia de cambios sustanciales de la configuración eléctrica de la vivienda y de las líneas de distribución del peridomicilio, así como la conservación de los electrodomésticos originales, sin cambios constructivos y de materiales desde el momento del diagnóstico de la leucemia en el caso. Además de que no padecieran la enfermedad y que no residiesen en la misma casa. Como criterio de exclusión de este grupo: individuos con antecedentes de enfermedad oncohematológica o infectocontagiosa. No obstante operar con el universo de casos, la imposibilidad de abarcar a todos los sanos de la población introduce un margen de incertidumbre en la estimación de las razones de disparidad. Considerando orientativo el estudio, se estableció el nivel de confianza en 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 admitiendo que el efecto no es de umbral. Detectar una razón de disparidad de 1,1 en el diseño condicionado, de acuerdo a McNemar, conlleva una potencia del 80 %, considerando un control por caso.

Se determinaron de modo bivariado las razones de disparidad (OR) de un conjunto de potenciales factores etiológicos de riesgo según percepción. Controladas las variables de pareo (edad, sexo, aula escolar), adicionalmente se consideraron los factores etiológicos de la susceptibilidad individual, expresados en los antecedentes familiares y personales, humo del tabaco en el hogar, virus de la hepatitis B, asistencia a círculo infantil, nivel socioeconómico dado en el número de electrodomésticos en la vivienda y la habitación y campos electromagnéticos por líneas de alta tensión, redes eléctricas interiores desprotegidas y transformadores. Para la recolección de la información se elaboró una encuesta al efecto. Se empleó un instrumento de 32 ítems, validado y ajustado por pilotaje y dividido en nueve bloques temáticos.

Se obtuvieron los OR crudos condicionados y no condicionados, según modelo logístico, para todas las variables independientes. Posteriormente, se realizó un análisis de correlación y luego, de correspondencias múltiples para contrastar la estructura del CEM entre casos y controles y a continuación clasificación de casos y controles mediante técnicas discriminantes triangulando el resultado según el análisis de la distancia de Mahalanobitz y modelo regresivo.

Para ajustar factores de confusión, se empleó regresión logística dicotómica múltiple condicionada y no condicionada, en dos variantes modelo múltiple general y modelos *paso a paso* progresivo en la aproximación no condicional junto a un modelo selectivo para $p < 0,25$ en las variables independientes en la aproximación condicional. La bondad de ajuste se valoró por la máxima verosimilitud y se evaluó la colinealidad como criterio de validez.

El criterio OR fue asumido como condicional en los casos de no consistencia de los resultados de los modelos y no condicional en hallazgo posible de consistencias. Sesgos de memoria, movilidad, cambios de ambiente físico, prevaricación y factores coyunturales fueron considerados.

Resultados y discusión

Aproximación contextual

Ciudad de La Habana presenta el mayor número de casos de leucemia en el grupo de edades mayores o igual a 15 años y es la primera provincia del país en el número de fallecidos para todas las edades; lo cual pudiera deberse a la mayor concentración de población y/o a los factores de riesgo diferenciados en este territorio (mayor electrificación, urbanización e industrialización). La leucemia en Cuba ha presentado fluctuaciones con una propensión a incrementarse en el tiempo según los anuarios estadísticos del Ministerio de Salud Pública. Considerando la alta electrificación del territorio, es deseable esclarecer la influencia de los campos electromagnéticos como posible agente etiológico de leucemia infantil en la Ciudad de La Habana, lo cual justifica el enfoque ecológico en correspondencia al debate de la literatura.10-12,14-16

Aproximación ecológica

Para la evaluación de las relaciones ecológicas se utilizó regresión lineal múltiple progresiva paso a paso, utilizando F de entrada de 0,05 y F de salida de 0,10 para la inclusión/exclusión de variables. La fortaleza de enlaces se explora a tenor de los coeficientes de correlación de orden cero (ρ_0) y parciales, resultando satisfactoria al nivel 0,05. El modelo se parametriza según los coeficientes de regresión y errores típicos. La relación ecológica parece mejor definida en el caso de la densidad territorial de las líneas de 110 y 13,8 kV, observándose una discreta relación lineal proporcional entre los indicadores de electrificación por municipios (Kilómetros de líneas/área de 34,5 kV, 220 kV y el número total de transformadores) y las tasas de incidencia de leucemia infantil y juvenil, lo que se ilustra en la figura 1. Los transformadores contribuirían de manera débil, pero inversamente proporcional a la incidencia de leucemia. De acuerdo a los coeficientes de correlación múltiple (ρ), en el modelo de la metrópoli 23 % de las tasas son adscribibles a los índices de electrificación.

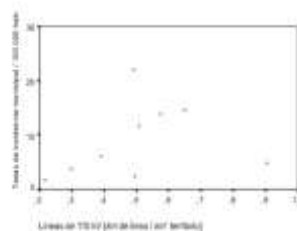


Fig. 1. Relación entre los indicadores de electrificación y las tasas de incidencia de leucemia infantil y juvenil.

Aproximación caso-control

Del total de casos diagnosticados, las pérdidas muestrales representaron 11 % debido a la migración interna y externa, operándose con 110 sujetos de estudio. Al analizar la distribución de casos según sexo predominó el sexo femenino (54,4 %) sobre el masculino y la leucemia linfoblástica aguda (LLA). Estos resultados coinciden con otros estudios, como el tipo de hemopatía más frecuente en la infancia,¹⁷ y muestran ser la segunda causa de muerte en este período de la vida.¹⁸ Las edades entre 8 y 14 años, concentran 63 % de la incidencia. Con antecedentes de síndrome de Down se encontraron 3,5 % de los casos y 0 % en los controles, las afecciones respiratorias estuvieron presentes en 45,6 % de los casos y en los controles 28,1 %, las enfermedades digestivas representaron 5,3 % de enfermos, y 1,8 % en los sanos, el cáncer en familiares cercanos fue de 38,6 % en los casos y 26,3 % en los controles, el cáncer en familiares lejanos se comportó con 56,1 % y 28,1 %, respectivamente; 66,7 % de los casos estuvieron expuestos a tabaquismo en el embarazo y luego del nacimiento 63,2 % y en los controles 45,6 % se expuso al tabaco antes de nacer y 61,4 % luego del nacimiento.

Variables individuales (asociaciones crudas)

Al analizar comparativamente los resultados de las razones de disparidad (OR) pareada y no pareada encontramos consistencia con los antecedentes de enfermedades respiratorias, digestivas, cáncer en familiares cercanos, cáncer en familiar lejano, crónicas no transmisibles, exposición a radiaciones ionizantes en el embarazo, en condiciones posparto a líneas eléctricas, a transformadores eléctricos, redes eléctricas protegidas o no, antecedentes personales de hepatitis, exposición a tóxicos ambientales y acudir a círculo infantil. Con la singularidad de que el antecedente de enfermedades crónicas no transmisibles en la familia tiene un comportamiento protector, el resto de las variables indican ser factores de riesgo (FR) por los valores que toma el OR. Se halló más riesgo para las variables enfermedades respiratorias, digestivas, cáncer en familiares cercanos, hepatitis, exposición posparto a radiaciones ionizantes, líneas y transformadores.

Los factores de riesgo descritos para la aparición de leucemia se han relacionado con el estilo de vida (alimentación, fumar e ingerir bebidas alcohólicas en exceso). Los factores relacionados con el estilo de vida son los menos importantes en el riesgo de cáncer infantil.¹⁹ Los factores de riesgo genéticos hacen que los niños nazcan con un sistema inmunológico deficiente. Estos aspectos no fueron posibles de corroborar en los casos estudiados. Según la literatura, los niños con síndrome de Down tienen 15 veces más probabilidades que otros niños de contraer la LLA.¹⁹⁻²¹ En el estudio, el síndrome de Down no parece haber influido en la aparición de leucemia.

En cuanto a los factores de riesgo ambientales, han sido referidas las influencias de la radiación y los productos químicos del entorno.^{19,22} La exposición del feto a una radiación intensa dentro de los primeros meses puede implicar un riesgo hasta cinco veces mayor de contraer la enfermedad.¹⁹ En este estudio, al evaluar la acción independiente de los factores sobre la incidencia de leucemia, se corrobora el posible

riesgo de los factores químicos ambientales, especialmente el humo del tabaco en el embarazo.

Variables agrupadas o combinadas

El análisis de los enlaces de las variables, que reflejan los posibles factores de riesgo, se efectúa a la luz de la matriz de correlación de orden cero (ρ_0) Las correlaciones de interés en la matriz de Pearson para casos y controles toman como valor de referencia una $R \geq |0,2|$ significativa a 0,95 para la N estudiada. El 84 % de las correlaciones no resultan significantes de forma coincidente ni en los casos ni en los controles. Ello sugiere predominio de la ausencia de colinealidad entre los posibles factores de riesgo.

En la situación de los casos, las más fuertes correlaciones obtenidas aparecen en grupos de variables, en lo fundamental relacionadas con el campo electromagnético y la exposición a tóxicos ambientales antes y después del embarazo. Para los controles las correlaciones más fuertes se dan en la exposición a equipos electrodomésticos totales (interpretado como nivel de vida) y las exposiciones a tóxicos ambientales antes y después del embarazo, seguido de la exposición a líneas eléctricas.

Reducción de la dimensionalidad de las variables del campo eléctrico

De lo anterior se deriva que de los grupos de variables correlacionadas entre sí, de particular interés resultan las variables exposición a CEM en el trabajo de la madre, exposición a CEM en la vivienda, exposición a líneas eléctricas, exposición a transformadores y redes eléctricas descubiertas; lo cual conforma un escenario de campo electromagnético pentadimensional, que constituye 16 % del total de las variables estudiadas.

Para poder reducir esa multidimensionalidad y hacerla racionalmente aprehensible, se propuso estudiar la estructura del conjunto de variables que definen el campo de variación, mediante la definición de dos variables ortogonales que describan la mayor parte de la varianza que estas cinco variables originales contienen.

Fue aplicado el escalamiento óptimo por el método de los mínimos cuadrados alternantes según variables nominales múltiples en aras de explorar la homogeneidad (análisis de las correspondencias múltiples), con lo cual se obtienen dos componentes principales de las variables analizadas. Los autovalores asociados a las nuevas variables son 0,399 para la primera dimensión y de 0,347 para la segunda ($s_{total}=0,746$). Lo que indica que estas dos nuevas variables explican más de la mitad de la variación que introducen las cinco variables iniciales.

La distribución de las medidas de discriminación por el método del escalamiento óptimo, mediante los componentes promedio de los campos ELF en dos dimensiones ortogonales vinculadas a los ambientes físicos en los cuales se ubicaron los casos, explica cerca del 70 % de las variaciones halladas. Desde el punto de vista de los controles, análogamente la distribución de las medidas de discriminación en dos variables ortogonales acogen más de la mitad de la varianza. Se observa que la estructura del CEM cambia del ambiente de los casos al ambiente de los controles, como resultado esencial.

Clasificación de casos y controles

Para identificar cuáles variables del conjunto total son más capaces de efectuar la discriminación de los casos y los controles se utilizaron dos modelos basados en la distancia de Malahanobitz y el modelo de regresión discriminante paso a paso, el cual se establece bajo los criterios de introducir variables con una probabilidad (p) de F menor o igual que 0,05 y extraer variables con una probabilidad (p) de $F \geq 0,10$.

De acuerdo a la regresión paso a paso, se ha llegado a un modelo de tres variables independientes que son antecedentes de cáncer en familiar lejano, exposición a redes eléctricas y campos electromagnéticos en la vivienda. El análisis de varianza de la regresión arroja una F de 7,676 (3,110 g/L) lo cual resulta significativo a un nivel mejor que 0,01.

Con el modelo discriminante canónico se explica 67,7 % de los datos para la Habana Metropolitana. Ambos modelos (regresión discriminante paso a paso y el modelo de la distancia de Malahanobitz) coinciden al extraer las mismas variables para la discriminación. Aunque los modelos no se diseñan para inferencias, se utilizan pruebas de hipótesis para examinar su relativa fortaleza, destacándose la correspondencia de los dos algoritmos al identificar las variables del campo eléctrico y el antecedente de cáncer familiar cercano como las principales variables descriptoras de los casos y los controles.

Modelación del riesgo

Con el fin de determinar los OR ajustados por factores de confusión se aplicaron modelos logísticos dicotómicos (pareados y no pareados). Cada modelo fue tratado con inclusión de todas las variables y selección de las variables más determinantes. Seleccionado el tipo de modelo se particularizaría el más apropiado según la prueba de máxima verosimilitud.

Al analizar la consistencia entre el modelo pareado y el no pareado para la Habana Metropolitana, se constata que no hay una muy cercana correspondencia entre ambos modelos por lo que se selecciona el modelo pareado parcial para describir las razones de disparidad. En los factores de riesgo estudiados, resultaron variables independientes: antecedente de cáncer en familiares lejanos, exposición al humo del tabaco durante el embarazo, exposición a campos electromagnéticos en la vivienda y a equipos electrodomésticos totales. Los OR más altos se hallaron en la exposición a campos electromagnéticos en la vivienda, seguido del antecedente de exposición al humo del tabaco en el embarazo, el antecedente de cáncer en familiares lejanos y la suma de equipos electrodomésticos totales, en ese orden según la figura 2. Este último se comporta como protector. Los modelos parciales fueron superiores en eficiencia, con relación a los modelos totales (-2 log verosimilitud: 54,32 vs 57,61 y 134,43 vs 142,17).

Fig. 2. Empleo de modelos logísticos dicotómicos para determinar las razones de disparidad (OR) en el análisis de los factores de riesgo (FR) estudiados.

En el análisis de los factores de riesgo prenatales, no existe fuerte consistencia entre los modelos condicionados y no condicionados, y los resultados parciales son más eficientes que los totales. Según la metodología de análisis se tomó en cuenta el resultado del modelo pareado parcial, concluyendo que las variables más importantes en los FR prenatales son la exposición a CEM en la vivienda, el antecedente de cáncer familiar lejano y la exposición al humo de tabaco en el embarazo, de acuerdo a la figura 3.

Fig. 3. Empleo de modelos logísticos dicotómicos para determinar las razones de disparidad (OR) en el análisis de los factores de riesgo (FR) prenatales.

Al abordar la acción de los FR luego del nacimiento, nuevamente se observan inconsistencias en el modelo pareado y no pareado. De acuerdo a la metodología descrita, en la figura 4 constituyen factores de riesgo: el campo eléctrico de la vivienda expresado como redes eléctricas desprotegidas o descubiertas, la suma de electrodomésticos en la vivienda (interpretado como nivel de vida) y el antecedente de enfermedades respiratorias, interpretada como vulnerabilidad del sistema inmunológico.

Fig. 4. Empleos de modelos logísticos dicotómicos para determinar las razones de disparidad (OR) en el análisis de los factores de riesgo (FR) después del nacimiento.

Conclusiones

- La incidencia y la mortalidad por leucemia tienen una tendencia creciente en el país, con mayor número de casos en la Ciudad de La Habana.
- Los CEM actúan como factores de riesgo de leucemia infantil a la luz de los resultados de regresión en escala ecológica.
- Los índices de electrificación se asocian a la incidencia de leucemia infantil en los municipios de Ciudad de La Habana, de acuerdo con el estudio caso-control, con el empleo de correspondencias múltiples, componentes principales, análisis discriminante y regresión logística.
- Se conjugan los factores del campo de redes primaria y secundaria, más los antecedentes familiares de cáncer.

- La estructura de las variables del campo en el ambiente físico de los casos difiere de la de los controles.
- Más de la mitad de los enfermos son clasificados apropiadamente con el uso de los predictores [antecedentes de cáncer en familiares lejanos, exposición a redes eléctricas no protegidas y campos electromagnéticos en la vivienda].
- Factores físicos, biológicos y químicos se identifican como factores de riesgo individualizados de la leucemia infantil en la Ciudad de La Habana, mas al ajustar por factores de confusión, resultó que los OR de mayor importancia fueron:
 - En el modelo general, los campos electromagnéticos en la vivienda, humo del tabaco en el embarazo, antecedentes de cáncer en familiares lejanos y tóxicos ambientales.
 - En el modelo prenatal, los campos electromagnéticos de la vivienda, antecedentes de cáncer en familiares lejanos y exposición a humo del tabaco.
 - En el modelo posnatal, antecedentes de afecciones respiratorias, redes eléctricas y suma de electrodomésticos.

SUMMARY

A case-control study on childhood leukemia risk factors in the City of Havana province

Before controversial finding in literature, research studies were conducted on the relation of low frequency electromagnetic fields and health. The objective was to evaluate the possible association of residential exposure to high-power line electromagnetic fields and the risk of suffering leukemia in childhood in the City of Havana province from 1995 to 2000. The universe of study was the total number of children diagnosed with this disease. The environmental component of the study allowed exploring the relations between rates of disease and territorial electrification indexes. The case-control component served to precise over attributable causes and to control confounding factors. An equal number of matched individuals 1:1 of the same age, school and sex was randomly selected as a control group. Data were collected from the National Register of Cancer of the Institute of Oncology and Radiological Therapy. The bias factors were mobility of the resident, memory, perversion of the course of justice and junctural factors. Electromagnetic fields would act as risk factors for childhood leukemia according to the results of a regression analysis at environmental scale and to the case-control study because of multiple correspondence, discriminatory analysis and logistic regression. Smoking, pregnancy, history of cancer in distant relatives and exposure to environmental toxic products

Key words: Electromagnetic fields, high-power line, electric reds, transformathors, cancer, leukemia, tobacco, environmental toxic, pregnancy.

Referencias bibliográficas

1. Mizoue T, Onoe Y, Moritake H, Okamura J, Sokejima S, Nitta H. Residential proximity to high-voltage power lines and risk of childhood hematological malignancies. *J Epidemiol.* 2004;14(4):118-123.
2. Zapponi GA, Marcello I. Recent experimental data on Extremely Low Frequency (ELF) magnetic field carcinogenic risk: open questions. *Exp Clin Cancer Res.* 2004;23(2):353-364.

3. Winterfeldt D, Eppel T, Adams J, Neutra R, Delpizzo V. Managing potential health risks from electric powerlines: a decision analysis caught in controversy. *Risk Anal.* 2004;24(6):1487-1502.
4. Kliukiene J, Tynes T, Andersen A. Residential and occupational exposures to 50-Hz magnetic fields and breast cancer in women: a population-based study. *Am J Epidemiol.* 2004;159(9):852-861.
5. MINSAP. Dirección Nacional de Estadística. Anuario Estadístico de Salud 1996. La Habana: FNUAP/UNICEF; 1996.
6. MINSAP. Dirección Nacional de Estadística. Anuario Estadístico de Salud 1997. La Habana: FNUAP/UNICEF; 1997.
7. MINSAP. Dirección Nacional de Estadística. Anuario Estadístico de Salud 1998 La Habana: FNUAP/UNICEF; 1998.
8. MINSAP. Dirección Nacional de Estadística. Anuario Estadístico de Salud 1999. La Habana: FNUAP/UNICEF; 1999.
9. MINSAP. Dirección Nacional de Estadística. Anuario Estadístico de Salud 2000. La Habana: FNUAP/UNICEF; 2000.
10. De Castro SP, González CP. Estudio sobre posibles trastornos de la reproducción en personal laboralmente expuesto a campos electromagnéticos. *MARFRE MEDICINA.* 2003;14(2):97-111.
11. Casanova LJS , Roda MO, Pascual MMT, López SM, Robles GJF, Guirao PM, et al. Efectos de los campos magnéticos de baja y extremadamente baja frecuencia sobre el desarrollo del globo ocular en el embrión de pollo. *MAPFRE MEDICINA.* 2003;14(3):217-227.
12. 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):24-29.
13. 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):258-263.
14. Caplan LS, Schenfeldb ER, Oleary ES, Leske MC. Breast cancer and electromagnetic fields. A review. *Epidemiology.* 2000;10(13):131-144.
15. Habash RW, Brodsky LM, Leiss W, Krewski D, Repacholi M. Health risks of electromagnetic fields. Part I: Evaluation and assessment of electric and magnetic fields. *Crit Rev Biomed Eng.* 2003;31(3):141-195.
16. Ulla Forssén M, Lars Rutqvist E, Ahlbom A, Feytching M. Occupational magnetic fields and female breast cancer: a case-control study using swedish population registers and new exposure data. *Am J Epidemiol.* 2005;161(3):250-259.

17. Wakeford R. The cancer epidemiology of radiation. *Oncogene*. 2004;23(38):6404-6428.
18. Cayado GN, Muñiz FA, González 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):206-210.
19. Kundi M, Mild K, Hardell L, Mattsson MO . Mobile telephones and cancer a review of epidemiological evidence. *J Toxicol Environ Health B Crit Rev*. 2004;7(5):351-384.
20. Svarch EG, González AO, Vergara DB, Campos M, Dorticós BE, Espinosa ME, et al. Tratamiento de las leucemias en Cuba. *Rev Cubana Hematol Inmunol Hemoter*. 1997;12(2):155-200.
21. 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.
22. Sociedad Americana del Cáncer (American Cancer Society, Inc.). Prevención y factores de riesgo (leucemias en niños). [citado 18 dic 2003 [14 pantallas]. Disponible en: URL: <http://www.cancer.org> .

Recibido: 27 de mayo de 2006. Aprobado: 12 de diciembre de 2006.

Dra. Raisa Guzmán Piñeiro. Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología. Infanta 1158, Centro Habana. Ciudad de La Habana.

[1Especialista de I Grado en Medicina Familiar. Especialista de II Grado en Higiene y Epidemiología. Máster en Salud Ambiental. Investigadora Agregada.](#)

[2Doctor en Ciencias Naturales y en Ciencias Físicas. Profesor Titular. Investigador Titular.](#)

[3Especialista de I Grado en Medicina Familiar. Máster en Salud Ambiental.](#)

[4Especialista de I Grado en Medicina Física y Rehabilitación. Máster en Salud Ambiental.](#)

[5Licenciada en Bioquímica. Máster en Salud Ambiental.](#)