

# Induction kitchens and environment contamination

**Arnaldo González Arias**

*Universidad de la Habana*

**E-mail:** [arnaldo@fisica.uh.cu](mailto:arnaldo@fisica.uh.cu)

## **Abstract**

A study on two Sanyo and Panasonic induction kitchens, carried out nearly 30 years ago by the Canadian *Bureau of Radiation and Medical Devices, Health and Welfare*, disclosed that at a distance of 30 cm of the hob the intensity of the electromagnetic radiation was well below the security standards accepted at the moment. Only at 10 cm the intensity was near the maximum value allowed, but would be harmful for health only if exposed to it for several hours. Yet, the same paper pointed out the lack of studies about biological effects in the specific range of work of the induction kitchens (20-100 kHz); even at present, references in that range do not show up. The Canadian paper do not mention the possible effects of the radiation on gens in living cells; however, recent studies definitely report harmful effects. In 2014 the *BioInitiative Working Group* of Washington University, in Seattle, published a review article including 114 genetic studies on the subject including medium and low intensities at frequencies ranging from 60 Hz to microwave. A 65% of the reports found harmful effects on gens. The figure increases to 83% when only the fraction of studies in the low frequency range is considered. These results includes damaging effects in the gens of rat brain cells and human sperm. A possible explanation of this behavior appears in an article of Blanck and Goodman, who consider that gens can interact with radiation in a wide range of frequencies because they have functional characteristic similar to that of wide band fractal antennas; the DNA share two of their structural properties; electronic conduction and autosimmetry. Up to the moment, due to the nearness of the cooking hob to the abdominal region of housewives in daily chores, the latest evidence do not advise to ignore a possible cumulative effects on the brain tissues of fetus in pregnant women using induction kitchens. In the same way, the possible effect on ovules and sperm, or in the cell meiosis, should not be discarded due to the possible increase in the probability of conceiving a viable fetus, but with genetic defects.

**Keywords:** Electromagnetic radiation, contamination, genetic effects.

## **Resumen**

Un estudio realizado en dos cocinas de inducción Sanyo y Panasonic hace unos 30 años por el Bureau of Radiation and Medical Devices, Health and Welfare de Canadá, reveló que a una distancia de 30 cm de la cocina la intensidad de la radiación electromagnética se encontraba bastante por debajo de los estándares de seguridad aceptados en el momento. Sólo a 10 cm la intensidad se aproximaba al valor límite permitido, pero podría ser dañina para la salud sólo si la exposición se mantenía durante varias horas. No obstante, en el mismo artículo se señalaba la ausencia de estudios sobre los efectos biológicos en el intervalo específico de trabajo de estas cocinas (20-100 kHz); aún en la actualidad no aparecen referencias en ese intervalo. El artículo canadiense no menciona los posibles efectos de la radiación en los genes de células vivas, pero estudios más recientes sí reportan efectos dañinos. En 2014 el grupo de trabajo BioInitiative Working Group de la Universidad de Washington, en Seattle, publicó un artículo resumen de 114 estudios genéticos sobre el tema a intensidades medias y bajas, en un intervalo de frecuencias que comprende desde 60 Hz hasta las microondas. El 65% reporta haber encontrado efectos dañinos. La cifra aumenta al 83% cuando sólo se considera la fracción de estudios realizada en el intervalo de bajas frecuencias. Estos resultados incluyen efectos dañinos en los genes de células cerebrales de ratas y en espermatozoides humanos. Una posible explicación de este comportamiento aparece en un artículo de Blanck y Goodman, quienes consideran que los genes pueden interactuar con la radiación en un el amplio intervalo de frecuencias porque poseen características similares a las de las antenas fractales de banda ancha; el ADN comparte dos de sus propiedades estructurales; conducción electrónica y autosimetría.<sup>3</sup> La evidencia que existe hasta el momento, dada la cercanía de la cocina a la región abdominal de las amas de casa en las tareas diarias, no aconseja descartar un posible efecto acumulativo sobre el tejido cerebral de los fetos de las gestantes que usan cocinas de inducción. Tampoco se debe descartar el posible efecto sobre óvulos y espermatozoides, o durante la meiosis celular, a causa del posible aumento de probabilidad de concebir un feto viable, pero con defectos genéticos.

**Palabras clave:** Radiación electromagnética, contaminación, efectos genéticos.

**PACS:** I84.40.-x, 41.20.Jb, 89.60.Ec.

## I. ANTECEDENTES

En las promociones comerciales de las cocinas de inducción se suele afirmar que son más eficientes que las cocinas eléctricas convencionales y menos contaminantes que las de cualquier otro tipo, pues no emiten residuos a la atmósfera como ocurre en las cocinas de gas, keroseno u otros combustibles. Lo anterior puede ser cierto si sólo se refiere a cocinas eléctricas y se asume que el gasto de energía proviene de una hidroeléctrica u otra fuente no contaminante. Pero si la energía proviene de una termoeléctrica, donde de todas formas hay que quemar el equivalente energético de gas, carbón o petróleo enviando CO<sub>2</sub> a la atmósfera, no habrá mejora alguna en la contaminación. Aún más, en cualquier termoeléctrica se pierde una cantidad apreciable de energía durante la conversión de calor a electricidad; no menos de un 45% en las centrales de ciclo combinado de última generación, como aparece en cualquier enciclopedia; habrá pérdidas adicionales al convertir nuevamente la electricidad en el calor necesario para cocinar. De aquí que un cálculo burdo muestra que resulta más eficiente cocinar usando directamente el combustible en vez de usar la cocina de inducción.

Un aspecto positivo de las cocinas de inducción es que, al no existir la resistencia calefactora externa o la llama, sino radiación electromagnética similar a las ondas de radio, son mucho más fáciles de limpiar y la superficie cerámica de trabajo no se oxida ni deteriora con el tiempo, o lo hace muy lentamente. Pero es usual que los promotores de estas cocinas olviden mencionar dos factores negativos importantes: a) Sólo pueden funcionar con cazuelas o sartenes hechas de aleaciones muy específicas; b) Tampoco se menciona la dispersión de los campos electromagnéticos en todas direcciones y el posible efecto nocivo de la radiación sobre los tejidos humanos.

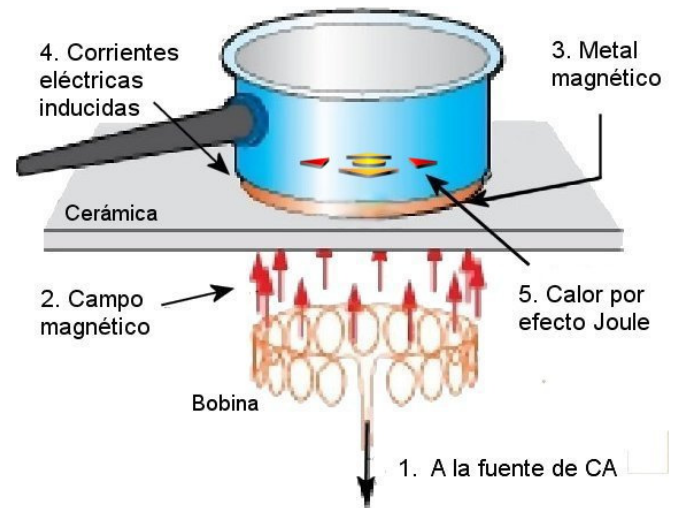
En un horno de microondas los campos electromagnéticos están confinados por paredes reflectantes. En una cocina de inducción la radiación se propaga en todas direcciones. Esa radiación es capaz de afectar los genes de todo tipo de células, y crea dudas sobre la seguridad del feto de las gestantes que las usan en su quehacer diario. Ambas cuestiones se analizan en detalle más adelante, pues para mayor comprensión del lector resulta oportuno revisar previamente algunas características esenciales de las cocinas de inducción.

### A. metales adecuados para cocinar por inducción

Las cocinas de inducción no funcionan con la mayoría de las ollas o cazuelas tradicionales, o lo hacen muy mal. Los utensilios de aluminio son muy poco o nada eficientes en esta clase de cocinas; deben ser sustituidos por utensilios de hierro o acero, y no de cualquier aleación, sino solo por aquellos que tengan propiedades magnéticas y eléctricas adecuadas (alta permeabilidad magnética y gran resistividad eléctrica). Esto representa una desventaja desde el punto de vista económico, pues obliga al nuevo usuario a renovar la mayor parte de su batería de cocina. En la tabla 1 se muestran las propiedades de algunos materiales tradicionales usados para confeccionar ollas y similares, así como sus propiedades eléctricas y

magnéticas más importantes [1].

| Material                   | Resistividad<br>(10 <sup>-6</sup> ohm-pulg) | Permeabilidad<br>relativa al vacío | Penetración (skin<br>depth en pulg y mm) | Resistencia<br>superficial relativa<br>al cobre |
|----------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Acero al<br>carbón<br>1010 | 9                                           | 200                                | 0.004<br>(0.10)                          | 56.25                                           |
| Acero<br>inoxidable<br>432 | 24.5                                        | 200                                | 0.007<br>(0.18)                          | 87.5                                            |
| Acero<br>inoxidable<br>304 | 29                                          | 1                                  | 0.112 (2.8)                              | 6.5                                             |
| Aluminio                   | 1.12                                        | 1                                  | 0.022<br>(0.56)                          | 1.28                                            |
| Cobre                      | 0.68                                        | 1                                  | 0.017<br>(0.43)                          | 1                                               |



**Figura 1.** Funcionamiento de una cocina de inducción. Explicación en el texto.

Para que una olla caliente los alimentos de manera óptima en una cocina de inducción debe tener propiedades cercanas a las del acero 432 de la tabla; o poseer una lámina de aleación similar en su fondo. En ese mismo lugar se ve que la diferencia con el cobre es inmensa. De hecho, en el intervalo de frecuencias usado en las cocinas de inducción, el cobre se comporta como un espejo ante las radiaciones electromagnéticas; una lámina fina de cobre colocada bajo la cazuela impedirá su calentamiento. También se ve de la tabla 1 que la diferencia entre el cobre y el aluminio es mínima, por

lo que los utensilios de este último material no funcionan en estas cocinas. Cazuelas y sartenes construidos con acero de bajas propiedades magnéticas tampoco resultan eficientes.

## B. Funcionamiento de la cocina

En la figura 1 se muestra el esquema de funcionamiento de una cocina de inducción. La corriente alterna (1) de frecuencia adecuada (20-100 kHz), genera campos magnéticos variables de similar frecuencia básica (2), que a su vez generan campos eléctricos por efecto Faraday y corrientes inducidas dentro del material magnético-resistivo en el fondo de la olla (3,4).<sup>1</sup> La corriente inducida genera calor por efecto Joule que se transmite a los alimentos para su cocción (5).

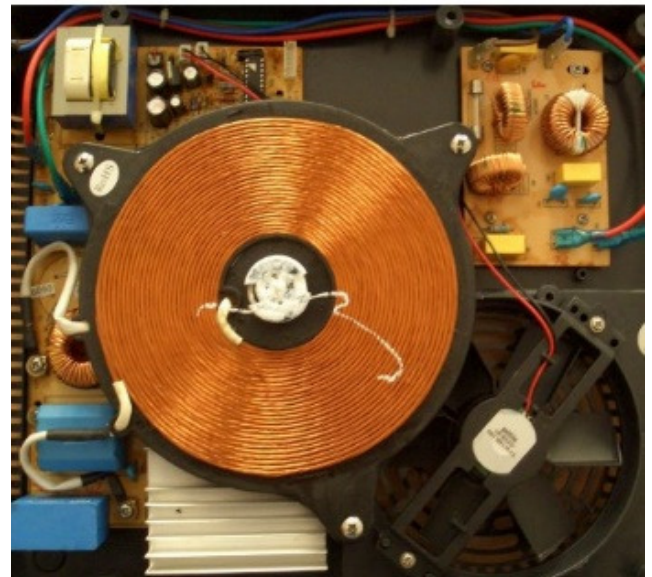
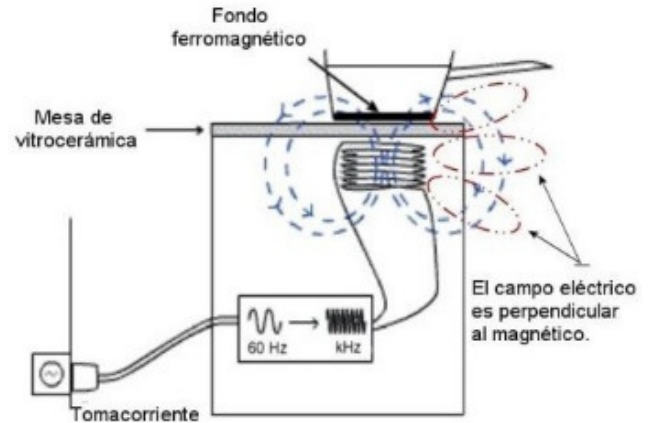
La figura 2 muestra con mayor detalle como es la dispersión de los campos electromagnéticos alrededor de la cocina. La bobina se encuentra oculta a la vista dentro del mueble, protegida por una meseta superior de cerámica no conductora y transparente a la radiación electromagnética de esa frecuencia. No es el campo magnético, sino el campo eléctrico generado durante el proceso, quien da origen a las corrientes que calientan el utensilio en forma similar a como ocurre en una resistencia convencional; esa corriente inducida también contribuye a la radiación, convirtiendo la olla en una fuente de radiación secundaria de menor intensidad.

De la figura queda claro que el campo dispersado no se concentra solamente en la olla, sino que llegará hasta quien se encuentre cerca de la cocina con una intensidad que puede depender de muchos factores. Después de generados, ambos campos se propagan en todas direcciones en forma de onda electromagnética, con la velocidad de la luz.

## II. EFECTOS DE LA RADIACIÓN SOBRE LOS TEJIDOS

La penetración de la radiación electromagnética en los tejidos humanos es mucho mayor que en los metales de la tabla 1; a las frecuencias cercanas al extremo inferior de la región de radiofrecuencias (RF) usadas en las cocinas de inducción, la radiación es capaz de atravesar totalmente el cuerpo humano con muy poca atenuación [2]. Un estudio muy detallado, realizado hace casi 30 años por el Bureau of Radiation and Medical Devices, Health and Welfare de Canadá, en dos cocinas de inducción comerciales (Sanyo y Panasonic) mostró que a una distancia de 30 cm de la cocina la intensidad de la radiación a que se exponía un operador se encontraba por debajo de los estándares de seguridad reconocidos en el momento. Sólo a una distancia de 10 cm la intensidad de la radiación se aproximaba a los valores límites permisibles, pero la exposición podría ser significativa para la salud sólo si se mantenía durante varias horas. Sin embargo, en el mismo artículo se señalaba la ausencia de estudios sobre los efectos biológicos en el intervalo específico de frecuencias de trabajo de las cocinas de inducción. En particular, el artículo no menciona los posibles efectos de la radiación electromagnética sobre los genes [3].

Durante la revisión realizada para elaborar este resumen, no fue posible encontrar artículos recientes que describan afectaciones genéticas en el intervalo específico de las frecuencias de trabajo de las cocinas de inducción. No obstante, existen reportes que indican que la afectación en los genes tiene lugar prácticamente a cualquier frecuencia. En 2014 el Grupo de Trabajo de Bioiniciativas (BioInitiative Working Group) de la Universidad de Washington, en Seattle [4] publicó un artículo resumen de 114 estudios genéticos sobre el efecto de las radiaciones electromagnéticas en las células vivas.



**Figura 2.** Distribución del campo electromagnético (arr.) y bobina generadora (ab.).

El informe describe que de los estudios genéticos consultados, realizados a diferentes frecuencias, el 65% reportó haber encontrado efectos genéticos, contra un 35% que reporta no haberlos detectado. En la fracción de estudios dedicados a frecuencias muy bajas (Extremely Low Frequencies of non-ionizing Electro-Magnetic Fields, ELF-EMF) se encontraron efectos sobre los genes en el 83% de los casos [5]. Que no haya una concordancia del 100% posiblemente tenga que ver

<sup>1</sup> Corrientes de Foucault.



con la dificultad de las determinaciones genéticas y electromagnéticas conjuntas. Las mediciones electromagnéticas son mucho más complejas que las eléctricas, y es fácil cometer errores importantes si el personal no está debidamente entrenado, si no se cumplen las normas establecidas, o si los instrumentos usados no son los idóneos. Los estudios genéticos también tienen sus características particulares y requisitos especiales a cumplimentar. El resultado más importante de la revisión fue que se encontraron afectaciones genéticas en todas las frecuencias analizadas, aplicadas a diversos tipos de células y en un amplio intervalo que va desde unas decenas de Hz hasta los GHz ( $10^9$  Hz).

Este no era un resultado esperado, a la luz de la notable dependencia de la absorción de la radiación por los tejidos a diferentes frecuencias (ref. 2). Los estudios realizados hasta el momento tampoco muestran un intervalo de frecuencias preferencial para la acción sobre los genes.

Una posible explicación de este comportamiento un tanto inusual aparece en un artículo de Blank y Goodman de 2011, donde se afirma: "...el amplio intervalo de frecuencias de interacción (de los genes) con la radiación electromagnética es la característica funcional de una antena fractal, y el ADN parece poseer las dos características estructurales de las antenas fractales; conducción electrónica y autosimetría", (figura 3) [6]. Las fractales son antenas con una alta simetría y patrones geométricos que se repiten a diferentes tamaños (figura 4). Entre otras aplicaciones, son de uso generalizado en los teléfonos móviles y en sistemas de posicionamiento global y transmisión por satélite. Las fractales permitieron reducir el tamaño de los celulares al lograr ubicar la antena dentro del teléfono y eliminar las ya obsoletas antenas externas. Son capaces de transmitir y recibir en varias bandas de frecuencia, lo que se traduce en un aumento de la conectividad de las redes de telefonía móvil y en la posibilidad de albergar servicios de acceso a redes de datos de alta velocidad como la internet.

A título de ejemplo de investigaciones genéticas asociadas a las radiaciones se citan dos reportes de estudios realizados aplicando frecuencias muy diferentes. El primero data de 2012 donde se describe el análisis de muestras de semen tomadas a 29 voluntarios. El reporte concluye que la exposición continuada a la radiación wifi de las laptops (2.4 GHz) causó que la movilidad de sus espermatozoides se redujera en forma apreciable; además favoreció la fragmentación del ADN celular [7]. Aunque el artículo no lo menciona, como los espermatozoides son unicelulares y sólo uno logra penetrar y fecundar el óvulo, genes no fragmentados, pero con alteraciones menores, pudieran incrementar la probabilidad de engendrar un feto viable con alguna anomalía genética.

También hay ejemplos de afectación en genes cuando la exposición es a radiaciones de muy baja frecuencia. Ya en 2004 H. Lai y N.P. Singh, de la Universidad de Washington, habían reportado que ratas expuestas a campos sinusoidales de 60 Hz y baja intensidad mostraron un incremento de la rotura de cadenas simples y dobles de ADN en las células del

cerebro, resultado que sugiere posibles afectaciones en la formación del tejido nervioso en fetos expuestos a esa radiación [8]. El razonamiento se puede extender a la formación de tejidos de todo tipo.



Figura 3. Genoma humano

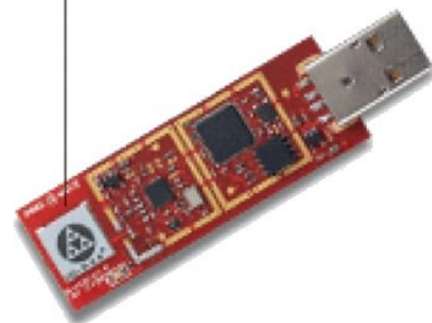
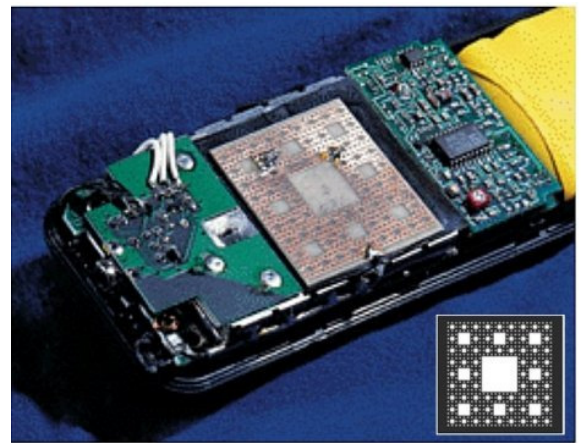


Figura 4. Antenas fractales; arr.) Alfombra de Sierpinski en un celular; ab.) Satelital tipo triángulo de Sierpinski.

Es de esperar que la intensidad de la radiación sea un factor importante a tomar en cuenta, pero por el momento no hay estudios detallados sobre el tema; solo queda tomar precauciones para evitar posibles riesgos y esperar a que aparezcan resultados experimentales más concluyentes en uno u otro sentido. Muchos más estudios sobre los efectos de la radiación en los genes de diversos tipos de células aparecen descritos en el resumen del BioInitiative Working Group de la universidad de Washington ya mencionado (ref. 5).

### III. COMENTARIOS Y CONCLUSIONES

Por el momento, la literatura sobre el tema de la contaminación electromagnética causada por las cocinas de inducción es escasa. Existen pocas publicaciones que cuenten con el aval de revistas arbitradas, y los artículos de corte divulgativo que aparecen son muy especulativos y no poseen valor académico. Por otra parte, no todos los artículos arbitrados que tratan el tema de las radiaciones y los genes de manera general son de libre acceso; su divulgación se ve limitada por criterios comerciales.

No obstante, el que existan indicios de que los genes se comportan como una especie de antena fractal, capaces de interaccionar con la radiación RF en un intervalo amplio de frecuencias, así como que se hayan encontrado efectos genéticos en células muy diversas y a frecuencias muy diferentes sugiere que, además de las posibles afectaciones al sistema nervioso de los fetos, también pudieran resultar dañados los espermatozoides y óvulos en las personas adultas al exponerse excesivamente a la radiación de las cocinas de inducción. Tal afectación también pudiera ser a causa de interferencias negativas durante la meiosis.

El mayor riesgo parece ser para el personal sometido a dosis continuadas de radiación, tal como tendría lugar en centros de preparación comercial de alimentos, cocinas de instituciones de todo tipo, restaurantes o fábricas de productos alimenticios. Tampoco se puede descartar el posible efecto acumulativo a lo largo de meses o años durante la cocción individual y cotidiana de alimentos por las amas de casa.

**Agradecimiento.** A Diana M. Zavala Reyes, de la UTM, por sugerir el tema de este artículo.

### IV. REFERENCIAS

[1] Moreland. W.C. The Induction Range: Its Performance and Its Development Problems, IEEE Transactions on Industry Applications, vol. TA-9, no. 1, January/February 1973 pages 81–8.

[2] Mestre Rovira Josep, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo, Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España, NTP 234: Exposición a radiofrecuencias y microondas (I). Evaluación. Tabla 2. Accesible en [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTécnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp\\_234.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTécnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_234.pdf)

[3] Stuchly M.A. and Lecuyer D.W., Electromagnetic Fields around Induction Heating Stoves. J. Microwave Power 1987, pp. 63-69.

[4] <http://www.bioinitiative.org/>

[5] Prof. Henry Lai, PhD (Ret). Genetic Effects of Non-Ionizing Electromagnetic Fields. 2014 Supplement Department of Bioengineering, University of Washington, Seattle, WA USA. Prepared for the BioInitiative Working Group, March 2014. Accesible en [http://www.google.com/ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CCEQFjAAahUKEwii9sumocjIAhVCWx4KHZPIBrc&url=http%3A%2F%2Fwww.bioinitiative.org%2Freport%2Fwp-content%2Fuploads%2Fpdfs%2Fsec06\\_2012\\_genetic\\_effect\\_s\\_non-ionizing.pdf&usq=AFQjCNGPrshHo9bpUbpJyGP1Uy8rpgyHuw](http://www.google.com/ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CCEQFjAAahUKEwii9sumocjIAhVCWx4KHZPIBrc&url=http%3A%2F%2Fwww.bioinitiative.org%2Freport%2Fwp-content%2Fuploads%2Fpdfs%2Fsec06_2012_genetic_effect_s_non-ionizing.pdf&usq=AFQjCNGPrshHo9bpUbpJyGP1Uy8rpgyHuw)

[6] Blank M, Goodman R. DNA is a fractal antenna in electromagnetic fields. Int. J. Radiat. Biol. 87(4):409-415, 2011.

[7] Conrado Avendano, M.S., Ariela Mata, M.S., Cesar A. Sánchez Sarmiento, M.D., Ph.D., and Gustavo F. Doncel, M.D., Ph.D. Fertility and Sterility® Vol. 97, No. 1, January 2012 0015-0282/\$36.00. Copyright ©2012 American Society for Reproductive Medicine, Published by Elsevier Inc. doi:10.1016/j.fertnstert.2011.10.01

[8] H. Lai y N.P. Singh, Environmental Health Perspectives, 112, 6, p.687-694, Mayo 2004.