

ESTUDIO DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS MEDIOAMBIENTALES: UNA PROPUESTA QUE CONECTA ASIGNATURAS CIENTÍFICAS CON ASPECTOS TECNOLÓGICOS, SOCIALES Y AMBIENTALES

Gerardo Pedrós Pérez**, Pilar Martínez Jiménez**, M^a Salud Climent Bellido*,

Alfonso Pontes-Pedrajas** y Marta Varo Martínez**

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

Departamentos de Química Orgánica* - Física Aplicada**

fa1pepeg@uco.es // fa1majip@uco.es // qolcbem@uco.es // fa1pocea@uco.es // fa2vaman@uco.es

*Es necesario romper el aislamiento que existe en muchas ocasiones
entre la enseñanza universitaria y la realidad que conoce y rodea al
alumno



ESTUDIO DE CAMPOS ELÉCTRICOS EN LA ZONA DE
MEDIO AMBIENTES. UNA FUENTE DE LA
CONEXIÓN ASINCRONA ESTÉRIL CON
ASPECTOS TECNOLÓGICOS Y
AMBIENTALES

Comité Editorial: Dr. Carlos Martínez, Dr. Juan Carlos
Martínez, Dr. Juan Carlos Martínez
Diseño de la cubierta: Juan Carlos Martínez
Impresión: Juan Carlos Martínez - 1998
Distribución: Juan Carlos Martínez - 1998



ESTUDIO DE CASOS ELECTROMAGNÉTICOS MEDIOAMBIENTALES: UNA PROPUESTA QUE CONECTA ASIGNATURAS CIENTÍFICAS CON ASPECTOS TECNOLÓGICOS, SOCIALES Y AMBIENTALES

Gerardo Pedrós Pérez, Pilar Martínez Jiménez,

M^a Salud Climent Bellido, Antonio Pontes-Pedrajas &

Marta Varo Martínez

Resumen

Introducción

Contaminación electromagnética

Materiales y método experimental

Resultados

Conclusiones

Bibliografía



ESTUDIO DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS MEDIOAMBIENTALES: UNA PROPUESTA QUE CONECTA ASIGNATURAS CIENTÍFICAS CON ASPECTOS TECNOLÓGICOS, SOCIALES Y AMBIENTALES

Gerardo Pedrós Pérez, Pilar Martínez Jiménez,
M^a Salud Climent Bellido, Alfonso Pontes-
Pedrajas, Marta Varo Martínez

Fecha de entrega: 5 marzo 2004

Fecha de aceptación: 20 abril 2004

RESUMEN

Con el afán de motivar a nuestros alumnos de ingeniería, hemos desarrollado una nueva herramienta docente que denominamos "Estudio de campos electromagnéticos medioambientales: una propuesta que conecte asignaturas científicas con aspectos tecnológicos, sociales y ambientales". Con ella pretendemos introducir al alumno en la medición de campos electromagnéticos, esto es, en lo que actualmente se conoce como medición de contaminación electromagnética.

De esta forma, se trata de una propuesta que conecta asignaturas científicas con aspectos tecnológicos, sociales y ambientales de actualidad. Con ello queremos romper el aislamiento que existe en muchas ocasiones entre la enseñanza universitaria y la realidad que conoce y rodea al alumno.

ABSTRACT

In order to make the student to be interested on what he has to study, we have developed a new educational tool called "Study of environmental electromagnetic fields: a proposal that connects scientific subject to technologic, social and environmental issues". It is presented as an introduction to the measurement of electromagnetic fields, it means, to what nowadays is called electromagnetic pollution.

In that way it tries to relate scientific subject to technologic, social and environmental issues that are important for the present society. Our aim is to remove the isolation between education in universities and the students' surroundings.

PALABRAS-CLAVE

Campos Electromagnéticos
Contaminación Medioambiental
Electrosmog

KEYWORDS

Electromagnetic Fields
Environmental pollution
Electrosmog



INTRODUCCIÓN

Fomentar la motivación del alumno hacia las asignaturas científicas constituye una de las principales preocupaciones del profesor de una escuela de ingeniería. La experiencia realizada tiene por fin conectar la enseñanza de la Física y de los Complementos de Química con una realidad próxima a los alumnos, donde destaquen aspectos medioambientales, tecnológicos y se pongan de manifiesto la relación Ciencia-Sociedad en la construcción de la ciencia (Pedrós, Pontes y Martínez, 2001).

La transmisión de una ciencia centrada en las leyes y los conceptos científicos, descontextualizada y huérfana de su tiempo histórico, produce el mito de su neutralidad, es decir la creencia simplista de que el conocimiento científico se construye asépticamente, inmune y al margen de cualquier influencia espuria (Vázquez, 1999; Collins and Pinch, 1998; Pedrós, 2002). Por el contrario la sociología histórica de la ciencia ha mostrado la existencia de razonamientos científicos desviados, sesgos en las observaciones, componentes afectivos, políticos, económicos, etc., que se eliminan de la comunicación científica para no ofrecer más que una imagen abstracta con pretensiones de neutralidad (Fourez, 1994).

No es una casualidad que algunos de estos aspectos poco conocidos, como el fraude o la lucha por la prioridad, resulten con frecuencia incómodos para las visiones simplistas que conciben la ciencia como una actividad pura y desinteresada en la que la verdad es la meta suprema. Estos aspectos se mantienen alejados de los alumnos, aunque hace tiempo que ocupan un lugar destacado en las páginas de debate de revistas tan prestigiosas como *Nature* y *Science* (Campanario, 1999).

En este sentido creemos que una materia que no se trata actualmente en los Laboratorios de Fundamentos Físicos de la Ingeniería es la medición de campos electromagnéticos producidos por diversos aparatos cotidianos: pantallas de ordenador, móviles, secadores, radio-despertadores, hornos microondas, etc.

Como conocemos por la prensa, libros y revistas existe actualmente mucha polémica sobre la posible influencia sobre la salud de los ciudadanos de las emisiones de las antenas de telefonía móvil y de los aparatos eléctricos que nos rodean (Aulí, 2002). El premio Chico Mendes a la Eco-

La experiencia realizada tiene por fin conectar la enseñanza [...] con una realidad próxima a los alumnos, donde destaquen aspectos medioambientales, tecnológicos y se pongan de manifiesto la relación Ciencia-Sociedad en la construcción de la ciencia.

logía 2001, dotado con 300.000 ptas., fue concedido por el ayuntamiento de Córdoba a la Plataforma Ciudadana por el alejamiento de la telefonía móvil de Fernan-Nuñez.

Ante esta situación hemos desarrollado nuevas sesiones prácticas con las que hemos realizado una intervención educativa que conduzca, no solo a informar y sensibilizar, sino también a crear una conciencia ambiental en el alumno de ingeniería que lleve a la actuación en el medio social (Pedrés y Pontes, 2002). Concretamente, los objetivos específicos que nos planteamos y que nos llevaron a desarrollar esta herramienta de intervención educativa son los siguientes:

- Fomentar la motivación del alumno de ingeniería hacia las asignaturas básicas científicas.
- Fomentar en el alumno una visión que conecte con aspectos sociales, medioambientales y tecnológicos.
- Fomentar la realización de prácticas conectadas con una realidad cercana al alumno.
- Realizar una transmisión de la ciencia no sólo centrada en las leyes y los conceptos científicos, descontextualizada y huérfana de su tiempo histórico, sino imbricada en su contemporaneidad.
- Establecer puentes con el Alumnado, de forma que fuera del aula continúe viviendo las experiencias realizadas en el aula.
- Valorar la importancia que para el futuro ingeniero tiene la Educación Ambiental y la Educación para la Salud.
- Valorar la relevancia de los campos electromagnéticos como agentes contaminantes.
- Aprender a manejar los medidores de campos electromagnéticos como instrumento objetivo que permite la obtención de datos sobre los niveles de emisión.
- Realizar mapas electromagnéticos de campos producidos por objetos del entorno doméstico.
- Analizar los datos del mapa electromagnético y obtener conclusiones.
- Asimilar mediante experimentación conceptos relacionados con los campos magnéticos.

Realizar una transmisión de la ciencia no sólo centrada en las leyes y los conceptos científicos, descontextualizada y huérfana de su tiempo histórico, sino imbricada en su contemporaneidad.

- Diseñar propuestas innovadoras de intervención didáctica destinadas a concienciar a los estudiantes sobre la problemática medioambiental de los campos de bajas frecuencias.

El tema de la Contaminación Electromagnética que se produce en el medioambiente y su medición puede establecer puentes con el Alumnado, en el sentido referido por Joan Ferrés (2000), y vencer ese aislamiento en que parecen sumidas las instituciones de enseñanza (Pedrós y Pontes, 2002). Resumiendo:

- Conectamos la enseñanza de la Física y de los Complementos de Química con un tema de actualidad en los medios.

- Tendemos puentes al Alumnado rompiendo la separación entre centro docente y mundo real.

- Implicamos al alumno en un tema polémico a nivel científico, ambiental y social.

- Ensayamos nuevos modelos de enseñanza adaptables a las directrices europeas emanadas de la Declaración de Bolonia.

Diseñar propuestas innovadoras de intervención didáctica destinadas a concienciar a los estudiantes sobre la problemática medioambiental de los campos de bajas frecuencias.

CONTAMINACION ELECTROMAGNÉTICA

Los campos electromagnéticos procedentes de líneas eléctricas, electrodomésticos, telefonía móvil... tienen un demostrado efecto biológico, según ciertos estudios (De la Rosa, 2001; Graña *et al.*, 2002; Aulí, 2002) y pueden ser nocivos para las personas expuestas, dependiendo de la sensibilidad personal, del tiempo de exposición y de la dosis recibida.

Estos campos son pulsantes: la corriente eléctrica de nuestra vivienda, por ejemplo, funciona a 50 hercios (50 pulsaciones por segundo), que corresponde a la frecuencia, mientras que el campo magnético terrestre es estático, es como un gigantesco imán.



Hoy en día, estas frecuencias están presentes en todas las viviendas (electrodomésticos, instalaciones eléctricas...), oficinas (ordenadores, fotocopiadoras...) y fabricas (casi toda la maquinaria).

Al igual que los otros seres vivos, tenemos un cuerpo que funciona por la acción de corrientes eléctricas muy débiles (milivoltios, microam-

perios) y de campos magnéticos (nanoteslas). Por esto, los campos artificiales que superan ciertas magnitudes podrían ejercer cierta influencia sobre nuestro organismo.

No obstante, a diferencia de una línea de alta tensión -que afecta durante todo el tiempo que se pasa en un edificio expuesto a su influencia-, los electrodomésticos tienen un tiempo de uso restringido y, por tanto, su riesgo suele ser menor, excepto entre los profesionales que, por su trabajo, los utilizan con asiduidad.

De cualquier forma, los electrodomésticos y aparatos eléctricos en general, y como sencilla norma de prevención, deberían mantenerse alejados de los dormitorios mientras estén en funcionamiento, y debería reducirse su empleo al mínimo, para evitar al menos su contaminación.

Si además el dormitorio está situado sobre un transformador de la compañía eléctrica, las dosis de radiación pueden llegar hasta los 20.000 nanoteslas, tal como se ha comprobado en distintas mediciones. Las dosis que reciben las personas que viven cerca de transformadores son muy elevadas, si tenemos en cuenta el tiempo de exposición que sufren, de varias horas diarias, al igual que sucede cuando la casa está cercana a líneas de alta tensión o incluso de media o de baja tensión, debido en estos casos a la corta distancia a la que suelen encontrarse de los edificios.

Los valores de radiación que se suelen dar en estos casos están por debajo de algunas recomendaciones internacionales sobre radiación «segura» (caso del IRPA, CENE-LEC: 100/500 microteslas), pero están muy por encima de lo que se considera significativo epidemiológicamente hablando.

MATERIALES Y MÉTODO

Los útiles necesarios para el estudio que hemos planteado al alumno sobre la medición de los campos electromagnéticos son un medidor de campos electromagnéticos (se han adquirido 3 sensores de medición de campos magnéticos que están a disposición de todos los miembros del Departamento de Física Aplicada para su uso), una regla que nos permita determinar la distancia de la medida y los distintos aparatos o electrodomésticos

Los valores de radiación que se suelen dar en estos casos están por debajo de algunas recomendaciones internacionales sobre radiación «segura» [...] pero están muy por encima de lo que se considera significativo epidemiológicamente hablando.

de uso cotidiano a los cuales le estemos realizando la medida (pantalla de ordenador, radio despertador, calefactor, tubos fluorescentes y microondas) y que han sido aportados temporalmente por el conjunto de profesores implicados en la puesta en marcha de esta iniciativa.



figura 1: RADIO-DESPERTADOR



figura 2: REGLA DE MEDIDA

Con estos instrumentos se han realizado medidas puntuales e instantáneas del campo magnético, si bien esto no nos proporciona información sobre la variación espacial y temporal del mismo. La variación espacial se refiere al cambio que sufre el campo en función de la posición, y generalmente en un entorno doméstico suelen ser desconocidas las fuentes externas que puedan provocar estos campos. La variación temporal, se refiere al cambio del campo magnético en función del tiempo para una localización determinada.

En el estudio se han llevado a cabo dos tipos de mediciones:

- Una sobre una serie de aparatos de uso corriente en un laboratorio científico, mostrándose los datos finales de forma tabular y gráfica, observándose que los valores del campo magnético decaen rápidamente al aumentar la distancia al elemento originador del campo. Estas mediciones se realizarán a diferentes distancias, buscando los valores máximos del campo según los ejes XYZ.

- Y otra se realizará en la zona céntrica de dicho laboratorio para el estudio de la influencia del campo magnético de los instrumentos en dicha habitación. Estas mediciones se deben hacer a una altura de 1 metro sobre el suelo.

Los medidores de campos electromagnéticos antes referidos y que utilizamos son medidores de campos magnéticos de baja frecuencia Chau-

vin Arnoux (figura1). Se trata de instrumentos concebidos para medir la radiación electromagnética de diferentes bandas pasantes a partir de 50Hz/60Hz, monoje y con un ancho de banda de 30 a 300Hz, y una resolución de (recordatorio 1 micro Tesla = 10 miligauss):

- 0,01 microteslas, en la gama de 20 microteslas,.
- 0,1 microteslas, en la gama de 200 microteslas,.
- 1 microteslas, en la gama de 2000 microteslas,.



figura3: MEDIDOR DE CAMPO MAGNÉTICO

Por otra parte, al ser un medidor de campo magnético monoje, las medidas se han de realizar según las tres componentes ortogonales espaciales (XYZ), orientando la sonda hasta que la lectura sea máxima (figuras 4, 5 y 6).



figura4: CÁLCULO DEL CAMPO MAGNÉTICO
A 1 CM. EN EL EJEX



figura5: CÁLCULO DEL CAMPO MAGNÉTICO A 1 CM. EN EL EJE Z



figura6: CÁLCULO DEL CAMPO MAGNÉTICO A 1 CM. EN EL EJE Y

Estas medidas se deben hacer de manera sucesiva para unas distancias concretas: 1 cm (tal como se ha mostrado en las tres fotografías anteriores), 20cm, 50cm, 80cm, 100cm y 150cm, tal como se muestran en las siguientes fotografías:



figura7: CÁLCULO DEL CAMPO MAGNÉTICO A 20 CM. EN EL EJE X



figura8: CÁLCULO DEL CAMPO MAGNÉTICO A 50 CM. EN EL EJE X

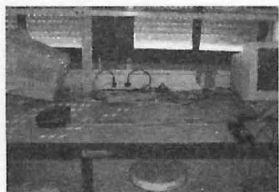


figura9: CÁLCULO DEL CAMPO MAGNÉTICO A 80 CM. EN EL EJE X



figura10: CÁLCULO DEL CAMPO MAGNÉTICO A 100 CM. EN EL EJE X

figura11: CÁLCULO DEL CAMPO MAGNÉTICO A 150 CM. EN EL EJEX



RESULTADOS

Una vez tomadas las medidas se realiza la representación tabular y gráfica de estas. A continuación se muestran los campos magnéticos creados por diversos instrumentos en un laboratorio (tabla1).

tabla1: CAMPOS MAGNÉTICOS DE DIVERSOS APARATOS MEDIDOS EN mG

d (centímetros)	1	20	50	80	100	150
fluorescente	14,23	0,61	0,34	0,24	0,17	0,17
calefactor	23,07	2,33	0,61	0,43	0,41	0,24
microondas	297,37	295,13	18,395	6,71	3,99	1,14
pantalla	8,96	1,59	0,46	0,4	0,34	0,34
radio	34,11	3,98	0,51	0,33	0,24	0,17

A continuación se presentan una serie de gráficas en las que podemos apreciar como decae el campo magnético al alejarnos del aparato receptor:

figura12: CAMPO MAGNÉTICO PRODUCIDO POR UN TUBO FLUORESCENTE

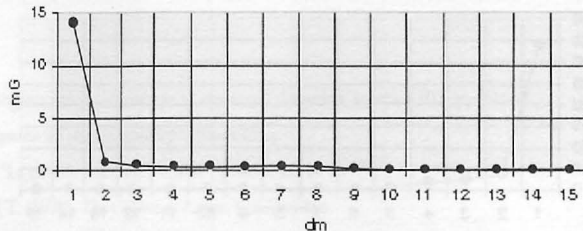
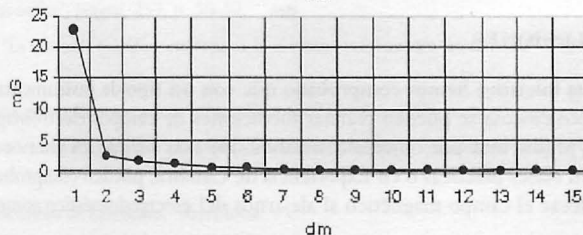


figura13: CAMPO MAGNÉTICO PRODUCIDO POR UN TUBO CALEFACTOR



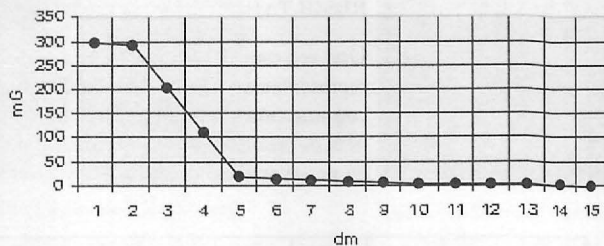


figura14: CAMPO MAGNÉTICO
PRODUCIDO POR UN TUBO
MICROONDAS

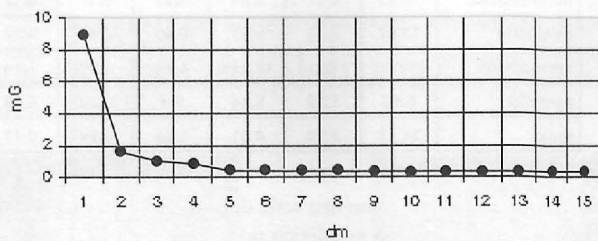


figura15: CAMPO MAGNÉTICO
PRODUCIDO POR UNA PAN-
TALLA DE PC 17".

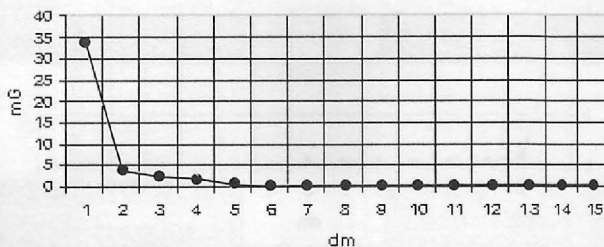


figura16: CAMPO MAGNÉTICO
PRODUCIDO POR UN RADIO/
DESPERTADOR

CONCLUSIONES

Con esta iniciativa hemos comprobado que con un tipo de instrumentación poco costosa se pueden realizar mediciones de campos electromagnéticos producidos por objetos cotidianos. De esta forma, los alumnos, ya sea en clases prácticas o en Experiencia de Cátedra, pueden comprobar cómo decae el campo magnético al alejarnos del electrodoméstico some-

... hemos comprobado que con un tipo de instrumentación poco costosa se pueden realizar mediciones de campos electromagnéticos producidos por objetos cotidianos.

... se pretende darles las herramientas y criterios necesarios para valorar la relevancia de los campos electromagnéticos como agentes contaminantes productores del electrosmog.

ya sea en clases prácticas o en Experiencia de Cátedra, pueden comprobar cómo decae el campo magnético al alejarnos del electrodoméstico sometido a estudio. Con ello se pretende darles las herramientas y criterios necesarios para valorar la relevancia de los campos electromagnéticos como agentes contaminantes productores del electrosmog.

Al tratarse, además, de un tema que relaciona las asignaturas científicas con problemas medioambientales es de utilidad para alumnos que cursan estudios universitarios en: Química, Física, Biológicas e Ingenierías en las que se incluyan asignaturas de Química o Física. Por otra parte, los aspectos relacionados con los efectos biológicos de la radiación electromagnética preocupan en gran medida a la sociedad actual por lo que con esta intervención educativa, lejos de la enseñanza descontextualizada, conseguimos romper la separación entre centro docente y mundo real e implicar al Alumnado en un tema polémico a nivel científico, ambiental y social.

BIBLIOGRAFÍA



- ALFONSECA, M. (1999), "¿Progresará indefinidamente la ciencia?" *Mundo Científico* 201, pp.61-67.
- AULÍ, E. (2002), *¿Qué es la contaminación electromagnética?*, Barcelona.
- CAMPANARIO, J. M. (1999), "La ciencia que enseñamos". *Enseñanza de las Ciencias* 17(3); 397-410.
- COLLINS, H.M. and PINCH T. (1998), *The Golem at Large*. Cambridge.
- DE LA ROSA, R. (2001), "Malas ondas", *Integral*, 259, p. 36-39.
- DE SANDOVAL, P. X. (2001), "La telefonía móvil se enfrenta a la alarma social contra las antenas". *Diario El País* 1 de julio del 2001, p. 38.
- EDWARDS, R. (1995), "Leak link power lines to cancer". *New Scientist* 7 October 1995, p. 4.
- FERNÁNDEZ, R. (2001), "La normativa legal sobre antenas acrecienta el malestar ciudadano" *Diario Córdoba* 7 octubre 2001, p. 8.
- FERRES, J. (2000), *Educación en una cultura del espectáculo*, Barcelona.

- FOSTER, K. R. y J. E. MOULDER (2001), "Teléfonos móviles y cáncer cerebral". *Mundo Científico*, 220; 35-42.
- FOUREZ, G. (1994), *La construcción del conocimiento científico*, Madrid.
- GIL QUILEZ, M. J. (2000), "El papel de la investigación medioambiental en la formación de la opinión pública". *Comunicar la Ciencia en el siglo XXI*, Granada, pp. 797-800.
- GRAÑA, M. A. et al. (2002), "Estudio de campos electromagnéticos existentes en el entorno doméstico". *Actas XII Reunión de grupos de Investigación en Ingeniería Eléctrica*. Córdoba.
- MARTÍNEZ, M. P., PEDRÓS, G. Y PONTES, A. (2002), "Evaluación Docente y Motivación del Profesorado en la Universidad de Córdoba. Asegurar la Calidad en las Universidades". *Actas de las II Jornadas andaluzas de Calidad en la enseñanza universitaria*. Vol. 1. pp. 91-101. Universidad de Sevilla.
- MONTAÑO MONTAÑO M. (2000), "Medio Ambiente y periodismo especializado: las fuentes de información científica en el nuevo milenio". *Comunicar la Ciencia en el siglo XXI*, Granada, pp. 727-739.
- NADIE, J. (1999), "¿Qué está pasando con los campos electromagnéticos?". *Andalucía Ecológica* 15, pp. 4-6.
- PEDRÓS, G. y MARTÍNEZ, M. P. (2000), "La ausencia de debate en las publicaciones periódicas de divulgación científica españolas". *Comunicar la Ciencia en el siglo XXI*, Granada, pp. 670-673.
- PEDRÓS, G., PONTES, A. Y MARTÍNEZ, M. P. (2001), "Aproximación a una enseñanza de la Física con implicaciones en la construcción Ciencia-Tecnología-Sociedad". *XXVIII Reunión Biental de la Real Sociedad Española de Física*. Tomo II, pp. 284-286. Universidad de Sevilla.
- PEDRÓS, G. y PONTES, A. (2002), "Orientaciones Didácticas para un enfoque crítico y ambiental en el entorno de las nuevas tecnologías en el libro" *Educación: Retos de la Alfabetización Tecnológica en un Mundo en Red*. Vol.1., Badajoz
- PEDRÓS, G. (2002), "La construcción Dialéctica del conocimiento y de la divulgación científica." *Revista Científica Iberoamericana de Comunicación y Educación*, 19, pp. 61-65.
- POSTEL-VINAY, O. (2001), Líneas de muy alta tensión. *Mundo Científico*, 220; pp. 44-46.
- REYRAUD, C. (1999), "El magnetismo". *Mundo Científico*, 198, p. 84-87.
- SANCHO, M. y LÓPEZ, E. (1995), "Campos electromagnéticos y salud". *Revista Española de Física* 9,3, pp. 21-27.
- TOHARIA, M. (1997), "La salud y los cables de Alta Tensión", *Estratos* 43, pp. 19-23.
- VÁZQUEZ, A. y M. A. MANASSERO (1999), "Características del conocimiento científico: creencias de los estudiantes". *Enseñanza de las Ciencias* 17(3), pp. 377-383.
- VELÁZQUEZ DE CASTRO (2000), "Lo que se debe transmitir en los mensajes medioambientales". *Comunicar la Ciencia en el siglo XXI*, Granada, pp. 428-430.