

Dispositivos tecnológicos: una propuesta para la elaboración de materiales escolares

Manuel Fernández-González, Antonio Jesús Torres-Gil

Dpto. de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada

mfgfaber@ugr.es

RESUMEN

Las tendencias metodológicas actuales han impulsado las conexiones de la teoría con la realidad cotidiana en la enseñanza de las ciencias. De ahí que nuestros manuales, haciéndose eco de estas tendencias, presenten en sus páginas dispositivos tecnológicos con cierta frecuencia. La tarea es complicada pues en no pocos casos suelen encerrar una complejidad que hace desistir a muchos de ofrecerlos con más profusión.

Nuestro trabajo ofrece una propuesta para el análisis de exposiciones y la puesta a punto de materiales escolares sobre este tipo de contenido. Está basada en la presencia de tres bloques componentes, que son presentación, fundamento y funcionamiento, apoyada en la técnica de mapas conceptuales. En la elaboración del documento escolar se han utilizado estrategias de transposición didáctica, y se han tenido en cuenta los conocimientos previos de los alumnos sobre el dispositivo a estudiar. Nos situamos a nivel de 4º de ESO y a tal nivel hemos ejemplificado las ideas expuestas en el caso del horno microondas. El documento se ha llevado al aula y su evaluación indica que se adapta bien a los alumnos.

Palabras clave

Elaboración de material escolar; Dispositivos tecnológicos cotidianos; Transposición didáctica; Mapas conceptuales; Ciencia contextual

1. INTRODUCCIÓN

La presencia de dispositivos tecnológicos es cada vez más evidente en nuestra sociedad actual. Los progresos de la ciencia y la tecnología se incorporan a la vida cotidiana materializados en numerosos objetos tecnológicos. Esta realidad ha de ser tomada en cuenta en cualquier proyecto educativo.

Desde principios de los años 90 se comienza a señalar la necesidad de promover una “alfabetización científica” (AAAS, 1993), con un currículum centrado no en contenidos académicos, sino en cuestiones relacionadas con la ciencia y la tecnología del entorno próximo o global. Se trata de una reacción a la crisis que vive desde hace varias décadas la enseñanza de las ciencias, manifestada por el rechazo a su estudio de muchos alumnos y la consiguiente huida de las carreras de ciencias (Rocard et al., 2008).

Aunque las causas son complejas, es cierto que una gran parte de responsabilidad debe atribuirse al planteamiento que mantiene su enseñanza, que sigue mostrando: 1) una imagen de ciencia centrada en sí misma, académica y formalista; 2) una falta de conexión con la ciencia presente en el mundo cotidiano o en los medios de comunicación; 3) una ciencia que no atiende a aspectos sobre su propia naturaleza (Fernández, 2008).

La inclusión de nuevos objetivos en los currícula oficiales de países avanzados responde a diferentes expectativas de la educación, entre las que se encuentra prioritariamente el

conseguir que la población alcance un nivel adecuado de alfabetización científico-tecnológica (Marco, 2000). Se pretende así que los alumnos puedan entender cuestiones sobre problemas globales de base científica, como CTS (Solbes y Vilchez, 1997), e interactuar con los avances de nuestros tiempos, estudiando con especial atención el funcionamiento de aparatos habituales (Olartecochea, 2003).

Nuestro ordenamiento educativo refleja la importancia de incorporar a la enseñanza contenidos tecnológicos y contextuales. Así se manifiesta en el decreto de enseñanzas mínimas de la ESO (M.E.C., 2007: 693) y así está patente en la asignatura Ciencias para el mundo contemporáneo, de orientación “ciencia para todos”.

El presente trabajo cae dentro del enfoque contextual de la enseñanza de las ciencias, pues trata de fomentar la incorporación de objetos tecnológicos a la enseñanza (Caamaño, 2005). El objetivo es idear un procedimiento para adaptar algunos al aula. Como ejemplo mostraremos el horno microondas y, en general, el proceso de transposición seguido para poder llegar a documentos asequibles a alumnos de 4º de ESO.

2. FUNDAMENTOS

Muchos de los objetos tecnológicos que utilizamos, aunque muy familiares, encierran unos fundamentos científicos de envergadura. Esto hace que los profesores rehuyan su inclusión en los programas. Son vistos, sin más, de nivel inasequible.

Pero el profesor puede convertir los contenidos científicos en objetos de enseñanza. La labor exige un conjunto de transformaciones donde interviene principalmente la transposición didáctica, o transformación del saber experto en saber escolar (Chevallard, 1997). Sin embargo conviene señalar que, aunque este término se usa con frecuencia, el estudio de los mecanismos para llevarlo a cabo permanece casi inédito (Cajas, 2001).

Uno de los factores esenciales que interviene en la transposición es el factor explicativo, ya que de un mismo fenómeno son posibles diversos niveles de explicación. La problemática ha sido abordada igualmente desde el punto de vista del lenguaje, señalándose dos tipos fundamentales de enunciados: el descriptivo y el explicativo (Sanmartí, 1997). El primero, situado a un nivel más superficial, es más asequible para iniciar el aprendizaje; el segundo, más profundo y jerarquizado, es, como consecuencia, más arduo.

La información, además, ha de estar estructurada de forma coherente y debe presentarse utilizando un lenguaje no exclusivamente verbal. En la elaboración del material didáctico es esencial el papel de la imagen como complemento del texto y sus relaciones deben estudiarse con detenimiento para que el apoyo mutuo refuerce a ambos (Perales, 2006). Tampoco hay que olvidar un principio cognitivo primordial: tener en cuenta las ideas y conocimientos que los alumnos poseen previamente sobre el tema.

3. METODOLOGÍA

Hemos diseñado un procedimiento para elaborar material de aula sobre los dispositivos. Esta tarea se ha llevado a cabo siguiendo varias etapas.

- Se establece un esquema general, esbozado como mapa conceptual, de la exposición de cualquier dispositivo. Está constituido por tres bloques: presentación (+ finalidad), fundamento, y funcionamiento (fig. 1).

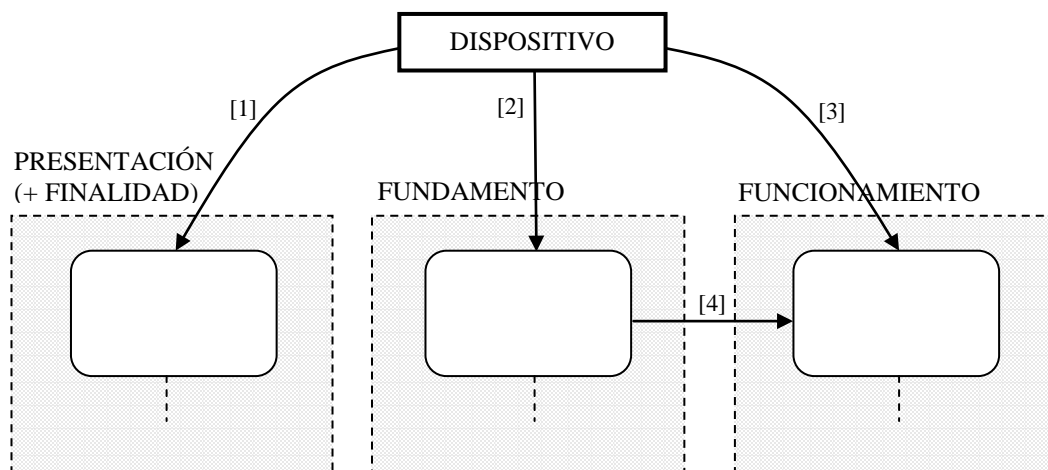


Fig. 1. Esquema general de la exposición de un dispositivo

- Una vez elegido un dispositivo, se recoge información sobre el mismo y se somete a un proceso de transposición didáctica, especialmente si es de alto nivel (señalamos más adelante las estrategias seguidas). Las etapas del proceso se resumen en la figura 2.

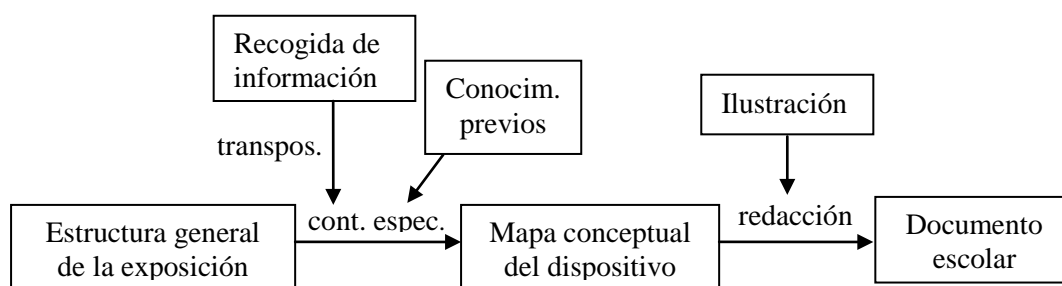


Fig. 2. Proceso de elaboración de un documento escolar

- Se realiza una encuesta de clase para que los alumnos manifiesten sus conocimientos previos sobre el mismo, que complementará la información anterior.
- Sobre el esquema general se rellenan los bloques con contenidos específicos del dispositivo, lo que conduce al mapa conceptual de dicho dispositivo (Pontes, 2012), ya adaptado al nivel de los alumnos receptores.
- Siguiendo la guía del mapa conceptual anterior, se redacta el documento final, en formato papel y procurando no rebasar un folio (su adaptación a las TICs no sería difícil). En esta tarea habrá que incluir alguna ilustración para hacer más efectiva la explicación.
- El documento será presentado como contenido de aula y sometido a evaluación.

4. APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO: EL HORNO MICROONDAS

Siguiendo la propuesta anterior, hemos elaborado un documento sobre el horno microondas (Anexo), a fin de incluirlo como contenido escolar de 4º de ESO. Veamos cómo se han aplicado en este caso concreto las etapas descritas.

Estructura y secuencia

En primer lugar, la figura 1 ha marcado desde el principio la estructura a adoptar, que se mantiene a lo largo del proceso y está presente en el documento acabado (Anexo), donde los tres primeros apartados coinciden con los tres bloques fundamentales de la exposición. Así, la presentación con la finalidad aparece en el apartado 1, el fundamento se encuentra en 2 y el funcionamiento está presente en 3. La secuencia sigue el orden previamente indicado. En cuanto a 4, ofrece respuesta a interrogantes de los alumnos.

Recogida de información y transposición

Se pasa ahora a recoger información de diversas fuentes, especialmente de alto nivel (Vollmer, 2004). Aquí procede entonces aplicar estrategias de transposición, que tienen en cuenta el nivel al cual va dirigido. Se dan algunos ejemplos seguidos en la elaboración del documento.

- Atenuar el nivel de explicación: En el ap.1 no se alude a las ondas estacionarias con los conceptos de nodo y antinodo. La explicación se detiene en una causa próxima: la bandeja gira para homogeneizar la temperatura. Se evita así descender a una causa última que requeriría el uso de conceptos abstractos.
- Aclaración adicional de tópicos: En 2 ha habido que insistir en las unidades, así como en el mecanismo de incremento de la temperatura de un cuerpo. También se han recordado otros contenidos ya estudiados, como la naturaleza de las o.e.m.
- Tratamiento de la información poco asequible: a) recurso a la descripción y b) recurso a la analogía. Así, en 1 al hablar de las microondas en la cámara se emplea un discurso fundamentalmente descriptivo, sin explicar cómo se producen estas por efecto de la electricidad. Así, en 4 se compara el efecto de la rejilla con el de una pared metálica.
- Supresión de información no asequible: En 2 se ha eliminado todo lo referente a la polaridad de las moléculas H₂O, con lo cual tampoco se alude a las oscilaciones del campo eléctrico.
- Supresión de información asequible (para centrarse en lo esencial): En 2 se utiliza la identificación de las ondas por su frecuencia, más familiar por la radio y TV (la longitud de onda y la relación $\lambda f=c$ no se mencionan). Como consecuencia, en 4 se silencia la relación con λ de las dimensiones de los agujeros de la rejilla. Por otra parte, en 3 se ha omitido el mecanismo de descongelación (“defrost”) con ciclos de descongelación.

Conocimientos previos

El horno microondas es un aparato familiar y por este motivo los alumnos conocen muchas cosas de él. Para ponerlas de manifiesto se llevó a cabo una encuesta en la que participaron 67 alumnos de 4º de ESO. La tabla 1 (izq.) recoge los hechos más frecuentemente señalados y el número de alumnos (N) que los suscribe. Son hechos que hay que incluir en la información de partida y cuidar que el documento les dé respuesta y justifique. Por el contrario, alguno no mencionado puede ser interesante (p.ej. los chasquidos que se oyen con frecuencia) y debe ser también incluido.

Posteriormente, una vez redactado el documento final (Anexo), figuran explicados en él. La tabla 1 (der.) indica el fragmento correspondiente y el apartado en que se ubica.

Observaciones	N	En el documento	Ap.
Sirve para calentar comidas	50	“sirve para calentar los alimentos”	1
Posee una bandeja giratoria	16	“Para evitarlo... sea más homogéneo”	1
Funciona conectado a la electricidad	12	“la fuente de energía es la electricidad”	1
Se puede regular para descongelar	10	“Puesto... se calientan con más dificultad”	3

Calienta antes que un horno normal	9	“Representa una alternativa a la hornilla”	1
Oído de terceros			
Es peligroso meter algo metálico (Alguno menciona haberlo visto)	36	“Pero... objetos metálicos en el horno”	4
Las microondas son perjudiciales	7	“La puerta... radiación se escapa del horno”	4
Explicaciones			
Funciona con ondas (microondas)	21	“el agente... son las microondas”	1
La bandeja gira para repartir el calor	7	“Como no se reparten... más homogéneo”	1

Tabla 1. Conocimientos previos de los alumnos y su justificación en el documento escolar

Mapa conceptual

La recogida de información incluye la procedente de los conocimientos previos de los alumnos. Tras efectuar la transposición didáctica en los casos oportunos, se procede a elaborar el mapa conceptual del dispositivo. Este muestra una trama con sus características más esenciales (fig. 3).

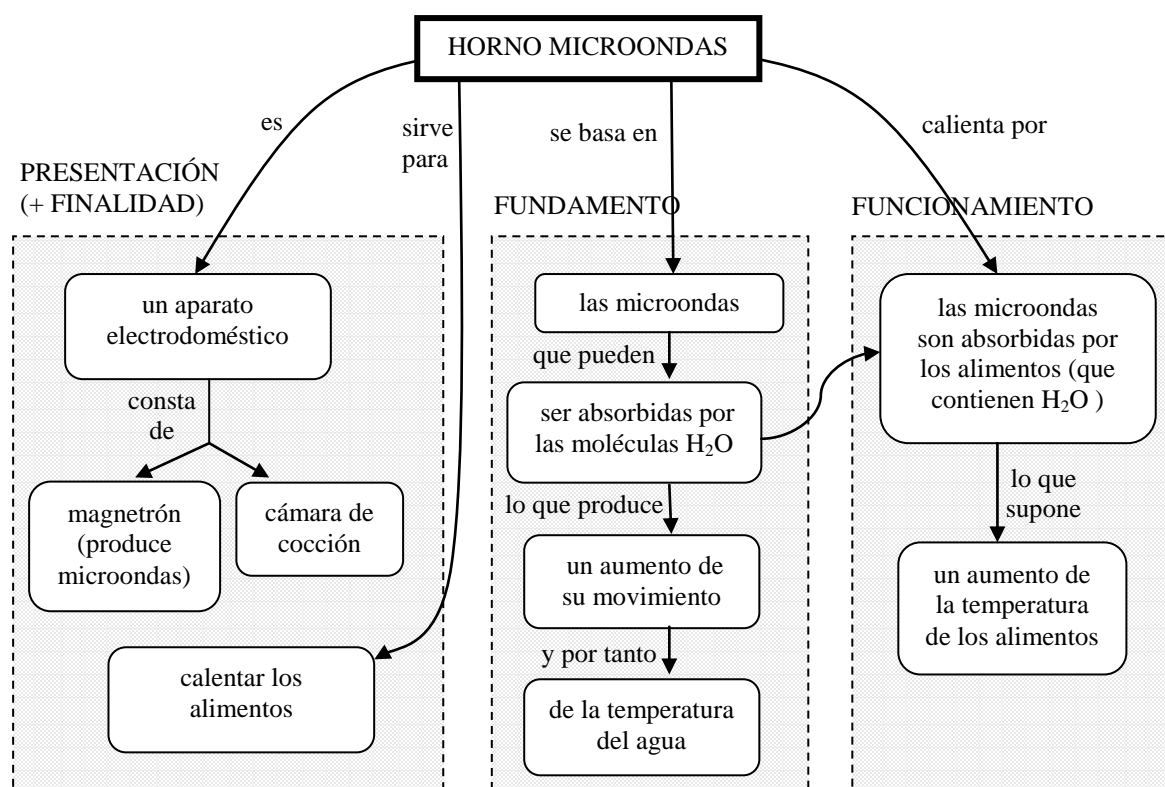


Fig. 3. Mapa conceptual del horno microondas

Redacción del documento escolar

El mapa conceptual del dispositivo va a servir de guía para redactar el documento final (Anexo). En este aparecen expuestas con más detalle las características del aparato. El esquema de bloques del mapa se ha mantenido, ahora en forma de apartados. Los nombres de estos son más sugerentes para los alumnos, pero fácilmente puede comprobarse que los apartados 1, 2 y 3 corresponden a presentación, fundamento y funcionamiento, y 4 (y parte de

3) da respuesta a los interrogantes previos (alguno no figura en el mapa). Se ha incluido una ilustración del horno en la que se aprecian sus componentes principales. Sirve de apoyo a la descripción del aparato y a las explicaciones dadas.

Uso como contenido escolar

El documento se repartió entre alumnos de 4º de ESO (58 en total) al estudiar el tema de ondas. Se le dio el mismo tratamiento que a los contenidos habituales, advirtiéndose que sería materia de examen. Se realizó una prueba parcial con siete cuestiones de características similares, entre ellas una sobre el microondas (“Contesta razonadamente: a) ¿Cuál es el mecanismo por el que las microondas calientan los alimentos? b) ¿Por qué los congelados se calientan con más dificultad?”). La evaluación de esta fue respondida de modo correcto por el 57% de los alumnos, frente al 38% por el resto de las cuestiones.

5. CONCLUSIONES

* Se pueden elaborar documentos escolares de nivel inferior (4º ESO) sobre aparatos tecnológicos complicados, que incluyan las explicaciones a preguntas que se hacen los alumnos sobre ellos.

* Se considera la exposición de dispositivos constituida por tres bloques esenciales: presentación (+ finalidad), fundamento, y funcionamiento. Esta estructura ha de ser mantenida a lo largo de todo el proceso y estar presente en el documento final.

* El procedimiento está basado en estrategias de transposición didáctica, apoyada en la técnica de mapas conceptuales y teniendo siempre en cuenta los conocimientos previos de los alumnos sobre el dispositivo.

* El mapa conceptual del dispositivo se ha desarrollado en un documento escolar, que es el transmitido a los alumnos. En él se ha incluido alguna ilustración para facilitar las explicaciones.

* El documento se ha llevado al aula y se ha tratado igual que los demás contenidos. La evaluación comparativa con estos otros indica que el documento se adapta bien al nivel de los alumnos y estos no tienen grandes dificultades para su aprendizaje.

BIBLIOGRAFÍA

AAAS (American Association for the Advancement of Science) (1993). *Benchmarks for Science Literacy*. New York: Oxford University Press.

Caamaño, A. (Coord.) (2005). Contextualizar la ciencia. *Alambique*, 46.

Cajas, F. (2001). Alfabetización científica y tecnológica: La transposición didáctica del conocimiento tecnológico. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), 243-254.

Chevalard, Y. (1997). *La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado*. Buenos Aires: Aique.

Fernández-González, M. (2008). Ciencias para el mundo contemporáneo. Algunas reflexiones didácticas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5(2), 185-199.

Marco-Stiefel, B. (2000). La alfabetización científica. En F.J. Perales y P. Cañal (Dir.) *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, (pp. 141-164). Alcoy: Marfil.

Ministerio de Educación y Ciencia (2007). Real Decreto sobre enseñanzas mínimas de la E.S.O. *B.O.E.*, 5, 677-773.

- Olartecoechea, C. (2003). Tecnología y Ciencia: Interdisciplinariedad y vinculación con el mundo de las ocupaciones. *Alambique*, 38, 42-48.
- Perales Palacios, F.J. (2006). Uso (y abuso) de la imagen en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(1), 13-30.
- Pontes Pedrajas, A. (2012). Representación y comunicación del conocimiento con mapas conceptuales en la formación del profesorado de ciencia y tecnología. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de la Ciencia*, 9(1), 106-123.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H., Hemmo, V. (2008). Enseñanza de las ciencias ahora: Una nueva pedagogía para el futuro de Europa. *Alambique*, 55, 104-117.
- Sanmartí, N. (1997). Enseñar a elaborar textos científicos en las clases de ciencias. *Alambique*, 12, 51-61.
- Solbes, J. y Vilches, A. (1997). STS Interaction and the Teaching of Physics and Chemistry. *Science Education*, 81, 377-386.
- Vollmer, M. (2004). Physics of the microwave oven. *Physics Education*, 39(1), 74-81.

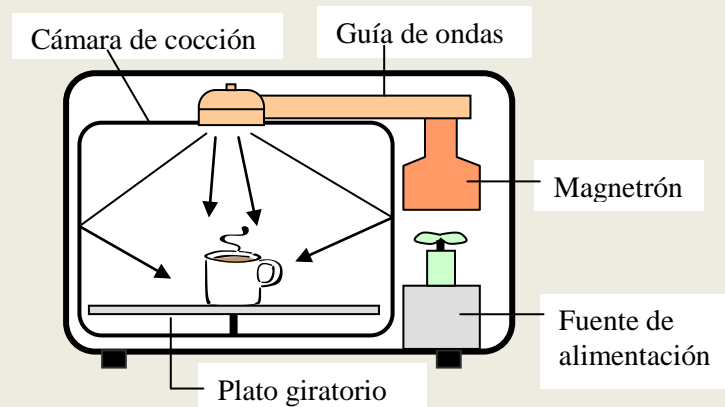
ANEXO

EL HORNO MICROONDAS (4º ESO)

1. El horno microondas

Es un aparato presente en la cocina de muchos de nuestros hogares que sirve para calentar los alimentos. Representa una alternativa a la hornilla tradicional, donde el calentamiento se produce por combustión de butano o metano. Aquí, en cambio, la fuente de energía es la electricidad y el agente que provoca el calentamiento son las microondas.

En un horno microondas (ver fig.) las microondas se generan en el magnetrón y llegan a la cámara de cocción, que es donde se colocan los alimentos. Como las microondas no se reparten por igual en toda la cámara, podrían provocar en los alimentos partes quemadas y partes frías. Para evitarlo, estos se colocan en una bandeja que, al girar, hace que el calentamiento sea más homogéneo.



Esquema de horno microondas

2. Las microondas y sus propiedades

Las microondas, como la luz visible, son ondas electromagnéticas, es decir están formadas por campos eléctricos y magnéticos. La diferencia con la luz visible es que tienen frecuencias inferiores. Las microondas van de $f = 300 \text{ MHz}$ a $f = 300 \text{ GHz}$ ($1 \text{ MHz} = 10^6 \text{ Hz}$ y $1 \text{ GHz} = 10^9 \text{ Hz}$).

Cuando las microondas inciden sobre la materia pueden ser absorbidas o reflejadas. Las microondas son absorbidas por muchos cuerpos, como el agua. En cambio, otros como los metales las reflejan. En el agua la energía de las microondas provoca un movimiento intenso de las moléculas H_2O , lo que, según la teoría cinética, es la causa de un incremento de su temperatura.

3. Alimentos: absorción

La mayoría de los alimentos (carne, pescado, leche, etc.) contiene una alta proporción de agua. Cuando un alimento se coloca en la cámara de cocción, las microondas, debido a las moléculas de agua que contiene el alimento, le producen un aumento de su temperatura. Este es tanto mayor o tanto más rápido cuanto mayor su contenido en agua.

Algunas veces se oyen chasquidos porque el agua encerrada dentro del alimento llega a vaporizarse y sale al exterior abruptamente.

Puesto que en el hielo, al ser un sólido, las moléculas H_2O se encuentran más fuertemente unidas entre sí, el movimiento está restringido y por esta razón los alimentos congelados se calientan con más dificultad.

4. Metales: reflexión

Los metales reflejan las microondas. Es lo que ocurre en las paredes metálicas de la cámara de cocción. No obstante, un porcentaje mínimo de ellas es absorbido, lo que provoca un leve calentamiento si el objeto metálico es grande (p.ej. las paredes del horno). Pero si es pequeño (p.ej. cucharilla, tenedor) puede alcanzar altas temperaturas. En esta situación pierde electrones (efecto termoiónico) y se carga positivamente, pudiendo producirse alguna chispa eléctrica. De ahí las recomendaciones de no introducir objetos metálicos en el horno.

Hay también que señalar que el cristal de la puerta delantera está recubierto con una rejilla metálica, que, por tener unos agujeros muy pequeños, actúa como una auténtica pared metálica. Por tanto, poca o nula radiación se escapa del horno.