

DIDÁCTICA EXPERIMENTAL DE LA RADIATIVIDAD ANÁLISIS DE LA IMPRESIÓN RADIATIVA DE PLACAS POLAROID CON ISÓTOPOS DE BAJA RADIATIVIDAD

M.^a Cecilia Torres Borrás
Luis Miralles Conesa

*Departament de Didáctica de les Ciències Ex-
perimentals.*

*E.U. de Formació del Professorat d'E.G.B. de
Castelló. Universitat de València.*

INTRODUCCIÓN

Con el fin de introducir y profundizar el estudio de la radiactividad en distintos niveles de enseñanza, siguiendo una metodología experimental, hemos realizado una serie de trabajos prácticos basados en las experiencias que llevaron a Becquerel, en 1896, al descubrimiento fortuito de la radiactividad.

En esta línea, ya han sido publicados los resultados obtenidos (Miralles 1986), (Miralles 1987) y (Torres 1988) al impresionar películas fotográficas (no Polaroid) de distinta sensibilidad y marca comercial, con isótopos radiactivos emisores de diversas radiaciones (alfa, beta negativa, beta positiva y gamma), (figura 1). El análisis de la influencia de los factores: tiempo de exposición, tipo de radiación, sensibilidad y marca comercial de la película fotográfica, en el grado de impresión producido al exponer las películas a la acción de las radiaciones, permite a los alumnos de la E.U. del Profesorado de EGB profundizar en el conocimiento de la radiactividad, desarrollar los procesos de la metodología científica (observación, planteamiento de hipótesis, elaboración de montajes experimentales, control de variables, interpretación de resultados, formulación de conclusiones etc.) y aprender diver-

sas técnicas fotográficas.

En el presente trabajo, y para simplificar la experiencia en cuanto al material necesario y el tiempo requerido, hemos sustituido el rollo de película fotográfica por placas Polaroid instantáneas que permiten realizar la práctica en el aula y en un tiempo mucho más reducido.

La impresión de películas Polaroid mediante materiales radiactivos (derivados de uranio y torio) ha sido descrita en la bibliografía (I.P.S. 1973), como una forma sencilla de descubrir la capacidad de ciertas sustancias de emitir radiaciones. Nuestro trabajo consiste en analizar el tipo de película más adecuado y el preparado radiactivo más eficaz, para poder realizar la experiencia en una sesión de clase, ensayando también varias técnicas de revelado para seleccionar la más correcta.

Con esta modificación pensamos que la experiencia puede resultar un trabajo práctico sobre radiactividad, aplicable a distintos niveles de la enseñanza (desde 8.º de EGB hasta Escuela Universitaria).

PARTE EXPERIMENTAL

Material.

Películas fotográficas instantáneas (figura 2):

—Película Polaroid en hoja (9x12 cm), blanco y negro: tipo 54 (400 ASA) y tipo 57 (3000 ASA).

—Film pack Polaroid (8,5x10,5 cm), blanco y negro, tipo 667 (3000 ASA).

Material de revelado (figura 3):

—Rodillos de diversos materiales (goma, madera, hierro).

—Chasis Polaroid modelo 545.

Isótopos radiactivos:

En la tabla I se indican los isótopos utilizados y sus características. El polonio-210, emisor de rayos alfa, debido a su corto período de semidesintegración no impresiona sensiblemente las películas fotográficas, siendo sustituido por el americio-241.

Procedimiento.

Para realizar la experiencia se sitúa sobre una mesa la hoja de película, protegida con su envoltorio, con el lado que indica «hacia el objetivo» en la parte superior. Sobre la zona impresionable se coloca un soporte con varios orificios, donde introducimos los tubos de protección que contienen los preparados radiactivos (figura 4). Cada una de las hojas se impresiona con un solo isótopo, modificando el tiempo de exposición, o con varios isótopos durante el mismo tiempo. Una vez efectuadas varias impresiones sobre una hoja (es conveniente realizar de 3 a 6 para reducir el coste), se procede al revelado de la misma.

En cuanto a la selección de los tiempos de exposición de las placas al material radiactivo, los valores umbrales (tiempos de exposición mínimos para los cuales las películas fotográficas son sensibles a los efectos de la

T A B L A I - Características de los isótopos radiactivos.

Isótopo	Radiación	Periodo Semi-Desintegración	Actividad		E. Desintegración (MeV)	Clasificación según B.O.E.
			μCi	KBq		
Na-22	β^+	2'58 años	0'6	22	0'54	C
Tl-204	β^-	3'8 años	4	148	0'76	C
Co-60	γ	5'26 años	5	185	1'25	C
Po-210	α	139 días	0'1	3'7	5'30	A
Am-241	α	458 días	9	340	5'50	A

T A B L A II - Valores umbrales de impresión

Isótopos	Radiación	P E L I C U L A S F O T O G R A F I C A S (en rollo)							
		V A L C A		K O D A K					
		125	400	32	100	125	400	1000	(ASA)
Tl-204	β^-	5'	1'	10'	5'	3'	1'	1'	
Am-241	α	10'	5'	15'	10'	10'	5'	1'	
Na-22	β^+	—	—	3h	2h	2h	1h	15'	
Co-60	γ	—	—	16h	16h	8h	2h	½h	

logrados anteriormente con las películas en rollo son una buena referencia.

En esta experiencia debido a que el envoltorio protector de la película Polaroid puede absorber radiación, decidimos ensayar con tiempos de exposición algo superiores a los valores umbrales.

Por otro lado, para comprobar el grado de absorción de las radiaciones, y profundizar en su naturaleza, utilizamos un contador Geiger y una película Polaroid revelada. Colocamos entre el emisor radiactivo y el tubo contador la película protegida, en primer lugar, y después sin el papel protector, contando los impactos en 10 segundos en ambos casos. Esta operación se realizó varias veces y con los distintos isótopos radiactivos (figura 5). Los resultados fueron: las radiaciones beta positiva y gamma, emitidas por los preparados sodio-22 y cobalto-60 respectivamente, no modifican sensiblemente el número de impactos en 10 segundos (con o sin papel protector), es decir, estas radiaciones no son absorbidas por el envoltorio de la película; en cambio, las radiaciones beta negativa y alfa, emitidas respectivamente por los isótopos talio-204 y americio-241, son absorbidas en parte por el papel protector, produciéndose una disminución en el número de impactos en 10 segundos; en el caso del Tl-204 la reducción es de un tercio y en el Am-241 de un medio.

Respecto a la técnica de revelado de las hojas, la extensión manual del líquido revelador mediante un rodillo, como cita la bibliografía (I.P.S. 1968), no nos dió resultados plenamente satisfactorios, a pesar de experimentar con rodillos de diversos materiales. La técnica consiste en extender rápida y uniformemente el revelador por toda la hoja de película mediante un rodillo, sobre una superficie totalmente lisa (figura 6) y transcurrido el tiempo de revelado, que lógicamente depende de la temperatura, separar la prueba positiva de su negativo (inservible), lacándola

mediante los tampones suministrados con la película. Utilizando esta técnica el revelado no es homogéneo, debido a la presión desigual producida en la extensión del líquido revelador (figura 7).

Los mejores resultados se obtienen revelando las películas con un chasis Polaroid modelo 545. La técnica consiste en introducir a fondo la hoja en el chasis, estando la palanca en la posición L (ver figura 8). Cuando la película ha llegado al tope, se cambia aquella a la posición P y se saca la hoja completamente fuera del chasis, a velocidad moderada y sin golpes. La extracción correcta se realiza en medio segundo aproximadamente, y a partir de ese momento se cuenta el tiempo de revelado, una vez transcurrido el mismo se separa el positivo lacándolo para fijarlo (figura 9).

RESULTADOS

Las películas más adecuadas para este tipo de experiencias en el aula son las hojas Polaroid tipo 52 (400 ASA) y tipo 57 (3000 ASA), ambas en blanco y negro. Los otros tipos de película en hoja (blanco y negro) no son aconsejables debido a su menor sensibilidad.

Las películas Polaroid en paquete (film pack Polaroid), blanco y negro, no resultan tan eficaces para esta experiencia, pues al impresionar la hoja superior del paquete con el isótopo radiactivo, el efecto de la radiación se propaga a las hojas contiguas (figura 10).

Los preparados radiactivos que impresionan las películas en un menor intervalo de tiempo son: talio-204, emisor de radiación beta negativa y americio-241, emisor de radiación alfa.

En la tabla III se indican los valores umbrales de impresión según el tipo de radiación y de película. Estos datos se han extraído de forma cualitativa, mediante observación directa.

En el aula se puede obtener un buen re-

sultado empleando una hoja de película instantánea Polaroid tipo 57, impresionándola durante 30 minutos con el isótopo talio-204

(beta negativa); el revelado de la misma permite que el alumno observe de forma rápida y sencilla el efecto producido por la radiación.

T A B L A III - Valores umbrales de impresión

Isótopos	Radiación	PELICULAS POLAROID (en hoja)	
		Tipo 52 (400 ASA)	Tipo 57 (3000 ASA)
Talio-204	β^-	10 min.	5 min.
Americio-241	α	10 min.	5 min.
Sodio-22	β^+	4 h.	2 h.
Cobalto-60	γ	6 h.	4 h.

BIBLIOGRAFÍA

B.O.E. núm. 255, 24/10/72. Decreto 2869/1972, Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas.

I.P.S. Group (Educational Services Incorporated), 1968. Curso de introducción a las Ciencias Físicas. Guía del profesor. Reverté, Barcelona pp.183-188.

I.P.S. Group (Educational Services Incorporated), 1973. Curso de introducción a las Ciencias Físicas. Nivel intermedio. Reverté, Barcelona, pp.191-212.

Miralles, L.; Torres, M.^a C., 1986. Efecto de la radiación beta negativa del isótopo Talio-204 sobre una película fotográfica.

Docència. Revista de L'Escola Universitària del Professorat d'E.G.B. de Castelló, 2, pp. 99-106.

Miralles, L.; Torres, M.^a C., 1987. Experiencias didácticas con isótopos radiactivos. *Docència. Revista de L'Escola Universitària del Professorat d'E.G.B. de Castelló*, 3, pp. 73-80.

Torres, M.^a C.; Miralles, L., 1988. Didáctica experimental de la radiactividad. Utilización de equipos radiactivos escolares en la impresión de películas fotográficas expuestas a radiaciones de baja actividad. *Docència. Revista de L'Escola Universitària del Professorat d'E.G.B. de Castelló*, 4, pp.63-75.



Figura 1. Tubos emisores de radiación y recipiente protector.



Figura 2. Material fotográfico e isótopos radiactivos.

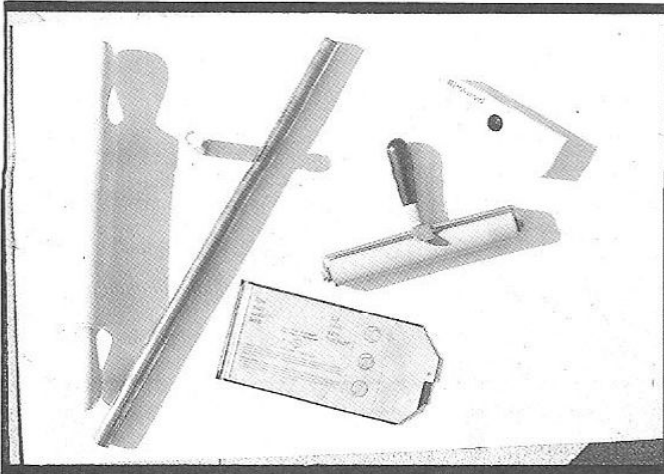


Figura 3. Rodillos ensayados en el revelado de las hojas de película Polaroid.

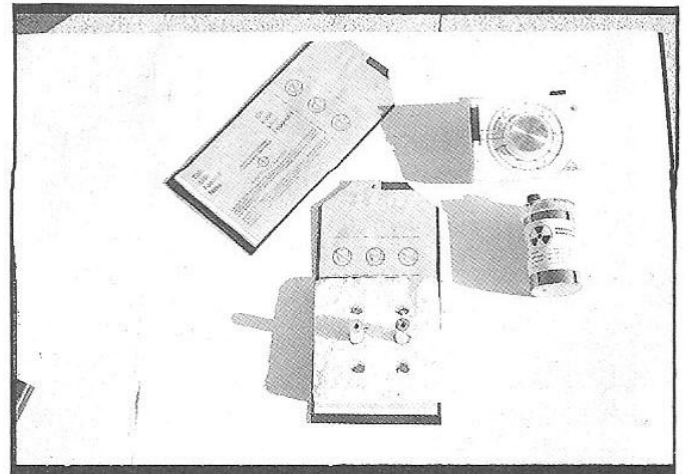


Figura 4. Montaje de la experiencia.

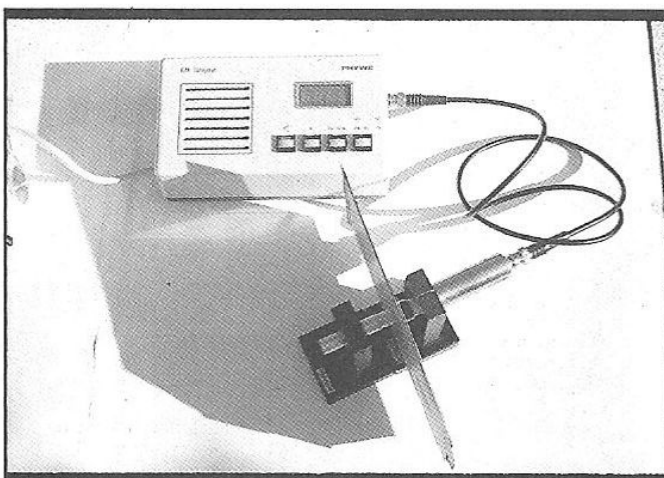


Figura 5. Comprobación de la absorción de radiación por el papel protector de la película Polaroid, mediante un contador Geiger.

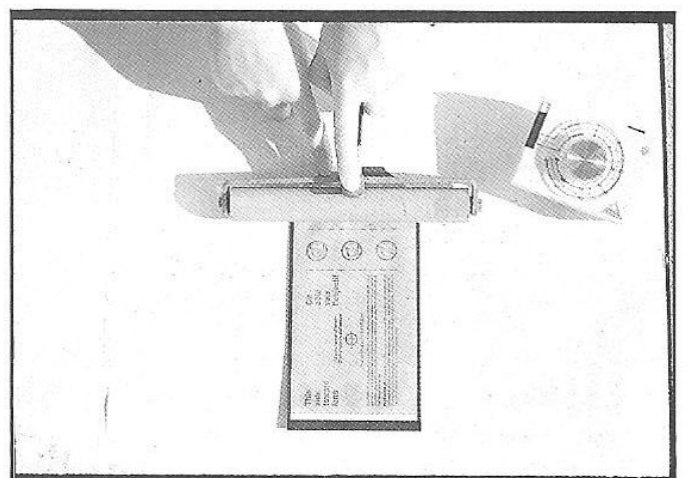


Figura 6. Técnica de revelado con rodillo.

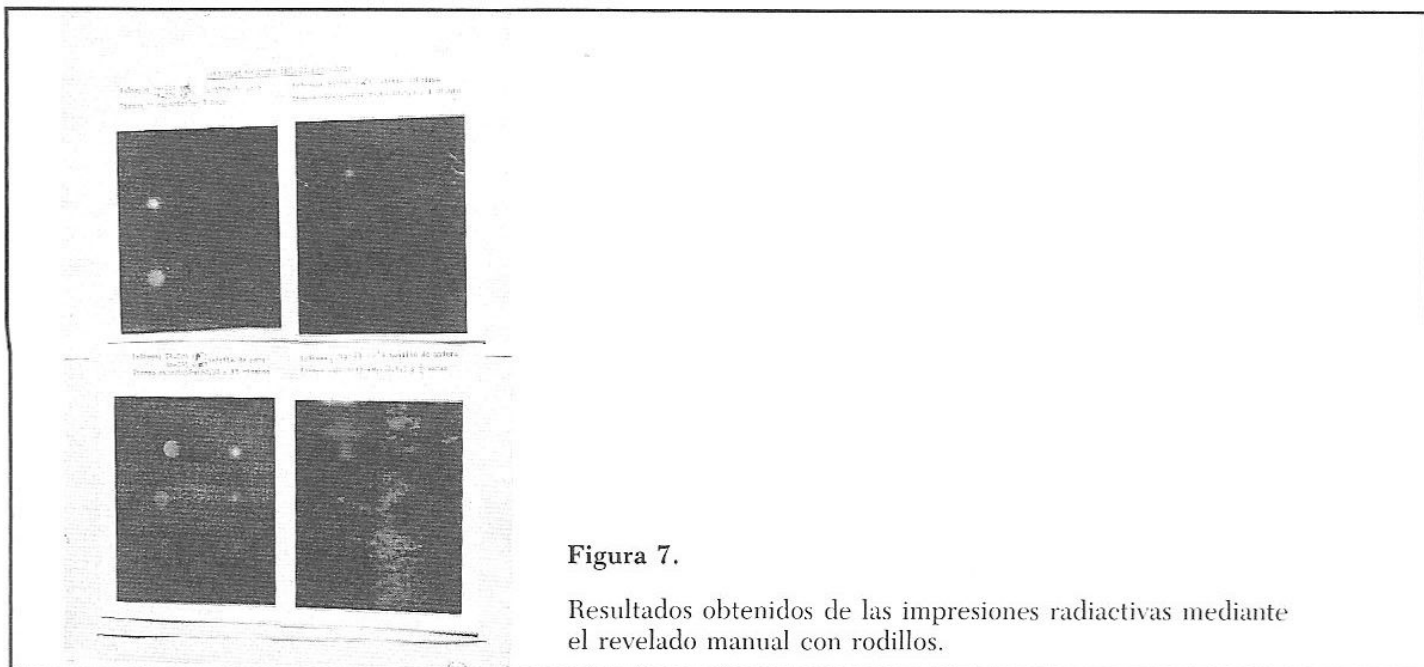


Figura 7.

Resultados obtenidos de las impresiones radiactivas mediante el revelado manual con rodillos.

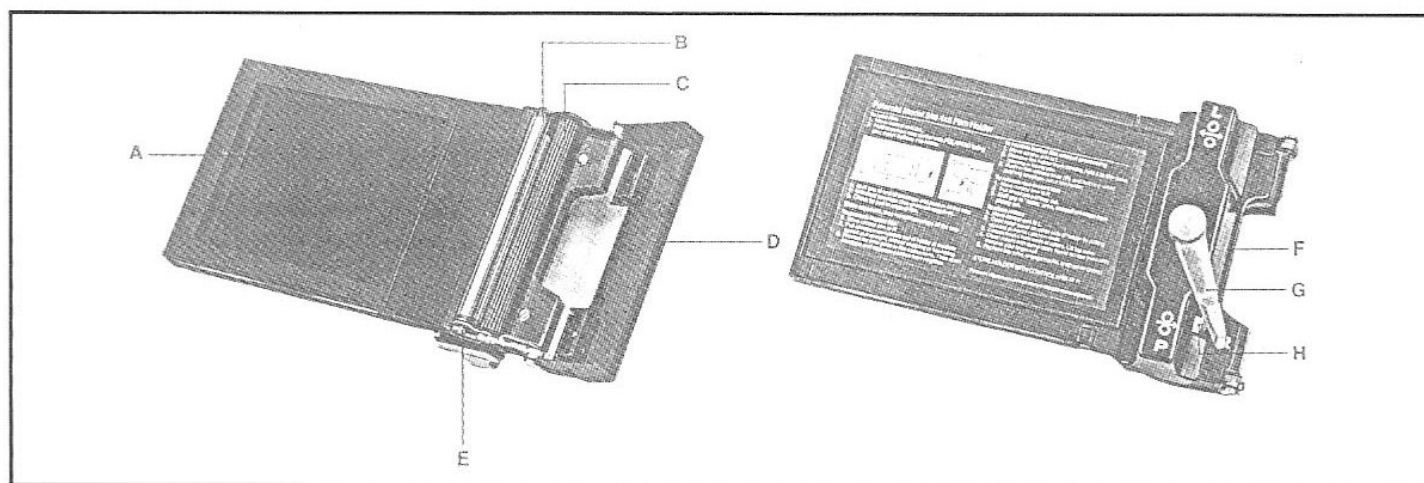


Figura 8. Chasis Polaroid modelo 545. Componentes: A) Plano focal. B) Rodillos procesadores de acero. C) Rodillo de caucho para impedir el paso de la luz. D) Tapa articulada de los rodillos. E) Ganchos de los rodillos. F) Ranura para la película. G) Palanca de control. H) Palanca liberadora de la película.

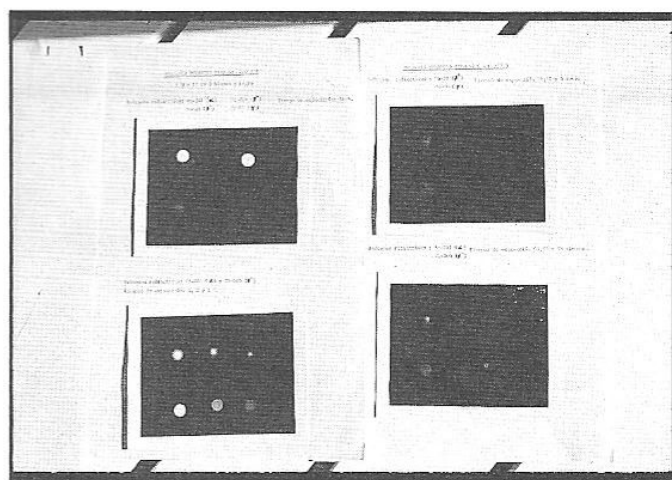


Figura 9. Películas instantáneas Polaroid en hoja (400 ASA) impresionadas por las radiaciones alfa, beta negativa, beta positiva, y gamma durante diversos intervalos de tiempo, reveladas con el chasis Polaroid modelo 545.

Figura 10. Impresión de una hoja Film Pack Polaroid (3000 ASA), por los isótopos Am-241, emisor alfa (izquierda) y Tl-204, emisor (derecha) durante una hora (parte superior) y propagación del efecto de la radiación a la hoja contigua (parte inferior).

