

CIENCIA PRÁCTICA

Borrando cuantos de luz

Por **Rubén Fernández Martínez**

El Demoniu de Maxwell
eobanugues@yahoo.es



Semeya: @ wwwuppertal
Llicencia Creative Commons

Aentamos del sieglu XIX, Thomas Young, un médicu y físicu inglés, discurrió un esperimentu qu'entá tien esmolíos a los físicos de partículas: l'esperimentu de la doble rendixa. Young punxo delante d'una fonte de lluz una tira de cartón perestrecha y miró la solombra reflexada nuna pantalla. Lo que vio yera chocante: en cuenta de ver una solombra llarga, reflexu de la tira de cartón, vio una alternancia de bandes de lluz, lo que llueu nomaríen *Patrón d'interferencia*.

L'esperimentu rescampa parte del comportamientu caprichosu de la lluz, qu'unas vegaes actúa como una onda y otres como una constelación de partículas finites.

Vamos proponer ún d'esos esperimentos tan cenciellu –y baratos– que toos podemos facer na nuesa cas, y va revelanos eses propiedaes perrares de la lluz, de les que Richard Feynman dixo que «ye l'únicu misteriu» de la teoría cuántica.

Enantes d'entamar, pa ser fieles a la realidá, tenemos que dicir que los resultaos de los esperimentos que proponemos puen esplicase dende una visión clásica, ensin recurrir a la mecánica cuántica. Sicasí, los fotones que formen la lluz siguen les regles del xuegu cuánticu y los mesmos patrones que vamos ver nos esperimentos que vienen darréu. Tornamos a la materia que nos ocupa.

El primer ensayu que proponemos ye una versión del clásicu esperimentu de Young. Pa ello necesitamos un punteru láser –nes tiendas de *too a cien* hailos por 2 ó 3 euros–, un filu de cobre –que podemos sacar d'un cachu de cable llétricu– o un alambre finu y un poco de papel d'aluminiu. Yá tenemos el material, faltamos la puesta n'escena.

Tapamos el punteru láser per delante con papel d'aluminiu al que-y facemos un furacuín pel que salga un chorrú perfinu de lluz.

El rayu láser proyeutarémoslu escontra la parede o una pantalla blanca –val una cartulina o cartón mesmu– dende una distancia de dos metros o más. Lo que vemos ye un puntu de lluz perfuerte. Agora ye cuando, cerca del emisor (ente 10 y 30 cm), ponemos centráu en metá del chorrú l'alambre o'l filu de cobre; podemos ponelu cola mano o, meyor tovía, montalu en daqué soporte (yo uso pinces de tender la ropa).

Máxicamente apaecerán na pantalla una serie de franxes de lluz, separtaes por rexones ensin lluz. E hí ta, yá tenemos un patrón d'interferencia.

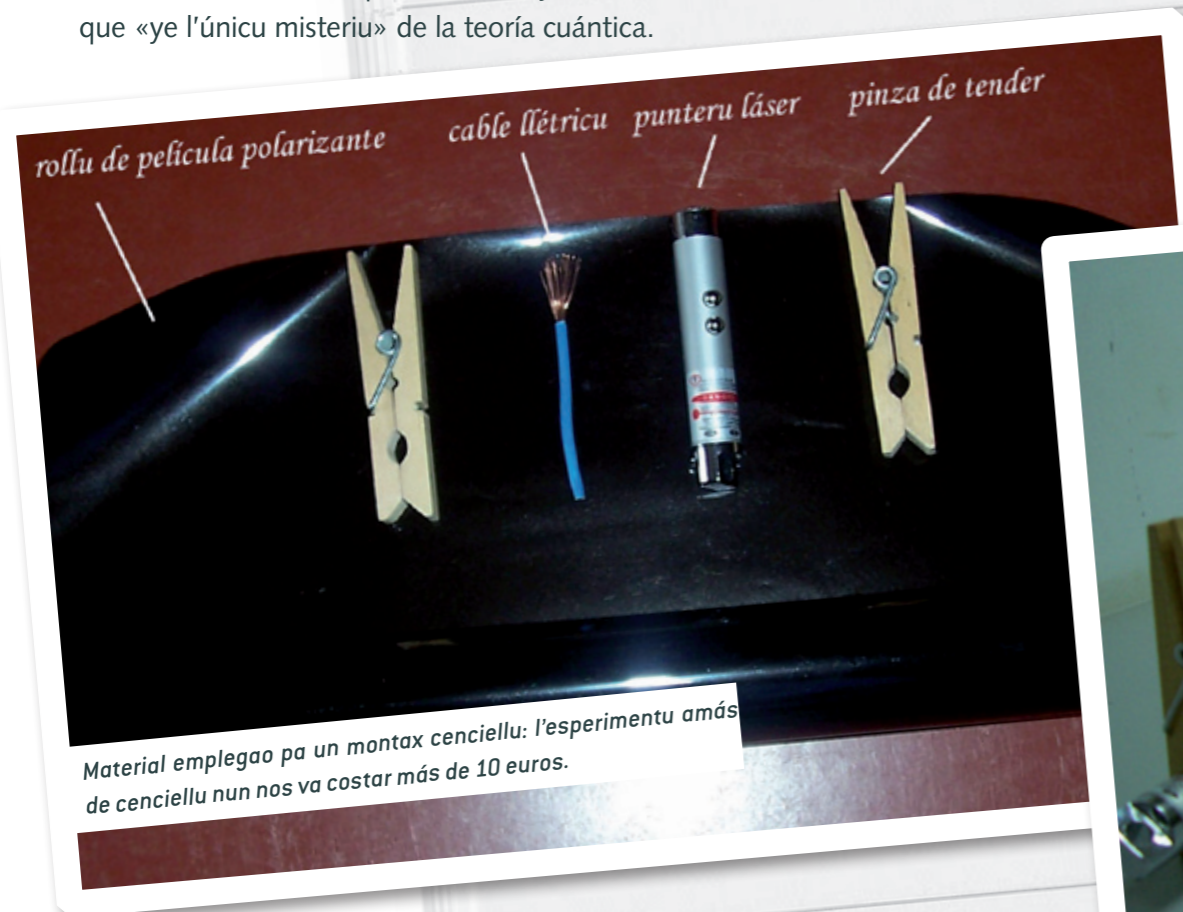


Semeya del patrón d'interferencia xeneráu nel ensayu.

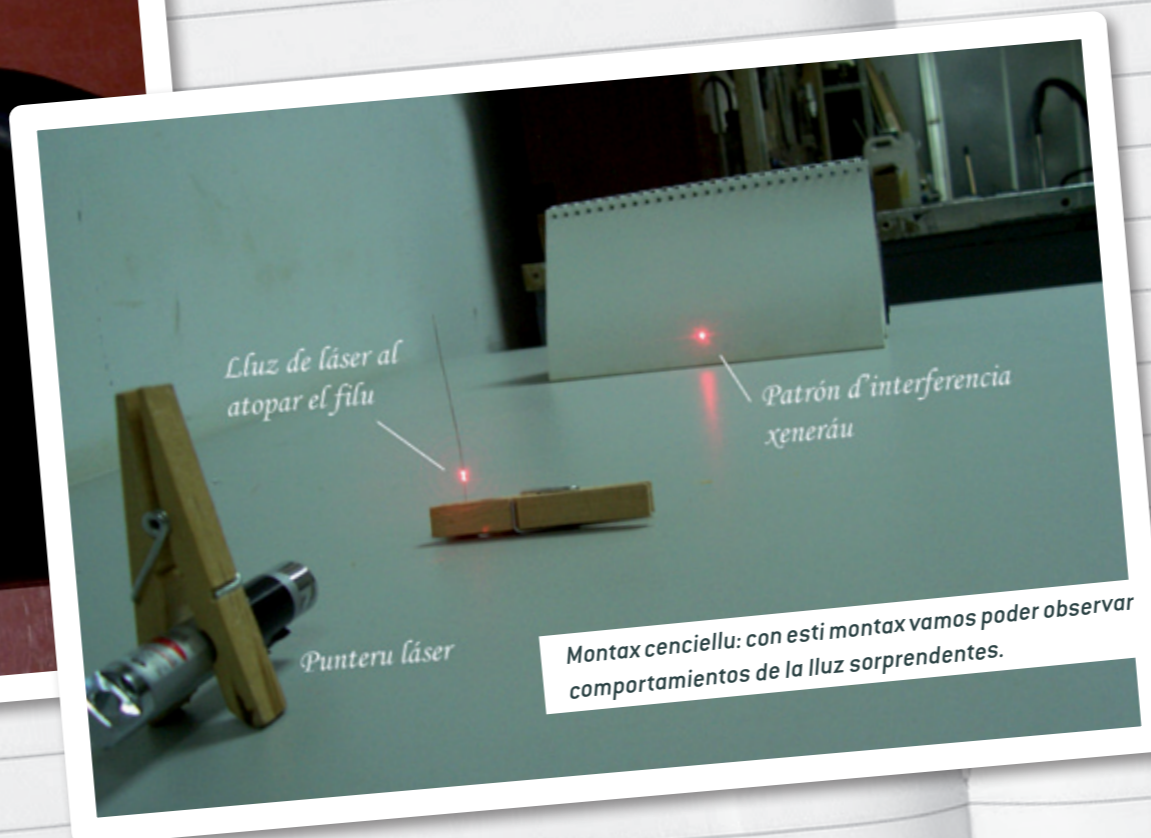
¿Qué ye lo que fixo la so apaición? La lluz en cuantes que llega a l'alambre tien que tirar a izquierda o a derecha; ye más, podemos comprobalo poniendo un cartón xustamente tres de l'alambre: veremos cómo se forma una imaxe característica, una zona de solombra con dos llóbulos, ún a cada llau.

La lluz, entós, pasa bien per un llau o bien per otru, y nel so camín hasta la pantalla interferirá col otru chorrú, faciendo qu'apaeza'l patrón d'interferencia. Esto pue que nun resulte ayenu al llector, darréu que'l mesmu procesu pue simulase tamién como ondas d'agua, a les que facemos chocar escontra un palu: les foles que lleguen a la otra oriella, depués de cruciase unes con otres, formarán un patrón asemeyáu al de la lluz.

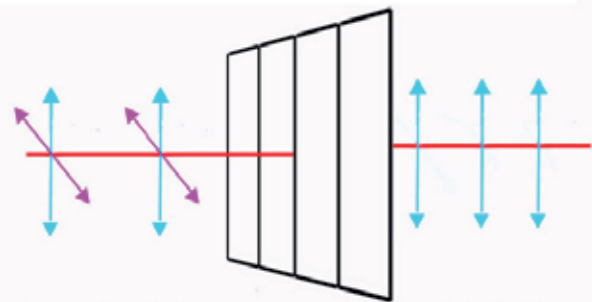
L'enquiz ta en que si en cuenta d'un chorrú de lluz mandamos los fotones d'un nún –cosa que nun podemos facer en casa– y rexistramos onde chocó caún na pantalla, depués de miles de fotones, podremos ver tamién un patrón d'interferencia, talamente como si caún de los fotones interfiriere consigo, comportándose como una onda. Llegamos pues a una conclusión chocante: estes partículas compórtense



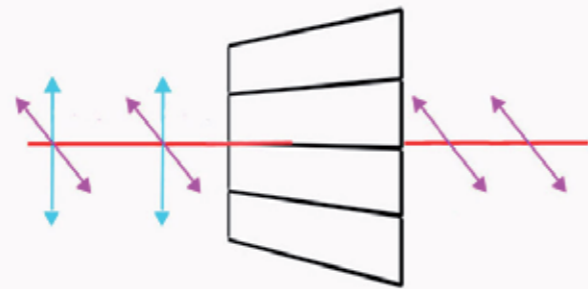
Material emplegao pa un montax cenciellu: l'esperimentu amás de cenciellu nun nos va costar más de 10 euros.



Montax cenciellu: con esti montax vamos poder observar comportamientos de la lluz sorprendentes.



polarizador de la componente Vertical de la luz



polarizador de la componente Horizontal de la luz

Esquema del efecto que produce el polarizador a un feixe de luz al pasar per él.

como ondas, interfiriendo pel camín consigo, ye decir, tuvieron que pasar a la vez pelos dos llaos de l'alambre.

El sentíu diznos que ye imposible, qu'hai que lo comprobar, tien qu'haber forma de ver los fotones pasar per un llau y per otro d'una vegada, una especie de semeya. Por desgracia esto nun ye posible. Nes escales cuántiques manden unes normas que nun nos dexen conocer tola información del estáu de les partículas; cuanto más precisos queramos ser nuna medida menos vamos selo n'otra: ye'l Principiu d'Incertidume de Heisenberg.

Pa les nuses pretensiones esto ye determinante, darréu qu'en cuantes qu'intentemos, per cualesquier mediu que nos pete, saber per cuál de les rendixes pasó'l fotón fadremos que la interferencia desapaeza, porque la información del momentu de la partícula sedrá mala respetu a la de la so posición; dando como resultáu'l desanicu del patrón d'interferencia.

Paez enguedeyoso, pero quiciabes, seya menos depués de facer la segunda parte del es-

perimentu, nel que nos sofítamos no que Marlan Scully y Kai Drühl nomaron Borrador cuánticu¹.



Trazador: d'una mesma tira de papel cortamos dos cachos cuadraos, xiramos ún d'ellos 90° y amestámoslos bien apegaos.

1. WALBORN S.P, TERRA CUNHA, M.O, PÁDUA, S. & C. MÖNKEN [2004]. - Borrado cuántico. Investigación y Ciencia. Prensa Científica, Barcelona.

El principiu d'esti aparatu cuenta en que podemos tener información del camín que siguen los fotones ensin camudar esti abondo; si somos quien, el Patrón d'interferencia va desapaezer. Podemos dir un poco más p'allá si depués borramos otra vegada la información que lleímos sobre'l camín, entós la interferencia volverá a apaecer. Vamos velo selemente.

draos de papel polarizao a uníos llau contra llau (ensin que queden solapaos), aunque caún nuna posición, ye dicir xiraos 90° ún respetu del otro, apegámoslos pa que nun se muevan, colocamos l'alambre centráu delantre de la xuntura de los dos cachos del papel: nomarémoslu Trazador. Ye perimportante qu'onde axunten los dos llaos polarizantes nun heba sedadures nin pase luz puro.



Les diferentes postures del analizador van facer que'l patrón d'interferencia camude.

El material necesario, amás de lo usao enantes, va ser un poco más difícil d'atopar: un cachu papel polarizao —podemos usar les películes que vienden nes tiendes d'autorrecaos pa les llunes del coche—.

El primer pasu ye facer un marcador del camín que sigue la luz. Pa ello ponemos dos cachos cua-

Cuando prendemos el láser, na pantalla nun hai rastru d'interferencia, vemos una mancha de luz, asemeyada a la que vemos si proyeytamos un láser escontra la pantalla ensin más.

La luz al llegar a l'alambre tira per un llau o otro, aunque como tien que pasar pelos polarizadores, los fotones que pasen pela izquierda fáenlo con un enclín y los que pasen pela derecha con otro, asina nun interfieren unos con otros, y el patrón nun apaez.



Imaxe del Patrón d'Interferencia después de pasar pel Analizador DHV..

revés, pasa si ponemos la película na posición de la manzorga, que nomamos V (de vertical). Lo qu'asocede ye qu'al filtriar otra vegada la lluz, escoyemos namás los fotones que pasaron per un llau, tamos cuantificando asina la cantidá de lluz que pasa per caún de los llaos.

Otra prueba que podemos facer ye xirar el polarizador analizador en posiciones con un

enclín de 45° respeito a les posiciones anteriores, que nomamos DH y DV (diagonal horizontal y vertical). L'efectu va dexanos cuasi como al entamu, ensin malapenes información

Inclusive podemos conocer cuántos fotones pasen per un llau y per otro. Si ponemos otro cachu de polarizador después del trazador que punximos primero, y asitia-moslu en distintes posiciones podremos conseguir información sobre per ónde fueron los fotones: ye lo que nomaremos Analizador.

Al poner la película na mesma posición que la del llau derechu del trazador, que podemos nomar H –d'horizontal–, na pantalla apaecerá una mancha de lluz asemeyada a l'anterior, aunque al fixanos meyor vemos que la mancha ye más intensa a izquierda qu'a derecha. Lo mesmo, pero al

sobre'l camín que siguieron los fotones, les franxes apaecen otra vegada.

La reapaiación de la banda d'interferencia ye pola mor de lo que fai cola lluz filtrao pol trazador y llueu de pasar pel analizador: los fotones vinieren d'au vinieren tienen un cincuenta por cientu de posibilidaes de llegar a la pantalla, y amás fáenlo polarizaos diagonalmente, polo que nun vamos ser quien a saber per cuál de los llaos lo fixo; ye más, podemos pensar que caún pasó pelos dos llaos ya interfirió consigo mesmo.

Si miramos más a fondu, y cuntando dende onde facemos el xiru de 45°, si dende la posición que filtraba los fotones izquierdos o la que lo facía colos derechos, el patrón d'interferencia va ser daqué diferente, les franxes de lluz y escures van tar cambiaes nún y n'otru; ye dicir, nuna posición les franxes de lluz vamos atopales onde tán les escures de la otra, y al revés; de mou que si axuntamos les dos figures tenemos una mancha igual a la que vemos col trazador namás.

Y pa peracabar, podemos facer un analizador mestu axuntando dos metaes xirades 45°, caúna a la contra la otra, que nomamos DA (diagonales amestaes). Al pasar la lluz per esti nuevu analizador va facer daqué perestraño. La semeya qu'apaez na pantalla fórmase per aciu d'un patrón d'interferencia con dos metaes (una arriba y otra abaxo), onde les bandes van tar

camudaes: les allumaes d'arriba van ser escures abaxo, y viceversa. Esti va ser, quiciabes, l'efectu más llamaderu que podemos atopar xugando cola lluz –pelo menos col material qu'usamos–.

Como vimos, podemos disponer de la información del pasu de los fotones con unos simples polarizadores. Namás tenemos que camudar el tipu y posición d'ellos pa usar esa información o pa borrarla «del mapa».



Imaxe del Patrón d'Interferencia después de pasar pel Analizador DHV..

Cuadru resume de los resultaos que vamos ver en caún de los ensayos

