

THE Fantastic FOUR

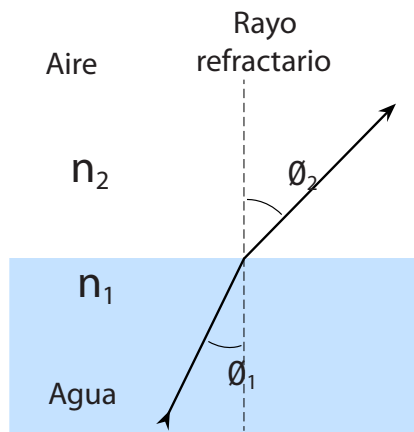
Los cuatro
fantásticos en:
**LA MUJER
INVISIBLE Y SU
PROBLEMA DE
CEGUERA**

Juan Luis Palma
Doctor en Ciencias con mención en
Física



Muchas veces nos encantamos con las películas de ciencia ficción, o con los relatos que nos ofrece el mundo de los cómics, que hoy en día atrae a muchas más personas por sus universos cinematográficos. En esta sección de la revista Ingeniería al Día, en cada nueva edición analizaremos un tópico de nuestra cultura pop desde un punto de vista ingenieril y científico.

Hoy comenzaremos hablando sobre superhéroes y desde luego, partimos con un clásico: Los Cuatro Fantásticos (primer equipo de súper héroes creado por nuestro siempre recordado Stan Lee, en 1961), quienes, debido a una sobreexposición de rayos cósmicos obtuvieron súper-poderes: súper elasticidad del Sr. Elástico, Reed Richards, el cual podemos discutir desde un punto de vista de la física no lineal; de la antorcha humana, Johnny Storm, a quien se puede evaluar desde un punto de vista de física de plasma; de la mole, Ben Grimm, de quién podríamos argumentar sus movimientos con las herramientas que nos entregan los primeros cursos de física; y de la mujer invisible, Susan "Sue" Storm-Richards, heroína que analizaremos desde la perspectiva de las ondas electromagnéticas y del sentido de la visión.



La línea negra representa un rayo de luz que viaja a través de un medio (agua) y pasa a un nuevo medio (aire). Ambos medios tienen un índice de refracción distinto (n_2 y n_1 respectivamente) lo que hace que cambie la velocidad de propagación de la luz, y ocurra el efecto de refracción. En terminos prácticos, lo que observamos es una discontinuidad del objeto, como el lápiz mostrado dentro del vaso.

Lo primero es lo primero: ¿qué necesita la mujer invisible para ser invisible? Es decir, ¿qué cambia en su materia que la hace invisible? Para entender esto, lo primero que debemos comprender es como se propaga la luz. La información que nosotros recibimos a través de nuestros ojos son simplemente rayos de luz que han rebotado en un objeto, y han sido reflejados o refractados por este objeto. Entonces, la visión se trata solamente de la recepción de los haces luminosos que vienen desde ciertos objetos. Por lo tanto, para que un objeto sea invisible, es necesario que no refleje ni refracte luz.

Los cambios de velocidad que experimenta la luz se deben a lo que se denomina el índice de refracción, que es (por así decirlo) una especie de "densidad óptica". Este número es $n_1=1$ para el aire, y $n_2=1.33$, lo que quiere decir que la luz viaja 1.33 veces más rápido en el aire que en el agua.

Entonces existe una desviación de la luz, que viene dado por una ley que se conoce cómo la Ley de Snell.

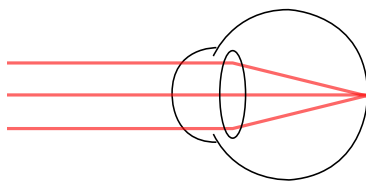
Si un objeto no es transparente, bueno, la luz choca en él y el objeto simplemente no deja pasar la luz, reflejándola.

“El concepto de reflejar, es un concepto fácil de entender, porque está arraigado a nuestro conocimiento, y es un acto que usamos casi a diario, o los más vanidosos lo usan muchas veces al día. Una luz reflejada, es el efecto que nos permite mirarnos al espejo, o en un charco de agua. Pero ¿Qué es la refracción? Para entender esto, pensemos en un vaso de agua al cual le introducimos un lápiz, justo en la interfase de agua aire, se aprecia un efecto de refracción, donde se puede apreciar que el lápiz no sigue la línea recta que debiese y se ve oblicua, con un cambio de dirección. Este cambio de dirección se debe a que la luz <<que está rebotando en el lápiz y que sale de un medio a otro (desde agua a aire)>> cambia su velocidad de propagación en el medio. Es decir, la luz se mueve con una velocidad en el aire y con otra velocidad en el agua”



Por lo tanto, para que la mujer invisible, se haga invisible debe igualar el índice de refracción de su cuerpo con el del aire, así los rayos de luz pasarían a través de ella sin ser reflejados ni refractados.

Pero aquí nos surge un problema, ya que la refracción es una parte esencial para el correcto funcionamiento de nuestra vista. Ya que dentro de nuestro ojo tenemos un lente (biconvexo) llamado cristalino, que está justo detrás del iris, y que es el encargado de refractar la luz para que podamos



PUNTO FOCAL

hacer enfoque de los rayos en la parte posterior de nuestros ojos, llamada retina. El cristalino entonces, tiene un índice de refracción distinto al del aire, lo que nos permite cambiar la dirección de la luz y hacer que todos los rayos que entran por nuestros ojos se enfoquen en un pun-

to en particular. Si ese punto se enfoca muy atrás o muy adelante, da paso a las enfermedades ópticas de hipermetropía y de miopía respectivamente. Entonces, la mujer invisible al hacerse invisible, deja su cristalino con el índice de refracción del aire, por lo cual no puede enfocar, porque no puede refractar los haces de luz, y entonces se vuelve ciega.

Como era de esperarse, los escritores de cómics ya habían pensado en esto, de hecho, fue una inquietud de los fans hasta fines del año 2002. La edición “The Fantastic Four 62” de diciembre, reveló el mecanismo de cómo la mujer invisible puede ver, y se trata del efecto de fotoconductividad de los conductores, pero ¿de qué va esto?

Pues empecemos por entender que las moléculas que forman nuestro cuerpo tienen la capacidad de absorber y reflejar luz, y que un poco de melanina puede aumentar esta absorción haciendo

que nuestro tono de piel cambie. Esto se logra moviendo un poco el espectro de absorción de energía, y Sue puede mover el rango de absorción de sus células de tal manera que toda la óptica ocurra en el ultravioleta pero no en el espectro de luz visible.

La fotoconductividad es un fenómeno óptico y eléctrico en el que un material se vuelve un mejor conductor eléctrico debido a la absorción de radiación electromagnética, pudiendo esta ser: luz infrarroja, luz ultravioleta, luz visible.

“El espectro energético va desde las ondas térmicas pasando por el espectro visible (los colores que vemos cuando la luz se refleja en un CD) hasta llegar al ultravioleta, que es el más energético.”

Entonces, los ojos de Susan funcionan igual que los nuestros, pero con un espectro ultravioleta. Es decir, ella puede ver estas emisiones, pero no los mismos colores que vemos nosotros, ya que su espectro no es un arcoíris. Si pensamos en una ventana, esta refleja los UV y transmite la luz visible, por lo que nosotros la vemos transparente, pero la mujer invisible la verá muy oscura. Con un poco de práctica, esto no debiese ser un problema. Entonces, Sue no es ciega, pero su forma de visión nos deja pensando casi de manera filosófica.

En el ejemplar 64 de diciembre del 2002, Mark Waid, nos dice que Sue va detectando los rayos cósmicos que reflejamos, y que son invisibles a nuestra vista.

El mecanismo propuesto por Waid, es correcto, mientras que la fuente de emisión de energía es incorrecta. Ahora sabemos que podrían ser los rayos ultravioletas.

En definitiva, el problema que nos propuso la física bien entendida, pudo ser resuelto por la misma física bien explicada. De seguro no será la única vez que pongamos en jaque los conceptos que se utilizan en los cómics, o películas de ciencia ficción, sin embargo, lo fascinante es la discusión que se puede dar entre fantasía y realidad, donde la ciencia es la gran protagonista.

