

FÍSICA

265

Agujeros de gusano y propulsión por curvatura

Viajes interestelares vistos
desde la relatividad general

TONATIUH MATOS
MIGUEL ALCUBIERRE



En 1984 el Fondo de Cultura Económica concibió el proyecto editorial La Ciencia desde México con el propósito de divulgar el conocimiento científico en español a través de libros breves, con carácter introductorio y un lenguaje claro, accesible y ameno; el objetivo era despertar el interés en la ciencia en un público amplio y, en especial, entre los jóvenes.

Los primeros títulos aparecieron en 1986, y si en un principio la colección se conformó por obras que daban a conocer los trabajos de investigación de científicos radicados en México, diez años más tarde la convocatoria se amplió a todos los países hispanoamericanos y cambió su nombre por el de La Ciencia para Todos.

Con el desarrollo de la colección, el Fondo de Cultura Económica estableció dos certámenes: el concurso de lectoescritura Leamos La Ciencia para Todos, que busca promover la lectura de la colección y el surgimiento de vocaciones entre los estudiantes de educación media, y el Premio Internacional de Divulgación de la Ciencia Ruy Pérez Tamayo, cuyo propósito es incentivar la producción de textos de científicos, periodistas, divulgadores y escritores en general cuyos títulos puedan incorporarse al catálogo de la colección.

Hoy, La Ciencia para Todos y los dos concursos bienales se mantienen y aun buscan crecer, renovarse y actualizarse, con un objetivo aún más ambicioso: hacer de la ciencia parte fundamental de la cultura general de los pueblos hispanoamericanos.

Agujeros de gusano y propulsión por curvatura

TONATIUH MATOS
MIGUEL ALCUBIERRE

Agujeros de gusano y propulsión por curvatura

Viajes interestelares vistos
desde la relatividad general



Ciencia y Tecnología
Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación



FONDO
DE CULTURA
ECONÓMICA

Primera edición, 2025

[Primera edición en libro electrónico, 2026]

Matos, Tonatiuh y Miguel Alcubierre

Agujeros de gusano y propulsión por curvatura. Viajes interestelares vistos desde la relatividad general / Tonatiuh Matos, Miguel Alcubierre. — México : FCE, 2025
115 p. : ilus. ; 21 × 14 cm — (Colec. La Ciencia para Todos ; 265)
Texto para nivel medio y medio superior
ISBN 978-607-16-8995-5

1. Agujeros de gusano (Física) 2. Relatividad general (Física) 3. Astrofísica
4. Astronomía 5. Divulgación científica I. Matos, Tonatiuh, coaut. II. Ser. III. t.

LC QB843

Dewey 508.2 C569 V.265

Distribución mundial

La Ciencia para Todos es proyecto y propiedad del Fondo de Cultura Económica, al que pertenecen también sus derechos. Se publica con los auspicios de las secretarías de Educación Pública y de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación.

D. R. © 2025, Fondo de Cultura Económica
Carretera Picacho-Ajusco, 227; 14110 Ciudad de México
www.fondodeculturaeconomica.com
Comentarios: editorial@fondodeculturaeconomica.com
Tel.: 55-5227-4672

Diseño de portada: Neri Ugalde Guzmán

Se prohíbe la reproducción total o parcial de esta obra, sea cual fuere el medio, sin la anuencia por escrito del titular de los derechos.

ISBN 978-607-16-8995-5 (impreso)
ISBN 978-607-16-9170-5 (electrónico-pdf)

Impreso en México • *Printed in Mexico*

<i>Introducción</i>	9
I. <i>Las leyes de la relatividad especial</i>	29
II. <i>La relatividad general</i>	46
III. <i>Agujeros negros y agujeros de gusano</i>	71
IV. <i>El Warp Drive, o la propulsión por curvatura</i>	100
<i>Conclusiones</i>	115

¿Quién no ha soñado con viajar a las estrellas, visitar un planeta desconocido o recorrer el cosmos visitando galaxias exóticas? Desde que el hombre tiene capacidad de pensar hemos soñado con viajar a lo largo y ancho del universo. Las aventuras más notables de la humanidad han sido de viajeros que quieren conocer su entorno y más allá. Desde los fenicios, los griegos, los babilonios, pasando por Marco Polo, Magallanes y Cristóbal Colón, se han contado en múltiples ocasiones historias impresionantes de estos viajeros aventureros. Por su importancia, se han escrito novelas, filmado películas y montado obras de teatro, todo para recordar y conmemorar tan emocionantes aventuras. Uno puede imaginar a Marco Polo recorriendo los desiertos de Oriente, intercambiando ideas con gente totalmente distinta a él; o a Cristóbal Colón explorando los límites de la Tierra en una época en la que se creía falsamente que ésta era plana y tenía límite definido, en busca de una nueva ruta comercial que lo conectara con la India. La gente esperaba que no regresara de su viaje a Oriente yendo por Occidente, pensaban que en algún momento iba a caer a los abismos infinitos. Viajar en aquella época era un problema tecnológico. Si uno quiere viajar a una isla que está a unos pocos kilómetros de la costa, se puede utilizar una lancha con velas y sortear el viento para llegar en unas horas a ella. Sin embargo, si la isla está mucho más lejos,

el viaje podría durar varios días, entonces será necesario llevar agua y comida, aunque sea mínima. Para esto una lancha ya no es suficiente, habría que construir algo más grande en donde cupiera la tripulación, su agua y su comida, y de preferencia un lugar para pasar la noche. En la época de Colón el material de construcción era la madera. El problema es que la madera sólo soporta un peso determinado, no es muy resistente, y cuando hay olas, los brincos del barco pueden partirlo en dos. Para su viaje a América, Colón y Magallanes usaron barcos que estaban prácticamente en el límite del tamaño al que se podían construir. Apenas eran suficientemente grandes para un viaje de unos meses; la esperanza siempre era que después de este lapso de tiempo se encontrara tierra para poder reabastecerse de agua y alimentos. Ése fue el caso, afortunadamente.

En la actualidad, viajar alrededor del planeta ya no tiene limitantes físicas, sólo económicas. Quien tiene los recursos, y hay gente que los tiene, puede realizar el viaje de Marco Polo sin problemas. El viaje de Cristóbal Colón lo realizan miles de personas diariamente por avión. Viajar es una pasión, es excitante. De adultos, todos hemos conocido algún lugar diferente a donde vivimos de niños y hemos conocido cosas maravillosas: un río, un lago, una calle, gente nueva, animales raros, comida distinta, paisajes hermosos. Es cierto, como humanos no hemos terminado de conocer nuestro planeta, seguimos encontrando lugares que no creíamos que existieran, en las montañas distantes, en las selvas espesas o en las profundidades de los océanos. Pero la curiosidad no cesa, siempre hay más y más.

Ahora el reto es viajar fuera de la Tierra, ir a la Luna, a Marte o a Venus. En esto estamos apenas comenzando. El 12 de abril de 1961, el cosmonauta soviético Yuri Gagarin fue el primer ser humano en salir al espacio exterior de la Tierra. Fue el inicio de los viajes por el cosmos. El 20 de julio de 1969, el astronauta estadounidense Neil Armstrong fue el primero en pisar la superficie lunar. Para lograrlo se necesitó un cohete de 110 metros de altura, impulsado por gas incandescente a alta tempera-