



Matemáticas y sus fronteras

- [BLOGS madri+d](#)
- [PORTADA BLOG](#)
- [GALERIAS IMAGENES](#)

La física de Fermat

Publicado por [Matemáticas y sus fronteras](#) el **9 noviembre, 2016** [Editar](#)
[Comentarios \(0\)](#)

Tweet

Las dos entradas anteriores sobre Pierre de Fermat confirman que su legado es sin duda alguna muy importante. Sin embargo, la falta de interés de la época en problemas tan fundamentales como son los de la teoría de números, condujeron los intereses de Fermat por otros derroteros.



Pierre de Fermat

Aunque su motivación por la física era moderada, una de sus contribuciones se ha convertido en uno de los enunciados más importantes de la óptica geométrica. Fermat denominaba a la física “la filosofía natural”. Según Fermat, la verdad de las ciencias físicas sólo podría ser encontrada a través de la experimentación, en contra de la opinión de Descartes, quien se convirtió en su “enemigo” por las continuas disputas entre los dos científicos. Descartes utilizaba el método

racionalista, que es el sistema de pensamiento que acentúa el papel de la razón en la adquisición del conocimiento, en contraste con el empirismo, que resalta el papel de la experiencia, sobre todo el sentido de la percepción. Según Fermat, la verdad en las ciencias físicas sólo podría encontrarse a través de los sentidos y fue un seguidor acérrimo de estas teorías, propuestas por filósofos como Hume o Locke. Es paradójico que Fermat, desinteresado en las ciencias físicas, abogara por el método empirista, más cercano a la física experimental que a su afición a las matemáticas.

Para Descartes, la luz se transmitía por colisión entre partículas, hablando del símil del bastón de un ciego que al chocar con algo, su mano transmitía el impulso. La luz opera de forma similar, transmitiendo impulso entre partículas. Además, el impulso es una fuerza que podía interpretarse vectorialmente, y cuyas leyes de reflexión y refracción se podrían deducir. La ley de la refracción de Descartes es la que hoy en día se conoce como ley de Snell, o ley de propagación de la luz entre dos medios de diferentes índices de refracción (por ejemplo, aire y agua). Desde la experiencia de las bolas de billar, tras el choque, se espera que la bola salga disparada y se aleje de la dirección normal. Sin embargo, al cambiar la resistencia del medio, el ángulo de rebote decrece y se acerca a la normal. La interpretación de Descartes es que el medio ejerce una fuerza.



Refracción de un lápiz

Fermat leyó la obra de Descartes, probablemente porque se la había enviado Jean de Beaugrand, que mantenía disputas serias con Descartes. Fermat detectó dos importantes errores en la obra de Descartes. El abate Mersenne está también, como siempre, en medio de estos debates. Descartes escribe a Mersenne.

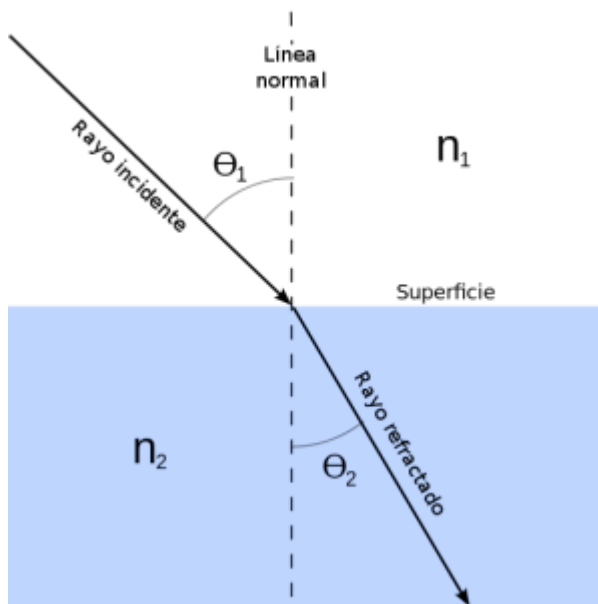
« le défaut qu'il trouve en ma démonstration n'est qu'imaginaire et montre assez qu'il n'a regardé mon traité que de travers. et si vous aviez envie par charité de le délivrer de la peine qu'il prend de rêver encore sur cette matière »

Fermat replica

« Ce n'est pas point par envie ni par émulation que je continue cette petite dispute, écrit-il à Mersenne, mais seulement pour découvrir la vérité; de quoi j'estime que M. Descartes ne me saura pas mauvais gré, d'autant plus que je connais son mérite très éminent, et que je vous en fais ici une déclaration très expresse. »

La querrela está servida. No es hasta quince años mas tarde que Fermat elabora su teoría. Aunque el planteamiento de Fermat se basaba en el camino más óptimo para el recorrido de la luz, un

estudio detallado desvela que en realidad lo que estaba optimizando era el tiempo. El principio debería ser reescrito de la siguiente manera: “los procesos físicos toman el camino que tardan menos tiempo en recorrer”. Aunque el problema se corresponde con el de un proceso físico, sin embargo, el planteamiento de Fermat no dejó de ser de carácter matemático, un postulado axiomático lejos del empirismo.



Ley de la refracción

“La refracción se produce cuando la luz atraviesa un medio transparente de cierta densidad a uno de densidad distinta. La ley dice que el seno del ángulo formado entre el rayo incidente y la normal es al seno del ángulo entre la normal y el refractado como las respectivas velocidades son una a otra y como el inverso de los respectivos índices de refracción uno a otro”.

Para su demostración, Fermat planteó el principio extremal, que requiere el cálculo de máximos o mínimos. En este caso particular, el tiempo mínimo que tardaría la luz en recorrer un camino. Lo que Fermat no esperaba es que su planteamiento de optimización en términos de minimización de una función, sería el preludio de casi todas las teorías físicas. Por ejemplo, en la mecánica clásica, las ecuaciones de Euler Lagrange se derivan de la minimización de un funcional cuyos extremos se mantienen fijos. Igualmente se derivan las leyes de la relatividad o de la mecánica cuántica.

Para sorpresa de Fermat, la ley derivada del principio de mínima acción para la refracción de la luz era idéntica a la planteada por Descartes. Más sorpresa sería aún hoy en día si Fermat levantara la cabeza y viera que su ley de minimización es el principio de la física y también de las matemáticas aplicadas. El análisis numérico se encarga del desarrollo de algoritmos deterministas capaces de garantizar convergencia en tiempo finito a una solución óptima real, obtenida de un principio de minimización. Si Fermat o Lagrange fueron los padres de los principios de minimización, Richard Bell podría ser el padre de los principios de minimización computacionales.

Manuel de León (CSIC, Fundador del ICMAT, Real Academia de Ciencias, Real Academia

Canaria de Ciencias, ICSU) y **Cristina Sardón** (ICMAT-CSIC).

Tweet

Me gusta

Compartir

6

Share

1

G+1

0

[Compartir](#)

Etiquetas: [Descartes](#), [óptica](#), [Pierre de Fermat](#), [reflexión](#), [refracción](#)
[General](#)

Si te gustó esta entrada anímate a [escribir un comentario](#) o [suscribirte al feed](#) y obtener los artículos futuros en tu lector de feeds.

Comentarios

Aún no hay comentarios.

Escribe un comentario

Registrado como [Matemáticas y sus fronteras](#). [Salir »](#)

Tu Comentario

Enviar



Buscar en el blog...



•

noviembre 2016

L	M	X	J	V	S	D
1	2	3	4	5	6	
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
« oct						

L M X J V S D

28 29 30

[« oct](#)

• Contador de visitas

00571921

• Archivos

- [noviembre 2016](#)
- [octubre 2016](#)
- [septiembre 2016](#)
- [agosto 2016](#)
- [julio 2016](#)
- [junio 2016](#)
- [mayo 2016](#)
- [abril 2016](#)
- [marzo 2016](#)
- [febrero 2016](#)
- [enero 2016](#)
- [diciembre 2015](#)
- [noviembre 2015](#)
- [octubre 2015](#)
- [septiembre 2015](#)
- [agosto 2015](#)
- [julio 2015](#)
- [junio 2015](#)
- [mayo 2015](#)
- [abril 2015](#)
- [marzo 2015](#)
- [febrero 2015](#)
- [enero 2015](#)
- [diciembre 2014](#)
- [noviembre 2014](#)
- [octubre 2014](#)
- [septiembre 2014](#)
- [agosto 2014](#)
- [julio 2014](#)
- [junio 2014](#)
- [mayo 2014](#)
- [abril 2014](#)
- [marzo 2014](#)
- [febrero 2014](#)
- [enero 2014](#)
- [diciembre 2013](#)
- [noviembre 2013](#)
- [octubre 2013](#)

- [septiembre 2013](#)
- [agosto 2013](#)
- [julio 2013](#)
- [junio 2013](#)
- [mayo 2013](#)
- [abril 2013](#)
- [marzo 2013](#)
- [febrero 2013](#)
- [enero 2013](#)
- [diciembre 2012](#)
- [noviembre 2012](#)
- [octubre 2012](#)
- [septiembre 2012](#)
- [agosto 2012](#)
- [julio 2012](#)
- [junio 2012](#)
- [mayo 2012](#)
- [abril 2012](#)
- [marzo 2012](#)
- [febrero 2012](#)
- [enero 2012](#)
- [diciembre 2011](#)
- [noviembre 2011](#)
- [octubre 2011](#)
- [septiembre 2011](#)
- [agosto 2011](#)
- [julio 2011](#)
- [junio 2011](#)
- [mayo 2011](#)
- [abril 2011](#)
- [marzo 2011](#)
- [febrero 2011](#)
- [enero 2011](#)
- [diciembre 2010](#)
- [noviembre 2010](#)
- [octubre 2010](#)
- [septiembre 2010](#)
- [agosto 2010](#)
- [julio 2010](#)
- [junio 2010](#)
- [mayo 2010](#)
- [abril 2010](#)
- [marzo 2010](#)
- [febrero 2010](#)
- [enero 2010](#)
- [diciembre 2009](#)
- [noviembre 2009](#)
- [octubre 2009](#)
- [septiembre 2009](#)

- [agosto 2009](#)
- [julio 2009](#)
- [junio 2009](#)
- [mayo 2009](#)
- [abril 2009](#)
- [marzo 2009](#)
- [febrero 2009](#)
- [enero 2009](#)
- [diciembre 2008](#)
- [noviembre 2008](#)
- [octubre 2008](#)
- [septiembre 2008](#)
- [agosto 2008](#)
- [julio 2008](#)
- [junio 2008](#)
- [mayo 2008](#)
- [abril 2008](#)
- [marzo 2008](#)
- [febrero 2008](#)
- [enero 2008](#)
- [diciembre 2007](#)
- [noviembre 2007](#)
- [octubre 2007](#)
- [septiembre 2007](#)
- [agosto 2007](#)
- [julio 2007](#)
- [junio 2007](#)
- [mayo 2007](#)
- [abril 2007](#)
- [marzo 2007](#)
- [febrero 2007](#)
- [enero 2007](#)
- [diciembre 2006](#)
- [noviembre 2006](#)
- [octubre 2006](#)
- [septiembre 2006](#)
- [agosto 2006](#)
- [julio 2006](#)
- [junio 2006](#)

• Entradas recientes

- [La física de Fermat](#)
- [Los otros teoremas de Fermat](#)
- [Lecciones de una mesa redonda](#)
- [Transferencia del conocimiento matemático](#)
- [El monumento a Abel](#)
- [ICSU e ISSC afrontan un día histórico para la ciencia](#)

- [La mujer que explicó la fisión nuclear](#)
- [Parásitos en la melena del león](#)
- [La demostración de un teorema](#)
- [Excelencia matemática en el CSIC](#)

• Enlaces

- [DivulgaMAT](#)
- [ESTALMAT](#)
- [La Hoja Volante](#)
- [MATEMATICALIA](#)

• WEBLOGS

- [:: ZTFNews.org](#)
- [Bloc de la Biblioteca de Matemàtiques](#)
- [Blog para anti-maticos](#)
- [BUCM :: 2+2=5 :: Biblioteca Complutense](#)
- [Complejidad](#)
- [Democracia electronica](#)
- [Francis \(th\)E mule Science's News](#)
- [Gaussianos](#)
- [MATBUS](#)
- [Michael Trick's Operations Research Blog](#)

• Páginas

- [GALERIAS IMAGENES](#)

• Comentarios recientes

- [Estuardo aquino](#) en [La mujer que explicó la fisión nuclear](#)
- [Estuardo aquino](#) en [La mujer que explicó la fisión nuclear](#)
- [Los otros teoremas de Fermat | Matemáticas y sus fronteras](#) en [Más allá del formalismo: aplicaciones de teoría de grupos](#)
- [Lecciones de una mesa redonda | Matemáticas y sus fronteras](#) en [Transferencia del conocimiento matemático](#)
- [Transferencia del conocimiento matemático | Matemáticas y sus fronteras](#) en [No solo de teoremas viven los matemáticos](#)

• Etiquetas

[Abel](#) [Astronomía](#) [conjetura abc](#) [ecuación de quinto grado](#) [Escuela de Doctorado](#) [Formación](#) [Física estadística](#) [Johannes Kepler](#)
[luz mochizuki](#) [Mujeres matemáticas](#) [Música](#) [Neurociencia](#) [suicidios científicos](#) [Sísifo](#)
[teoría de números](#) [transferencia matemáticas](#) [visión](#)

- **Acceso usuarios**

- [Administrador del sitio](#)
[Desconectar](#)
- [Inicio](#)
- [GALERIAS IMAGENES](#)
- - [Desconectar](#)