Jean Baptiste Joseph Fourier

(1768 – 1830)

Vida Personal

Nacido en Auxerre, Francia el 21 de Marzo de 1768, el mundo recibiría a uno de los más notables pensadores matemáticos que definió una idea abstracta para su época de la representación de funciones periódicas en una extensión de aquella en un intervalo simétrico o asimétrico.

Noveno hijo de los doce de un sastre. Fue educado en una escuela de monjes benedictinos, sobresalió tempranamente en el estudio de las matemáticas.

Participó de forma activa en la Revolución Francesa de 1789, al término de la cual comenzó sus estudios en la Escuela Politécnica de París.

En 1798 acompañó a Napoleón Bonaparte en su expedición a Egipto, y se interesó por la investigación arqueológica de la civilización faraónica.
Convertido en un reputado egiptólogo, ocupó el cargo de secretario del Instituto de Egipto, fundado por Napoleón en El Cairo.

También fue amigo del joven Champollion, quien después descifró la Piedra Rosetta, lo que supuso el primer paso largo hacia la compresión de la escritura jeroglífica de los antiguos egipcios.

A su regreso a Francia ostenta diversas dignidades oficiales en la administración y su capacidad en el desempeño de las funciones le valió la concesión del título de barón en 1809.

A la caída de Napoleón se desligó de la política y disfrutó de una sosegada vida académica en París, siendo elegido miembro de varias sociedades científicas, en virtud de su prestigio como investigador.
Fourier falleció en París el 16 de mayo de 1830.

Su Legado Científico

Fourier fue educado en el clero pero no tomó sus votos. En lugar de eso tomó el estudio de las matemáticas (1794) y más tarde enseñaba matemática en la Escuela Normal. Después de su andar político y que Napoleón falleciera fue cuando se interesó por la investigación científica, mas específicamente en Física y en Matemática.

En 1807 comenzó el estudio de la propagación del calor en los sólidos lo que le llevo a usar ampliamente la serie que hoy lleva su nombre. Logró deducir la ecuación diferencial parcial para el calor, llamada simplemente *La Ecuación del Calor*, denotada por:

$$a^2 \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} = \frac{\partial w}{\partial t}$$

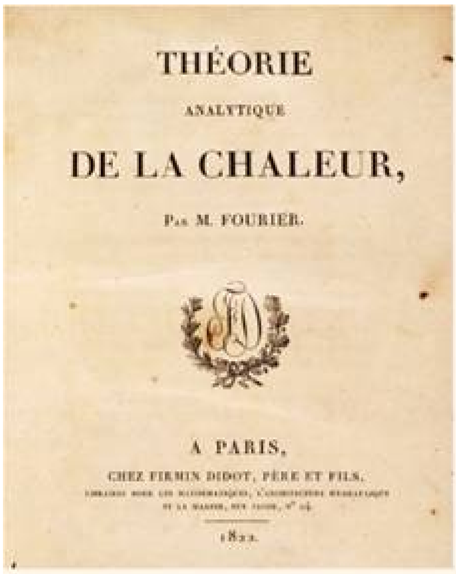
Donde $a^2 = k/c\rho$; c es el calor específico de una sustancia, ρ es la densidad de la sustancia, k es la conductividad térmica de la sustancia. W es la función:

$W = f(x, t)$ con x la posición del calor en un cierto cuerpo o sustancia y t el tiempo.

Nota: Para mayor información visitar http://titan.usach.cl/apuntes/cap11.pdf o consultar los siguientes libros: *Ecuaciones Diferenciales y problemas con valores en la frontera* de *Nagle, Saff y Snider* 3º Edición, Ed. Addison Wesley (Capítulo 10 sección 10.5). *Cálculo y Geometría Analítica* de George F. Simmons, 2º Edición, Ed. Mcgraw-Hill. (Capítulo 19, sección 19.9).

Para los que conocen el gran campo de las ecuaciones diferenciales, estas también se pueden resolver mediante métodos con series de potencias. Debido a esto, Fourier hizo un gran uso de su Serie en el estudio del calor.

Finalmente en 1822 publicó su famosa ***Théorie Analytique de la Chaleur*** (Teoría Analítica Del Calor), la cual se convirtió en su obra cumbre y que en realidad no fue tanto su estudio del calor lo que lo hizo famoso, sino el descubrir un recurso matemático que hoy en día es usado en Electricidad en el *Análisis Espectral de una Señal para corriente alterna*, y en muchas áreas mas de la ciencia moderna , y que en su época fue rechazado por un grupo conformado por **Laplace**, **Monge**, **Lagrange** y **Lacroix** "*porque no contenía nada nuevo y nada interesante*". Sin embargo, Fourier es uno de los pocos afortunados matemáticos: su nombre ha arraigado en todos los idiomas civilizados como un adjetivo que es bien conocido por los físicos y los matemáticos de todas las partes del mundo.



THÉORIE

ANALYTIQUE

DE LA CHALEUR,

PAR M. FOURIER.

A PARIS,

CHEZ FIRMIN DIDOT, PÈRE ET FILS,

1822.

Fourier, al proponer a la comunidad mundial, su libro usando las series infinitas trigonométricas, significó gran polémica en el ambiente intelectual ya que tuvo una profunda conexión con la evolución del concepto de función. La actitud general en aquel tiempo era llamar función a ***f(x)*** si ésta podía representarse mediante una expresión sencilla como un polinomio, una combinación finita de funciones elementales, una serie de potencias:

$$\sum_{n=0}^{\infty} a_n x^n$$

pero era difícil aceptar que una serie con términos que implicaban formas trigonométricas, las cuales se pensaban divergentes, podía representar a una función ***f(x)***, obviamente convergente. Tal fórmula denotó Fourier como:

$$f(x) = \tfrac{1}{2} a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos nx + b_n \operatorname{sen} nx)$$

donde a_n y b_n son los *coeficientes de Fourier*.

Si la gráfica de ***f(x)*** era *arbitraria,* por ejemplo, una línea poligonal con varios picos e incluso unos cuantos huecos (puntos de discontinuidad), entonces ***f(x)*** no habría sido aceptada como una auténtica función. Fourier proclamó que las gráficas *arbitrarias* pueden ser representadas por series trigonométricas y deberían por tanto ser tratadas como funciones legítimas, y fue una gran conmoción para muchos que resultara que Fourier estaba en lo cierto. Pasó mucho tiempo antes de que estas cuestiones quedasen completamente aclaradas, y no fue un accidente que la definición de función que ahora es casi universalmente usada fuese formulada por **Dirichlet** en 1837 en un artículo de investigación sobre la teoría de las Series de Fourier. Además, la definición clásica de la integral definida debida a **Riemann** fue dada en primer lugar en su artículo fundamental de 1854 sobre le tema de las Series de Fourier. De hecho, muchos de los más importantes descubrimientos matemáticos del siglo XIX están directamente unidos a la teoría de las Series de Fourier, y las aplicaciones de esta materia a la física matemática no han sido menos profundas.

Aplicación de la Serie de Fourier: Análisis Armónico

El **análisis armónico** es la rama de las matemáticas que estudia la representación de funciones o señales como superposición de ondas "básicas", de "base", de las que podemos decir que la función o la señal "se compone". Investiga y generaliza las nociones de **Series de Fourier** y **Transformada de Fourier**. Las ondas base se dicen "armónicos", y de ahí el nombre de la disciplina. A lo largo de los siglos siglo XIX y siglo XX se ha convertido en una materia enorme con aplicaciones en campos diversos como el procesamiento de señales, la mecánica cuántica o la neurociencia.

La transformada clásica de Fourier en $\mathbf{R}^n$ aún es un área de investigación activa, sobre todo en la transformación de Fourier sobre objetos más generales, como las distribuciones temperadas. Por ejemplo, si imponemos algunos requerimientos sobre una distribución f, podemos intentar trasladarlos a términos de su transformada de Fourier. El Teorema de Paley-Wiener es un ejemplo de ello, que implica inmediatamente que si f es una distribución (matemáticas) de soporte compacto (lo que incluye a las funciones de soporte compacto), entonces su transformada de Fourier no tiene nunca el soporte compacto. Esto es un tipo muy elemental de un *principio de incertidumbre* en términos del análisis armónico.

Las series de Fourier pueden ser estudiadas convenientemente en el contexto de los **Espacios de Hilbert**, lo que nos da una conexión entre el análisis armónico y el *análisis funcional*.

Una de las ramas más modernas del análisis armónico, que tiene sus raíces a mediados del siglo XX, es el Análisis matemático sobre **Grupos topológicos**. La ideal central que lo motiva es la de las varias Transformadas de Fourier, que pueden ser generalizadas a una transformación de Función matemática definida sobre compacidad local.

La teoría para los grupos localmente compactos Grupo abeliano se llama **dualidad de Pontryagin**, que se considera una proposición muy satisfactoria ya que explica las características envueltas en el análisis armónico. En su página se encuentra desarrollada en detalle.

El análisis armónico estudia las propiedades de tal dualidad y la transformada de Fourier; y pretende extender tales características a otros marcos, por ejemplo en el del caso del Grupo de Lie no abelianos.

Para grupos generales no abelianos localmente compactos, el análisis armónico está muy relacionado con la teoría unitaria de representación de grupos unitarios. Para grupos compactos, el Teorema de Peter-Weyl explica cómo se pueden conseguir armónicos extrayendo una representación irreducible de cada clase de equivalencia de representaciones. Esta elección de armónicos goza de algunas de las propiedades útiles de la transformada de Fourier clásica de forma que lleva convoluciones a productos escalares, o por otra parte mostrando cierta comprensión sobre la estructura de grupo subyacente.

Fin

Biografía presentada y editada por Andrés Zepeda González, estudiante de Ingeniería de Ejecución Eléctrica (1851) de la Universidad de Santiago de Chile (USACH). Año 2005

Fuentes

Para los verdaderos investigadores…

http://204.153.24.194/html/la_era/it19.htm

http://euler.ciens.ucv.ve/matematicos/fourier.html

http://campus-llamaquique.uniovi.es/virtual/docencia/teleco/1.paraiso/idea/idea.htm

http://www.mat.usach.cl/histmat/html/four.html

Encontrarán la biografía de Fourier y de su legado matemático.

Para conocer mas de la Serie, Transformada e Integral de Fourier…

Matemáticas Avanzadas para Ingeniería y Ciencias de Murray R. Spiegel, Editorial Mcgraw- Hill, Serie Schaum. (Capítulos 7 y 8)

Ecuaciones Diferenciales y problemas con valores en la frontera de Nagle, Saff, Snider. Editorial: Addison Wesley, 3º Edición. (Capítulo 10, Sección 10.3)

Circuitos Eléctricos de Joseph A. Edminister. Editorial: Mcgraw-Hill. Serie Schaum. (Capítulo 12). 2º Edición.

Análisis de Circuitos en Ingeniería de William H. Hayt Jr., Jack E. Kemmerly. Editorial Mcgraw-Hill. 2º Edición (Capítulo 17 y 18)