

Srinivasa Ramanujan

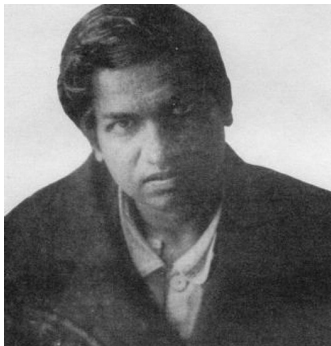
Su vida y su matemática

Pablo A. Panzone

Universidad Nacional del Sur

26 de septiembre de 2016

MINIBIOGRAFÍA



MINIBIOGRAFÍA



Srinivasa Ramanujan (1887-1920, 32 años) fue un matemático indio autodidacta.

MINIBIOGRAFÍA



Srinivasa Ramanujan (1887-1920, 32 años) fue un matemático indio autodidacta.

- Poco entrenamiento formal

MINIBIOGRAFÍA



Srinivasa Ramanujan (1887-1920, 32 años) fue un matemático indio autodidacta.

- ▶ Poco entrenamiento formal
- ▶ Notables contribuciones en:
Análisis. Teoría de números. Series. Fracciones continuas.
Integrales,...

MINIBIOGRAFÍA



Srinivasa Ramanujan (1887-1920, 32 años) fue un matemático indio autodidacta.

- ▶ Poco entrenamiento formal
- ▶ Notables contribuciones en:
Análisis. Teoría de números. Series. Fracciones continuas.
Integrales,...
- ▶ Aislamiento

MINIBIOGRAFÍA

- ▶ Reconocido por la comunidad matemática india

MINIBIOGRAFÍA

- ▶ Reconocido por la comunidad matemática india
- ▶ India = dominio británico

MINIBIOGRAFÍA

- ▶ Reconocido por la comunidad matemática india
- ▶ India = dominio británico
- ▶ Reconocido luego en el ambiente europeo

MINIBIOGRAFÍA

- ▶ Reconocido por la comunidad matemática india
- ▶ India = dominio británico
- ▶ Reconocido luego en el ambiente europeo
- ▶ G. H. Hardy.



MINIBIOGRAFÍA

- ▶ 3900 resultados

MINIBIOGRAFÍA

- ▶ 3900 resultados
- ▶ Casi todos sus resultados son correctos

MINIBIOGRAFÍA

- ▶ 3900 resultados
- ▶ Casi todos sus resultados son correctos
- ▶ Redescubrió otros muchos ya conocidos

MINIBIOGRAFÍA

- ▶ 3900 resultados
- ▶ Casi todos sus resultados son correctos
- ▶ Redescubrió otros muchos ya conocidos
- ▶ Notebooks

MINIBIOGRAFÍA

- ▶ 3900 resultados
- ▶ Casi todos sus resultados son correctos
- ▶ Redescubrió otros muchos ya conocidos
- ▶ Notebooks
- ▶ Bruce Berndt



Geografía

Geografía

- ▶ India

Geografía

► India



Geografía

► India



- ▶ 1300 millones de personas

Geografía

- ▶ India



- ▶ 1300 millones de personas



BIOGRAFÍA

BIOGRAFÍA

- ▶ Nació el 22 de diciembre de 1887 en Erede

BIOGRAFÍA

- ▶ Nació el 22 de diciembre de 1887 en Erode
- ▶ Familia Brahmin

BIOGRAFÍA

- ▶ Nació el 22 de diciembre de 1887 en Erode
- ▶ Familia Brahmin
- ▶ Padre = empleado de una tienda

BIOGRAFÍA

- ▶ Nació el 22 de diciembre de 1887 en Erode
- ▶ Familia Brahmin
- ▶ Padre = empleado de una tienda
- ▶ Madre = ama de casa + canta en la iglesia local+...



INFANCIA

INFANCIA

- ▶ Cuando Ramanujan tiene 1 año y medio, su madre tiene otro bebé quien muere 3 meses después.

INFANCIA

- ▶ Cuando Ramanujan tiene 1 año y medio, su madre tiene otro bebé quien muere 3 meses después.
- ▶ En 1889 tiene sarampión y se recupera (miles mueren por esa enfermedad ese año).

INFANCIA

- ▶ Cuando Ramanujan tiene 1 año y medio, su madre tiene otro bebé quien muere 3 meses después.
- ▶ En 1889 tiene sarampión y se recupera (miles mueren por esa enfermedad ese año).
- ▶ Se mudan a Madras (Chennai).

INFANCIA

- ▶ Cuando Ramanujan tiene 1 año y medio, su madre tiene otro bebé quien muere 3 meses después.
- ▶ En 1889 tiene sarampión y se recupera (miles mueren por esa enfermedad ese año).
- ▶ Se mudan a Madras (Chennai).
- ▶ En 1891 y en 1894 su madre da a luz bebés que luego de un tiempo mueren.

INFANCIA

- ▶ Cuando Ramanujan tiene 1 año y medio, su madre tiene otro bebé quien muere 3 meses después.
- ▶ En 1889 tiene sarampión y se recupera (miles mueren por esa enfermedad ese año).
- ▶ Se mudan a Madras (Chennai).
- ▶ En 1891 y en 1894 su madre da a luz bebés que luego de un tiempo mueren.
- ▶ En 1892 entra en la escuela...

INFANCIA

- ▶ Cuando Ramanujan tiene 1 año y medio, su madre tiene otro bebé quien muere 3 meses después.
- ▶ En 1889 tiene sarampión y se recupera (miles mueren por esa enfermedad ese año).
- ▶ Se mudan a Madras (Chennai).
- ▶ En 1891 y en 1894 su madre da a luz bebés que luego de un tiempo mueren.
- ▶ En 1892 entra en la escuela...
- ▶ Problemas! No le gusta le escuela!

INFANCIA

- ▶ Cuando Ramanujan tiene 1 año y medio, su madre tiene otro bebé quien muere 3 meses después.
- ▶ En 1889 tiene sarampión y se recupera (miles mueren por esa enfermedad ese año).
- ▶ Se mudan a Madras (Chennai).
- ▶ En 1891 y en 1894 su madre da a luz bebés que luego de un tiempo mueren.
- ▶ En 1892 entra en la escuela...
- ▶ Problemas! No le gusta la escuela!
- ▶ Cambia de escuela pues los padres se mudan.

INFANCIA

- ▶ Tiene una relación cercana con la madre quien le enseña a cantar (cultura Brahmin).

INFANCIA

- ▶ Tiene una relación cercana con la madre quien le enseña a cantar (cultura Brahmin).
- ▶ A los 10 años (1897) aprueba sus exámenes saliendo primero en el distrito.

JUVENTUD

- ▶ Entra en la secundaria y encuentra matemática formal por primera vez.

JUVENTUD

- ▶ Entra en la secundaria y encuentra matemática formal por primera vez.
- ▶ A los 11 años ya sabe todo de la matemática de su nivel...

JUVENTUD

- ▶ Entra en la secundaria y encuentra matemática formal por primera vez.
- ▶ A los 11 años ya sabe todo de la matemática de su nivel...
... le prestan un libro de S. L. Loney...
Lo estudia y descubre nuevos teoremas por su cuenta!

JUVENTUD

- ▶ Entra en la secundaria y encuentra matemática formal por primera vez.
- ▶ A los 11 años ya sabe todo de la matemática de su nivel...
... le prestan un libro de S. L. Loney...
Lo estudia y descubre nuevos teoremas por su cuenta!
- ▶ A los 14 recibe certificados al mérito, completa los exámenes en la mitad de tiempo...

JUVENTUD

- ▶ Entra en la secundaria y encuentra matemática formal por primera vez.
- ▶ A los 11 años ya sabe todo de la matemática de su nivel...
... le prestan un libro de S. L. Loney...
Lo estudia y descubre nuevos teoremas por su cuenta!
- ▶ A los 14 recibe certificados al mérito, completa los exámenes en la mitad de tiempo...
- ▶ Sabe geometría y series...

JUVENTUD

- ▶ En 1902 (15 años) le muestran cómo resolver la cúbica...

JUVENTUD

- ▶ En 1902 (15 años) le muestran cómo resolver la cúbica...
... y encuentra un método para resolver la cuártica ...

JUVENTUD

- ▶ En 1902 (15 años) le muestran cómo resolver la cúbica...
... y encuentra un método para resolver la cuártica ...
... al año siguiente trata de resolver la quintica ...

JUVENTUD

- ▶ Año 1903 (16 años): un amigo le presta el libro

JUVENTUD

- ▶ Año 1903 (16 años): un amigo le presta el libro
- ▶ G. S. Carr, **A Synopsis of Elementary Results in Pure and Applied Mathematics**

JUVENTUD

- ▶ Año 1903 (16 años): un amigo le presta el libro
- ▶ G. S. Carr, **A Synopsis of Elementary Results in Pure and Applied Mathematics**
- ▶ Al parecer el libro despierta al genio dormido...

JUVENTUD

- ▶ Año 1903 (16 años): un amigo le presta el libro
- ▶ G. S. Carr, **A Synopsis of Elementary Results in Pure and Applied Mathematics**
- ▶ Al parecer el libro despierta al genio dormido...
- ▶ Al siguiente año investiga los números de Bernoulli y calcula la constante de Euler-Mascheroni...

JUVENTUD

- ▶ Año 1903 (16 años): un amigo le presta el libro
- ▶ G. S. Carr, **A Synopsis of Elementary Results in Pure and Applied Mathematics**
- ▶ Al parecer el libro despierta al genio dormido...
- ▶ Al siguiente año investiga los números de Bernoulli y calcula la constante de Euler-Mascheroni...
- ▶ Sus compañeros raramente lo entienden...

JUVENTUD

- ▶ Año 1903 (16 años): un amigo le presta el libro
- ▶ G. S. Carr, **A Synopsis of Elementary Results in Pure and Applied Mathematics**
- ▶ Al parecer el libro despierta al genio dormido...
- ▶ Al siguiente año investiga los números de Bernoulli y calcula la constante de Euler-Mascheroni...
- ▶ Sus compañeros raramente lo entienden...
- ▶ Año 1904: graduación con premio.

INTERMEDIO

INTERMEDIO

- ▶ ¿Qué es el libro de Carr?

INTERMEDIO

- ▶ ¿Qué es el libro de Carr?
- ▶ Año de edición 1886!

INTERMEDIO

- ▶ ¿Qué es el libro de Carr?
- ▶ Año de edición 1886!
- ▶ Tiene unos 6000 teoremas sobre...

INTERMEDIO

- ▶ ¿Qué es el libro de Carr?
- ▶ Año de edición 1886!
- ▶ Tiene unos 6000 teoremas sobre...
- ▶ Fracciones continuas, determinantes, teoría de números, Método de Newton, Trigonometría común y esférica, Geometría.
 - Análisis Matemático I
 - Análisis Matemático II
 - Cálculo de Variaciones
 - Funciones Gamma y Beta
 - Series de Lagrange
 - Geometría Diferencial
 - Ecuaciones ordinarias y parciales
 - Diferencias Finitas....

INTERMEDIO

- He aquí un par de páginas...

and, therefore, $x = \frac{a-fz^2}{gz^2-b}$, $\sqrt{(a+bx)} = \frac{z\sqrt{(ag-bf)}}{\sqrt{(gz^2-b)}}$,

$$\sqrt{(f+gx)} = \frac{\sqrt{(ag-bf)}}{\sqrt{(gz^2-b)}}, \quad \frac{dx}{dz} = \frac{2(bf-ag)z}{(gz^2-b)^2}.$$

The form $\int F\{z, \sqrt{(gz^2-b)}\} dz$ is obtained, which is comprehended in (2114).

2118 $\int x^m F\{x^n, \sqrt{(a+b^2x^{2n})}, bx^n \pm \sqrt{(a+b^2x^{2n})}\} dx$,

when $\frac{m+1}{n}$ is an integer, is reduced to the form $\int F(z) dz$ by substituting $z = bx^n \pm \sqrt{(a+b^2x^{2n})}$, and therefore

$$x^n = \frac{z^2-a}{2bz}; \quad \sqrt{(a+b^2x^{2n})} = \frac{z^2+a}{2z};$$

$$x^m \frac{dx}{dz} = \frac{1}{2nb} \left(\frac{z^2-a}{2bz} \right)^{\frac{m+1}{n}-1} \left(\frac{z^2+a}{z^2} \right).$$

2119 $\int x^m (a+bx^n)^{\frac{p}{q}} F(x^n) dx$ is rationalized by substituting either $(a+bx^n)^{\frac{1}{q}}$ or $(ax^{-n}+b)^{\frac{1}{q}}$ according as $\frac{m+1}{n}$ or $\frac{m+1}{n} + \frac{p}{q}$ is integral, whether positive or negative.

2120 $\int x^{m-1} F\{x^n, x^n, (a+bx^n)^{\frac{p}{q}}\} dx$, when $\frac{m}{n}$ is either a positive or negative integer, is rationalized by substituting $(a+bx^n)^{\frac{1}{q}}$.

PROOF.—By (2425)
$$\int_0^{\infty} e^{-a^2 x} dx = \frac{\sqrt{\pi}}{2a}.$$

Put $a = \frac{1+i}{\sqrt{2}}c$. Substitute on the left from (766), and equate real and imaginary parts.

2604
$$\int_0^{\infty} e^{-(x^2 + \frac{a^2}{x^2})} dx = \frac{\sqrt{\pi}}{2} e^{-2a}.$$

PROOF.—Denote the integral by u . Differentiate the equation for a , and substitute $\frac{a}{x}$ in the resulting integral to prove that $\frac{du}{da} = -2u$, and therefore $u = Ce^{-2a}$. When $a = 0$, we get

$$\int_0^{\infty} e^{-x^2} dx = C, \therefore C = \frac{1}{2}\sqrt{\pi} \text{ (2425).}$$

2605
$$\int_0^{\infty} e^{-(x^2 + \frac{a^2}{x^2})k} dx = \frac{\sqrt{\pi}}{2\sqrt{k}} e^{-2ak}.$$

PROOF.—Substitute $x\sqrt{k}$, and integrate by (2604).

2606
$$\begin{aligned} \int_0^{\infty} e^{-(x^2 + \frac{a^2}{x^2})\cos\theta} \frac{\cos\left[\left(x^2 + \frac{a^2}{x^2}\right)\sin\theta\right]}{\sin\theta} dx \\ = \frac{\sqrt{\pi}}{2} e^{-2a\cos\theta} \frac{\cos\left(2a\sin\theta + \frac{\theta}{2}\right)}{\sin\left(\frac{\theta}{2}\right)}. \end{aligned}$$

PROOF.—In (2605) put $k = \cos\theta + i\sin\theta$; substitute from (766), and equate real and imaginary parts.

2608
$$\int_0^{\infty} e^{-ax} \sin^{2n+1} x dx = \frac{1.2.3 \dots (2n+1)}{(a^2+1)(a^2+3^2) \dots (a^2+2n+1^2)}.$$

2609
$$\int_0^{\infty} e^{-ax} \sin^{2n} x dx = \frac{1.2.3 \dots 2n}{a(a^2+2^2)(a^2+4^2) \dots (a^2+2n^2)}.$$

PROBLEMAS

- ▶ Recibe una beca para estudiar...

PROBLEMAS

- ▶ Recibe una beca para estudiar...
- ▶ ¡Pero sólo puede estudiar matemática!

PROBLEMAS

- ▶ Recibe una beca para estudiar...
- ▶ ¡Pero sólo puede estudiar matemática!
- ▶ No se puede enfocar en otra cosa. Pierde la beca...

PROBLEMAS

- ▶ Recibe una beca para estudiar...
- ▶ ¡Pero sólo puede estudiar matemática!
- ▶ No se puede enfocar en otra cosa. Pierde la beca...
- ▶ Año 1905: se escapa de su casa y vive un mes en otro sitio.

PROBLEMAS

- ▶ Recibe una beca para estudiar...
- ▶ ¡Pero sólo puede estudiar matemática!
- ▶ No se puede enfocar en otra cosa. Pierde la beca...
- ▶ Año 1905: se escapa de su casa y vive un mes en otro sitio.
- ▶ Se inscribe en una escuela y resulta excelente en matemática... pero falla en las otras materias...

PROBLEMAS

- ▶ Recibe una beca para estudiar...
- ▶ ¡Pero sólo puede estudiar matemática!
- ▶ No se puede enfocar en otra cosa. Pierde la beca...
- ▶ Año 1905: se escapa de su casa y vive un mes en otro sitio.
- ▶ Se inscribe en una escuela y resulta excelente en matemática... pero falla en las otras materias...
- ▶ Año 1906: sin título, abandona el colegio y continúa su investigación en forma independiente.

PROBLEMAS

- ▶ Recibe una beca para estudiar...
- ▶ ¡Pero sólo puede estudiar matemática!
- ▶ No se puede enfocar en otra cosa. Pierde la beca...
- ▶ Año 1905: se escapa de su casa y vive un mes en otro sitio.
- ▶ Se inscribe en una escuela y resulta excelente en matemática... pero falla en las otras materias...
- ▶ Año 1906: sin título, abandona el colegio y continúa su investigación en forma independiente.
- ▶ En este punto de su vida vive en extrema pobreza...

PROBLEMAS

- ▶ En 1909 Ramanujan (21 años) se casa con Srimathi Janaki quien en ese entonces tiene 10 años.

PROBLEMAS

- ▶ En 1909 Ramanujan (21 años) se casa con Srimathi Janaki quien en ese entonces tiene 10 años.
- ▶ En 1910 tuvo algunos problemas de salud y tuvieron que operarlo.

PROBLEMAS

- ▶ En 1909 Ramanujan (21 años) se casa con Srimathi Janaki quien en ese entonces tiene 10 años.
- ▶ En 1910 tuvo algunos problemas de salud y tuvieron que operarlo.
- ▶ Un doctor se ofreció a realizar la operación sin cargo pues su familia no tenía dinero.

PROBLEMAS

- ▶ En 1909 Ramanujan (21 años) se casa con Srimathi Janaki quien en ese entonces tiene 10 años.
- ▶ En 1910 tuvo algunos problemas de salud y tuvieron que operarlo.
- ▶ Un doctor se ofreció a realizar la operación sin cargo pues su familia no tenía dinero.
- ▶ Busca trabajo y también preparaba alumnos en matemática para los exámenes.

PROBLEMAS

- ▶ A fines de 1910 estaba enfermo otra vez....

PROBLEMAS

- ▶ A fines de 1910 estaba enfermo otra vez....
- ▶ Le dice a un amigo que entregue sus papeles (Notebooks) a un par de profesores si algo le llegara a suceder...

PROBLEMAS

- ▶ A fines de 1910 estaba enfermo otra vez....
- ▶ Le dice a un amigo que entregue sus papeles (Notebooks) a un par de profesores si algo le llegara a suceder...

[illegible]

PROBLEMAS

- ▶ A fines de 1910 estaba enfermo otra vez....
- ▶ Le dice a un amigo que entregue sus papeles (Notebooks) a un par de profesores si algo le llegara a suceder...

CHAPTER XIII

1. If $A_0 = A_1 = A_2 = \frac{a(a-1)(a-2)}{6} A_3 + 6c = P_1$, then
 $P_0 = aP_1 + \frac{a(a-1)(a-2)}{6} P_1 + 6c = A_4$.
2. $\frac{A_2}{x^2} + \frac{A_1}{x} + \frac{A_0}{x^2+1} + \frac{a(a+1)}{x^2+1} + 6c$
 $= \frac{A_2}{(x+1)^2} + \frac{a}{(x+1)} + \frac{A_1}{x+1} + \frac{a(a+1)}{x^2+1} + 6c$
 $= \frac{A_2}{(x+1)^2} + \frac{A_1}{x+1} + \frac{a(a+1)}{x^2+1} + 6c$
3. f. $\frac{A_2}{x^2} + \frac{A_1}{x} + \frac{a(a+1)}{x^2+1} + 6c$
 $= \frac{A_2}{(x+1)^2} + \frac{A_1}{x+1} + \frac{a(a+1)}{x^2+1} + 6c$

(iv) $x^2 = \frac{A_2}{x^2} + \frac{A_1}{x} + \frac{a(a+1)}{x^2+1} + 6c$
 $A_2 = \frac{A_1}{x} + \frac{a}{x^2} + \frac{a(a+1)}{x^2+1} + 6c$

Sol. Multiply both sides in XIII.3 by x^2 and make x and x^{-1} finite with that $z = \frac{1}{x}$

(vi) $\left[\frac{1}{(x+1)^2} \left\{ A_2 + A_1 \frac{1}{x} \left\{ \frac{2x-1}{x^2+1} \right\} + A_0 \frac{2x+1}{x^2+1} \right\} + \frac{2x+1}{x^2+1} \left\{ \frac{2x-1}{x^2+1} \right\}^2 + 6c \right]$
 is always an even function of x whatever be $f(x)$

Sol. Writing XIII.3 $\frac{2x-1}{x^2+1}$ for x , we have
 $\frac{A_2}{(x+1)^2} + A_1 \frac{1}{x} \frac{2x-1}{x^2+1} + A_0 \frac{2x+1}{x^2+1} \left\{ \frac{2x-1}{x^2+1} \right\}^2 + 6c$
 $= \frac{A_2}{(x-1)^2} + A_1 \frac{1}{x} \frac{2x+1}{x^2+1} + A_0 \frac{2x-1}{x^2+1} \left\{ \frac{2x+1}{x^2+1} \right\}^2 + 6c$
 $\therefore$ Each of these is an even function of x .

(v) If f is even, the value of $f(x)$ depends upon the value of A_n . But we may give for any value we choose.
 $\frac{f(n)}{n!} = \frac{n!}{2^n} B_1 A_{n-2} - \frac{(n-1)(n-1)(n-1)}{2^n} (x-1) B_1 A_{n-4} +$
 $\frac{(n-1)(n-1)(n-1)(n-1)(n-1)}{2^n} (x-1) B_1 A_{n-6} - \dots$

- ▶ Se recupera...

ENCUENTROS

- ▶ Ramaswamy Aiyer

ENCUENTROS

- ▶ Ramaswamy Aiyer
- ▶ Indian Mathematical Society.

ENCUENTROS

- ▶ Ramaswamy Aiyer
- ▶ Indian Mathematical Society.
- ▶ Ramanujan se encontró con él y le mostró sus Notebooks.

ENCUENTROS

- ▶ Ramaswamy Aiyer
- ▶ Indian Mathematical Society.
- ▶ Ramanujan se encontró con él y le mostró sus Notebooks.
- ▶ Manda a Ramanujan con cartas a sus amigos matemáticos indios en Madras.

ENCUENTROS

- ▶ Ramaswamy Aiyer
- ▶ Indian Mathematical Society.
- ▶ Ramanujan se encontró con él y le mostró sus Notebooks.
- ▶ Manda a Ramanujan con cartas a sus amigos matemáticos indios en Madras.
- ▶ Ramachandra Rao

ENCUENTROS

- ▶ Ramaswamy Aiyer
- ▶ Indian Mathematical Society.
- ▶ Ramanujan se encontró con él y le mostró sus Notebooks.
- ▶ Manda a Ramanujan con cartas a sus amigos matemáticos indios en Madras.
- ▶ Ramachandra Rao



ENCUENTROS

- ▶ Se le dio una entrevista ...

ENCUENTROS

- ▶ Se le dio una entrevista ...

...a short unxouth figure, stout, unshaven, not over clean, with one conspicuous feature-shining eyes- walked in with a frayed notebook under his arm. He was miserably poor...He opened his book and began to explain some of his discoveries. I saw quite at once that there was something out of the way; but my knowledge did not permit me to judge whether he talked sense or nonsense...

ENCUENTROS

- ▶ Rao ... ¿Qué necesitaba?

ENCUENTROS

- ▶ Rao ... ¿Qué necesitaba?
Trabajo y soporte financiero para continuar sus investigaciones.

ENCUENTROS

- ▶ Rao ... ¿Qué necesitaba?
Trabajo y soporte financiero para continuar sus investigaciones.
- ▶ Ayuda financiera de Rao y Aiyer.

ENCUENTROS

- ▶ Rao ... ¿Qué necesitaba?
Trabajo y soporte financiero para continuar sus investigaciones.
- ▶ Ayuda financiera de Rao y Aiyer.
- ▶ Problemas y trabajos en el Journal of the Indian Mathematical Society.

TRABAJO

- ▶ En 1912 tiene un trabajo temporal gracias a un profesor británico, E. W. Middlemast, quien lo recomienda:

TRABAJO

- ▶ En 1912 tiene un trabajo temporal gracias a un profesor británico, E. W. Middlemast, quien lo recomienda:

...I can strongly recommend the applicant. He is a young man of quite excepcional capacity in mathematics and especially in work relating to numbers. He has a natural aptitude for computation and is very quick at figure work...

TRABAJOS

- ▶ En 1912 tiene un trabajo temporal gracias a un profesor británico, E. W. Middlemast, quien lo recomienda:

...I can strongly recommend the applicant. He is a young man of quite excepcional capacity in mathematics and especially in work relating to numbers. He has a natural aptitude for computation and is very quick at figure work...

- ▶ Le pagan 20 rupias por mes y después asciende (a 30 rupias por mes!).

TRABAJO

- ▶ En 1912 tiene un trabajo temporal gracias a un profesor británico, E. W. Middlemast, quien lo recomienda:

...I can strongly recommend the applicant. He is a young man of quite excepcional capacity in mathematics and especially in work relating to numbers. He has a natural aptitude for computation and is very quick at figure work...

- ▶ Le pagan 20 rupias por mes y después asciende (a 30 rupias por mes!).
- ▶ Nota: 20 rupias = 5 pesos = precio de un sandwich en las calles de India actual.

TRABAJO

- ▶ Sir Francis Spring y S. Narayana Iyer (tesorero de la Indian Mathematical Society).

TRABAJO

- ▶ Sir Francis Spring y S. Narayana Iyer (tesorero de la Indian Mathematical Society).
- ▶ En 1913 Ramachandra Rao trata de presentar los trabajos de Ramanujan a matemáticos británicos (Hill).

TRABAJO

- ▶ Sir Francis Spring y S. Narayana Iyer (tesorero de la Indian Mathematical Society).
- ▶ En 1913 Ramachandra Rao trata de presentar los trabajos de Ramanujan a matemáticos británicos (Hill).
- ▶ Hill no logra entender a Ramanujan

TRABAJO

- ▶ Sir Francis Spring y S. Narayana Iyer (tesorero de la Indian Mathematical Society).
- ▶ En 1913 Ramachandra Rao trata de presentar los trabajos de Ramanujan a matemáticos británicos (Hill).
- ▶ Hill no logra entender a Ramanujan
- ▶ Bromwich, **An introduction to the theory of the infinite series (1908)**

TRABAJO

- ▶ Sir Francis Spring y S. Narayana Iyer (tesorero de la Indian Mathematical Society).
- ▶ En 1913 Ramachandra Rao trata de presentar los trabajos de Ramanujan a matemáticos británicos (Hill).
- ▶ Hill no logra entender a Ramanujan
- ▶ Bromwich, **An introduction to the theory of the infinite series (1908)**
- ▶ A Ramanujan no le gusta mucho.

CARTAS

- ▶ Ramanujan manda cartas a Baker y Hobson.

CARTAS

- ▶ Ramanujan manda cartas a Baker y Hobson.
- ▶ Devuelven los papeles de Ramanujan sin comentario.

CARTAS

- ▶ Ramanujan manda cartas a Baker y Hobson.
- ▶ Devuelven los papeles de Ramanujan sin comentario.
- ▶ Ramanujan le escribe a G. H. Hardy...

CARTAS

- ▶ Ramanujan manda cartas a Baker y Hobson.
- ▶ Devuelven los papeles de Ramanujan sin comentario.
- ▶ Ramanujan le escribe a G. H. Hardy...
- ▶ Fraude.

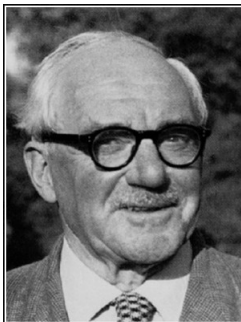
CARTAS

- ▶ Ramanujan manda cartas a Baker y Hobson.
- ▶ Devuelven los papeles de Ramanujan sin comentario.
- ▶ Ramanujan le escribe a G. H. Hardy...
- ▶ Fraude.
Hardy reconoce algunas fórmulas pero otras son casi imposibles de creer...

CARTAS

- ▶ Hardy le pide a Littlewood mirar juntos los papeles.

- ▶ Hardy le pide a Littlewood mirar juntos los papeles.



Before creation, God did just pure mathematics. Then He thought it would be a pleasant change to do some applied.

— *John Edensor Littlewood* —

AZ QUOTES

- ▶ Hardy concluye que que Ramanujan es un matemático de la más alta calidad, con una excepcional originalidad y potencia.

CARTAS

- ▶ Hardy concluye que que Ramanujan es un matemático de la más alta calidad, con una excepcional originalidad y potencia.
- ▶ Hardy manda cartas expresando el interés en su trabajo y su deseo que venga a Inglaterra.

CARTAS

- ▶ Hardy concluye que que Ramanujan es un matemático de la más alta calidad, con una excepcional originalidad y potencia.
- ▶ Hardy manda cartas expresando el interés en su trabajo y su deseo que venga a Inglaterra.

I was exceedingly interested by your letter....I should see proofs of some or your assertions... Your results ... fall into roughly three clases...

VIAJE

- ▶ Aparentemente Ramanujan no desea dejar su país. Pero manda cartas con teoremas a Hardy.

- ▶ Aparentemente Ramanujan no desea dejar su país. Pero manda cartas con teoremas a Hardy.

I have found a friend in you who views my labours sympathetically....I am already a half starving man. To preserve my brains I want food and this is my first consideration...

VIAJE

- ▶ Aparentemente Ramanujan no desea dejar su país. Pero manda cartas con teoremas a Hardy.
I have found a friend in you who views my labours sympathetically....I am already a half starving man. To preserve my brains I want food and this is my first consideration...
- ▶ La correspondencia se corta por la negativa de Ramanujan a viajar.

VIAJE

- ▶ Aparentemente Ramanujan no desea dejar su país. Pero manda cartas con teoremas a Hardy.
I have found a friend in you who views my labours sympathetically....I am already a half starving man. To preserve my brains I want food and this is my first consideration...
- ▶ La correspondencia se corta por la negativa de Ramanujan a viajar.

VIAJE

- ▶ Hardy manda a Neville, quien está en Madras, para convencer y traer a Ramanujan a Cambridge.

VIAJE

- ▶ Hardy manda a Neville, quien está en Madras, para convencer y traer a Ramanujan a Cambridge.
- ▶ Ramanujan está dispuesto ahora a viajar.

VIAJE

- ▶ Hardy manda a Neville, quien está en Madras, para convencer y traer a Ramanujan a Cambridge.
- ▶ Ramanujan está dispuesto ahora a viajar.
- ▶ Aparentemente la negativa a viajar se debe a su madre (sueño).

VIAJE

- ▶ Hardy manda a Neville, quien está en Madras, para convencer y traer a Ramanujan a Cambridge.
- ▶ Ramanujan está dispuesto ahora a viajar.
- ▶ Aparentemente la negativa a viajar se debe a su madre (sueño).
- ▶ Viaja en 1914. Deja a su esposa en India con sus padres.

VIAJE

- ▶ Hardy manda a Neville, quien está en Madras, para convencer y traer a Ramanujan a Cambridge.
- ▶ Ramanujan está dispuesto ahora a viajar.
- ▶ Aparentemente la negativa a viajar se debe a su madre (sueño).
- ▶ Viaja en 1914. Deja a su esposa en India con sus padres.
- ▶ Comienza a trabajar con Hardy y Littlewood.

VIAJE

- ▶ Hardy manda a Neville, quien está en Madras, para convencer y traer a Ramanujan a Cambridge.
- ▶ Ramanujan está dispuesto ahora a viajar.
- ▶ Aparentemente la negativa a viajar se debe a su madre (sueño).
- ▶ Viaja en 1914. Deja a su esposa en India con sus padres.
- ▶ Comienza a trabajar con Hardy y Littlewood.
- ▶ En los Notebooks hay teoremas conocidos y algunos (muy pocos) que son incorrectos. La gran mayoría son nuevos y desconocidos.

VIAJE

- ▶ Hardy manda a Neville, quien está en Madras, para convencer y traer a Ramanujan a Cambridge.
- ▶ Ramanujan está dispuesto ahora a viajar.
- ▶ Aparentemente la negativa a viajar se debe a su madre (sueño).
- ▶ Viaja en 1914. Deja a su esposa en India con sus padres.
- ▶ Comienza a trabajar con Hardy y Littlewood.
- ▶ En los Notebooks hay teoremas conocidos y algunos (muy pocos) que son incorrectos. La gran mayoría son nuevos y desconocidos.
- ▶ Littlewood: "...creo que es al menos un Jacobi..."

VIAJE

- ▶ Hardy manda a Neville, quien está en Madras, para convencer y traer a Ramanujan a Cambridge.
- ▶ Ramanujan está dispuesto ahora a viajar.
- ▶ Aparentemente la negativa a viajar se debe a su madre (sueño).
- ▶ Viaja en 1914. Deja a su esposa en India con sus padres.
- ▶ Comienza a trabajar con Hardy y Littlewood.
- ▶ En los Notebooks hay teoremas conocidos y algunos (muy pocos) que son incorrectos. La gran mayoría son nuevos y desconocidos.
- ▶ Littlewood: "...creo que es al menos un Jacobi..."
- ▶ Hardy: "...sólo lo puedo comparar con Euler o Jacobi..."

CAMBRIDGE

- ▶ Ramanujan vive 5 años en Cambridge (Primer Guerra Mundial) colaborando con Hardy y Littlewood.

CAMBRIDGE

- ▶ Ramanujan vive 5 años en Cambridge (Primer Guerra Mundial) colaborando con Hardy y Littlewood.
- ▶ Personalidades muy distintas...

CAMBRIDGE

- ▶ Ramanujan vive 5 años en Cambridge (Primer Guerra Mundial) colaborando con Hardy y Littlewood.
- ▶ Personalidades muy distintas...
- ▶ Hardy es ateo y un apóstol de la demostración y el rigor.

CAMBRIDGE

- ▶ Ramanujan vive 5 años en Cambridge (Primer Guerra Mundial) colaborando con Hardy y Littlewood.
- ▶ Personalidades muy distintas...
- ▶ Hardy es ateo y un apóstol de la demostración y el rigor.
- ▶ Ramanujan es profundamente religioso y se apoya fuertemente en su intuición.



FORMACION MATEMÁTICA

- ▶ Hardy trató de llenar los gaps de Ramanujan en cuanto a su formación.

FORMACION MATEMÁTICA

- ▶ Hardy trató de llenar los gaps de Ramanujan en cuanto a su formación.
... What was to be done in the way of teaching him modern mathematics? The limitations of his knowledge were as startling as its profundity ...

FORMACION MATEMÁTICA

- ▶ Hardy trató de llenar los gaps de Ramanujan en cuanto a su formación.
... What was to be done in the way of teaching him modern mathematics? The limitations of his knowledge were as startling as its profundity ...

LAGUNAS MATEMÁTICAS

- ▶ Littlewood trató también de instruir a Ramanujan...

LAGUNAS MATEMÁTICAS

- ▶ Littlewood trató también de instruir a Ramanujan...
...that it was extremely difficult because every time some matter, which was thought that Ramanujan needed to know, was mentioned, Ramanujan's response was an avalanche of original ideas which made it almost impossible for Littlewood to persist in his original intention....

LAGUNAS MATEMÁTICAS

- ▶ Littlewood trató también de instruir a Ramanujan...
...that it was extremely difficult because every time some matter, which was thought that Ramanujan needed to know, was mentioned, Ramanujan's response was an avalanche of original ideas which made it almost impossible for Littlewood to persist in his original intention....
- ▶ Hardy: "... he is showing me half a dozen new theorems (almost) every day..."

RECONOCIMIENTO

- ▶ En 1916 le otorgan un equivalente actual a un Ph.D. por su trabajo de 50 páginas sobre números altamente compuestos (highly composed numbers).

RECONOCIMIENTO

- ▶ En 1916 le otorgan un equivalente actual a un Ph.D. por su trabajo de 50 páginas sobre números altamente compuestos (highly composed numbers).
- ▶ En 1918 fue elegido Fellow of the London Math Society y después Fellow of Trinity College, Cambridge.

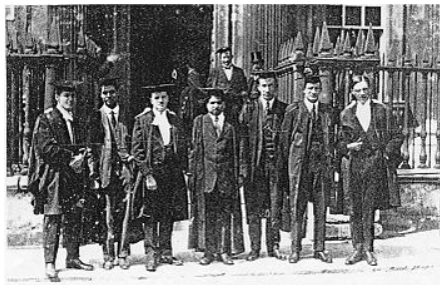
RECONOCIMIENTO

- ▶ En 1916 le otorgan un equivalente actual a un Ph.D. por su trabajo de 50 páginas sobre números altamente compuestos (highly composed numbers).
- ▶ En 1918 fue elegido Fellow of the London Math Society y después Fellow of Trinity College, Cambridge.
- ▶ Los que lo proponen son... (¿reconocen nombres?) ...

RECONOCIMIENTO

- ▶ En 1916 le otorgan un equivalente actual a un Ph.D. por su trabajo de 50 páginas sobre números altamente compuestos (highly composed numbers).
- ▶ En 1918 fue elegido Fellow of the London Math Society y después Fellow of Trinity College, Cambridge.
- ▶ Los que lo proponen son... (¿reconocen nombres?) ...
Hardy, Littlewood, MacMahon, Grace, Larmor, Bromwich, Hobson, Baker, Nicholson, Young, Whittaker, Forsyth, Whitehead.

RECONOCIMIENTO



VIAJE DE RETORNO Y MUERTE

- ▶ Su salud en Inglaterra se deterioró por la guerra y su estricto vegetarianismo.

VIAJE DE RETORNO Y MUERTE

- ▶ Su salud en Inglaterra se deterioró por la guerra y su estricto vegetarianismo.
- ▶ Le diagnosticaron tuberculosis y deficiencia de vitaminas.

VIAJE DE RETORNO Y MUERTE

- ▶ Su salud en Inglaterra se deterioró por la guerra y su estricto vegetarianismo.
- ▶ Le diagnosticaron tuberculosis y deficiencia de vitaminas.
- ▶ Retornó en 1919 a Madras India y murió en 1920 a los 32 años.

VIAJE DE RETORNO Y MUERTE

- ▶ Su salud en Inglaterra se deterioró por la guerra y su estricto vegetarianismo.
- ▶ Le diagnosticaron tuberculosis y deficiencia de vitaminas.
- ▶ Retornó en 1919 a Madras India y murió en 1920 a los 32 años.
- ▶ 1994... un tipo de parásito en el hígado...

PERSONALIDAD

- ▶ En lo personal Ramanujan era una persona tímida y tranquila de modales agradables. Vida espartana en Cambridge.

PERSONALIDAD

- ▶ En lo personal Ramanujan era una persona tímida y tranquila de modales agradables. Vida espartana en Cambridge.

'Una ecuación no tiene sentido para mí a menos que represente una idea de Dios'.

PERSONALIDAD

- ▶ En lo personal Ramanujan era una persona tímida y tranquila de modales agradables. Vida espartana en Cambridge.

'Una ecuación no tiene sentido para mí a menos que represente una idea de Dios'.

NOTEBOOKS

- ▶ Muchos de los resultados de Ramanujan inspiraron trabajos y fueron varios los matemáticos que probaron los resultados enunciados en los Notebooks.

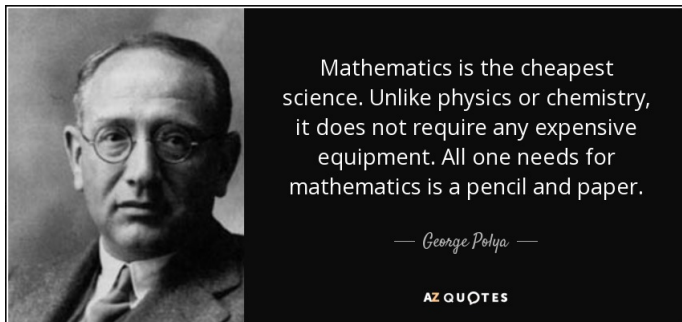
NOTEBOOKS

- ▶ Muchos de los resultados de Ramanujan inspiraron trabajos y fueron varios los matemáticos que probaron los resultados enunciados en los Notebooks.
- ▶ Watson.



NOTEBOOKS

- Polya (anécdota).



Jannakiammal



Jannakiammal

- ▶ La esposa de Ramanujan: Jannakiammal (Janaki)
- ▶ Nace 21 marzo de 1899.

Jannakiammal

- ▶ La esposa de Ramanujan: Jannakiammal (Janaki)
- ▶ Nace 21 marzo de 1899.
- ▶ Se casa a los 10 años (1909) con S. Ramanujan. Vuelve con sus padres...

Jannakiammal

- ▶ La esposa de Ramanujan: Jannakiammal (Janaki)
- ▶ Nace 21 marzo de 1899.
- ▶ Se casa a los 10 años (1909) con S. Ramanujan. Vuelve con sus padres...
- ▶ Hasta que retorna con S. Ramanujan a los 12 años.

Jannakiammal

- ▶ La esposa de Ramanujan: Jannakiammal (Janaki)
- ▶ Nace 21 marzo de 1899.
- ▶ Se casa a los 10 años (1909) con S. Ramanujan. Vuelve con sus padres...
- ▶ Hasta que retorna con S. Ramanujan a los 12 años.
- ▶ Viven ella, su suegra y S. Ramanujan juntos hasta que él se va a Inglaterra en 1914.

Jannakiammal

- ▶ La esposa de Ramanujan: Jannakiammal (Janaki)
- ▶ Nace 21 marzo de 1899.
- ▶ Se casa a los 10 años (1909) con S. Ramanujan. Vuelve con sus padres...
- ▶ Hasta que retorna con S. Ramanujan a los 12 años.
- ▶ Viven ella, su suegra y S. Ramanujan juntos hasta que él se va a Inglaterra en 1914.
- ▶ Cuando vuelve enfermo en 1919 hace de enfermera...

Jannakiammal

- ▶ La esposa de Ramanujan: Jannakiammal (Janaki)
- ▶ Nace 21 marzo de 1899.
- ▶ Se casa a los 10 años (1909) con S. Ramanujan. Vuelve con sus padres...
- ▶ Hasta que retorna con S. Ramanujan a los 12 años.
- ▶ Viven ella, su suegra y S. Ramanujan juntos hasta que él se va a Inglaterra en 1914.
- ▶ Cuando vuelve enfermo en 1919 hace de enfermera...
- ▶ Pasa 8 años con su hermano. Aprende sastrería e inglés.

Jannakiammal

- ▶ La esposa de Ramanujan: Jannakiammal (Janaki)
- ▶ Nace 21 marzo de 1899.
- ▶ Se casa a los 10 años (1909) con S. Ramanujan. Vuelve con sus padres...
- ▶ Hasta que retorna con S. Ramanujan a los 12 años.
- ▶ Viven ella, su suegra y S. Ramanujan juntos hasta que él se va a Inglaterra en 1914.
- ▶ Cuando vuelve enfermo en 1919 hace de enfermera...
- ▶ Pasa 8 años con su hermano. Aprende sastrería e inglés.
- ▶ En 1931 (sin recursos) vuelve a Madras (un año) con sus hermanas y otro con amigos.
- ▶ Comienza a enseñar sastrería.

Jannakiammal

- ▶ La esposa de Ramanujan: Jannakiammal (Janaki)
- ▶ Nace 21 marzo de 1899.
- ▶ Se casa a los 10 años (1909) con S. Ramanujan. Vuelve con sus padres...
- ▶ Hasta que retorna con S. Ramanujan a los 12 años.
- ▶ Viven ella, su suegra y S. Ramanujan juntos hasta que él se va a Inglaterra en 1914.
- ▶ Cuando vuelve enfermo en 1919 hace de enfermera...
- ▶ Pasa 8 años con su hermano. Aprende sastrería e inglés.
- ▶ En 1931 (sin recursos) vuelve a Madras (un año) con sus hermanas y otro con amigos.
- ▶ Comienza a enseñar sastrería.
- ▶ En 1950 adopta a un chico.

Jannakiammal

- ▶ Pensión de la Universidad de Madras (desde 1920): 20 rupias
→ 500 rupias por mes.

Jannakiammal

- ▶ Pensión de la Universidad de Madras (desde 1920): 20 rupias
→ 500 rupias por mes.
- ▶ Jannaki recordaba con orgullo las proféticas palabras de su marido quien decía que su matemática le proveería si él estuviese vivo o muerto.

Jannakiammal

- ▶ Pensión de la Universidad de Madras (desde 1920): 20 rupias
→ 500 rupias por mes.
- ▶ Jannaki recordaba con orgullo las proféticas palabras de su marido quien decía que su matemática le proveería si él estuviese vivo o muerto.
- ▶ Jannaki muere en 1994 a la edad de 94 años.

NOTEBOOKS

- ▶ Algunos de los teoremas parecen ser incorrectos. Sin embargo si se les da una apropiada interpretación, los teoremas enunciados por Ramanujan son generalmente correctos.

NOTEBOOKS

Ejemplo: Ramanujan escribe
 $\sum 1/x$ con x real y positivo,

NOTEBOOKS

Ejemplo: Ramanujan escribe
 $\sum 1/x$ con x real y positivo,

$$\sum 1/x = \sum_{n \leq x} 1/n.$$

NOTEBOOKS

Ejemplo: Ramanujan escribe

$\sum 1/x$ con x real y positivo,

$$\sum 1/x = \sum_{n \leq x} 1/n.$$

$$\sum 1/x = \psi(1+x) + \gamma \text{ donde } \psi(x) = \Gamma'(x)/\Gamma(x).$$

NOTEBOOKS

Ejemplo: Ramanujan escribe

$\sum 1/x$ con x real y positivo,

$$\sum 1/x = \sum_{n \leq x} 1/n.$$

$$\sum 1/x = \psi(1+x) + \gamma \text{ donde } \psi(x) = \Gamma'(x)/\Gamma(x).$$

NOTEBOOKS

Ejemplo: Ramanujan escribe

$\sum 1/x$ con x real y positivo,

$$\sum 1/x = \sum_{n \leq x} 1/n.$$

$$\sum 1/x = \psi(1+x) + \gamma \text{ donde } \psi(x) = \Gamma'(x)/\Gamma(x).$$

$$\sum 1/x = \log x + \gamma.$$

Todas estas ecuaciones son asintóticamente iguales si x tiende a infinito...

MATEMÁTICOS

MATEMÁTICOS

- ▶ G. H. Hardy (1887-1947) fue un famoso matemático inglés.

MATEMÁTICOS

- ▶ G. H. Hardy (1887-1947) fue un famoso matemático inglés.
- ▶ En la línea $1/2 + it$ la función zeta de Riemann tiene infinitos ceros.

MATEMÁTICOS

- ▶ G. H. Hardy (1887-1947) fue un famoso matemático inglés.
- ▶ En la línea $1/2 + it$ la función zeta de Riemann tiene infinitos ceros.
- ▶ Promocionó el rigor dentro de la comunidad matemática inglesa.

MATEMÁTICOS

- ▶ G. H. Hardy (1887-1947) fue un famoso matemático inglés.
- ▶ En la línea $1/2 + it$ la función zeta de Riemann tiene infinitos ceros.
- ▶ Promocionó el rigor dentro de la comunidad matemática inglesa.
- ▶ Le gustaba el cricket y era muy tímido.

MATEMÁTICOS

- ▶ G. H. Hardy (1887-1947) fue un famoso matemático inglés.
- ▶ En la línea $1/2 + it$ la función zeta de Riemann tiene infinitos ceros.
- ▶ Promocionó el rigor dentro de la comunidad matemática inglesa.
- ▶ Le gustaba el cricket y era muy tímido.

MATEMÁTICOS

- ▶ Hardy: Nothing I have ever done is of the slightest practical use...

MATEMÁTICOS

- ▶ Hardy: Nothing I have ever done is of the slightest practical use...
- ▶ Sin embargo existe el principio de Hardy-Weinberg (genética poblacional) y fue “sin quererlo” fundador de una rama de matemática aplicada....

MATEMÁTICOS

- ▶ Hardy: Nothing I have ever done is of the slightest practical use...
- ▶ Sin embargo existe el principio de Hardy-Weinberg (genética poblacional) y fue “sin quererlo” fundador de una rama de matemática aplicada....
- ▶ Aplicaciones de fórmulas en colaboración con Ramanujan fueron usadas por Niels Bohr.

MATEMÁTICOS

- ▶ Hardy: Nothing I have ever done is of the slightest practical use...
- ▶ Sin embargo existe el principio de Hardy-Weinberg (genética poblacional) y fue “sin quererlo” fundador de una rama de matemática aplicada....
- ▶ Aplicaciones de fórmulas en colaboración con Ramanujan fueron usadas por Niels Bohr.
- ▶ Guerra.

MATEMATICOS

- ▶ Littlewood (1885-1977) fue otro famoso matemático inglés. Barnes fue su director de tesis y le dio como tarea probar la Hipótesis de Riemann.

MATEMATICOS

- ▶ Littlewood (1885-1977) fue otro famoso matemático inglés. Barnes fue su director de tesis y le dio como tarea probar la Hipótesis de Riemann.
- ▶ La ley de Littlewood: las personas pueden esperar milagros a razón de uno por mes.

MATEMATICOS

- ▶ Littlewood (1885-1977) fue otro famoso matemático inglés. Barnes fue su director de tesis y le dio como tarea probar la Hipótesis de Riemann.
- ▶ La ley de Littlewood: las personas pueden esperar milagros a razón de uno por mes.
- ▶ Trabajó en análisis, teoría de números, sistemas dinámicos,... Le gustaba el montañismo.

MATEMÁTICOS

- ▶ La colaboración entre Hardy y Littlewood fue muy conocida.

MATEMÁTICOS

- ▶ La colaboración entre Hardy y Littlewood fue muy conocida.
- ▶ Axiomas.

MATEMÁTICOS

- ▶ La colaboración entre Hardy y Littlewood fue muy conocida.
- ▶ Axiomas.

MATEMÁTICOS

- ▶ Harald Bohr = Matemático y futbolista



MATEMÁTICOS



MATEMÁTICOS

- ▶ “Nowadays, there are only three really great English mathematicians: Hardy, Littlewood and Hardy-Littlewood”

MATEMÁTICOS

- ▶ “Nowadays, there are only three really great English mathematicians: Hardy, Littlewood and Hardy-Littlewood”
- ▶ Matemático alemán...

MATEMÁTICOS

- ▶ “Nowadays, there are only three really great English mathematicians: Hardy, Littlewood and Hardy-Littlewood”
- ▶ Matemático alemán...
- ▶ ¿Existe Littlewood?

MATEMÁTICOS

- ▶ “Nowadays, there are only three really great English mathematicians: Hardy, Littlewood and Hardy-Littlewood”
- ▶ Matemático alemán...
- ▶ ¿Existe Littlewood?
- ▶ Siempre había creído que el nombre Littlewood era usado por Hardy para trabajos de menor valía y que no quería poner su propio nombre.

MATEMÁTICOS

- ▶ “Nowadays, there are only three really great English mathematicians: Hardy, Littlewood and Hardy-Littlewood”
- ▶ Matemático alemán...
- ▶ ¿Existe Littlewood?
- ▶ Siempre había creído que el nombre Littlewood era usado por Hardy para trabajos de menor valía y que no quería poner su propio nombre.
- ▶ Norbert Wiener y Edmund Landau...

MATEMATICOS

- ▶ Bruce Berndt se interesa en Ramanujan en 1974 al leer un artículo de Grosswald en el cual prueba algunos resultados de Ramanujan.

MATEMATICOS

- ▶ Bruce Berndt se interesa en Ramanujan en 1974 al leer un artículo de Grosswald en el cual prueba algunos resultados de Ramanujan.
- ▶ Puede usar sus métodos para probar estos resultados, pero al mirar los Notebooks ve que muchos otros no sabía cómo probarlos.

MATEMATICOS

- ▶ Bruce Berndt se interesa en Ramanujan en 1974 al leer un artículo de Grosswald en el cual prueba algunos resultados de Ramanujan.
- ▶ Puede usar sus métodos para probar estos resultados, pero al mirar los Notebooks ve que muchos otros no sabía cómo probarlos.
- ▶ Los Notebooks son fueron publicados en 1957!

DEMOSTRACIONES DE LOS NOTEBOOKS

- ▶ Primeros esfuerzos por editar los notebooks y probar las formulas fueron por Hardy, y luego por Watson y Wilson. Wilson muere joven por apendicitis.

DEMOSTRACIONES DE LOS NOTEBOOKS

- ▶ Primeros esfuerzos por editar los notebooks y probar las formulas fueron por Hardy, y luego por Watson y Wilson. Wilson muere joven por apendicitis.
- ▶ Según Berndt las notas de Watson y Wilson son útiles pero hasta ciertos capítulos.

DEMOSTRACIONES DE LOS NOTEBOOKS

- ▶ Primeros esfuerzos por editar los notebooks y probar las formulas fueron por Hardy, y luego por Watson y Wilson. Wilson muere joven por apendicitis.
- ▶ Según Berndt las notas de Watson y Wilson son útiles pero hasta ciertos capítulos.
- ▶ En 1976 se encuentra the Lost Notebook.

DEMOSTRACIONES DE LOS NOTEBOOKS

- ▶ Primeros esfuerzos por editar los notebooks y probar las formulas fueron por Hardy, y luego por Watson y Wilson. Wilson muere joven por apendicitis.
- ▶ Según Berndt las notas de Watson y Wilson son útiles pero hasta ciertos capítulos.
- ▶ En 1976 se encuentra the Lost Notebook.
- ▶ Bruce Berndt edita The Ramanujan Notebooks I-V comenzando en 1985 y terminando en 1998. También edita the Lost Notebook.

¿Qué tipo de matemática hace Ramanujan?

$$(\cos 40)^{1/3} + (\cos 80)^{1/3} - (\cos 20)^{1/3} = \sqrt[3]{\frac{3}{2}(\sqrt[3]{9} - 2)}$$

Fórmulas

$$\frac{1}{\log x} + \frac{1}{1-x} = \sum_1^{\infty} \frac{1}{2^k(1+x^{1/2^k})}$$

Fórmulas de transformación

Sea $v = u^n - u^{n-1}$ y

$$\varphi(n) := \int_0^1 \frac{\log u}{v} dv,$$

entonces

$$\varphi(n) + \varphi(1/n) = \pi^2/6.$$

Fórmulas para π

$$\frac{1}{\pi} = \frac{2\sqrt{2}}{9801} \sum_0^{\infty} \frac{(4k)!(1103 + 26390k)}{(k!)^4 396^{4k}}$$

Fórmulas para π

$$\frac{1}{\pi} = \frac{2\sqrt{2}}{9801} \sum_0^{\infty} \frac{(4k)!(1103 + 26390k)}{(k!)^4 396^{4k}}$$

$${}_2F_1(a, b, c; x) = 1 + \frac{ab}{c1!}x + \frac{a(a+1)b(b+1)}{c(c+1)2!}x^2 + \dots$$

$${}_2F_1(1/3, 2/3, 1; 1 - \left\{ \frac{1-x}{1+2x} \right\}^3) = (1+2x){}_2F_1(1/3, 2/3, 1; x^3)$$

Integrales

$$\int_0^1 \frac{(1 + \frac{x^2}{(b+1)^2})}{(1 + \frac{x^2}{(a)^2})} \frac{(1 + \frac{x^2}{(b+2)^2}) \cdots}{(1 + \frac{x^2}{(a+1)^2}) \cdots} dx =$$
$$\frac{\sqrt{\pi}}{2} \frac{\Gamma(a + 1/2) \Gamma(b + 1) \Gamma(b - a + 1/2)}{\Gamma(a) \Gamma(b + 1/2) \Gamma(b - a + 1)}.$$

Fórmulas de transformación

Si $1 < n$

$$\int_0^{\infty} \frac{dx}{e^{x^n} + e^{-x^n}} = \left(\frac{\pi}{2}\right)^{1/n-1} \Gamma\left(\frac{1}{n}\right) \cos\left(\frac{\pi}{2n}\right) \int_0^{\infty} \frac{x^{n-2} dx}{e^{x^n} + e^{-x^n}}.$$

Fórmulas de transformación

Si $1 < n$

$$\int_0^{\infty} \frac{dx}{e^{x^n} + e^{-x^n}} = \left(\frac{\pi}{2}\right)^{1/n-1} \Gamma\left(\frac{1}{n}\right) \cos\left(\frac{\pi}{2n}\right) \int_0^{\infty} \frac{x^{n-2} dx}{e^{x^n} + e^{-x^n}}.$$

Esto es equivalente a la ecuación funcional de una cierta función L .

Cartas a Hardy

$$\frac{1}{1 + \frac{e^{-2\pi}}{1 + \frac{e^{-4\pi}}{1 + \dots}}} = (e^{2\pi})^{1/5} \left\{ \sqrt{\frac{5 + \sqrt{5}}{2}} - \frac{\sqrt{5} + 1}{2} \right\}$$

Cartas a Hardy

$$u := u(x) = \frac{x}{1+} \frac{x^5}{1+} \frac{x^{10}}{1+} \dots$$

$$v := v(x) = \frac{x^{1/5}}{1+} \frac{x}{1+} \frac{x^2}{1+} \dots$$

entonces

Cartas a Hardy

$$u := u(x) = \frac{x}{1+} \frac{x^5}{1+} \frac{x^{10}}{1+} \dots$$

$$v := v(x) = \frac{x^{1/5}}{1+} \frac{x}{1+} \frac{x^2}{1+} \dots$$

entonces

$$v^5 = u \frac{1 - 2u + 4u^2 - 3u^3 + u^4}{1 + 3u + 4u^2 + 2u^3 + u^4}$$

¡Muchas gracias!