

LAPLACE

Matemático para todo

José M. Vegas

Seminario de Historia de las Matemáticas - UCM

Mayo 2015



“Todos los efectos de la naturaleza son tan sólo las consecuencias matemáticas de un pequeño número de leyes inmutables”.



Infancia y adolescencia

- Nace en **1749** en Beaumont-en-Auge (Normandía).

Infancia y adolescencia

- Nace en **1749** en Beaumont-en-Auge (Normandía).
- Su madre era de una familia de granjeros y su padre trabajador de la industria de la sidra. Sólo un tío suyo había estudiado y fue profesor de matemáticas.

Infancia y adolescencia

- Nace en **1749** en Beaumont-en-Auge (Normandía).
- Su madre era de una familia de granjeros y su padre trabajador de la industria de la sidra. Sólo un tío suyo había estudiado y fue profesor de matemáticas.
- **1756-1765**: Escuela de benedictinos (su padre quería que fuera sacerdote).

- Nace en **1749** en Beaumont-en-Auge (Normandía).
- Su madre era de una familia de granjeros y su padre trabajador de la industria de la sidra. Sólo un tío suyo había estudiado y fue profesor de matemáticas.
- **1756-1765**: Escuela de benedictinos (su padre quería que fuera sacerdote).
- **1766**: Universidad de Caen. Estudia teología, pero pronto se interesa por las matemáticas (buenos profesores).

Infancia y adolescencia

- Nace en **1749** en Beaumont-en-Auge (Normandía).
- Su madre era de una familia de granjeros y su padre trabajador de la industria de la sidra. Sólo un tío suyo había estudiado y fue profesor de matemáticas.
- **1756-1765**: Escuela de benedictinos (su padre quería que fuera sacerdote).
- **1766**: Universidad de Caen. Estudia teología, pero pronto se interesa por las matemáticas (buenos profesores).
- **1768**: Marcha a París con una carta de recomendación para **D'Alembert**, que no le hace caso. (Hay versiones discrepantes).

- Nace en **1749** en Beaumont-en-Auge (Normandía).
- Su madre era de una familia de granjeros y su padre trabajador de la industria de la sidra. Sólo un tío suyo había estudiado y fue profesor de matemáticas.
- **1756-1765**: Escuela de benedictinos (su padre quería que fuera sacerdote).
- **1766**: Universidad de Caen. Estudia teología, pero pronto se interesa por las matemáticas (buenos profesores).
- **1768**: Marcha a París con una carta de recomendación para **D'Alembert**, que no le hace caso. (Hay versiones discrepantes). Laplace le envía un *ensayo sobre los principios de la mecánica*. D'Alembert le llama: *“Señor, veréis que he prestado poca atención a vuestras recomendaciones; no las necesitáis, vuestra propia presentación ha sido lo mejor. Es suficiente para mí. Mi apoyo es debido a ella”*. Le “coloca” como profesor de la Escuela Militar de París en la que tuvo entre sus discípulos a Napoleón.

1768-78. Comienzo brillante

- **1768-78:** Comienzo brillante, memorias sobre cálculo integral y ecuaciones en diferencias y diferenciales, astronomía, cosmología, teoría de los juegos de azar y la causalidad.. Establece su estilo, reputación, posición filosófica, ciertas técnicas matemáticas, y todo un programa de investigación en probabilidad y mecánica celeste .

1768-78. Comienzo brillante

- **1768-78:** Comienzo brillante, memorias sobre cálculo integral y ecuaciones en diferencias y diferenciales, astronomía, cosmología, teoría de los juegos de azar y la causalidad.. Establece su estilo, reputación, posición filosófica, ciertas técnicas matemáticas, y todo un programa de investigación en probabilidad y mecánica celeste .
- **1770:** Trabajo sobre cálculo de variaciones (mejorando resultados de Lagrange, no publicado) y ecuaciones en diferencias (leído en la Academia).

1768-78. Comienzo brillante

- **1768-78:** Comienzo brillante, memorias sobre cálculo integral y ecuaciones en diferencias y diferenciales, astronomía, cosmología, teoría de los juegos de azar y la causalidad.. Establece su estilo, reputación, posición filosófica, ciertas técnicas matemáticas, y todo un programa de investigación en probabilidad y mecánica celeste .
- **1770:** Trabajo sobre cálculo de variaciones (mejorando resultados de Lagrange, no publicado) y ecuaciones en diferencias (leído en la Academia).
- **1771:** Intenta entrar en la Academia, pero nombran a **Vandermonde**.

1768-78. Comienzo brillante

- **1768-78:** Comienzo brillante, memorias sobre cálculo integral y ecuaciones en diferencias y diferenciales, astronomía, cosmología, teoría de los juegos de azar y la causalidad.. Establece su estilo, reputación, posición filosófica, ciertas técnicas matemáticas, y todo un programa de investigación en probabilidad y mecánica celeste .
- **1770:** Trabajo sobre cálculo de variaciones (mejorando resultados de Lagrange, no publicado) y ecuaciones en diferencias (leído en la Academia).
- **1771:** Intenta entrar en la Academia, pero nombran a **Vandermonde**. Publica "*Recherches sur le calcul intégral aux différences infiniment petites, et aux différences finies*" en **Turín**. Muy importante.

1768-78. Comienzo brillante

- **1768-78:** Comienzo brillante, memorias sobre cálculo integral y ecuaciones en diferencias y diferenciales, astronomía, cosmología, teoría de los juegos de azar y la causalidad.. Establece su estilo, reputación, posición filosófica, ciertas técnicas matemáticas, y todo un programa de investigación en probabilidad y mecánica celeste .
- **1770:** Trabajo sobre cálculo de variaciones (mejorando resultados de Lagrange, no publicado) y ecuaciones en diferencias (leído en la Academia).
- **1771:** Intenta entrar en la Academia, pero nombran a **Vandermonde**. Publica "*Recherches sur le calcul intégral aux différences infiniment petites, et aux différences finies*" en **Turín**. Muy importante.
- **1772:** Intenta otra vez la Academia, ahora eligen a **Cousin**. Pide a Lagrange entrar en la Academia de Berlín y una posición allí.

1768-78. Comienzo brillante

- **1768-78:** Comienzo brillante, memorias sobre cálculo integral y ecuaciones en diferencias y diferenciales, astronomía, cosmología, teoría de los juegos de azar y la causalidad.. Establece su estilo, reputación, posición filosófica, ciertas técnicas matemáticas, y todo un programa de investigación en probabilidad y mecánica celeste .
- **1770:** Trabajo sobre cálculo de variaciones (mejorando resultados de Lagrange, no publicado) y ecuaciones en diferencias (leído en la Academia).
- **1771:** Intenta entrar en la Academia, pero nombran a **Vandermonde**. Publica *“Recherches sur le calcul intégral aux différences infiniment petites, et aux différences finies”* en **Turín**. Muy importante.
- **1772:** Intenta otra vez la Academia, ahora eligen a **Cousin**. Pide a Lagrange entrar en la Academia de Berlín y una posición allí.
- **1773:** *Anomalías de las órbitas de la Luna, Júpiter y Saturno.*

1768-78. Comienzo brillante

- **1768-78:** Comienzo brillante, memorias sobre cálculo integral y ecuaciones en diferencias y diferenciales, astronomía, cosmología, teoría de los juegos de azar y la causalidad.. Establece su estilo, reputación, posición filosófica, ciertas técnicas matemáticas, y todo un programa de investigación en probabilidad y mecánica celeste .
- **1770:** Trabajo sobre cálculo de variaciones (mejorando resultados de Lagrange, no publicado) y ecuaciones en diferencias (leído en la Academia).
- **1771:** Intenta entrar en la Academia, pero nombran a **Vandermonde**. Publica *“Recherches sur le calcul intégral aux différences infiniment petites, et aux différences finies”* en **Turín**. Muy importante.
- **1772:** Intenta otra vez la Academia, ahora eligen a **Cousin**. Pide a Lagrange entrar en la Academia de Berlín y una posición allí.
- **1773:** *Anomalías de las órbitas de la Luna, Júpiter y Saturno.*
- **1773:** *Forma de masas fluidas en rotación*, mejorando a MacLaurin, Legendre y Lagrange.

- **1773:** Miembro adjunto de la Academia de Ciencias. Ha publicado 13 memorias para entonces. Condorcet:

;- Ces deux mémoires de M. de la Place ont été choisis parmi un très grand nombre qu'il a présentés depuis trois ans à l'Académie, où il remplit actuellement une place de géomètre. Cette Compagnie, qui s'est empressée de récompenser ses travaux et ses talents, n'avait encore vu personne aussi jeune lui présenter en si peu de temps tant de mémoires importants, et sur des matières si diverses et si difficiles.

1779-89. Ascenso imparable

- **1778–1789**: Resultados principales sus futuras *Mécanique céleste* (1799-1825) y *Théorie analytique des probabilités* (1812).

1779-89. Ascenso imparable

- **1778–1789**: Resultados principales sus futuras *Mécanique céleste* (1799-1825) y *Théorie analytique des probabilités* (1812).
- D'Alembert se va distanciando de él, aunque Laplace reitera su agradecimiento y los méritos indudables de d'Alembert.

1779-89. Ascenso imparable

- **1778–1789**: Resultados principales sus futuras *Mécanique céleste* (1799-1825) y *Théorie analytique des probabilités* (1812).
- D'Alembert se va distanciando de él, aunque Laplace reitera su agradecimiento y los méritos indudables de d'Alembert.
- Colabora con **Lavoisier** en la teoría del calor: calor específico, “calorímetro de hielo” .

1779-89. Ascenso imparable

- **1778–1789**: Resultados principales sus futuras *Mécanique céleste* (1799-1825) y *Théorie analytique des probabilités* (1812).
- D'Alembert se va distanciando de él, aunque Laplace reitera su agradecimiento y los méritos indudables de d'Alembert.
- Colabora con **Lavoisier** en la teoría del calor: calor específico, “calorímetro de hielo” .
- **1784**: Sustituye a **Bézout** como examinador de la academia de Artillería (donde, “no siendo noble”, no dejaron entrar a Fourier “ni aunque hubiese sido un segundo Newton”). Da clases a Napoleón y a otros futuros personajes importantes.

1779-89. Ascenso imparable

- **1778–1789**: Resultados principales sus futuras *Mécanique céleste* (1799-1825) y *Théorie analytique des probabilités* (1812).
- D'Alembert se va distanciando de él, aunque Laplace reitera su agradecimiento y los méritos indudables de d'Alembert.
- Colabora con **Lavoisier** en la teoría del calor: calor específico, “calorímetro de hielo” .
- **1784**: Sustituye a **Bézout** como examinador de la academia de Artillería (donde, “no siendo noble”, no dejaron entrar a Fourier “ni aunque hubiese sido un segundo Newton”). Da clases a Napoleón y a otros futuros personajes importantes.
- **1785**. Miembro de la **Academia**. Director varias veces.

1779-89. Ascenso imparable

- **1778–1789**: Resultados principales sus futuras *Mécanique céleste* (1799-1825) y *Théorie analytique des probabilités* (1812).
- D'Alembert se va distanciando de él, aunque Laplace reitera su agradecimiento y los méritos indudables de d'Alembert.
- Colabora con **Lavoisier** en la teoría del calor: calor específico, “calorímetro de hielo” .
- **1784**: Sustituye a **Bézout** como examinador de la academia de Artillería (donde, “no siendo noble”, no dejaron entrar a Fourier “ni aunque hubiese sido un segundo Newton”). Da clases a Napoleón y a otros futuros personajes importantes.
- **1785**. Miembro de la **Academia**. Director varias veces.
- Entra en el **círculo de científicos “importantes”** y participa en comisiones oficiales académicas (incluyendo la que leyó la “Mecánica Analítica” de Lagrange enviada a la Academia en 1782). Dirige estudios estadísticos importantes sobre los hospitales de París.

1789-1799: período revolucionario

- “Navega” astutamente con la situación política, pero se pasa de “versátil”. Pocas amistades con sus colegas (aunque el trato es cordial, al menos en las cartas).

1789-1799: período revolucionario

- “Navega” astutamente con la situación política, pero se pasa de “versátil”. Pocas amistades con sus colegas (aunque el trato es cordial, al menos en las cartas).
- **1790**: Nombrado para la **Comisión de Pesos y Medidas**.

1789-1799: período revolucionario

- “Navega” astutamente con la situación política, pero se pasa de “versátil”. Pocas amistades con sus colegas (aunque el trato es cordial, al menos en las cartas).
- **1790**: Nombrado para la **Comisión de Pesos y Medidas**.
- **1793**: Durante el **Terror** es expulsado (con Lavoisier y otros) de la Comisión por ser *"pocos dignos de confianza por sus virtudes republicanas y su aversión hacia los reyes"*.

1789-1799: período revolucionario

- “Navega” astutamente con la situación política, pero se pasa de “versátil”. Pocas amistades con sus colegas (aunque el trato es cordial, al menos en las cartas).
- **1790**: Nombrado para la **Comisión de Pesos y Medidas**.
- **1793**: Durante el **Terror** es expulsado (con Lavoisier y otros) de la Comisión por ser *"pocos dignos de confianza por sus virtudes republicanas y su aversión hacia los reyes"*. Se cierran las Academias, y él abandona París.
- Participa en la elaboración del nuevo calendario revolucionario (que critica). Propone hacer 1250 el “año I” por razones astronómicas, pero rechaza la semana de 10 días, el día de 10 horas, etc. para “no aislarse de las demás naciones”.

1789-1799: período revolucionario

- “Navega” astutamente con la situación política, pero se pasa de “versátil”. Pocas amistades con sus colegas (aunque el trato es cordial, al menos en las cartas).
- **1790**: Nombrado para la **Comisión de Pesos y Medidas**.
- **1793**: Durante el **Terror** es expulsado (con Lavoisier y otros) de la Comisión por ser *"pocos dignos de confianza por sus virtudes republicanas y su aversión hacia los reyes"*. Se cierran las Academias, y él abandona París.
- Participa en la elaboración del nuevo calendario revolucionario (que critica). Propone hacer 1250 el “año I” por razones astronómicas, pero rechaza la semana de 10 días, el día de 10 horas, etc. para “no aislarse de las demás naciones”.
- **1794**: Profesor en la *École Normale* (con Lagrange). 1200 alumnos, sólo dura 6 meses.

1789-1799: período revolucionario

- “Navega” astutamente con la situación política, pero se pasa de “versátil”. Pocas amistades con sus colegas (aunque el trato es cordial, al menos en las cartas).
- **1790**: Nombrado para la **Comisión de Pesos y Medidas**.
- **1793**: Durante el **Terror** es expulsado (con Lavoisier y otros) de la Comisión por ser *"pocos dignos de confianza por sus virtudes republicanas y su aversión hacia los reyes"*. Se cierran las Academias, y él abandona París.
- Participa en la elaboración del nuevo calendario revolucionario (que critica). Propone hacer 1250 el “año I” por razones astronómicas, pero rechaza la semana de 10 días, el día de 10 horas, etc. para “no aislarse de las demás naciones”.
- **1794**: Profesor en la *École Normale* (con Lagrange). 1200 alumnos, sólo dura 6 meses.

- **1795:** Se reponen las Academias. Posiciones importantes en la *École Polytechnique*.

- **1795:** Se reponen las Academias. Posiciones importantes en la *École Polytechnique*.
- Nombrado director del Observatorio de París.
- **Delambre:** *“Nunca hay que poner un geómetra al frente de un observatorio: despreciará todas las observaciones excepto las necesarias para sus fórmulas”*.

- **1795:** Se reponen las Academias. Posiciones importantes en la *École Polytechnique*.
- Nombrado director del Observatorio de París.
- **Delambre:** *“Nunca hay que poner un geómetra al frente de un observatorio: despreciará todas las observaciones excepto las necesarias para sus fórmulas”*. Sobre el **Bureau des Longitudes:** *“Hay que reprochar a Laplace que en más de 20 años de existencia, el Bureau des Longitudes no haya determinado la posición de una sola estrella, o elaborado el más mínimo catálogo”*.

- **18 brumario 1799**: se pone de parte de Napoleón, que le premia y le nombra ministro del Interior (sólo dura 6 meses). Según Napoleón, *"Un matemático de primera fila -como era Laplace- se reveló rápidamente como un mediocre administrador; desde sus primeros actos vimos que nos habíamos engañado. Laplace no enfocaba las cuestiones desde su verdadero punto de vista; encontraba sutilezas por todas partes, tenía tan sólo ideas dudosas, y finalmente llevó a la administración el espíritu de lo infinitamente pequeño"*.

- **18 brumario 1799**: se pone de parte de Napoleón, que le premia y le nombra ministro del Interior (sólo dura 6 meses). Según Napoleón, *"Un matemático de primera fila -como era Laplace- se reveló rápidamente como un mediocre administrador; desde sus primeros actos vimos que nos habíamos engañado. Laplace no enfocaba las cuestiones desde su verdadero punto de vista; encontraba sutilezas por todas partes, tenía tan sólo ideas dudosas, y finalmente llevó a la administración el espíritu de lo infinitamente pequeño"*.
- **1803**: Vicepresidente del Senado.

- **18 brumario 1799**: se pone de parte de Napoleón, que le premia y le nombra ministro del Interior (sólo dura 6 meses). Según Napoleón, *"Un matemático de primera fila -como era Laplace- se reveló rápidamente como un mediocre administrador; desde sus primeros actos vimos que nos habíamos engañado. Laplace no enfocaba las cuestiones desde su verdadero punto de vista; encontraba sutilezas por todas partes, tenía tan sólo ideas dudosas, y finalmente llevó a la administración el espíritu de lo infinitamente pequeño"*.
- **1803**: Vicepresidente del Senado.
- **1805**: Legión de honor.
- **1806**: Conde del Imperio.

- **18 brumario 1799:** se pone de parte de Napoleón, que le premia y le nombra ministro del Interior (sólo dura 6 meses). Según Napoleón, *"Un matemático de primera fila -como era Laplace- se reveló rápidamente como un mediocre administrador; desde sus primeros actos vimos que nos habíamos engañado. Laplace no enfocaba las cuestiones desde su verdadero punto de vista; encontraba sutilezas por todas partes, tenía tan sólo ideas dudosas, y finalmente llevó a la administración el espíritu de lo infinitamente pequeño"*.
- **1803:** Vicepresidente del Senado.
- **1805:** Legión de honor.
- **1806:** Conde del Imperio.

- **1814:** Vota la inhabilitación del Emperador. Y, a continuación, ofrece sus servicios a los Borbones y se adhiere a la Restauración de la monarquía borbónica.

- **1814**: Vota la inhabilitación del Emperador. Y, a continuación, ofrece sus servicios a los Borbones y se adhiere a la Restauración de la monarquía borbónica.
- **1816** es nombrado miembro de la Academia Francesa de la Lengua (uno de los “Cuarenta Inmortales”)

- **1814**: Vota la inhabilitación del Emperador. Y, a continuación, ofrece sus servicios a los Borbones y se adhiere a la Restauración de la monarquía borbónica.
- **1816** es nombrado miembro de la Academia Francesa de la Lengua (uno de los “Cuarenta Inmortales”)
- **1817** Luis XVIII le nombra **Marqués** y le otorga la gran cruz de la Legión de Honor.

- **1814**: Vota la inhabilitación del Emperador. Y, a continuación, ofrece sus servicios a los Borbones y se adhiere a la Restauración de la monarquía borbónica.
- **1816** es nombrado miembro de la Academia Francesa de la Lengua (uno de los “Cuarenta Inmortales”)
- **1817** Luis XVIII le nombra **Marqués** y le otorga la gran cruz de la Legión de Honor.
- - **1827**. Junto con Berthollet forman la informal **Société d’Arcueil**. Se interesa cada vez más por la física (capilaridad, teoría del calor, ópticas corpuscular, velocidad del solido). Apoyo a nuevos científicos. Fue fundamental para la “matematización” de la física.

Mecánica celeste: la "Exposición"

1796 : Exposition du systeme du monde.

1796 : Exposition du systeme du monde. "Alta divulgación", sin fórmulas.

- Defensa de su visión de la ciencia: *"Si el hombre se limitase a registrar hechos, las ciencias serían solamente una nomenclatura estéril y nunca se habrían conocido las grandes leyes de la naturaleza. Es en la comparación de los fenómenos entre sí, buscando comprender sus relaciones mutuas, como se llegó a descubrir dichas leyes"*.

1796 : Exposition du systeme du monde. "Alta divulgación", sin fórmulas.

- Defensa de su visión de la ciencia: *"Si el hombre se limitase a registrar hechos, las ciencias serían solamente una nomenclatura estéril y nunca se habrían conocido las grandes leyes de la naturaleza. Es en la comparación de los fenómenos entre sí, buscando comprender sus relaciones mutuas, como se llegó a descubrir dichas leyes"*.
- **Formación del sistema solar:** Descubrimientos de nebulosas por **William Herschel** llevan a Laplace a suponer que el colapso gravitatorio de una nebulosa podría haber dado origen a la formación del Sol y que el material orbitando en torno al Sol podría condensarse para formar una familia de planetas. (Hipótesis de **Kant-Laplace**).

1796 : Exposition du systeme du monde. "Alta divulgación", sin fórmulas.

- Defensa de su visión de la ciencia: *"Si el hombre se limitase a registrar hechos, las ciencias serían solamente una nomenclatura estéril y nunca se habrían conocido las grandes leyes de la naturaleza. Es en la comparación de los fenómenos entre sí, buscando comprender sus relaciones mutuas, como se llegó a descubrir dichas leyes"*.
- **Formación del sistema solar:** Descubrimientos de nebulosas por **William Herschel** llevan a Laplace a suponer que el colapso gravitatorio de una nebulosa podría haber dado origen a la formación del Sol y que el material orbitando en torno al Sol podría condensarse para formar una familia de planetas. (Hipótesis de **Kant-Laplace**).
- Movimiento del mar, forma de la Tierra.

1796 : Exposition du systeme du monde. “Alta divulgación”, sin fórmulas.

- Defensa de su visión de la ciencia: *“Si el hombre se limitase a registrar hechos, las ciencias serían solamente una nomenclatura estéril y nunca se habrían conocido las grandes leyes de la naturaleza. Es en la comparación de los fenómenos entre sí, buscando comprender sus relaciones mutuas, como se llegó a descubrir dichas leyes”*.
- **Formación del sistema solar:** Descubrimientos de nebulosas por **William Herschel** llevan a Laplace a suponer que el colapso gravitatorio de una nebulosa podría haber dado origen a la formación del Sol y que el material orbitando en torno al Sol podría condensarse para formar una familia de planetas. (Hipótesis de **Kant-Laplace**).
- Movimiento del mar, forma de la Tierra.
- Importancia de las colisiones de los cometas, pocas pero extendidas por milenios, para modificar el eje y velocidad de rotación, movimiento de los mares, etc. (Necesidad de aplicar técnicas estadísticas).
- **Agujeros negros.**

MICHELL, LAPLACE AND THE ORIGIN OF THE BLACK HOLE CONCEPT

Colin Montgomery, Wayne Orchiston and Ian Whittingham

*Centre for Astronomy, James Cook University, Townsville,
Queensland 4811, Australia*

E-Mail: Colin.Montgomery@jcu.edu.au;

Wayne.Orchiston@jcu.edu.au;

Ian.Whittingham@jcu.edu.au

In describing the Solar System Laplace (1796: 305) makes another conjecture:

The gravitation attraction of a star with a diameter 250 times that of the Sun and comparable in density to the earth would be so great no light could escape from its surface. The largest bodies in the universe may thus be invisible by reason of their magnitude.⁴



In describing the Solar System Laplace (1796: 305) makes another conjecture:

The gravitation attraction of a star with a diameter 250 times that of the Sun and comparable in density to the earth would be so great no light could escape from its surface. The largest bodies in the universe may thus be invisible by reason of their magnitude.⁴

- **1799: *Traité de Mécanique Céleste*** (1799-1825): incluye la invariabilidad de los movimientos medios de los planetas ("estabilidad del sistema solar") (de 1773).

El "Tratado"

- **1799: Traité de Mécanique Céleste** (1799-1825): incluye la invariabilidad de los movimientos medios de los planetas ("estabilidad del sistema solar") (de 1773).

Unifica las teorías dispersas de Newton, D'Alembert, Euler, Halley y otros (habitualmente sin mencionarlos), además de las suyas propias, y perfecciona el modelo de Newton, que presentaba fenómenos anómalos:

- **1799: Traité de Mécanique Céleste** (1799-1825): incluye la invariabilidad de los movimientos medios de los planetas ("estabilidad del sistema solar") (de 1773).

Unifica las teorías dispersas de Newton, D'Alembert, Euler, Halley y otros (habitualmente sin mencionarlos), además de las suyas propias, y perfecciona el modelo de Newton, que presentaba fenómenos anómalos:

- Júpiter estaba sometido a una aceleración aparente, mientras que Saturno parecía frenarse poco a poco y la Luna también mostraba un movimiento acelerado. Saturno caería sobre el Sol, Júpiter se escaparía del sistema solar y la Luna caería sobre la Tierra.

- **1799: Traité de Mécanique Céleste** (1799-1825): incluye la invariabilidad de los movimientos medios de los planetas ("estabilidad del sistema solar") (de 1773).

Unifica las teorías dispersas de Newton, D'Alembert, Euler, Halley y otros (habitualmente sin mencionararlos), además de las suyas propias, y perfecciona el modelo de Newton, que presentaba fenómenos anómalos:

- Júpiter estaba sometido a una aceleración aparente, mientras que Saturno parecía frenarse poco a poco y la Luna también mostraba un movimiento acelerado. Saturno caería sobre el Sol, Júpiter se escaparía del sistema solar y la Luna caería sobre la Tierra.
- Demuestra (**1785**) que la aceleración de Júpiter y el frenado de Saturno eran movimientos periódicos, causados por la casi conmensurabilidad ($2/5$) de los períodos de Júpiter y Saturno. Los larguísimos períodos (en torno a mil años) habían hecho creer hasta entonces que estas variaciones eran **continuas e indefinidas** ("**seculares**"). Cantidad enorme de cálculos muy detallados,

- **1799: Traité de Mécanique Céleste** (1799-1825): incluye la invariabilidad de los movimientos medios de los planetas ("estabilidad del sistema solar") (de 1773).

Unifica las teorías dispersas de Newton, D'Alembert, Euler, Halley y otros (habitualmente sin mencionararlos), además de las suyas propias, y perfecciona el modelo de Newton, que presentaba fenómenos anómalos:

- Júpiter estaba sometido a una aceleración aparente, mientras que Saturno parecía frenarse poco a poco y la Luna también mostraba un movimiento acelerado. Saturno caería sobre el Sol, Júpiter se escaparía del sistema solar y la Luna caería sobre la Tierra.
- Demuestra (**1785**) que la aceleración de Júpiter y el frenado de Saturno eran movimientos periódicos, causados por la casi conmensurabilidad ($2/5$) de los períodos de Júpiter y Saturno. Los larguísimos períodos (en torno a mil años) habían hecho creer hasta entonces que estas variaciones eran **continuas e indefinidas** ("**seculares**"). Cantidad enorme de cálculos muy detallados,

- **1787:** El movimiento anómalo de la Luna *también es periódico*.
Explica, también, que la causa física de la aceleración del movimiento medio de la Luna está vinculada a una lenta disminución de la excentricidad de la órbita terrestre, de acuerdo con la ley gravitatoria de Newton. Se rinde un gran homenaje a Laplace por los resultados de este último estudio.

- **1787:** El movimiento anómalo de la Luna *también es periódico*. Explica, también, que la causa física de la aceleración del movimiento medio de la Luna está vinculada a una lenta disminución de la excentricidad de la órbita terrestre, de acuerdo con la ley gravitatoria de Newton. Se rinde un gran homenaje a Laplace por los resultados de este último estudio.
- Las variaciones eran periódicas y, por tanto, el **sistema solar debía ser estable y autorregulado**. Todas estas ideas se recogieron en la “Exposición” y se desarrollaron en el “Tratado”.

- **1787:** El movimiento anómalo de la Luna *también es periódico*. Explica, también, que la causa física de la aceleración del movimiento medio de la Luna está vinculada a una lenta disminución de la excentricidad de la órbita terrestre, de acuerdo con la ley gravitatoria de Newton. Se rinde un gran homenaje a Laplace por los resultados de este último estudio.
- Las variaciones eran periódicas y, por tanto, el **sistema solar debía ser estable y autorregulado**. Todas estas ideas se recogieron en la “Exposición” y se desarrollaron en el “Tratado”.
- Anécdota de Napoleón (E.T. Bell): Pensando confundir a Laplace, Napoleón llamó su atención hacia un aparente olvido. *“Habéis escrito este enorme libro sobre el sistema del mundo, sin mencionar una sola vez al autor del Universo”*. *“Sire, contestó Laplace, no he tenido necesidad de esa hipótesis”*.

- **1787:** El movimiento anómalo de la Luna *también es periódico*. Explica, también, que la causa física de la aceleración del movimiento medio de la Luna está vinculada a una lenta disminución de la excentricidad de la órbita terrestre, de acuerdo con la ley gravitatoria de Newton. Se rinde un gran homenaje a Laplace por los resultados de este último estudio.
- Las variaciones eran periódicas y, por tanto, el **sistema solar debía ser estable y autorregulado**. Todas estas ideas se recogieron en la “Exposición” y se desarrollaron en el “Tratado”.
- Anécdota de Napoleón (E.T. Bell): Pensando confundir a Laplace, Napoleón llamó su atención hacia un aparente olvido. *“Habéis escrito este enorme libro sobre el sistema del mundo, sin mencionar una sola vez al autor del Universo”*. *“Sire, contestó Laplace, no he tenido necesidad de esa hipótesis”*. Cuando Napoleón refirió esto a Lagrange, el último contestó: *“¡Ah, pero es una bella hipótesis, explica muchas cosas!”*. Según S. Hawking en *“Does God Play Dice?”* , *“I don't think that Laplace was claiming that God didn't exist. It is just that He doesn't intervene, to break the laws of science.”*

El "demonio" de Laplace

“Podemos considerar el estado presente del universo como el efecto del pasado y la causa de su futuro. Se podría concebir un intelecto que en cualquier momento dado conociera todas las fuerzas que animan la naturaleza y las posiciones de los seres que la componen; si este intelecto fuera lo suficientemente poderoso como para someter los datos a análisis, podría condensar en una simple fórmula el movimiento de los grandes cuerpos del universo y del átomo más ligero; para tal intelecto nada podría ser incierto y el futuro, así como el pasado, estarían frente sus ojos”.

- **1812:** *“Théorie Analytique de la Probabilité”*: Principios y aplicaciones de lo que llama "geometría del azar".

- **1812:** *“Théorie Analytique de la Probabilité”*: Principios y aplicaciones de lo que llama "geometría del azar".
- Esta obra representa la introducción de los recursos del análisis matemático en el estudio de los fenómenos aleatorios y recopila toda una serie de memorias publicadas desde 1771.

- **1812:** *“Théorie Analytique de la Probabilité”*: Principios y aplicaciones de lo que llama "geometría del azar".
- Esta obra representa la introducción de los recursos del análisis matemático en el estudio de los fenómenos aleatorios y recopila toda una serie de memorias publicadas desde 1771.
- *“En el fondo, la teoría de probabilidades es sólo sentido común expresado con números”*.

- **1812:** *“Théorie Analytique de la Probabilité”*: Principios y aplicaciones de lo que llama "geometría del azar".
- Esta obra representa la introducción de los recursos del análisis matemático en el estudio de los fenómenos aleatorios y recopila toda una serie de memorias publicadas desde 1771.
- *“En el fondo, la teoría de probabilidades es sólo sentido común expresado con números”*.
- *“Es notable que una ciencia que comenzó con las consideraciones de juegos de azar había de llegar a ser el objeto más importante del conocimiento humano. Las cuestiones más importantes de la vida constituyen en su mayor parte, en realidad, solamente problemas de probabilidad”*.

- **1812:** *“Théorie Analytique de la Probabilité”*: Principios y aplicaciones de lo que llama "geometría del azar".
- Esta obra representa la introducción de los recursos del análisis matemático en el estudio de los fenómenos aleatorios y recopila toda una serie de memorias publicadas desde 1771.
- *“En el fondo, la teoría de probabilidades es sólo sentido común expresado con números”*.
- *“Es notable que una ciencia que comenzó con las consideraciones de juegos de azar había de llegar a ser el objeto más importante del conocimiento humano. Las cuestiones más importantes de la vida constituyen en su mayor parte, en realidad, solamente problemas de probabilidad”*.

- También aparecen, entre otros, los conceptos de **función generatriz**, el **principio de los mínimos cuadrados** (demostrado formalmente), la solución al “*problema de la aguja*” propuesto por **Buffon** en 1777 para obtener una aproximación de π y el conocido posteriormente como “*Teorema de Bayes*”.
- Aplicaciones a mortalidad, esperanza de vida, uso de la probabilidad en cuestiones legales...
- Ediciones posteriores: suplementos sobre **errores de observación**, determinación de las masas de Júpiter, Saturno y Urano, métodos de triangulación en topografía, problemas de geodesia (determinación del meridiano).

El "método de Laplace" para integrales definidas

The idea behind the Laplace approximation is simple. We assume that an unnormalized probability density $P^*(x)$, whose normalizing constant

$$Z_P \equiv \int P^*(x) dx \quad (27.1)$$

is of interest, has a peak at a point x_0 . We Taylor-expand the logarithm of $P^*(x)$ around this peak:

$$\ln P^*(x) \simeq \ln P^*(x_0) - \frac{c}{2}(x - x_0)^2 + \dots, \quad (27.2)$$

where

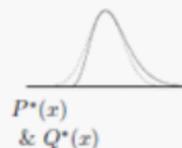
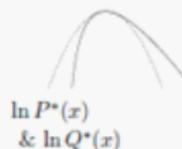
$$c = - \left. \frac{\partial^2}{\partial x^2} \ln P^*(x) \right|_{x=x_0}. \quad (27.3)$$

We then approximate $P^*(x)$ by an unnormalized Gaussian,

$$Q^*(x) \equiv P^*(x_0) \exp \left[-\frac{c}{2}(x - x_0)^2 \right], \quad (27.4)$$

and we approximate the normalizing constant Z_P by the normalizing constant of this Gaussian,

$$Z_Q = P^*(x_0) \sqrt{\frac{2\pi}{c}}. \quad (27.5)$$



1814: *"Ensayo filosófico sobre la probabilidad"*.

Larga introducción no matemática (153 páginas) al tratado sobre las probabilidades: Laplace reveló ser tan gran escritor como matemático. Quien desee tener una visión del objeto e importancia del Cálculo de probabilidades sin necesidad de argumentos técnicos no puede hacer cosa mejor que leer la introducción de Laplace. Mucho se ha añadido desde que Laplace escribió su obra, y sobre todo en los fundamentos de la teoría de probabilidades; pero su exposición es aún clásica y constituye una expresión perfecta de al menos la parte filosófica del tema.

Otros resultados

- Discusión, simultáneamente con Vandermonde, de la teoría general de los determinantes en 1772.

- Discusión, simultáneamente con Vandermonde, de la teoría general de los determinantes en 1772.
- **1874:** Demuestra que la función potencial presentada por Clairaut y utilizada por Lagrange en la dinámica satisface la “**ecuación de Laplace**”, para cuya integración introduce las funciones llamadas armónicos esféricos, estudiadas poco antes por Legendre (en el plano).

- Discusión, simultáneamente con Vandermonde, de la teoría general de los determinantes en 1772.
- **1874:** Demuestra que la función potencial presentada por Clairaut y utilizada por Lagrange en la dinámica satisface la “**ecuación de Laplace**”, para cuya integración introduce las funciones llamadas armónicos esféricos, estudiadas poco antes por Legendre (en el plano).

$$\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial z^2} = 0 \quad \text{para } (x, y, z) \text{ fuera del cuerpo atractor}$$

- Discusión, simultáneamente con Vandermonde, de la teoría general de los determinantes en 1772.
- **1874:** Demuestra que la función potencial presentada por Clairaut y utilizada por Lagrange en la dinámica satisface la “**ecuación de Laplace**”, para cuya integración introduce las funciones llamadas armónicos esféricos, estudiadas poco antes por Legendre (en el plano).

$$\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} + \frac{\partial V}{\partial z^2} = 0 \quad \text{para } (x, y, z) \text{ fuera del cuerpo atractor}$$

$$\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} + \frac{\partial V}{\partial z^2} = -4\pi\rho \quad \text{para todo } (x, y, z) \text{ (“Poisson”)}$$

- Discusión, simultáneamente con Vandermonde, de la teoría general de los determinantes en 1772.
- **1874:** Demuestra que la función potencial presentada por Clairaut y utilizada por Lagrange en la dinámica satisface la “**ecuación de Laplace**”, para cuya integración introduce las funciones llamadas armónicos esféricos, estudiadas poco antes por Legendre (en el plano).

$$\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} + \frac{\partial V}{\partial z^2} = 0 \quad \text{para } (x, y, z) \text{ fuera del cuerpo atractor}$$

$$\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} + \frac{\partial V}{\partial z^2} = -4\pi\rho \quad \text{para todo } (x, y, z) \text{ (“Poisson”)}$$

- **Transformada de Laplace.**

- Discusión, simultáneamente con Vandermonde, de la teoría general de los determinantes en 1772.
- **1874:** Demuestra que la función potencial presentada por Clairaut y utilizada por Lagrange en la dinámica satisface la “**ecuación de Laplace**”, para cuya integración introduce las funciones llamadas armónicos esféricos, estudiadas poco antes por Legendre (en el plano).

$$\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial z^2} = 0 \quad \text{para } (x, y, z) \text{ fuera del cuerpo atractor}$$

$$\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial z^2} = -4\pi\rho \quad \text{para todo } (x, y, z) \text{ (“Poisson”)}$$

- **Transformada de Laplace.**
- Ley de Laplace-Gauss (también se conoce con el nombre de ley de Gauss). Pero de hecho Laplace descubre esta ley en 1780 cuando Gauss (1777-1855) tiene tres años. También es muy usada la denominación de Ley normal.

- **Fourier:** Sobre sus clases: *“Parece muy joven; su voz es baja pero clara, habla con precisión pero no muy fluidamente; su apariencia es agradable, viste muy sencillamente. Su enseñanza de las matemáticas no es nada del otro mundo y cubre la materia muy rápidamente”*.

- **Fourier:** Sobre sus clases: *“Parece muy joven; su voz es baja pero clara, habla con precisión pero no muy fluidamente; su apariencia es agradable, viste muy sencillamente. Su enseñanza de las matemáticas no es nada del otro mundo y cubre la materia muy rápidamente”*.
- **Poisson,** *“Existe una diferencia profunda entre Lagrange y Laplace en toda su obra, trátase de un estudio de los números o de la libración de la Luna. Parece que Lagrange, en las cuestiones que trata, sólo ve la Matemática, de aquí el gran valor que da a la elegancia y a la generalidad. Laplace, consideró la Matemática como una herramienta, que modificó ingeniosamente para tratar con ella los problemas especiales que se presentasen. El primero era un gran matemático; el segundo un gran filósofo, que quería conocer la naturaleza sirviéndose de la Matemática superior”*.

C'est tout! Merci! Pas de questions difficiles, je vous en prie.