

Bibliografía

- [Ab] E.A. Abbott. *Flatland: A Romance of Many Dimensions*. Dover Publications thrift edition, 2007.
- [Bi-Go] R.L. Bishop, S.I. Goldberg. *Tensor analysis on manifolds*. Dover Publications, Inc., New York, 1980.
- [Bu-Gi] K. Burns; M. Gidea. *Differential geometry and topology*. With a view to dynamical systems. Studies in Advanced Mathematics. Chapman & Hall/CRC 2005.
- [Ch] F. Chamizo. Seminario 2001 (una odisea en el espacio-tiempo). Disponible en formato PDF en la página web www.uam.es/fernando.chamizo/seminario.html, 2002.
- [Di] A. Díaz. Introducción a las variedades diferenciables. Disponible en formato PDF en la página web www.uam.es/diaz.miranda, 2003.
- [Do-He] J.R. Dorronsoro, E. Hernández. *Numeros Grupos y Anillos* Addison-Wesley Iberoamericana–UAM, Madrid, 1996.
- [Ei] A. Einstein. On a stationary system with spherical symmetry consisting of many gravitating masses. *Ann. of Math.* **40** (1939), 922-936.
- [Ei-Lo-Mi-We] A. Einstein, H.A. Lorentz, H. Minkowski, H. Weyl. *The principle of relativity*. Dover 1952.
- [Fe-Le-Sa] R.P. Feynman, R.B. Leighton, M. Sands. *Feynman Física*, V. II. Fondo educativo interamericano 1972.
- [Fo-Ni] J. Foster, J.D. Nightingale. *A short course in General Relativity*. 2nd Edition. Springer 1995.
- [Ga-Ru] J.M. Gamboa, J.M. Ruiz. *Iniciación al estudio de las Variedades Diferenciables*, 2ª edición. Editorial Sanz y Torres, Madrid, 2005.
- [GoG] G. González. *Geometría IV (notas provisionales del curso 2005/06)*. Disponible en www.uam.es/gabino.gonzalez/notas2006.pdf, 2006.

- [GoJ] J. Gonzalo. *Varietades y Geometría: un curso breve*. Ediciones de la Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, 2005.
- [Gr-Ha] M.J. Greenberg, J.R. Harper. *Algebraic topology. A first course*. Benjamin/Cummings, 1981.
- [Ha-El] S.W. Hawking, G.F.R. Ellis. *The Large Scale Structure of Space-Time*. Cambridge University Press 1973.
- [Hi] M.W. Hirsch. *Differential Topology*. Springer, 1976.
- [Hu-To] L.P. Hughston, K.P. Tod. *An introduction to General Relativity*. London Mathematical Society Student Texts 5. Cambridge University Press 1990.
- [Ja] K. Jänich. *Vector analysis*. Undergraduate Texts in Mathematics. Springer-Verlag, New York, 2001.
- [Ko] C. Kosniowski. *A first course in Algebraic Topology*. Cambridge University Press, 1980.
- [Ku] A.C. Kurosch. *Curso de álgebra superior*. Segunda edición. Mir, Moscú, 1975.
- [Mu] J.R. Munkres. *Topology: a first course*. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J., 1975.
- [ON] B. O'Neill. *Semi-Riemannian geometry*, volume 103 of *Pure and Applied Mathematics*. Academic Press Inc., New York, 1983.
- [Sp1] M. Spivak. *A comprehensive introduction to differential geometry. Vol. I*. Publish or Perish Inc., Wilmington, Del., second edition, 1979.
- [Sp1t2] M. Spivak. *A comprehensive introduction to differential geometry. Vol. II*. Publish or Perish Inc., Wilmington, Del., second edition, 1979.
- [Sp2] M. Spivak. *Cálculo en variedades*. Reverté, Barcelona, 1982.
- [Wa] F.W. Warner. *Foundations of Differentiable Manifolds and Lie Groups*. Springer Verlag, 1983.

Índice alfabético

- afelio, 71
- agujero negro, 68
- Alexander, J.W. (1888–1971), 41
- álgebra exterior, 19
- aplicación tangente, 11
- atlas orientado, 33

- banda de Möbius, 33
- base dual, 2
- Betti, E. (1823–1892), 41
- bola de pelo, Teorema de la, 51
- borde, 35
- braquistocrona, 58
- Brouwer, Teorema del punto fijo de, 50

- cálculo de variaciones, 58
- campo de vectores, 14
- campo tensorial, 14
- carta, 8
- Cartan, É. (1869–1951), 19, 23
- cartas compatibles, 9
- cohomología de de Rham, grupo de, 41
- compacidad, 40
- componentes de un tensor, 4
- conexión, 40
- constante de gravitación universal, 68
- contracción, 6
- contractible a un punto, 43
- contravector, 4
- convenio de sumación de Einstein, 5
- coordenadas generalizadas, 58
- corrimiento hacia el rojo, 71
- covector, 12
- curva parametrizada, 61

- de Rham, G. (1903–1990), 41
- delta de Kronecker, 7
- derivación, 10
- derivada exterior, 23
- derivada parcial, 9
- difeomorfismo, 10

- Einstein, A. (1879–1955), 66
- esferas exóticas, 9
- espacio cotangente, 12
- espacio dual, 2
- espacio euclídeo, 6
- espacio tangente, 10
- espacio-tiempo, 17
- estructura diferenciable, 9
- Euler, fórmula de, 46
- Euler-Lagrange, ecuaciones de, 59

- fibrado tangente, 13
- forma alternada, 19
- forma diferencial, 20
- forma diferencial cerrada, 41
- forma diferencial exacta, 41
- Freedman, M. (1951–), 53
- funciones coordenadas, 9

- Gauss, teorema de la divergencia de, 38
- geodésica, 61
- geodésica nula, 67
- geodésica temporal, 67
- gradiente, 16
- Grassman, H. (1809–1877), 19, 23
- Green, teorema de, 37
- grupo fundamental, 46

- Heine-Borel, teorema de, 40
 homología, grupos de, 41
 homomorfismo de conexión, 48
 homotopía, 42, 43
 Hopf-Rinow, teorema de, 64
 horizonte de sucesos, 68
 Hurewicz, W. (1904–1956), 52
- imagen recíproca, 29
 inmersión, 56
 integración en curvas y superficies, 31
 integración en variedades, 34
- Kepler, J. (1571–1630), 71
- Laplace, P.S. (1749–1827), 70
 Lema de Poincaré, 44
 longitud de arco, 63
- Mayer-Vietoris, sucesión de, 47
 métrica, 14
 métrica de Minkowski, 7
 métrica de Schwarzschild, 68
 métrica inducida, 56
 métrica usual, 56
- Milnor, J. (1931–), 9
 Minkowski, H. (1864–1909), 6
 multilineal, aplicación, 2
- número de Betti, 42
 Nash, J. (1928–), 8
 Newton, I. (1642–1727), 66
- observadores inerciales, 17
 orden de conexión, 41
 orientación, 33
 orientación inducida, 35
- particiones de la unidad, 33
 Perelman, G. (1966–), 53
 perihelio, 71
 Poincaré, Conjetura de, 53
 Poincaré, H. (1854–1912), 41
- primera forma fundamental, 56
 principio de Arquímedes, 39
 principio de inercia, 59, 65
 producto exterior, 21, 22
 producto tensorial, 5
 producto vectorial, 26
 pullback, 29
- radio de Schwarzschild, 68
 regla de la mano derecha, 36
 regla del sacacorchos, 36
 relatividad general, 66
 retracto, 43
- Schwarzschild, K. (1873–1916), 68
 símbolos de Christoffel, 60
 Smale, S. (1930–), 53
 snake lemma, 48
 Stokes, G. (1819–1903), 27
 Stokes, teorema de, 36, 38
 sucesión exacta, 46
 sucesión exacta corta, 46
 superconmutativa, propiedad, 22
- tensor, 3, 14
 tensor simétrico, 19
 tensorialidad, 16
 teorema fundamental del cálculo, 27
 tiempo de Schwarzschild, 71
 tiempo propio, 66, 67
 tipo de homotopía, 43
 tipo de un tensor, 3
 transformaciones de Lorentz, 18
- uno forma, 12, 20
- variedad con borde, 34
 variedad de Lorentz, 67
 variedad de tipo finito, 42
 variedad diferenciable, 9
 variedad riemanniana, 55
 variedad semiriemanniana, 55
 vector tangente, 10

Whitney, H. (1907–1989), 8