



LA CONEXIÓN SOL-TIERRA Y SUS EFECTOS SOBRE EL GEODÍNAMO

Julio César Gianibelli¹

¹Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Paseo del Bosque S/N, (1900), La Plata, Buenos Aires, Argentina. geofisicogianibelli@yahoo.com.ar

La raza humana desarrolla actividades en un medio ambiente que comprende la superficie terrestre, los océanos, la atmósfera y el espacio circuniterrestre y planetario. Recientemente extendió su investigación del medio heliosférico, donde se estudia la expansión de la atmósfera solar y sus perturbaciones producidas el flujo de radiación y partículas cargadas y los campos eléctricos y magnéticos, (Poletto y Suess 2004, Frisch 2006, Lilenstein y Bornarel 2006, Lilenstein 2007, Meyer-Vernet 2007). Las partículas provenientes de la atmósfera solar conforman el denominado el viento solar sobre el escenario interplanetario (con densidades promedio de 6 partículas por cm^3 y velocidades promedio de 400 Km/seg a la distancia de la órbita terrestre (Hanslmeier, 2002, Meyer-Vernet, 2007, Schindler, 2007). Cuando se tiene gran actividad de este viento también llamado plasma espacial proveniente del Sol, la densidad puede alcanzar valores del orden de 120 partículas por cm^3 , y la velocidad del vientos solar valores cercanos a los 1500 Km/seg, y en correspondencia con las amplitudes de la Intensidad Total del Campo Magnético de la Tierra registradas en superficie estas pueden superar ampliamente los 400 nanoTeslas en latitudes del orden de -34° (Daglis, 2001; Campbell, 2001; Gianibelli *et al.*, 2006). Este viento solar arrastra un pequeño campo magnético (Meyer-Vernet, 2007) y todo este conjunto interacciona con el Campo Magnético Terrestre (CMT) generado en el escenario del núcleo externo de la Tierra por el efecto hidrodinámico de una dínamo llamada geodínamo (Merrill *et al.*, 1996). El resultado de esta interacción provoca una cavidad donde la distribución del CMT controla el atrapamiento de partículas. Dicha cavidad se denomina Magnetósfera. Sus dimensiones son hacia el Sol entre 10 a 15 radios terrestres y del lado nocturno varía entre 25 y 150 radios terrestres (Hanslmeier, 2002) La actividad de esta interacción es medida por índices de actividad geomagnética siendo el índice aa el de mayor escala temporal (1868-2010) y representa en parte la dinámica del Geosistema.

Las características del geodínamo son representadas por un modelo matemático de desarrollo en armónicos esféricos de sus efectos multipolares observados en superficie por medio de los Observatorios Magnéticos Permanentes y en el espacio por los satélites artificiales a alturas entre 400 y 900 km (Langel, 1987). Sus coeficientes se conocen desde 1550 hasta la actualidad (Barraclough, 1978). Un estudio sobre la evolución temporal de la energía del dipolo y cuadrupolo hasta el año 2500 (Gianibelli y sus referencias, 2006) revela que la energía del cuadrupolo crece a una tasa mayor que el 1 % de la energía del dipolo cada 100 años (ver Figura 1). Esta situación plantea un análisis de definición sistémica del ambiente donde el Geosistema evoluciona dinámicamente en escalas temporales variables relacionadas con las escalas propias de interacción endógena y

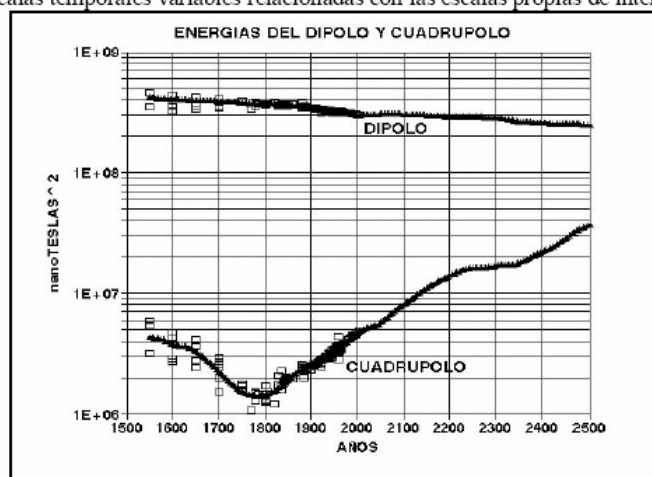


Figura 1. Cambio de la energía dipolar y cuadrupolar



exógena. En el presente estudio se presenta el análisis de las relaciones características de la interacción Sol-Tierra basada en las escalas de actividad geomagnética del índice aa desde 1868 al presente en correlación con la variabilidad de la energía del dipolo y cuadrupolo geomagnéticos. Los resultados muestran que la actividad geomagnética posee un crecimiento sostenido a partir de 1898 mientras que las velocidades de cambio para efectos de campo dipolar y cuadrupolar tiene una relación importante como se muestra en las figuras 2 y 3.

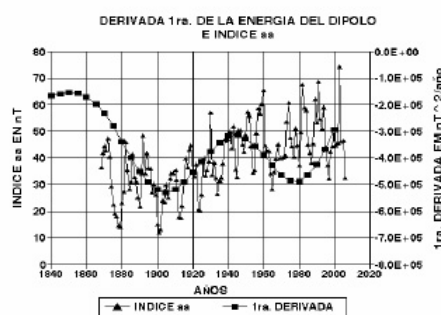


Figura 2

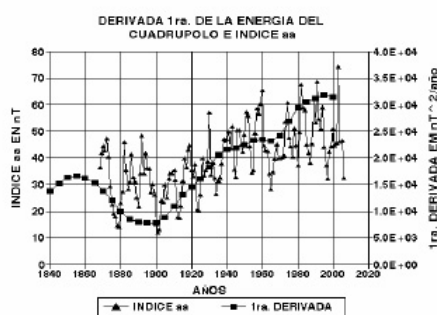


Figura 3

Se concluye que la conexión Sol-Tierra produce efectos importantes en el funcionamiento por inducción sobre el Geodínamo, en particular en su expresión cuadrupolar que acompaña los cambios del índice aa. Esta situación es un indicativo de que el campo geomagnético a nivel de superficie presentará en el futuro importantes cambios en el ambiente geosistémico. Los riesgos se evidencian con los alertas que la NASA envía cuando se producen importantes eyecciones de masa coronal, las que profundizarán sus efectos al disminuir monótonamente en el futuro, la energía del dipolo. Esta disminución, no es compensada por el aumento de la energía cuadrupolar. Por el contrario esta situación complica la topología del campo magnético en el espacio facilitando la penetración de las partículas dentro de la cavidad magnetosférica.

- Barracough, D.R., 1978. Spherical Harmonic Models of the Geomagnetic Field. Institute of Geological Sciences. Geomagnetic Bulletin 8. pp.:1-66.
- Campbell, W.H., 2001. Earth Magnetism. Academic Press N.Y. pp. 1-151. véase figura 5.6 en página 129.
- Daglis, I.A. (Ed), 2001. Space Storms and Space Weather Hazard pp.: 1-482. capítulo 2 pp.: 285-311, y observar figura 4 pp.: 291. Kluwer Academic Pub- Dordrecht.
- Frisch, P. (Ed), 2006. Solar Journey: The Significance of our Galactic Environment for the Heliosphere and Earth. Astrophysics and Space Science Library VOL 338. Springer Berlin. pp. 1-405.
- Gianibelli, J.C., 2006. Sobre la Evolución Temporal de Dipolo y Cuadrupolo del Campo Geomagnético. Geoacta VOL 31. pp.:175-181.
- Gianibelli, J.C., Quaglino, N. y Mac William, M., 2006. Efectos de las ondas de choque en los registros digitales de Trelew. Geoacta Vol 31. pp.: 91-100.
- Hansmeier, A., 2002. The Sun and Space Weather. Astrophysics and Space Science Library VOL 277. Springer Berlin. Pp.: 1-243. Véase la figura 9.4 en pp.: 147.
- Langel, R.A., 1987. Main Field in Geomagnetism. VOL 1. Ed by JA Jacobs-Academic Press NY. pp.: 249-512.
- Lilenstein, J., (Ed) 2007. Space Weather: Research Towards Applications in Europe (ESAA-COST 274). pp.: 1-236. Springer.
- Lilenstein, J. y Bornarel, J., 2006. Space Weather, Environmental Societies. Springer Berlin. pp.: 1-242.
- Meyer-Vernet, N., 2007. Basics of the Solar Wind. Cambridge University Press. pp.: 1-456.
- Poletto, G. y Suess, S.T. (Ed) 2004. The Sun and the Heliosphere as an Integrated System. Astrophysics and Space Science Library VOL 317. Springer Berlin. pp.: 1-422.
- Schindler, K., 2007. Physics of Space Plasma Activity Part IV. Cambridge University Press. pp: 371-440.
- Tribble, A.C., 2003. The Space Environments: Implications for Spacecraft Design. Princeton University Press N.J. USA. pp: 1-228.