

# ¿Fin del Mundo o Fin del Milenio?

Emilio Aliss

*Departamento de Ciencias Exactas, Universidad Católica Boliviana,  
Regional Cochabamba. Av. General Galindo s/n, Cochabamba, Bolivia.  
E-mail: aliss@ucbcb.edu.bo.*

## Resumen

Los medios de comunicación, que tienen en la actualidad una influencia excesiva sobre la opinión pública, han difundido durante los últimos meses del año 1999 toda suerte de rumores y comentarios acerca de catástrofes naturales que pondrían en peligro la integridad de nuestro planeta y la supervivencia del hombre: choques de asteroides o cometas con la Tierra, eclipses que producirían oscurecimientos prolongados o un planeta gigante que se acercaría al nuestro. Un simple cambio de dígito, que matemáticamente significa un cambio de milenio, pero que cronológicamente marca apenas el comienzo del último año del presente milenio y del siglo XX, ha producido este fenómeno. Este artículo pretende situar este mosaico de temores dentro del marco de la realidad científica y centrar la atención sobre el verdadero peligro que acecha a la humanidad: el hombre mismo, con un comportamiento egoísta e irreflexivo que se aleja cada vez más del equilibrio hombre-naturaleza.

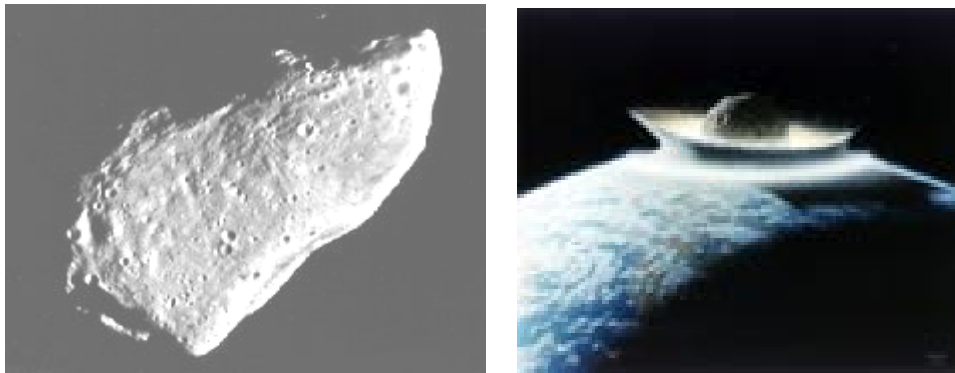
El verdadero peligro que acecha a la humanidad es el hombre mismo, con un comportamiento egoísta e irreflexivo que se aleja cada vez más del equilibrio hombre-naturaleza

La cercanía del año 2000 ha estimulado nuestra imaginación y despertado temores latentes en el corazón del ser humano, que, consciente de su fragilidad y temporalidad físicas, ante un Universo tan vasto y aún misterioso, se siente inseguro y vulnerable. Esta inseguridad y vulnerabilidad están a la raíz de todos los miedos generados por cualquier cambio o situación desconocida a lo largo de la historia. Fenómenos naturales incomprensidos, incertidumbres religiosas, diferencias culturales e incluso fenómenos ligados a los números, hacen que el hombre busque una cierta seguridad atribuyendo poderes desmesurados a personas o cosas. Es así que la llegada del año mil ha generado una psicosis impresionante, que ha inducido a las personas a refugiarse en la iglesia, con la esperanza de recibir indulgencias, a cambio de bienes materiales.

A pesar de todo el tiempo transcurrido, de la experiencia histórica y de los conocimientos adquiridos gracias a la ciencia y la tecnología, la llegada del año 2000 ha despertado otra vez nuestros miedos e inseguridades y generado un fenómeno psicológico de masas que no es saludable para nuestra humanidad.

## Choques de asteroides con la Tierra

Los asteroides son objetos rocosos de dimensiones muy pequeñas comparadas con las de nuestro planeta. El mayor asteroide conocido es Ceres, cuyo diámetro mide alrededor de 800 Km. Casi todos los asteroides de nuestro sistema solar tienen un diámetro que oscila entre centenas de metros y pocos kilómetros y se encuentran entre Marte y Júpiter. Estos objetos celestes pueden tener órbitas de gran excentricidad, por lo que sus trayectorias se acercan a la de la Tierra, haciendo posible, aunque poco probable, una colisión.



**Figura 1:** Foto del Asteroide Ceres <sup>[1]</sup> (izquierda); Imagen de una simulación de la colisión de un asteroide con la Tierra <sup>[2]</sup> (derecha)

Los efectos de una colisión serían más o menos catastróficos, dependiendo del tamaño del asteroide y del lugar donde se produzca la colisión. Si el asteroide cayera en superficie acuática, los países costeros serían arrasados por la enorme ola resultante del encuentro. El efecto sería similar al descrito en la película “Impacto profundo”. Si la caída se produjera en tierra firme, el efecto sería similar al de una gran explosión atómica, la que, además de los efectos locales, levantaría una inmensa nube de polvo que podría llegar a cubrir toda la tierra, produciendo un invierno prolongado y oscuro, que afectaría al equilibrio ecológico y pondría en peligro muchas de las especies que habitan en nuestro planeta. Este efecto, denominado “Invierno del Impacto”, sería seguido por la denominada “primavera ultravioleta”, de efectos letales para los sobrevivientes y recientemente estudiada por expertos de la Oregon State University y del British Antarctic Survey:

“Como resultado del impacto, la atmósfera se vería cargada de óxido nítrico, lo que daría lugar a cantidades masivas de lluvia ácida. Lagos y ríos verían reducido el número de carbonos orgánicos disueltos, lo que permitiría una penetración superior de la luz ultravioleta. Al principio, durante la presencia de la nube de polvo, ésta haría de escudo frente a la luz ultravioleta, pero 390 días después del impacto, se habría depositado el suficiente polvo como

para dejar pasar el mismo nivel de radiación que antes del choque. A partir de aquí, y gracias a la ausencia de la capa de ozono, dicho nivel crecería, hasta duplicarse a los 600 días del cataclismo. El daño genético que esta radiación hará sobre los seres vivos supervivientes será unas 1000 veces superior al normal, unas 500 veces sobre las plantas. Se producirán mutaciones, cáncer y cataratas. Las plantas morirán o su crecimiento será más lento, suprimiendo la fotosíntesis que forma la base de la cadena de alimentos.”<sup>[3]</sup>

Observando los datos que nos proporciona la ciencia, podemos comprobar que la probabilidad de que un asteroide choque con la tierra es realmente muy pequeña. El asteroide que más se ha acercado a la Tierra en los últimos 10 años, el 1994 XM1, ha pasado a una distancia mínima de 120.000 Km, sin causar sobresaltos. El asteroide que más se acercará a nuestro planeta en los próximos 100 años es el 1999 AN10, que pasará a 225.000 Km de la Tierra<sup>[4]</sup>. Es necesario remarcar que estamos hablando de asteroides cuyas órbitas son conocidas. Es posible descubrir otros en los próximos años. Existe, sin embargo, un programa de búsqueda intensiva de asteroides que permite detectar con cierta anticipación cualquier objeto cercano a la Tierra.

## **Choques de cometas con la Tierra**

Los cometas son conglomerados de roca, polvo y hielo, de dimensiones pequeñas, que se encuentran en una región recóndita del sistema solar, mucho más allá del último de los planetas. Sus diámetros son del orden de los 10 Km. Por perturbaciones locales, estos objetos pueden entrar en órbita alrededor del sol, con períodos de decenas o centenas de miles de años. Al pasar cerca de un planeta grande, su órbita puede ser modificada, reduciéndose considerablemente su período de traslación. Al acercarse al sol, el calor y el viento solar hacen que la capa exterior de hielo que rodea al núcleo se convierta en vapor, que puede formar una cola de millones de kilómetros, ofreciendo un espectáculo bellísimo a todos los que tengan la suerte de observarlo. Existe también la probabilidad de una colisión, aunque la astronomía nos dice que es muy pequeña. La máxima aproximación del cometa Halley a la Tierra se produjo en el año 837, cuando se acercó a cinco millones de Km de nuestro planeta (trece veces la distancia Tierra-Luna). El cometa que más se ha acercado a la Tierra, sin mayores consecuencias, ha sido el cometa Lexell, que en el año 1770 pasó 2.2 millones de Km de la Tierra.<sup>[4]</sup>

Vemos pues, que el peligro de una colisión de un asteroide o de un cometa con la Tierra es despreciable, por lo menos en el próximo siglo.



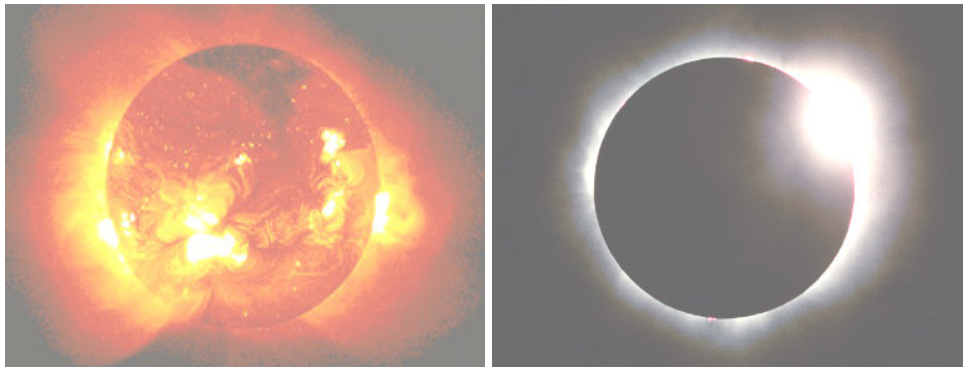
**Figura 2:** Cometa Hyakutake <sup>[5]</sup> (izquierda); Cometa Halley <sup>[2]</sup> (derecha)

## Eclipses de sol y de luna

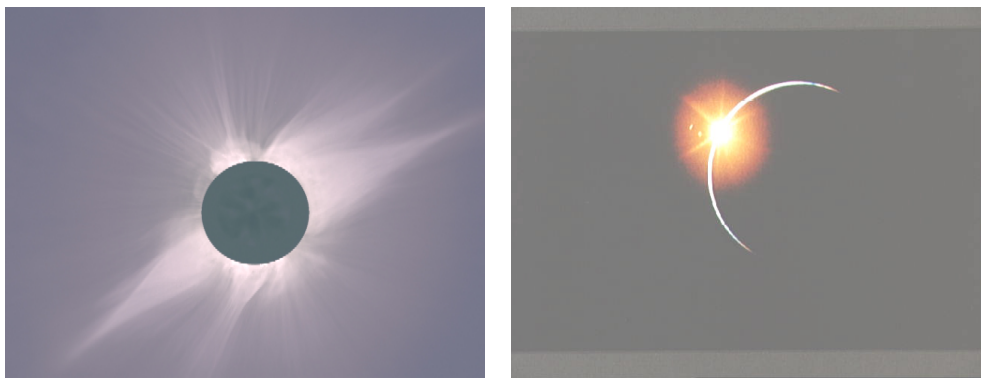
Se ha comentado también la posibilidad de que el eclipse del 11 de agosto de 1999 deje a la Tierra sumida en una oscuridad profunda durante tres días y tres noches. En las viejas culturas de nuestra civilización, los eclipses totales de sol despertaban temores muy grandes y eran asociados con malos presagios. Hoy, sabemos que los eclipses son una consecuencia absolutamente natural y explicable de los movimientos del Sol, de la Tierra y de la Luna en sus órbitas elípticas, que respetan las Leyes de Kepler. Aparte de los efectos visuales, de gran belleza para los observadores terrestres, y de un oscurecimiento que puede oscilar entre 2 y 7 minutos en los eclipses más largos, no hay ninguna otra consecuencia digna de consideración.

En Bolivia, hemos tenido la oportunidad de observar un eclipse total de Sol, en algunas localidades de Oruro y Potosí, en octubre de 1996. La duración de la totalidad ha sido de 3 minutos. El próximo eclipse total tendrá lugar el 21 de junio de 2001 y no será visible desde nuestro país. La totalidad será visible en el sur de África.

El diámetro del sol es de 1 392 000 Km (109 veces el diámetro terrestre) y el diámetro de la luna es de 3476 Km (0.27 veces el diámetro terrestre). Creo que vale la pena señalar que el eclipse total de sol es posible gracias a una extraordinaria “casualidad” de la naturaleza: A pesar de la enorme diferencia de tamaños entre el sol y la luna, la distancia a la cual se encuentran ambos de la Tierra hace que sus diámetros aparentes, vistos desde la Tierra, sean iguales, de manera que cuando la Luna se pone delante del Sol, el recubrimiento es perfecto.

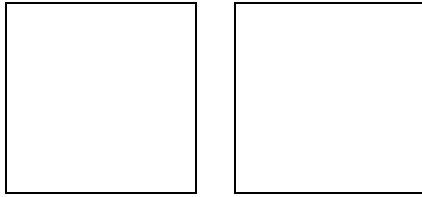


**Figura 3:** Imagen del sol <sup>[1]</sup>(izquierda); Fotografía del instante que precede al eclipse total <sup>[6]</sup>(derecha)



**Figura 4:** Eclipse total <sup>[6]</sup>(izquierda); Fotografía del instante posterior al eclipse total <sup>[6]</sup>(derecha)

El eclipse total de luna tiene una duración mucho mayor que la del eclipse total de sol, puesto que el diámetro aparente de la Tierra, visto desde la Luna, es mucho mayor que el diámetro aparente del Sol. Esto significa que la Luna queda dentro de la sombra producida por la Tierra durante un tiempo prolongado. Durante el mes de enero, los cochabambinos pudimos observar un eclipse total de luna, después de que el cielo se hubo despejado en el momento preciso, para permitirnos contemplar la belleza de la totalidad, a partir de las 23:50. La duración de la totalidad fue de 78 minutos.



**Figura 5:** El eclipse de Luna comienza. La sombra de la Tierra está terminando de cubrir a nuestro satélite <sup>[7]</sup> (izquierda); Eclipse total de Luna. La Luna está dentro de la sombra de la Tierra. <sup>[7]</sup> (derecha)

## El Planeta Hercólubus

El astrónomo chileno Ferrada anunció la aparición de un planeta gigante llamado Hercólubus, que debía ser percibido desde la Tierra a partir del 11 de agosto de 1999, después del eclipse total de sol, con un diámetro aparente superior al de la Luna <sup>[8]</sup>. Es difícil encontrar científicamente las razones por las cuales un astro de tales dimensiones aparezca de pronto en el cielo, sin haber sido anunciado con muchos meses de anticipación por los programas de rastreo astronómico que existen en la Tierra. Por otro lado, si realmente existiera un planeta gigante acercándose a la Tierra, todos podríamos verlo, pero con un diámetro aparente que iría en aumento con el paso de los días.

Cabe mencionar que los datos proporcionados por Ferrada sobre el período de traslación del Hercólubus (25.960 años) y el semi-eje mayor de su órbita alrededor del Sol (32 billones de kilómetros), son incoherentes si tomamos en cuenta la tercera Ley de Kepler, que rige el movimiento de los planetas en nuestro sistema solar.

La teoría elaborada por Ferrada quedó, pues, en el campo de la especulación. Lo que más preocupa es el tono amenazador y sensacionalista con el que se lanzó esta noticia por la televisión, haciendo una mezcla entre supuestos datos científicos comprobados por “expertos” e interpretaciones subjetivas de profecías antiguas.

## La versión científica sobre el fin del mundo

Actualmente, la astrofísica conoce el proceso que lleva a una estrella desde su formación, a partir de la condensación de una inmensa nube interestelar de densidad muy pequeña, hasta su muerte, cuyas características dependen de la magnitud de su masa.

Cuando una nube interestelar, formada sobre todo de Hidrógeno y Helio comienza a condensarse debido a perturbaciones fortuitas que le permiten superar localmente la llamada densidad límite de Jeans, su temperatura aumenta lentamente, en un proceso que puede durar

millones de años, hasta alcanzar el valor necesario para provocar la fusión del Hidrógeno, que convierte a éste último en Helio. En ese momento, la estrella se enciende y empieza a brillar, deteniendo la condensación hasta que se reduzca considerablemente el Hidrógeno en su centro. Cuando disminuye la densidad de reacciones nucleares y queda sobre todo Helio en el núcleo de la estrella, se reinicia la condensación, con el consecuente incremento de la temperatura, hasta alcanzar un valor mucho mayor que el anterior, suficiente para iniciar esta vez la fusión del Helio, que se convierte en Carbono. Cuando se acaba el Helio, vuelve a producirse la condensación, aumentando nuevamente la temperatura, hasta hacer posible la fusión del Carbono. Esto sucede muchas veces, hasta que se forman todos los elementos de la Tabla de Mendeleev, hasta el Hierro. Los demás se forman durante las explosiones de las supernovas. La estrella llega de esta manera a las etapas terminales de su evolución, que depende de su masa. El cadáver de una estrella puede ser una enana blanca, una estrella de neutrones o un agujero negro. La etapa más larga en la vida de una estrella es la de la combustión del Hidrógeno. Las etapas siguientes son cada vez más cortas, hasta la muerte de la estrella.

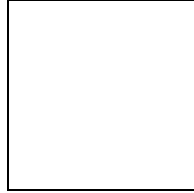
Cuando el sol se convierta en gigante roja, dentro de cinco mil millones de años, podremos hablar con certeza del fin del mundo, aunque no necesariamente del fin de la humanidad.

Una estrella como el sol (que es el tipo de estrella más corriente) necesita alrededor de 10 mil millones de años para morir (convertirse en enana blanca). El sol, que ya ha vivido alrededor de 5 mil millones de años, se encuentra actualmente en la etapa de combustión del Hidrógeno. Eso significa que en su núcleo, el Hidrógeno se convierte en Helio por fusión nuclear y eso evita la contracción gravitacional. Cuando se acabe el Hidrógeno (dentro de aproximadamente 5 mil millones de años), las reacciones nucleares no podrán contener la contracción y el sol comenzará a contraerse nuevamente. Esto aumentará enormemente la temperatura y la presión en el núcleo del sol, hasta que pueda comenzar la combustión del Helio. Cuando esto suceda, la reacción será tan violenta, que la parte exterior del sol explotará y aumentará su volumen hasta devorar los cuatro primeros planetas de nuestro sistema. El sol se convertirá entonces en una gigante roja, continuando con la combustión del Helio, que es mucho más rápida que la combustión del Hidrógeno. Después de la combustión de Helio, vendrá la combustión del Carbono, del Oxígeno y de todos los demás elementos, con contracciones sucesivas cada vez más rápidas que terminarán convirtiendo al sol en una enana blanca. La materia se convertirá entonces en un plasma electrónico, que se opondrá para siempre a la contracción gravitacional, porque la masa del sol no es suficientemente grande para vencer la resistencia de dicho plasma electrónico.

Cuando el sol se convierta en gigante roja, dentro de cinco mil millones de años, podremos hablar con certeza del fin del mundo, aunque no necesariamente del fin de la humanidad. Si tenemos la suficiente sabiduría para superar el peligro latente de autodestrucción, probablemente habremos desarrollado una tecnología que nos permita emigrar.

Existe, sin embargo, otro peligro descubierto recientemente. Algunas observaciones astronómicas muestran que la vecina Galaxia de Andrómeda, que se encuentra a una distancia

de la nuestra de 2.2 millones de años luz, se acerca a nuestra región con una velocidad de 500 000 Km/h, velocidad que aumentará gradualmente al acortarse la distancia, debido a los efectos gravitacionales. Cálculos realizados por John Dubinski, astrofísico del Canadian Institute for Theoretical Astrophysics, de la University of Toronto, muestran que esto podría suceder dentro de 3000 millones de años. Como las dimensiones de Andrómeda son mayores que las de la Vía Láctea, nuestra Galaxia sería absorbida durante la colisión. <sup>[9]</sup>



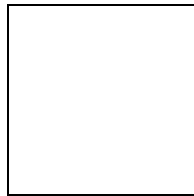
**Figura 6:** Enana blanca <sup>[2]</sup>

## El hombre, principal peligro para la humanidad

El ser humano es artífice de su propio destino.  
Tiene en sus manos el poder de destruir o de construir.

El análisis anterior nos muestra que la probabilidad de que una catástrofe natural ponga en peligro la supervivencia del hombre sobre la Tierra es muy pequeña, antes de que el sol se convierta en una gigante roja o de que nuestra galaxia sea absorbida por Andrómeda. La verdad es que no necesitamos un verdugo venido del espacio para traernos el caos y la destrucción. El peligro potencial más grande para la humanidad se encuentra sobre nuestro planeta: es el hombre mismo.

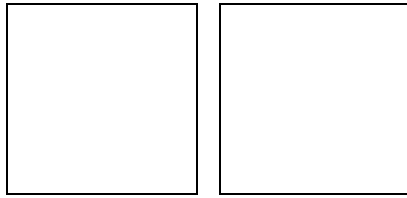
El arsenal nuclear existente sobre la Tierra es suficiente para destruir varias veces la vida humana en nuestro planeta. Eso significa que la supervivencia del hombre está en manos de unas cuantas personas, que tienen el poder de decidir si merecemos seguir viviendo o no. Un momento de locura sería suficiente para desencadenar la catástrofe.



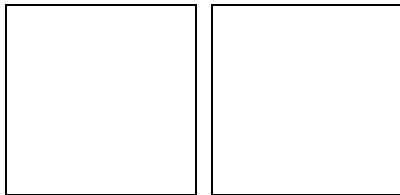
**Figura 7:** Explosión de la bomba atómica en Hiroshima <sup>12</sup>

Además de este peligro latente, del cual estamos conscientes hace ya muchos años, existe otro que va tomando forma día a día y se está convirtiendo en un monstruo de mil cabezas que amenaza con destruir nuestro hogar: el desequilibrio ecológico, provocado por el hombre mismo. Nuestro comportamiento irresponsable está contribuyendo permanentemente a convertir nuestro planeta en un planeta desértico e inhabitable.

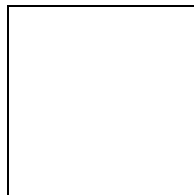
Talamos los bosques y utilizamos irracionalmente las tierras para el cultivo, contribuyendo a la erosión de los suelos y al cambio de clima en el globo. Emitimos dióxido de carbono y gases tóxicos, que contaminan nuestra atmósfera y atentan contra el legítimo derecho que tienen nuestros hijos y nuestros nietos de respirar, amén de destruir la capa de ozono, que nos protege de los rayos ultravioleta del sol, cuya elevada energía representa un peligro para muchas especies sobre la Tierra. Las industrias contaminan ríos, mares y tierras, con desechos tóxicos y radioactivos que atentan contra la vida. En fin, estamos convirtiendo este maravilloso regalo que nos ha dado la naturaleza en un simple basurero.



**Figura 8:** Contaminación del aire <sup>[10]</sup> (izquierda); Basura <sup>[10]</sup> (derecha)



**Figura 9:** Tala de árboles. <sup>[10]</sup>



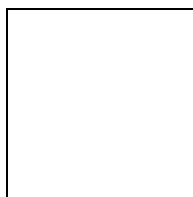
**Figura 10:** Contaminación de lagos y ríos. <sup>[10]</sup>

Cuando hablamos de los daños ecológicos producidos a gran escala por mega industrias, nos sentimos impotentes y tenemos la convicción de que los demás son inconscientes y están violando nuestro derecho legítimo de disfrutar de nuestro planeta. Queremos levantar la voz y hacerles entender que su comportamiento es egoísta, injusto, irracional y que nos afecta profundamente, a nosotros y a nuestras futuras generaciones. Queremos convencerlos para que cambien y nos permitan dejar a nuestros hijos un mundo limpio y sano, como el que nos ha acogido. Queremos salvar el derecho que tienen nuestros nietos de respirar aire puro y disfrutar de un día de campo, al borde de un río de agua clara en el que habiten peces sanos.

Nos cuesta darnos cuenta, sin embargo, que nosotros estamos haciendo lo mismo en una escala mucho más pequeña, cada día. Cuando permitimos que nuestro vehículo contamine

el aire porque no hemos tenido el cuidado de reparar el motor, cuando en San Juan quemamos llantas que emiten gases tóxicos, cuando después de disfrutar de un día de campo dejamos bolsas y latas debajo del árbol que nos ha acogido, en fin, cuando no sentimos que la naturaleza que nos rodea es una extensión de nosotros mismos o tal vez que nosotros somos una extensión de esa naturaleza, olvidamos el profundo equilibrio que debe existir entre nosotros y nuestro medio y contribuimos al desastre. Es por eso que creo profundamente que somos artífices de nuestro propio destino. El hombre tiene en sus manos el poder de destruir o de construir y sólo el hombre puede revertir el proceso que está llevando al quiebre del equilibrio hombre-naturaleza.

El día que yo sea capaz de cambiar, sin esperar que los demás cambien, ese día sabré que el mundo puede ser salvado para nuestros hijos.



**Figura 11:** Naturaleza <sup>[10]</sup>

## Referencias Bibliográficas y Documentales

- [1] Fotografía extraída de Internet: Universo Online
- [2] Fotografía extraída de Internet.
- [3] “Será aún peor”, artículo publicado en Noticias de la Ciencia y la Tecnología, No. 109, revista Internet editada por Manuel Montes, en marzo de 2000. [ciencia2-owner@egroups.com](mailto:ciencia2-owner@egroups.com)
- [4] Datos proporcionados por Germán Morales Chávez, responsable del Centro de Investigación Astronómica Sigma Octante, de la Universidad Católica Boliviana.
- [5] Fotografía extraída de Internet: Cielo Profundo
- [6] Fotografía extraída de Internet: Fenómenos Celestes
- [7] Fotografías de Germán Morales Chávez, responsable del Centro de Investigación Astronómica Sigma Octante, de la Universidad Católica Boliviana.

- <sup>[8]</sup> Programa difundido por ATB a principios del mes de agosto de 1999, en el cual el astrónomo chileno Ferrada explica su teoría sobre el planeta Hercólubus.
- <sup>[9]</sup> “En Ruta de Colisión”, artículo publicado en Noticias de la Ciencia y la Tecnología, No. 114, revista Internet editada por Manuel Montes, en abril de 2000. [ciencia2-owner@egroups.com](mailto:ciencia2-owner@egroups.com)
- <sup>[10]</sup> Fotografía extraída del archivo del Departamento de Ingeniería Ambiental de la Universidad Católica Boliviana.