

Una Nueva Concepción Física del Universo

RAFAEL VERA MEGE

Instituto de Física
Universidad de Concepción

INTRODUCCION

En un artículo anterior* se planteó una nueva teoría sobre la evolución de las estrellas, en donde muchos de los fenómenos que ocurren en las estrellas son explicados sobre una base diferente a las teorías convencionales. Se demuestra cómo es altamente probable que las estrellas, cúmulos de estrellas y galaxias, siguen ciclos evolutivos cerrados. El universo podría así tener una vida prácticamente indefinida.

Cuando se escribió el artículo anterior, faltaba aún por franquear la barrera impuesta por la "teoría de la relatividad general". Dicha teoría —que no debe confundirse con la "teoría de la relatividad especial", que es parte importante de la teoría usada aquí— contribuyó a mejorar la teoría de la física clásica de los campos. Sin embargo también ha sido un obstáculo teórico contra el cual se han estrellado numerosas teorías y la imaginación del hombre. La mejora introducida por Einstein en el caso de los campos gravitacionales sólo se manifiesta en campos muy

* "Teoría sobre evolución isoentrópica del universo". Rafael Vera Mége Atenea, 429-430, pp. 195-212, 1974.

débiles. Nunca se ha comprobado la validez de dicha teoría para campos intensos. El propio Einstein no murió conforme con esta teoría, pues sospechaba que algo andaba mal. Esto era casi evidente pues, como resultado de la aplicación de esta teoría para campos intensos, se predice la existencia de ciertos cuerpos llamados “huecos negros” (black-holes) que impiden el progreso de toda teoría evolutiva más allá de cierto límite de masa y densidad. Estos cuerpos nunca han sido detectados, y probablemente no existen.

El error de la relatividad general parece provenir de la siguiente idea expresada por Einstein en su libro “El Significado de la Relatividad”.*

“El campo gravitatorio transfiere energía y momento a la ‘Materia’ por el hecho de ejercer sobre ella fuerzas y le da energía”.

El campo gravitatorio de un cuerpo aislado es algo que se mueve y acelera junto con el cuerpo, y por lo tanto la masa del campo asociado a un cuerpo debe forzosamente ser parte intrínseca del cuerpo. Por consiguiente es razonable definir como masa de un cuerpo a “toda su masa”, incluido su campo. Aclarado este punto, se puede probar que no puede ser el campo gravitatorio el que transfiere la energía a la materia —a no ser que se admita que no se cumple el principio de conservación de la masa y energía— sino que es el propio cuerpo el que transfiere dicha energía.

Supóngase, por ejemplo, que un observador en el infinito observa dos cuerpos muy lejanos entre sí en un espacio totalmente exento de otros campos. Si estos cuerpos —que se mueven con pequeñas velocidades— llegan a encontrarse a una distancia en que sus fuerzas de atracción gravitatoria son perceptibles, comenzarán a acelerar uno contra el otro, aumentando su velocidad y su masa —de acuerdo con la relatividad especial— hasta llegar a un máximo justo en el momento antes del choque. Este aumento de masa del sistema estaría en contradicción con el principio de conservación de la masa y energía, a no ser que se admita que el aumento de masa relativista del cuerpo es compensado con una disminución de la masa en reposo del mismo cuerpo. Sólo

* “El significado de la relatividad”. Albert Einstein. Trad. C. Prelat. Espasa-Calpe, Argentina, S. A. Buenos Aires, 1948.



Fig. 1. Galaxias vistas de lado y de frente. Billones de estrellas extraordinariamente distantes entre sí. Pueden observarse los manchones oscuros en las regiones externas en donde existirían mayores porcentajes de estrellas negras y seminegras. Obsérvese en la galaxia inferior la fuerte concentración de estrellas en la región en donde termina la barra de estrellas que parte del núcleo central. Su atracción gravitatoria ha deformado al núcleo central, y probablemente fue la que promovió la formación de chorros de hidrógeno que bañaron a las estrellas actualmente luminosas.

(Cortesía del Observatorio Mount Wilson)

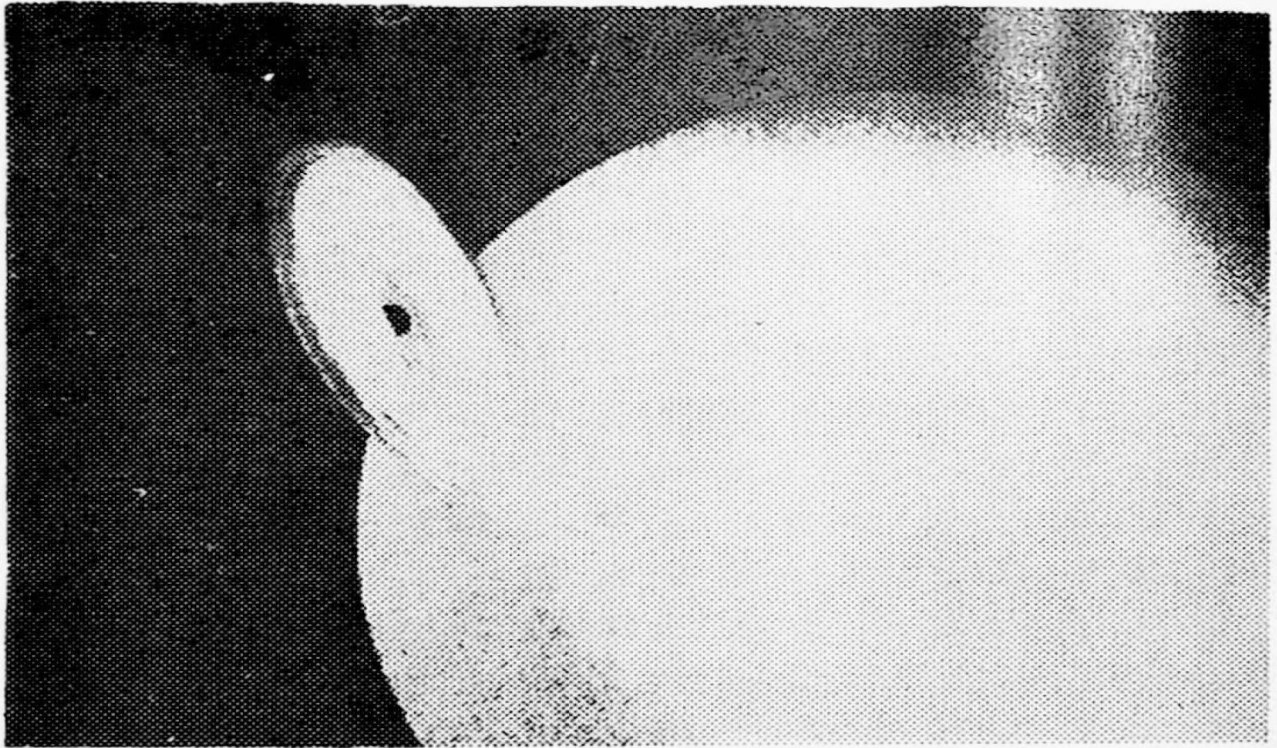


Fig. 2. Una estrella gigante azul (Cygnus X-1) acompañada por una estrella negra superdensa. Esta estrella negra central no sería un hueco negro, sino núcleo superdenso de estrella residual que agotó su envolvente externa, y que en este momento está robando material a la estrella gigante vecina. La extraordinaria velocidad que alcanzan las partículas aceleradas contra el núcleo produce sendos estallidos de rayos X. Los "huecos negros" relativísticos no podrían dejar salir a estos rayos X.

(Cortesía de National Geographic Magazine)

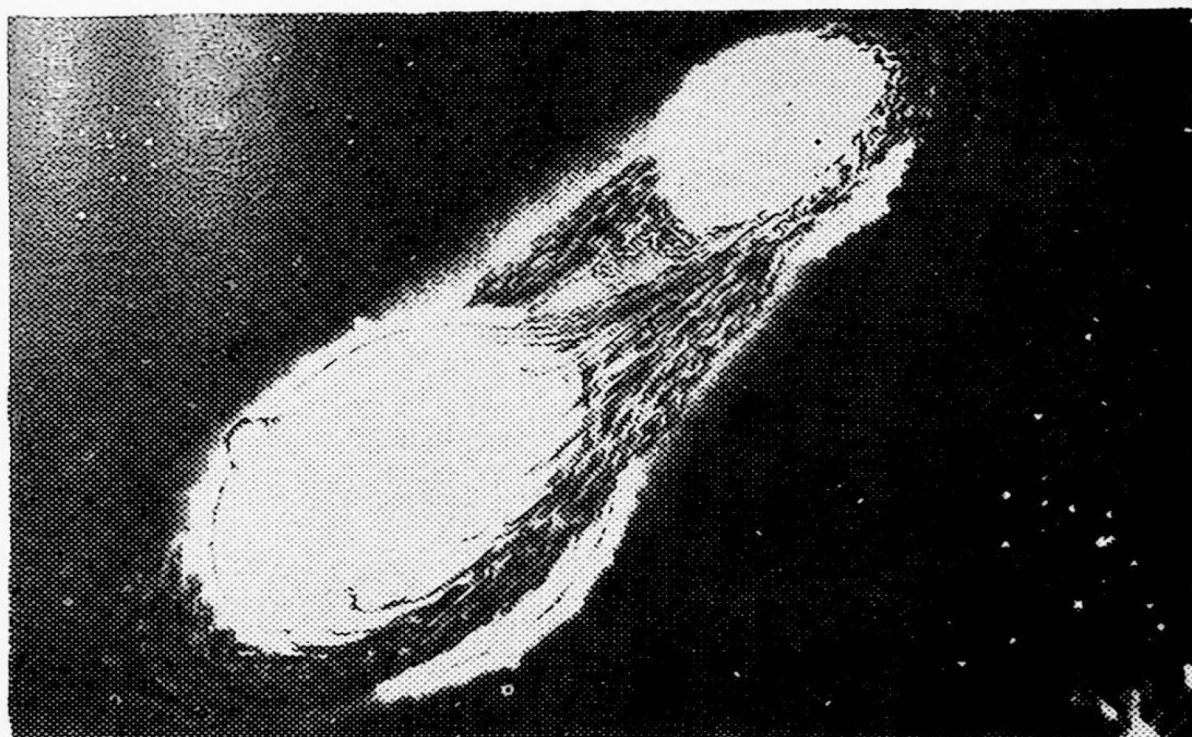


Fig. 3. Con el tiempo, es probable que la estrella negra de la Fig. 2 se cubra totalmente de gases dando lugar a una situación semejante a las estrellas dobles de la U de Cefeo.

(Cortesía de Life)

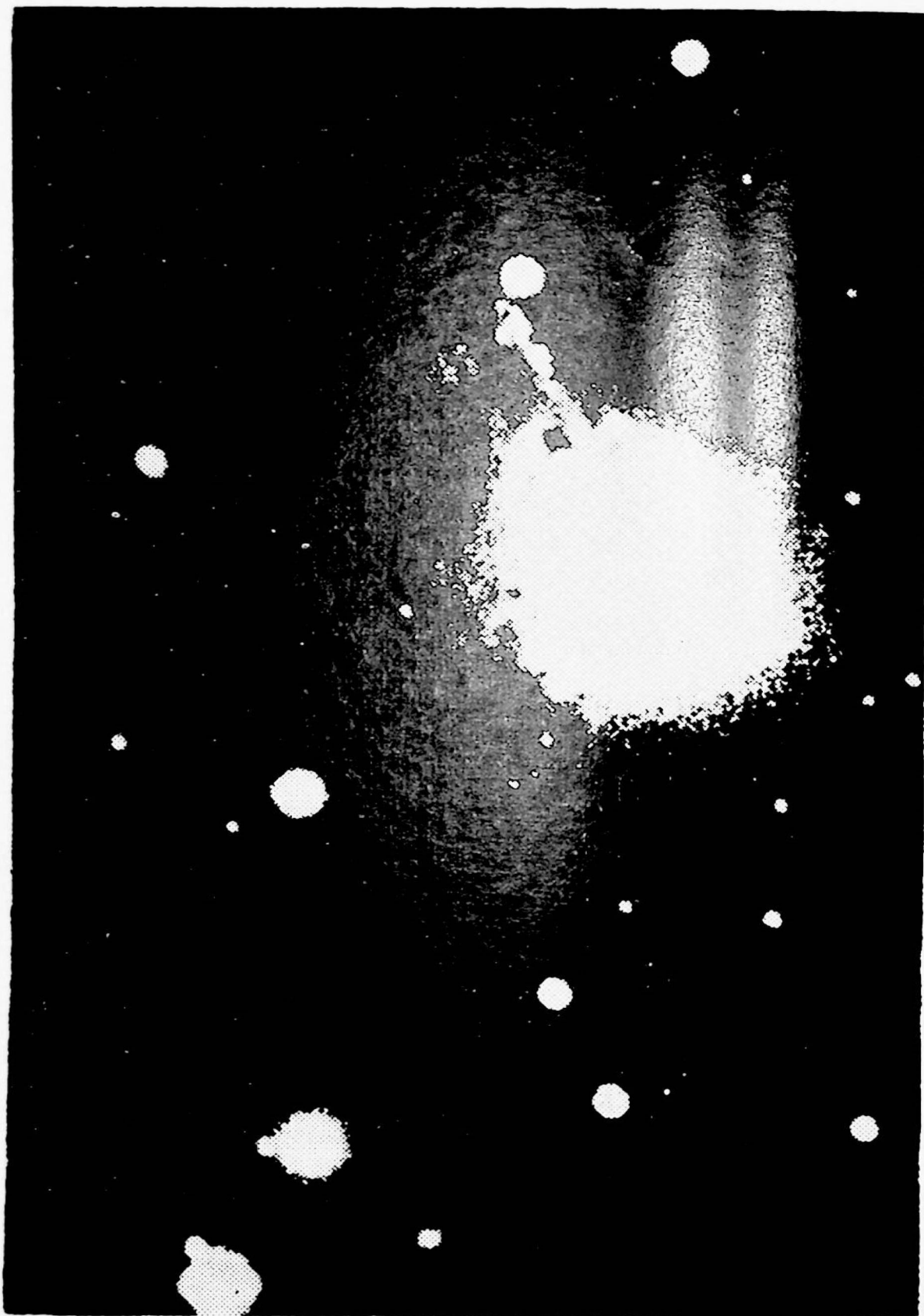


Fig. 4. El nacimiento de una nueva galaxia. Se puede entrever el *cuerpo seminegro* que existiría en el interior del relativamente delgado cascarón de estrellas, justamente en la región donde nace el chorro de nuevo hidrógeno que baña y hace luminosos a los núcleos prácticamente invisibles que rodean a este cuerpo. Esta región negra debería ser luminosa de no existir en el interior el "cuerpo seminegro". Esta es una poderosa fuente de ondas de radio en Perseo.

así la masa de los cuerpos y del sistema podría permanecer constante durante la aceleración. O sea, sería "el cuerpo", y no "el campo" el que entrega masa-energía.

Lo anterior puede comprenderse mejor aún en el siguiente caso análogo: *El dilema del tren*. Supóngase un tren perfecto que funcione a baterías contenidas en la locomotora. Este tren está acelerado sobre una vía de ferrocarril. Se podría argumentar, por ejemplo, que la energía del tren debería aumentar debido a que las fuerzas externas aplicadas sobre él son suministradas por las "vías", las que, de no existir, el tren no podría acelerar. Pero si son las líneas las que entregan energía al tren, éste tendría que aumentar su masa con el tiempo, pues el aumento de velocidad implica —de acuerdo con la relatividad especial— un aumento de masa. Sabemos que esto es falso, pues por otro lado son las baterías del tren las que al descargarse pierden energía y por lo tanto pierden masa. Por consiguiente, mientras el tren pierde energía o masa interna, gana igual cantidad como energía o masa relativista, con el resultado de que la masa del tren se mantiene constante durante todo el tiempo en que acelera. Igual cosa sucedería si dos trenes distantes aceleran movidos por una cuerda que tira entre ellos, enrollándose en unas poleas que son accionadas por los motores eléctricos de cada tren.

La nueva hipótesis es, por lo tanto, que "la energía que adquiere un cuerpo al desplazarse en el sentido de una fuerza conservativa se realiza a costa de la propia masa del cuerpo que se desplaza".

Por lo anterior, fue necesario formular una teoría volviendo a empezar totalmente de nuevo, eliminando postulados implícitos en las definiciones y dejando casi exclusivamente el principio de conservación de la masa-energía.

Evidencias directas. En física nuclear, hasta un estudiante de enseñanza media sabe que la suma de la masa de dos neutrones y dos átomos de hidrógeno es mayor que la masa de un átomo de helio. Esta pequeña diferencia —de 0.7%— es responsable de la extraordinaria energía que puede producir la fusión nuclear del hidrógeno. Pero esto también significa que "la masa de estos nucleones es menor cuando están en el campo de fuerzas nucleares que cuando están fuera de este campo.

Las fuerzas de gravitación no son menos conservativas que las fuerzas químicas —en donde se presentan fenómenos seme-

jantes— o las fuerzas nucleares. Su nombre justamente se debe a que se conserva la masa-energía total en estos campos, razón por la cual esta ley de conservación debería ser la más fundamental de todas.

Volviendo al caso de la manzana de Newton. Se dice que Newton se inspiró en el caso de la caída de una manzana para idear su teoría. Si Newton se hubiera imaginado que la energía tiene propiedades inerciales o gravitacionales idénticas a la de la masa —con un factor de proporcionalidad extraordinariamente pequeño de $1/3000000000^2$ — seguramente se le habría ocurrido la experiencia teórica siguiente:

“Supóngase que un observador *A* tiene dos manzanas idénticas cuyas masas, comparadas con un par de kilogramos patrones, son idénticas. Su amigo *B* toma una de las manzanas y una masa patrón de un kilogramo de masa y se sube a un árbol muy alto de altura *h*. Al hacer esto, *B* ha tenido que entregarle a las manzanas un trabajo o energía igual a mgh , aproximadamente, que es equivalente a una pequeña masa mgh/c^2 . Por lo tanto, el observador *A* debería constatar que cada masa de un kilogramo arriba del árbol tiene una masa igual a $m + mgh/c^2$. Para comprobarlo, le pide a su amigo que deje caer la manzana. Efectivamente, esta manzana antes de chocar en el suelo tiene —de acuerdo con la relatividad especial— una masa en exceso debido a su energía cinética que es igual a mgh/c^2 , calculable de acuerdo con la física ordinaria. Por lo tanto, para todos los efectos prácticos la masa en reposo en la altura *h* tiene una masa total igual a $m + mgh/c^2$. Solamente al chocar la manzana contra el suelo y después de perder la energía cinética en forma de calor, la manzana recupera su antiguo valor *m*”.

“Por otro lado el observador *B*, arriba del árbol, al comparar la masa de la manzana con el kilogramo patrón, observa que éstas son iguales, razón por la cual concluye que la masa de la manzana es aún igual a 1 Kg, o sea igual a *m*. No se da cuenta de que ambas masas tienen valores mayores, pues al subirlas al árbol ambas aumentaron en idénticas proporciones. En cambio, cuando dejó caer la manzana al suelo debió observar que la manzana mantenía una masa constante durante el trayecto hacia abajo, pues no ha habido tipo alguno de energía o masa que salga del cuerpo. Solamente al chocar contra el suelo esta manzana pierde una masa —en forma de calor y otras formas de

energía —aproximadamente igual a mgh/c^2 . Por lo tanto, la masa de la manzana ya no puede tener el mismo valor anterior, sino una masa aproximadamente igual a $m - mgh/c^2$. Evidentemente, parte de la energía perdida por la manzana puede haber sido transferida al aire durante la caída”.

Esta experiencia demuestra, sin lugar a dudas, que el valor aparente de la masa en reposo de las manzanas depende de la posición del observador y de la posición de las manzanas, lo cual se resume en la tabla siguiente:

Tabla I

	Manzana arriba	Manzana abajo
Observador arriba	m	$m - mgh/c^2$
Observador abajo	$m + mgh/c^2$	m

Darí­a la impresión de que esta pequeñísima cantidad de masa no tendría importancia en la física ordinaria. Sin embargo, esta diferencia está directamente relacionada con las propiedades del campo gravitatorio. Más importante es aún en los campos extraordinariamente intensos de las estrellas.

II. UNA NUEVA FISICA PARA CAMPOS INTENSOS*

En base al cumplimiento estricto de la ley de la conservación de la masa-energía ha sido posible deducir todas las expresiones más importantes y generales de la física en un campo gravitatorio —muchas de las cuales pueden ser también aplicadas a otros tipos de campos conservativos— sin necesidad de te-

- * “Teoría sobre colapso gradual de las estrellas”. 129 Congreso. Sociedad Chilena de Física, octubre, 1976. Rafael Vera Mége.
- * “Propiedades Ópticas de Estrellas Superdensas”, Rafael Vera Mége. Sociedad Chilena de Física, octubre, 1976.
- * “A New Physical Approach to the strong Gravitational Fields of Stars”. Recibido para publicación en Physical Review el 22/jun/77. (Inf. Int. RI-02/77).

ner que recurrir a deformar el espacio ni usar el complejo formulismo matemático que usa la relatividad general para “geometrizarse” las propiedades del campo. La ventaja de esta simplicidad también se manifiesta en una mejor comprensión de la verdadera naturaleza de los fenómenos que ocurren en el campo, en términos de fenómenos o variables usuales.

Evidentemente, fue necesario redefinir la mayoría de los parámetros de la física para introducir el concepto de “valores aparentes”, vale decir, valores observados a la distancia, cuando el observador y el objeto observado están en campos diferentes. Por ejemplo, se usó la notación $m_r(V,r)$ para el valor aparente de la masa, en donde r y r' son las distancias radiales desde el centro de una masa central M a una pequeña masa de prueba m^0 en r y al observador en r' , respectivamente. V es la velocidad del cuerpo medida por un observador local en r . El valor de esta masa en reposo resultó ser igual a:

$$m_r(O,r) = m^0 e^{-GM/rc^2 + GM/r'c^2} \quad (1)$$

En donde m^0 es la masa del cuerpo medida localmente, cuando $r' = r$. Como se puede notar, la masa de un cuerpo es constante solamente para observadores locales, y diferente cuando el observador y el objeto están en campos diferentes. Puede advertirse, por ejemplo, que para un observador en el infinito, $m_\infty(O,r) = m^0 e^{-MG/rc^2}$, la masa aparente se hace más pequeña cuanto más intenso es el campo gravitatorio. Lo inverso sucede cuando el observador en el campo ve un objeto en el infinito.

Algo semejante ocurre con un fotón, cuya frecuencia también disminuye o aumenta en forma muy semejante a la masa dada en (1). Esto es lo que normalmente se llama “corrimiento hacia el rojo gravitacional”.

También se encuentra que en un campo gravitatorio los relojes no pueden estar sincronizados, a no ser que $r' = r$, o sea, que el observador y el reloj observado estén en el mismo campo. De otra manera existe o una dilatación o bien una contracción del tiempo producida por el campo gravitatorio.

Todo lo anterior resultó ser una simple consecuencia de una “variación de la velocidad de la luz”, la cual hace que todos los fenómenos físicos que ocurren en los campos no ocurran con igual rapidez relativa. Los observadores locales normalmente no

se dan cuenta de estos fenómenos, pues al elegir sus unidades de medida se ven forzados a asignar el valor unitario al valor del intervalo de sus relojes, cuyo valor implícitamente depende de la velocidad de la luz. Con ello *fijan arbitrariamente un valor constante de la velocidad de la luz*, a pesar de que en cada lugar del campo existe realmente una “gradiente” o variación de la velocidad en la dirección radial. Esta variación de la velocidad de la luz es la que hace que los cuerpos —que aquí parecen manifestarse con entera naturaleza electromagnética— se propaguen en la dirección de la menor velocidad de la luz, en razón de fenómenos resonantes internos. No fue así necesario postular que la velocidad de la luz es constante, puesto que aquí aparece esto como una consecuencia de la normalización implícita hecha por los observadores locales. En cambio sí se demuestra que la velocidad de la luz viajando en campos diferentes a los del observador puede ser diferente de c .

Mediante una simple aproximación de todas las ecuaciones obtenidas en esta teoría, se pueden deducir las leyes de la física clásica o de la física de la relatividad general, que parecen así ser de menor validez que la teoría propuesta. Se demuestra también, mediante expresiones notablemente más simples que en la relatividad general, un total acuerdo con el fenómeno del corrimiento al rojo gravitacional, la desviación de la luz por el Sol, y el corrimiento del perihelio del planeta Mercurio, que es la prueba más sensible.

La ecuación que más interesa aquí es la de la energía potencial aparente para un observador muy alejado del campo gravitatorio (el infinito), que es el caso del astrónomo. Esta energía potencial —en esta teoría— resulta ser idéntica a la masa aparente en reposo, expresada en unidades de energía:

$$EP_{\infty}(r) = c^2 m_{\infty}(O, r) = m^0 c^2 e^{-GM/rc^2} \quad (2)$$

En la física clásica y en la relatividad general, el término GM/rc^2 es extraordinariamente pequeño respecto de la unidad, dentro de los límites de validez experimental lograda hasta ahora. Por consiguiente, el término exponencial puede aproximarse a un desarrollo en serie ($e^x = 1 + x + x^2/2 + \dots$), con el resultado:

$$EP_{\infty}(r) = m^0 c^2 - GMm^0/r + G^2 M^2 m^0 / 2r^2 c^2 - \dots \quad (3)$$

El primer término del segundo miembro es el equivalente energético de la masa m^0 . El segundo término es la energía potencial clásica. El tercer término es la mejora introducida por la relatividad general, que evidentemente no representa más que un término de una aproximación válida solamente para campos débiles. Para campos intensos (3) no es válida, y debe aplicarse (2).

Es importante destacar aquí que esta nueva teoría no muestra singularidad alguna en sus variables. No se presenta la singularidad de Schwarzschild para $GM/rc^2 = 1/2$, ni la singularidad clásica de la ley de Newton para $r = 0$, en donde las fuerzas eran infinitas. Aquí, para $r = 0$, la fuerza es nula. Esto trae notables ventajas en la teoría de campos, pues puede cambiarse el potencial nulo —elegido arbitrariamente en el infinito— en $r = 0$.

APLICACION DE LA TEORIA A LA EVOLUCION DEL UNIVERSO Y DE LAS ESTRELLAS

Para poder comprobar esta teoría en campos intensos en donde las diferencias entre la teoría propuesta y la relatividad general puedan ser apreciables, es necesario aplicarla a los campos más intensos que puedan existir en el universo. Allí, la relatividad predice los “huecos negros” de donde la energía y la masa que entran en estos huecos no pueden salir jamás. La teoría propuesta en cambio predice otro cuerpo llamado “cuerpo seminegro”. La energía y la masa que entran allí no desaparecen para siempre, sino quedan confinadas hasta que la relación entre la energía radiante y la masa de los nucleones es suficientemente grande para que la nueva materia regenerada pueda salir de nuevo al estado disperso. En esta forma, la materia puede seguir ciclos indefinidamente.

Los cuerpos negros y seminegros. La condensación de la materia impuesta por las leyes de gravitación en las decenas o centenas de billones de estrellas que forman cada galaxia como la nuestra, debiera producir muchos cuerpos de densidad máxima. De

acuerdo con la teoría propuesta,* en el interior de las estrellas crecen gradualmente núcleos superdensos de densidad nuclear — 1.5×10^{17} Kg/m³ — o quizás superior. Al agotarse la envolvente gaseosa externa —gradualmente o explosivamente— quedan estrellas neutrónicas. Ver Fig. 2. Estos cuerpos de dimensiones extraordinariamente pequeñas no son actualmente detectables al telescopio. De acuerdo con la teoría presente, estos cuerpos pueden dividirse en dos tipos: cuerpos negros, con GM/rc^2 menor que $1/2$, y cuerpos seminegros, con GM/rc^2 mayor que $1/2$. Las propiedades de estos cuerpos dependen de la densidad de gas y polvo interestelar.

Los cuerpos negros o estrellas neutrónicas tienen generalmente factores GM/rc^2 mayores que 0.01, de manera que los neutrones normalmente no podrían escapar de dicho campo gravitatorio. Cuando están en un espacio interestelar relativamente vacío deben convertirse en verdaderos aceleradores de partículas, produciendo así rayos X o rayos gama de elevada energía. Tal es el caso de Cygnus A (Fig. 2). También pueden convertirse en *fuentes de ondas de radio* de gran potencia mediante el curioso mecanismo natural que se forma cuando una pequeña fracción de las partículas interestelares está ionizada. Debido a la captura preferencial de los iones positivos, que son los más masivos, el núcleo se carga positivamente, lo cual —asociado a la rotación de estos cuerpos— crea un campo magnético muy intenso que a su vez retarda la aceleración de las partículas negativas —principalmente electrones—, creándose así enormes diferencias de potencial entre el núcleo y sus anillos magnéticos. Los electrones, al ser forzados a descender en este campo magnético, se transforman en eficientísimos generadores de radiofrecuencias mediante el mecanismo sincrotrónico. Bajo condiciones muy especiales de densidad de partículas, es muy probable que este mecanismo pueda tornarse en pulsante, cuando la gradiente de tensión o diferencia de potencial producida puede provocar la ruptura de algún tipo de enlace de las partículas, generando descargas periódicas determinadas por el tiempo de carga del núcleo central. Así podrían producirse los “pulsares”.

Estos cuerpos negros también pueden tornarse en generadores de radiación cósmica; pues el continuo flujo de iones positivos mantiene en forma dinámica un extraordinario potencial

* Trabajo citado en la introducción.

electrostático positivo en estos núcleos. Un átomo de helio —por ejemplo— al caer en este campo gravitatorio sufre fuerzas atractivas y repulsivas simultáneamente, las que culminan al chocar contra el núcleo central, siendo capturados los neutrones y repelidos los protones que salen con enormes energías. Justamente la mayor parte de la radiación cósmica está constituida por protones de elevadísima energía.

Estos cuerpos negros, finalmente, cuando la densidad de gas y polvo alrededor de ellos aumenta extraordinariamente, se recubren de nuevo de una envoltente externa que las convierte nuevamente en estrellas. Tal cosa puede observarse, por ejemplo, en el cúmulo de las estrellas CMa R1 del Can Mayor, en donde la nube gaseosa de una antigua Supernova suministra materia necesaria para “regenerar” las estrellas agotadas prematuramente en nuestra galaxia. Como puede apreciarse, la hipótesis presentada aquí es notablemente más probable que la hipótesis de formación de una estrella a partir de gases tan enrarecidos como el mejor vacío del laboratorio que se condensan sin existir un núcleo de condensación.

Los cuerpos seminegros serían los que se generan a partir de las estrellas más masivas de una galaxia, y tienen algunas propiedades diferentes a los cuerpos negros anteriores. Ellos absorben notablemente más energía de la que normalmente emiten. A pesar de que estos cuerpos serían de dimensiones reales muy pequeñas, su poderoso campo gravitatorio virtualmente succiona todo a su alrededor, incluyendo a las radiaciones por débiles que sean. Serían cuerpos prácticamente invisibles que, sin embargo, no dejarían ver lo que hay detrás del espacio fuertemente afectado por su campo gravitacional. La radiación térmica que escapa de estos cuerpos debería estar extraordinariamente desplazada hacia las ondas de radio. También serían capaces de convertirse en potentes fuentes localizadas de ondas de radio de acuerdo con el mecanismo descrito para cuerpos negros.

La radiación capturada por estos cuerpos tiene muy pequeñas probabilidades de salir. Solamente la radiación emitida verticalmente —o bajo un ángulo de escape extraordinariamente pequeño respecto de la normal— puede escapar*. Por lo tanto, estos cuerpos deberían comportarse como si fueran extraordinariamente fríos o negros, a pesar de que en su interior existiría una elevada densidad de energía.

* Este ángulo de escape está dado por la relación

$$\theta_e = \sin^{-1} [2e^{GM/rc^2} e^{-GM/rc^2}]$$

Además de los hechos mencionados anteriormente, existen numerosos hechos astronómicos aparentemente inexplicables de acuerdo con las teorías mejor aceptadas sobre la evolución de las estrellas. Estos hechos resultan ser aquí los “eslabones indispensables” de la teoría propuesta. Por ejemplo: *El enigma de la masa que falta en nuestra galaxia*. Nuestra galaxia es como un enorme disco volador de un diámetro aproximadamente igual a un millón de millones de kilómetros (Fig. 1). La luz demora aproximadamente 80.000 años viajando a una velocidad de 300.000 kilómetros por segundo de un extremo a otro. Este disco contiene la friolera de 100 billones de estrellas o soles que están a enormes distancias entre sí en un medio interestelar más vacío que el mejor vacío logrado en las máquinas terrestres.

Se ha encontrado con verdadera sorpresa que la masa de nuestra galaxia determinada por métodos dinámicos es prácticamente el doble de la suma de las masas de las estrellas luminosas y del polvo y gas que existen entre éstas. Este fenómeno no es más que un claro indicio de que entre las estrellas existen numerosos cuerpos invisibles al telescopio, cuerpos que han sido denominados anteriormente cuerpos negros y seminegros. La mayor parte de estos cuerpos debiera existir en las regiones más externas de la galaxia, pues las estrellas en mayor grado evolutivo son las que han perdido más masa y se han alejado más del núcleo central. Es allí donde se observan extensas regiones o nubes negras (Ver Fig. 1). Es allí donde también se observan las aparentemente misteriosas fuentes de radio o radiofuentes, que no sería más que la captura del resto de gas y polvo producida por cuerpos o estrellas desnudas incapaces de regenerar una envoltente gaseosa que las cubra. La presencia de este tipo de estrella negra puede apreciarse en la Fig. 2, solamente gracias a la presencia muy cercana de la estrella normal adjunta. Los rayos X producidos en su centro son un mudo testigo de la caída o bombardeo de este núcleo por el material que cae.

El enigma de las galaxias que faltan. Al igual que en el caso anterior, se ha comprobado que la masa de un “cúmulo de galaxias”—conjunto de numerosas galaxias— es enormemente mayor que

la suma de las galaxias visibles*. Este hecho inexplicado hasta ahora ha sido motivo de grandes especulaciones. Se ha llegado incluso a presuponer que existe una creación continua de materia en el espacio, la que daría cuenta de la mayor velocidad promedio que tienen dichas galaxias. De acuerdo con la teoría presentada aquí —que es conservativa y no acepta creación actual de materia solamente para explicar un determinado fenómeno—, las galaxias que no se ven son justamente las “galaxias seminegras” que resultan de la evolución de las galaxias visibles.

Las galaxias que no dejan ver el universo. Se dice que “los árboles no dejan ver el bosque”. Algo semejante debería ocurrir con las galaxias seminegras. Es un fenómeno mencionado como una curiosidad astronómica que la densidad de las galaxias luminosas observada en el fondo del cielo es constante y uniforme, pero, sin embargo, “en todas las regiones donde se observan cúmulos de galaxias densos muy próximos, el número de cúmulos muy alejados y extremadamente alejados es notablemente mucho menor”*. Esto pone en evidencia, una vez más, que estos cúmulos contienen un número “notablemente mucho mayor” de galaxias negras que galaxias luminosas, las que evidentemente no dejan ver lo que hay detrás de ellas.

Lo anterior está también relacionado con la “paradoja de Olbers”, que consiste en considerar que si el universo tiene una extensión indefinida —como parece tener—, debería existir más de alguna estrella o galaxia en cualquier dirección del espacio, de manera que el cielo debería presentarse como un todo continuo y brillante como un sol, con una temperatura superior a seis mil grados. En vez de esto, encontramos que el fondo estelar es más bien casi enteramente negro, con temperaturas equivalentes cercanas al cero absoluto. Esto no podría suceder si el universo no tuviera una gran proporción de galaxias seminegras con temperaturas equivalentes cercanas al cero absoluto, que actúan como verdaderos basureros del espacio absorbiendo la radiación dispersa, por débil que sea.

De todo lo anterior, se puede concluir que el universo invisible constituye la mayor parte del universo, y que solamente una pequeña fracción de éste se encuentra en un estado lumi-

* Schatzman, E. L. “Estructura del Universo”. Ediciones Guadarrama, S.A. Madrid.

noso. Esto también puede deducirse como una consecuencia lógica de un simple balance de energía pues, si aceptamos que las galaxias siguen ciclos periódicos, éstas deberían recuperar —en su etapa invisible— toda la energía perdida en su período luminoso. Dada la pequeña densidad promedio de energía que existe en el universo, para esta recuperación se necesitarían tiempos notablemente mayores que el período luminoso de las galaxias, lo cual evidentemente requiere la existencia de un número muy superior de galaxias seminegras que luminosas.

El enigma de la radiación cósmica relativística. Hasta ahora no había sido posible explicar el verdadero origen de la radiación cósmica. La teoría propuesta aquí no sólo explica cualitativamente la presencia de la radiación cósmica emitida de acuerdo con los mecanismos de captura de materia por los cuerpos negros y seminegros, sino que también predice exactamente el valor máximo del momentum asociado a dichas partículas. Este valor máximo corresponde al caso de cuerpos seminegros con valores de su factor superficial GM/rc^2 muy superior a 1, en donde se presentan los campos gravitatorios más intensos del universo, y en donde la eficiencia o rendimiento energético de conversión de energía latente gravitacional es prácticamente igual al 100%, de acuerdo con la Ec. (2). Un cálculo muy simple basado en las propiedades de los campos conservativos de acuerdo con la nueva teoría permite predecir que cuando estos cuerpos capturan partículas compuestas, como ser helio u otros elementos de mayor masa atómica, mientras los neutrones son capturados definitivamente por los núcleos centrales, los protones rechazados por la combinación de campos de fuerzas electrostáticos y nucleares toman toda la energía gravitacional latente inicialmente, produciendo un peak de rigidez magnética de 1,6 billones de volts, para el He, que es el elemento más abundante después del hidrógeno. Este valor es aproximadamente igual para la mayor parte de los elementos más abundantes, en donde la proporción de neutrones es a protones aproximadamente igual a 1.

Las mediciones hechas por Mc Donald en 1959* demuestran sin lugar a dudas la existencia del peak mencionado anteriormente de 1.6 Bv, el cual decae casi exponencialmente pa-

* F. Mc Donald. Phys. Rev. 116, 162 (1959).

ra mayores valores hasta llegar a un background cósmico que probablemente se genera por reaceleración en los campos magnéticos variables de los pulsares.

Este hecho observado experimentalmente constituye no sólo una verificación casi única de que la teoría gravitacional conservativa propuesta es válida aun para los campos más intensos del universo, sino que prueba la existencia de una extraordinaria cantidad de cuerpos o galaxias seminegras, que a pesar de la extraordinariamente pequeña cantidad de radiación cósmica que pueden emitir, se manifiesta mediante un peak relativamente intenso de radiación seguido de un corte relativamente abrupto.

El dilema de la radiación de fondo de ondas de radio. Como se ha dicho anteriormente, los cuerpos “seminegros” deben tener interiormente una elevadísima densidad de energía que no puede salir del confinamiento impuesto por las leyes de gravitación, lo cual es equivalente a un “cuerpo negro” confinado dentro de una cavidad. Por lo tanto, su radiación interna debería tener una distribución de “radiación de cavidad o cuerpo negro”. Sin embargo, una pequeñísima fracción de dicha energía tiene alguna probabilidad de escapar —al igual que la radiación cósmica—, pero al escapar debería sufrir un enorme desplazamiento hacia el rojo, corriéndose su espectro hacia las ondas de radio, de acuerdo con la ecuación dada por esta teoría:

$$f = f_0 e^{-GM/rc^2} = f_0 e^{-0.1 u^2/3} \quad (4)$$

En donde f_0 es la frecuencia local de la radiación en la superficie del cuerpo seminegro y u es la masa de este cuerpo expresada en masas solares. Para cuerpos seminegros de masas de algunos miles de masas solares con temperaturas de algunos millones de grados, el corrimiento al rojo produce una radiación de ondas de radio de algunos centímetros. Esto es justamente lo que se ha detectado experimentalmente, y parecería corresponder a la radiación de la enorme cantidad de cuerpos seminegros que dan origen a los cúmulos de estrellas. Es importante destacar aquí que la radiación encontrada experimentalmente “tiene una distribución de su espectro igual al tipo de radiación de cavidad o cuerpo negro”, tal como lo predice esta teoría.

Como se puede apreciar, este universo invisible al ojo humano se manifiesta muy claramente a través de todos los efectos previsibles de sus poderosos campos gravitatorios y de sus radiaciones en ambos extremos del espectro previsto por la teoría propuesta. Toda interpretación del universo que no tome en cuenta esta enorme cantidad de materia existente —aunque no visible— no puede ser correcta.

EVOLUCION DEL UNIVERSO INVISIBLE

Al término de la evolución luminosa de las galaxias, como resultado de la gran pérdida de masa radiada como fotones durante la vida luminosa de la galaxia, las estrellas se han alejado unas de otras por efecto de una disminución de sus campos gravitatorios en relación a sus momentos angulares. De manera que los núcleos negros y seminegros resultantes quedarían formando un conjunto de decenas o centenas de billones de cuerpos superdensos relativamente alejados unos de otros. Solamente las estrellas más masivas se transformarían en cuerpos seminegros con la propiedad de capturar y almacenar energía radiante. Esto produciría en ellos un progresivo aumento de sus campos gravitatorios debido al aumento de masa-energía interna. Esto a su vez produciría una progresiva migración de estos cuerpos hacia el núcleo de la galaxia, arrastrando consigo a numerosos núcleos de estrellas negras, al igual que una familia de polluelos que se recoge a dormir cerca del núcleo materno. Con el tiempo solamente los núcleos más masivos se reunirían cerca del núcleo central, quedando alrededor de éste un conjunto de núcleos de estrellas menos masivas, muchos de los cuales tendrían girando a su rededor planetas enteramente congelados.

Con el transcurrir del tiempo y con la radiación absorbida, la masa aparente promedio de los neutrones de dichos cuerpos seminegros debería aumentar hasta alcanzar un valor cercano o superior a la masa de un neutrón en estado libre. Los neutrinos también encontrarían allí un lugar en donde serían absorbidos, regenerando hidrógeno o algún tipo de pseudo elemento dinámicamente estable, cuyo mayor volumen contribuiría a incrementar el radio de estos cuerpos, lo cual aumenta la probabilidad de escape de su materia.

El nacimiento de una galaxia. Hacia el término de la etapa regenerativa de una galaxia seminegra, el cuerpo central terminaría comenzando a evaporar hidrógeno en su contorno, de preferencia en alguna región en donde algún otro cuerpo supermasivo en órbita abre un canal gravitatorio por donde comienza a fluir mayor cantidad de hidrógeno. En la Fig. 4 se muestra una potente fuente de ondas de radio en Perseo, la galaxia NGC 1275, en donde se puede observar cómo un potente chorro de hidrógeno escapa de una especie de huevo central al igual que un polluelo que estira su cuello al romper el cascarón. Puede observarse en esta magnífica exposición cómo el hidrógeno, a medida que va bañando a los núcleos prácticamente invisibles, los torna luminosos. Lo mismo ocurre con el hidrógeno exudado a través del cascarón. Lo extraordinario de esta fotografía es que el potente chorro de hidrógeno ha desplazado hacia un lado al conjunto de estrellas de la base, dejando entrever una región oscura en el interior, que evidentemente es el cuerpo seminegro central. Si esto no fuera así, esta región debería ser tan brillante como el resto del cuerpo.

En forma totalmente consistente con lo anterior, este cuerpo es una potente fuente de ondas de radio, las que evidentemente se producen durante la etapa de captura de nuevo hidrógeno, mediante la cual los antiguos núcleos de estrellas recuperan nuevas envolventes que las convierten en nuevas estrellas. No tan espectacular es el caso de la radiogalaxia NGC 4486 en Virgo (M 87), en donde también se presenta un extraordinario chorro de gas dirigido probablemente hacia algún otro cuerpo seminegro bastante más masivo que los núcleos de estrellas normales.

Es altamente probable que estos chorros iniciales sean los que generan las barras características de las galaxias en espiral. Se puede observar que una vez que el chorro llega al conjunto de cuerpos más masivos que probablemente abrió el canal gravitatorio inicial, éste se dobla abruptamente quedando libre al igual que el agua que sale de un surtidor de jardín (Fig. 1-c).

El dilema de los cuasares y las fuentes de radio. Los cuasares son extraños objetos astronómicos cuyo nombre es la contracción de "quasi stellar radio sources". Son "débiles" imágenes de forma estelar que aparecen en las placas fotográficas obtenidas con grandes telescopios en los lugares en donde los radioastrónomos

situaban potentes fuentes de radio. Estos objetos se caracterizan por un desplazamiento extraordinario hacia el rojo de las líneas de emisión de su espectro —que muestran líneas muy ensanchadas—, los cuales tienen un exceso de radiación en la parte violeta del espectro.

Muchos de estos cuasares tienen corrimientos hacia el rojo muy superiores al máximo límite permitido por la teoría de la relatividad general. Esto ha obligado a los astrónomos a suponer erróneamente que el corrimiento al rojo es debido a un efecto de distancia o alejamiento de estos cuerpos con velocidades increíbles. Como consecuencia de las enormes distancias así estimadas, las masas y energías que aparentemente resultan son absurdas. Por ejemplo:

— Tendrían una enorme producción de energía que podría ser del orden de cien veces el ritmo de producción de energía de una galaxia gigante, pero en cambio su tamaño no podría ser superior a 10^{-5} o 10^{-7} del tamaño de una galaxia normal. Esto se debe a que el brillo óptico y la producción de ondas de radio varían con períodos tan pequeños que pueden apreciarse en meses o semanas, razón por la cual su tamaño no puede ser mayor que algunos meses-luz o semanas-luz. Nuestra galaxia tiene un tamaño de ochenta mil años luz, o sea la luz demoraría ochenta mil años en viajar de un extremo al otro.

— Estarían sistemáticamente alejados de la Tierra, como si la Tierra fuera solamente para los cuasares un lugar privilegiado del universo, lo cual no sucede con el resto de los cuerpos celestes observados. Tanto es así que no existe ningún quasar con desplazamiento hacia el azul, lo cual sería lógico esperar dada la extraordinaria velocidad que tienen estos cuerpos respecto de los otros cuerpos, “aparentemente”.

De acuerdo con la teoría presentada aquí, no existe límite alguno en el corrimiento gravitacional hacia el rojo. Por lo tanto, gran parte del corrimiento hacia el rojo de los cuasares puede ser gravitacional. Estos cuerpos no tienen por qué estar necesariamente alejados de nosotros en forma sistemática y, por consiguiente, sus dimensiones y potencias reales no tienen por qué ser superiores a una galaxia normal. Luego, muchos de estos cuerpos pueden perfectamente corresponder a la situación —que debe presentarse en el universo— de nacimiento de nuevos cúmulos de estrellas, o de nacimiento de nuevas galaxias. En dichos casos, evidentemente que pueden producirse variaciones

de luminosidad en semanas o meses, pues las dimensiones de estos cuerpos pueden ser muy inferiores a semanas o meses-luz. El hidrógeno regenerado de los cuerpos centrales, al incidir sobre los cuerpos negros desnudos de sus alrededores, debe necesariamente producir ondas de radio muy intensas de acuerdo con el mecanismo mencionado anteriormente. La emisión de luz en regiones muy variables de los campos extraordinariamente intensos de estas nuevas estrellas debe producir un extraordinario corrimiento hacia el rojo con líneas muy ensanchadas.

ORIGEN DE LA ENERGIA DE LAS ESTRELLAS

Al igual que las cataratas pueden aprovecharse para producir energía eléctrica, cualquier cuerpo capaz de descender en un campo gravitatorio puede realizar un trabajo y generar energía. La capacidad máxima para realizar trabajo de un cuerpo está dada —de acuerdo con la teoría de este artículo— por la masa aparente del cuerpo multiplicada por el cuadrado de la velocidad de la luz. Sin embargo, solamente una fracción de esta masa-energía es aprovechable, lo cual depende de la intensidad del campo disponible y del máximo desplazamiento alcanzable en dicho campo.

Es relativamente simple demostrar que cuando cajas de fósforos se amontonan en una columna, llega un momento en que la caja del fondo sufre un colapso en el cual todo el trabajo gravitacional realizado por las cajas se traspasa a la última caja del fondo. Este trabajo es igual —aproximadamente— a mgh , en donde h es la altura de la columna, m es la masa de cada caja, y g es la aceleración o intensidad del campo del lugar. Como puede apreciarse, la energía que aparece en el fondo de la columna es exactamente igual al trabajo que realizaría la caja superior si viajara hasta el fondo de la columna.

Algo semejante debería ocurrir en la envolvente de átomos que rodea a un núcleo superdenso de una nueva estrella. Cuando este núcleo recibe nuevos átomos que —por decir así— se amontonan formando una nueva envolvente, fenómenos de fusión nuclear deben comenzar justamente alrededor de este núcleo central, con producción de grandes cantidades de calor que deberían expandir la envolvente, impidiendo así el colapso de la

estrella, con la producción de una estrella sumamente voluminosa: una *gigante roja*.

El progresivo aumento de la concentración de helio y otros elementos más pesados producidos por fusión nuclear debería producir una progresiva disminución del volumen de la estrella, lo cual debería a su vez producir un progresivo aumento de la presión con incremento del factor GM/rc^2 . Con esto debería aumentar la probabilidad de reacción de los nuevos elementos metálicos, como el *Fe* o el *Ca*, con el *He*, con la formación de elementos más pesados que el *Fe*. Estas reacciones son endo-energéticas, vale decir, con absorción de energía, la que se transforma en "energía latente nuclear". Este nuevo tipo de fusión nuclear relativamente fría debería aumentar la densidad de las corrientes convectivas descendentes, promoviendo así a dicho flujo y acercando hacia el núcleo central a los materiales más densos. En su flujo descendente, estos materiales deben aumentar su proporción de neutrones nucleares, pues los elementos formados sufren invariablemente decaimientos betas o capturas electrónicas con transformación de protones en neutrones con emisión de neutrinos.

El núcleo interior probablemente esté cargado electropositivamente debido a la mayor presión que ejercen sobre él los iones positivos, de manera que su campo electrostático rechaza los nucleones positivos, capturando preferentemente a los neutrones. Probablemente muchos átomos más pesados que el helio son capturados temporalmente por el núcleo, el que debería rechazar protones libres, o sea, regenerando hidrógeno. También es probable que allí se formen elementos ultrapesados tales como el *Cf* o el uranio, en donde la energía gravitacional se transforma en energía latente nuclear.

En el flujo ascendente, es probable que exista una rara mezcla de energías latentes nucleares, las que al disminuir la presión deberían ser progresivamente liberadas en el camino hacia arriba o en regiones más cercanas hacia la superficie. Este tipo de mecanismo resuelve en forma muy simple el problema del transporte de las enormes cantidades de energía que tiene que disipar una estrella de la secuencia principal, cuyo tamaño es extraordinariamente más pequeño que una estrella gigante. Por esta razón, con el tiempo, a medida que aumenta el porcentaje de metales en la estrella, su volumen disminuye hasta convertirse en una estrella de la secuencia principal, capaz —muy

probablemente— de regenerar hidrógeno. Esto, evidentemente, con el costo neto de que una fracción de la masa de la envolvente pasa al núcleo central al estado de neutrones ligados virtualmente al núcleo por fuerzas núcleo-gravitacionales.

Predicciones teóricas sobre las estrellas. El mecanismo anterior permite describir y explicar en forma extraordinariamente simple numerosos hechos observados en las estrellas. Se destacarán aquí los fenómenos más importantes.

a) *La relación masa-luminosidad de las estrellas.* Aplicando teoremas de similitud, y en base a la ecuación (2), y suponiendo una densidad igual al núcleo de los átomos aproximadamente constante para los núcleos de las estrellas, se obtiene que la luminosidad es proporcional a la masa de la estrella elevada a la potencia 3.75, que está en extraordinaria coincidencia con los valores observados.

b) *El rango de masas de las estrellas luminosas.* Teóricamente, la mínima masa de un núcleo de estrella capaz de regenerar hidrógeno, de acuerdo con la Ec. (2) es de 0.02 masas solares, lo cual es enteramente consistente con las mínimas masas de las estrellas luminosas, de 1/20 de masa solar.

Estrellas con núcleos mayores de 11 masas solares deberían comenzar a absorber parte de la energía gravitacional, pues se están transformando en cuerpos seminegros en donde GM/rc^2 es mayor que 1/2. Este resultado es altamente consistente con lo observado, pues las estrellas con masas superiores a 11 masas solares son escasas.

c) *El escaso flujo de neutrinos emitidos por el Sol.* Este fenómeno observado* ha tenido intrigados a muchos científicos, pues apenas se detecta un 9% del valor teórico que debería emitir el Sol si “fusionase hidrógeno nuclearmente”. Esto se debe —de acuerdo con esta teoría— a que la fusión nuclear del hidrógeno no sería más que un fenómeno secundario, pues la mayor parte de la energía tiene un origen “gravitacional”. La emisión teórica de neutrinos —de acuerdo con la teoría presentada aquí—

* Davis, Raymons, Harmer, Hoffman, Kenneth C. Phys. Rev. 20 (1968) 1205

es de solamente entre 7% y 14%, lo cual es totalmente consistente con el valor de 9% observado.

d) *Las diferencias entre estrellas gigantes y enanas.* Se puede ahora comprender la razón de por qué las estrellas gigantes rojas se encuentran en el núcleo de las galaxias y en cúmulos globulares relativamente densos de estrellas. Estas estrellas se han formado “recientemente” alrededor de una estrella seminegra central y, por lo tanto, su hidrógeno regenerado aún no está contaminado con metales. Por eso sería erróneo decir que estas estrellas son “viejas”. Son justamente las estrellas denominadas de población II.

En cambio, las estrellas de la población I —normalmente consideradas más nuevas— serían algo más antiguas que las anteriores, en donde ya se ha generado la cantidad de metales necesarios para la regeneración de energía latente nuclear descrita más arriba. Son estrellas que no tienen problemas de transporte de energía, pues ésta viaja principalmente en forma de energía latente nuclear, y no en la forma de calor. Son estrellas más densas y forman las estrellas de la “secuencia principal”. No resulta aquí misterioso el hecho que en las regiones de estrellas de la población I exista un notable mayor contenido metálico.

e) *Estrellas explosivas.* El continuo incremento de elementos metálicos en estrellas gigantes de núcleos relativamente masivos puede desencadenar una contracción si bien no explosiva, pero sí suficientemente rápida como para dar lugar a “ausencias sistemáticas” de estrellas en la región de transición entre estrellas gigantes y las estrellas de la secuencia principal. Estas ausencias se pueden observar en los diagramas H—P (magnitud vs. índice de color) de las estrellas.

Explosiones pueden producirse debido a un excesivo incremento de elementos metálicos capaces de absorber temporalmente —mediante fusión con He— grandes compresiones gravitatorias sin el correspondiente incremento de temperatura interna. Esto podría producir probablemente, o explosiones nucleares relativamente superficiales —tipo Nova— o simplemente una implosión seguida de explosión nuclear de fisión, en donde el material radiactivo de elevada energía latente nuclear se con-

tinúa vaporizando hasta dejar al núcleo central virtualmente desnudo.

Esto explica el hecho aparentemente misterioso de que las nubes remanentes de las Supernovas producen radiaciones sincrotrónicas y luminosas por períodos increíblemente largos, que son evidentemente producidos por la gran cantidad de material radiactivo que se regenera en la fusión de elementos metálicos con el He en el interior de las estrellas. Esto también explica la existencia de uranio y otros elementos radiactivos en cantidades inexplicables de acuerdo con teorías usuales. Esto está también de acuerdo con el hecho probado de la existencia de elementos relativamente nuevos —como ser el tecnecio— en algunas estrellas. Dichos elementos estarían generándose en su interior, en regiones cercanas al núcleo central.

LA FORMACION DE NUESTRO SISTEMA SOLAR

Las antiguas teorías postulaban que los cuerpos celestes se formaban por condensación de gas y polvo dispersos sin la existencia de núcleos de condensación. Nadie ha podido probar que esto realmente pueda ocurrir, pues, ni aún el aire, que tiene una concentración de millones de veces superior a la que debería haber existido, tiene la probabilidad alguna de condensarse.

Hay pruebas, en cambio, de que alrededor de los planetas existen anillos de partículas que se forman “relativamente alejados de los planetas”. Tales son los anillos de Van Allen y los anillos de Saturno. No es difícil entonces concluir que estos anillos pueden degenerar en pequeños satélites que crezcan en períodos de abundancia de material cósmico, como ser, después de explosiones del tipo Supernova o Nova, o durante el comienzo de cada ciclo galáctico en donde las nubes de hidrógeno se condensan alrededor de todos los cuerpos. Por lo tanto, es altamente probable que los nuevos satélites que tienen los planetas hayan nacido —gran parte de ellos— en forma natural. Saturno sería así un planeta esperando familia. Júpiter, el hermano mayor, con muchos hijos, y Mercurio uno de los hermanos menores, sin familia. Probablemente, en cada ciclo galáctico nuestro Sol crezca un poco en tamaño, y también los planetas. Con el tiempo, Júpiter puede convertirse en un Sol que podría eventual-

mente independizarse del sistema solar y formar su propia familia de planetas, que no serían otra cosa que sus actuales satélites. En cada galaxia, en cada nuevo ciclo galáctico deberían formarse tantas estrellas nuevas como estrellas que se convierten en cuerpos seminegros.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

La nueva teoría conservativa sobre campos abre una extensa gama de nuevas posibilidades en el campo de la astronomía y en la comprensión de nuestro universo.

En el campo de la vida ordinaria es interesante —por ejemplo— saber por qué los cuerpos caen. No se podría decir que se aclare mucho el panorama si se dice que los cuerpos caen porque “siguen una geodésica”. En cambio la teoría propuesta conduce a la conclusión de que los cuerpos aceleran hacia abajo porque existe una gradiente en las propiedades de propagación de la luz, lo que hace que los cuerpos —o la resultante de sus ondas internas— se propaguen hacia abajo. Las fuerzas de gravedad nacen cuando esta propagación es balanceada por una fuerza en sentido contrario que desacelera a dicho cuerpo. Por esto, no debiera ser misterio alguno que la presunta “masa gravitacional” sea igual a la “masa inercial”, por cuanto siempre han sido idénticas. La fuerza necesaria para desacelerar a un cuerpo es una fuerza inercial, y no debería tener otro nombre.

La aplicación de esta teoría al campo de las estrellas da resultados altamente consistentes con todos los hechos observados, sin caer en contradicciones. Evidentemente, está en contradicción con numerosas otras teorías. Para comenzar, no es consistente con la teoría de la relatividad general para campos intensos, aun cuando muestra mejor consistencia con teorías de métrica exponencial*. Por lo tanto, los argumentos válidos en la teoría clásica de los campos son conflictivos con los argumentos esgrimidos aquí. Pero el valor de una teoría no depende de su consistencia con otras teorías, sino con los hechos observados. En este caso, es un hecho indiscutible que el principio de conservación de la masa-energía es el más sólido de la física, razón por la cual esta teoría concuerda con los hechos observados.

* H. Yilmaz. Phys. Rev. 111 (1958), 1417. Phys. Rev. Lett. 27 (1971) 1399

* N. Rosen. Ann. Phys. (N. Y.) 84 (1974) 455.

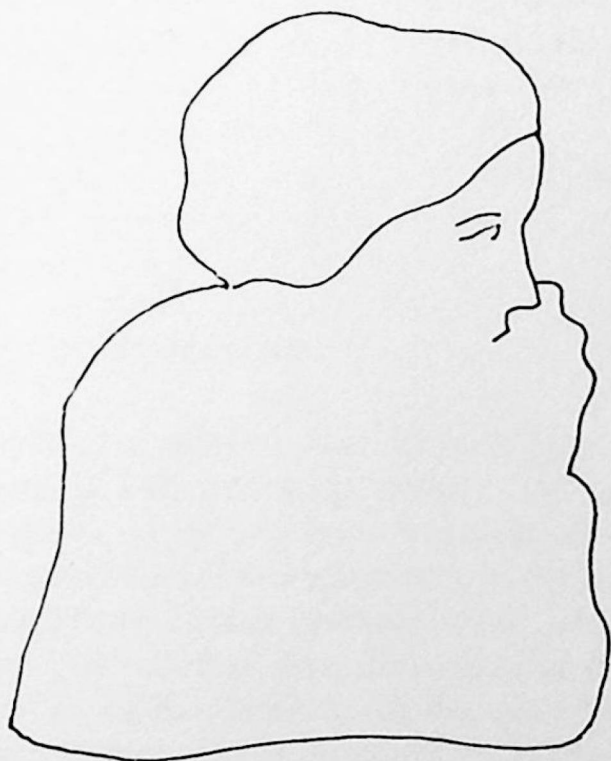
Pero toda teoría tiene sus ramificaciones. En el caso de la gravitación, el tema obligado es la teoría cosmológica y el famoso corrimiento al rojo observado en cuerpos muy distantes. No se pretende dar aquí teoría alguna sobre este tema, pero sí hacer notar que esta teoría abre nuevas perspectivas.

La supuesta expansión del universo de algunas teorías cosmológicas debería correr hacia el rojo en igual proporción a todas las ondas electromagnéticas que nos llegan de una determinada galaxia lejana, incluyendo las ondas de radio. Parece que esto último no sucede, y la comprobación fehaciente de este hecho descartaría esta hipótesis definitivamente. En caso contrario, la nueva teoría presentada aquí abre una nueva posibilidad, que consiste en suponer que la velocidad de la luz esté inadvertidamente aumentando con el tiempo, duplicándose cada 10^{10} años o más. Esto estaría aumentando imperceptiblemente la velocidad de todos los sucesos locales en igual proporción, incluyendo los relojes. La única manera de comprobarlo sería echar una mirada al universo y ver los "valores aparentes" en el tiempo —o distancia— y medir el tiempo de oscilación de relojes de épocas pasadas a través de las radiaciones emitidas por galaxias muy lejanas. Si esto es así, encontraríamos que los minúsculos relojes atómicos andaban más lentos. Esta sería quizás la interpretación más simple de este fenómeno que parece no tener otro fenómeno paralelo que lo compruebe.

Lo curioso de la interpretación anterior es que si el pequeño aumento de c es constante con el tiempo en todas las regiones del universo, aun cuando las distancias absolutas aumentasen, las distancias "relativas" no variarían, pues las unidades de longitud también aumentarían en igual proporción. Por lo tanto, aunque pasaran muchos trillones de años, aparentemente nada habría cambiado fundamentalmente. Esto contrasta con la teoría del "*Gran Bang*", en donde o las galaxias se expanden indefinidamente condenadas a la soledad absoluta, o deben fatalmente converger hacia un nuevo y terrorífico "*Bang*".

Por lo anterior, es probable que el universo esté en un estado estacionario con moderadas oscilaciones locales que podrían también producir corrimientos hacia el rojo o hacia el azul, dependiendo de la posición del observador. En todo caso, hay

que admitir que el universo se resiste a mostrar un comienzo o un fin determinado, tanto en el espacio como en el tiempo. Las galaxias más lejanas, fuera de mostrarse con tamaños insignificantes, se muestran tenues y corridas hacia el rojo hasta hacerse invisibles al telescopio. Por otro lado, las galaxias seminegras también parecen limitar seriamente la exploración de los confines del universo, que pareciera no tener principio ni fin. Quizás lo más alentador de todo sea para el hombre darse cuenta de que el universo está lleno de posibilidades. Es probable que en muchos billones de años más existan aun hombres que mirando el cielo estrellado se hagan las mismas preguntas de hoy.



FILOSOFIA