

# **AGUJEROS NEGROS**

**ORIGEN, ESTRUCTURA Y DINÁMICA RELATIVISTA**

**La relatividad general predice origen, estructura y  
dinámica de Agujeros Negros masivos y estelares**

**Septiembre de 2019**

**Ciudad de México**

**José Germán Vidal Palencia**

SEP-INDAUTOR  
REGISTRO PÚBLICO  
03—2019-071810251400-01

AGUJEROS NEGROS  
Origen, estructura y dinámica relativista  
Autor: José Germán Vidal Palencia.  
18 de julio de 2019  
Ciudad de México

Resumen

Tratar de explicar el origen de nuestro Universo es un problema astrofísico legendario. En teorías alternas como la relatividad general de Einstein por ejemplo, nuestra tecnología ha comprobado sus predicciones con observaciones astronómicas de alta calidad. A pesar de estos éxitos los problemas que quedan por resolver no son pequeños.

En este 2019 estamos viendo agujeros negros, ondas gravitacionales y galaxias distantes. Sin embargo, la definición poco clara de lo que significa materia oscura, energía oscura, espacio-tiempo, gravedad y la descripción confusa de lo que significa un agujero negro, ejemplifica problemas astrofísicos subyacentes que todavía no han sido resueltos. Este artículo ofrece un estudio sobre agujeros negros y espacio-tiempo relativista.

Palabras clave: Universo, origen, teorías, relatividad, energía oscura, materia oscura, espacio-tiempo, gravedad, agujeros negros.

BLACK HOLES  
Origin, structure and relativistic dynamics

Summary

Trying to explain the origin of our Universe is a legendary astrophysical problem. In alternate theories such as Einstein's general relativity, for example, our technology has checked its predictions with high-quality astronomical observations. Despite these successes, the problems that remain to be resolved are not small.

In this 2019 we are seeing black holes, gravitational waves and distant galaxies. However, the unclear definition of what dark matter, dark energy, space-time, gravity means, and the confusing description of what a black hole means, exemplifies underlying astrophysical problems that have not yet been resolved. This article offers a study on black holes and relativistic spacetime.

Keywords: Universe, origin, theories, relativity, dark energy, dark matter, space-time, gravity, black holes.

## Conclusiones relacionadas con el espacio-tiempo cósmico

Antes de iniciar este estudio sobre agujeros negros, pasaremos a ver conclusiones relacionadas con el espacio-tiempo relativista cuya idea nos heredó Albert Einstein. El tema es piedra angular para comprender fenómenos de interacción que ocurren en el universo cósmico. De manera importante consideramos los trabajos de W. Pauli sobre el principio de exclusión, que tan útil ha sido para estructurar con mucha precisión la mecánica cuántica, en lo que se refiere a su aplicación para comprender la configuración electrónica de los elementos químicos, así como los fenómenos de cataclismo que ocurren en las estrellas de neutrones, supernovas y agujeros negros, por no decir que participa en absolutamente todos los elementos de interacción física que ocurren en el espacio cósmico.

Iniciamos con una importante conclusión: El espacio-tiempo cósmico es un ente físico cuya tejida malla es tan real como la máquina que teclea esta nota. Se encuentra sostenido por una pared esférica, como una telaraña fijada en cualquier rincón o una hamaca sostenida por un par de postes de madera. Si no existiera la manera de sujetar estos colgijes, no habría ni telarañas, ni hamacas que colgar, ni siquiera el espacio-tiempo tendría posibilidad de sostener con firmeza toda la materia del universo que cómodamente flota en su interior. Si no hubiera como sostener dichos colgijes, tampoco Einstein podría considerar una membrana elástica como superficie colgada sujeta a una mesa de billar, la cual se deforma cuando se colocan cuerpos de masa importante sobre ella. De igual forma tampoco habría una Teoría de la Relatividad General que considerar.

Afortunadamente la naturaleza de nuestro mundo es tal, que los fenómenos que ocurren en la naturaleza permiten a los científicos equiparlos con diversos experimentos mentales, como certeramente lo hizo Einstein formando analogías en sus procesos de investigación para construir con sustento sus teorías físicas, como el del elevador que le permitió establecer el principio de equivalencia gravitatoria, o éste de la mesa de billar que sirvió para comparar magnitudes gravitatorias de cuerpos masivos respecto de otros pequeños. Sin embargo, algunos otros investigadores que también han construido experimentos mentales, manejan analogías físicas propias de ciencia ficción que confunden a estudiosos de la astronomía y ciencias afines, queriendo equipararlas con formulaciones físico matemáticas serias, simplemente porque tales expresiones se justifican debido a que fueron desarrolladas al amparo del método científico. Como por ejemplo la expresión: "espaguetización" que le podría ocurrir a una persona o cosa que se acerque demasiado a un agujero negro.

Recientemente esta expresión también se aplicó a una supuesta nube de gas denominada G2 descubierta en 2011, la cual los astrónomos detectaron que se

dirigía al centro exacto del núcleo de nuestra galaxia Vía Láctea. Ellos esperaban observar su "espaguetización" momentos antes de que cayera al interior del agujero negro de Sagitario A\*, cosa que no ocurrió. En 2014 los astrónomos descubrieron que: *"La máxima aproximación de la nube a Sagitario A\* se produjo en mayo del pasado año pero, para decepción y sorpresa de los astrónomos, G2 logró salir prácticamente indemne del encuentro. ¿Cómo fue eso posible? ¿Por qué sobrevivió G2 al voraz apetito gravitatorio de Sagitario A\*, un auténtico "monstruo espacial" de 44 millones de km. de diámetro y con más de cuatro millones de veces la masa del Sol?"*

*"Ahora, un grupo de investigadores del Observatorio Europeo del Sur (ESO), confirma que el objeto no solo ha sobrevivido, sino que sigue siendo muy compacto y ni siquiera ha sido "estirado" o deformado por la enorme gravedad del agujero negro."* <https://www.abc.es/ciencia/20150326/abc-agujero-negro-rechazo-cena-201503261120.html>

En relación a este acontecimiento donde el protagonista fue el objeto G2 en revolución en torno a Sagitario A\*, debe entenderse que fue parecido al fenómeno de desviación de trayectoria de luz estelar a su paso cerca del Sol, detectada por sir Arthur Stanley Eddington en el eclipse total de Sol ocurrido el 29 de mayo de 1919. En este caso, G2 fue obligado a desviar su trayectoria siguiendo la curvatura de espacio-tiempo provocado por el agujero negro a su alrededor, instalado en el centro del núcleo llamado Sagitario A\* de nuestra galaxia Vía Láctea.

Volviendo a nuestro tema de fondo, según vimos en párrafo anterior, el experimento mental de la mesa de billar aplicado exitosamente por Einstein para fundamentar su teoría de la relatividad general, no sólo **predice** la existencia física del espacio-tiempo (la membrana en la mesa), sino que también predice la existencia de la estructura esférica del **UG** de **nuestra tesis** (la mesa), **[ver enlace en la siguiente página](#)**. Por lo que, según hemos teorizado, se puede pensar que las orillas del espacio-tiempo cósmico se encuentra adherido a la esférica estructura interna del **UG**, formándose globalmente una pelota magnética compleja cuya estructura interna es una malla esférica entretejida, formada a partir de inmóviles dominios espaciomagnéticos infinitesimales (**frags**). Cada uno ocupando ortogonalmente un específico lugar a partir del centro de dicha estructura –esférica y semihueca- que los contiene.

De este argumento uno se pregunta, ¿Este fenómeno se encuentra dictado por el principio de exclusión de Pauli? Indudablemente que sí, es el mismo mecanismo de interacción que se produce entre fermiones en una configuración electrónica de un átomo. En este caso, ningún **frag** en el interior de la estructura espacio-tiempo cósmico, puede ocupar el lugar de otro **frag**, instalados todos

en el sistema espacio-tiempo del Universo global. Ellos fueron los ladrillos que se colocaron para finalmente dejar constituido el edificio representado por el espacio-tiempo cósmico, lugar donde ahora se mueve libremente todo nuestro Universo de galaxias, el cual lo hace como un sistema de referencia comóvil común para todas ellas.

### **Agujeros negros, origen, estructura y dinámica relativista**

El estudio de agujeros negros masivos en este artículo, persigue canalizar propuestas teóricas de la tesis **Física del Todo**. Para tratar de entenderlos bajo sus perspectivas, ya que es un tema abierto a la investigación, se recomienda su revisión en: <https://unigerman.wixsite.com/fisica-del-todo>.

Comenzamos considerando que en la actualidad, existen serias dudas sobre el origen de la exorbitante masa de los agujeros negros masivos que reportan los astrofísicos: "*Los astrónomos aún están desconcertados acerca de cómo estos Agujeros Negros supermasivos pueden llegar a ser tan masivos.*" <http://www.astrocuenca.es/joomla/index.php/divulgacion/481-como-los-agujeros-negros-se-convierten-en-supermasivos>

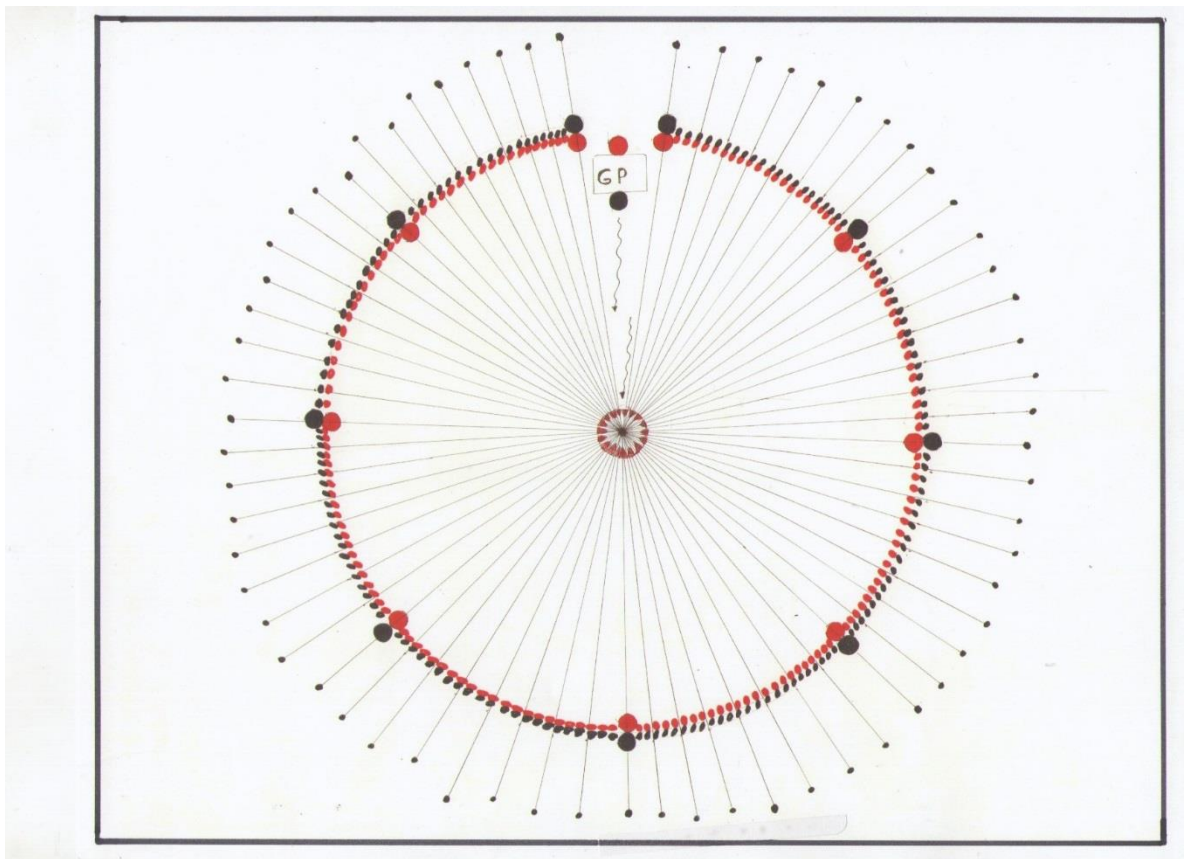
Para tratar de entender mejor el concepto agujero negro en su comportamiento extraordinario como aspiradora y trituradora de materia, en regiones del espacio altamente deformado por la presencia masiva de materia, es necesario que también se tomen en consideración extraordinarios conocimientos novedosos sobre el espacio-tiempo cósmico, indicados en este artículo, y no sólo como referencia el conocido modelo relativista que sugiere cómo el espacio-tiempo físico se curva, cuando en sus inmediaciones existen cuerpos masivos.

Iniciamos considerando que el Universo ha evolucionado gradualmente, y que en la actualidad existe un espacio-tiempo físico en donde se encuentran cuerpos físicos deformándolo. Sobre este particular cabe formular algunas reflexiones paralelas: ¿Qué se originó primero, el mar o los peces que en él habitan? La experiencia nos dice que el mar se originó primero. Lo mismo ha ocurrido al espacio-tiempo cósmico y los astros que en él flotan interactuando libremente entre sí. Nuestra experiencia latente nos dice que el espacio-tiempo se originó primero y posteriormente la materia bariónica, la cual cotidianamente lo deforma por dondequiera que ella fragmentariamente pulule en su interior.

De estas reflexiones se infiere que, al querer elucubrar ideas de cómo se originó el Universo material incluyendo los agujeros negros que en él existen, debemos olvidarnos de momento cómo se originó a partir de una supuesta singularidad material, y concentrarnos primero en cómo se originó el espacio-tiempo cósmico existente. ¿Qué es el espacio-tiempo?

El espacio-tiempo cósmico ya fue sugerido físicamente a partir de la TGR de Einstein, el cual la presentó en noviembre de 1915. Su existencia fue demostrada por el astrofísico sir Arthur Stanley Eddington el 29 de mayo de 1919, a partir de un eclipse total de Sol ocurrido durante algunos minutos sobre la Isla Príncipe cerca del continente africano. A pesar de ello, todavía está pendiente teorizar lo suficiente para entender cómo fue que apareció en el cosmos el espacio-tiempo físico, inclusive antes de que aparecieran las estrellas y demás astros que hoy existen en su interior. **En los capítulos 4, 5 y 6 de nuestra tesis Física del Todo**, consideramos teóricamente como se originó el espacio-tiempo cósmico.

Antes de iniciar conjeturas sobre el comportamiento de los agujeros negros, revisaremos **la Fig. 3 de la tesis**, que muestra la estructura magnética (gravitacional) de nuestro universo global (**UG**).



**Figura 3. Esquema de unificación física primaria del universo global**

**Plano de corte transversal del UG esférico. Muestra la etapa en que un GP se desprende e inicia camino rumbo al centro espacial del sistema (CEUG). Su**

**aceleración constante le lleva a alcanzar velocidad  $c$  en ese punto, formándose radiaciones electromagnéticas masivas, que simultáneamente llevarían al GP a convertirse en hidrógeno produciéndose como resultado el Big Bang. Finalmente toda la materia que después se convertiría en galaxias, sigue su camino alrededor de ese punto central identificado como polo norte del Universo global. La configuración simbólica mostrada evoluciona a partir de componentes magnéticos (frags) coloreados con negro y rojo los polos negativos y positivos respectivos.**

Se puede entender de esta figura, que todo material bariónico existente dentro de la tridimensional malla esférica de espacio-tiempo, sus movimientos están condicionados por la acción gravitacional que ejerce su punto central directriz, identificado como polo norte magnético instalado en el centro espacial del universo global = **CEUG**, el cual lo obliga a moverse a su alrededor. **Ver capítulo 22 de la tesis.** Debiéndose entender de entrada, que tanto el universo global esférico **-UG-** como cada uno de los componentes materiales que existen en su interior, son básicamente monopolos gravitacionales (=magnéticos). **Ver capítulo 34 de la tesis.**

Se supone un agujero negro, en el centro de cada una de las 100 mil millones de galaxias existentes. Todas ellas sujetas a movimiento -en un sistema de referencia comóvil- alrededor de la inmensa fuerza central gravitacional ejercida por el **UG**. De ahí que se pueda inferir que un agujero negro masivo en una galaxia, no necesita de una singularidad material para atraer gravitacionalmente a cuerpos vecinos. El centro de masa del **UG** -vacío de materia-, que genera una enorme fuerza central gravitacional, es suficiente para mover hacia él a todo el universo galáctico a su alrededor. Como si el conjunto de todas ellas fuese una única megagalaxia de galaxias que gira alrededor de un único megaagujero negro.

De este argumento se infiere que un agujero negro masivo localizado en el centro de una galaxia, es una región del cosmos donde, independientemente de que pudiera contener materia o no, existe una máxima deformación de la geometría del espacio-tiempo donde se encuentra. Este es un lugar en el centro de una galaxia en donde se ha desarrollado una serie de anillos concéntricos de espacio-tiempo diferenciados, los cuales manifiestan tener implícitamente un gradiente de densidad gravitatoria que se reduce en dirección al borde del agujero negro a partir del centro de éste, el cual alcanza una magnitud gravitatoria proporcional a la masa de la galaxia que propicia su existencia.

Un paso importante derivado de esta investigación, consiste en explicar mecanismos fenomenológicos involucrados con las manifestaciones energéticas relacionadas directamente con los agujeros negros. Por ejemplo, cómo ellos producen cuásares y blázares en núcleos activos de galaxias. Se intuye, según



observaciones astronómicas, que estos fenómenos son generados en el interior de agujeros negros masivos, pero, por razones inherentes a la enorme atracción gravitacional que ellos tienen, ninguno de los fenómenos que ocurren en su interior pueden ser observados.

Para comenzar la explicación del tema, se deben tomar en cuenta las dos únicas maneras en las que en alguna determinada región del espacio se puede manifestar gravedad, lo cual es debido a la configuración de masas que la produciría: 1) La gravedad que se produce en torno de masas puntuales como planetas y estrellas. 2) La gravedad que se produce en el centro de masa de un sistema complejo de masas puntuales como estrellas formando galaxias: Masa puntual: *"El paradigma de esta idealización es considerar cuerpos de gran tamaño, como los planetas, como si fuesen masas puntuales, a los efectos de aplicar las leyes de la Gravitación Universal."*  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Punto\\_material](https://es.wikipedia.org/wiki/Punto_material)

Según la relatividad general, en el caso 1, que podría ser una estrella de morfología esférica, el espacio-tiempo deformado a su alrededor constituye un sistema gravitatorio diferenciado con gradiente de densidad que disminuye hacia el exterior, y un máximo que se concentra en el centro de la misma. En otras palabras, la gravedad representada por la curvatura del espacio-tiempo que propicia una estrella, tiene su máximo potencial en el núcleo central de la misma.

Para el caso 2, que puede ser una galaxia formada por miles de millones de estrellas, debe ocurrir el mismo fenómeno gravitacional, siendo en el centro de masa de este sistema en donde por su gran magnitud gravitacional se constituye un agujero negro masivo en su centro. De esto se infiere, que la magnitud de un agujero negro masivo es directamente proporcional a la masa de la galaxia a la que pertenece. Pudiendo aumentar o disminuir su tamaño según gane o pierda material estelar a través del tiempo, o inclusive que su radio de Schwarzschild aumente o disminuya su magnitud, debido a cambios de temperatura en la galaxia que respectivamente la pueden hacer encogerse por enfriamiento o expandirse por calentamiento, alterándose en ocasiones la magnitud de su masa: *"...cuanto mayor es la masa del agujero negro, tanto mayor es el radio de Schwarzschild..."*

[https://es.wikipedia.org/wiki/Radio\\_de\\_Schwarzschild](https://es.wikipedia.org/wiki/Radio_de_Schwarzschild)

Esta variación en el contenido y distribución de masa que una galaxia pudiera tener, repercute en el tamaño de su propio agujero negro, pudiendo dar lugar a que el núcleo de ellas se vuelva activo o inactivo. Produciendo emisión de jets de radiación a través de cuásares y blazars cuando los núcleos galácticos entran en actividad por exceso de energía absorbida y acumulada.

Estudios recientes indican que el núcleo de nuestra Galaxia Vía Láctea se encuentra inactivo. También los astrónomos han descubierto que existen NAGS (núcleos activos de galaxias) más abundantes en algunas regiones del Universo observable que en otras, lo cual puede ser propiciado por la aceleración del Universo, debido a la presencia de la energía oscura, con efectos más acentuados en unas regiones del cosmos que en otras. [Ver estudio de la energía oscura en el capítulo 22 de la tesis.](#)

### **Dinámica y estructura gravitacional de agujeros negros masivos.**

La única manera firme de conocer cómo es la mecánica de comportamiento de un agujero negro masivo, es analizando lo que ocurre en el núcleo activo de una galaxia que lo tiene. La herramienta principal es la TGR de Einstein, ésta nos dice que la geometría de un espacio-tiempo altamente curvado manifiesta una implícita alta gravedad en el entorno central de un sistema gravitatorio, y, como ya vimos en párrafos anteriores, esto se puede dar en el centro exacto de un agujero negro masivo, donde el área de interacción gravitatoria cubierta por éste, ya está dada por la masa total de la galaxia que propicia su existencia.

Es la superficie imaginaria de un agujero negro masivo, la delgada zona infinitesimal llamada horizonte de sucesos. Ésta zona literalmente es la aduana o filtro que puede dejar pasar o no a la materia y energía procedente del anillo interno del disco de acreción de los agujeros negros que lo tienen, cuyos componentes materiales en su cercanía se mueven cada vez a mayores velocidades angulares, debido a que la geometría del espacio-tiempo de esa región se cierra cada vez más en torno al horizonte de sucesos, hasta llegar esta materia/energía a colisionar con él sin dejar de rotar. En este punto la materia involucrada eleva su temperatura por la alta fricción ocurrida, convirtiéndose materiales pesados en gases ligeros. Según observaciones astronómicas reportadas, estos gases pueden desarrollar velocidades relativistas cercanas a la de la luz, pasando luego a convertirse en radiación electromagnética que a continuación, según nuestra tesis, puede ser absorbida por el agujero negro.

Para entender exactamente los procesos que dan lugar a que un cuásar o un blazer emitan chorros de energía en un agujero negro masivo, hay que considerar la distribución de espacio-tiempo en su interior, así como el que existe en todas las partes materiales de la galaxia que lo genera. Sobre la posible estructura física que alcanza el interior de un agujero negro, se puede decir que ésta se da por su contenido de energía de espacio-tiempo deformado, el cual alcanza una geometría altamente curvada, permitiendo que se manifieste una intensa gravedad local que se extiende diferenciadamente hasta un mínimo ubicado en el espacio cercano al borde de la propia galaxia.

En nuestra tesis, un agujero negro masivo no sólo es algo material sino que mayoritariamente es espacio-tiempo cósmico deformado en su geometría. En la realidad un agujero negro de este tipo es parte del tejido espacio-tiempo global altamente curvado en su región y globalmente estático, siendo generado principalmente por toda la masa de la galaxia y no sólo por la que se puede encontrar en su interior. Por ello no puede rotar sobre sí mismo, pensando que forzosamente deba conservar movimiento angular. Quien conserva movimiento angular es la masa/energía radiativa absorbida por su espacio-tiempo inherente, la cual puede moverse en su interior en trayectorias curvas a velocidad  $c$  o mayor que  $c$ , como explicaremos adelante. Antes de continuar normemos nuestro criterio con esta cita: *"No dejes que el nombre te engañe: un agujero negro no es más que un espacio vacío. Más bien, es una gran cantidad de materia empaquetada en un área muy pequeña; piense en una estrella diez veces más masiva que el Sol exprimido en una esfera aproximadamente del diámetro de la ciudad de Nueva York.* <https://science.nasa.gov/astrophysics/focus-areas/black-holes/>

En esta cita que tiene una contradictoria verdad a medias, hay una paradoja que los físicos de altas energías pueden entender, resulta que cuando se detecta un bosón de Higgs en un acelerador de hadrones –LHC-, indebidamente se adjudica una masa total a éste, siendo que la masa hadrónica acelerada que lo produce es prácticamente minoritaria. Se demuestra en esta tesis que la mayor cantidad de masa que pudiera tener el bosón de Higgs, corresponde a la energía del espacio-tiempo que es arrastrada y luego detectada, decayendo rápidamente en lo que es: energía de espacio-tiempo. En el caso del agujero negro ocurre lo mismo, la mayor parte de su masa es energía del espacio-tiempo y en poco porcentaje la bariónica que absorbe y lanza al espacio en forma de chorros de energía de RF conocidos como jets, quedando algunos remanentes fotónicos en su interior, importantes en términos de miles de masas solares, pero no en las cantidades multimillonarias de masas solares que dicen los expertos tienen los agujeros negros, reunidas en áreas tan pequeñas como un tercio del diámetro de la órbita del planeta Mercurio, como es el que concierne al agujero negro ubicado en el núcleo Sagitario A\* de la Vía Láctea: *"¿Por qué sobrevivió G2 al voraz apetito gravitatorio de Sagitario A\*, un auténtico "monstruo espacial" de 44 millones de km. de diámetro y con más de cuatro millones de veces la masa del Sol?*

<https://www.abc.es/ciencia/20150326/abci-agujero-negro-rechazo-cena-201503261120.html>

Está contemplado en la astrofísica, que en la realidad el espacio-tiempo se comporta como un fluido ideal, donde nada material en su interior tiene

rozamiento con su estructura física, sólo existe interacción gravitacional entre ambas partes. Veamos la siguiente cita:

*"Entendemos por un 4-espacio a un espacio de cuatro dimensiones, que en general puede ser curvo (espacio de Riemann  $R_4$ ). En particular, el espacio-tiempo físico es un 4-espacio."*

*"TEOREMA. Si  $R_4$  con fluido perfecto es de clase uno entonces el fluido no debe rotar"* [https://rmf.smf.mx/pdf/rmf/36/2/36\\_2\\_177.pdf](https://rmf.smf.mx/pdf/rmf/36/2/36_2_177.pdf)

Dicho esto, pasemos a elucubrar sobre lo que puede causar emisión de energía en forma de jet de partículas electromagnéticas -originándose un cuásar o un blazer- en el núcleo activo de una galaxia, el cual puede ser generado por un agujero negro debido a tres circunstancias que juntas propician ese fenómeno. Antes veamos la siguiente cita que nos asegura que un cuásar es parte física de una galaxia, no puede ser independiente de ella: *"Las observaciones recientes, hechas sobre todo por el telescopio espacial Hubble, han demostrado que un cuásar representa la parte más luminosa de un núcleo galáctico activo..."*:

<https://neix15hercam.wordpress.com/2008/11/23/galaxias-activas-y-quasares/> :

1. Más allá del horizonte de sucesos y hacia el interior del agujero negro, el espacio-tiempo correspondiente sólo admite partículas del exterior -fotones- con velocidades iguales a  $c$ , misma que se incrementa a profundidades mayores del mismo.

2. Existe materia con velocidad angular relativista que se aporta desde la parte interna del disco de acreción, misma que se transforma en RF durante un proceso catastrófico por fricción ocurrido por acercamiento excesivo al horizonte de sucesos. Finalmente parte de esa materia se convierte en radiación electromagnética, llevando a los fotones correspondientes a traspasar el horizonte de sucesos en un continuo movimiento con trayecto angular. Durante este proceso de avance de la radiación involucrada hacia el interior del agujero negro, la velocidad  $c$  no se conserva, sino que aumenta gradualmente a medida que se acerca cayendo en espiral al centro del agujero negro, que es donde el espacio-tiempo alcanza su máxima curvatura y gravedad, alcanzando los fotones velocidades hiperlumínicas. Al llegar a ese punto se siguen de largo, pero ahora sólo en trayectoria a su alrededor, manteniéndose cautivos temporalmente moviéndose a muy altas velocidades.

3.- El campo magnético que genera la materia de la propia galaxia incluyendo al disco de acreción, ambos en rotación constante alrededor del agujero negro, hacen que en éste se presenten polos magnéticos en esa región central del núcleo de la galaxia, los cuales se orientan transversalmente respecto de la cara

de la misma. Las líneas de fuerza magnética que penetran a través del agujero negro de polo a polo, abren un canal magnético en su interior que favorece la salida de la radiación a través de ellos. La velocidad hiperlumínica alcanzada por la radiación que se mueve en su interior, vence la velocidad de escape necesaria para salir nuevamente al espacio exterior por ambos polos, en forma de jet de radiación que resulta colimado, ya que procede del punto más infinitesimal del centro del mismo. Una vez fuera del agujero negro, la esforzada radiación nuevamente alcanza su velocidad  $c$ , pudiendo ser de frecuencias diversas en el rango del espectro de RF, -dependiendo de la magnitud del agujero negro-, como de radio o ultravioleta si éste es pequeño o de rayos X o gamma si es muy grande.

Veamos la siguiente cita: "*Octubre 23, 2001: Por primera vez en la historia, los científicos han visto energía fluyendo de un agujero negro. Como si fuera una dínamo eléctrica, este agujero negro gira e impele la energía hacia afuera a través de líneas de campo magnético...*" [https://ciencia.nasa.gov/science-at-nasa/2001/ast23oct\\_1](https://ciencia.nasa.gov/science-at-nasa/2001/ast23oct_1). De esta cita habrá que comentar que es la energía en el interior del agujero negro lo que gira y no su espacio-tiempo constituyente, como ya antes habíamos comentado.

Estas 3 circunstancias que explican cómo se desarrollan los fenómenos propios de un agujero negro masivo, sirven para guiar hacia inferencias más generales, como por ejemplo lo siguiente: En el proceso de llegar hacia el interior del agujero negro la radiación procedente del disco de acreción, pasando previamente a través del horizonte de sucesos cuando un núcleo de galaxia inicia activación, el agujero negro se comporta como una pelota hueca que gradualmente se va llenando de fotones. No pasa nada en especial que manifieste que este agujero negro se ha activado. Hasta que el gas de fotones que se introduce propicia una elevación de presión en su interior. Al ocurrir el llenado completo del agujero negro, el gas de fotones tiende a salir por los lugares más predispuestos a dejarlos pasar con destino al espacio exterior: por ambos polos magnéticos, logrando salir con alta presión en forma de jet de radiación electromagnética, según observaciones astronómicas colimada en algunos casos y más dispersa en otros.

Veamos la cita siguiente de la NASA sobre este tema:

16 de octubre de 2018

*"Cygnus A se encuentra en la ubicación perfecta para aprender sobre el papel que desempeñan los campos magnéticos en la limitación del toro polvoriento y el material de canalización en el agujero negro supermasivo porque es la galaxia activa más cercana y más poderosa. Se necesitan más observaciones de los diferentes tipos de galaxias para obtener una imagen completa de cómo los*

*campos magnéticos afectan la evolución del entorno que rodea a los agujeros negros supermasivos. Si, por ejemplo, HAWC + revela una emisión infrarroja altamente polarizada de los centros de galaxias activas pero no de galaxias inactivas, apoyaría la idea de que los campos magnéticos regulan la alimentación de los agujeros negros y refuerzan la confianza de los astrónomos en el modelo unificado de galaxias activas."*

<https://www.nasa.gov/feature/magnetic-fields-may-be-the-key-to-black-hole-activity>

Debe ocurrir desactivación en el núcleo de una galaxia cuando disminuye la presión del gas de fotones existente en el interior de su agujero negro. Más arriba de ese límite de presión el núcleo se activa nuevamente. La desactivación del núcleo de una galaxia implica que no hay emisión de radiación hacia el exterior, sin embargo, un remanente importante de gas de fotones en movimiento angular, debe quedar cautivo en el área interna del agujero negro, con lo que se manifiestan importantes magnitudes gravitacionales a su alrededor proporcionales al contenido de su masa radiativa interna.

Ninguno de los procesos físicos que ocurren en el interior de un agujero negro pueden ser observados, y sólo pueden ser entendidos al tenor de la mecánica clásica por su magnetismo polar, la relatividad general por la inherente acción del espacio tiempo cuya geometría resulta altamente curvada por la masa de todo el sistema, y por la mecánica cuántica, que a partir del principio de exclusión de Pauli, permite entender que un exceso de gas de fotones dentro de un agujero negro, puede propiciar la aparición de fotones degenerados - apretujados- propiciando paralelamente la activación del núcleo en una galaxia.

*"El mecanismo por el cual los agujeros negros se activan y desactivan (pasan de «on» a «off» y viceversa) no es conocido en detalle,..."*

<https://francis.naukas.com/2012/06/15/19395/>

Existen multitud de casos observacionales y de investigación en donde se involucra la existencia de agujeros negros masivos y estelares. En este artículo se explican los mecanismos posibles que hacen que un núcleo de galaxia se active o desactive, lo cual se desprende de la influencia que propicia la masa de las galaxias, al deformar el entorno del espacio-tiempo donde se encuentran, formándose en sus núcleos agujeros negros masivos:

*"Los cúasares se forman cuando el agujero negro situado en el centro de una galaxia comienzan a "engullir" toda la materia que se encuentra a su alrededor. Durante este proceso y formando lo que se conoce como un disco de acreción, todo el material que rodea al agujero negro súper masivo se precipita hacia su centro de un modo parecido al que lo haría el agua que se escapa por un*

*sumidero. Y durante este proceso, las velocidades alcanzadas por la ingente cantidad de materia en movimiento dan lugar a la liberación de una descomunal cantidad de energía en forma de ondas de radio, luz, infrarrojo, ultravioleta y rayos X, que hacen de los cuásares los objetos más brillantes del universo conocido.”* <https://www.nationalgeographic.com.es/temas/agujeros-negros/fotos/1/2>

A menor escala energética están los agujeros negros estelares, los cuales en algunos casos, se activan con su consiguiente emisión de chorros de energía, esto se debe a mecanismos parecidos a los explicados. Sin embargo, como tema aparte debe considerarse un estudio más profundo de los agujeros negros estelares, ya que involucran el conocimiento de mecanismos asociados con nucleosíntesis de la materia en el interior de las estrellas, así como la que pueden producir estrellas supernovas y estrellas de neutrones. Sin embargo, aquí podemos adelantar, que en el interior de estrellas masivas debe presentarse también un horizonte de sucesos alrededor del agujero negro que pudiera originarse en el interior de algunas de ellas. Ese horizonte de sucesos estelar, hace el mismo papel que el que se presenta en los grandes agujeros negros de las galaxias. Es el lugar exacto en que se ubica la superficie del agujero negro con volumen determinado por la masa de la estrella en cuestión.

El centro de gravedad del agujero negro estelar, genera una atracción central sobre gases degenerados, originados por las grandes presiones gravitacionales a que se ve sujeta la materia a su alrededor, la cual se convierte en radiación que traspasa el horizonte de sucesos. Los fotones correspondientes se aceleran a velocidad hiperluminica en su interior, propiciando el rápido llenado del agujero negro estelar a partir de gas de fotones. Cuando ese gas de fotones ha alcanzado una presión considerable, irrumpen hacia el exterior a través de los canales magnéticos que generan los polos del sistema magnético estelar de que se trate, ocurriendo el fluir de chorros de radiación y materiales que manifiestan los clásicos blazars estelares.

Para finalizar este artículo, sólo pondremos como consideración relevante, el tipo de energía y materia que surgen en forma de chorros en todo tipo de agujeros negros: *"El grupo de "Chorros Relativistas y Blazars" del IAA estudia chorros altamente colimados de partículas relativistas que se generan por la acreción de material sobre objetos compactos tales como estrellas de neutrones o agujeros negros..."* <https://www.iaa.csic.es/research-lines> Las observaciones astronómicas indican que de ellos pueden surgir radiaciones ultravioleta, rayos X, rayos Gamma, hasta partículas de materia pesada y electrones expulsados a velocidades relativistas.

*"Nadie sabe por qué, pero lo que está claro es que la teoría de la acreción de materia en agujeros negros aún reserva muchas sorpresas."*  
<https://francis.naukas.com/2013/11/27/la-misteriosa-acrecion-de-materia-en-el-agujero-negro-m101-ulx-1/>

El punto de vista de nuestra tesis es que un agujero negro acreta sólo radiaciones electromagnéticas, las cuales, como se mencionó antes, se aceleran en su interior a velocidades aún mayores que  $c$ . Este fenómeno puede entenderse si consideramos el mecanismo giratorio de un Tío Vivo de las ferias de diversión pública. A muy baja velocidad cualquier persona puede subirse a su plataforma circular sin esfuerzo alguno. A mayor velocidad habrá que correr a su alrededor para lograr subir. A una considerable velocidad de rotación del Tío Vivo, toda persona que intente subir a él saldrá rebotado y seguramente lastimado. Siguiendo con este experimento mental, podemos imaginar que objetos pequeños lanzados hacia el interior, podrán introducirse con mayor facilidad mientras más pequeños pudieran ser. En esta representación figurada, los materiales del disco de acreción representan personas que intentan introducirse al agujero negro a través del horizonte de sucesos, lo cual no lo pueden lograr porque la geometría del espacio-tiempo a su alrededor, tienen capas de energía cada vez más cerradas, lo que equivale a mayor velocidad del aparato de diversión considerado. Por ello las pequeñas partículas de radiación como fotones veloces, no tienen ninguna dificultad para introducirse al interior de un agujero negro y ser manipulados en su interior hasta hacerlos salir como chorros de energía formando cuásares, según mecanismo ya considerado en párrafo anterior.

Si consideramos que materia se encuentra en un proceso de aceleración constante camino al agujero negro, cuando traspasan el horizonte de sucesos se encuentran con un ambiente hiperlumínico catastrófico en el interior, que termina por convertirla en simples fotones de radiación. Sin embargo, en el momento de ser expulsados los chorros de energía con gran presión hacia el espacio exterior, -con velocidad de escape suficiente- debe ocurrir la aparición de diversos tipos de partículas, desde electrones acelerados a velocidades relativistas, hasta la formación de nuevos gases que se integran a un proceso de nucleosíntesis que produce materia nueva, como ocurre en el interior de estrellas supernovas, incluso como fue a partir del propio Big Bang. Así que no debe extrañar, que chorros de energía y materia expulsados por los agujeros negros a extremadas temperaturas, presiones y velocidades, originen las diferentes variedades de partículas que emergen de un agujero negro sea masivo o estelar.



## Conclusión

Durante el análisis a estos trabajos, hemos detectado problemas astrofísicos de fondo, los cuales tocará a futuras generaciones de investigadores resolverlos adecuadamente. Se espera con ello lograr un mejor entendimiento de nuestro Universo. Uno de esos problemas es el factor  $G$  de la gravitación universal, cuyo valor calculado hace más de 200 años con experimentos realizados por Henry Cavendish y perfeccionado años después, encontramos que independientemente de que ha sido de gran utilidad para la física en general durante todo ese tiempo, en la realidad este factor  $G$  de la gravitación no es el adecuado, cuando se trata de medir con exactitud la gravedad y masa en monopolos gravitacionales. Según hemos demostrado en esta tesis, lo son todos los cuerpos existentes en el espacio cósmico.

Si no se contempla la monopolaridad gravitatoria de los cuerpos que forman sistemas planetarios, estelares y galácticos, las ciencias astronómicas observacionales por naturaleza, se mantendrán cotidianamente en una atmósfera especulativa pobremente científica. Simplemente el cálculo del radio de Schwarzschild, cuyo factor de medida principal se basa en el factor  $G$ , su aplicación puede hacer variar considerablemente la apreciación de masa de un agujero negro, el cual, en teoría, pudiera estar vacío de energía y/o materia cuando el núcleo de una galaxia se encuentra inactivo. Igualmente la aplicación del factor  $G$  de la gravitación universal en los cálculos de masa de los cuerpos, cuyos cálculos permiten contemplar la masa de un agujero negro con una dudosa masa equivalente a miles de millones de masas solares, depositados en un área más pequeña que la órbita que cubre nuestro pequeño planeta Mercurio alrededor del Sol.

Un nuevo valor del factor  $G$  de la gravitación universal, debe establecerse para calcular magnitudes gravitacionales en monopolos gravitacionales, que lo son todos los cuerpos existentes. Para lograrlo adecuadamente, la experimentación que lo determinará debe llevarse a cabo en terrenos del espacio exterior, donde no existe gravedad terrestre que influya en las magnitudes físicas involucradas en el instrumento de medición de la gravedad designado. Un experimento previo será llevar al espacio exterior cuerpos esféricos compactos de metal desmagnetizados, que sean de mismo diámetro y 10 kg de peso cada uno. Se espera que al juntar dos de ellos con mucho cuidado en ese espacio sin gravedad, se separen gradualmente al menos la suma de 5 de sus diámetros. Si ocurre este fenómeno, la prueba física de que los cuerpos son monopolos gravitacionales, estará hecha.

Suerte, amigas y amigos investigadores.

