

Universidad Técnica Nacional

Sede Regional San Carlos

FH-302: Historia de la Ciencia, la Técnica y la Tecnología

Tema

El Universo y Alcances Tecnológicos para su Estudio:

Aporte del científico Stephen Hawking con relación a los agujeros negros, propósitos de conquistar marte y la tecnología empleada y conceptos de “materia y energía oscura”

Profesor

Lic. José Fabio Vargas Rojas

Estudiantes

Angie Tatiana Jiménez Núñez

M^a Fernanda Marín Salas

Joan Esteban Soto Ramírez

II Cuatrimestre 2025

Tabla de Contenido

| | |
|--|--------------------------------------|
| Introducción | 3 |
| Objetivos..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| Objetivos General | 4 |
| Objetivos Específicos | 4 |
| Desarrollo | 5 |
| Aporte del Científico Stephen Hawking | 5 |
| <i>Radiación de Hawking</i> | <i>5</i> |
| <i>Contribuciones sobre el tamaño y la composición del universo.....</i> | <i>6</i> |
| Exploración de Marte..... | 8 |
| <i>Propósitos, Motivaciones y Desafíos</i> | <i>8</i> |
| La Materia Oscura y La Energía Oscura | 17 |
| Conclusiones | 25 |
| Bibliografía | 26 |

Introducción

Objetivos General

Evaluar los avances científicos y tecnológicos en el estudio del universo que han revolucionado el conocimiento actual sobre el mismo, considerando sus implicaciones científicas, tecnológicas y sociales.

Objetivos Específicos

Examinar el aporte del científico Stephen Hawking sobre el estudio de los agujeros negros, analizando cómo sus descubrimientos han influido en la comprensión actual del tamaño y la composición del universo.

Identificar los propósitos de la conquista de Marte, considerando los desafíos a los que se enfrentan SpaceX y otras agencias espaciales.

Caracterizar las principales tecnologías empleadas para el estudio y la exploración de Marte, incluyendo el sistema de transporte y los métodos para producción de recursos, determinando sus alcances y limitaciones.

Analizar los conceptos de "Materia Oscura" y "Energía Oscura" en relación con los avances recientes en su estudio teórico y observacional, destacando su relevancia para la comprensión del universo.

Desarrollo

A lo largo de la historia, los avances científicos han cambiado por completo la manera en que entendemos el mundo y el universo que nos rodea. Dos ejemplos importantes que muestran este progreso son el trabajo del físico teórico Stephen Hawking, quien realizó investigaciones fundamentales sobre los hoyos negros y el origen del universo. Con estos hallazgos, Hawking unió ideas que antes parecían imposibles de conectar, como la teoría de la relatividad de Einstein y los principios de la mecánica cuántica. Gracias a ello, se dio un paso muy importante para comprender fenómenos extremos en el cosmos y se abrió el camino para que, algún día, tengamos una teoría que explique por completo el funcionamiento del universo.

Aporte del Científico Stephen Hawking

Stephen Hawking fue una de las mentes más brillantes del siglo XX y es considerado el heredero intelectual de Albert Einstein. Fue un físico teórico nacido en Inglaterra; su legado científico ha influido significativamente en la forma en que entendemos el universo. A los 21 años fue diagnosticado con esclerosis lateral amiotrófica (ELA), una enfermedad neurodegenerativa que, lejos de detenerlo, convirtió su vida en un ejemplo de superación y dedicación al conocimiento.

Uno de sus aportes más revolucionarios fue la teoría de la radiación emitida por los hoyos negros, conocida como radiación de Hawking, la cual transformó por completo la cosmología y la física teórica.

Radiación de Hawking

Antes de las investigaciones y aportes de Stephen Hawking, se pensaba que los agujeros negros eran zonas del espacio completamente cerradas, de las que nada podía salir, ni siquiera la luz. Se los imaginaba como estructuras inactivas que solo absorbían todo lo que se acercaba a ellas. Sin embargo, Hawking, al aplicar principios de la mecánica cuántica, llegó a una conclusión sorprendente: los agujeros negros pueden emitir una forma muy tenue de radiación. Esta emisión, conocida actualmente como

radiación de Hawking, ocurre cerca del borde del agujero negro, llamado horizonte de eventos, y sugiere que estos cuerpos pierden energía de manera lenta. Con el paso del tiempo, esta pérdida de energía podría provocar que el agujero negro desaparezca por completo. Este hallazgo no solo modificó la forma en que entendemos los agujeros negros, sino que también estableció un vínculo esencial entre la teoría de la relatividad y la física cuántica (Hawking, 1974).

Según BBC News Mundo (2018), durante la década de 1970, Stephen Hawking utilizó la teoría de la relatividad de Einstein para describir la evolución de los agujeros negros desde la perspectiva de la física cuántica. Sin embargo, en 1974, Hawking propuso que los agujeros negros no eran tan "negros" como se pensaba originalmente, ya que, según la física cuántica, era posible que estos objetos emitieran radiación, algo que antes se consideraba impensable.

El descubrimiento de la radiación de Hawking transformó la forma en que los científicos entendían los agujeros negros, al demostrar que no eran completamente oscuros ni aislados, sino que podían emitir energía y eventualmente desaparecer. Este hallazgo permitió establecer una conexión entre la relatividad general, que explica el universo a gran escala, y la mecánica cuántica, que describe el comportamiento de las partículas más pequeñas. A partir de esta teoría, muchos investigadores comenzaron a explorar la posibilidad de crear una explicación unificada de las leyes del universo. Como señala Grush (2018), "Aun así, lo que Hawking hizo fue dar un gran paso hacia una teoría unificada de la física: una teoría del todo. Todavía no estamos totalmente en ese punto, pero Hawking comenzó a construir el puente" (párr. 5). Esta frase destaca la importancia de su contribución: aunque aún no se ha logrado una teoría que combine todos los aspectos de la física, su trabajo abrió un camino fundamental para avanzar hacia ese objetivo. Es decir, Hawking no resolvió el problema por completo, pero sí sentó las bases para futuras investigaciones que buscan unificar nuestro entendimiento del universo.

Contribuciones sobre el tamaño y la composición del universo

Además de su trabajo sobre los agujeros negros, Hawking realizó importantes contribuciones a la comprensión del tamaño y la composición del universo. Junto con Roger Penrose, desarrolló teoremas que describen las condiciones bajo las cuales el universo comenzó con una singularidad, un punto infinitamente pequeño y denso, lo que apoya la teoría del Big Bang como el origen del cosmos. Según la Universidad de Cambridge, “una singularidad inicial no solo era posible, sino inevitable. A principios de la década de 1970, la teoría del Big Bang fue plenamente aceptada. Además de sus fundamentos teóricos, el Big Bang incluso debe su nombre a Hawking” (s.f., párr. 5).

El descubrimiento de la radiación de Hawking provocó un cambio profundo en la manera en que se entendían los agujeros negros. Se dejó de pensar en ellos como regiones totalmente cerradas para reconocer que pueden liberar energía e incluso desaparecer con el tiempo. Este aporte permitió tender un puente entre la teoría de la relatividad general, que se aplica a fenómenos a gran escala, y la mecánica cuántica, que describe procesos a nivel subatómico. A partir de este avance, muchos científicos comenzaron a investigar cómo integrar ambas teorías en una sola que explique todos los fenómenos físicos del universo. Como explica Grush (2018), aunque esa teoría unificada aún no se ha alcanzado, el trabajo de Hawking fue un paso decisivo hacia su desarrollo, al abrir una nueva línea de investigación que sigue vigente en la física moderna.

Hawking investigó las primeras fases del universo y la influencia de la gravedad a nivel cuántico en la creación del cosmos. Sugirió que el universo podría no tener un límite o borde en términos de espacio y tiempo, lo que implicaría que no sería necesario recurrir a una causa externa para su origen (Hawking & Hartle, 1983). Esta idea desafía la concepción tradicional de que el universo tiene un inicio claro, proponiendo en su lugar que el tiempo comenzó de manera finita, pero sin un punto de partida específico. Esto cambia nuestra comprensión sobre la creación y la estructura fundamental del universo.

Exploración de Marte

Desde hace décadas, Marte se ha convertido en el objetivo principal de exploración planetaria, no solo por ser uno de los planetas más cercanos a la Tierra, sino también por las oportunidades que ofrece para el futuro de la humanidad. Su exploración podría llegar a hacer realidad lo que solo en la ciencia ficción se soñaba, ya que el interés de las agencias espaciales y las empresas privadas no se limita a la búsqueda de vida más allá de nuestro planeta. Como resultado de los esfuerzos durante los últimos años, se ha logrado tener mayor comprensión planetaria de Marte, lo que permite valorar el potencial de que la civilización humana se expanda hacia nuevos planetas y de manera literal, algo que durante siglos parecía impensable y que hoy, gracias a los avances científicos y tecnológicos, se avista como una meta alcanzable.

La exploración de Marte es uno de la mayores desafíos científicos y tecnológicos en nuestro tiempo, al representar algo complejo y desconocido para nosotros. La humanidad en vez de echarse hacia atrás con su estudio, despertó un interés mayor por el planeta rojo luego de ver la posibilidad de descubrir rastros de vida pasada o presente, la oportunidad de probar y desarrollar nuevas tecnologías que en el futuro podrían ser utilizadas para colonizar, explorar y encontrar otros cuerpos celestes.

Propósitos, Motivaciones y Desafíos

Con el pasar del tiempo se han realizado muchas misiones a Marte, las cuales buscaban responder preguntas sobre cual era el origen o la evolución que tuvo el planeta, la capacidad de que la vida prospere en su ambiente, entre otros muchos motivos. Empresas como SpaceX y agencias como la NASA han llevado a cabo esas misiones, donde a su vez han desarrollado programas para alcanzar sus metas y objetivos.

Retomando con National Aeronautics and Space Administration o mayormente conocida por su acrónimo NASA, ellos tienen el “Objetivo Marte”, el cual menciona que en menos de 15 años, más específicamente “para finales de la década de 2030 o principios de 2040”, esperan tener todo listo para aventurarse con personas e ir a Marte, donde los astronautas tengan tecnologías independientes para permanecer ahí, en el planeta.

Entre muchas de las cosas que pretenden con esta misión, dejando de lado el objetivo principal que es pisar el planeta rojo como tal, también se encuentra el cómo lograr una estadía interplanetaria victoriosa, ya que no es un hotel cualquiera. En uno de los artículos del Blog EFE se habla más extensamente sobre el “Objetivo Marte” de la NASA, y en una parte mencionan que “el objetivo es crear un ecosistema que permita sobrevivir en el espacio. En un viaje a Marte, los astronautas tendrán que «aprender a vivir esos 80 días» y el primer concepto de misión pretende «llegar ahí y quedarse» un tiempo” (Ortega, 2024). El simple hecho de imaginarse la situación: la humanidad con una energía independiente que le permita sobrevivir, sin importar las circunstancias de su entorno, es sorprendente y como se mencionaba en el comienzo: ha trascendido la ciencia ficción y que si se le preguntaba a cualquier persona años atrás, habría respondido que es algo impensable, el lograr sobrevivir fuera de la Tierra.

Si bien todo es muy esperanzador, no todo es color de rosa y la exploración a Marte implica tener que superar diversos retos significativos, tales como la creación de sistemas de transporte interplanetario, protección eficiente en contra de la radiación cósmica (ya no sería combatir la radiación solar) y la producción de recursos en un entorno hostil, como lo que pretende lograr la NASA con “Objetivo Marte”.

Además de buscar si el plante ha albergado o alberga vida y clima para comprender mejor su formación, hay otros propósitos detrás de su exploración, tales como: empujar los límites que tiene la ingeniería humana, poner a prueba las capacidades para desarrollar tecnologías innovadoras para lograr una hazaña fuera de este mundo y la fomentación de la colaboración internacional. Aunque, estos propósitos son motivaciones positivas, hay algunas otras que su trasfondo no lo son tanto, como:

- ✖ Desear tener un control más allá de la Tierra, un control espacial para conseguir una ventaja estratégica contra otras naciones u organizaciones;
- ✖ El posible uso de recursos de ese planeta, en si no es negativo, pero si se roban recursos de manera descuidada generar daños irreparables;
- ✖ La idea de buscar una nueva “casa” para la humanidad; estudiar las posibilidades de que los humanos habiten el Planeta Rojo ese “plan b” en caso de que en la Tierra, por cualquier motivo ocurriera una catástrofe.

Como tal este último punto no es nada negativo, pero si analiza en profundidad... Quizás estas agencias espaciales saben algo que el resto de mundo normal no, pero no han dicho para mantener la calma en el planeta y no alterar a la humanidad. No se entrará en teorías, pero independientemente de ser un reto que inspira superación en la tecnología y ciencia actual, su motivación podría tener cosas ocultas y no tan bonitas.

En cuanto a los desafíos a los que se enfrentan tanto SpaceX como otras agencias espaciales, hay una gran variedad según el enfoque que se quiera tratar, sin embargo, muchos cuentan con cosas en común, lográndose agrupar, por ejemplo : desarrollar sistemas de propulsión y de aterrizaje más avanzados para las naves, reduciendo costos y tiempo de viaje; mitigar con planes de acción los efectos de la contaminación y otros relacionados con el entorno que afecten la salud humana; asegurar la obtención de recursos vitales como el agua, oxígeno, entre otros; la necesidad de formar alianzas internacionales para futuras misiones y el financiamiento a largo plazo para aquellos proyectos que puede tardar mucho tiempo en volverse realidad. Tal cual se preveía, lograr dar este paso enfrenta muchos desafíos y retrasos, pero los científicos, ingenieros y demás profesionales solo muestran mayor motivación ante esta situación.

Para mostrar de manera específica y breve los retos que la NASA identificó luego de varios estudios sobre el viaje al Planeta Rojo, se enlistan a continuación:

- ✱ **Transporte:** Las capacidades del transporte son vitales para enviar humanos al espacio de manera fiable, por lo que se debe de proporcionar un transporte que sea seguro y funcione de forma eficiente.
- ✱ **Trabajo en el Espacio:** Incluso después de más de cincuenta (50) años de operaciones humanas en el espacio se necesitan nuevos sistemas y capacitación de la tripulación para enfrentar el entorno marciano.
- ✱ **Mantener la Salud:** Las tripulaciones no tendrán fácil acceso a recursos terrestres ni la posibilidad de volver rápido a la Tierra en caso de una falla, así que, deben de desarrollar sistemas de habitabilidad y exploración que sean seguros, saludables y sostenibles (Erin Mahoney, 2015).

Esto muestra que a pesar de que han pasado años desde que identificaron estos retos, en la actualidad todavía se encuentran desarrollando y probando diferentes alternativas para lograr su objetivo: Llegar y permanecer un tiempo en Marte.

Tecnologías para su Estudio y Exploración

A pesar de que todavía las agencias espaciales deben de trabajar para hacerles frente a los desafíos, es cierto que no empiezan en ceros para la tecnología que necesitan, dado que pueden adaptar otras que han creado para cumplir su cometido. Durante esta sección se hará mención sobre los sistemas de transporte y los métodos para la producción de recursos, determinando sus alcances y limitaciones.

Pero antes de entrar en esos temas, es importante destacar el precedente robótico que sentó las bases para el desarrollo de nuevas tecnologías y la posibilidad de futuros viajes tripulados al Planeta Rojo. Desde hace varias décadas atrás, concretamente en la década de 1960, varias agencias espaciales realizaron decenas de misiones robóticas a Marte, aunque lamentablemente menos de la mitad tuvieron éxito. Estas máquinas exploraban la superficie, permitiéndole a la humanidad descubrir la geología, la atmósfera y el entorno que quizás en el pasado pudo haber albergado vida. De modo que, estas exploraciones fueron un avance tecnológico que trajo perseverancia y descubrimientos que marcaron la línea de inicio para todos los éxitos que vendrían tiempo después con todos esos fracasos y desafíos.

Las primeras misiones; aquellos pioneros que se aventuraron sin temer cuantos intentos fallidos tuvieran fue la Unión Soviética donde a inicios de década de los 60's, sin embargo, "la primera misión con éxito a Marte, Mariner 4, fue lanzada por la NASA el 28 de noviembre de 1964. Pasó a 6.120 millas de Marte y envió 22 fotos, tal como se había planeado" (ESA, 2003). Fue la NASA quien logró el primer sobrevuelo exitoso de Marte y obtuvo las primeras imágenes cercanas de su superficie, la cual se mostraba desértica, con una similitud a la luna, dando rienda suelta a la imaginación de futuras civilizaciones.

Posterior a esa hazaña, en 1975, "el proyecto Viking 1 colocó una sonda que funcionó durante 6 años y 116 días, y dos satélites que estudiaron la atmósfera del planeta durante más de cuatro años" (Sociedad, 2016). Estos fueron los primeros módulos de aterrizaje en el Planeta Rojo, es decir, las primeras "naves" en llegar a Marte. Estos transmitían imágenes y realizaban pruebas con el suelo marciano, puesto que

estaban equipados con laboratorios para experimentar, convirtiéndose en material esencial para el estudio de las condiciones ambientales del planeta.

Desde la década de 1990 en adelante, la exploración robótica tuvo su auge, lo cual transformó por completo la perspectiva que se tenía del planeta. Teniendo eso en cuenta, diferentes dispositivos como orbitadores, vehículos de exploración (rovers) y módulos de aterrizaje que fueron enviados para continuar con el estudio de este planeta y, al ser tantos, se destacan algunos de ellos:

- ✖ **1992:** Después del éxito que tuvo la NASA con el programa Viking, lanzó al Mars Observer “con el objetivo de estudiar la geología y el clima de Marte en una misión de alto presupuesto para la NASA, pero en agosto de 1993 se perdió contacto con la sonda tres días antes de que entrara en órbita” (No Sólo Sputnik, 2020). Gracias a esto, se replanteo cual debería ser el próximo plan para explorar el Planeta Rojo.
- ✖ **1996:** La NASA mandó el orbitador Mars Global Surveyor que funcionó durante una década y proporcionó mapas de la superficie.
- ✖ **1997:** Con la misión Mars Pathfinder, el rover Sojourner fue el primero con un aterrizaje exitoso desde el Viking. Este estudió la superficie a más detalle por medio de análisis químicos, mostrando la utilidad de los vehículos móviles para la exploración.
- ✖ **Finales de los 90's:** Múltiples fracasos por errores técnicos o perdidas, como Mars Climate Orbiter, Mars Polar Lander y Mars 96.
- ✖ **2003:** Dos rovers por parte de la NASA sobrepasaron las expectativas de vida útil. Estos fueron Spirit y Opportunity, formaban parte de MER o Mars Exploration Rovers y lograron encontrar pruebas de que en algún momento pasado hubo agua en Marte.

Hubo muchas misiones éxitos y fallidas que marcaron un antes y después con respecto al conocimiento que existía sobre Marte, y gracias a esto hoy en día se sigue experimentando para lograr llevar a la humanidad más allá de nuestro mundo.

Sistemas de Transporte

Luego de un justo repaso sobre las primeras interacciones con Marte gracias a la robótica, es momento de abarcar otra la parte: la tecnológica orientada a los sistemas de transporte para futuras misiones y exploraciones. Seguidamente, se muestra una serie de estas tecnologías:

1. Cohetes

Existen diversos modelos de cohetes que solo son de un uso, si bien son muy poderosos son demasiado costos para fabricar más, algunos de ellos serían Atlas y Delta IV Heavy. Por este motivo, SpaceX ha estado probando desde hace años el reutilizar los cohetes, estos son el Falcon 9 y Falcon Heavy, “estos cohetes permiten abaratar los costos de las misiones espaciales al poder ser utilizados en múltiples lanzamientos, lo que hace que la exploración espacial sea más accesible y sostenible a largo plazo” (Francisco María, 2024). Con esto se reduce el costo, evita contaminación innecesaria y permite transportar cargas grandes con mayor frecuencia.

También, hay un sistema nombrado Starship de SpaceX que materializa su visión para llegar a Marte: Ser completamente reutilizable y capaz de transportar más de cien toneladas de carga y la tripulación que la acompañe.

La reutilización de los cohetes abre las puertas a misiones que se deseen realizar con mayor frecuencia, y el futuro de Starship es prometedor por esa capacidad sin precedentes para el transporte. Sin embargo, los viajes interplanetarios siguen siendo caros y complejos, así que, de momento siguen existiendo los desafíos técnicos, tecnológicos y de ingeniería para lograr con éxito una correcta funcionalidad y fiabilidad.

2. Módulos de Transferencia Interplanetaria

Se trata de naves especiales que llevan a la tripulación y la carga desde la Tierra hasta Marte. Un ejemplo claro sería la nave Orion de la NASA, donde “para proteger a los astronautas en estas misiones de larga duración y devolverlos a la Tierra de forma segura, los ingenieros de la nave Orion han dotado a la nave espacial con tecnología innovadora, sistemas avanzados y protección térmica” (NASA, s.f.). Se podría considerar que es un tipo de “avión” que pretende llevar a los humanos más allá de lo que alguna

vez lograron imaginar. Otro ejemplo es la nave Starship que desarrolla SpaceX. Ambas tienen sistemas de propulsión y protección para asegurarse que la tripulación este bien.

Estás están diseñadas para proporcionar un “viaje” o navegación del espacio y asegurar la supervivencia en el mismo. Aun así, la duración de este viaje toma varios meses, existe radiación a la que se le debe de prestar suma atención, la necesidad de abastecerse de energía y la capacidad de transportar una gran carga es algo que todavía está en proceso de mejoras que cubran todos los requisitos para ser seguro y fiable.

3. Entrada, Descenso y Aterrizaje (EDL)

Hace referencia a la secuencia de pasos que debe de realizarse para lograr tocar suelo marciano. Durante ese proceso habrá paracaídas y mucha paciencia con el fin de aterrizar exitosamente de manera segura pero, ¿por qué se necesita tener paciencia para aterrizar? Marín (2021) afirma que:

El planeta rojo tiene una atmósfera que apenas tiene el 1% de la densidad de la atmósfera terrestre. Eso significa que, si quieres llegar de una pieza a la superficie, necesitas usar un escudo térmico, pero los paracaídas no permiten alcanzar una velocidad terminal lo suficientemente reducida para que tu aterrizaje no se convierta en un litofrenado, así que es necesario añadir algún otro sistema para reducir la velocidad, normalmente retrocohetes. (párr. 3)

Utilizar todo tipo de amortiguadores que absorban el impacto del descenso permite que los vehículos pesados puedan funcionar al llegar a la superficie, pero, el frenar cuando la atmosfera es tan delgada que complica utilizar los paracaídas antes de tocar tierra es lo que convierte ese proceso en un desafío muy peligroso y difícil.

Métodos de Producción de Recursos

Tomando en cuenta que las agencias pretenden realizar misiones que involucran la estadía de la tripulación durante un periodo indeterminado de tiempo, es vital considerar todo lo relacionado con la sostenibilidad y supervivencia de los humanos. De ahí que este tema sea un foco central de las experimentaciones y pruebas para obtener un resultado que sea seguro y garantice la vida fuera de la Tierra hasta su retorno.

Hay varias necesidades que deben de ser cubiertas para que la vida humana prevalezca como el agua, alimentos y el oxígeno, no obstante esto no es lo único

necesario para que sobrevivir ahí afuera, también se toma en consideración el combustible y la energía para mantener funcionando la nave y equipo. Seguidamente se enumeran métodos para la producción de recursos (ISRU - In-Situ Resource Utilization):

1. Producción de Oxígeno

El rover Perseverance que fue lanzado a Marte por una misión tiene implementado un sistema llamado MOXIE (Mars Oxygen In-Situ Resource Utilization Experiment) el cual utiliza una reacción conocida como “Sabatier” para producir oxígeno a partir del CO_2 que hay en la atmosfera de Marte. Con esto se prueba la viabilidad de utilizar los recursos del planeta para la producción de recursos, siendo un punto positivo al momento de reducir la cantidad de material que debe llevarse desde la Tierra a Marte. Aún así, se necesita tener a disposición de CO_2 para lograr producir la reacción.

2. Extracción de Agua

Gracias a misiones anteriores se comprobó que hay hielo subterráneo, y si hay hielo, hay agua, así que, se pueden aprovechar esos depósitos para obtener agua potable por medio de calentamiento o incluso la perforación del hielo.

Es indiscutible que el agua es esencial para la vida, pero por otra parte, también funciona para producir oxígeno mediante otra reacción, demostrando una vez más que utilizar los recursos que ofrece el planeta para lograr la supervivencia y sostenibilidad de la tripulación es la mejor opción. Aunque cuenta con zonas con agua, no se ha visitado antes este planeta, por lo que se desconoce exactamente qué tan abajo se encuentra el agua o cuanta será la energía requerida para lograr extraer el agua y purificarla.

3. Producción de Combustible

Al igual que la producción del oxígeno, mediante la reacción “Sabatier” se puede utilizar el CO_2 que se encuentre en el ambiente para producir combustible para los cohetes en caso de que sea necesario en misiones futuras el aprovechar y administrar de manera eficiente los recursos que hay en el entorno. También, se vería limitada su producción en caso de no poder adquirirse, a pesar de encontrarse en la atmosfera.

4. Minería y Construcción

El regolito que se encuentra en el suelo del Planeta Rojo es un tipo de material suelto compuesto por varios metales tales como: hierro, aluminio o titanio. Así que, si se extrae y maneja correctamente permitirá fabricar herramientas e incluso construir estructuras sin tener que llevar materiales desde la Tierra.

Este material abre la oportunidad de reducir los costos de transportación de materiales y a su vez cumple con la función de proteger contra la radiación, a pesar de esto, se necesitaría tecnología capaz de manejar este material, lo que se traduce en energía y equipos que por el momento no se han desarrollado para hacerlo.

La Materia Oscura y La Energía Oscura

La materia oscura es una forma misteriosa de materia que representa uno de los mayores enigmas de la física moderna. A diferencia de la materia ordinaria compuesta por protones, neutrones y electrones, la materia oscura no emite, absorbe ni refleja luz u otra forma de radiación electromagnética detectable. Por esta razón, no puede observarse directamente mediante telescopios tradicionales. Sin embargo, su existencia se infiere a través de los efectos gravitacionales que ejerce sobre la materia visible en el universo, como galaxias, cúmulos galácticos y la estructura del cosmos a gran escala.

La hipótesis de la materia oscura surge como una solución al problema de masa faltante observado en varios contextos astronómicos. La primera pista importante fue identificada por el astrónomo Fritz Zwicky en 1933, al estudiar el cúmulo de galaxias de Coma. Él descubrió que las galaxias se movían demasiado rápido como para mantenerse unidas por la gravedad de la materia visible del cúmulo. Zwicky propuso la existencia de una "masa invisible" a la que llamó "materia oscura".

Décadas después, Vera Rubin, junto con Kent Ford, confirmó esta teoría al estudiar la rotación de galaxias espirales. Según las leyes de Newton, se espera que las estrellas más alejadas del centro de una galaxia se muevan más lentamente que las más cercanas. Sin embargo, las curvas de rotación observadas mostraban que las velocidades permanecían constantes incluso en las zonas exteriores, lo que implicaba que debía haber una gran cantidad de masa no visible generando la gravedad necesaria para mantener esas estrellas en órbita.

La única forma de explicar este comportamiento es asumir que hay una gran cantidad de masa invisible envolviendo las galaxias. (Rubin, 2016).

Según datos del satélite Planck (2018), el universo está compuesto por: 5% de materia ordinaria (átomos), 27% de materia oscura, y 68% de energía oscura. Esto significa que la mayor parte de la materia del universo no está hecha de átomos, sino de un tipo de sustancia que aún no entendemos completamente.

La materia oscura es esencial para explicar; La formación de estructuras cósmicas: Sin ella, las galaxias no se habrían agrupado como lo hicieron después del Big Bang. Se cree que actuó como "semilla gravitacional" que permitió que la materia

ordinaria se condensara en galaxias. La estabilidad de galaxias: La fuerza gravitacional adicional que proporciona es lo que impide que muchas galaxias se desintegren debido a su rotación. Las fluctuaciones en la radiación cósmica de fondo: La distribución de temperatura en la radiación remanente del Big Bang solo puede explicarse si existe materia oscura que interactuó con la materia visible desde el principio.

Sin materia oscura, el universo que conocemos con galaxias, cúmulos y planetas simplemente no existiría. (Bertone & Hooper, 2016).

Aunque es común imaginar que la materia oscura es solo materia oculta, lo cierto es que no está hecha de átomos. No es gas frío, polvo cósmico, estrellas tenues ni agujeros negros convencionales. Estas posibilidades han sido descartadas porque no coinciden con las observaciones astronómicas. En lugar de ello, se considera que podría estar compuesta por partículas subatómicas nuevas que interactúan débilmente con la materia ordinaria.

Dado que no puede observarse directamente, los científicos recurren a distintas estrategias para estudiar la materia oscura: Detección indirecta, Detectores subterráneos: Experimentos como XENON1T en Italia y LUX-ZEPLIN en EE.UU. buscan señales muy débiles del paso de partículas de materia oscura por detectores ultrasensibles. Aceleradores de partículas: Como el Gran Colisionador de Hadrones (LHC) en el CERN, que intenta producir partículas de materia oscura en colisiones de alta energía.

Podríamos estar rodeados de materia oscura, atravesándola todo el tiempo, y aun así no notarlo directamente. (Freese, 2022).

¿Qué formas puede tener la Materia Oscura?

A pesar de no haber sido detectada directamente, los científicos han propuesto varias hipótesis sobre la posible composición de la materia oscura, basadas en modelos teóricos, observaciones cosmológicas y experimentos en laboratorios. Las diferentes formas propuestas se dividen en dos grandes categorías: candidatos de materia oscura bariónica (hecha de átomos ordinarios) y no bariónica (compuesta por partículas nuevas

que no forman parte del modelo estándar de la física). Las evidencias actuales apoyan mayoritariamente a la segunda.

1. WIMPs (Partículas Masivas que Interactúan Débilmente)

Los WIMPs (Weakly Interacting Massive Particles) son una de las hipótesis más sólidas. Se trata de partículas hipotéticas que; Tienen masa (a diferencia de partículas sin masa como el fotón). No interactúan con la materia a través de fuerzas electromagnéticas o nucleares fuertes. Solo interactúan mediante la gravedad y, en menor medida, por la fuerza nuclear débil.

Estas características hacen que las WIMPs sean difíciles de detectar, pero encajan perfectamente en simulaciones cosmológicas, ya que proporcionan la gravedad adicional necesaria para formar estructuras como galaxias.

Las WIMPs son el candidato más popular porque podrían haberse creado en abundancia en los primeros instantes del universo y sobrevivir hasta hoy. (Bertone & Hooper, 2016).

Experimentos como LUX-ZEPLIN o XENONnT están diseñados específicamente para intentar detectar la colisión ocasional de una WIMP con un núcleo atómico en un detector muy sensible.

2. Axiones

Los axiones son partículas ultraligeras y eléctricamente neutras, propuestas originalmente para resolver un problema en la teoría de la cromodinámica cuántica (QCD). Sin embargo, también resultaron ser candidatos atractivos para la materia oscura debido a que son estables, se producirían en abundancia en el universo temprano, no interactúan fuertemente con la luz ni con otras partículas.

A diferencia de las WIMPs, los axiones no son masivos, pero su número podría ser tan elevado que juntos aportarían una gran masa total al universo.

El axión es una partícula fantasma, una especie de 'brisa cuántica' que podría llenar todo el espacio sin que podamos sentirla directamente. (Sikivie, 2008).

Experimentos como ADMX (Axion Dark Matter eXperiment) buscan señales de axiones transformándose en fotones dentro de campos magnéticos.

3. Neutrinos Estériles

El neutrino es una partícula real del modelo estándar, pero se cree que podría existir una variante aún más escurridiza: el neutrino estéril. Estos serían neutrinos que:

- ✖ No interactúan con la materia mediante ninguna fuerza conocida, excepto por la gravedad.
- ✖ Podrían explicar anomalías en los experimentos de oscilación de neutrinos.

Aunque tienen menos apoyo teórico que WIMPs o axiones, podrían ser una forma “tibia” de materia oscura, es decir, ni tan fría (lenta) como las WIMPs, ni tan caliente (rápida) como los neutrinos normales.

“Los neutrinos estériles encajan con algunas observaciones astronómicas, pero aún no han sido confirmados experimentalmente” (Abazajian, 2017).

4. MACHOs (Objetos Compactos de Halo de Masa)

Antes de que se propusieran partículas exóticas, algunos científicos pensaron que la materia oscura podía estar compuesta por objetos astrofísicos ordinarios difíciles de detectar, como:

- ✖ Enanas marrones (estrellas fallidas).
- ✖ Enanas blancas o estrellas de neutrones.
- ✖ Agujeros negros primordiales.

A estos se les llamó MACHOs (Massive Astrophysical Compact Halo Objects). Fueron buscados mediante microlentes gravitacionales: cuando un MACHO pasa frente a una estrella, puede amplificar su luz brevemente. Sin embargo, la cantidad de estos eventos observados no es suficiente para explicar toda la materia oscura.

Los MACHOs pueden existir, pero no pueden representar más que una fracción muy pequeña de la materia oscura. (NASA, 2021).

5. Agujeros Negros Primordiales

Una variante interesante es la hipótesis de agujeros negros formados justo después del Big Bang, no por el colapso de estrellas. Si existen en cantidad suficiente, podrían contribuir significativamente a la materia oscura.

Recientemente, esta idea ha cobrado interés nuevamente, sobre todo con la detección de ondas gravitacionales por parte de LIGO y Virgo, que registraron fusiones de agujeros negros de masas inesperadas.

Si los agujeros negros primordiales existen, podrían esconderse en los halos galácticos sin emitir luz, pero ejerciendo gravedad. (Carr & Kühnel, 2020).

Teorías para Explicar la Energía Oscura

Desde su descubrimiento en 1998, la energía oscura ha sido uno de los mayores misterios del universo moderno. Se trata de una forma de energía que no podemos ver ni detectar directamente, pero cuya existencia es necesaria para explicar la aceleración en la expansión del universo. Diversas teorías han sido desarrolladas para intentar explicar su naturaleza, y aunque ninguna ha sido confirmada experimentalmente, representan los pilares sobre los cuales se construye la cosmología contemporánea.

1. La Constante Cosmológica (Λ)

La explicación más simple y aceptada dentro del modelo estándar de la cosmología (Λ CDM) es la constante cosmológica, representada por la letra griega Λ (lambda), que Einstein introdujo en sus ecuaciones de la relatividad general en 1917 para mantener un universo estático. Más tarde, cuando se descubrió que el universo se expandía, Einstein llamó a esta inclusión su “mayor error”. Sin embargo, la constante cosmológica ha resurgido como una posible explicación para la energía oscura.

La idea es que el vacío del espacio no está vacío, sino que posee una energía inherente conocida como energía del vacío, la cual actúa con una presión negativa. Esta presión negativa produce una fuerza repulsiva gravitacional que acelera la expansión del universo.

“El vacío, lejos de ser nada, puede tener una densidad de energía constante que produce aceleración cósmica” (Carroll, 2001).

La principal ventaja de esta teoría es su simplicidad matemática, pero presenta un grave problema teórico: las predicciones de la energía del vacío en la teoría cuántica de campos son 10^{120} veces mayores que el valor observado, lo que constituye el famoso

“problema de la constante cosmológica”, una de las discrepancias más grandes entre teoría y observación en la historia de la física.

2. Quintaesencia

La teoría de la quintaesencia (del latín *quinta essentia*, o “quinta esencia”) propone que la energía oscura no es constante, sino que varía con el tiempo y el espacio, comportándose como un campo escalar dinámico, similar al campo del bosón de Higgs.

Este campo escalar tiene una densidad energética que cambia lentamente con el tiempo, lo que puede explicar por qué la aceleración del universo comenzó en una época relativamente reciente (unos 5 mil millones de años atrás).

“La quintaesencia podría representar una nueva forma de energía, más compleja que la constante cosmológica, que evoluciona a lo largo del tiempo cósmico” (Zlatev et al., 1999).

La desventaja de esta teoría es que requiere la introducción de nuevos parámetros y mecanismos de acoplamiento, lo que complica su verificación y hace que pierda elegancia frente a Λ .

3. Modelos de Energía Oscura Interactiva

Otra posibilidad es que la energía oscura no sea un campo separado, sino que esté acoplada a la materia oscura, de modo que ambas intercambien energía de manera dinámica. Esta teoría busca explicar, por ejemplo, por qué sus proporciones en el universo son tan similares hoy día.

“Los modelos interactivos podrían resolver la llamada ‘coincidencia cósmica’: ¿por qué el universo tiene hoy proporciones similares de materia oscura y energía oscura?” (Amendola, 2000).

Estos modelos requieren pruebas observacionales detalladas para confirmar si existe algún tipo de violación del principio de conservación de energía en escalas cosmológicas, lo que aún no ha sido observado.

4. Teorías de Gravedad Modificada

Una alternativa radical es que la energía oscura no existe como tal, sino que las leyes de la gravedad cambian en escalas cósmicas. Estas son conocidas como teorías de gravedad modificada, y proponen ajustes a la relatividad general de Einstein.

Algunos de los modelos más conocidos son:

- $f(R)$: Modifica el término de curvatura de Ricci en las ecuaciones de campo de Einstein.
- Teoría MOND (Dinámica Newtoniana Modificada): Ajusta las leyes de Newton para explicar galaxias sin materia oscura.
- Teoría de gravedad de Brans–Dicke: Introduce un campo escalar que modifica la constante gravitacional.

“Quizás no necesitamos una nueva forma de energía, sino una nueva teoría de la gravedad que funcione mejor en escalas cosmológicas” (Clifton et al., 2012).

Sin embargo, estas teorías deben enfrentarse a dos retos clave:

- Deben explicar las observaciones cosmológicas con precisión.
- Deben reducirse a la relatividad general en escalas donde esta ha sido comprobada, como el sistema solar.

5. Energía del Vacío Cuántico

Según la teoría cuántica de campos, el vacío está lleno de fluctuaciones energéticas temporales que crean y aniquilan pares de partículas virtuales. Esta energía del vacío es real y se ha observado en fenómenos como el efecto Casimir. El problema es que los cálculos teóricos predicen un valor 10^{120} veces más alto que lo que muestran las observaciones astronómicas.

“La energía del vacío es probablemente real, pero entendemos muy poco sobre cómo afecta al universo en su conjunto” (Weinberg, 1989).

Este desajuste plantea un serio problema: o hay un mecanismo de cancelación que aún no entendemos, o estamos midiendo mal alguno de los componentes cosmológicos.

¿Qué dicen los datos observacionales?

Las misiones espaciales más recientes están diseñadas para poner a prueba estas teorías. Algunas de las más importantes son:

- Euclid (ESA, 2023): Estudiará la distribución de galaxias y la lente gravitacional para entender la geometría del universo.
- James Webb Space Telescope (NASA, 2022): Observa galaxias y supernovas lejanas para medir con precisión la aceleración cósmica.
- Vera Rubin Observatory (LSST, 2024): Estudiará millones de supernovas tipo Ia como “velas estándar” para calcular la tasa de expansión.

Importancia para la cosmología moderna

El descubrimiento y estudio de la materia y energía oscura han llevado a lo que hoy se conoce como el modelo cosmológico de consenso o modelo Lambda-CDM. Este modelo describe un universo compuesto en un 68% por energía oscura (Λ), 27% por materia oscura fría (CDM, por sus siglas en inglés) y solo un 5% de materia visible.

“En este modelo, el universo está dominado por componentes invisibles que no podemos ver ni tocar, pero que son esenciales para su evolución” (NASA, 2021).

Conclusiones

...

Bibliografía

- BBC News Mundo. (2018, 14 de marzo). Qué es la "radiación de Hawking" de los agujeros negros y por qué no le valió el premio Nobel al físico británico. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-43407377bbc.com+1bbc.com+1>
- Grush, L. (2018, 10 de abril). Stephen Hawking vinculó mundos de la física. GALDE. <https://www.galde.eu/es/stephen-hawking-vinculo-mundosfísica/>
- Universidad de Cambridge. (s.f.). Stephen Hawking: Hitos en su vida y en la física. Universidad de Cambridge. <https://www.maths.cam.ac.uk/features/stephen-hawking-milestones-life-physics> (traducido con Google)
- Hawking, S. W., & Hartle, J. B. (1983). Función de onda del universo. *Physical Review D*, 28(12), 2960–2975. <https://doi.org/10.1103/PhysRevD.28.2960> (traducido con Google)
- Bertone, G., & Hooper, D. (2016). Historia de la materia oscura. *Nature*, 533(7603), 319–323. <https://doi.org/10.1038/nature17955> (traducido con Google)
- Ortega, L. (2024, -02-22). Objetivo Marte: así se prepara la NASA para llegar al planeta rojo en unos 15 años - EFE. <https://efe.com/andalucia/2024-02-22/objetivo-marte-asi-se-prepara-la-nasa-para-llegar-al-planeta-rojo-en-unos-15-anos/>
- NASA. (2021, October). Dark Energy, Dark Matter. NASA Science. <https://science.nasa.gov/astrophysics/focus-areas/what-is-dark-energy/>
- ESA. (2022, July). Euclid: Mission to uncover the dark Universe. European Space Agency. https://www.esa.int/Science_Exploration/Space_Science/Euclid
- Erin Mahoney. (2015, 10 de Octubre). NASA Releases Plan Outlining Next Steps in the Journey to Mars - NASA. <https://www.nasa.gov/news-release/nasa-releases-plan-outlining-next-steps-in-the-journey-to-mars/>
- ESA. (2003, 19 de Diciembre). *Historia de la exploración de Marte*. https://www.esa.int/Space_in_Member_States/Spain/Historia_de_la_exploracion_de_Marte

- Sociedad, R. (2016, -03-15). *Las principales misiones no tripuladas a Marte desde 1960*.
<https://www.elheraldo.co/tendencias/2016/03/15/las-principales-misiones-no-tripuladas-a-marte-desde-1960/>
- No Sólo Sputnik. (2020, 28 de Julio). Cronología de la exploración de Marte.
<https://nosolosputniks.wordpress.com/el-planeta-marte/exploracion-de-marte/cronologia-de-la-exploracion-de-marte/>
- Francisco María. (2024, 17 de Abril). *Nuevas herramientas para la exploración espacial y la colonización de Marte*. okdiario. <https://okdiario.com/ciencia/nuevas-herramientas-exploracion-espacial-colonizacion-marte-12692279>
- Marín, D. (2021, -02-17). Cómo serán los siete minutos de terror de Perseverance para aterrizar en el cráter Jezero de Marte.
<https://danielmarin.naukas.com/2021/02/17/como-seran-los-siete-minutos-de-terror-de-perseverance-para-aterizar-en-el-crater-jezero-de-marte/>

Anexos

MINIMO 12 – 35 MAXIMO

Hallazgos Principales

GRUPON # 4

TEMA: EL UNIVERSO Y ALCANCES TECNOLÓGICOS PARA SU ESTUDIO.

Aspectos a considerar:

El Universo:

- Aporte del científico Stephen Hawking en relación a los hoyos negros, tamaño y composición del universo.
- Propósitos de conquistar marte, así como, la tecnología empleada para su estudio.
- Materia oscura y energía oscura. Definición, avances en el tema.

B) TRABAJO DE INVESTIGACIÓN. (VALOR 40 %).

El trabajo de investigación consiste en el desarrollo de un tema a tratar en el curso, el cual será asignado por el docente. Dicho trabajo debe contener una presentación digital y una parte escrita igualmente digital.

La exposición debe realizarse en la fecha y hora acordada, con un tiempo de 40 minutos y como máximo de una hora. Debe iniciar con una frase de motivación y concluir con una actividad de cierre, que evalúe el tema expuesto.

La parte escrita consiste en un resumen que contenga una introducción, un objetivo general, al menos tres objetivos específicos, desarrollo de la investigación, conclusiones y bibliografía. El desarrollo de la investigación debe presentar al menos tres citas bibliográficas y recoger los principales hallazgos de su investigación.

Este resumen escrito debe contener **aporte propio y crítico del aprendiente y no ser un simple copiar y pegar información ya existente. Apóyese en la información, pero construya ideas y comente las citas utilizadas.**

El tamaño mínimo del documento escrito es de 12 páginas y máximo 25 páginas.

Es importante recordar que la parte escrita debe seguir el formato APA utilizado por la UTN.

Este trabajo será entregado por correo electrónico un día antes de ser presentado.

| |
|--|
| <p>6- Formato APA y UTN:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Utiliza la letra Arial o Times New Roman 12 en todo el texto (excepto portada), títulos en letra 14 en negrita, justificado. -Márgenes 2,5 en todas sus páginas. -Usa las citas correctamente. -Utiliza interlineado 1,5. -Justificación del texto. |
|--|