

MATERIA OSCURA

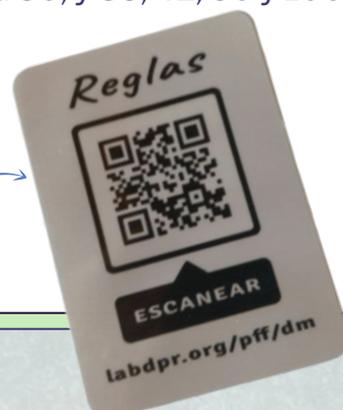
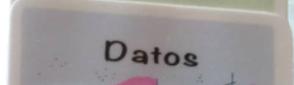
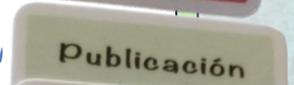
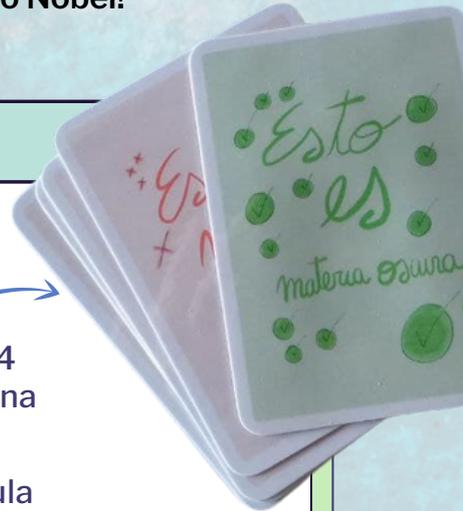
El juego de cartas

Este es un juego de cartas super rápido para 2 a 4 personas en el que te unirás a la emocionante caza de la materia oscura, uno de los fenómenos más esquivos de la naturaleza. Tendrás que manejar laboratorios, iniciar investigaciones y asignar recursos para desvelar los posibles candidatos a la materia oscura. ¡Descubrir la materia oscura te hará ganar el premio Nobel!

Contenido

DM, tCG viene con las siguientes cartas, para un total de 108 cartas:

- 9 cartas relacionadas con la materia oscura:
 - 5 Cartas de candidatos a la materia oscura: 4 negativas ("esto NO es materia oscura"), y una positiva ("esto ES materia oscura")
 - 4 cartas de Materia Oscura, WIMP (Partícula Masiva Débilmente Interactiva), Sector Oscuro, Axión, y MOND (Dinámica Newtoniana Modificada), que tienen anverso y reverso idénticos.
- 51 cartas científicas agrupadas en 3 categorías
 - 9 cartas de laboratorio: 4 laboratorios de superficie, 3 laboratorios subterráneos y 2 laboratorios subterráneos profundos
 - 15 cartas de investigación: cada carta describe un trabajo de investigación diferente
 - 27 cartas de recursos: 9 cartas de estudiante, 9 tarjetas de datos, 9 tarjetas de publicación
- 47 cartas de fondos:
 - 34 cartas de dinero (1 a 30, y 33, 42, 50 y 100 M\$)
 - 13 cartas de eventos
- Una carta de reglas, que enlaza con este documento



Cómo se desarrolla el juego

En cada turno, las personas jugarán primero cartas de dinero para determinar el turno de juego.



A continuación, tendrán que construir una investigación exitosa para la materia oscura a partir de cartas de ciencia: empezarán por tener un laboratorio, luego lanzarán una investigación sobre él y asignarán los recursos necesarios.



Una vez hecho esto, se revelará el candidato asociado a esa investigación, con lo que se ganará la partida si se trata de materia oscura, o se continuará el juego si no lo es.

Pero no será tan fácil. Sólo hay un laboratorio, una investigación o un recurso disponible a la vez, y sólo se revela un laboratorio, investigación o recurso nuevo después de que el actual sea tomado por una persona. Además, en lugar de tomar una de las cartas disponibles, una persona puede utilizar una carta de evento, que puede alterar el juego, incluyendo la propiedad de los laboratorios e investigaciones.



El juego termina cuando se encuentra la materia oscura, cuando se exploran todos los candidatos y resultan negativos, o cuando no hay ninguna carta de recurso disponible.

Preparación del juego

El juego comienza poniendo delante de todos las personas las 4 cartas de materia oscura y barajando las 5 cartas de candidatos a materia oscura. 4 de estas 5 cartas se colocan, boca abajo, una debajo de cada uno de los 4 candidatos, y la quinta se descarta, boca abajo, sin mirarla.



Después de esta configuración inicial, la carta "esto es materia oscura" será la descartada (en ese caso ninguno de los 4 candidatos es efectivamente materia oscura), o estará debajo de uno de los candidatos, que será materia oscura para este juego. El objetivo del juego será descubrir esta materia oscura.

Preparación del juego (continuación)



Luego se hacen 3 pilas con las cartas de ciencia, la pila de laboratorio, la pila de investigación y la pila de recursos, cada una de ellas barajada y boca abajo. La primera carta de cada pila se roba y se revela, boca arriba, delante de su pila.



Durante el juego, cada vez que se toma una de las cartas reveladas, se revela la siguiente carta del montón. Cuando no hay cartas disponibles, el juego puede terminar (ver final del juego).

Las cartas de laboratorio, investigación y recursos pueden ser descartadas en algún momento de la partida. Si es así, se retiran del juego y no se utilizarán más hasta la siguiente partida

Por último, se preparan las cartas de fondos. Cuando se juega con menos de 4 personas, no se utilizan todas las cartas. Cuando hay 2 personas jugando, se retiran del juego las cartas de dinero del 21 al 30, y si hay 3 personas jugando, descartan las cartas de dinero del 26 al 30.

A continuación, se barajan todas las cartas de fondos (las de dinero y las de evento) y cada persona roba 3 de ellas. Las cartas restantes también se guardan como pila de fondos.



Durante la partida, todas las cartas de fondos se juegan y se colocan en un montón de cartas de fondos jugadas, boca arriba, al lado de la pila de fondos. Cuando no hay ninguna carta de fondos disponible en la pila, esta pila de descarte se baraja y se coloca de nuevo como la pila de fondos.

A diferencia de la vida real, en este juego nunca te quedás sin fondos!

Turno del juego

Cada persona debe seleccionar una de sus 3 cartas de fondos con una cantidad de dinero (de 1 a 100 M\$) y jugarla boca abajo.



Si la persona sólo tiene 3 cartas de evento, debe descartarlas todas a la pila de cartas jugadas de fondos, boca arriba, y robar 3 nuevas cartas de fondos, repitiendo el procedimiento hasta que tenga al menos una carta de dinero.



Una vez que todas las personas han jugado sus cartas, se revelan, y el orden de juego se determina por el valor de las cartas, jugando primero la más alta.

Cada persona que juega, cuando sea su turno, debe realizar una (y solo una) de las siguientes acciones:

- tomar la carta de laboratorio visible. El laboratorio pertenece a la persona y se coloca frente a ella. Se revela una nueva carta de laboratorio



- tomar la carta de investigación visible. Si hay un laboratorio disponible en el que se pueda realizar esta investigación (ver más abajo), una persona puede asignar directamente la investigación al laboratorio.

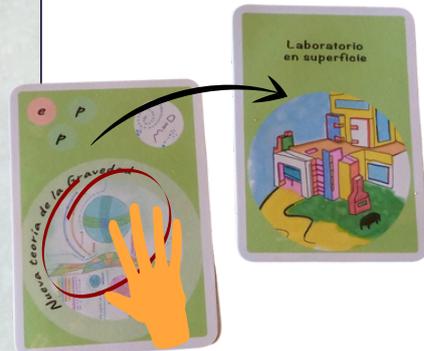
Tenga en cuenta que si esta persona no tiene que ser necesariamente la propietaria del laboratorio. Si no hay ningún laboratorio disponible o si la persona no quiere asignar la investigación a los laboratorios disponibles, puede guardar la carta de investigación, boca arriba, a su lado. No se pueden guardar más de 3 cartas (en total, cualquiera sea el tipo de carta). Si fuera la 4ª carta, deberá descartar una carta. Se revela la siguiente carta del montón de investigación.



- tomar la carta de recursos visible. Si hay una carta de investigación asignada a un laboratorio que necesita este recurso, la carta de recurso puede aplicarse directamente a esta investigación. Si la carta de recurso no puede ser asignada o la persona no quiere asignarla a las investigaciones disponibles, la carta de recurso puede guardarse, boca arriba, al lado de la persona. No se pueden guardar más de 3 cartas (en total, cualquiera sea el tipo de carta). Si fuera la 4ª carta, se debe descartar una carta. Se revela la siguiente carta del montón de recursos. Si se toma el último juego de recursos, la partida terminará al final del turno (ver más abajo).



- asignar cartas. Si la persona tiene una o más cartas de investigación y de recursos guardadas que puedan ser asignadas, puede hacerlo, en cualquier orden, cualquiera o todas las cartas que posea. Al menos una carta debe ser asignada.



- jugar una carta de evento. La carta se resuelve entonces (ver la sección de cartas de evento más abajo).



No se permite pasar el turno.

Una vez que una persona ha terminado su acción, descarta la carta de fondos jugada, a la pila de descarte de las cartas fondos. Una vez que todas las personas han terminado su turno, se comprueban las investigaciones realizadas. Hay que recordar que se hace después de que todas las personas que juegan hayan terminado su turno (una ronda de juego).

En particular, una persona podría terminar una investigación, pero entonces otra persona jugaría una carta de evento para descartar la investigación y todas las cartas se descartarían. O quizás otra persona podría usar una carta de evento para transferir la investigación a uno de sus laboratorios y ser la propietaria durante la fase de cumplimiento,

Todas las investigaciones que se cumplen (tienen asignados los 2 o 3 recursos necesarios) en esta fase concluyen. Se descartan todas las cartas y se revelan las correspondientes cartas de candidato a materia oscura.

Si una de las candidatas reveladas es efectivamente la materia oscura (carta "esto es materia oscura"), todas las personas con investigaciones cumplidas para esta candidata ganan la partida. Si ninguna de las cartas reveladas es materia oscura (todas las cartas son "esto NO es materia oscura"), entonces el juego continúa.

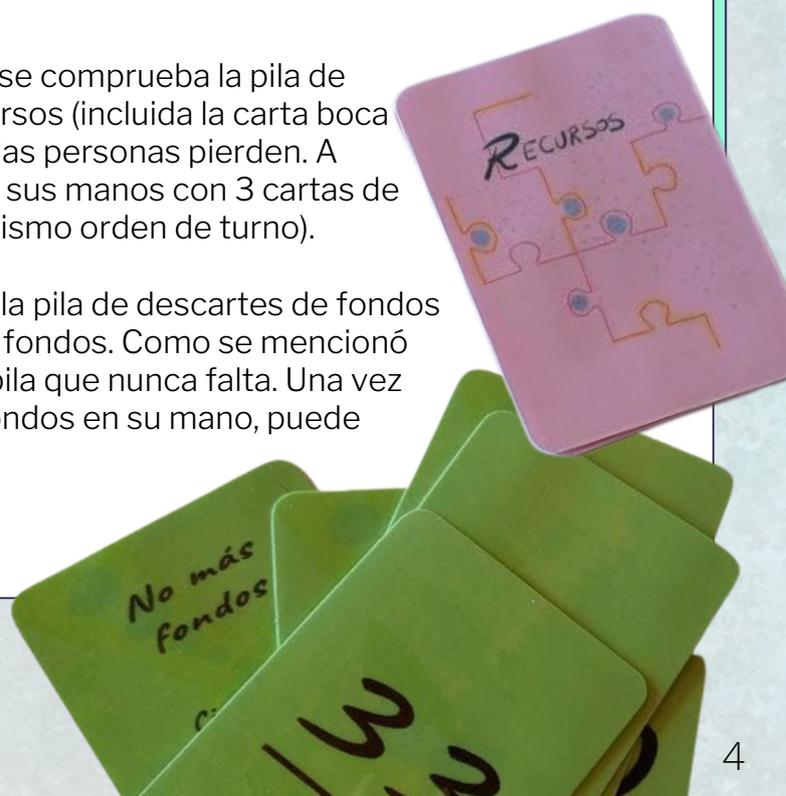
Toda la investigación para un candidato que ya se reveló que no era materia oscura se descarta, con todos sus recursos asignados si se instaló en un laboratorio.

También se descartan las cartas de investigación que tengan las personas relacionadas con este candidato, así como cualquier carta de la pila de investigación cuando se revele si tiene como objetivo ese mismo candidato. Si se revelan todos los candidatos a materia oscura y ninguno de ellos es positivo, el juego termina con todos los jugadores ganando la partida.

Después de comprobar las investigaciones, se comprueba la pila de recursos. Si en este momento la pila de recursos (incluida la carta boca arriba) está vacía, la partida termina y todas las personas pierden. A continuación, todas las personas completan sus manos con 3 cartas de fondos robando de la pila de fondos (en el mismo orden de turno).

Si no hay más cartas de subvención fondos, la pila de descartes de fondos se baraja y se utiliza como una nueva pila de fondos. Como se mencionó anteriormente, la pila de fondos es la única pila que nunca falta. Una vez que todas las personas tienen 3 cartas de fondos en su mano, puede comenzar un nuevo turno.

RESUMEN TURNO de JUEGO



Cartas de investigación



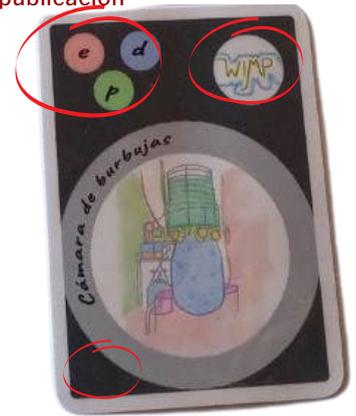
Las cartas de investigación son las más complejas del juego. Mientras que las otras cartas son auto-explicativas, las de investigación tienen algo más de información. Sólo pueden jugarse en determinados laboratorios y requieren recursos específicos.

El color de fondo indica en qué laboratorio se puede realizar la investigación. Las investigaciones con fondo verde necesitan un laboratorio de superficie (cuyo fondo también es verde). Las investigaciones con un fondo dual rojo/negro necesitan un laboratorio subterráneo (fondo rojo) o un laboratorio subterráneo profundo (fondo oscuro) para ser operado.

El candidato que se está investigando se indica en la esquina superior derecha de las cartas de investigación.

Recursos necesarios:
1 estudiante, 1 dato
y 1 publicación

Candidato
que investiga



Fondo de la carta negro:
necesita un laboratorio profundo



Dos cartas indican que "esto NO es materia oscura". Son investigaciones no relacionadas con la materia oscura, y pueden ser utilizadas contra otro jugador para llenar sus laboratorios con investigaciones que no llevan a descubrir la materia oscura.

Por último, la investigación con fondo oscuro sólo puede realizarse en un laboratorio subterráneo (fondo oscuro). Sólo se puede realizar una investigación a la vez en un laboratorio. Si un laboratorio está preparado para albergar una investigación, no puede albergar una nueva hasta que la investigación actual se complete.

Estas investigaciones pueden realizarse como cualquier otra, salvo que no revelarán ningún candidato. Sin embargo, al realizarlas se descarta la carta y se libera el laboratorio para una nueva investigación.

La esquina superior izquierda de la carta indica los recursos necesarios para completar la investigación. Pueden ser 2 o 3 recursos, que son estudiantes (círculo rojo con una "s"), los datos (círculo azul con una "d") o la publicación (círculo verde con una "p").

La parte inferior de la carta es indicativa y da el nombre del tipo de investigación y un dibujo sobre el tema. En el cuaderno de ciencias se explica más al respecto.

Fin del Juego

Como se ha descrito anteriormente, el juego puede terminar de 3 maneras diferentes:

- se revela la carta "esto es materia oscura". Todas las personas que tengan una investigación cumplida para ese candidato ganan la partida (y el premio Nobel). En este caso puede haber varios ganadores y ganadoras
- se revelan todas las cartas de candidato a materia oscura y ninguna de ellas es materia oscura (todas son "esto NO es materia oscura"). Todas las personas ganan en este caso (¡qué alivio!)
- si al final de un turno, tras comprobar las investigaciones realizadas, no queda ninguna carta de recursos disponible, la partida termina y todas las personas que jugaron pierden

CARTAS DE EVENTO

Cartas de evento



El efecto de las cartas de evento debe ser bastante explícito en la descripción del texto de la carta. Cuando se juega, el efecto descrito debe aplicarse. Por ejemplo, el "Nuevo Investigador Principal" implica trasladar una investigación de un laboratorio a otro. Si esto no es posible, la carta no puede ser jugada y si un jugador intentó jugarla tiene que guardar la carta y seleccionar otra acción.

Después de jugar una carta de evento, se descarta para el resto de la partida. Las cartas de evento son las únicas cartas de fondos que no van a la pila de cartas de fondos que ya fueron jugadas. **Esta es una regla importante que no debe olvidarse. Las cartas de evento jugadas se retiran del juego, no van a la pila de descartes de fondo y no se volverán a jugar en la partida actual.**

Nueva directora de laboratorio

Quien juegue esta carta de evento debe seleccionar un laboratorio en juego, propiedad de cualquier persona, y trasladarlo a otra persona junto con la investigación que pueda tener y todos los recursos que la investigación pueda tener (uno de las personas implicadas puede, por supuesto, ser la que juegue la carta). Debe haber al menos un laboratorio en juego para poder jugar esta carta y la propiedad de un (y sólo un) laboratorio debe cambiar por el efecto de esta carta.

Protesta estudiantil

Cuando se juega la carta, no tiene ningún efecto. Esta carta refiere al hecho de que, desgraciadamente, es frecuente ver en algún área de la ciencia a estudiantes como mano de obra barata con poco o ningún derecho a protestar. No suele ser el caso en el área de la materia oscura, pero el y la autora de este juego creen que merece la pena concienciar sobre el tema. Esta carta es también un homenaje al gran juego de mesa "Junta" que tiene una carta similar.

No más fondos

Esta carta debe jugarse sobre una investigación en curso. La investigación puede tener recursos o no, incluso estar cumplida (y aún no resuelta ya que la resolución de la investigación cumplida ocurre después de que termina la ronda, luego de que juega la carta de evento). La investigación y todos sus eventuales recursos son retirados del juego. El laboratorio no se ve afectado, y ahora es libre de recibir una nueva investigación. Hay 2 cartas de este evento.

Nuevo avance teórico

Quien lo juegue puede mirar una de las cartas de candidato a materia oscura que aún no fue revelada, en secreto, y luego volver a colocarla, sabiendo ahora si este candidato es o no materia oscura

Encierro COVID

Cuando se juega, todos los recursos jugados en todas las investigaciones activas se descartan. Esto también incluye los recursos en la investigación de quien haya jugado la carta. Nadie está protegido del bloqueo de COVID. Tené en cuenta que la investigación de la vacuna COVID no se ve afectada por esta carta

Extraño sentimiento de Déjà vu

Al jugar esta carta, podés obtener en tu mano una carta de evento que ya ha sido jugada y retirada del juego. Esta es la única manera de que una carta de evento se juegue dos veces durante la partida. La carta elegida se lleva a la mano del jugador, y por supuesto no puede ser jugada hasta el siguiente turno

Protesta estudiantil

Sin efecto

Nueva directora de laboratorio

Cambia la posesión de un laboratorio, moviéndolo con todas sus investigaciones

No más fondos

Cierra una investigación (descartela con todos sus recursos)

Nuevo avance teórico

Puede mirar en secreto una de las cartas de candidato a Materia Oscura

Extraño sentimiento de Déjà vu

Tome en su mano una carta de eventos que ya jugada y retirada del juego

Encierro por COVID

Remover todos los recursos de todas las investigaciones (calvo la de vacuna COVID)

Posdoctorado Brillante

Un postdoc es una persona que investiga en su post-doctorado, uno de los nervios del mundo científico. Esta carta debe jugarse en una investigación (si no hay ninguna investigación en marcha la carta no puede jugarse) y contará por un recurso de cualquier tipo que falte, lo que significa que la investigación se cumplirá con un recurso menos del necesario. Por ejemplo, si una investigación necesita una estudiante, un dato y una publicación, y se juega la carta "Postdoctorado brillante" en ella mientras ya tiene una carta de datos, entonces la investigación sólo necesita una carta de estudiante o una de publicación para cumplirse. No es necesario decir a qué recurso sustituye el postdoctorado cuando se juega. El postdoc se quedará en la investigación hasta que se cumpla y jugará cualquier recurso que sea necesario. Se considera un recurso genérico, y por lo tanto será robado junto con la investigación si se juega "Nueva directora de laboratorio" o "Nuevo IP", se verá afectado por el "Bloqueo de COVID", pero no se verá afectado por las cartas que tienen efectos sobre las cartas de fondos. Una vez realizada la investigación, 'postdoc' se retira del juego y no vuelve a la pila de descarte de fondos.

Postdoco brillante
Se aplica a una investigación. Cuenta como cualquier recurso faltante

Cierre del ministerio de ciencia

Quien lo juegue puede elegir a otra persona y obligarla a descartar todas las cartas de fondos, boca arriba, y colocarlas en la pila de descarte de fondos. Esto incluye todas las cartas de dinero y las cartas de evento que estaban en la mano del jugador objetivo. El jugador objetivo volverá a tener la mano de 3 cartas al final del turno, normalmente. Si la persona no había jugado este turno todavía, no podrá jugar una carta de evento, obviamente. Es una buena manera de devolver al juego (en la pila de descartes) cartas de evento poderosas que algunas personas podrían guardar

Cierre del Ministerio de Ciencia
Elige una persona. Esa debe descartar inmediatamente

Noticias falsas

Todas las personas, incluida la que haya jugado esa carta, deben descartar todas sus cartas de fondos. Al final del turno todas volverán a tener naturalmente 3 cartas de fondos, pero mientras tanto, antes de que termine el turno, nadie podrá jugar más cartas de evento.

Falsas Noticias
Todas las personas deben descartar todas sus cartas de fondos

Revolución

Cada laboratorio, junto con cualquier investigación eventual sobre él y los recursos, se trasladan a la persona de la izquierda. Se podría obtener el mismo efecto si todas las personas cambiaran de silla un paso a la derecha, pero no es así como se hace. Las revoluciones mueven las cosas hacia la izquierda, ¿no?

¡Revolución!
Todas las personas pasan sus laboratorios a la persona a su izquierda

Nuevo investigador principal

El IP suele ser la persona responsable de una investigación. Jugar esta carta le permite tomar una investigación, junto con sus recursos asignados, y trasladarla a otro laboratorio. Para poder jugar esta carta es necesario trasladar una investigación. Si no hay ningún laboratorio que pueda recibir la investigación (debe estar vacío y tener la profundidad correcta), esta carta no se puede jugar

Nuevo Investigador Principal
Muévelo a otro laboratorio

Amistades en la Agencia
Tome todas las cartas de fondos de una persona de su elección. Descarte el exceso

Amistades en la agencia

La agencia suele ser la entidad gubernamental encargada de financiar la investigación básica, como la búsqueda de materia oscura. Quien juegue esta carta debe apuntar a otra persona que juegue y tomar todas sus cartas de fondos. Haciendo esto una persona normalmente debe volver a tener 3 o menos cartas en la mano, pero si está en exceso, entonces uno puede seleccionar qué cartas descartar

Recordá que las cartas de evento se resuelven inmediatamente después de ser jugadas, antes del final del turno (cumpliendo investigaciones, obteniendo nuevas cartas de subvención).

En particular, se puede ganar la partida "robando" una investigación realizada a otro jugador (mediante "Nuevo IP", "Nueva directora de laboratorio" o "¡Revolución!"), o impedir que alguien gane jugando "No hay más fondos" en una investigación realizada antes de que pueda resolverse.

RECOMENDACIONES Y EJEMPLOS

Tips

Las cartas de materia oscura tienen círculos verdes/rojos/negros que corresponden a las cartas de investigación que buscan cada candidato. Axion y MOND tienen 3 círculos verdes, recordando que las 3 cartas de investigación que los buscan funcionan en un laboratorio de superficie.

WIMP por ejemplo es investigado por 2 experimentos que necesitan un laboratorio subterráneo profundo, y 2 que pueden funcionar tanto en un laboratorio subterráneo como en uno profundo. También es el único candidato con 4 propuestas de investigación que lo buscan. Esta información puede ser útil para planificar el juego.



- Los laboratorios son muy limitados en número y juegan un papel importante en el juego.
- Cuando planifiques tu partida, ten siempre en cuenta los efectos de las cartas de evento "¡Revolución!" y "Nueva directora de laboratorio".
- Ten cuidado cuando tengas cartas de evento en la mano. Si no tienes carta de dinero al comienzo de un turno, tendrás que descartar tus 3 cartas de evento para robar 3 nuevas cartas de fondos. Sería una pena descartar todas estas cartas de evento. Mantener 2 cartas de evento en la mano puede ser peligroso si se roba una tercera al final del turno, obligándote a descartarlas todas.
- Aunque tener fondos fuertes (valores grandes en M\$) puede ser bueno para conseguir primero la carta que necesitas, también puede ser peligroso terminar una investigación mientras muchas otras personas todavía tienen que jugar si no se han jugado todas las cartas de evento como "Nuevo investigador principal", "Nueva directora de laboratorio" o "¡Revolución!". Podrías terminar el turno sin ser ya la persona que es dueña de esa investigación y proporcionar la victoria a otra persona.

Ejemplo de una partida

Marcos, Joaquín y Sara están jugando. Se sientan alrededor de la mesa, y ponen delante las 4 cartas de Materia Oscura, WIMP, Sector Oscuro, Axión y MOND. Preparan los montones de cartas de ciencia, laboratorio, investigación y recursos, barajando cada una de ellas.

A continuación, retiran del juego las cartas de dinero 26 a 30 de las cartas de subvención (ya que juegan como 3 jugadores), barajan las cartas, y roban 3 cartas. Marcos roba 3 cartas de dinero, 12, 24 y 42 M\$. Joaquín tiene 2 cartas de dinero, 1 y 8 M\$ y la carta de evento "No hay más fondos". Sara sólo tiene una carta de dinero, 18 M\$, y 2 cartas de evento, "¡Revolución!" y "Protesta estudiantil". Están listas para jugar



Ejemplo de una partida



El primer turno comienza. Se revela la primera carta de cada uno de las 3 pilas, revelando un laboratorio de superficie, la investigación "Experimento brillo a través de la pared" y una carta de recursos que contiene estudiantes.

Marcos juega boca abajo su carta de 24 M\$, Joaquín la de 8 M\$ y Sara no tiene más remedio que jugar la de 18 M\$. Se revelan todas las cartas y se determina el orden: Marcos jugará primero, luego Sara y después Joaquín.

Marcos toma el laboratorio de superficie y lo coloca delante de él. A continuación, da la vuelta a la primera carta de la pila de laboratorios y revela otro laboratorio de superficie.

Sara toma el laboratorio de superficie recién revelado y, de nuevo, da la vuelta a la primera carta del montón de laboratorios, revelando un laboratorio subterráneo profundo. Joaquín toma el laboratorio subterráneo profundo y revela la siguiente carta del montón: un laboratorio subterráneo

El primer turno termina. Las 3 cartas de fondos jugadas (24, 8 y 18 M\$) se descartan al montón de fondos y Marcos, Sara y Joaquín (en el mismo orden de juego) roban una carta cada uno de la pila fondos. Marcos obtiene una carta de 2 M\$, Sara una carta de evento "Postdoc brillante" y Joaquín una carta de 7 M\$.

Las 3 pilas de cartas centrales tienen expuestos un laboratorio de superficie, la investigación "Experimento brillo a través de la pared" y una carta de recursos para estudiantes. Marcos y Sara tienen un laboratorio de superficie expuesto, mientras que Joaquín tiene un laboratorio subterráneo profundo.

El segundo turno comienza y Sara no tiene ninguna carta de dinero en la mano, teniendo 3 cartas de evento. Debe descartarlas, boca arriba, a la pila de descarte de fondos. Marcos y Joaquín se alegran de que Sara haya tenido que descartar cartas de evento. Entonces ella roba 3 cartas nuevas, 4, 13 M\$ y una "Nuevo avance teórico". Marcos juega su carta de 12 M\$, Joaquín la de 7 M\$ y Sara la de 13 M\$. Sara elige primero el "Experimento de brillo a través de la pared" y lo asigna a su laboratorio de superficie. Revela la siguiente carta de investigación, que es "Cristales de centelleo".

Marcos se queja porque también quería el experimento de brillo para su laboratorio de superficie, mientras que la investigación disponible no coincide con su laboratorio. Decide tomar el laboratorio subterráneo, lo coloca frente a él y revela la siguiente carta de laboratorio, un laboratorio de superficie. A continuación, Joaquín elige los "Cristales de centelleo" y los asigna al laboratorio subterráneo, revelando la siguiente carta, el "Observatorio de neutrinos".

Terminado el segundo turno, las cartas de subvención jugadas (13, 12 y 7 M\$) van a la pila de descartes y cada persona roba una nueva carta de fondos. Sara roba los 33 M\$, Marcos los 3 M\$ y Joaquín los 100 M\$. Marcos tiene ante sí 2 laboratorios, uno de superficie y otro subterráneo, Joaquín tiene un laboratorio subterráneo profundo con los "Cristales de centelleo" en funcionamiento. Sara tiene un laboratorio de superficie con el "Experimento de brillo a través de la pared" en funcionamiento. El tercer turno puede comenzar. Las cartas disponibles son un laboratorio de superficie, el "Observatorio de neutrinos" y una carta de recursos para estudiantes.



Nuevo avance teórico

Puede mirar en secreto una de las cartas de candidato a Materia Oscura

Marcos juega un 3 M\$, Sara el 33 M\$ y Joaquín el 100 M\$. Joaquín toma el recurso de estudiante y lo asigna a los "cristales de centelleo", revelando un recurso de publicación. A continuación, Sara juega la carta "Nuevo avance teórico" y mira en secreto el candidato a materia oscura que está debajo de la carta WIMP. Es una carta "Esto NO es materia oscura" y sabe que no debe preocuparse por la investigación "Cristales de centelleo" de Joaquín.

Marcos vuelve a estar descontento ya que la investigación disponible, el "Observatorio de neutrinos", no busca materia oscura. Decide tomar la publicación para más tarde y guarda la carta a su lado, sabiendo que puede guardar 2 cartas más de esta manera. Revela otra carta de publicación.

El tercer turno termina, y Joaquín roba un "Nuevo investigador principal" del montón de fondos, mientras que Sara debe robar 2 cartas (sólo le quedaba una carta), un 21 M\$ y un 22 M\$. Finalmente, Marcos roba una carta, un 25 M\$. Marcos sigue teniendo sus 2 laboratorios, uno de superficie y otro subterráneo, y una publicación guardada.

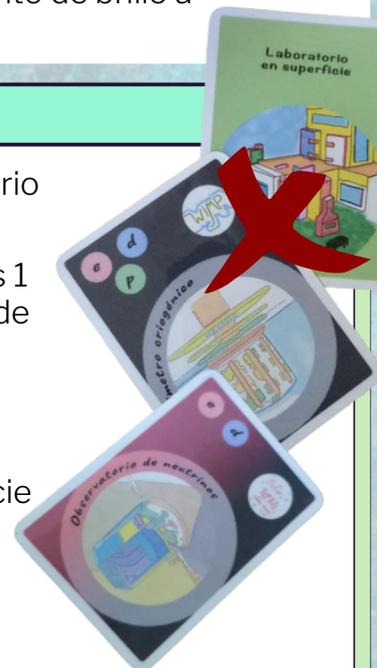
Joaquín tiene un laboratorio subterráneo profundo con los "Cristales de centelleo" en funcionamiento y un recurso estudiantil en él (todavía necesita un dato y una publicación para cumplir con la investigación), y Sara tiene un laboratorio de superficie en funcionamiento con el "Experimento de brillo a través de la pared".

Las 3 cartas disponibles son un laboratorio de superficie, el "Observatorio de neutrinos" y una carta de recursos de publicación.

Comienza el cuarto turno. Marcos juega los 2 M\$, Joaquín los 1 M\$ y Sara los 21 M\$. Sara comienza y elige el "Observatorio de neutrinos" para jugarlo en el laboratorio de superficie de Marcos. Marcos parece bastante descontento con cómo ha empezado la partida para él. Se revela el "Calorímetro criogénico". Marcos se queja mucho. El "Calorímetro criogénico" no puede funcionar en su laboratorio de superficie disponible. La publicación de recursos disponible no puede ayudarlo a deshacerse del "Observatorio de Neutrinos", y el recurso que ha guardado del turno anterior también es una publicación.

Decide tomar el laboratorio de superficie, su segundo, y revela un laboratorio subterráneo profundo. Joaquín asigna entonces la publicación visible a los "Cristales de centelleo", a los que ya sólo les falta un recurso de datos. La siguiente carta de recurso se revela y es un estudiante.

Sara, Marcos y Joaquín roban cada uno una carta del montón de subvenciones para volver a tener 3 cartas, 9 M\$ para Sara, 50 M\$ para Marcos y 10 M\$ para Joaquín. El quinto turno comienza con un laboratorio subterráneo profundo, la investigación "Calorímetro criogénico" y un recurso de datos disponible. Marcos tiene 3 laboratorios, 2 de superficie y uno subterráneo en el que se ejecuta la investigación "Observatorio de neutrinos". Joaquín tiene un laboratorio subterráneo profundo en el que se ejecuta la investigación "Cristales de centelleo" con una estudiante y un recurso de publicación, sólo falta un dato.



Sara sigue con su laboratorio de superficie ejecutando el "experimento del brillo a través de la pared". Marcos juega los 50, Joaquín los 10 y Sara los 22 M\$. Marcos toma los datos para su "Observatorio de Neutrinos" y revela otros datos. Sara toma el laboratorio subterráneo profundo y revela un laboratorio subterráneo.

Joaquín toma los datos de los "Cristales de centelleo" y revela un recurso del estudiante. El turno termina primero resolviendo la investigación cumplida "Cristales de centelleo".

Se revela la carta candidata a materia oscura que está debajo de la carta WIMP y, para sorpresa de nadie, especialmente de Sara, no es materia oscura. La investigación "Cristales de centelleo" y los 3 recursos asociados se descartan del juego, dejando el laboratorio subterráneo de Joaquín disponible para una nueva investigación.



El "Calorímetro criogénico", la carta de investigación visible de la pila de investigación, es también una investigación para WIMP, por lo que se descarta y se revela una nueva investigación, la "TPC de gases nobles". También es una investigación WIMP, así que se descarta de nuevo, y se revela una "Teoría de la Gravedad Cuántica". Todas las personas roban cartas de subvención para volver a tener 3 cartas y el juego continúa con sólo 3 candidatos a materia oscura..

**LA CIENCIA
DETRÁS DEL JUEGO DE CARTAS DE
MATERIA OSCURA**

Este juego está inspirado en el gran esfuerzo internacional de una próspera comunidad para buscar la materia oscura.

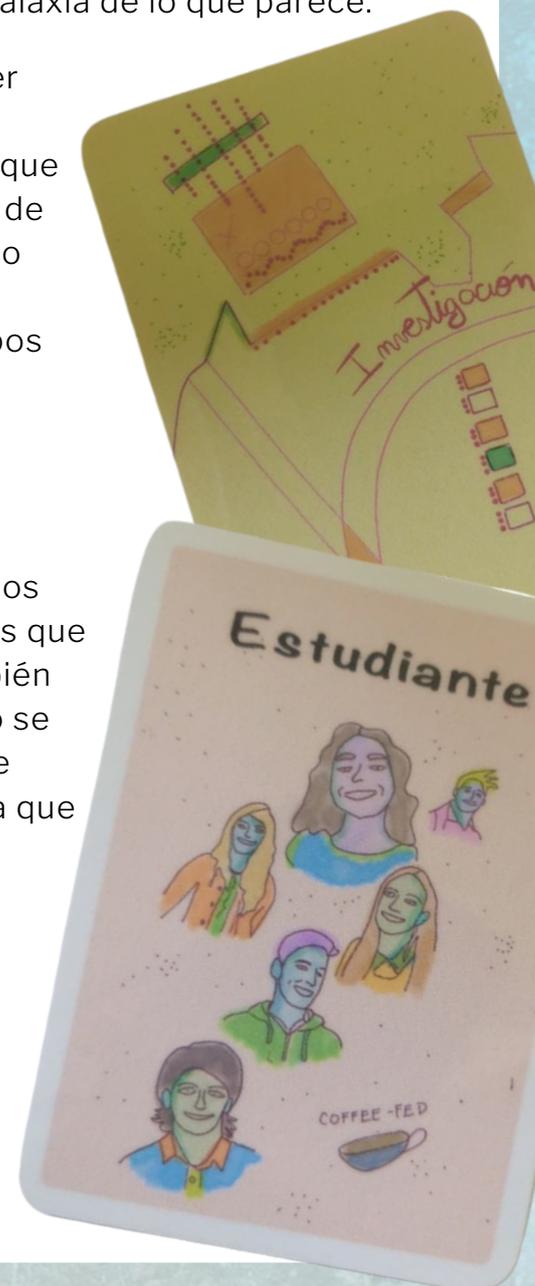
Por supuesto, mucha información sobre la materia oscura y los candidatos específicos que seleccionamos para el juego se puede encontrar en Wikipedia, y es, como siempre, bastante precisa. En esta parte describiremos muy brevemente la materia oscura, los 4 candidatos que elegimos, y lo que hay detrás de las diferentes cartas del juego.

La materia oscura es lo que se supone que es el 85% de la materia del Universo. Observando cómo se comporta el Universo, encontramos muchos indicios de que hay más materia de la que parece. Las estrellas de las galaxias se mueven muy rápido a medida que se alejan del centro. Deberían alejarse de la galaxia hacia lo desconocido, y sin embargo no lo hacen, siguen girando alrededor del centro de la galaxia. Creemos que esto se debe a que hay más en la galaxia de lo que parece.

Además de las estrellas y el gas interestelar, puede haber una forma extra de materia, 6 veces más presente que nuestra materia normal conocida: la materia oscura. Aunque puede parecer un poco exagerado postular la existencia de una nueva forma de materia "sólo" porque las estrellas no giran como esperamos, **éste no es el único indicio que tenemos**. Cuando observamos cómo se mueven los grupos de galaxias uno con respecto a otro, encontramos las mismas anomalías de movimiento, y la misma solución parece arreglar la anomalía: añadir 6 veces más materia, una materia invisible.

Entonces, cuando la galaxia colisiona también necesitamos más materia para explicar lo que vemos. Y como sabemos que la materia (cuando hay mucha) puede desviar la luz, también podemos medir la cantidad de materia observando cómo se desvía la luz, lo que llamamos lentes gravitacionales. Y de nuevo, ¿adivinen qué? Necesitamos 6 veces más materia que la materia normal que observamos para explicar las observaciones de las lentes.

Por último, observando el Universo en su conjunto, los restos de sus primeros instantes (el llamado Fondo Cosmológico de Microondas), también encontramos patrones que sólo podemos explicar añadiendo más materia ¿Cuánto? 6 veces más.



Todo esto no puede ser una coincidencia. ¿O sí?...

Algo interesante (o molesto) sobre la Materia Oscura es que sabemos que no puede interactuar mucho con la materia regular, de lo contrario veríamos estas interacciones y la Materia Oscura no sería por tanto oscura. Esto significa que si la Materia Oscura estuviera hecha de partículas, éstas podrían, por ejemplo, atravesar la Tierra sin ningún problema. Esto es muy interesante porque si construimos un detector para una partícula candidata a materia oscura específica, y lo encendemos, empezaremos a ver muchas señales, no producidas por la materia oscura, sino producidas por partículas de materia normal.

Ahora bien, si una persona se ubica bajo la tierra, la roca absorbe lentamente la radiación cósmica y la tasa de eventos detectados desciende. Rápido. Mientras que un detector típico de 1 metro cúbico detectaría cientos de partículas por segundo en la superficie, sólo detectaría una por hora a 1 km bajo tierra, y una por día a 2 km de profundidad. Esta es la razón por la que una parte importante de la búsqueda de la materia oscura se lleva a cabo bajo tierra, o a gran profundidad, y por la que muchos de los experimentos mencionados en el juego tienen que funcionar en laboratorios subterráneos, o a gran profundidad.

La denominación no es clara, pero se puede considerar que los laboratorios situados por debajo de 1,5 km de profundidad se denominan laboratorios profundos. En este juego, los laboratorios de superficie podrían ser cualquier institución científica con grupos de investigación en física de partículas, teórica o experimental.

La búsqueda de materia oscura es definitivamente un campo de investigación muy activo, y hay cientos de candidatos diferentes para esta materia perdida. Hemos elegido para este juego 4 de ellos:

WIMP

La partícula masiva débilmente interactiva. Ha sido la estrella del espectáculo durante décadas, el candidato más probable para la materia oscura. Había muchos buenos modelos teóricos que predecían formas de que el Universo creara una WIMP, una partícula que interactuaría débilmente (lo que significa que sería invisible, ya que no interactúa mucho), pero que sería masiva (y por lo tanto podría afectar a la gravedad de todas las formas descritas anteriormente).



Aunque fue y sigue siendo la estrella del espectáculo, los modelos más "naturales" (es decir, los más sencillos, los más fáciles de justificar) ya han sido excluidos por los grandes experimentos de búsqueda de materia oscura y, aunque siempre se pueden ajustar los parámetros para crear un modelo justo al borde de los límites de detección actuales, una parte importante de la comunidad científica está empezando a diversificar la actividad en busca de otros candidatos. Sin embargo, en el juego, el WIMP es el único candidato que tiene 4 cartas de investigación para él, lo que refleja el estado actual de la caza de la materia oscura.

Sector oscuro

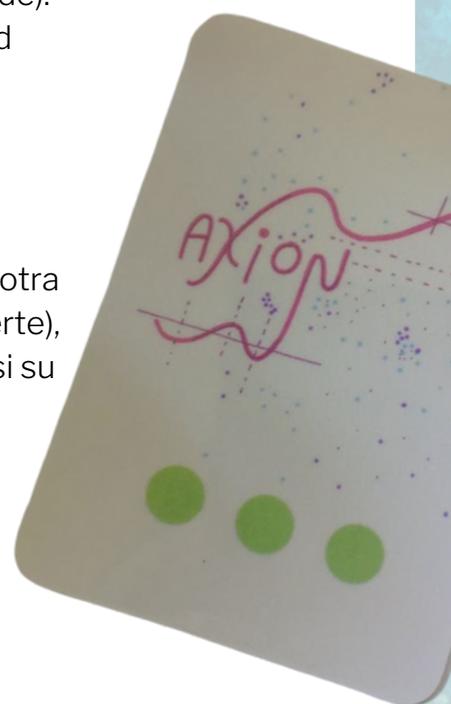
En las teorías del Sector Oscuro existe todo un mundo oscuro junto a nuestro mundo normal, pero no interactúan mucho. Muchos modelos proponen la comunicación entre ambos mundos, pero esto implicaría probablemente partículas de materia oscura de menor masa. Esto implica normalmente que los detectores tienen que ser más precisos (y por lo tanto a menudo tienen que ser operados a mayor profundidad), pero no necesitan ser tan grandes (sabemos que aquí hay 6 veces más materia oscura que materia normal. Si sus partículas son "ligeras" necesitamos más partículas que si son "pesadas" para obtener la misma cantidad de masa. Por tanto, si son "ligeras", hay muchas, y puede que no necesitemos un detector demasiado grande). Estos modelos se han ido haciendo más presentes en la comunidad dado el no descubrimiento de los WIMP.

AXION

El axión es una partícula teórica que se ha propuesto para resolver otra cuestión de la física de partículas (el llamado problema de la CP fuerte), pero también puede ser un gran candidato para la materia oscura, si su masa y densidad están en el rango adecuado.

Ha recibido mucha atención en la comunidad como un candidato bien motivado que podría resolver dos problemas de física de larga data a la vez. Es una partícula mucho más ligera que lo que se ha discutido anteriormente, millones de millones de veces más ligera. Tan ligera que en la práctica rara vez la buscamos de la misma manera.

Mientras que para el WIMP y el Sector Oscuro esperamos que una partícula de materia oscura se disperse en nuestro detector y se mueva/rompa algo, el axión se considera una onda más que una partícula, y se detecta como una interferencia que aparece en frecuencias específicas, o luz que sale de la nada. No sólo los métodos de detección son totalmente diferentes, sino que los rayos cósmicos ya no son un problema, lo que significa que los experimentos pueden realizarse en la superficie.



MOND

El último candidato es un poco diferente a los anteriores. Aquí, la idea es que la ley física que conocemos y utilizamos puede no ser válida a grandes escalas. Hay una variedad de modificaciones de las leyes de la gravedad que pretenden explicar las diferentes discrepancias en las observaciones que llevan a la introducción de la materia oscura.

MOND es uno de estos modelos, y a veces se utiliza como forma genérica de describir estas teorías. Aunque muchos de estos modelos pueden explicar adecuadamente una discrepancia (por ejemplo, la rotación de la curva de las galaxias), ninguno ha conseguido dar una visión completa de todas las observaciones. La comunidad suele preferir la partícula Materia Oscura por el hecho de que una sola partícula puede explicar (casi) todas las observaciones.

Sin embargo, se hacen muchos esfuerzos teóricos para demostrar que la comunidad está equivocada y resolver el problema de la materia oscura con una nueva teoría de la gravedad. Obviamente, quien trabaja en este tema no necesita ir bajo tierra y (por suerte) trabaja en la superficie.

Por último, las 15 cartas de investigación se eligieron para que fueran una amplia descripción de la investigación en el área. Para cada investigación, el dibujo que ilustra la carta se inspiró en investigaciones y experimentos reales:



Gas Noble TPC.

Se trata del experimento más eficiente sobre la materia oscura, que busca principalmente WIMPs. El dibujo se basa en el experimento XENON, el primero de su clase y que sigue liderando el camino junto con otros experimentos similares, junto con LUX/LZ y Panda-X, todos ellos utilizando xenón en forma líquida y gaseosa para operar toneladas de volumen de objetivo en el que una partícula de materia oscura podría interactuar. Al ser el experimento líder, es el único que necesita sólo 2 recursos para buscar WIMPs. También están en esta categoría los experimentos que utilizan argón como gas noble, en forma líquida y gaseosa también, como el experimento Dark Side



Cristales Centelladores

Estos cristales se utilizan en muchos experimentos de física de partículas para observar el paso de las mismas. El dibujo es del experimento DAMA/LIBRA, el único experimento que afirma una señal positiva para la materia oscura. La señal observada (una señal indirecta) está en contradicción con la ausencia de señal de otros experimentos, especialmente (pero no sólo) los de gas noble TPC. Son tiempos emocionantes...



Calorímetro Criogénico

Una forma de buscar la materia oscura es tener un material muy (muy) frío (lo más cerca posible del cero absoluto) y esperar a que una partícula de materia oscura lo golpee y lo caliente (no es un juego de palabras). Al operar a temperaturas milikelvin, estos experimentos son sensibles a cambios de temperatura extremadamente pequeños, es decir, a golpes extremadamente pequeños de materia oscura. El dibujo se basa en el experimento de materia oscura CRESST, el principal de su clase.

Cámara de burbujas

Se trata de detectores interesantes, ya que se utilizaron en los primeros días de la física de partículas en los aceleradores, pero luego se dejaron de lado debido a que no pueden reaccionar con suficiente rapidez ante muchas partículas. En estas cámaras el rastro de una partícula se visualiza por medio de burbujas (utilizando líquidos fuera de equilibrio), pero cuando se produce la interacción de muchas partículas no hay tiempo suficiente para preparar de nuevo el líquido para la siguiente interacción. Si bien esto ha sido un problema durante un tiempo en la física de partículas realizada en aceleradores, en las búsquedas de materia oscura la mayor parte del tiempo no ocurre nada. Esto ha permitido que estos detectores vuelvan a ser retirados. El dibujo se basa en el experimento PICO.

Nanocables Superconductores

Se trata de detectores interesantes, ya que fueron los primeros en utilizarse para la búsqueda de materia oscura. Estos aún no están preparados para la búsqueda generalizada de materia oscura, pero son prototipos de futuros experimentos. Los diferentes diseños y materiales de los nanocables abren la ventana a detectores aún más sensibles que los semiconductores. Es una prueba de concepto de lo que podrían ser los cazadores del sector oscuro en un futuro próximo. El dibujo se basa en los trabajos relacionados con los SNSPD (detectores monofotónicos de superconductores y nanocables).

Detectores de estado sólido

Estos detectores son una variante de los detectores criogénicos, que funcionan también a baja temperatura, pero pueden utilizar semiconductores para aprovechar las interacciones de las partículas de materia oscura con los electrones. Esto abre una nueva ventana para la materia oscura "más ligera", ya que es más fácil golpear a un electrón que a un átomo, y por lo tanto puede abrir el Sector Oscuro. El dibujo se basa en el experimento SuperCDMS.



Cámara pixelada

Al igual que los anteriores, estos detectores no son más que un gran sensor de cámara que toma imágenes vacías en la oscuridad, con la esperanza de ver las interacciones de la materia oscura como pequeños puntos que aparecen de la nada. La última versión de estas cámaras toma horas para leer una imagen, pero son tan precisas que pueden ver electrones individuales y esto las convierte en los mejores cazadores del sector oscuro hasta la fecha. El dibujo se basa en el experimento DAMIC.

Telescopio de Axiones

Los axiones podrían producirse en el sol, y una forma de encontrarlos sería mirar al sol con un telescopio, ¡pero dentro de un edificio cerrado! Aunque no se viera la luz, un axión atravesaría la pared sin problemas. La dificultad estriba en hacer visible el axión dentro del telescopio. Para ello se producen campos magnéticos extremadamente fuertes mediante imanes superconductores en el telescopio. El dibujo se basa en el diseño de IAXO, el futuro de este tipo de experimentos

Experimento sobre el brillo a través de la pared.

Similar al anterior telescopio de axión, otra idea es producir luz, convertirla en axión en, de nuevo, grandes imanes superconductores, poner una pared, y luego poner otros imanes superconductores para volver a convertir un axión en luz y ver si se puede sacar luz de la pared... El dibujo se basa en el experimento ALPSII.

Experimento de microondas con axiones.

Otra forma de buscar axiones es tener una cavidad de microondas optimizada para captar una frecuencia específica de luz, que sería producida por un axión que se convierte en luz en un imán de campo magnético fuerte, como se ha hecho anteriormente. La cavidad tiene que estar optimizada para captar señales muy pequeñas, no el típico horno de microondas. El dibujo se basa en ADMX, el experimento pionero en la materia.

Nueva teoría de la gravedad

Esa es la solución estándar de MOND, la dinámica newtoniana modificada.

Cambiar la gravedad no es fácil, porque la dinámica newtoniana funciona bastante bien, y la relatividad general parece impecable hasta ahora. Encontrar una teoría modificada que funcione como la habitual a escala solar, y que luego funcione como se observa a escala galáctica, y que aún así no salte por los aires al ir a escalas intergalácticas, o a la escala completa del Universo, describiendo adecuadamente las colisiones galácticas y otros efectos, no es ni mucho menos una tarea fácil.

5ta fuerza

Cuando no se pueden encontrar nuevas partículas, y las 4 fuerzas que conocemos en la Naturaleza no pueden explicar lo que observamos, entonces tal vez sea el momento de avanzar y añadir una 5ª fuerza a la ecuación. Hay aquí y allá algunas anomalías en la física de partículas que pueden insinuar una 5ª fuerza. ¿Quizás?

Teoría de gravedad cuántica

El santo grial de la física teórica.

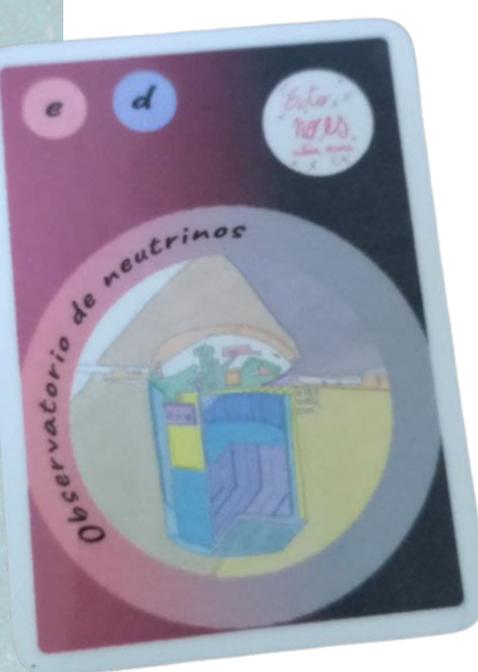
La mecánica cuántica es una maravilla de la física moderna, pero no tiene gravedad. La relatividad general ha superado todas las pruebas a las que se ha sometido, e incluso ha conducido al descubrimiento de las ondas gravitacionales. Sin embargo, no se hablan entre sí. ¿Será posible que formen parte naturalmente de una gran "teoría del todo"?

Observatorio de neutrinos

La ciencia de los neutrinos es la otra ciencia principal que se realiza en los laboratorios subterráneos. Los neutrinos interactúan débilmente y, por tanto, pueden atravesar la Tierra sin problemas, lo que significa que observarlos es una tarea similar a la de buscar materia oscura. De hecho, puede que incluso empiecen a ser un problema cuando los detectores de materia oscura empiecen a observar los neutrinos. Mientras tanto, son una ciencia hermana de la de la materia oscura. El observatorio dibujado es SuperKamiokande, una estrella en la ciencia de la observación de neutrinos.

COVID-19 vacuna

Por último, no podríamos lanzar un juego basado en la ciencia hoy en día sin que COVID estuviera presente. Impactó a la comunidad de búsqueda de materia oscura como a cualquier otro ser en la Tierra, y claramente el desarrollo de una vacuna ha sido y es una de las actividades más importantes que se realizan en los laboratorios.



MATERIA OSCURA

El juego de cartas



Como todo en la ciencia, algo se considera válido hasta que se demuestre lo contrario.

Si has encontrado alguna imprecisión en este documento, querés saber más sobre alguno de los temas del juego, o simplemente deseás saludarnos, envíanos un mensaje a pff@labdpr.org

