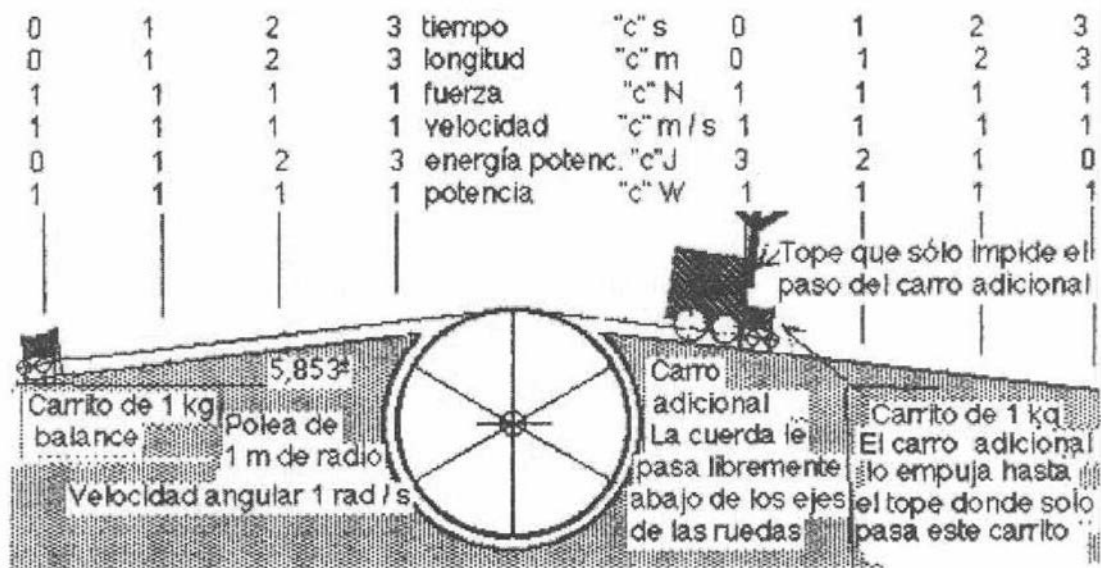




MÁQUINA DE  
CARLOS  
AGUERREVERE



Aunque la concepción de mi máquina sigue siendo la misma que George Atwood inventó, aspiro a que me la califiquen como invento porque en mi investigación le capté méritos extras que debió haber tenido y la transformé para que pueda tener esos méritos. También aspiro a que recomienden difundir mi máquina, por ser una ayuda pedagógica para la comprensión del Sistema Internacional de Unidades.

■ Ing. Carlos Aguerrevere Ruiz

## OBJETIVO

Aspiro a que se me califique como invento el Trabajo de Investigación que he hecho sobre la filosofía en la cual se fundamentan los sistemas de unidades, lo cual me encauzó a concebir una Máquina inspirada en la Máquina de Atwood, a la cual la considero que se le puede calificar como el Equipo Modelo para ayudar en la comprensión del Sistema Internacional de Unidades (SI).

Aspiro a que en el veredicto de mi Trabajo de Investigación se recomiende **difundirlo**, de tal forma que todos los Laboratorios de Enseñanza de Física que lo deseen puedan disponer de máquinas construidas libremente de acuerdo con las figuras de este trabajo de investigación. *Todo esto es con el OBJETIVO de facilitarle al público la comprensión de los conceptos de las unidades del SI y la comprensión de la interrelación física que existe entre las unidades.*

Toda la argumentación que presento en este trabajo de investigación se deriva del refrán: "Al que a buen árbol se arrima buena sombra lo cobija".

## PRÓLOGO

Considero que mi Trabajo de Investigación es muy **ORIGINAL Y NOVEDOSO**. Por lo tanto debo relacionar desde este Prólogo dos puntos que considero pueden resultar ser controversiales:

**El primer punto** que puede resultar ser controversial es el trabajo en si mismo, porque presento **mi opinión** de que al SI le vendría bien anexarle una Máquina de mi invención que reafirma en forma física la coherencia abstracta que existe entre sus unidades.

Estoy en total conocimiento de que **el SI no tiene ninguna Máquina Especial, y además estoy en conocimiento de que nadie habla osado "desvirtuar" la naturaleza abstracta del SI proponiendo anexarle una máquina.**

La palabra **desvirtuar** la he escrito entre **comillas** porque mi posición es que solamente estoy presentando algo **DISTINTO A LO TRADICIONALMENTE ESTABLECIDO**, pero a lo que lo considero que es, **ADEMÁS DE COMPATIBLE CON LO ESTABLECIDO**, una ayuda pedagógica para la comprensión de los conceptos de las unidades, lo cual a la vez produce la comprensión de la sistematización que existen entre ellas, determinada por las Leyes de la Física.

Esta posición la baso en que considero que una cosa es la **comprensión** de los conceptos de las unidades y otra cosa es la **pasión** por la precisión en sus medidas. Con mi máquina se **comprenden** adecuadamente los conceptos de las unidades, **y todo queda compatible con el hecho de que para precisar a los conceptos haya que remitirse a los documentos tradicionales.**

La "herramienta" que sistemáticamente uso en mi exposición es la de las aproximaciones asintóticas. Esto me permite concentrar la atención en la filosofía relacionada con los conceptos de las unidades **sin que hayan muchas distracciones relacionadas con cálculos precisos.** La precisión numérica es imprescindible en la mayoría de otros documentos, pero considero que para el presente Trabajo de Investigación se puede obviar.

Resumiendo todo lo que he expresado, quiero reafirmar que a la **unión física** que con mi máquina produzco entre las unidades, considero que no quede reñida con la **unión de carácter solamente lógico** que aparece en los documentos tradicionales; y como lo **concreto** es siempre mucho más fácil de comprender que lo **abstracto**, creo que he producido un documento pedagógico que resultará del aprecio del público.

**El otro punto** que puede resultar ser controversial en este Trabajo de Investigación es mi explicación del porqué todos los cuerpos caen con la misma aceleración. Espero que a mi argumentación para este otro punto también se la califique como aceptable, en ella expreso **mi opinión** de que el equilibrio acelerado de D'Alembert no solamente es algo matemático sino que además es un hecho físico. Debo señalar que **no** estoy de acuerdo con lo que se suele hacer de calificar a la fuerza de inercia como una **fuerza "ficticia"**. Yo considero que la fuerza de inercia es realmente una **fuerza FÍSICA, y precisamente al considerar que esta fuerza es real es que derivo mi explicación del por qué todos los cuerpos caen con la misma aceleración.**

De acuerdo con las reglas establecidas para procurar ser novedoso, acepto que podría suceder que cuando se examine mi argumentación sobre la caída de los cuerpos no se le encuentre aceptable. Por lo tanto, en ese supuesto caso ruego consideren que el encuadre de mi argumentación, con el cual propongo mi máquina, sigue siendo probablemente adecuado, porque después de todo, el argumento de la caída con la misma aceleración que tienen todos los cuerpos, es un hecho experimental. Por lo tanto, sólo

en el texto de este trabajo sostengo mi idea de lo citado en este punto, pero cuando presento la conclusión en lo relacionado con mi máquina no expongo más comentarios sobre la caída de los cuerpos.

## RESUMEN

Creo demostrar que la Máquina que George Atwood inventó en 1784 DEBIO HABER SIDO el Equipo Modelo para ayudar en la comprensión de un Sistema Mundial Perfecto de Unidades. Propongo que por las circunstancias a una máquina que he concebido inspirándome en la Máquina de Atwood, que la llamo la MAQUINA DE CARLOS AGUERREVERE, se la califique como el Equipo Modelo para ayudar en la comprensión del Sistema Internacional de Unidades (SI).

Esta proposición sólo la puedo sustentar con lo que espero podrán calificar como un muy buen gusto, lo cual no es un argumento científico. Pero como los asuntos científicos son también los asuntos humanos, donde el buen gusto es muy importante, me permito solicitar la consideración de la idea que presento en este Trabajo de Investigación, que creo se me podrá calificar como invento.

El caso es que dentro del criterio del SI está la coherencia matemática de sus unidades, esto es que según se sintetizan los conceptos y por tanto sus unidades de medida agrupándose de acuerdo con las leyes de la Física, siempre lo hacen con cantidades unitarias de las unidades que participan. Pero el punto es que sólo se tiene coherencia matemática y por lo tanto abstracta de sus unidades, y pienso que puede ser del gusto de la comunidad humana el tenerse (sólo para los efectos de la comprensión de los conceptos) el caso particular de la máquina que sea la más sencilla que reafirme que la coherencia matemática viene de la coherencia física, e incluso pienso que se calificará como feliz idea el que la máquina que propongo particularmente funciona con cantidades unitarias de las unidades del SI.

En el texto hago ver que la máquina que en principio cumpliría con el propósito de este Trabajo de investigación es la Máquina de Atwood, pero explico la circunstancia por la cual esta Máquina no se puede aplicar para el gusto particular de que se puedan encajar las unidades del SI.

Oportunamente detallaré que la razón por la cual la Máquina de Atwood no se puede aplicar para sintetizar las unidades del SI **es que la concepción**

**de este sistema es solamente inercial. Si** a los humanos se nos hubiese ocurrido tener un sistema de unidades que sea inercial (como es el SI) **pero que a la vez tenga una coincidencia gravitacional** (particularmente en el Campo Gravitacional Estándar), se tendría que las unidades más notables de la Disciplina Mecánica de la Física encajarían perfectamente bien en la Máquina de Atwood. Se tendría lo que se podría llamar el Sistema **Perfecto** de Unidades, el cual tendría añadido, sólo para los efectos pedagógicos, un Equipo Modelo que reafirme que se tiene un sistema físico de unidades.

Para cumplir con el objetivo de que se tenga una máquina que funcione con cantidades unitarias de las unidades del SI, tomé el concepto de la Máquina de Atwood y luego lo **transformé** para desarrollar una máquina que por las circunstancias es **un poco complicada**, pero tiene la particularidad de que la componente activa del Campo Gravitacional Estándar es unitaria. **Por lo tanto, en forma artificiosa logro que el SI tenga una coincidencia gravitacional.**

Ahora es conveniente comentar que relacionado con el tema de las unidades se tienen dos tipos de problemas. El menos grave de los problemas es que no se tenga sólo una unidad para cada concepto, por ejemplo, para medir el concepto de longitud se tiene el metro, al pie y muchas más unidades (esto sólo origina problemas principalmente comerciales que no son el tema de este ensayo). **El más grave de los problemas es que hay varias formas de sistematizar a las unidades, lo cual determina que las ecuaciones de la Física suelen ser distintas según el sistema con el cual se las conciba.**

Básicamente sólo se han concebido cuatro sistemas de unidades que hayan tenido gran aceptación. Ninguno es perfecto pero en todos se logran hacer maniobras para que se tenga gran alcance en el estudio de la Física.

Los sistemas de unidades se pueden agrupar en gravitacionales, donde a la unidad de fuerza se la concibe como la que sostiene a la unidad de masa, e inerciales donde a la unidad de fuerza se la concibe como la que acelera a la unidad de masa. Dentro de los sistemas inerciales también se tiene la clasificación de sistemas coherentes y sistemas no coherentes.

**Para lograr la compatibilidad entre los sistemas inerciales del tipo coherente y los sistemas gravitacionales, baso la argumentación en el fenómeno de la caída de los cuerpos.** Para esto presento experimentos con las explicaciones del caso por medio de los cuales **se comprende por qué du-**

rante la caída de los cuerpos son iguales en magnitud pero opuestas en sentido la fuerza gravitacional y la fuerza inercia! que participan en el fenómeno.

Para la argumentación de este Trabajo de Investigación es muy importante destacar que para el común de los humanos la mejor de las fuerzas es la fuerza gravitacional. Se debe hacer el contraste de indicar que el fundamento de la fuerza inercia! es la aceleración, pero quién de buenas a primeras puede pensar bien sobre objetos acelerados!; mientras que

en el ámbito común humano muchas veces a la fuerza gravitacional se la puede considerar como una constante correspondiente a la unidad de masa que se seleccione.

La Máquina que propongo **funciona** conciliando la concepción inercia! del Sistema Internacional de Unidades con la concepción gravitacional que tiene el Sistema Ingenieril de Unidades.

El mérito final de mi Máquina es reafirmar que el SI es un sistema de unidades **y no una simple yuxtaposición de unidades.**

## INTRODUCCION

### DESCRIPCION Y COMENTARIOS DE LA MAQUINA DE ATWOOD

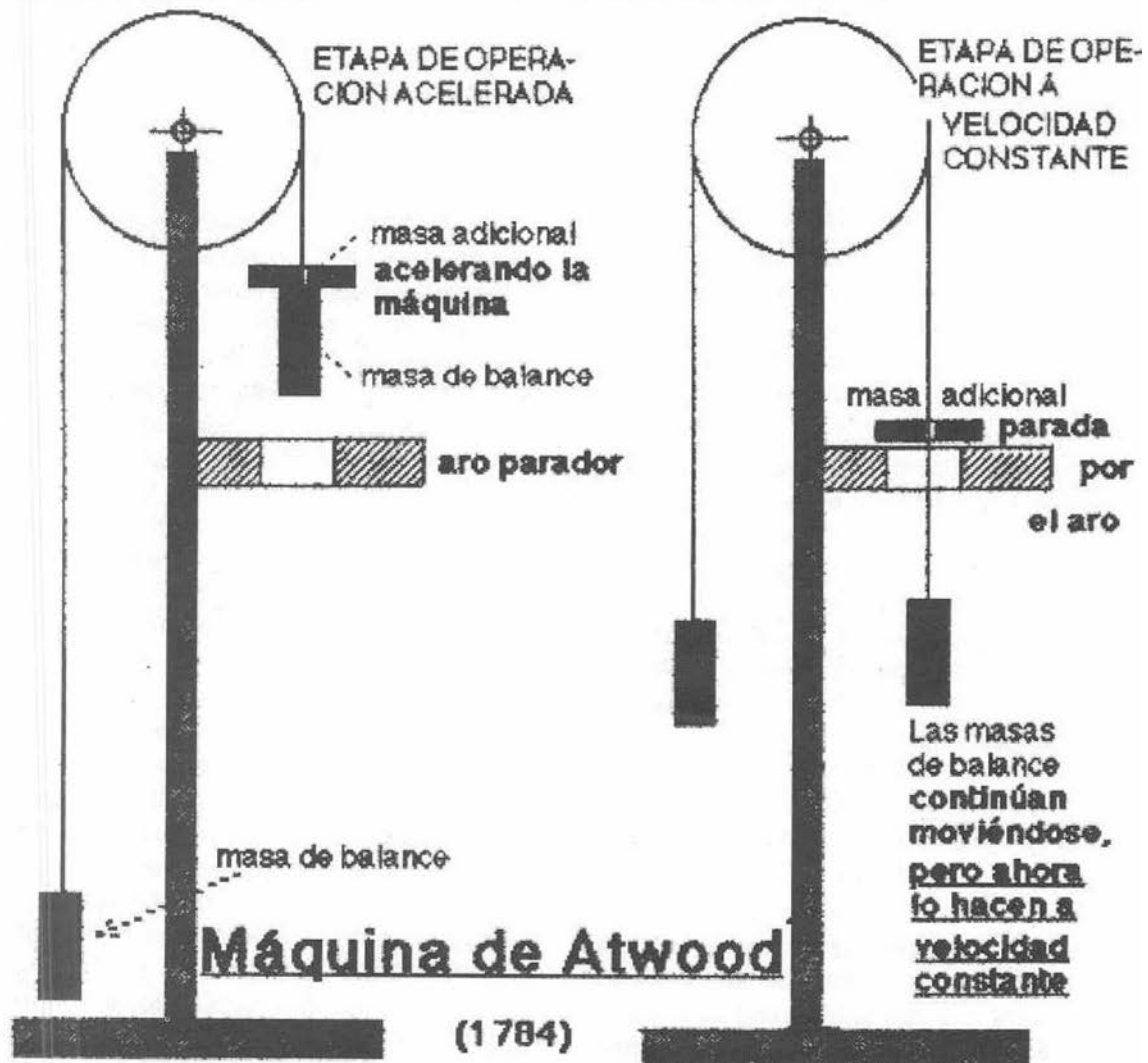


Figura 1

## INTRODUCCIÓN

Como se indica en la Figura 1, la Máquina de Atwood es una simple polea (considerada sin masa) con una cuerda en su garganta, y en cada uno de los dos extremos de la cuerda se cuelgan masas iguales, a las cuales se las llama masas de balance. Además, insertada en la cuerda y dispuesta sobre la masa de balance de uno de los lados de la cuerda se tiene una masa adicional. El detalle es que esta masa adicional tiene un hueco central por el cual pasa libremente la cuerda.

Esta disposición determina que el equipo se acelera en el sentido de caer la masa de balance que tiene arriba la masa adicional, y por supuesto, la otra masa de balance se acelera en el sentido de subir. Pero en un sitio hacia debajo de la carrera que siguen la masa adicional y su masa de balance, se tiene un aro dimensionado de tal forma que logra pasar la masa de balance pero queda parada la masa adicional. Cuando la masa adicional resulta parada, **la máquina sigue funcionando pero de forma más sencilla, pues lo hace a velocidad constante.**

La operación de esta máquina termina cuando las masas de balance concluyan su recorrido de la distancia que les corresponda de acuerdo con las dimensiones de construcción del aparato. Pero es muy interesante "jugar" con la máquina una vez que ha terminado de operar.

Cuando la máquina termina de operar, la masa adicional está quieta parada por el aro y no participa en el equipo. En esta condición se puede disponer el equipo de tal forma que las dos masas de balance queden a la misma altura como correspondería a una balanza común. Pero este equipo no es una balanza común, y por lo tanto, se pueden situar las masas de tal forma que una quede hacia arriba y la otra quede hacia abajo. Y lo más importante de todo, podemos empujar un rato a una de las masas con lo cual el equipo quedará operando a velocidad constante, igual a como sucedía en la etapa de operación a velocidad constante anteriormente indicada.

En el cuerpo de este Trabajo de Investigación destacaré que las "leyes del juego" anteriormente indicadas son la tercera y la primera de las Leyes de Newton, y reafirmaré que con la Máquina de Atwood se las comprende en su forma más sencilla, y además destacaré que la Ley de la Conservación de la Energía también participa en este equipo en su forma más sencilla.

Todo lo anteriormente citado lo detallaré oportunamente, pero lo importante es comentar que la Máquina de Atwood no solamente sirve para comprender a la segunda Ley de Newton, lo cual en muchas oportunidades es lo único que se hace, sino que **esta máquina reúne todas las Leyes de la Disciplina Mecánica de la Física en la forma más sencilla posible.**

Además, hay que adelantar que la Máquina de Atwood permite hacer comentarios muy interesantes sobre la Ley de Gravitación Universal.

En muchos de los libros donde se incluye a la Máquina de Atwood no se indican todos sus detalles constructivos y sólo se la muestra con masas diferentes en los extremos de (a cuerda. Pero para el presente Trabajo de Investigación **aprovecho todos los detalles con los cuales George Atwood inventó esta máquina.**

Los estudios que se suelen hacer con la Máquina de Atwood comienzan con una aproximación asintótica que pronto se indicará. **El objetivo es comprender la segunda Ley de Newton**, y todo sería perfecto si se prescindiera de la masa adicional y entonces **con algún artificio que fuera más adecuado** se le aplicase una fuerza constante en el sentido de bajar a una de las masas de balance, con lo cual la máquina adquiriera una determinada aceleración; y si en el experimento sucesivo se aplica por ejemplo una fuerza de doble magnitud, se tiene que la aceleración será el doble de la aceleración del experimento anterior. El problema es que el artificio para aplicar la fuerza constante con el valor deseado sobre algo que se está acelerando no es muy sencillo, y entonces **el desenvolvimiento se hace con la masa adicional pero con manejos que minimizan otras circunstancias que participan en la operación de la máquina.**

La aproximación asintótica que se suele usar es muy hábil: se procura que la segunda ley de Newton sólo se aplique donde se desee y se la procure *evitar donde no se la quiere*. Para ello a la masa adicional se la escoge mucho menor que a las masas de balance. Así, la aceleración del equipo resulta ser tan pequeña que en lo práctico la masa adicional sólo supone añadirle al equipo una fuerza gravitacional constante que determina el desbalance para el funcionamiento. Por supuesto, si en el siguiente experimento se escoge una masa adicional que sea el doble de la del experimento anterior, se tiene que la aceleración resulta casi duplicada.

En usos más precisos de la Máquina de Atwood se tiene en cuenta que la masa adicional no le aplica

al resto de la máquina toda la fuerza que el Campo Gravitacional determina sobre ella, porque parte de esta fuerza se usa para la aceleración de la propia masa adicional.

Al presente Trabajo de Investigación lo fundamento en el otro extremo de aproximación asintótica que permite la Máquina de Atwood. Rara lo cual considero que la masa adicional sea MUCHÍSIMO MAYOR que las masas de balance. De esta forma se tiene que la aceleración con que cae la masa adicional cuando se la inserta en la máquina es prácticamente la misma que la que se tiene cuando a esta masa adicional se la suelta libremente. Así, al punto de vista que se suele tener, que es ver las aceleraciones que experimentan las masas cuando se les aplican fuerzas, le agrego el punto de vista que permite ver las fuerzas con las cuales las masas se oponen a ser aceleradas. Este es el punto de vista complementario a la segunda Ley de Newton que D'Alembert introdujo para avanzar en la comprensión del pilar fundamental de la mecánica.

## ¿POR QUÉ LA ACELERACIÓN DEBIDA A LA GRAVEDAD NO DEPENDE DE LA CANTIDAD DE MASA DE LOS CUERPOS?

Debo comenzar indicando que en muy pocas publicaciones he visto la respuesta para esta pregunta. La que más me gusta está en la página 35 del libro de Stephen W. Hawking. titulado HISTORIA DEL TIEMPO Del big bang a los agujeros negros (A Brief History of Time From the Big Bang to Black Holes). En muchos de los libros de Física y de Mecánica Racional esto casi se dice, porque explican perfectamente bien el equilibrio acelerado de D'Alembert, de donde se origina la explicación del caso. (Cabe acusar que muchos libros se refieren al experimento de Galileo, pero lo dejan como algo experimental a lo cual no le añaden la explicación del caso.)

Me permito citar la explicación de Hawking: "Se puede ver ahora por que todos los cuerpos caen con la misma rapidez: un cuerpo que tenga doble peso sufrirá una fuerza gravitatoria doble, pero al mismo

tiempo tendrá una masa doble. De acuerdo con la segunda Ley de Newton, estos dos efectos se cancelarán exactamente y la aceleración será la misma en ambos casos".

Con la explicación de Hawking ya todo este punto está dicho, pero de todas formas me permito agregar mi explicación basada en tres intervenciones de la Máquina de Atwood, con las cuales destaco el complemento que D'Alembert le añadió a la Segunda Ley de Newton para avanzar en la comprensión del pilar fundamental de la Mecánica. Con estas intervenciones de la Máquina de Atwood creo que se aumenta la comprensión de este asunto tan importante.

Como se indica en la Figura 2.1, en vez del aro de la Máquina de Atwood se puede colocar un gran electroimán, el cual se lo sitúa al comienzo de la carrera de bajada de la gran masa adicional, con lo cual se puede sostener a esta masa en el tope para soltarla en el momento oportuno. Además para este experimento hay que enlazar entre si la gran masa adicional con la masa de balance que le queda abajo.

A la otra masa de balance, que para este experimento se llama **masa en estudio**, se le instala un primer resorte.



Figura 2.1

El detalle es que el estiramiento del resorte indica cuál es la fuerza que se aplica a la masa en estudio para contrarrestar a la fuerza que el campo gravitacional le aplica.

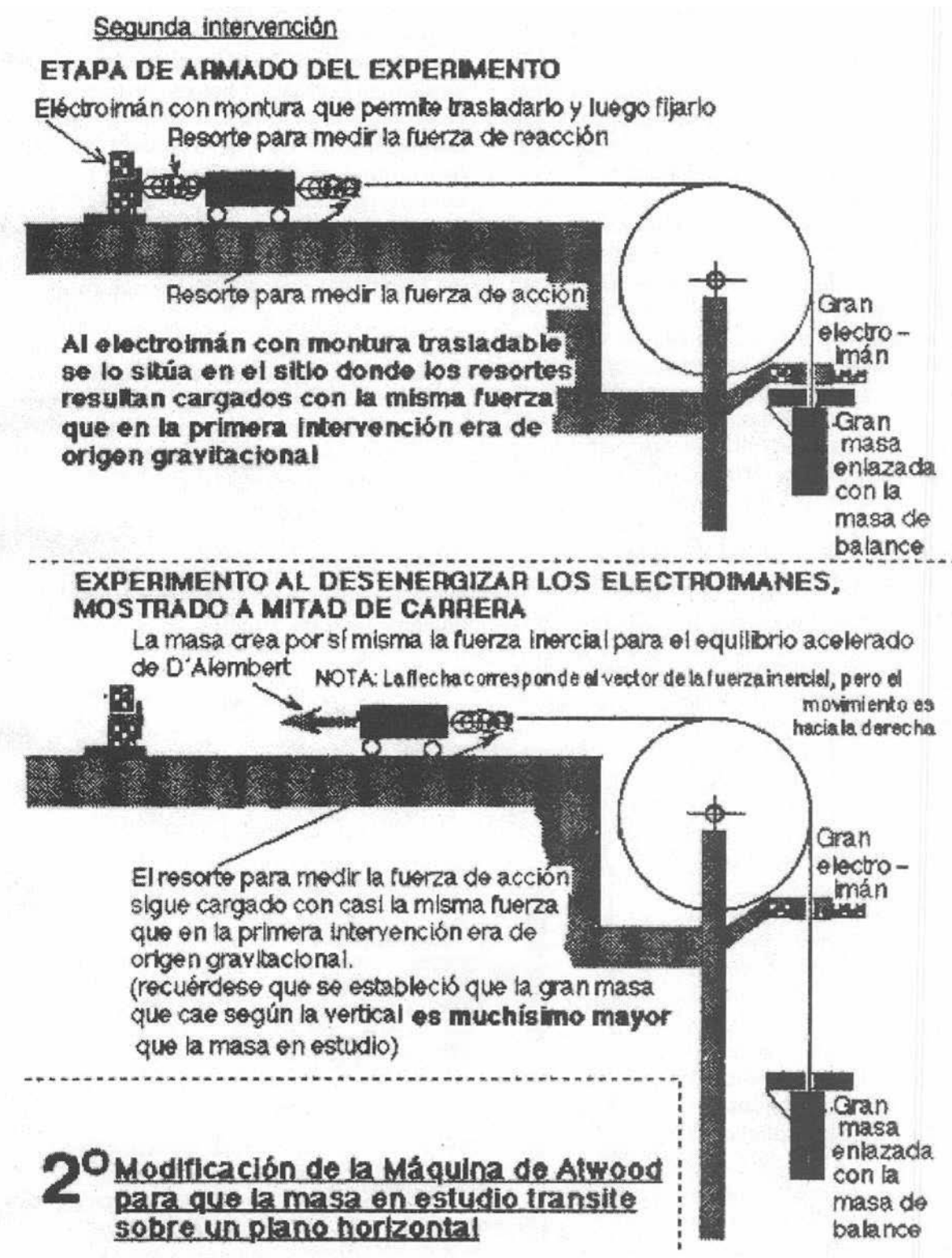


Figura 2.2

Si ahora al aparato se lo modifica como se muestra en las figuras 2.2 **Armado** y 2.2 **Desenergizar**, y particularmente se lo organiza como se muestra en la **Etapas de Armado del Experimento**, de tal forma que la **masa en estudio** ahora transite sin roce sobre un plano horizontal, **y además se le agrega otro resorte pero del lado opuesto al anteriormente indicado**, el cual tenga una pieza de acople a un electroimán que esté montado en un sistema que se fije después de trasladarlo a discreción, **se tiene que se puede ajustar la máquina de tal forma que los resortes acusen la misma fuerza que en la primera intervención era de origen gravitacional.**

Ahora, mirando la misma Figura 2.2 Desenergizar, donde destaca el **Experimento al Desenergizar los Electroimanes**, se tiene que si se desenergizan los dos electroimanes a la vez, la gran masa adicional cae con casi la aceleración gravitacional y arrastra con esta misma aceleración, pero en dirección horizontal, **a la masa en estudio**. Lo importante es que el resorte intercalado entre la cuerda y la masa en estudio **sigue acusando durante todo el tiempo en que dure el experimento, que es mientras lo permitan las dimensiones de la construcción del aparato, casi la misma fuerza de acción que se tenía en el caso estático, la cual es la misma fuerza que en la primera intervención era de origen**

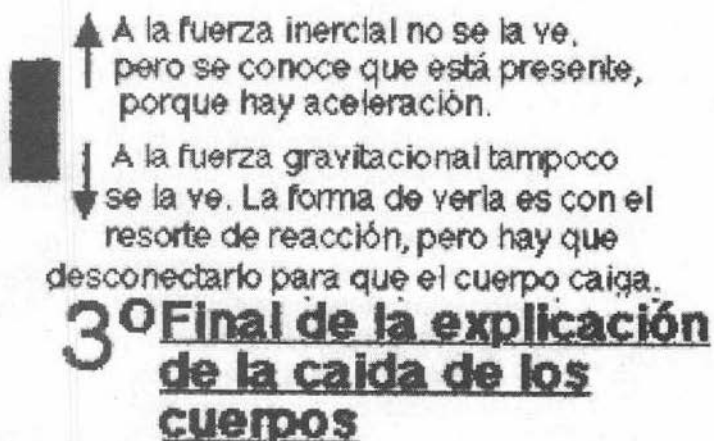
**gravitacional. Lo notable es que esto es así aunque el otro resorte, que es el cercano al electroimán, no acusa fuerza de reacción, pues se le soltó su punto de apoyo al desenergizarse el electroimán.**

La explicación de este fenómeno, **siguiendo la idea de D'Alembert**, es que **la masa en estudio** crea y se **aplica** por si misma la cantidad de fuerza de reacción que acusaba el resorte cercano al electroimán, y esto ella lo hace para oponerse **a la aceleración** que se le está aplicando. A esta nueva fuerza se la llama **fuerza inercia'**. (Algunos la llaman fuerza **ficticia**. otros la llaman fuerza de D'Alembert).

Para reafirmar las explicaciones se puede colocar desde la primera intervención una cantidad de masa en estudio que sea el doble de la considerada anteriormente, con lo cual se tendrá una fuerza gravitacional de cantidad doble a la anterior. Al seguirse los mismos pasos ya indicados, se tendrá que **la aceleración del aparato seguirá siendo casi la gravitacional'**, pero la cantidad de **fuerza inercial también será de casi el doble** de la cantidad de la fuerza inercia' del experimento anterior.

Se concluye que cada masa en consideración se opone a la aceleración gravitacional creando una cantidad de fuerza inercia' igual ala cantidad de fuerza que sobre ella determina el Campo Gravitacional.

### Tercera intervención



Nota: Aunque se suele dibujar solamente a la fuerza gravitacional, considero que tanto la fuerza gravitacional como la fuerza inercial participan en el fenómeno de la caída de los cuerpos.

Figura 2.3



Ahora, según se indica en la Figura 2.3, se puede soltar en el vacío a la masa en estudio **o a cualquier otra masa**. Con todo lo anterior resulta evidente la comprensión de la razón por la cual la aceleración de caída de los cuerpos no depende de su cantidad de masa, **porque al participar la cantidad de masa de tanto la fuerza gravitacional de acción para la caída como de la fuerza inercial contra la caída**, se tiene por consecuencia que el resultado del experimento no dependa de la cantidad de masa.

**Pero la explicación anterior exige ratificar que aunque se tiene igualdad de fuerzas opuestas se produce el fenómeno de la caída.** Para esto lo que hay que comprender es que la fuerza inercia) funciona oponiéndose a la aceleración. **El punto es que al permitirse la aceleración gravitacional se completa la fuerza inercia) necesaria para el equilibrio.**

Cabe ratificar que el común de los hombres comprende lo que es un equilibrio estático. Para el caso se puede considerar una masa colgada por medio de un resorte. En este caso a la fuerza gravitacional que apunta hacia abajo se la equilibra por medio de la fuerza del resorte, la cual apunta hacia arriba. **Una vez que se ha producido el alargamiento correspondiente del resorte**, se produce el equilibrio, porque se tiene la fuerza elástica para el caso, que funciona en forma estática.

La diferencia conceptual entre el equilibrio estático y el equilibrio acelerado es que para el caso del equilibrio estático, **la fuerza en consideración funciona en forma estática, permitiéndose sólo la traslación que para cada caso se necesite**, pero para el caso del equilibrio acelerado, **la fuerza en consideración funciona en forma acelerada, permitiéndose sólo la aceleración que para cada caso se necesite.**

*Se puede ratificar que el común de los hombres intuye y comprende lo que es un equilibrio estático. Pero D'Alembert introdujo la forma de pensar en **la** cual equilibrio significa solamente igualdad de fuerzas contrapuestas, y por lo tanto, lo del caso estático o lo del caso acelerado son detalles extras que aplican según las circunstancias. Además, se debe comentar que D'Alembert produjo una síntesis entre la tercera y la segunda de las Leyes de Newton. La tercera Ley es la relacionada con el equilibrio, y la segunda Ley es la relacionada con la aceleración; la reunión es el equilibrio acelerado de D'Alembert.*

NOTA': Según los diccionarios, a lo que yo llamo fuerza Marcial se lo debe llamar fuerza de inercia. Pero deseo se considere que el lenguaje es algo evolutivo. Al propio SI nadie le agrega un calificativo, pero yo la llamo el sistema inercial SI, porque me resultaría una redacción muy enredada referirme al SI indicando que es el sistema donde a la fuerza se la concibe como fuerza de inercia. De la misma forma, a lo que llamo fuerza gravitacional en lo estricto se lo debe llamar fuerza de la gravedad.

NOTA 2 y NOTA2: Yo **no** estoy de acuerdo con el nombre **Fuerza FICTICIA** y quiero insistir en que a este concepto se lo debe llamar **fuerza inercia**).

Es interesante comentar que durante la caída de los cuerpos a las fuerzas participantes se las conoce por lógica, pero no se las conoce por medio de mediciones concretas realizada por medio de resortes. No se puede organizar un resorte que acuse directamente las fuerzas que participan, porque si se fija el resorte se impide la caída del cuerpo.

Cabe extenderse para comentar que la fuerza gravitacional es evidente en el caso estático, **pero la fuerza gravitacional sigue siendo exactamente la misma cuando el cuerpo está cayendo.** Recuérdese que la fuerza gravitacional viene de la Ley de Gravitación Universal, que establece que esta fuerza es igual al producto de las masas dividido por el cuadrado de la distancia entre sus centros, y no hay participación de otros conceptos, como por ejemplo sería el concepto de aceleración. (La aceleración está relacionada con la otra fuerza participante en la caída de los cuerpos, que es la fuerza inercial).

Si se quiere ser muy preciso, hay que informar que el único concepto relacionado con la Ley de Gravitación Universal que cambia durante la caída de los cuerpos es la distancia entre los centros de las masas participantes, pero en lo práctico no se altera la distancia entre el centro de la Tierra y el centro del cuerpo en consideración, porque el radio de la Tierra es muchísimo mayor que la altura del experimento en consideración.

**Para el concatenamiento de argumentos de este Trabajo de Investigación es de fundamental importancia remarcar que durante la caída de cualquier cuerpo son iguales en magnitud y dirección aunque opuestas en sentido, la fuerza gravitacional y la fuerza inercia! que participan en el fenómeno<sup>22</sup>.**

También estoy en conocimiento de que como el adjetivo **FICTICIA** es el más generalizado entre los autores, puede ser que se considere algo muy discutible lo que yo afirmo, de que en la caída de los cuerpos son iguales la fuerza gravitacional y la fuerza inercia). Además tengo que comentar que muchos consideran que **el concepto de fuerza solamente es algo que puede existir cuando es aplicado tanto por contacto como a distancia**, pero yo considero que el concepto de fuerza también es algo que las masas pueden producir por sí mismas.

Se debe considerar que todo el mundo está de acuerdo con el funcionamiento de los resortes. En estos instrumentos la masa produce por sí misma a la fuerza elástica y ésta funciona al multiplicarse la constante de elasticidad por la variación de tamaño del resorte; pues bien, yo considero que las masas producen por sí mismas a la fuerza inercial, y ésta funciona al multiplicarse a la masa por la aceleración a la cual se las someta. Yo sé que a los resortes **se les aplican fuerzas por ambos extremos**, y sé que en el estudio relacionado con la caída de los cuerpos todo el mundo piensa que **sílo se les aplica la fuerza gravitacional a distancia**; pero insisto en que la causa que explica que la aceleración de caída sea la misma para todos los cuerpos es que ellos se producen y **aplican** por sí mismos la fuerza inercial para el equilibrio, que funciona en forma acelerada. Me repito, yo sé que el procedimiento acordado para resolver los problemas de mecánica es considerar solamente las fuerzas aplicadas al cuerpo, no teniéndose en cuenta las reacciones del cuerpo; pero considero que para el caso de la fuerza inercia) se la debe considerar como una fuerza automáticamente aplicada cuando se aplica la fuerza de acción.

Todavía otro punto que quiero comentares que sé que en la Tercera Ley de Newton se establece que las fuerzas mutuas **entre dos cuerpos** son siempre iguales y dirigidas en sentidos opuestos. Yo estoy de acuerdo en que los cuerpos participantes en **la fuerza de acción** gravitacional para la caída de los cuerpos son el cuerpo en consideración y el cuerpo de la Tierra; pero pienso que el otro cuerpo relacionado con **la fuerza inercia)** es todo el sistema de referencia inercia).

En resumen, quiero comentar que muchos consideran al equilibrio acelerado de D'Alembert *sólo como algo matemático* pero yo considero que este equilibrio es algo que es tanto matemático como **físico**, y por lo tanto considero que por medio de este equilibrio se complementa en forma muy elegante la explicación del porqué todos los cuerpos caen con la misma aceleración. Por todo esto es que en mi Figura 2.3 aparece tanto la fuerza inercial como la fuerza gravitacional, a pesar de que todo el mundo sólo dibuja la fuerza gravitacional.

Espero que a mi argumentación se la considere aceptable, pero de acuerdo con las reglas establecidas para procurar ser novedoso, acepto que podría suceder que la calificación sea contraria. Pero como

la explicación que presentaré del porqué funciona mi Máquina se fundamenta en lo expuesto en este punto, ruego se considere que en cualquier caso mi máquina **experimentalmente funciona (y esto es igual al hecho de que es experimental lo de la caída de los cuerpos)**. Además creo que la máquina que presentaré cumple con su razón de ser, a lo cual también lo tendré que explicar con muchos detalles.

## **LOS PROBLEMAS DE LOS SISTEMAS DE UNIDADES Y COMO DEBIO HABER SIDO EL SISTEMA MUNDIAL DE UNIDADES**

Los humanos "hacemos camino al andar" y algunas veces no nos quedan perfectos, y hay que desenvolverse con ellos. Una vez que nos desenvolvemos con los caminos no perfectos, es fácil darse cuenta de cuál hubiese sido el camino ideal, que es el que resuelve todos los problemas o concilia los gustos involucrados.

El sistema *Mundial de unidades* debió haber sido inercial del tipo coherente y a la vez haber tenido una coincidencia gravitacional.

Los sistemas inerciales del tipo coherente son, en cuanto a lo coherente, aquellos donde al sintetizarse los conceptos y por tanto sus unidades de medida agrupándose de acuerdo con las leyes de la Física, siempre lo hacen con cantidades unitarias de las unidades que participan. Y en cuanto a lo inercia), los sistemas correspondientes a esta clasificación son los que se fundamentan en la principal síntesis que tiene la Naturaleza, la cual es la correspondiente a la segunda Ley de Newton. **Todo esto determina que la unidad de fuerza le debe imprimir a la unidad de masa justamente una unidad de aceleración.**

Lo de la **COINCIDENCIA GRAVITACIONAL ES EL GUSTO QUE YO DESEO SOMETER A CONSIDERACIÓN** en este Trabajo de Investigación.

**Pienso que al tenerse en cuenta lo que espero se me acepte como hecho de que en la caída de los cuerpos son iguales pero opuestas la fuerza gravitacional y la fuerza inercia)**, se desprende que la unidad de fuerza debería ser la que es capaz de sostener a la unidad de masa, o lo que es lo mismo, la unidad de fuerza le debe imprimir a la unidad de masa una cantidad de aceleración igual a la aceleración debida a la Gravedad en el Campo Gravitacional Estándar. **Pero como se está tomando**

NOTA <sup>3</sup>: Recuérdese que en el párrafo de Descripción de la Máquina de Atwood establecí que la asintota que uso en este Trabajo de Investigación es la correspondiente a que La denominada gran masa adicional tiene una cantidad de masa MUCHÍSIMO MAYOR que las otras masas que participen en el experimento. A la aproximación asintótica la considera suficiente para el alcance del presente Trabajo de Investigación.

en consideración que los sistemas deben ser coherentes, se deben escoger las unidades de medida de tal forma que esta aceleración sea unitaria.

El sistema de unidades que finalmente está adoptando la humanidad es el Sistema Internacional de Unidades SI, que es la versión moderna del Sistema Métrico. Este sistema es inercial y del tipo **absolutamente** coherente, **pero no tiene coincidencia gravitacional.**

Ahora se ha agregado la palabra **absoluto**, y entonces se tiene que explicar que lo que se entiende por sistema inercia) y del tipo absolutamente coherente es que, particularmente en el SI, **se tiene absoluto respeto por la unidad de longitud, el metro, y la unidad de tiempo, el segundo, que se habían escogido.** Así, coherentemente la unidad de fuerza, el newton N, le imprime a la unidad de masa, el kilogramo Kg., justamente la aceleración de  $1 \text{ m/s}^2$ .

En nuestro alcance humano no se nos podía ocurrir que no debimos escoger a la unidad de longitud sólo pensando en el concepto de longitud, y de la misma forma, no debimos escoger a la unidad de tiempo sólo pensando en el concepto de tiempo. **Para la escogencia de estas unidades, además de considerarlas en si mismas, debimos haber considerado que con su síntesis correspondiente al concepto de aceleración resulte ser medida como unitaria la aceleración debida a la Gravedad en el Campo Gravitacional Estándar.**

**La Ley más grave que tenemos los humanos es nuestro caso particular de la Ley de la Gravedad.** El SI es un sistema que no complace esta Ley. Nótese que la medida de la aceleración debida a la Gravedad en el Campo Gravitacional Estándar es de  $9,806650 \text{ m/s}^2$ , o [o que es lo mismo, **nótese que se necesitan 9,806650 newton para sostener a 1 kilogramo.**

En un Sistema Mundial de unidades se debió conciliar la característica denominada inercial del tipo absolutamente coherente que tiene el SI **con una coincidencia gravitacional, lo cual implica quitar la característica de absoluto para hacerlo relativo al caso particular del Campo Gravitacional Estándar.** Esto tiene infinitas soluciones, pero para explicar la idea nótese que se podría escoger dejar inalterada a la unidad de tiempo, el segundo, pero escoger para la unidad de longitud digamos la "culebra". Si se estableciera que la "culebra" sea 9,806650 veces el metro actual, se tendría que la unidad coherente de aceleración sería la "culebra"/ $\text{s}^2$ ,

y además se tendría que la medida de la aceleración debida a la Gravedad en el Campo Gravitacional Estándar sería de justamente  $1 \text{ "culebra"/}\text{s}^2$ . Por lo tanto, la unidad de fuerza sería tanto la que acelera coherentemente a la unidad de masa como la que particularmente es capaz de sostener a la unidad de masa en el Campo Gravitacional Estándar. **Se complacería de esta forma a la Ley más grave que tenemos los humanos, sin quitarse la característica de tenerse un sistema inercia! del tipo coherente.**

Ahora es conveniente comentar que el primer sistema de unidades que se hizo corresponde a nuestra intuición y así **a los cuerpos los llamamos pesos**, y a este sistema se lo denomina gravitacional y también se lo denomina sistema práctico. En este sistema la fuerza contrapuesta al peso es la que sostiene a los cuerpos, (al peso y a la fuerza en muchos aspectos se los considera sinónimos); **a la masa se la conceptualiza como el peso sobre la gravedad y este sistema no tiene ninguna unidad para su medida;** a la fuerza inercia! que participa en la caída de los cuerpos se la calcula al multiplicar la conceptualización de la masa por la aceleración debida a la gravedad, y el sistema no es coherente.

**Si bien este sistema es muy respetable** quiero informar que no lo consideraré en la argumentación de este Trabajo de Investigación, porque considero que los cuerpos son físicamente masas, y en todo caso mi trabajo es sobre el SI, donde a los cuerpos se los considera masas.

En los otros sistemas de unidades **A LOS CUERPOS SE LOS CONSIDERAN FÍSICAMENTE MASAS.** En una primera versión que se suele llamar **Sistema Ingenieril**, que es un híbrido entre el concepto gravitacional y el concepto inercial, la unidad de fuerza es la misma que antes equilibrada a la unidad de peso, **sólo que al mismo cuerpo que se llamaba peso ahora se lo reconoce como masa,** y entonces la unidad de fuerza es la que sostiene a la unidad de masa en el Campo Gravitacional Estándar; pero después se prefiere definir a la unidad de fuerza en forma inercial, y se le define como la que le imprime a la unidad de masa una aceleración igual a la aceleración debida a la Gravedad en el Campo Gravitacional Estándar. Particularmente con unidades métricas el kilogramo-fuerza le imprime a la masa del kilogramo la aceleración de  $9,806650 \text{ m/s}^2$ . Y hay que repetir que debido ala circunstancia de que con las unidades escogidas la medida de la aceleración debida a la Gravedad no es unitaria, **resulta que este sistema no es coherente.**

En este Trabajo de Investigación tácitamente le entrego más atención al Sistema Ingenieril que al SI, **porque el Sistema Ingenieril tiene coincidencia gravitacional.**

Dentro del criterio donde los cuerpos son físicamente masas, después apareció la especificación de que los sistemas deben ser coherentes. **A esta especificación se la considera tan importante que para cumplirla se permitió sacrificar la coincidencia gravitacional que tiene el Sistema Ingenieril.** Dentro de este lineamiento hubo un sistema que se usó poco, donde se mantuvo como unidad de fuerza a la que sostiene a la unidad original de masa (la cual unidad de masa luego desaparece), y se agregó otra unidad de masa que en el sistema métrico era la Unidad Técnica de Masa U.T.M., también llamada geokilo, y también llamada slug métrico. La U.T.M. es 9,806650 veces el kilogramo; así, el kg-f acelera a la U.T.M. a  $1 \text{ m/s}^2$ .

Al sistema que tiene la U.T.M. no lo consideraré en este trabajo. Simplemente este es un sistema que pudo competir contra el SI, pero el gusto internacional está en el SI.

Dentro del criterio donde los cuerpos son físicamente masas y el sistema debe ser inercia) del tipo coherente, después apareció el SI, el cual lo comenté al comienzo de este punto, y se debe repetir que en el SI la fuerza del newton le imprime a la masa del kilogramo la aceleración de  $1 \text{ m/s}^2$ , y por lo tanto, la fuerza de un newton no es capaz de sostener a la masa de 1 kg en nuestro Campo Gravitacional Estándar. **Pero es conveniente hacer notar que siempre hay muchas formas para acometer los problemas.**

La forma en que los partidarios del Sistema que tiene la U.T.M. resuelven la falta de coherencia que tiene el Sistema Ingenieril es estableciendo una unidad de masa que es **mayor** que el kilogramo; pero la forma en que en el SI se resuelve este mismo problema es estableciendo una unidad de fuerza que es menor que el kilogramo-fuerza.

Si las soluciones fuesen sólo de carácter intelectual, es decir, se pudiese aislar la circunstancia de que en lo práctico las soluciones nunca deben ser atroces, se resolvería el problema de la falta de coherencia que tiene el Sistema Ingenieril, cambiando el conjunto unidad de longitud con unidad de tiempo con el criterio que anteriormente se estableció, **y se mantendría intacta su característica de tener coincidencia gravitacional.** Por lo tanto, se tendría el sistema perfecto de unidades, al cual se lo podría llamar el Sistema Mundial de unidades.

### **En resumen:**

Los humanos tendremos que continuar nuestros caminos soportando el problema de que nuestro Sistema Internacional de unidades no tiene coincidencia gravitacional.

**Después del próximo párrafo presentaré un paliativo para este problema, lo cual es la razón de ser de este Trabajo de Investigación.**

Por lo pronto hay que repetir que aunque la concepción inercia! de la unidad de fuerza **tiene alcance universal**, se tiene que para el común de los humanos en muchas oportunidades nos resulta más adecuada la concepción gravitacional de la unidad de fuerza. La fuerza inercia! depende de la aceleración, pero ¡quién puede pensar bien de buenas a primeras sobre objetos acelerados!. Y cabe comentar que si bien la fuerza gravitacional que se aplica sobre la unidad de masa varía según la coordenada de latitud, se tiene que se la suele considerar constante en cualquier latitud medida al nivel del mar, e incluso se suele considerar que mantiene su mismo valor a la altura en que vuelan los aviones comerciales o se sumergen los submarinos. **Por lo tanto, la fuerza gravitacional no suele depender de la altura, y además la fuerza gravitacional no depende de la velocidad ni de la aceleración.** La fuerza gravitacional suele ser realmente una constante en el desenvolvimiento normal humano.

## **¿CÓMO HUBIESEN ENCAJADO LAS UNIDADES DE UN SISTEMA PERFECTO EN LA MÁQUINA DE ATWOOD?**

Un sistema de unidades hecho con la concepción del Sistema Perfecto anteriormente indicado (sistema **Mundial** de unidades) encajarla perfectamente bien en la Máquina de Atwood. **En particular, si al Sistema Ingenieril se le cambiase el conjunto formado por la unidad de longitud con la unidad de tiempo con el criterio de que se mida como unitaria la aceleración debida a la Gravedad en el Campo Gravitacional Estándar, se cumpliría con este objetivo. Pero sería una atrocidad proponer unidades nuevas.**

En este Trabajo de Investigación no desarrollaré cómo sería el encaje de las unidades de un sistema perfecto de unidades en la Máquina de Atwood, porque la explicación tendría que ser largamente abstracta para que sirva para cualquier realidad concreta.

**En todo caso,** más adelante indico como encajan las unidades del SI en una Máquina inspirada en la

Máquina de Atwood. Las explicaciones del presente punto corresponderían a no tenerse la complicación de los planos inclinados, por tenerse unidades adecuadas.

Espero que a esta excusa se la pueda considerar adecuada.

### COMIENZO DE LA IDEA DEL PRESENTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Ya he explicado que un sistema perfecto de unidades sería inercial del tipo coherente y a la vez tendría una coincidencia gravitacional. Como para que se tenga el sistema del caso se tendrían que alterar tanto el metro como el segundo, todo lo cual sería una atrocidad, la solución que propongo es estudiar al SI considerando que las masas no están libremente cayendo o colgadas según la vertical, sino que transitan sobre planos inclinados, donde se verifique que la fuerza de 1 N sí es la fuerza activa de origen gravitacional con lo cual la masa de 1 kg tiende a caer. Con esto propongo agregarle, sólo para los efectos explicativos, una coincidencia gravitacional artificial al SI.

Por medio del equilibrio acelerado de D'Alembert se constató que en la caída de los cuerpos son iguales en magnitud y dirección pero opuestas en sentido la

fuerza gravitacional y la fuerza inercia) que participan en el fenómeno.

Como para el común de los humanos la fuerza gravitacional es la mejor de las fuerzas, considero conveniente organizar un artificio donde la resultante del Campo Gravitacional Estándar sea unitaria.

Se sabe por trigonometría que la componente de la fuerza por medio de la cual los cuerpos tienden a caer por un plano inclinado es la fuerza verticalmente aplicada multiplicada por el seno del ángulo entre la horizontal y el plano inclinado. Para el campo de fuerzas se aplica el mismo concepto.

Como el Campo Gravitacional Estándar es de 9,806650 N / kg, y como sólo se desea un campo de fuerzas de 1 N / kg, se tiene:

$$1 \text{ N / kg} = 9,806650 \text{ N / kg} * \text{seno del ángulo}$$

Por lo tanto, con la idea de agregarle al SI una coincidencia gravitacional artificial, el ángulo de los planos inclinados donde se montarán las masas de la máquina que propondré es de 5,853°.

### IDEA DEL PRESENTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Como indico en la Figura 3, la idea de mi presente Trabajo de Investigación viene de transformar o

#### IDEA DEL PRESENTE TRABAJO DE INVESTIGACION

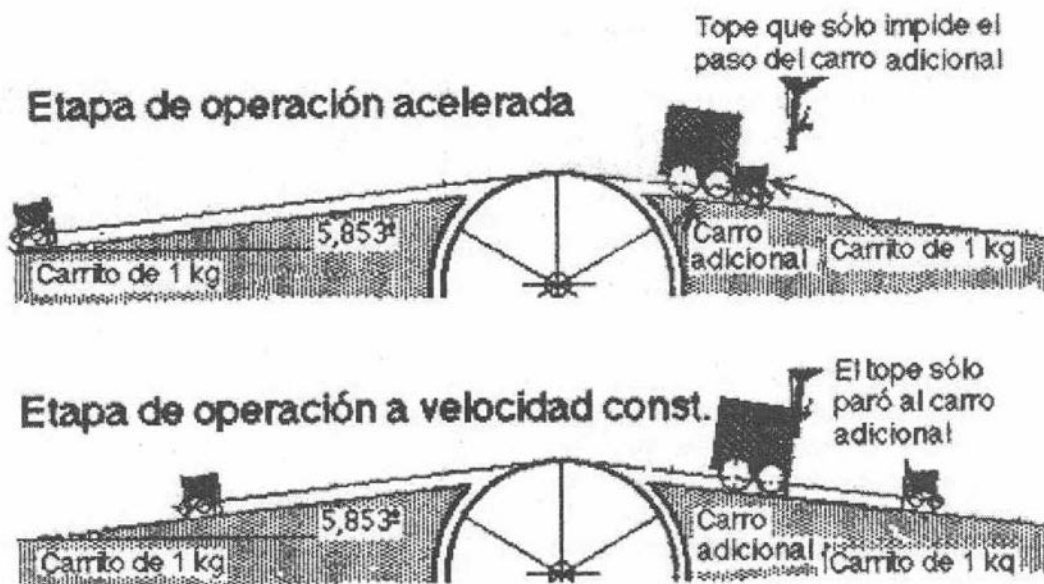


Figura 3

complicar por las circunstancias la concepción de la Máquina de Atwood.

Como reporté en la Figura 1, las masas de la Máquina de Atwood están sencillamente colgadas y transitan según la vertical. En la idea que propongo las masas siguen estando colgadas pero se tiene la complicación de que transitan sobre planos inclinados, cuya pendiente es de  $5,853^\circ$ . Esto cumple con el propósito de que la resultante del Campo Gravitacional Estándar sea de  $1 \text{ N/kg}$ . Así, a  $1 \text{ kg}$  se le aplica la fuerza activa gravitacional de  $1 \text{ N}$ , a  $2 \text{ kg}$  se le aplica la fuerza activa gravitacional de  $2 \text{ N}$ , y así sucesivamente.

**El aparato que propongo funciona igual a como lo hace la Máquina de Atwood**, sólo que con la complicación de los planos inclinados en primera instancia el funcionamiento no es evidente. Nótese que a las masas las monto sobre carros que transitan sin roce sobre los planos inclinados, y nótese que la gran masa adicional ahora es el gran carro adicional, y las masas de balance particularmente son carritos de  $1 \text{ kg}$  cada uno, concatenados por medio de una cuerda, la cual pasa libremente abajo del carro de la gran masa adicional. **También nótese que en vez del aro de la Máquina de Atwood he puesto un tope que cumple con la misma función que tenía el aro, porque por él pasa libremente el carrito de la masa de balance de  $1 \text{ kg}$ , pero este tope impide el tránsito del carro de la gran masa adicional.**

Conocido todo esto se comienza a arrancar mi máquina, véase **etapa de operación acelerada**, situando y sosteniendo al carro de la gran masa adicional en el tope de su plano inclinado y situando al carrito de  $1 \text{ kg}$  de la masa de balance que transita sobre el mismo plano inclinado juntándolo con el carro de la gran masa adicional. **El otro carrito de balance de masa de  $1 \text{ kg}$  resulta situado al pie de su plano inclinado, y esto es debido al concatenamiento que tiene con el primer carrito de balance.**—Si se desea aclaración adicional, léase este párrafo refiriéndose a la máquina original de Atwood, ver Figura 1, y suponga que se elimina el nombre plano inclinado—.

Después se suelta al carro de la gran masa adicional, con lo cual todos los carros de la máquina se mueven en forma acelerada. Pero pronto, al chocar el carro de la gran masa adicional con el tope, se detiene sólo el movimiento de este carro, siendo lo más importante que los carritos de balance continúan moviéndose y lo hacen a velocidad constante. Particularmente en la figura mostrada, véase **etapa de operación a velocidad constante**, la masa de balance de la izquierda queda subiendo y la masa de

balance de la derecha queda bajando. Si no se tuviesen roces y además los dos planos inclinados de la máquina fuesen de longitud infinita, esta etapa del experimento se continuaría siempre a la velocidad que se haya adquirido al final de la etapa acelerada.

Como **me responsabilizo** por mi máquina la he llamado MAQUINA DE CARLOS AGUERREVERE.

## **MANIOBRA PARA QUE LA MAQUINA DE CARLOS AGUERREVERE QUEDE OPERANDO EN SU ETAPA DE FUNCIONAMIENTO A VELOCIDAD CONSTANTE CON LA VELOCIDAD DE $1 \text{ Mis}$**

Antes de comenzar este punto quiero indicar que en este Trabajo de Investigación y en futuros trabajos que sobre el mismo tema oportunamente ojalá pueda presentar, no utilizo la simbología tradicional para las ecuaciones. Por ejemplo para la ecuación de la segunda Ley de Newton, yo no escribo:  $F = M \cdot A$ , o según otros gustos no escribo:  $f = m \cdot a$ . Me desenvuelvo aprovechando que en cuanto a unidades **el SI tiene una simbología perfecta**, y entonces simplemente no utilizo ninguna simbología para lo que unas llaman cantidades (*quantity* en inglés), pero otros llaman magnitudes (*grandeur* en francés) e incluso otros llaman dimensiones. Con todo esto, para la ecuación de la segunda Ley de Newton yo directamente escribo: " $c$ "  $\text{N} = "$ " $c$ "  $\text{kg}$ . " $c$ "  $\text{m/s}^2$ . Y lo único que tengo que aclarar es que " $c$ " significa "cantidad" (con sentido sinónimo al de "número").

Así, para medir la magnitud de una fuerza yo simplemente escribo: " $c$ "  $\text{N}$ . Esto significa la "cantidad" de veces en que se toma la magnitud de la unidad de fuerza newton para completarla magnitud de la fuerza en consideración. De la misma forma " $c$ "  $\text{kg}$  significa la "cantidad" de veces en que se toma la magnitud de la unidad de masa kilogramo para completar la magnitud de la masa en consideración. Y " $c$ "  $\text{m/s}^2$  se significa la "cantidad" de veces en que se toma la magnitud de la unidad de aceleración  $\text{m/s}^2$  para completar la magnitud de la aceleración en consideración.

Con este punto comienzo en firme a presentar el propósito de este Trabajo de Investigación, **que es encajarle a la MAQUINA DE CARLOS AGUERREVERE las unidades del SI**. Se debe indicar que en puntos anteriores ya le encajé a mi máquina la unidad de masa del SI, pues cada uno de los carritos de las masas de balance son de  $1 \text{ kg}$ . Además, ya le

encajé a mi máquina la unidad del **Si** para medir el campo de fuerzas, pues con el plano inclinado de  $5,853^\circ$  la componente activa del Campo Gravitacional Estándar es de  $1 \text{ N} / \text{kg}$ . Lo mejor de todo es que automáticamente le encajé a mi máquina la unidad de aceleración del SI, porque cualquier cantidad de masa que corra libremente sobre el plano inclinado de  $5,853^\circ$  lo hace con la aceleración de  $1 \text{ m} / \text{s}^2$ .

En la *Máquina de Carlos Aguerrevere*, como la masa adicional **es muchísimo mayor** que las masas de balance, se tiene la aproximación asintótica por lo cual la aceleración es de casi  $1 \text{ m} / \text{s}^2$ . El alcance del presente Trabajo de Investigación es sólo conceptual; por lo tanto, para simplificar el desenvolvimiento, me permito la maniobra de considerar que la aceleración es de justamente  $1 \text{ m} / \text{s}^2$ .

Como la cantidad de velocidad es igual a la cantidad de aceleración multiplicada por la cantidad de tiempo, se tiene:

"c"  $\text{m} / \text{s} = \text{"c" m} / \text{s}^2 \cdot \text{"c" s}$  Despejando la cantidad de tiempo, y de paso considerando que se desea la velocidad de  $1 \text{ m} / \text{s}$  y se tiene la aceleración de  $1 \text{ m} / \text{s}^2$ , resulta:

$$\text{"c" s} = \frac{1 \text{ m} / \text{s}}{1 \text{ m} / \text{s}^2}$$

Por lo tanto, la cantidad de tiempo es de  $1 \text{ s}$ .

Se sabe que la cantidad de espacio es igual a la cantidad de aceleración multiplicada por el cuadrado de la cantidad de tiempo y dividido por 2.

"c"  $\text{m} = \text{"c" m} / \text{s}^2 \cdot (\text{"c" s})^2 \cdot 1/2$  y sustituyendo valores, se tiene:

"c"  $\text{m} = 1 \text{ m} / \text{s}^2 \cdot (1 \text{ s})^2 \cdot 1/2$  Por lo tanto, **la cantidad de espacio es de 0,5 m**.

En resumen, antes de arrancar a la MÁQUINA DE CARLOS AGUERREVERE hay que subir y dejar agarrado al carro de la gran masa adicional, juntándole el carrito de la masa de balance que transita sobre el mismo plano inclinado, hasta que la distancia entre el carro de la gran masa adicional y el tope que lo parará sea de  $0,5 \text{ m}$ . Después de soltar al carro de la gran masa adicional, al cabo de  $1 \text{ s}$ , éste habrá chocado con el tope, pero el concatenamiento de los carritos de las masas de balance quedará moviéndose **a la velocidad constante de  $1 \text{ m} / \text{s}$** .

Nota: **Aspiro a que la MAQUINA DE CARLOS AGUERREVERE llegue a los laboratorios comunes de enseñanza**. Así deseo que se considere que sería muy engorroso que la gran masa adicional sea de por ejemplo  $1000 \text{ kg}$  para que se tenga una buena

aproximación de la aceleración de  $1 \text{ m} / \text{s}^2$ , y así sugiero que en muchas oportunidades se **sacrifique el gusto por la aceleración unitaria** y sólo se cumpla con el objetivo particular del presente punto, que es el concatenamiento de las masas de balance **quede operando a  $1 \text{ m} / \text{s}$** .

Para no hacer demasiado largo este trabajo, sólo informo pero no presento los cálculos correspondientes al hecho de que **si se selecciona que la masa adicional sea de sólo  $10 \text{ kg}$** , se tiene que para el arranque la distancia entre el carro de la masa adicional y el tope que lo parará es de casi  $0,6 \text{ m}$ , y se tiene una aceleración de  $0,833 \text{ m} / \text{s}^2$  y se tiene un intervalo de tiempo antes del choque de  $1,2 \text{ s}$ . **Lo importante es que el concatenamiento de las masas de balance queda operando a  $1 \text{ m} / \text{s}$** .

Cuando la MÁQUINA DE CARLOS AGUERREVERE queda operando a velocidad constante, ver Figura 4, y particularmente lo hace a la velocidad de  $1 \text{ m} / \text{s}$ , se tiene lo siguiente:

**Se constata la tercera Ley de Newton**, porque al estar concatenadas las masas de balance por medio de una cuerda, que es un transmisor de fuerzas, resulta que la fuerza de acción para la caída de la una es igual a la fuerza de reacción para el sostenimiento de la otra. Ya he indicado que en mi máquina la fuerza de acción para la caída de cada masa de  $1 \text{ kg}$  es de  $1 \text{ N}$ ; de este mismo valor de  $1 \text{ N}$  es la fuerza de reacción transmitida por medio de la cuerda.

Cabe comentar que mucha gente comprende mejor esta Ley cuando el equipo está estático, **pero la tercera Ley de Newton se sigue aplicando cuando el equipo funciona a velocidad constante**. En esta circunstancia esta Ley es especialmente útil.

**Se constata la primera Ley de Newton**, porque al aplicarse sobre cada masa tanto la fuerza de acción de  $1 \text{ N}$  como la fuerza de reacción de  $1 \text{ N}$  **no se tiene resultante de fuerza**, con lo cual sucede que el equipo puede quedar tanto estático como operando a velocidad constante. Con el manejo indicado el equipo queda operando a la velocidad constante de  $1 \text{ m} / \text{s}$ .

**Se constata de la forma más sencilla posible la primera Ley de la Física**. En la MÁQUINA DE CARLOS AGUERREVERE se tiene que la energía potencial que paulatinamente va dejando de estar relacionada con la masa de balance que le haya tocado estar bajando **se transforma (o se transfiere)** en la energía potencial que paulatinamente va adquiriendo la masa de balance que le haya tocado estar subiendo.

**ENCAJE DE LA UNIDAD DE POTENCIA, QUE ES EL VATIO, Y DE OTRAS UNIDADES DEL SI EN LA MAQUINA DE CARLOS AGUERREVERE, Y CONSTATAION MUY SENCILLA DE ALGUNAS LEYES DE LA FISICA**



Figura 4

—Cabe exclamar: ¡Todo sería mejor con la máquina de Atwood!. Y mi respuesta es que si bien esta afirmación es contundente, porque todo se comprende mejor con su máquina. todavía tengo ánimo para solicitar se considere que se tiene la circunstancia de que a esta máquina, que es la mejor de las máquinas, no se le pueden encajar las unidades del SI.

Mi objetivo es que se tenga una máquina donde sí se puedan encajar las unidades del SI. Espero estar presentando argumentación adecuada para que se pueda tener aprecio cuando alcance este objetivo—.

En la MÁQUINA DE CARLOS AGUERREVERE, cuando queda operando a la velocidad de 1 m/s, particularmente se tiene que la energía potencial transfiriéndose entre las masas es de un julio por segundo, 1 J/s, lo cual es un vatio, 1 W. Esto es así porque ya he indicado que sobre cada masa de balance se tiene la fuerza activa de 1 N, pero además como transita a la velocidad de 1 m/s, se tiene que

según se va completando cada intervalo de tiempo 1 s, se traslada la fuerza de 1 N en la distancia de 1 m, lo cual corresponde a realizarse el trabajo de 1 U, y como este trabajo se completa continuamente cada segundo se tiene la potencia constante de 1 W.

En la Figura 4 reporto todo lo indicado en este punto. El dibujo corresponde al instante en que justamente comienza la etapa de operación a velocidad constante, pero además reporto por medio de cantidades con sus unidades correspondientes lo que va sucediendo según las masas de balance se trasladan sobre los planos inclinados. Obsérvese que en la columna de datos de la mitad indico los conceptos participantes más sus unidades de medida según el SI. Por lo tanto, primero indico el tiempo en cantidad de segundos "c" s; luego indico la longitud en cantidad de metros, "c" m; luego indico la energía potencial en cantidad de julios, "c" J; luego indico la potencia en cantidad de vatios, "c" W.



De acuerdo con lo que he organizado, **mi máquina queda operando a la velocidad constante de 1 m/s.** Por lo tanto, en la cuarta fila de datos, del lado de la masa de balance de la izquierda aparecen nada más que unos, porque esta masa queda subiendo a la velocidad constante de 1 m/s. Del lado de la masa de balance de la derecha aparece también continuamente siempre lo mismo, velocidad de 1 m/s.

También organicé que las fuerzas aplicadas a cada una de las masas de balance son de un newton, 1 N. Por lo tanto, en ambos lados de la tercera fila de datos sólo se reporta constantemente la fuerza de 1 N.

Si refiriéndose a la masa de la izquierda, que es la que queda subiendo, se ven a la vez la primera, la segunda y la quinta fila de datos, se tiene que las cantidades de tiempo son de 0, 1, 2 y 3 segundos; y se tiene que las cantidades de longitud son de 0, 1, 2 y 3 metros; y lo más importante, se tiene que al principio no se le ha agregado a esta masa ninguna energía potencial y se reporta 0 J, pero al cabo de 1 s, que es cuando ella ha recorrido 1 m, se le ha agregado la energía potencial de 1 J; con la secuencia indicada, luego se le ha agregado la energía potencial de 2 J y finalmente se le ha agregado la energía potencial de 3 J. Esto no continúa porque en la figura sólo he dibujado planos inclinados de 3 ni de longitud.

Para la masa de la derecha aplica conceptualmente lo mismo indicado para [a masa de la izquierda, sólo que la cantidad de energía comienza siendo de 3 J, y luego va bajando, 2 J, 1 J, 0 J, **porque esta masa es la que paulatinamente le cede energía potencial a la masa de la izquierda.**

Además, la velocidad angular de la polea es de 1 radián/s.

Lo más bonito de todo es que en la sexta fila reporto, de acuerdo con lo que organicé, que constantemente para ambas masas la potencia relacionada con el movimiento de ellas es de 1 W. **La masa de la derecha corresponde a cualquier motor que está entregando la potencia de 1 W; la masa de la izquierda corresponde a cualquier equipo que está siendo accionado con la potencia de 1 W.**

Uno de los experimentos adicionales que se pueden hacer con la MÁQUINA DE CARLOS AGUERREVERE es que al estar la masa adicional parada por el tope, se desenganche uno cualquiera de los carritos de balance. Si el operario **agarra** la cuerda por el gancho palpa la fuerza de 1N que viene desde la otra masa de balance de 1Kg.; si el operario se traslada i m en el sentido de subirla masa de balance, él comprende lo que es hacer **el** trabajo de 1J

(entregando la energía de 1J); y lo mejor de todo es que si el operario se estabiliza trasladándose a la velocidad de 1 m/s, **él comprende a la vez** lo que es la fuerza de 1 N, el trabajo de 1J completado cada segundo, **la potencia de 1W**, y la velocidad angular de 1 radián / s. Y si después el operario se "fastidia" y suelta la cuerda, comprende lo que es la aceleración de 1 m/s<sup>2</sup>.

**En fin, el operario además de constatar y aprender que se tiene un sistema de unidades comprende como las Leyes de la Física determinan la aglutinación correspondiente.**

## **¿POR QUÉ LA ACELERACIÓN DE LOS CUERPOS QUE CAEN SIN ROCE SOBRE EL PLANO INCLINADO DE 5,853° ES UNITARIA?**

El experimento que muestro por medio de la Figura 5 es conceptualmente igual al experimento que presenté por medio de la Figura 2.2 en el párrafo que titulé: **¿POR QUÉ LA ACELERACIÓN DEBIDA A LA GRAVEDAD NO DEPENDE DE LA CANTIDAD DE MASA DE LOS CUERPOS?** Ahora sólo se tiene la complicación física de que la gran masa adicional, que ahora es el carro adicional de 1000 Kg., no cae según la vertical sino que cae transitando sobre el plano inclinado de 5,853°. Esto determina que la aceleración de la máquina es de casi 1 m/s<sup>2</sup>.

Por asuntos de espacio, a la Figura 5 no la detallé en lo que sería la Figura 5.1, Figura 5.2 y Figura 5.3. **Porque basta con indicar que ahora se tiene la ventaja de estudio concreto acompañado de unidades de medida; pero se tiene la complicación del plano inclinado.**

Así es suficiente que indique que se comienza disponiendo por un momento al carrito de la masa de 1 Kg. sobre el plano inclinado de 5,853°, y al sostenerlo por medio de un medidor de fuerza del tipo resorte con escala graduada, se verifica que se acusa la fuerza de 1 N. —Luego al carrito se lo coloca donde se indica en la figura—.

Luego se arma el experimento como se indica en la Figura 5, y solo tengo que repetir que al electroimán trasladable se lo mueve hasta que la fuerza acusada por ambos resortes sea de 1 N. Después, al desenergizar los electroimanes, se produce el equilibrio acelerado de D'Alembert, porque aparece la fuerza inercial de 1 N que equilibra la fuerza de acción de 1 N.

**POR QUE LA ACELERACION DE LOS CUERPOS QUE CAEN SIN ROCE SOBRE EL PLANO INCLINADO DE 5,853° ES UNITARIA**

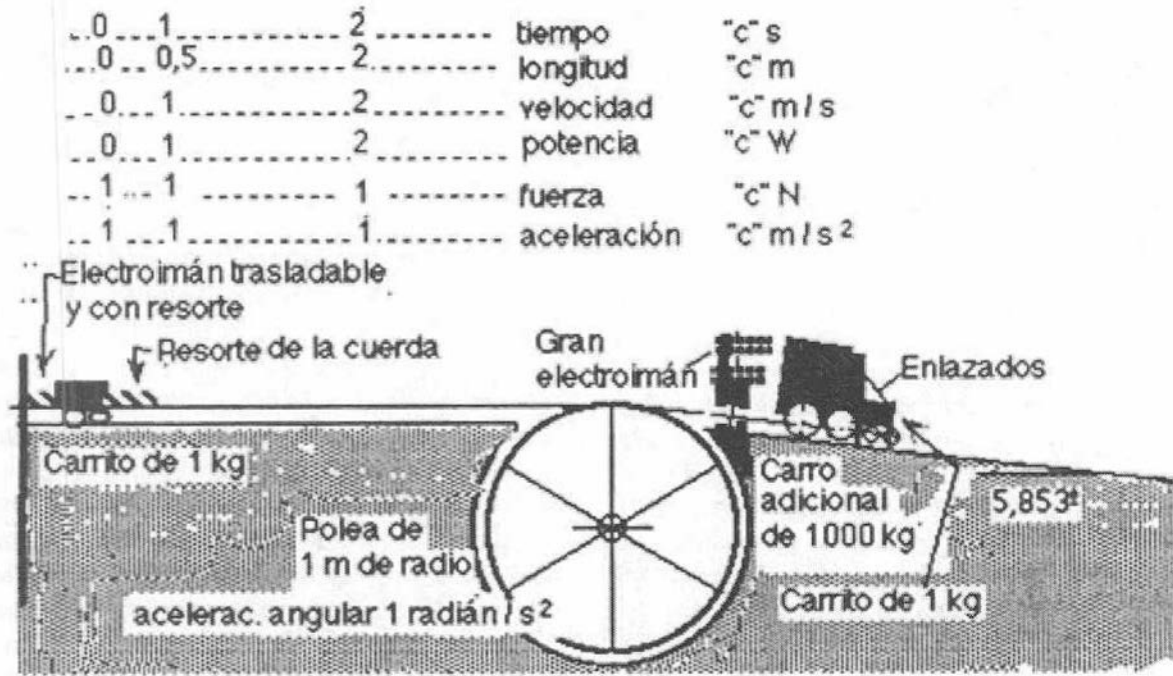


Figura 5

Si se realiza la secuencia anteriormente indicada pero con una masa de 2 Kg., finalmente se constata y comprende que le corresponde una fuerza inercial de 2 N.

Con todo esto se concluye que **ante la aceleración de 1 m / las masas crean una fuerza inercial) de 1 N por cada kilogramo que de masa tengan, y esto equilibra a la componente de la fuerza de acción gravitacional que se tiene sobre el plano inclinado de 5,853°, que también es de 1 N / kg.** Por lo tanto, en el plano inclinado de 5,853° se tiene que, además de que cualquier cantidad de masa cae con la misma aceleración, sucede que particularmente esta aceleración es de 1 m / s<sup>2</sup>.

En la presente Figura 5, además de reportar que durante todo el experimento se tiene la fuerza constante de 1 N y la aceleración constante de 1 m/s<sup>2</sup>, indico cómo según varía la cantidad de tiempo

varía la cantidad de longitud, más cómo varía la cantidad de velocidad y cómo varía la cantidad de potencia. Todo esto se deriva de las ecuaciones correspondientes, las cuales considero no hace falta repetir en este Trabajo de Investigación. **Pero cabe comentar que es muy bonita la secuencia de la cantidad de potencia con la cual se acciona al movimiento de la masa en estudio: 0 W al inicio, 1 W cuando ha transcurrido el tiempo de 1 s, 2 W a los 2 s, 3 W a los 3 s, y así sucesivamente mientras las dimensiones de construcción del aparato lo permitan.**

Además, la aceleración angular de la polea es de 1 radián 1s<sup>2</sup>.

**Me permito ratificar que la MAQUINA DE CARLOS AGUERREVERE es realmente un aparato de laboratorio para constatar y comprender a la segunda Ley de Newton, porque en forma concreta**

se tiene el resorte que acusa la fuerza de acción sobre la masa en estudio, y *lo bonito es que este resorte se lo traslada con aceleración para que siga acusando constantemente la misma fuerza durante todo el experimento. A esto lo considero como un complemento pedagógico para la figura tradicional que aparece en los libros de Física, donde se indica una fuerza abstracta actuando sobre la masa.*

—Cabe exclamar que: ¡No se debería tener el plano inclinado; la gran masa adicional debería transitar según la vertical!. De nuevo mi respuesta es **afirmativa**, pero para el objetivo de este Trabajo de Investigación, que es tenerse una máquina donde las unidades del SI encajen, **se necesita hacer el sacrificio** correspondiente—.

## CONCLUSIÓN

Creo haber llegado al objetivo aunque no lo haya hecho con la mejor de las máquinas. —Perdóneseme la redundancia: "uní a las unidades"—. *Pero ahora tengo que lograr que guste la forma que he trazado para llegar al objetivo. El problema no es tanto la máquina que estoy proponiendo sino demostrar que todo lo que propongo es compatible con la concepción TRADICIONAL del SI, o dicho en forma más directa, debo demostrar que no desvirtúo este sistema.*

Antes de demostrar que no desvirtúo al SI, quiero comenzar indicando que creo haberle añadido dos tipos de virtudes a este sistema; **y además quiero indicar que considero que a la MÁQUINA DE ATWOOD se la debe calificar como LA MÁQUINA DE LAS MÁQUINAS.** Como al que a buen árbol se arrima buena sombra lo cobija, quiero indicar lo siguiente:

El primer tipo de virtudes que tiene la MÁQUINA DE CARLOS AGUERREVERE

Para explicar el primer tipo de las virtudes de mi máquina deseo que se considere el siguiente ejemplo:

Imagínese lo difícil que sería enseñar lo que es el metro ateniéndose a la literatura de la definición que aparece en los documentos tradicionales sobre el SI. **Si bien esta definición es intelectualmente perfecta**, es prácticamente imposible captar, o mejor dicho comprender, el concepto del metro **sin agarrar** una cinta de medir, vara, **o cosa por el estilo.** Pues bien, pienso que a la potencia del vatio se la comprende mejor si ala definición precisa que aparece en los documentos tradicionales, **se le añade la forma**

**o cosa concreta que he propuesto para agarrar al vatio.**

Con la MÁQUINA DE CARLOS AGUERREVERE y con los complementos de esta máquina que oportunamente aspiro a presentar como otros Trabajos de Investigación, se le añaden al SI formas concretas o por lo menos formas más pedagógicas para comprender los conceptos de prácticamente todas las unidades de **todas** las disciplinas de este sistema, y siempre se resalta que la sistematización entre las unidades se deriva de las Leyes de la Física.

¿Por qué el primer tipo de virtudes que tiene la MÁQUINA DE CARLOS AGUERREVERE no desvirtúa al SI?

Con mi máquina no desvirtúo al SI; **lo que hago es continuar una vía que todo el mundo pensaba que terminaba con el establecimiento de los patrones de las unidades básicas.**

Cabe reafirmar que los patrones de las unidades básicas del SI son cosas concretas lo más precisas posibles. La continuación que yo estoy proponiendo es que para el resto de las unidades del SI se tengan también cosas concretas **aunque no sean precisas.**

**Las cosas concretas que propongo sólo sirven para ayudar en la comprensión de los conceptos.** Esto es perfectamente compatible con el hecho de que **para precisar a los conceptos** haya que remitirse a las definiciones que aparecen en los documentos tradicionales.

Remarcando mi proposición quiero comentar lo siguiente: Todo el mundo está de acuerdo con la longitud del metro, tanto en cuanto a su tamaño como a la precisión: **ahora con la ayuda de mi máquina todo el mundo podrá comentar que la potencia del vatio es "diminuta", y quien necesite precisar lo relacionado con la palabra "diminuta" se remite a los documentos tradicionales sobre el SI.**

La segunda virtud que tiene la MÁQUINA DE CARLOS AGUERREVERE

La otra de las virtudes que tiene mi máquina es reafirmar que se tiene un sistema de unidades. Respecto de esto me atrevo a comentar que en los documentos tradicionales sobre el SI, **lo que se aprecia es tenerse solamente una yuxtaposición de unidades,** pues sólo se hace un listado agrupando a las unidades clasificándolas como básicas, suplementarias, derivadas como nombres especiales, derivadas comunes; y más aún, cabe comentar que en algunos documentos se ordenan las unidades en orden alfabético. Con mi máquina las unidades quedan **ligadas** por medio de las **Leyes** de la Física,

### reafirmandose de esta forma que se tiene un sistema de unidades.

En resumen, creo demostrar que mi máquina **concreta** no desvirtúa la concepción **abstracta** del SI, y más bien lo que mi máquina produce **son ayudas pedagógicas para la comprensión de los conceptos.**

### **¿POR QUE A LA MÁQUINA DE ATWOOD SE LE DEBE CALIFICAR COMO LA MÁQUINA DE LAS MÁQUINAS?**

Me permito repetir que el aporte que considero le estoy entregando al SI es el de anexarle formas **concretas** de facilitar la comprensión de sus conceptos.

Con este mismo orden de ideas quiero comentar que a las Leyes de la Física, a cuenta de que sirven para las infinitas máquinas, **no se las habían resaltado con ninguna máquina en particular. Creo que el público expresará su aprecio por la forma en que ayudo a la comprensión de las Leyes de la Física al explicarlas por medio de la MAQUINA DE ATWOOD.**

**¡George Atwood inventó su máquina en 1784! Me tocó repetir la forma de APROVECHARLA plenamente.**

### **LA MÁQUINA ARRIMADA A LA MÁQUINA DE LAS MÁQUINAS**

Creo aceptarán que las circunstancias expuestas determinaron la transformación o complicación que he propuesto se le aplique al invento de George Atwood, y creo que a la máquina que originé al insertarle la complicación de los planos inclinados a ese invento lo podrán calificar como un nuevo invento. Como soy el originador de esta nueva máquina, deseo consideren que no sería bueno llamarla particularmente Máquina de Atwood N° 2, porque lo que tuve que hacer fue **complicar** al invento original, **y corno además me responsabilizo por mi máquina** deseo me lo confirmen con mi nombre y también aspiro a que **la difundan con alcance internacional.**

### **MÁQUINA DE CARLOS AGUERREVERE**

**Nota:** Aunque aspiro a presentarles otros Trabajos

de Investigación con los cuales creo ayudaré a la comprensión sistemática de prácticamente todas las unidades de **todas** las disciplinas del SI, deseo repetirles mi solicitud de que al presente Trabajo de Investigación me lo califique como invento, y oportunamente se consideraría la calificación de esos Trabajos complementarios que de Investigación sobre este mismo tema les presentaré cuando convoquen al próximo concurso.

En resumen, la presentación actual corresponde exclusivamente a aprovechamientos derivados de la Máquina de Atwood. **Las futuras presentaciones que les enviará corresponderán a desarrollos derivados de la filosofía de ese invento.**

### **BIBLIOGRAFÍA**

MARCELO ALONSO (1957). Física Curso Elemental 1 Mecánica. Publicaciones Cultural, S.A. —En la página 104 se tiene la Fig. 6.5 de la Máquina de Atwood con todos los detalles con los cuales George Atwood la inventó. Particularmente en esta figura **aparece el aro** que ha sido tan útil en este ensayo. Me permito comentar que en **ninguno** de los demás libros que he consultado se tiene este aro—.

STEPHEN W. HAWKING (1989). Historia del Tiempo del Big Bang a los agujeros negros. Grupo Editorial Grijalbo Editorial Crítica. —En la página 35 se explica por qué todos los cuerpos caen con la misma aceleración. En la página 34 se indica la pendiente en la cual los cuerpos caen con aceleración unitaria—.

LUIS ALBERTO MACHADO (1975). La Revolución de la Inteligencia. Seix Barral. —**Traza el "entreligare" que he procurado usar en este Trabajo de Investigación.** En la página 120 dice: "Toda obra de la inteligencia es el fruto acabado de un proceso en el que se van cubriendo etapas que pueden ser sistematizadas, entre otras muchas, en la siguiente forma:...". Dentro de las formas que Machado reporta yo tomé la de **TRANSFORMAR**. En la página 136 define esta forma de la siguiente manera: "**Convertir un ser en otro ser, sin que, de alguna manera, ese ser deje de ser ese mismo ser.**"—.

Cabe incluir en esta Bibliografía al "*Letrerd'*: **PROHIBIDO NO TOCAR**, que está en el MUSEO DE LOS NIÑOS, Caracas-Venezuela. —Todos comenzamos siendo niños. El caso es que ahora todos podremos tener la asedia de **tocar al vatio**—.