

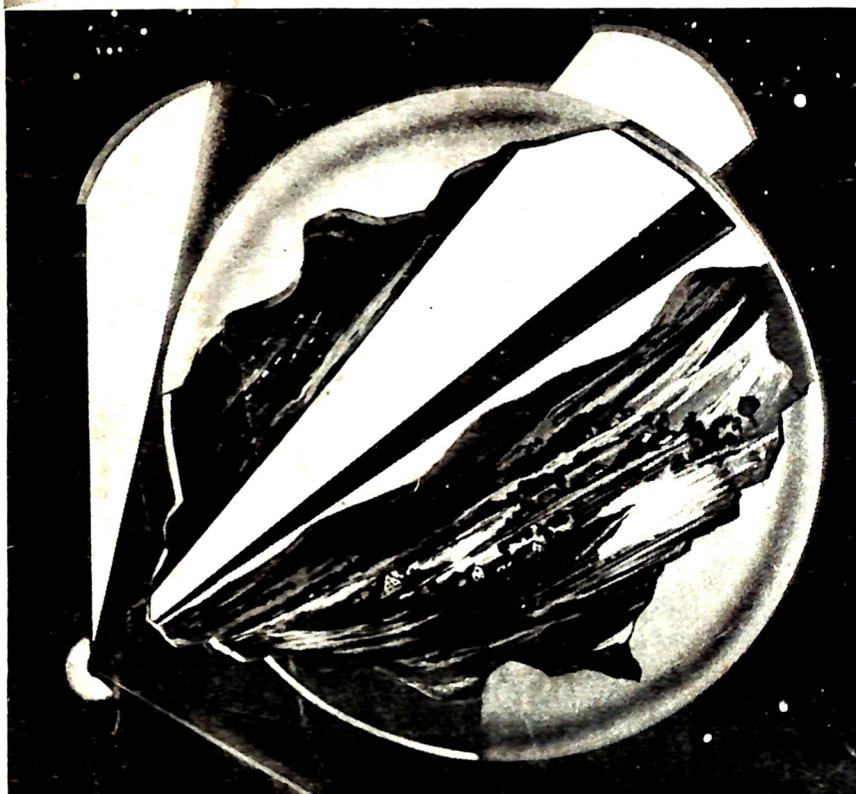
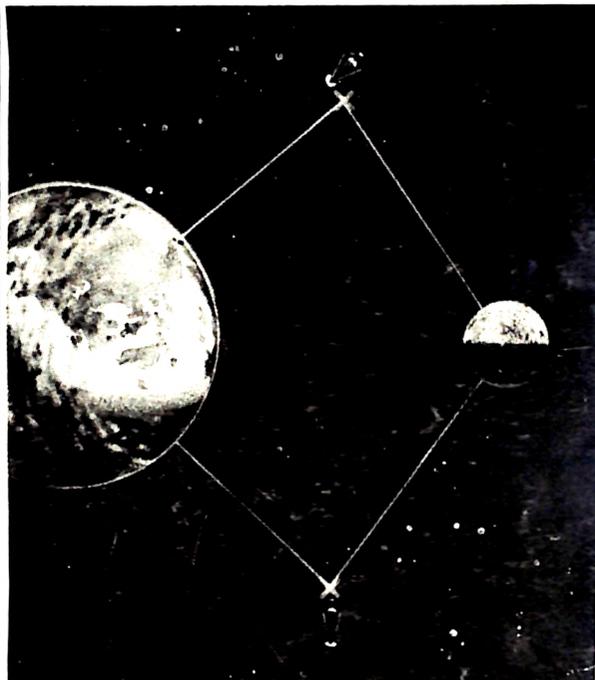
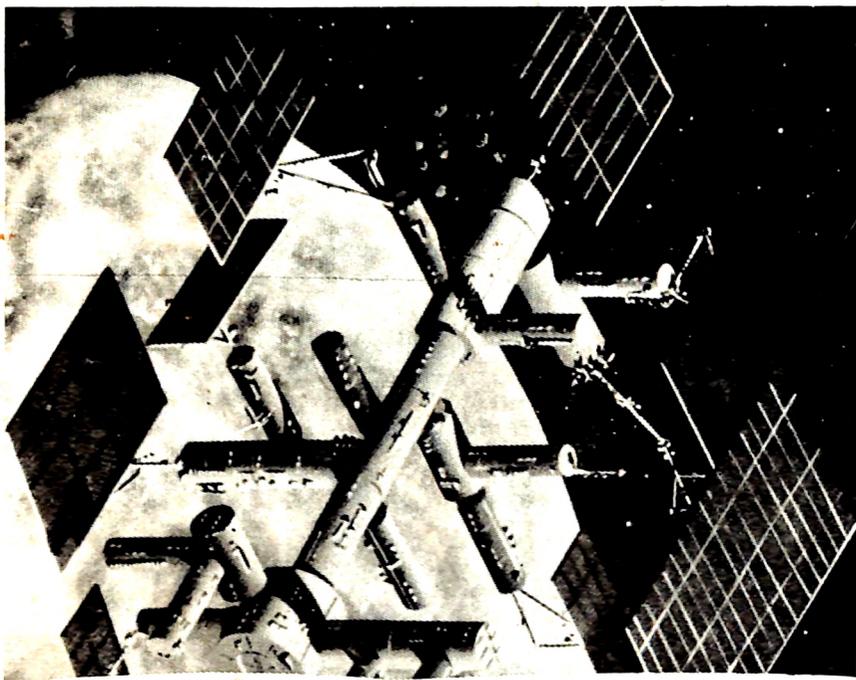


# FISICA Y TECNOLOGIA

AÑO I

NUMERO 2

AGOSTO 1975



LA COLONIZACION ESPACIAL

ORGANO DE DIFUSION  
DEL DEPARTAMENTO DE FISICA  
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS  
UNIVERSIDAD NACIONAL  
PEDRO HENRIQUEZ UREÑA

# Editorial



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
PEDRO HENRIQUEZ UREÑA**

FACULTAD DE CIENCIAS

\*\*\*

FISICA Y TECNOLOGIA  
Revista Trimestral

Organo de Difusión del  
DEPARTAMENTO DE FISICA  
de la

Universidad Nacional  
Pedro Henríquez Ureña

Santo Domingo  
República Dominicana

**AÑO I – NUMERO II**  
AGOSTO 1975

Director  
Ing. Franz Heinsen

Impresión  
Amigo del Hogar

Composición  
Ninón León de Saleme

Diagramación  
Lic. Rafael Bautista  
y Moisés Alvarez

*La ciencia es quizás el aspecto menos desarrollado en el ambiente cultural dominicano. Al decir "ciencia" nos estamos refiriendo, como es el caso del hablar común, principalmente a las ciencias físicas. Modernamente hay muchas disciplinas que merecidamente pueden catalogarse de ciencias, como lo son las sociales, las económicas, etc., pero cuando se utiliza un término como "científico" u "hombre de ciencia", la costumbre nos hace entender por tales los que se dedican a las ciencias físicas.*

*¿Cuáles son las razones o causas del poco desarrollo de la ciencia, entendida en el sentido indicado, en la República Dominicana? Una de las razones es que las instituciones que laboran en el campo de la ciencia no poseen los recursos económicos necesarios para adquirir los equipos más o menos sofisticados que hoy en día son imprescindibles para poder aportar algo a la ciencia. Ya no bastan unos cuantos aparatos "hechos en casa", pues éstos solo permiten estudiar fenómenos macroscópicos que, al menos aparentemente, se conocen completamente. La investigación, hoy por hoy, tiene su campo limitado casi exclusivamente a las propiedades y leyes que gobiernan la constitución de la materia, y esto requiere a menudo equipos precisos y sofisticados y, por ende, costosos.*

*Otra causa del sub-desarrollo científico es la falta de promoción a las ideas científicas y de actividades culturales relacionadas con la ciencia. Las universidades, la Academia de Ciencias, (de reciente formación), una Asociación Dominicana de Físicos (que debería constituirse) y otras instituciones análogas son las que principalmente tienen en sus manos esta responsabilidad.*

*Pero quizás la causa más importante es la falta de recursos humanos. El elemento humano, que es quien puede mover y hacer buenas las cosas del mundo, escasea en el ámbito de la ciencia en nuestro país. El no tener tradición científica; el no tener ejemplos que emular; el no poder entrar en competencia sana con otros países, forma parte de un ciclo vicioso cuyo origen es la falta de recursos humanos en la ciencia.*

*Existe sin embargo un despertar a la ciencia y vislumbramos un futuro halagador. La Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña, con la carrera de física, la publicación de esta revista, el inicio de un programa planificado para el perfeccionamiento de sus profesores de física, y otros, se integra con entusiasmo al nacimiento y crecimiento de la ciencia en la República Dominicana.*

## ENSEÑANZA DE LA FÍSICA DESDE BRAZIL ESCRIBE RUBEN RUIZ

En este artículo me voy a permitir analizar dos aspectos, básicos a mi entender: La necesidad de la enseñanza de la Física y elementos fundamentales para la enseñanza de la física.

Si se observa un poco la historia del desarrollo de la física, es fácil notar que en el principio los físicos tuvieron que crear las bases de lo que hoy constituye las ciencias físicas, o mediante la observación de los fenómenos en la naturaleza, reproducción, análisis y comprobación de los mismos, obteniendo como resultado los principios y leyes que hoy constituyen el núcleo de esta ciencia.

En la realización de este trabajo extraordinario trabajaron afanosamente Newton, Galileo, Huggens, Fermat, Coulomb, Gay, Lussac, Maxwell, Einstein, etc.

Por otro lado, si bien es cierto que es necesario que se continúe en esta línea de trabajo, también es cierto que es necesario viabilizar la forma de transmitir esos conocimientos a los demás para su mayor y mejor utilización en beneficio de la humanidad.

Aunque se habían hecho algunos ensayos en este sentido, se puede decir que propiamente quienes colocan específicamente el problema son el grupo del PSSC, Proyecto de Física Norteamericano ampliamente conocido, al cual le atribuyo doble valor: a) propone métodos y técnicas nuevas en la enseñanza de la física; b) coloca sobre la mesa el problema de la enseñanza de la misma. Como consecuencia de esto último, se inicia un movimiento prácticamente mundial y es así como aparecen diversos proyectos de enseñanza de Física: Harvard, Nuffield, etc., grupos de trabajo como CEF, PEF, PBEF, FAIT, y muchos físicos se dedican casi prácticamente a estas actividades, tales como Eirc Rogers, Dario Moreno, Leo Nedelsky, y otros.

Se forma el CLAF (Centro Latinoamericano de Física) con esta orientación y se organi-

zan en el mundo una tras otra conferencias buscando y proponiendo soluciones para este "grave problema que enfrente la Física".

En este sentido voy a exponer los elementos indispensables para el desenvolvimiento de mi futuro trabajo a través de esta revista, solicitando a los amables lectores que ya tienen conocimiento de ellos tener paciencia y esperar la próxima parte.

**OBJETIVOS:** Los objetivos deben estar claramente especificados cuando se planea una clase, un curso o una carrera. Es decir, deben plantearse en forma mensurables, ya que esto nos permitiría verificar si hubo o no aprendizaje (enseñanza aprendizaje) y aunque no vamos a entrar en la taxonomía de los objetivos, mi punto de vista es que en física debe seguirse básicamente las teorías conexionistas del comportamiento, es decir, Estímulo—Respuesta como lo proponen Skinner, Matson, Pavlov, Mull, Guthrie, y otros, y sobre todo, tener mucho cuidado con no confundir los objetivos instruccionales con los educacionales, ya que en principio nuestros objetivos deben ser instruccionales (a corto plazo) si estos se logran, la sumatoria de todos ellos va a constituir entonces los educacionales (a largo plazo).

**NIVEL:** Otro de los elementos fundamentales es el nivel. Este está ligado íntimamente a los objetivos, es decir, yo propongo unos objetivos para enseñar mecánica, puede ser a nivel primario, secundario o universitario.

**PRE—REQUISITOS:** Todo lo antes dicho puede estar muy bien planeado, pero si no se comprueban los pre—requisitos, el nivel no es real y los objetivos no serán atendidos, entonces no se verificará el aprendizaje. Por ejemplo:

El profesor que conoce bien la asignatura del 4to. año de Bachillerato, dispone de un programa el cual se supone con objetivos muy bien definidos, nivel también muy bien definido,

puesto que debe conocer todo lo correspondiente al curso anterior.

Durante todo el año analiza, explica los temas correspondientes, hace la evaluación y resulta que la mayoría de los alumnos se reprueban. ¿Qué ha ocurrido? Suponiendo que el método empleado sea adecuado? los pre-requisitos no eran ciertos, el nivel tampoco, como consecuencia, los objetivos no fueron alcanzados. ¿Cómo se soluciona ese tipo de problema? Verificando los pre-requisitos, mediante un Pre-test y en caso de no poseerlos, conjuntamente con el desarrollo del programa, suministrárselos. Esta solución podría muy bien aliviar las ansiedades y preocupaciones del profesor que siempre está haciendo afirmaciones y preguntas como estas: "Yo explico bien, conozco mi asignatura, lleno mi programa y resulta que todos se queman, es que no tienen base". ¿Acaso cuando se contrató el profesor no se conocían sus cualidades? ¿O es que hay que pasar un semestre o un año para saber que no tiene base?

zada, otros la masificación, otros la enseñanza programada, etc. A algún fin llegaremos porque la parte más importante está planteada: "Buscar un método adecuado para la enseñanza de la Física" y para ello contamos con la inquietud reinante en este sentido.

El problema del profesor de física es enseñar física, y de acuerdo con la frase de un gran educador, "el maestro ha enseñado cuando el alumno ha aprendido".

**METODOLOGIA:** Hace dos días leí esta frase: "Enseñar usando el método expositivo es hacer que los conocimientos que del libro han pasado a la cabeza del profesor pasen al cuaderno del alumno sin pasar por su cabeza".

En este sentido, somos partidarios del método activo, el cual puede traducirse en una frase: "aprender haciendo".

A través de interacción constante entre profesor y alumno y entre los alumnos entre sí, uso sistemático del laboratorio, desarrollo de actividades por parte del alumno, desarrollo de act. Uso de medios audiovisuales, uso adecuado de la pizarra, distribución de material de trabajo preparado por el profesor. Trabajo de grupos.

En este aspecto de la enseñanza de la física se trabaja activamente en toda la América Latina. Unos proponen la enseñanza individuali-

**SARGENT-WELCH**  
SCIENTIFIC COMPANY

- INSTRUMENTAL LABORATORIO
- CRISTALERIA
- REACTIVOS QUIMICOS
- EQUIPOS EDUCACIONALES
- EQUIPOS AUDIOVISUALES



REPRESENTANTES PARA REPUBLICA DOMINICANA: TEL 566-1466

**IMPROFARMA Sd.**

LOPE DE VEGA No.62 P.O. BOX 434 SANTO DOMINGO, REPUBLICA DOMINICANA

**por un pequeño valor  
es imperdonable  
no sacarle una foto  
a todo color!**

graba en  
fotografías  
tus mejores días!

**ESTEVA COLOR  
TE FACILITA LA LABOR**

sólo tienes que disparar tu cámara, esteva color hace el resto.

**REVELA ● COPIA ● AMPLIA**

y en **48** horas te entrega  
tus fotografías

fotos bonas de vida y color por un pequeño valor



esteva color, s a



R. Sargent & Co., C. por A.  
81 Calle de San José, Santo Domingo  
y Centro Comercial Bani

TAMBIEN EN:  
FARMACIA REX O FARMACIA CARIBBEA O FARMACIA  
BELLA VISTA O SUPERMERCADO NACIONAL  
FARMACIA SAN FELIPE O FARMACIA JAMBY  
FARMACIA LINCOLN O TIENDA PALERA  
SUPERMERCADO EL COLOSO O FARMACIA TELEVISION  
FARMACIA CENTRO O FARMACIA AL Estando  
FARMACIA SAN VICTORIA O AMBIL PHOTO SHOP.



## LA INERCIA

Por LULIO BLANCHARD

Indudablemente que todos hemos oído hablar, en el ambiente estudiantil, que la física es muy difícil, que es una materia "piedra", etc. y también sabemos que es en física donde generalmente, se reprobaban mayor número de estudiantes secundarios y universitarios.

Muchos estudiantes se asombran de que haya personas que se dediquen a estudiar física como profesión.

Sin embargo, a pesar de eso, es la física una de las áreas de conocimiento humano que más interviene en el quehacer diario de las personas. Diariamente estamos aplicando las leyes de la física, muchas veces sin enterarnos de ello.

Tratemos de detenernos un poco en uno de esos principios básicos de la física y de paso hacer ver que realmente la física es una ciencia fácilmente inteligible, que solo se necesita que nos dotemos del espíritu científico, lo cual no significa que vayamos a ser científicos.

Podemos hacer un estudio experimental del principio de inercia en nuestra propia casa, sin necesidad de trasladarnos a un inmenso laboratorio con aparatos ultramodernos.

Tome una pequeña caja de madera o de cartón, átele un hilo; coloque en el borde de una mesa una polea y la caja de madera o cartón sobre la superficie de la mesa.

Pase el hilo de la caja por la garganta de la polea. Si desea coloque algún cuerpo dentro de la caja.

Comience a colocar pesas en el extremo libre del hilo que está atado a la caja, vaya aumentando el valor de las pesas y notará (si comienza con pesas pequeñas) que al principio la caja no se moverá y que luego comenzará a hacerlo a medida que aumenta el valor de las pesas.

Eso le demostrará que para mover el cajon-

cito sobre la mesa de trabajo, hay que vencer una fuerza que se opone al movimiento y que esta fuerza debe ser mayor si aumenta el peso que aprieta la caja contra la superficie de contacto.

Esa resistencia disminuye, puede comprobarlo, a medida que las superficies en contacto son más pulidas. Para comprobar esto eche un poco de arena sobre la superficie de la mesa donde se encuentra la cajeta, hale y notará que ahora es más resistente la cajeta. Quite la arena y moje la superficie de la mesa y notará que es mucho menor la resistencia que hace la caja para ponerse en movimiento.

Ahora bien, Ud. se preguntará ¿sólo se produce esa resistencia cuando un cuerpo se mueve sobre otro?

Ud. puede comprobar fácilmente que nó. Móntese en una moto y dele velocidad (en un lugar donde se pueda). Podrá observar como que se produce un viento en sentido contrario al que Ud. se está moviendo. Si se detiene notará que no hay tal viento (debe escoger un día tranquilo, sin viento real).

La existencia de ese viento aparente se manifiesta en el aire, también en los líquidos, dependiendo en ambos casos, de la densidad del medio.

Es bueno agregar que en ningún caso la resistencia del medio es nula. Si no fuese así, supóngase Ud. que tiramos una pelota sobre una superficie bien lisa, si no hubiera alguna resistencia la pelota siguiera con movimiento rectilíneo uniforme hasta el infinito.

En efecto, ningún cuerpo inanimado puede variar, por sí solo, su estado de reposo o movimiento. O sea, si está en reposo no puede ponerse en movimiento y si está en movimiento no puede detenerse, ni variar su velocidad, ni cambiar de dirección.

A esa propiedad de la materia, a ese capricho de la materia, le llamamos inercia. Ese principio, como sabemos, se enuncia a sí: **TODO CUERPO SE MANTIENE EN SU ESTADO DE REPOSO O DE MOVIMIENTO, SIEMPRE QUE SOBRE EL NO ACTÚE UNA FUERZA EXTERNA QUE LE OBLIGUE A MODIFICAR SU ESTADO.**

Ese principio lo descubrió Leonardo de Vinci, pero lo mantuvo en secreto. Posteriormente lo enunció Galileo y luego Newton le dio forma definitiva.

Hay muchos hechos de la vida cotidiana que se explican por medio del principio de inercia.

Por ejemplo, cuando estás en un vehículo, de pie, y de momento el vehículo se pone en marcha tu cuerpo es impulsado hacia atrás, como si trataras de no moverte junto al vehículo.

También si te encuentras en un vehículo en movimiento y de pronto éste frena, tu cuerpo es impulsado hacia adelante como si tratara de seguir el movimiento que tenía.

La explicación es la siguiente: Cuando el vehículo se haya detenido, tu cuerpo está en reposo, al iniciarse el movimiento debido a la inercia, tu cuerpo trata de permanecer en reposo. Únicamente tus pies adquieren, primeramente, la velocidad del vehículo. Es decir, que solo los pies siguen la marcha, mientras el resto del cuerpo se queda detenido: por eso se siente la sensación de ser impulsado hacia atrás.

Cuando una persona desciende imprudentemente de un vehículo en marcha, su cuerpo continúa con el movimiento que llevaba y tiende a caer hacia adelante. Salvo que procure mantener el equilibrio echando hacia atrás su cuerpo en el momento en que los pies se apoyan en el pavimento.

Por consiguiente, si una persona se ve en la necesidad de bajar de un vehículo en marcha, en el instante de bajar al suelo debe correr un



poco en igual sentido y con la misma velocidad que lleva el vehículo en el momento de saltar.

Es por la inercia también que un automóvil prosigue su marcha (si no se frena) aunque el conductor haya apagado el motor.

Quizá estas reflexiones hayan logrado su objetivo: Hacer entender qué es la inercia y cuánto tiene que ver en nuestro diario quehacer.

## EL PRINCIPIO DE INCERTIDUMBRE POR LUIS MERA

De acuerdo con las ideas clásicas, el resultado de un experimento puede predecirse con toda exactitud, y el único indeterminismo que cabría esperar sería debido a las fuentes normales de errores que involucra el trabajo experimental. En este artículo vamos a analizar los resultados de un experimento en el que se supone que no se han cometido errores de tipo experimental. Como se podrá ver, llegaremos a conclusiones que pueden parecer muy extrañas, desde el punto de vista clásico de las mediciones.

En la Fig. 1 se observa un haz de fotones que pasan a través de una rendija y luego inciden sobre una pantalla que puede tener una placa fotográfica que revela los puntos de incidencias de las partículas. Cuando la rendija es grande en la pantalla solo se detecta una mancha central, justamente enfrente de la rendija.

Para dimensiones suficientemente pequeñas de la rendija, la pantalla revela diferentes zonas donde han incidido las partículas. Este fenómeno se conoce con el nombre de dispersión y es análogo al que obtuvo Young en su experimento de interferencias luminosas. La similitud es tal que eso fundamenta la hipótesis por primera vez establecida por De Broglie en 1922, de que las partículas poseen características ondulatorias. De Broglie estableció que la partícula de momentum  $p$  y masa  $m$ , tiene una onda asociada, de longitud de onda  $\lambda = h/p$  donde  $h$  es la constante de Planck y cuyo valor es  $6.38 \times 10^{-34}$  joules. seg.

Esta constante de Planck constituye la piedra fundamental de la mecánica cuántica. Si existiera un mundo donde  $h = 0$ , en ese mundo no habrían efectos cuánticos, es decir, que la gama de energía que podría tomar un sistema físico, no sería discreta, sino continua.

Para que exista la dispersión, es preciso que el diámetro de la rendija sea del orden de la longitud de onda, de la onda asociada a la par-

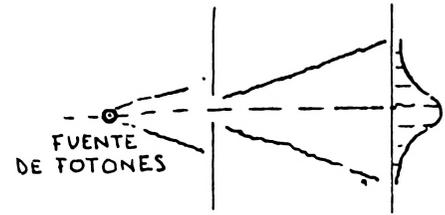


Fig. 1

tícula. Se puede ver que para los electrones y muchas otras partículas, la apertura debe ser del orden de la distancia entre los átomos de un cristal. Por eso es necesario, en la realidad, sustituir la rendija hecha por el hombre por una natural, formada por los átomos de un cristal. Davison y Gemes observaron por primera vez el efecto de dispersión de electrones, usando para tal efecto un cristal.

Volviendo a nuestro experimento, cuando analizamos las manchas sobre la pantalla, observamos que ellas corresponden a una distribución de intensidades.

La máxima intensidad se obtiene en la zona que está enfrente de la rendija. Si nos alejamos del centro las zonas luminosas se vuelven cada vez menos intensas. (Ver Fig. 2).

Observamos que la desviación de la partícula respecto a la trayectoria original se puede imaginar como debida a la acción de la rendija al "tocar" con sus bordes (localizar) al fotón. Esta acción de "agarrar" produce una mayor dispersión, o sea una variación en el momentum del fotón, tendiendo éste como a escaparse de esa acción (lateralmente).

Evidentemente el hecho de que sobre la pantalla exista una distribución de intensidades alrededor de ciertas zonas características nos dice que la partícula no está localizada con precisión absoluta.

Cada zona tiene un ancho promedio y finito, donde la intensidad es apreciable. Esto implica que la partícula al llegar a esa zona tiene

una componente de velocidad transversal, a la trayectoria original.

Analicemos: Por ejemplo la zona central, (sería similar analizar otra cualquiera) y llamemos al ángulo que corresponde al primer mínimo. Entonces podemos decir que la partícula que llegó a ese mínimo tuvo una componente de momentum transversal  $P_x$  en  $(\Delta\theta)$ . Por otro lado según la teoría de interferencia y de dispersión al ángulo  $\Delta\theta$  corresponde una longitud de onda  $\lambda = d \sin(\Delta\theta)$  siendo  $d$  el ancho de la rendija, de manera que:

$$\Delta P_y = P_x/d$$

o sea  $\Delta P_y \cdot d = P_x$ ; el eje  $y$  se ha tomado perpendicular a la dirección original del haz. Como  $d$  es la mínima incertidumbre en la localización de la partícula (ya que es imposible decir por qué punto de la rendija pasó la partícula) resulta que  $\Delta P_y \cdot \Delta d \geq P_x$ , y por la relación de De Broglie  $\lambda = h/p$

Obtenemos que:  $\Delta P_y \cdot \Delta d \geq h$

Esta es la famosa relación de incertidumbre propuesta por Heisenberg. Como el criterio con el cual se definió el ángulo conlleva cierta indeterminación, la relación de Heisenberg debe expresarse diciendo: "el producto  $\Delta P_y$  por  $\Delta d$  es del orden de  $h$ ."

$$\Delta P_y \cdot \Delta d \geq h$$

Relación esta que nos expresa la imposibilidad de determinar con precisión simultáneamente el momentum y la posición de una partícula.

Así por ejemplo, una posición determinada con toda precisión, quiere decir que  $\Delta d = 0$ . Según la relación de Heisenberg  $\Delta P_y$  debería ser infinito, por tanto, no se podría conocer el momentum. También un momentum determinado exactamente ( $\Delta P_y = 0$ ), trae como consecuencia que no se conozca la posición del fotón.

El principio se extiende a otras parejas de variables, tal es como el momentum angular  $L$

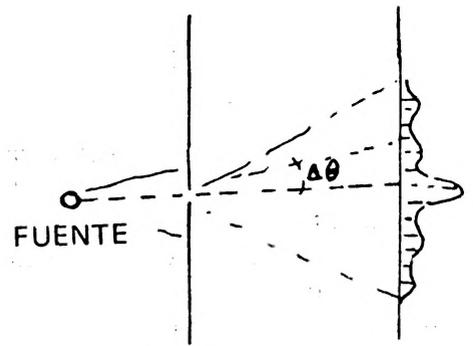


Fig. 2

y la posición angular  $x$ . Se puede comprobar que las indeterminaciones de ambas magnitudes cumplen la relación:

$$\Delta L \cdot \Delta x \geq h$$

Otra relación particularmente importante es la que existe entre la energía  $e$  y al tiempo  $t$ , empleado en medir dicha energía. Se halla que también:

$$\Delta E \cdot \Delta t \geq h$$

Por ejemplo al hacer la medición de la energía total de un sistema, en mediciones sucesivas se espera que resulte el mismo valor. Si se emplea un tiempo largo para hacer dichas mediciones se encontrará que cada medición es muy precisa y se cumple el principio de conservación de la energía. Sin embargo si se emplean tiempos cortos la limitación de ellos conlleva limitaciones en las medidas sucesivas de energía. En este caso no resulta el mismo valor en cada medición.

La relación de incertidumbre, más que una frustración, refleja en forma convincente lo que ocurre en la naturaleza.

## TRATAMIENTO CLASICO DE LA DISPERSION<sup>(1)</sup>

Por Rafael Bautista

Este trabajo propone una forma simplificada de obtener información a partir de los datos de medición del índice de refracción, todo esto dentro de un contexto semiclásico.

En esta parte hacemos la aproximación lo cual hace que los resultados obtenidos sean válidos para gases en condiciones normales.

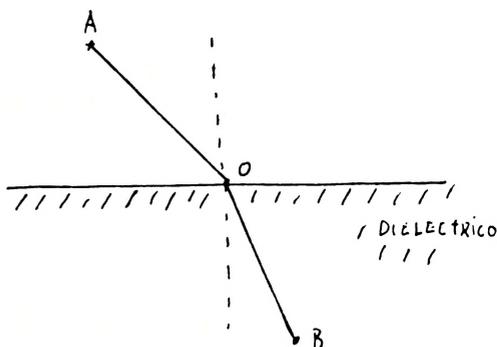
Se emplean conceptos tales como "probabilidad de interacción" y "sección eficaz" introducidos en una forma algo intuitiva.

Podemos analizar el fenómeno de la refracción desde el siguiente punto de vista. Imaginemos un rayo que sigue la trayectoria A o B indicada en la figura y es tal que  $AO = OB$ . Este rayo viene desde el vacío en A sobre la superficie de un medio de índice y dentro del cual viaja hasta el punto B.

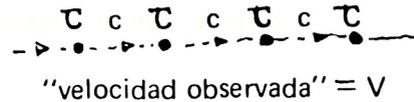
La velocidad con que viaja en el vacío es  $c$ . Mientras que la velocidad "observada" en el medio es  $V \leq c$  que cumple con la relación

$$(1) \quad n = \frac{c}{V}$$

En realidad esta velocidad observada no es debido a una real disminución de la rapidez de propagación de la señal en medio del dieléctrico sino a que hay un retardo debido a un proceso de absorción y reemisión en cada molécula a la que llega la radiación.



Podemos imaginar un fotón que se va propagando de molécula a molécula. Cada una de ellas lo absorbe y lo remite después



de un cierto tiempo\*. Luego que ha recorrido una cierta distancia el tiempo total que habrá invertido en la totalidad de estos procesos será

$$(2) T \approx (\text{número de moléculas en la trayectoria}) \times \tau$$

Obtendremos un estimado del valor de  $\tau$  considerando lo siguiente

ya que  $AO = OB$

si consideramos  $AO = ct$  en donde  $t$  es el tiempo que tarda en recorrer la radiación en el vacío desde A hasta O, entonces la longitud recorrida desde O hasta B sea dada por  $V(t + T)$  en donde  $V$  es la velocidad observada y  $T$  es el retardo. Así tenemos

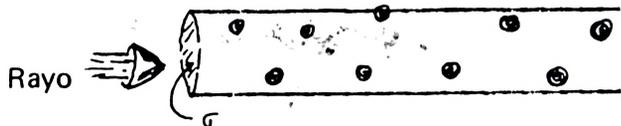
$$ct = V(t + T)$$

$$\frac{ct}{V} = t + T$$

$$\text{o sea (3)} \quad \frac{T}{t} = n - 1$$

Esta última relación lo que indica es que la diferencia del índice de refracción con la unidad nos da el tiempo de retardo por unidad de tiempo de trayectoria libre.

Ahora es indispensable tener una forma de calcular la cantidad de átomos que el cuanto luminoso hallará en su trayectoria a través del dieléctrico. Podemos imaginar una disposición cualquiera de partículas dentro del



dieléctrico distribuidas de forma isotrópica de  $N$  por cada  $\text{cm}^3$  de volumen. Supongamos que en su trayectoria el cuanto abarca una región de choque efectiva o sección eficaz o con dimensiones en  $\text{cm}^2$  entonces el número de átomos o moléculas por centímetro de trayectoria será  $N\sigma$ .

De aquí que el tiempo  $\tau$  para una interacción de absorción-emisión será el cociente del retardo  $T$  sobre el número de átomos que ha recorrido el rayo en la trayectoria  $OB$ ; que será el producto de número de átomos por unidad de longitud ( $N\sigma$ ) por la longitud de la trayectoria que es  $Ct$ . De lo dicho tenemos

$$\tau = \frac{T}{N\sigma ct}$$

o sea

$$(4) \tau = (n-1)/N\sigma c$$

Esta relación nos permite calcular un estimado de  $\tau$  para los diferentes casos de difusión a través del medio, esto es, para los diferentes valores de  $\sigma$ .

Despejando  $n$  arriba tenemos

$$(5) n = 1 + N\sigma c \tau$$

Ahora podemos procurar una relación entre (5) y las propiedades de la radiación incidente. Para ello analicemos desde el punto de vista clásico el comportamiento de un electrón ligado a un átomo que está influenciado por un campo eléctrico oscilante polarizado en  $y$

$$(6) E_y = E_0 \exp[i(\omega t - Kx)]; E_x = E_z = 0$$

Primero podemos considerar que el electrón está unido por una fuerza elástica restauradora de la forma

$$(7) m \frac{d^2x}{dt^2} = -Kx$$

el campo  $E$  ejerce una fuerza  $-eE$ , luego la ecuación clásica del movimiento será

$$m \frac{d^2x}{dt^2} + Kx = -eE$$

o mejor

$$(8) \frac{d^2x}{dt^2} + \omega_0^2 x = -\frac{e}{m} E; \omega_0^2 = \frac{K}{m}$$

Usando las relaciones de Maxwell

$$(9) 4\pi \frac{\partial \bar{H}}{\partial t} = -c^2 \nabla \times \bar{E}; \frac{\partial \bar{D}}{\partial t} = \nabla \times \bar{H}$$

en donde  $\bar{D} = \frac{1}{4\pi} \bar{E} + \bar{P}$  Aquí  $\bar{P}$

es el llamado vector de polarización eléctrica del medio definido por

$$(10) \bar{P} = -Ne\bar{x}$$

Usando (10) en (8) tenemos

$$(11) \left( \frac{\partial^2}{\partial t^2} + \omega_0^2 \right) \bar{P} = \frac{Ne^2}{m} \bar{E}$$

Eliminemos el vector  $\bar{H}$  entre las dos ecuaciones (9) tomando en cuenta el medio no está cargado o sea que  $\nabla \cdot \bar{E} = 0$  y nos da

$$(12) \ddot{\bar{E}} + 4\pi \bar{P} = -c^2 \nabla \times (\nabla \times \bar{E}) = c^2 \Delta \bar{E}$$

Por último eliminemos  $\bar{P}$  entre (12) y (11) y el resultado que se obtiene es la ecuación..

$$\left( \frac{\partial^2}{\partial t^2} + \omega_0^2 \right) \left( \frac{1}{c^2} \ddot{\bar{E}} - \Delta \bar{E} \right) + \frac{4\pi Ne^2}{m c^2} \ddot{\bar{E}} = 0$$

para la elección que se hizo para el campo  $\bar{E}$  polarizado según  $Y$ , será

$$\left( -\omega^2 + \omega_0^2 \right) \left( -\frac{\omega^2}{c^2} + K^2 \right) = \frac{4\pi Ne^2}{m c^2} \omega^2$$

de donde se obtiene

$$K^2 = \frac{\omega^2}{c^2} \left( 1 + \frac{4\pi Ne^2}{m c^2} \frac{1}{\omega_0^2 - \omega^2} \right)$$

pero como  $n = \frac{cK}{\omega}$

obtenemos

$$(13) n^2 = 1 + \frac{4\pi Ne^2/m}{\omega_0^2 - \omega^2}$$

En general  $\omega_0$  reposa en el ultravioleta, luego es

$\omega_0 > \omega$ , cuando  $\omega$  está en el espectro visible. Si consideramos  $4\pi N e^2/m \ll 1$ , se puede aproximar (13) a

$$(14) \quad n \approx 1 + 2\pi N \frac{e^2/m}{\omega_0^2 - \omega^2}$$

Comparando la ecuación (14) con la (5) tenemos que

$$(15) \quad N\sigma\tau \approx 2\pi N \frac{e^2/m}{\omega_0^2 - \omega^2}$$

En el caso de que se tratara de un átomo con varios niveles de resonancia en lugar del correspondiente  $\omega_0$ , digamos  $\omega_i$  con  $i = 1, 2, 3, \dots$  entonces (14) será

$$n = 1 + 2\pi N \sum_i \frac{e_i^2/m_i}{\omega_i^2 - \omega^2}$$

poniendo

$$e_i^2/m_i = (e^2/m) f_i$$

en donde  $f_i$  recibe el nombre de intensidad de oscilación, se obtiene

$$(16) \quad n = 1 + \frac{2\pi N e^2}{m} \sum_i \frac{f_i}{\omega_i^2 - \omega^2}$$

Luego, en lugar de (15) será

$$(17) \quad \sigma\tau = \frac{2\pi e^2}{m c} \sum_i \frac{f_i}{\omega_i^2 - \omega^2}$$

Definamos de "probabilidad de interacción por unidad de tiempo" mediante la relación

$$(18) \quad \Gamma = \rho \sigma c$$

en donde  $\rho$  es la cantidad de fotones presentes por unidad de volumen. Si el valor máximo del campo eléctrico es  $E_0$  entonces la densidad de energía será  $(1/8\pi) |E_0|^2$  y cp,  $\rho$  cada fotón se atribuye una energía  $h\omega$  entonces la densidad  $\rho$  vendrá expresada como

$$(19) \quad \rho = \frac{|E_0|^2}{8\pi h\omega}$$

de esta forma se puede reescribir la (5) como

$$(20) \quad n = 1 + \frac{N}{\rho} \Gamma$$

Podemos estimar el valor de  $\Gamma/\rho$  para un

caso particular, digamos el  $\text{CO}_2$  a presión y temperatura normal, para el  $\text{CO}_2$  es

$$n = 1.00045; \quad N = 2.7 \times 10^{19} \text{ molec/cm}^3$$

$$\text{De donde } \mu\tau/\rho \approx 1.66 \times 10^{-23} \text{ cm}^3/\text{molec}$$

Las dimensiones del resultado sugieren que el miembro de la izquierda representa un "volumen" de interacción eficaz" para el proceso, esto es, el tamaño de la región tridimensional en donde se puede decir que ocurrirá el proceso de interacción entre el fotón y la molécula.

**INTERACCION DE LOS RAYOS GAMMA  
CON LA MATERIA  
POR: DR. LUCIANO SBRIZ**

Si queremos estudiar el comportamiento de los rayos gamma a través de la materia podemos, por ejemplo, hacer incidir un cierto haz de gammas de intensidad  $I_0$  y determinar la intensidad de los mismos después de haber atravesado un cierto espesor  $dx$  del material. Se encuentra que el decrecimiento es directamente proporcional al espesor atravesado y a la intensidad, o sea:

$$I^{-1} dI \propto -\mu dx$$

donde  $\mu$  es el coeficiente de absorción del material.

Por lo tanto, la intensidad del haz cuando los gammas hayan atravesado un espesor  $x$  será:

$$I = I_0 e^{-\mu x}$$

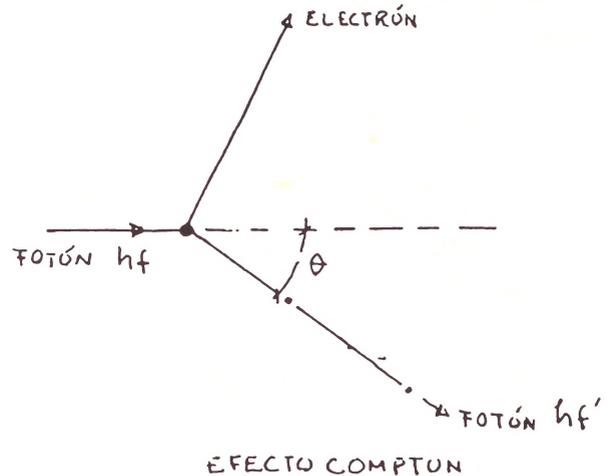
Siendo  $I_0$  obtenido una función exponencial, no se puede afirmar con exactitud que tenemos una intensidad  $I$  cuando el haz haya atravesado un espesor  $x$ , tenemos que decir que la probabilidad de que la intensidad sea  $I$  cuando haya atravesado un espesor  $x$  es:

$$I/I_0 = e^{-\mu x}$$

Ahora bien, el hecho de que se constata que  $\mu$  no se mantiene constante al variar la energía de los gammas incidentes sobre una determinada substancia, nos lleva a la conclusión que los gammas pierden energía en diferentes modos según la energía.

Vamos por lo tanto a ver como interactúan las gammas con la materia y en particular consideraremos los siguientes tres fenómenos esenciales: efecto fotoeléctrico; efecto Compton y producción de pares (materialización del rayo gamma).

Estos procesos mediante los cuales los rayos gammas pierden energía atravesando un material son muy complejos porque están siempre acompañados por efectos secundarios como, por ejemplo, la emisión de radiaciones de fluorescencia en el efecto fotoeléctrico, emisión de electrones de rebote en el efecto Compton y aniquilación de los positrones pro-



ducidos en la materialización.

Fijaremos ahora nuestra atención al efecto fotoeléctrico: este tiene lugar cuando un fotón pierde su energía removiendo uno de los electrones de los niveles internos de un átomo de los que componen el material frente a él. Lógicamente este proceso puede acaecer solo si el fotón tiene más energía que la de enlace del electrón con el átomo.

El lugar que queda vacío debido a la emisión del electrón es ocupado por electrones más externos y este proceso puede estar acompañado por radiaciones de fluorescencia.

Viceversa: puede suceder que no se emita una radiación sino un electrón de un nivel más externo. Por ejemplo: el lugar vacío dejado en el nivel K puede ser ocupado por un electrón del mismo modo si el lugar vacío K es ocupado por un electrón L y se emite un electrón M, este último tendrá energía  $E_K - E_L - E_M$ .

( $E_K$ ,  $E_L$  y  $E_M$  son las energías de enlace de los electrones K, L y M). Estos procesos son

llamados procesos de Auger, por ser su descubridor.

El efecto fotoeléctrico, como los demás efectos, predominan a ciertas energías. Cuando la energía de los gammas es baja (10 Kev), insuficiente para excitar los átomos, estos rayos son difundidos por los átomos. Este fenómeno se denomina "difusión de Rayleigh".

En el segundo efecto, efecto Compton, el fotón pierde su energía chocando con un electrón libre y éste último adquirirá la energía perdida por el fotón bajo forma de energía cinética. En el choque tendrá lugar una variación de longitud de onda o de frecuencia.

Si el fotón poseía antes del choque una energía  $hf$  ( $h =$  constante de Planck,  $f =$  frecuencia) después del choque tendrá una energía  $hf'$ , menor que  $hf$ .

La energía que tendrá el fotón después del choque será:

$$hf' = hf / \left[ 1 + \frac{(1 - \cos\theta)hf}{mc^2} \right]$$

Por lo tanto, la energía cinética que habrá adquirido el electrón, será la misma que habrá perdido el fotón, entonces siendo  $hf$  la energía antes y  $hf'$  la que tiene después del choque, el fotón habrá perdido una energía equivalente a:

$$hf - hf' = \frac{(1 - \cos\theta)hf/mc^2}{1 + (1 - \cos\theta)hf/mc^2}$$

La energía cinética adquirida por el electrón será:

$$E_{cin} = hf - hf'$$

Como es fácil notar, el electrón adquirirá mayor  $E_{cin}$  cuando

$$\cos\theta = -1, (\theta = 180^\circ)$$

lo cual corresponde al caso en que el fotón después del choque rebote en la misma dirección que tenía inicialmente.

Como último caso de pérdida de energía del gamma vamos a considerar lo que se llama también "materialización del rayo gamma" (producción de pares).

Este fenómeno no puede tener lugar en el espacio libre porque el principio de la conservación de la energía y del impulso lo impiden. Se hace necesaria la presencia de un núcleo o de un electrón para balancear la energía y el impulso en la transformación. La transformación puede tener lugar cuando la energía es superior a  $2mc^2$  si la materialización tiene lugar con un núcleo, que con su rebote asegura la conservación de la cantidad de movimiento; cuando el rebote es sufrido totalmente por un electrón la energía mínima necesaria para la conservación de la energía y el impulso es superior a los 2 MeV, entonces se obtienen dos electrones y un positrón que adquieren una cantidad de movimiento apreciable.

Considerando los efectos mediante los cuales el fotón pierde energía podemos ahora considerar nuevamente el coeficiente de absorción  $M$ . Este variará a según del tipo de interacción, por lo tanto en general podemos poner que:

$$(1) \quad \mu = \tau + \lambda + \kappa$$

donde  $\tau, \lambda, \kappa$  son los coeficientes de absorción correspondientes a los tres efectos considerados.

Si el único efecto en juego es, por ejemplo, el fotoeléctrico, entonces  $\lambda$  y  $\kappa$  serán nulos y  $M$  será igual a  $\tau$ , si en las interacciones entran en juego diferentes efectos contemporáneamente el coeficiente de absorción será la (1).

## LOS PARAGUAS DE MARTE

La atmósfera de Marte es tan ligera que en caso de un fuerte aguacero habría que usar un paraguas hecho de metal y no de tela. Efectivamente, la pequeña resistencia del aire a las gotas de agua, debido a lo enrarecido de la atmósfera, hace que las gotas caigan a la superficie del planeta con una velocidad tan grande que perforarían un paraguas de tela común.

(Pero no hay que preocuparse; por otro lado, la humedad que parece tener la atmósfera de Marte es tan baja que difícilmente caigan fuertes aguaceros).

## LAS MARCAS DEPORTIVAS

Cuando se realizan competencias deportivas, se supone que todos participan en igualdad de condiciones. Pero como las competencias se realizan año tras año en países diferentes, la realidad es que las condiciones físicas locales influyen en la facilidad de romper los records o marcas.

Por ejemplo, el lanzamiento del disco (y prácticamente todas las competencias) es afectado por el valor de la gravedad, por lo que un lanzamiento en Santo Domingo, puede arrojar una distancia 5 cm más larga que el mismo lanzamiento en un país escandinavo. (De todos modos, no solo la gravedad sino muchas otras condiciones físicas influyen en las competencias deportivas, tales como la temperatura y presión del aire, que afectan el rendimiento físico del atleta).

## ¿DONDE CAE LA BOLA?

Si dejamos caer una bola desde la punta del palo mayor de un barco que se encuentra en reposo, la bola caerá paralelamente al palo hasta la cubierta del barco (prescindiendo de la influencia del aire). Ahora bien, si el barco se halla en movimiento cuando se deja caer la bola, ¿hacia dónde caerá ésta, hacia la proa o hacia la popa?



La bola volverá a caer paralelamente al palo, pues al soltarla tendrá una velocidad horizontal igual a la del barco, y como durante la caída nada hace cambiar la velocidad horizontal del barco y de la bola (prescindiendo de la influencia del aire), en cualquier tiempo ambos se habrán desplazado horizontalmente la misma distancia.

## MINIBIOGRAFIA: ARISTOTELES POR LULIO BLANCHARD

Aristóteles nació en el año 384 a. de J.C. en Estagira, pequeña población que se encontraba en la costa noroccidental del Mar Egeo. Su padre fue médico de la corte del rey Amintas de Macedonia, abuelo de Alejandro el Grande. Durante su juventud, sus padres y preceptores se ocuparon de su educación y recibió la acostumbrada enseñanza griega. Bajo el influjo de su padre, demostró vivo interés en las ciencias naturales y reunió todo género de muestras de la vida marina recogidas en las playas cercanas del Egeo.

A la edad de diecisiete años, inició su educación superior asistiendo a la Academia de Atenas. En ella su maestro fue el gran filósofo idealista Platón, quien reconoció el genio de Aristóteles y lo llamó "la mente de la escuela". Durante los siguientes veinte años, Aristóteles estuvo relacionado con la Academia de Platón en la "búsqueda de la verdad y la bondad". Los sabios de la Academia no sólo se ocupaban de las ideas, la filosofía y la teoría del gobierno, sino también de las matemáticas, la astronomía y otros estudios científicos. Aristóteles resultó el más distinguido de los discípulos de Platón, pero existía una diferencia fundamental entre el pensamiento del alumno y el del maestro. Platón, que se interesaba más en las ideas abstractas y las matemáticas, se daba por satisfecho con aceptar el mundo como una totalidad estática. Aristóteles, en cambio, menos interesado en lo abstracto, se apegaba más a la realidad. Le interesaba más la observación de lo visible y la clasificación de los seres vivos. Su mundo era menos estático, más dinámico.

En el año 342 a. de J.C., después de la muerte de Platón, Aristóteles fue invitado por el rey Filipo de Macedonia para ser el preceptor del joven Alejandro, quien entonces tenía catorce años de edad. Aristóteles se quedó en Macedonia siete años, hasta que su joven discípulo se convirtió en Alejandro el Grande, soberano de un vasto imperio.

Los servicios de Aristóteles en Macedonia le dieron un gran resultado. Alejandro le concedió grandes sumas de dinero y los servicios de ayudantes en todo su imperio, que reunían muestras de la vida animal e informaban sus observaciones y hallazgos a Aristóteles. Sobre la base de estas observaciones, Aristóteles fundó la ciencia de la biología, y clasificó a las criaturas vivas de acuerdo con la complejidad de la estructura, el método de la reproducción y ciertas características de la sangre, facilitando así el estudio y la comparación de las especies.

Después de que Alejandro ascendió al trono, Aristóteles volvió a Atenas, donde fundó su escuela, equivalente a una escuela superior de la actualidad, en el Liceo. Se le conoció con el nombre de Escuela Peripatética, que viene de la palabra griega peripatos, la cual significa pasear. Había columnatas y jardines en el terreno de la escuela, donde Aristóteles y otros sabios paseaban y discutían los diversos temas de estudio, y esa circunstancia dio su nombre a la escuela.

El espíritu de Aristóteles casi no tiene par en la historia del género humano si se considera la variedad y hondura de su erudición. Se supone que Aristóteles escribió unos mil libros de los cuales se han perdido casi todos. Las pocas obras que se conservan consisten, sobre todo, en sus notas para las lecciones que daba en la Escuela Peripatética.

Aristóteles y otros filósofos se dedicaron más a explicar por qué ocurrían ciertos fenómenos, que a observar de cerca lo que ocurría. Así, por ejemplo, aceptó la suposición de que un objeto más pesado caía a tierra con mayor rapidez que otro más ligero, declarando que todos los objetos pesados buscan su lugar natural al caer hacia el centro de la tierra, y que los más pesados se mueven con mayor rapidez hacia ese lugar natural. Siglos más tarde, Galileo, experimentando con la caída de los cuerpos para verificar la exactitud de esa suposición,

descubrió que, cualquiera que fuera su peso, los objetos llegaban al suelo al mismo tiempo cuando se dejaban caer desde la misma altura.

Aristóteles expuso la teoría de que era imposible el vacío; pero, más tarde, los hombres de ciencias lograron crearlo. También sostuvo la teoría de que el estado natural de un objeto era el reposo y que se requería una fuerza o motor para mantenerlo en movimiento. Siglos más tarde, Newton refutó esta teoría mediante la experimentación.

Las teorías biológicas de Aristóteles, basadas en la observación y la investigación científica, tuvieron validez durante mucho tiempo. Empero, en esfera de la astronomía y la física, sus teorías, como vimos, no se basaron en el método científico ni la experimentación, sino en el análisis filosófico de observaciones limitadas y suposiciones que carecían de validez.

Para Aristóteles, la Física es la ciencia del ser corpóreo y móvil, que tienen en sí el mismo principio de su movimiento. La actividad de los cuerpos tiene su principio en las formas naturales y se desarrolla en la tendencia que tienen hacia un fin determinado. La existencia de las causas finales aparece en todos los órdenes de los seres, por lo tanto, la materia condiciona la actividad.

Esta actividad sería muchísimo más perfecta si no se desarrollara en el limitado terreno de la materia, si pudiera seguir paso a paso todo el alcance de la inteligencia. Pero como esto es imposible en aras de la materia, la inteligencia ha de ceder fatalmente parte del ideal.

Todo movimiento es un cambio, y las causas de los cambios son cuatro: la sustancial, la cuantitativa, la cualitativa y la de espacio. Esta última es el campo donde se efectúan todas las demás.

Aristóteles dice que el espacio es contínuo, lo mismo que el tiempo; pero mientras el primero es finito, el segundo es infinito, en el sentido de indefinido. Lo contínuo es divisible en partes, también contínuas indefinidamente.

Distingue un doble movimiento local, el circular y el que alternativamente se aproxima y se aleja de él. Admite cinco elementos: el agua, que ocupa el centro de la tierra; el aire y un círculo de fuego, que componen la atmósfera; el éter, el más puro, y la tierra, la más pesada.

El Universo aristotélico es geocéntrico, es decir, que la Tierra ocupa el centro del sistema, y entre él y el cielo de las estrellas fijas se mueven los planetas. Los astros están animados y son divinidades. El universo es esférico y todo, absolutamente todo, gira alrededor de la tierra diariamente, de oriente a occidente. Este movimiento del cielo tiene su punto de partida en la última línea a la que toca el movimiento del primer motor, que es DIOS.

Esquemáticamente, ésto es el pensamiento de aquel hombre extraordinario.

Un día caminaba Aristóteles, entre la columnata del Liceo, cuando le entregan un mensaje. Lo leyó. Su apacible y docto rostro no se alteró, pero en su interior bullían emociones mezcladas de pesar, amargura e ira. La nota informaba de la muerte de Alejandro de Macedonia el Grande, ahora se hablaba en Atenas de un levantamiento para sacudir el yugo macedónico.

Aristóteles volvió una vez más los ojos a las palabras de la carta: "Querido amigo, en Atenas te acecha el peligro, tus enemigos azuzarán al populacho contra tí, debido a tus antiguas relaciones con Alejandro. Recuerda con cuanta injusticia acusaron a Sócrates y quitaron la vida a Sócrates. Debes huir de Atenas".

Así fue como, en el año 323 a. de J.C., Aristóteles, de sesenta y dos años de edad, abandonó su amada Escuela Peripatética, donde trabajó con los sabios más grandes de la época, y huyó a una pequeña isla, Eubea, que estaba a cierta distancia. En el año 322 a. de J.C. murió en dicha isla.

La Segunda Conferencia Interamericana Sobre la Enseñanza de la Física (II CIEF) tendrá lugar en Caracas, Venezuela, del 1ro. al 6 de septiembre de 1975.

La primera de estas conferencias tuvo lugar en Río de Janeiro en 1963 y tuvo el propósito de estudiar el estado de la enseñanza de la física en Latinoamérica y de sugerir las reformas necesarias para que dicha enseñanza logre los objetivos que debe tener en la educación Contemporánea.

La Segunda Conferencia se propone analizar la formación que deben recibir los físicos para que puedan contribuir al desarrollo integral de los países latinoamericanos.

La Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña enviará un representante a esa conferencia.



En Austin, Texas, tuvo lugar el Noveno Curso Centroamericano de Física (CURCAF IX), del 22 de junio al 12 de julio de 1975.

Estos cursos se celebran normalmente en países centroamericanos, pero en esta oportunidad se ha conseguido como sede la Universidad de Texas en Austin, para que los participantes tengan oportunidad de trabajar con equipos modernos en diversas ramas de la Física.

La UNPHU envió tres profesores a participar en el CURCAF IX.

Se encuentra en el país el Dr. Néstor Azzis, físico uruguayo que asesora al Departamento de Física de la UNPHU, como parte de la Asistencia Técnica y Económica que está dando la OEA a este Departamento. El Dr. Azzis ha realizado varios trabajos de investigación, principalmente en física teórica, pero tiene también buena formación tecnológica por ser graduado de Ingeniero Electromecánico antes de dedicarse a hacer el Doctorado en Física.



Los estudiantes del cuarto semestre de la carrera de Física de la UNPHU tomaron durante el verano un curso básico de electrónica práctica en los laboratorios del Instituto Politécnico Loyola, en San Cristóbal.

## INDICE

EDITORIAL . . . . .	1
DIDACTICA DE LA FISICA	
Desde Brazil escribe Rubén Ruiz . . . . .	2
FISICA ELEMENTAL	
La Inercia, Por Lulio Blanchard . . . . .	5
FISICA GENERAL	
El Principio de Incertidumbre, por Luis Mera . . . . .	7
FISICA SUPERIOR	
Tratamiento Clásico de la Dispersión (I)	
por Rafael Bautista . . . . .	9
Interacción de los Rayos Ganma con la Materia,	
por Luciano Sbriz . . . . .	16
CURIOSIDADES DE LA FISICA	
Por Franz Heinsen . . . . .	14
MINIBIOGRAFIA	
Aristóteles, por Lulio Blanchard . . . . .	15
NOTICIAS VARIAS . . . . .	17



## Con los Sistemas B 1700, usted obtiene resultados inmediatos

Los usuarios del Sistema B 1700 pueden seleccionar entre tres procesadores centrales, con velocidades de operación de 2, 4 ó 6 millones de ciclos por segundo. Las extensiones de memoria varían de 16,000 a 98,000 bytes.

SISTEMA B1700 DE BURROUGHS. . . .

AL SERVICIO DE SUS REQUERIMIENTOS DE INFORMACION  
Y CONTROL EN EL PRESENTE. . . . Y EN EL FUTURO.



Representantes:  
DATO CENTRO S.A.,  
Abraham Lincoln No.110  
Telf. 566-1007  
565-0612

Santo Domingo, República Dominicana.