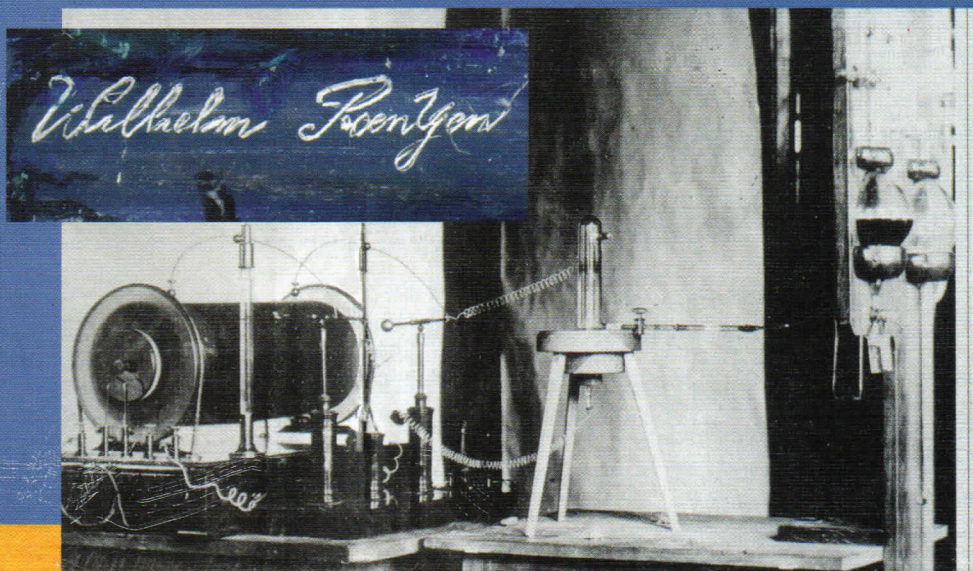


EDUCACION EN FISICA

Revista de la Asociación de
Profesores de Física del Uruguay
Volumen 2 - N° 2 - Diciembre, 1995



*Tubo de Crookes que utilizó Roentgen en su
laboratorio en Würzburg (Alemania - Noviembre 1895)*

Rayos X

En noviembre de 1895, mientras trabajaba con dos
cargas eléctricas en tubos con gases a baja presión,
Wilhelm K. Roentgen descubrió los rayos X.

El 17 de marzo de 1896, el diario "La Razón" de Montevideo daba
cuenta de las experiencias con rayos X que el Prof. Williman
y el Bach. Maggiolo realizaban en el Gabinete de Física
de la Universidad Mayor.

EDUCACION EN FISICA

Revista de la APFU

Comité de Publicaciones:

Mario Guerra

*Profesor de Física Secundaria IPA
Consultor de UNESCO*

Sara Viñas

Profesora Inspectora de Física

Humberto Villaamil

Profesor de Fisicoquímica IPA

Eduardo Fiore

Director Videoteca Secundaria

Liliana Bardallo

Coordinadora INFED 2000

Juan Carlos Yanplong

Profesor de Epistemología IPA

Margarita Luaces

Profesora de Didáctica Biología IPA

Alicia Acland

Profesora de Pedagogía IPA

Redactores Responsables:

Julia Leymonie

Mariana Castelnoble

Equipo de Redacción:

Mary Garcimartín

Zoraida Viera

Vilma Baisón

Amadeo Sosa

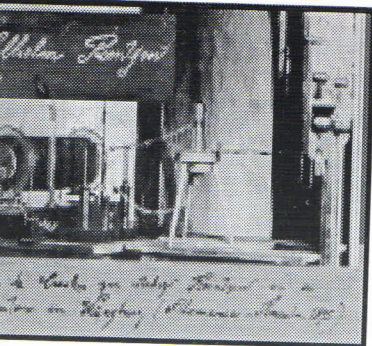
Dirección de la Revista:

FELIX OLMEDO 3773/04

CP 11700 MONTEVIDEO.

TEL 37 23 96 FAX (2) 42 60 55

Las opiniones expresadas en los artículos, cuando figura el nombre del autor, no representan necesariamente los puntos de vista de los Editores.



Diseño de Portada:

Mary Garcimartín

EDUCACION
EN FISICA

Revista de la
Asociación
de Profesores de
Física
del Uruguay (APFU)

Publicación trimestral

Volumen 2, Nº 2
Diciembre de 1995

Depósito legal: 299222 / 95

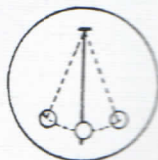
Publica: **Ediciones IDEAS**

Mercedes 1786

Telefax: 48 69 85

11200 Montevideo - Uruguay

**Asociación de
Profesores
de Física**



del Uruguay

Este año se cumple el centenario del "descubrimiento" de los Rayos X, realizado por Wilhelm Konrad Roentger en noviembre de 1895.

En ese siglo, la cantidad y la calidad de las investigaciones científicas era tan grande que algunos físicos llegaron a comentar que el único trabajo que quedaba por hacer era medir las constantes físicas fundamentales con mayor precisión.

Pero a comienzos del Siglo XX el desarrollo de la Física Moderna introdujo un importante cambio en la concepción que la sociedad tenía sobre la ciencia: la *Noción de Incertidumbre*.

Se comenzaron a acumular argumentos a favor de que no siempre es posible probar y confirmar el conocimiento: fue surgiendo la idea de que el conocimiento científico no se descubre sino que se trata de una construcción humana y por lo tanto subjetiva.

Un filósofo dijo una vez:

"Es necesario para la propia existencia de la ciencia que las mismas condiciones produzcan siempre los mismos resultados"

Pues bien, ¡no lo hace!

R. Feynman.

Feynman
Francisco Santalucia

Secciones de la Revista

* **Tema central.** En cada publicación el equipo de redacción elegirá un tema de interés basándose en su importancia teórica, su conexión con el entorno, lo novedoso de su aporte y su posible aplicación en el aula. Se identificará este tema en la tapa de la Revista.

* **Artículos sobre física y otras ciencias relacionadas.** Se incluirán en esta sección artículos teóricos o experimentales.

* **Tecnologías educativas.** En esta sección se publicarán artículos relacionados con las nuevas tecnologías aplicadas a la educación, tanto en sus aspectos de reflexión teórica como en sus aplicaciones en el aula.

* **Experiencias didácticas.** Este espacio de la Revista se ofrece a los docentes para que expongan sus experiencias en el aula, con la finalidad de promover el intercambio y la discusión de las mismas.

* **Historia y epistemología de la ciencia.** Dado el interés actual por el papel de la historia y la epistemología de la ciencia en la enseñanza de las ciencias, la redacción de la Revista considera importante estimular la reflexión sobre estos temas.

* **Recomendaciones bibliográficas.** A través de esta sección se tratará de compartir con los lectores de la Revista libros, revistas y otras publicaciones de interés; es un espacio abierto para que los propios lectores envíen sus recomendaciones.

* **Cartas de los lectores.** La Revista es uno de los medios de comunicación de la Asociación, por lo tanto no podía faltar un espacio en el cual los lectores viertan sus críticas, sugerencias, comentarios y otros aportes que consideren interesantes.

* **Informaciones.** En cada número de la Revista se intentará reseñar encuentros, congresos, exposiciones y otros eventos de interés para los profesores de ciencias.

* **Espacio libre.** Sería interesante que los lectores aportaran dibujos, caricaturas, chistes, frases, etc. que desearían ver publicadas en la Revista.

Cómo enviar trabajos para publicar

Pueden ser enviados para su publicación contribuciones de diverso tipo, que se correspondan con las distintas secciones de la Revista: a) artículos (originales o no), b) notas, c) comentarios de libros y revistas, software y videos educativos, artículos publicados en la propia Revista y otros comentarios o críticas de interés para los lectores.

1. Los trabajos deben enviarse por duplicado, escritos a doble espacio y con márgenes a ambos lados. En una de las copias debe figurar el nombre completo del autor o autores, dirección y lugar de trabajo, así como un breve currículum.

Junto al trabajo debe remitirse un resumen de un máximo de 10 líneas.

2. Las citas bibliográficas se relacionarán al final del trabajo por orden alfabético, indicando:

a) para artículos de revista: apellido del autor(es), año, título del artículo encomillado, título completo de la revista, volumen, número y páginas.

Ejemplo: Lang da Silveira, F., Moreira, M.A. y Axt, R. (1992) "Habilidad en preguntas conceptuales y en resolución de problemas de Física" Enseñanza de las Ciencias, Vol. 10, N° 1, pp. 58-63.

b) para libros: apellido del autor(es), año, título del libro subrayado, editorial, lugar, número de páginas y número de edición, en caso de que el libro sea traducción, indicar entre paréntesis autor de la traducción, nombre original de la obra subrayado, editorial y año.

Ejemplo: Blatt, F. J. (1991) Fundamentos de Física, Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A., México, 878 pp. 3ª edición (Tr. española de Ing. Virgilio González Pozo, Principles of Physics, Prentice-Hall, Inc., 1989).

Dentro del texto las referencias se indicarán dando apellido(s) y año entre paréntesis.

Ejemplo: ... si se plantea el aprendizaje como cambio conceptual y metodológico (Gil, 1984)... En caso de que el nombre del autor aparezca explícitamente en el texto se indicará...según Feyerabend (1978).

3. Las tablas, esquemas, dibujos y gráficas se realizarán sobre papel blanco, utilizando como máximo tres colores. Las fotografías se enviarán en blanco y negro. Estos materiales se adjuntarán numerados en un sobre. En el texto sólo debe figurar dicho número en el lugar donde se desea colocar (la redacción se reserva el derecho de modificar el lugar y tamaño de la ilustración en función de las necesidades de la compaginación de la Revista).

4. Para simplificar el proceso de armado de la revista solicitamos que los trabajos sean escritos con un procesador de texto (PC compatible) de modo tal que si el trabajo es aceptado pueda ser requerido el diskette correspondiente.

El nombre del archivo debe ser el apellido del autor seguido por la extensión .AUT, si se envían figuras scaneadas, la extensión debe de ser .PCX, y en la etiqueta del diskette debe figurar el nombre completo del autor, el nombre del archivo y el procesador de textos que fue utilizado.

5. Los trabajos deben ser enviados a

Julia Leymoní o Mariana Castelnoble
(Revista Educación en Física)

Félix Olmedo 3773/04,

11700 Montevideo (Uruguay)

(Cuando sea necesario, se puede remitir el artículo mecanografiado)



El receptor de T.V y el P.C. como fuentes de radiación

Horacio E. Arlo

Profesor de Enseñanza Secundaria

Ingeniero Electrónico de U.T.E.

I) Antecedentes y motivos

Con fecha 23/3/62, el autor de este trabajo fue designado Miembro Honorario de la denominada por entonces «Comisión Nacional para la Protección de las radiaciones».

Con fecha 11/6/63, la aludida Comisión encomendó la preparación de un trabajo referente al receptor de T.V. como fuente de radiación.

Por carta de fecha 22/6/63, la Comisión comunicó al responsable de esta nota, la decisión de realizar un simposio sobre el tema, en el cual se presentaría este trabajo en el mes de agosto de ese mismo año. La prensa divulgó la próxima realización de ese evento. Sin embargo, por razones no explicadas, dicho simposio nunca se llevó a cabo. El trabajo encomendado, que fue terminado en tiempo y forma, nunca fue divulgado. A fines de 1990, en ocasión del 2° Seminario de Ingeniería de U.T.E., el autor presentó el trabajo, actualizándolo en sus contenidos, con la inclusión del P.C., como eventual fuente de radiación.

Posteriormente, la Inspección de Física de Enseñanza Secundaria, invitó al autor a hacer uso del local de la Cátedra «Alicia Goyena», con la finalidad de realizar una exposición sobre el tema, la cual se llevó a cabo. Posteriormente, la Asociación de Profesores de Física del Uruguay invitó al autor a realizar una versión resumida del aludido trabajo, con la finalidad de incluirlo en la publicación regular, que realiza la misma.

II) Cálculo de la energía radiante producida por unidad de tiempo, por un choque de flujo catódico contra la pantalla del tubo de imagen de un receptor de televisión o un monitor de P.C.

Es conocido que, si una corriente de corpúsculos electrizados de suficiente energía, choca contra un obstáculo, se producen rayos X. En el caso que nos ocupa, los corpúsculos, son electrones del flujo catódico, y el obstáculo es la pantalla del receptor de T.V. o del monitor del P.C. Supondremos, en lo que sigue, que dicha pantalla está recubierta con una capa de ZnSiO (silicato de cinc). Supondremos asimismo, que los tubos de imagen de los televisores que nos ocupan, operan a 20 kvolt, en los tubos monocromáticos y a mayores tensiones, para tubos de color. Los cálculos se plantearán para el menor de los voltajes aludidos, con lo cual estaremos en la situación de energía mínima, para los electrones del haz. Para ese voltaje, la ley de Duanne-Hunt, conocida desde 1915 (Physical Revue, 6, pág. 116), nos permite calcular la máxima frecuencia y la mínima longitud de onda del espectro de rayos X emitidos en un espectro continuo⁽¹⁾:
$$(hf)_{\text{máx}} = Ec(\text{energía cinética}).$$

⁽¹⁾ El lector interesado en el contenido físico de esta ley, puede asimismo consultar la obra «Physics of Nuclei and Particles», Tomo I, de Pierre Marmier y Eric Sheldon, Accademic Press, pág. 177-178.

Dicha longitud de onda mínima, es de 0.62 A. Descartaremos el espectro de rayas, característico de los elementos que componen el anticátodo, que en nuestro caso es la pantalla, por las razones que siguen:

1. La raya «K» del Zn, de acuerdo con la ley de Moseley⁽²⁾, tiene una longitud de onda de 1.43 A, que es mucho mayor que la aludida de 0.62 A. Esto nos dice que la radiación asociada a la raya» K», ha de ser fuertemente absorbida por el vidrio del tubo.
2. En cuanto a las rayas provenientes del Si, éstas serán muy fuertemente absorbidas por el vidrio del tubo, que también contiene a este elemento.

(2) Esta ley establece, para la serie «K», que las frecuencias asociadas cumplen: $f = (3/4)R(Z-a)^2$, donde «R» es la corriente de Rydberg, «Z» el número atómico, «a» una corriente de la serie muy cercana a 1.

La absorción está determinada por el llamado «coeficiente de absorción» del material, que es directamente proporcional al cubo de la longitud de onda (véase, por ejemplo, «Tratado de Química Física» de Samuel Glasstone, Ed. Aguilar, pág. 328-329).

Además de lo anteriormente establecido, es preciso recordar que la intensidad del espectro continuo decrece rápidamente con la longitud de onda. Esto está descrito en la figura 1, en la cual se ha señalado el gráfico correspondiente a una ampolla de rayos X, activada por una tensión de 20 kvolts.

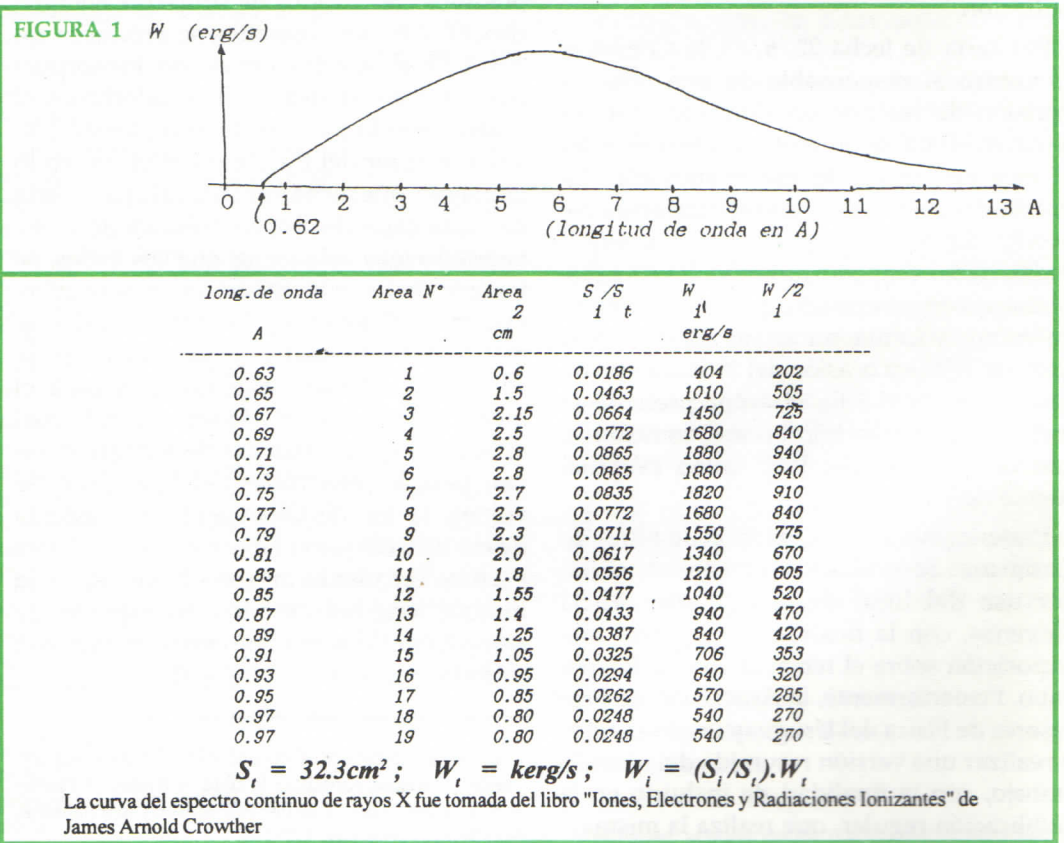
Resumiendo: supondremos que la totalidad de la energía radiante X, se emite en el espectro continuo comprendido entre 0.62 y 1.00 A.

La medida de la intensidad de la corriente anódica, en los tubos de imagen que nos ocupan, arrojó el resultado: $i = 0.27 \text{ mA}$.

La energía de la corriente eléctrica que forma el flujo catódico, será: $W = 0.00027 \text{ (C/s)} \times 20.000 \text{ (j/C)} = 5.4 \times 10^7 \text{ erg/s}$

Una pequeña parte de esta energía por unidad de tiempo, es la que se transforma en radiación X. En el tubo convencional de rayos X, con anticátodo de wolframio, aproximadamente 1/1000 de esa energía por unidad de tiempo, es la transformada.

La intensidad de la radiación del espectro



continuo, es aproximadamente proporcional al número atómico del elemento que constituye el anticátodo. Para el tubo con anticátodo de wolframio, se tiene: $0.001W = k.(74)$

donde «74», es el número atómico del wolframio y «k» una constante de proporcionalidad. En nuestro caso, el cinc, es el elemento de mayor número atómico del anticátodo (pantalla del tubo de imagen), tenemos: $W_{Zn} = 0.001W \times 30/74 = 4.1 \times 10^{-4} W$

La energía total, será:

$$W_t = W_{Zn} = 4.1 \times 10^{-4} \times 5.4 \times 10^7 = 22 \text{ kerg/s}$$

La energía total emitida, será la misma de las correspondientes a cada longitud de onda, comprendida en el intervalo 0.62-1.00 Å. Es decir: $W_t = W_1 + W_2 + W_3 \dots + W_n$ [1]

En la fig. 1 el intervalo 0.62-1.00 Å se ha dividido en 19 intervalos, que corresponden a la tabla agregada. Cada intervalo tiene una amplitud de 0.02 Å dentro de los cuales, la radiación dispone de una sola longitud de onda, la cual se toma igual a la correspondiente al punto medio del intervalo. W_i representa la energía emitida en la mitad de tiempo, en la longitud de onda i -ésima. Si en la ecuación [1] multiplicamos los dos miembros por la amplitud del intervalo $D = 0.02$ (en la partición elegida), tendremos:

$$W_t \cdot D = W_1 \cdot D + W_2 \cdot D + \dots + W_n \cdot D \quad [2]$$

Cada uno de los sumandos de la ecuación [2], es proporcional al área delimitada debajo de la curva, en el intervalo considerado: $W_i = k \cdot S_i \quad i = 1, 2, 3, \dots, 19$

Por lo tanto, hallando el área bajo la curva y cada una de las áreas elementales, la relación entre las áreas, nos dará la relación entre las energías por unidad de tiempo: $S_i/S_t = W_i/W_t$, de donde es posible obtener $W_i = W_t \cdot S_i/S_t$ con $W_t = 22 \text{ herg/s}$.

Para la energía radiante emitida hacia la parte posterior del tubo, la pantalla actúa como anticátodo por «reflexión». En cambio, para la radiación que se envía hacia adelante, la pantalla actúa como anticátodo por «transmisión». En los tubos de rayos X, que operan de esta última forma, la pantalla es delgada, con la finalidad de que los rayos producidos atraviesen la pared sin una absorción importante. En nuestro caso, las co-

sas son al revés. La pantalla tiene un espesor de 0.8 cm, en tanto que para la parte posterior, el tubo tiene un espesor promedio de 0.3 cm.

No hay razones, para suponer que la energía radiante de la parte interna del tubo, y que se dirige hacia el semiespacio donde se encuentra el cátodo, sea diferente a la que se dirige hacia el semiespacio opuesto. Ambas energías por unidad de tiempo, luego de salir del tubo, ya no serán iguales, debido a las diferentes absorciones provocadas por los distintos espesores del vidrio del tubo.

En la tabla de la fig. 1, se ha incluido una columna $W_i/2$, que representa las energías radiantes emitidas por unidad de tiempo, para cada una de las longitudes de onda elegidas para el cálculo y producidas en el interior del tubo.

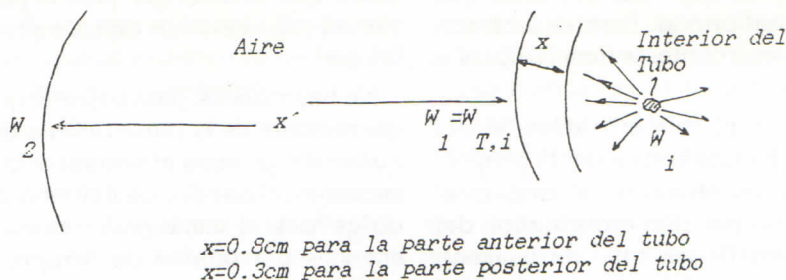
III) Elección del coeficiente de absorción específica μ/p del vidrio del tubo

El coeficiente de absorción específica μ/p del vidrio del tubo para la radiación X, varía con la composición del vidrio. En particular con la proporción de elementos pesados que contenga (Fe_2O_3 , Pb, ..., etc.) y para una composición dada, crece proporcionalmente al cubo de la longitud de onda.

Luego de consultas realizadas por la Comisión Nacional de Protección de las Radiaciones, al Instituto de Física Técnica de la Facultad de Ingeniería, se eligió para el vidrio del tubo, un coeficiente de absorción específico de 0.56 para la longitud de onda 0.69 Å.

Si con W_i , indicamos la energía por unidad de tiempo de la radiación X del espectro continuo, para una longitud de onda elegida, en el intervalo 0.62-1.00 Å, producidas en el tubo, la energía que sale hacia afuera, después de atravesar un espesor «x» del vidrio, será: $W_{T,i} = (W_i/2) \cdot e^{-\mu x}$, donde « $W_{T,i}$ », es la energía transmitida total, a la longitud de onda i -ésima, con un coeficiente de absorción específico de 0.56 y la longitud de onda 0.69 Å y teniendo en cuenta que ese coeficiente es proporcional al cubo de la longitud

FIGURA 2



de onda. Consideramos ahora la situación de la figura 2.

La energía por unidad de tiempo, luego de atravesar el espacio x' de aire, será $W_2 = W_1 \cdot e^{-\mu x'}$, donde W coincide con la energía transmitida por el vidrio del tubo. Entonces:

- $x' = 30 \text{ cm}$, para el operario de P.C.
- $x' = 300 \text{ cm}$, para el telespectador ubicado a distancia
- $x' = 100 \text{ cm}$, para el que se ubica a distancia detrás de la pantalla.

El coeficiente específico es $\mu'/p = 1.1$, para la longitud de onda $0.71 \text{ \AA}$ y una densidad de 0.00129 gm/cm^3 . Aquí, se ha admitido la validez de la ley del cubo de la longitud de onda, anteriormente mencionada. Reuniendo estos datos: $W_2 = (W_1/2) \cdot e^{-\mu x} \cdot e^{-\mu' x'}$

" W " nos permite evaluar la energía por unidad de tiempo, a la distancia x' de la pantalla. Admitiremos que dicha energía, se reparte uniformemente sobre la superficie de una semiesfera de radio x' , lo cual es una hipótesis de trabajo bastante optimista. La energía que llega a cada centímetro cuadrado de la referida superficie, será:

$$W_{\text{incidente}} = (W_1/2) \cdot e^{-\mu x} \cdot e^{-\mu' x'} / 2\pi x'^2$$

Si imaginamos un cubo de $i \text{ cm}$ de arista construido sobre un centímetro cuadrado de la superficie de la semiesfera, a él llegará una energía incidente W_i , parte de la cual absorberá y parte de la cual transmitirá.

La energía transmitida será:
 $W_T = W_i \cdot e^{-\mu' i}$, con $x' = 1 \text{ cm}$.

La energía absorbida será:
 $W_{\text{abs}} = W_{\text{inc}} - W_T = W_{\text{inc}} [1 - e^{-\mu' i}] \text{ (erg/s.cm}^3\text{)}$

IV) Cálculo de las dosis de radiación de Roentgen (r)

Se dice que la intensidad de una radiación X es igual a 1 r , cuando la emisión corpuscular asociada a la misma, en un centímetro cúbico de aire, origina iones de uno y otro signo, siendo la carga de cualquiera de esos dos tipos de iones, igual a la unidad electrostática de carga ($1 \text{ franklin} = \text{unidad CGS de carga eléctrica}$). Si designamos con N el número de pares de iones formados en un centímetro cúbico, cuando la radiación incidente es 1 r , se deberá cumplir por definición: $1 \text{ franklin} = N \times 4.8 \times 10^{-10}$, siendo 4.8×10^{-10} , la carga del electrón en el sistema CGS.

Si aceptamos que son necesarios 32 e.v para la formación de un par de iones en el aire, la absorción por centímetro cúbico de aire, cuando la radiación incidente es de 1 r , será: $32/4.8 \times 10^{-10} \text{ e.v} = 0.107 \text{ erg/cm}^3 \cdot \text{r}$ y la dosis, en (r/s) , será:

$$[W_i \cdot e^{-\mu x} \cdot e^{-\mu' x'} \cdot (1 - e^{-\mu' i})] / 4\pi x'^2 \cdot (0.107) \text{ r/s}$$

La expresión anterior, permite calcular las dosis parciales que recibirá quien se ubique en determinada posición respecto a la pantalla del tubo de imagen, en uno u otro semiespacio y para cada una de las longitudes de onda, correspondientes a los puntos medios de los intervalos parciales considerados entre $0.62-1.00 \text{ \AA}$. La dosis total, será al suma de las dosis parciales.

V) Resultados de los cálculos

a) Para un telespectador que se ubique a $x' = 300 \text{ cm}$ de la pantalla y que mire televisión 4 horas al día, la dosis recibida será: 0.0058 r/año .

b) Para un observador de P.C., ubicado a 30 cm delante del monitor, durante el mismo tiempo de 4 horas al día, la dosis es de 0.79 r/año.

c) Para una persona, que inadvertidamente se acerque a $x' = 100$ cm detrás del tubo, durante el mismo tiempo, la dosis es de 1.15 r/semana o de 55 r/año. Se observará que la dosis, en este caso, es 10.000 veces mayor que en caso a) antes indicado.

VI) Comentarios de los cálculos anteriores

La radiación que recibimos de los tubos de imagen, cae dentro de la categoría de «pequeñas cantidades de radiación», a todo el cuerpo.

Para este tipo de exposición, el National Comitee en Radiation Protection, ha fijado el **límite máximo permisible para quienes reciben exposición profesional después de 18 años a razón de 0.3 r/semana, siempre que no se excedan los 5 r/año.**

De lo anterior, se desprende que la dosis de 0.0058 r/año, para el telespectador ubicado a 300 cm de la pantalla, puede considerarse inofensiva (exposición de 4 horas al día durante los 7 días).

La dosis para el operario de P.C. (4 horas al día durante 7 días de la semana) supera moderadamente el límite permitido para el promedio de la población, pero no el límite de la exposición profesional.

La dosis para quien se ubique a $x' = 100$ cm detrás de la pantalla es 1.15 r/semana o 55 r/año, que supera en más de 10 veces la máxima anual permitida para la exposición profesional después de 18 años y en más de 100 veces la máxima permitida para el promedio de la población.

Este resultado está en concordancia con la advertencia que los fabricantes de tubos de imagen vienen estampando en la parte posterior de los mismos: «Peligro rayos X».

«Cuando el tubo es operado por encima de los 16 kvolts y la exposición personal es prolongada a corta distancia, pueden ser necesarias precauciones de apantallado». Es

preciso recordar que las máximas dosis permitidas distan mucho de ser límites precisos. El Manual para el uso de rayos X, preparado por el Colegio Americano de Radiología, dice: «si las recomendaciones se siguen (0.3 r/semana sin exceder 5 r/año), el único efecto nocivo que puede esperarse es un acortamiento de la probabilidad de vida. Si se exceden las cifras aludidas, pueden contraerse enfermedades tales como leucemia, cánceres diversos, degeneración de la médula ósea, etc. ...».

Llama la atención, el alto valor de la relación entre la dosis que recibirá quien por una razón de trabajo o inadvertidamente quede ubicado **detrás de la pantalla del aparato** a $x' = 100$ cm y la que corresponde a un telespectador ubicado a 300 cm pero del lado frontal. La relación es diferente en un coeficiente de 10.000. Esto es consecuencia del diferente espesor del vidrio en las dos regiones, que incide diferentemente en la ley exponencial de absorción. La elección del coeficiente de absorción en el valor 0.56, para la longitud de onda 0.69 Å, condujo a resultados que dan razón a las recomendaciones que los fabricantes de tubos de imagen, vienen estampando sin variantes desde hace más de 30 años en los televisores y actualmente en los tubos de los monitores de P.C.

Por otro lado, las dosis calculadas, para quienes se ubican delante de la pantalla, también parecen estar razonablemente en concordancia con los datos que se publican en revistas especializadas. Aunque a veces la forma en que esa información se vierte, hace difícil una comparación directa con los cálculos que hemos realizado. Dado que el valor del coeficiente específico μ/p para una determinada longitud de onda, es un elemento básico del cálculo, convendría confrontar el valor elegido con el resultado de una medida del mismo, realizada para una fuente de rayos X, de espectro conocido y convenientemente colimada. De este modo, sería posible medir la relación entre la intensidad incidente y la transmitida, sobre una pequeña zona de vidrio del tubo de T.V. y P.C., lo que es relativamente fácil de realizar en un Laboratorio como el que se dispone en la Facultad de Ingeniería, en su Departamento de Física.

(continúa —>)

M I S C E L Á N E A

El Cerro de Montevideo

En la costa de la Bahía de Montevideo, al noroeste, a $38^{\circ}76'61''$ de latitud sur y $62^{\circ}50'97''$ de longitud oeste, con relación al meridiano de Greenwich, se eleva, majestuoso como un gran cono truncado, el **Cerro de Montevideo**.

Su altura, según el Instituto Geográfico Militar, es de 134,82 metros sobre el cero oficial.

El Cerro de Montevideo siempre llamó la atención de los científicos europeos. Así es que, en 1708, el sacerdote francés P. Louis Feuillé (1660-1732) visita el Cerro.

Feuillé realiza la primera medición de su altura por métodos barométricos. Midió la presión atmosférica en la cima y luego en la base y, por medio de una progresión matemática, llega al resultado: 133 metros y 68 centímetros.

La medición del francés fue más exacta que la de Pérez Castellanos, a pesar de que su método era de menor precisión.

Actualmente las mediciones de su altura se realizaron por medio del sistema satelital GPS (Global Positional System), que permite medir las coordenadas de cualquier punto de la Tierra con un error de apenas unos milímetros.

(continuación de página anterior)

Para finalizar, digamos que en el caso en consideración, como en tantos otros en los que el progreso pone en nuestras manos una herramienta de gran utilidad, el objetivo

debiera ser utilizarlas, eliminando o minimizando los riesgos que su uso podría conllevar, en lugar de adoptar la posición de no hablar del asunto, por las dudas de que algún interés se vea afectado.



Una propuesta de fin de siglo: el aula «más grande»

(Segunda nota)

Prof. Amadeo Sosa Santillán
Coordinador integrante del
grupo de Trabajo de Taller
de Ciencias Experimentales.
Coordinador de Proyectos
en el Colegio José Pedro Varela.
Integrante de la Red Interamericana
de Investigadores en Física

1. Introducción

El uso de instrumentos para el aprendizaje, como puede ser el video, la computadora, etc., es cada vez mayor y más complejo, y a medida que ello ocurre, resulta necesario que técnicos, pedagogos y docentes reflexionen conjuntamente sobre los objetivos y alcances que esos instrumentos, aparentemente, están destinados a lograr.

La propuesta presentada en el artículo anterior, no puede verse descontextualizada de un todo que conforma la Red Varela, si bien, solamente fue referida a la Sección de Física. Lo que está en juego, no es sólo el recurso tecnológico utilizado para transmitir e intercambiar conocimientos entre personas, sino además el valor pedagógico que pueda tener.

«Esta dimensión técnica no puede distraernos de la dimensión ética. El centro está en que el alumno se eduque y el medio —sea cual fuere— es un instrumento más que no puede desviarnos de esta meta. Ningún

medio puede sustituir al profesor y no se ha demostrado aún que el uso de los nuevos medios tecnológicos mejoren los resultados del aprendizaje» ⁽¹⁾.

«La importancia de los nuevos medios técnicos radica no sólo en tanto son ayudas eficaces al proceso enseñanza-aprendizaje, sino porque en alguna medida el alumno recibe su impacto fuera del medio escolar y la metodología didáctica no puede desconsiderar esa influencia educativa no gobernada desde el ámbito pedagógico» ⁽²⁾.

2. Tecnología y Educación

El continuo crecimiento de la investigación científica constituye un estímulo, cada vez más importante, para el desarrollo tecnológico. Recíprocamente, la tecnología permite el ingreso a nuevos campos de conocimiento y desarrollo de otros.

La tecnología, en general, es entendida como un conjunto ordenado de conocimientos utilizados en la producción y comercialización de bienes y servicios; pero además la tecnología por sí misma, se transforma en un objeto de comercio entre los que la poseen y los que no la poseen y la necesitan. Esto lleva a la necesidad de formar recursos humanos no sólo para el uso, sino

(1) Comisión Tecnológica y Aprendizaje de la ATD. Marzo/95

(2) Sacristán, G.: «Teoría de la enseñanza y desarrollo del currículum», Ed. Anaya, Madrid

para la creación y desarrollo de tecnologías.

Se hace necesaria, entonces, la culturalización que incorpore el racionalismo de la ciencia y la técnica.

«La responsabilidad del sistema educativo será producir la calidad y cantidad necesaria de hombres que protagonizan la investigación, tanto la científica como la de desarrollo tecnológico. Su función debe ser más amplia y fundamental, debe transferir no sólo los conocimientos sino las formas de pensamiento a ellos ligadas» (3).

La tendencia actual de la tecnología educativa parece apuntar a la necesidad de: 1) llegar a un mayor número de estudiantes, 2) brindar una gama más amplia de materiales de aprendizaje y 3) ofrecer mayores oportunidades de estudiara en forma independiente, contando con información posterior sobre los resultados de su tarea.

La propuesta de la Red Varela en el área de Física debe verse como un elemento nuevo dentro del proceso enseñanza-aprendizaje y tendría, a nuestro modo de ver, un papel importante, ya que, si bien es un «medio de comunicación» más, permite la transferencia e intercambio de conocimiento desde una perspectiva individual, pero formando parte, justamente, de una «red».

Lo complejo, es la creación de una dinámica que anime un debate, o la confrontación de opiniones o el planteo de cuestiones o resolución de imprevistos. Desde una visión tradicional del proceso enseñanza-aprendizaje, el profesor depende sólo de sí mismo y de su dominio en la materia y de la expresión verbal.

En cambio ahora el docente necesita asumir un nuevo rol, lanzando propuestas o preguntas a un auditorio invisible, esperando suscitar en él una respuesta participativa. Es a partir de éstas y su riqueza que el sistema se alimenta. Cuanto más participación, mayor es la cantidad de nudos en la «red», y por lo tanto, el intercambio y el aprendizaje pasan a ser cualitativamente multidireccionales y no unidireccionales.

«La gestión organizada de los procesos de comunicaciones electrónicos comprende varios pasos interrelacionados: 1) formulación de objetivos, 2) diseño de la

propuesta, 3) producción, 4) transmisión, 5) recepción y 6) evaluación de los resultados» (4).

Existen pasos específicos para el uso de cualquier tecnología educativa: 1) conocer las necesidades educacionales de los usuarios, 2) elaborar los materiales, 3) probar en el campo el uso de los materiales, 4) evaluar el uso que el usuario le da a los materiales y en caso de ser necesario volver al punto 1.

Lo anterior se puede expresar, enmarcado en el concepto de calidad de servicios, de la siguiente manera: *planear, hacer, verificar, corregir*, de modo que estos aspectos conformen un ciclo que se vuelve a repetir. De esta forma no sólo se tiene en cuenta las diversas inquietudes y expectativas de los usuarios, sino que además los materiales se van adaptando a las nuevas demandas.

Se ha podido constatar que hay situaciones físicas que, una vez presentadas por este medio, no generan tantas respuestas como otras, y muchas veces son los estudiantes-usuarios los que reorientan las acciones planteando preguntas o situaciones nuevas.

La presente propuesta presenta una gran ventaja: puede proporcionar rápidamente respuestas a las necesidades manifiestas de los estudiantes, lo que en muchos casos, permite profundizar el estudio una vez aclaradas las dudas. De este modo se llega a un aprendizaje personalizado, permitiendo la capacitación de cada estudiante para que alcance el más alto nivel de sus posibilidades. Se atienden los diversos ritmos en momentos diferentes, en todos los estratos, desde los más aventajados a los menos aventajados.

3. Docentes y Tecnología

Una de las sensaciones más comunes que sentimos los docentes ante determinadas propuestas tecnológicas educativas, es la de pérdida de protagonismo, que puede llevar a una serie de actitudes y comportamientos

(3) Mulhall, W - Massa, M.: «Bases y lineamientos para un programa de Educación en Física», Revista de Enseñanza de la Física, Vol. 2, N° 2, pág. 95

(4) Blakl, R.: «Shaping the Future», Educational Broadcasting Review, Vol. V, N° 3, pág. 4

que inciden negativamente en la eficacia didáctica de un determinado producto.

El instrumento tecnológico-didáctico utilizado ni sustituye al profesor, ni significa, por lo menos por ahora y por sí solo, una mejora significativa del aprendizaje. Por lo tanto, el uso de esta tecnología no disminuye ni el rol del profesor, ni su responsabilidad.

Por otra parte, debemos estar preparados para trabajar con alumnos que no sólo pueden estar informados a través de estos medios, sino que además pueden utilizarlos y no podemos ver en esto una amenaza a nuestras pautas de trabajo, ni un futuro incierto por la introducción de la tecnología en la enseñanza.

En particular en este caso la tecnología aparece, o debe aparecer, como una «extensión del docente», cuando desde su casa puede asistir «profesionalmente» a los alumnos en sus necesidades de aprendizaje. Esto trae aparejado la adquisición de una gran autonomía, una mayor eficacia profesional y un acercamiento mayor con los alumnos. Lo anterior va en contra de la visión general del desempeño de la tarea docente, como de bajo reconocimiento y prestigio.

Existen, además, dos serias carencias que pueden alejar al docente de las tecnologías educativas: 1) los proveedores de tecnología han estado en falta en lo referente a la producción de sistemas útiles y a precios accesibles, que sirvan para enriquecer el aprendizaje en lugar de perturbarlo, y 2) se ha descuidado la capacitación de los docentes para el empleo de los nuevos medios, lo que provoca una cierta resistencia natural a su uso.

Si se solucionan estos dos aspectos, seguramente los docentes estaremos más integrados y más receptivos a las nuevas tecnologías.

Por último, está abierto a todos los docentes el espacio que brinda la Red Varela.

El siguiente recuadro (no publicado por error en la primera nota) nos muestra el menú del área Física

Área Física

1. Física: cursos de 1° a 4°

2. Física: cursos de 5° y 6°

3. Conferencia para docentes

a: Ayuda m: Mensaje t: teleconf. w: quienes. p: principal q: anterior s: salir

Opción 1: Área Física 1° a 4°

1. Información general

2. Banco de problemas

3. Pregunta - Situación del mes

4. Consultoría

a: Ayuda m: Mensaje t: teleconf. w: quienes. p: principal q: anterior s: salir

Opción 2:

En la opción 3, «Conferencia para Docentes», encontraremos un ámbito exclusivo para volcar nuestras inquietudes, expectativas, proyectos, propiciando un efectivo intercambio con otros docentes.

Allí estaremos

Acerca del primer catedrático de Física:

El 12 de marzo de 1885 el Consejo Universitario comunica al Br. Claudio Williman que ha obtenido el primer puesto en el concurso de oposición por la Cátedra de Física de la Facultad de Estudios Preparatorios. En el informe del Rector Alfredo Vázquez Acevedo de fecha 18 de Julio de 1885, puede leerse: "... distinguido bachiller don Claudio Williman, profesor de la Sociedad Universitaria y de otros establecimientos particulares y una de las jóvenes inteligencias nacionales mejor preparadas para la enseñanza ..."

El Prof. Williman siempre estuvo muy atento a los conocimientos científicos de la época para aplicarlos en su enseñanza.

El descubrimiento de los Rayos X se produjo en Europa a fines del año 1895 y el 17 de marzo de 1896 el diario "La Razón" de Montevideo informa acerca de los experimentos que en el gabinete de Física de la Universidad están realizando el Prof. Williman y su asistente el Br. Angel Maggiolo.

ENSEÑANZA DE LA FÍSICA



¿Por qué flotan las cosas?

El desarrollo del pensamiento hipotético-deductivo y la enseñanza de la ciencia

Mario Carretero

Facultad de Psicología.

Universidad Autónoma de Madrid

Tomado de: «Infancia y Aprendizaje» (1979), Nº 8, 7-23

(Con autorización del Autor)

Resumen. Relacionada con la distinción piagetiana entre el pensamiento concreto y el pensamiento formal, se presenta una investigación con sujetos de 7 a 17 años acerca del desarrollo de la capacidad de comprobar y modificar hipótesis sobre problemas complejos: las dos tareas resultan difíciles para los niños y los adolescentes aunque se utilizan diferentes estrategias según la edad de los sujetos. Finalmente se efectúan unas consideraciones generales sobre la relación entre los datos obtenidos y la enseñanza de las ciencias.

INTRODUCCION

«Leyes de reflexión de la luz», «densidad de los cuerpos», «corrientes de convección», «estados de la materia». Estos conceptos similares ocupan bastante espacio en los libros y programas de la EGB, sobre todo en la segunda etapa.

¿Los aprenden realmente los niños? O lo que es lo mismo, ¿son capaces de utilizarlos en otros contextos que no sean el escolar?. Cada vez hay más pruebas de que no es así, de que los niños sólo llegan a memorizar y a aprender superficialmente los contenidos científicos. Se suele citar, entre otras, como causas más frecuentes de este alienante y lamentable fenómeno la falta de adecuación entre los contenidos escolares y el desarrollo mental de los niños, así como la existencia de

¿Qué relación existe entre las ideas espontáneas de los niños y su capacidad de utilizar el método científico? ¿Cuál es el desarrollo de la capacidad de desarrollar hipótesis?

Este artículo presenta una investigación sobre estos temas que son básicos para llevar a acabo una enseñanza activa de las ciencias que produzca una comprensión y no sólo repetición de los conocimientos.

Interesante línea de investigación a seguir.

una enseñanza totalmente pasiva. La puesta en marcha de una enseñanza activa de las ciencias en la que los alumnos pudieran comprobar por sí mismos la utilización del método científico se defiende casi siempre que hay ocasión de discutir la problemática actual de la enseñanza.

Pero ¿cómo utilizan los niños, cuando tienen ocasión, la comprobación de hipótesis, que es una de las partes esenciales del método científico? ¿A qué edades se usa, sin problemas, la comparación, modificación y selección de hipótesis? ¿Qué dificultades aparecen con más frecuencia cuando los niños se enfrentan con una formulación hipotética sobre un contenido científico?

El conocimiento de estos interrogantes aportaría unas útiles directrices para mejorar, en el contexto de una enseñanza activa, la enseñanza y el uso del método científico y la comprensión de la ciencia.

PENSAMIENTO CONCRETO Y PENSAMIENTO FORMAL

Los objetivos de este artículo son, fundamentalmente, dos: a) exponer, a grandes

rasgos, los resultados de un trabajo experimental sobre el desarrollo del pensamiento hipotético-deductivo, realizado con sujetos de 7 a 17 años, y b) discutir qué importancia e implicaciones tienen estos resultados para la enseñanza de las ciencias en los últimos años de la segunda etapa de EGB y en el BUP. El primer objetivo, esencialmente psicológico, adquiere su interés o razón de ser en cuanto que supone una aportación más -y en algunos aspectos distinta- al conjunto reciente de investigaciones que están tratando de precisar cuál es la diferencia entre el funcionamiento intelectual de los niños (a partir de los 7 años) y el de los adolescentes (a partir de los 12 años) y adultos. O dicho en la terminología de Piaget, ¿cuál es la diferencia -si es que la hay- entre el pensamiento característico del estadio de las operaciones concretas y el del controvertido estadio de las operaciones formales?

¿Qué utilidad pedagógica tendría una investigación sobre la diferencia entre estos dos tipos de pensamiento?. Puede decirse que esta utilidad es decisiva para la enseñanza de las ciencias, sobre todo a partir de los 11-12 años, ya que no parece posible que los adolescentes y jóvenes puedan asimilar realmente los contenidos científicos de una cierta complejidad sin hacer uso de una gran parte de las características de lo que Inhelder y Piaget (1955) denominaron hace ya tiempo «pensamiento formal».

Me parece innecesario extenderme demasiado en la distinción entre pensamiento concreto y pensamiento formal, puesto que es conocida por los lectores familiarizados con Piaget, y además no es difícil encontrar referencias a ella en textos sobre psicología educativa o divulgaciones de la obra de la Escuela de Ginebra. No obstante, creo que no está demás recordar las características fundamentales del proceder, o método utilizado para resolver los problemas, de los sujetos del estadio de las operaciones concretas. De una manera breve, puede decirse que cuando el adolescente se encuentra con un problema complejo o formal:

a) es capaz de tener en cuenta todos sus elementos posibles y no sólo los que les presenta el experimentador. El niño, antes de los

12 años, no es capaz de realizar sistemáticamente todas las interacciones posibles entre los elementos del problema en cuestión.

b) puede razonar no sólo sobre los hechos u objetos que observa en la situación que se le presenta -que es lo que hace el niño en el estadio de las operaciones concretas-, sino también sobre su representación mediante el lenguaje, es decir, sobre proposiciones verbales y, por último

c) el comportamiento del sujeto está guiado por una o unas hipótesis directrices que dan sentido a su actuación y le sirven para interpretar los resultados que va obteniendo en la comprobación de dichas hipótesis. Esto supone un avance cualitativo importante frente al pensamiento concreto, ya que utilizando este último se puede llevar a cabo una ordenación de los elementos de los problemas -mediante la capacidad de seriar y clasificar-, pero no se logra establecer una relación significativa, y totalmente sistemática, entre una posible causa del fenómeno que se contempla y las acciones correspondientes que pueden comprobarla.

Conviene no dejarse en el tintero que lo que, harto apresuradamente, se acaba de describir sólo son las características funcionales del pensamiento formal. Las estructurales se basan en la formalización lógica que Inhelder y Piaget realizan de las tareas y comportamientos formales, donde demuestran que sus estructuras son cualitativamente distintas de las correspondientes a las de las operaciones concretas. Pero, habida cuenta de que este trabajo no va a tratar el tema de la estructura o complejidad de los problemas formales, sino que se va a referir a cuál es el procedimiento utilizado para enfocarlos y resolverlos -y qué dificultades plantea-, parece conveniente dejar de lado los citados aspectos estructurales.

OBJETIVOS DEL TRABAJO EXPERIMENTAL

La Escuela de Ginebra ha estado manteniendo hasta no hace mucho (Piaget, 1970) que la adquisición del pensamiento formal se producía entre los 11-12 años y 14-15 años, en la mayoría de sujetos occidentales norma-

les. Pero casi todas las investigaciones al respecto indican que la realidad es muy otra (véanse las revisiones de Neimark, 1975; Carretero, 1978 y en prensa) ya que, muy a menudo, se ha encontrado que sólo un 50 por 100 de los sujetos entrevistados son capaces de resolver problemas de complejidad formal, idénticos o muy similares a los utilizados por Inhelder y Piaget (1955). Siendo esto así, no parece obvio en absoluto que los adolescentes y adultos sean capaces de utilizar adecuadamente las tres características funcionales que se han comentado antes. Sin embargo, muy pocos trabajos se han preocupado de analizar los procedimientos que utilizan los sujetos cuando se enfrentan con problemas complejos. Más bien, lo que se ha hecho ha sido, simplemente, obtener unos porcentajes de aciertos y errores en la resolución de problemas formales.

Por el contrario, este trabajo trata de responder al siguiente interrogante: ¿de qué manera se desarrolla la capacidad de utilizar hipótesis y qué tipo de dificultades plantea su uso?. A su vez, esta pregunta se puede dividir, al menos, en otras tareas:

1) ¿Cómo se desarrolla la capacidad de comprobar una hipótesis que se encuentra ya formulada?.

2) ¿Cómo se desarrolla la capacidad de modificar una hipótesis, formulada por el propio sujeto, cuando ésta se contradice parcial o totalmente con la situación que ha de explicar?.

3) ¿Cómo se desarrolla la capacidad de eliminar varias hipótesis de un conjunto de ellas que se refieren al mismo fenómeno?.

Por razones de espacio, en este artículo sólo se expondrán los experimentos referentes a las preguntas 1 y 2. Los resultados del experimento sobre la pregunta 3 se ofrecerán en otro trabajo (Carretero, en preparación).

Métodos y sujetos

En ambos experimentos se utilizó el método clínico de manera similar a como Piaget y la Escuela de Ginebra lo han venido utilizando desde hace más de 50 años (Piaget, 1926).

Los sujetos entrevistados, de 7 a 17 años,

pertenecían a dos centros de la enseñanza estatal, uno de EGB y otro de BUP, con características similares. Los dos se encontraban en zonas céntricas de Madrid y la mayoría de sus alumnos procedían de la clase media.

En el Experimento 1 se entrevistaron 10 sujetos de cada una de las siguientes edades: 7, 9, 11, 13, 15 y 17 años. En el experimento 2 fueron ocho los sujetos entrevistados en todas las edades: 8, 10, 12, 14 y 16 años.

EXPERIMENTO I

¿Cómo evoluciona la capacidad de comprobar la hipótesis?

Procedimiento⁽¹⁾

La situación experimental utilizada se basaba en la comprensión de la flotación de los objetos y, por lo tanto, de la noción de la densidad. Se presentaban al sujeto dos recipientes con agua, uno más grande que el otro, y un conjunto de bolas de distintos materiales, tamaños y pesos, y por lo tanto, con diferentes densidades. Por otro lado, se le enseñaban, sucesivamente, una serie de tarjetas con frases acerca de la flotación de las bolas, supuestamente pronunciadas por un niño, que aparecía dibujado en las tarjetas. A los sujetos se les explicaba que lo que tenían que hacer era mostrar al experimentador si la frase que había dicho el niño era cierta o falsa, y se insistía en que debía mostrarlo no sólo verbalmente sino con hechos, utilizando las bolas y los recipientes.

Las frases escritas en las distintas tarjetas son las siguientes: 1) «Las bolas flotan porque pesan poco». 2) «Las bolas flotan porque están huecas». 3) «Las bolas flotan porque son pequeñas». 4) «Las bolas flotan porque hay mucha agua».

Se utilizaron también otras dos frases, cuyos resultados no van a ser comentados en esta ocasión («Las bolas flotan porque son grandes y pesan poco» y «Las bolas flotan porque pesan poco con respecto a su tamaño»).

(1) Se utilizó una experiencia similar a uno de los problemas de la obra de Inhelder y Piaget (1955) que, posteriormente, ha sido objeto de investigación por parte de varios autores. Entre otros, Rainero, 1971.

Su numeración corresponde al orden en que se iban presentando. No hace falta decir que con las bolas de que disponía el sujeto podía mostrar perfectamente al experimentador la verdad o falsedad de cualquiera de las hipótesis citadas. Por ejemplo, si el niño tenía que comprobar la hipótesis «Las bolas flotan porque son pequeñas», había bolas pequeñas que flotaban, pero también había bolas pequeñas que se hundían.

Objetivos

Expresados brevemente, los objetivos de este experimento son los siguientes:

- a) Conocer cuál es el desarrollo de la capacidad de comprobar hipótesis que el sujeto encuentra ya formuladas. Se prevé que el empleo adecuado de estrategias comprobadoras no aparecerá hasta la adolescencia y que no todos los sujetos de 15-17 años lograrán utilizarlas. Esta previsión, en caso de confirmarse, explicaría, entre otras cosas, por qué sólo el 50 por 100 de los adolescentes y adultos resuelven correctamente los problemas formales, ya que el manejo de hipótesis es un aspecto absolutamente necesario para resolver este tipo de problemas;
- b) estudiar cuál es la relación entre la capacidad de comprobar hipótesis sobre un fenómeno físico cotidiano (la flotación de los cuerpos) y las ideas espontáneas de los niños sobre ese mismo fenómeno, ideas que se han

obtenido previamente mediante otro experimento en el que se les preguntaba acerca de las causas de la flotación de los cuerpos. Se hipotetizaba que los sujetos tenderían a considerar verdaderas, aunque fueran falsas, aquellas hipótesis cuyo contenido expresara sus ideas más habituales sobre este fenómeno físico; por el contrario les sería más fácil falsar hipótesis distintas a sus opiniones.

Resultados

Las estrategias utilizadas en esta tarea de comprobación fueron más numerosas que las previstas de verificación y falsación. A continuación se exponen sus características más notables, desde la menos a la más elaborada:

1. *Interpretación descriptiva.* Consiste en que el sujeto no realiza ni se propone ninguna actividad destinada ala comprobación de la hipótesis. Más bien parece que no tiene en cuenta el carácter hipotético del enunciado. Puede decirse que entiende la frase como si sus dos términos estuvieran unidos por «y» y no por «porque».

2. *Estrategia de comprobación con resistencia a la falsación.* En este caso, los sujetos consideran las hipótesis como tal, es decir, le otorgan un carácter de posibilidad y casualidad y dan los pasos necesarios para probarla. Pero, curiosamente, cuando encuentran que la hipótesis se cumple con algunas bolas pero no con otras, llegan a la conclusión de que

la hipótesis es «verdad y mentira», a la vez, y no mentira, como obviamente es. Los sujetos que utilizan esta estrategia parecen pensar que para que un enunciado sea verdadero debe cumplirse todos los casos y para que sea falso no debecumplirse en ningún caso.

EXPERIMENTO I - Tabla 1

Cantidad de sujetos de cada edad, expresada en porcentajes, que utilizan las distintas estrategias en la comprobación de las cuatro hipótesis presentadas. Esta tabla por tanto, es una suma de las tablas 2, 3, 4 y 5 (n = 60 / 10 por edad)

ESTRATEGIAS	EDADES					
	7	9	11	13	15	17
1. Interpretación descriptiva	22,5	17,5	10	--	2,5	--
2. Resistencia a la falsación	15	30	2,5	12,5	5	--
3. Verificación	27,5	15	15	20	15	17,5
4. Interpretación bicondicional	2,5	10	25	20	15	17,5
5. Falsación	32,5	27,5	47,5	47,5	62,5	65

3. *Estrategia verficadora.* Consiste en que los niños sólo tienen en cuenta los tipos de bolas que confirman la hipótesis, pero ignoran completamente los que demuestran que es falsa.

4. *Falsación mediante una interpretación bicondicional del enunciado.* Los

sujetos que llevan a cabo esta estrategia son capaces de llegar a la conclusión de que la hipótesis es falsa pero haciendo uso de una argumentación que no es totalmente correcta y que supone una interpretación bicondicional del enunciado. Por ejemplo, ante la frase «Las bolas flotan porque están huecas», los niños ofrecen como prueba de su falsedad que «hay bolas macizas que también flotan», pero, de hecho, esto no es una prueba correcta, mientras que sí lo es el hecho de que haya bolas huecas que no flotan.

5. *Estrategia falsadora correcta.* Como puede suponerse, consiste en la demostración de la falsedad de la hipótesis pero interpretándola como un enunciado condicional y no bicondicional.

En la Tabla 1 puede verse la evolución de las distintas estrategias conforme aumenta la edad de los sujetos. En términos generales puede decirse que a los 7 y 9 años -período de las operaciones concretas- predomina la incapacidad de llevar a cabo, con éxito, una tarea de comprobación, ya sea porque los sujetos utilizan la verificación en vez de la falsación o porque usan incluso estrategias más primitivas. A

EXPERIMENTO I - Tabla 2

Sujetos, de cada edad, que utilizan las distintas estrategias en la comprobación de la hipótesis 1, «Las bolas flotan porque pesan poco» (n = 60 / 10 por edad).

ESTRATEGIAS	EDADES					
	7	9	11	13	15	17
1. Interpretación descriptiva	3	4	4	--	1	--
2. Resistencia a la falsación	1	1	--	--	--	--
3. Verificación	6	4	5	5	4	4
4. Interpretación bicondicional	--	1	1	2	--	--
5. Falsación	--	--	--	3	5	6

partir de los 11 años -entrada en el pensamiento formal- desaparece, en gran medida, el uso de las estrategias más primitivas (las dos primeras) y aumentan considerablemente, las dos estrategias más avanzadas (las dos últimas). Sin embargo, es interesante hacer notar que incluso entre los sujetos de 15 y 17 años no se encuentra un porcentaje suficiente -el 75 por 100 es lo que se considera satisfactorio- que utilicen la única estrategia que es totalmente correcta. ¿A qué se debe esta dificultad en utilizar la falsación incluso en los sujetos de 15 y 17 años?. Puede hablarse de dos causas. Una de ellas es la tendencia a entender las hipótesis planteadas, que son enunciados condicionales, como si fueran bicondicionales y, por lo tanto, ofrecer las pruebas pertinentes para falsarlos, en vez de ofrecer las pruebas propias de la falsación de los enunciados condicionales. Esto no resulta sorprendente en absoluto ya que la interpretación bicondicional de los

EXPERIMENTO I - Tabla 3

Sujetos, de cada edad, que utilizan las distintas estrategias, en la comprobación de la hipótesis 2, «Las bolas flotan porque están huecas» (n = 60 / 10 por edad).

ESTRATEGIAS	EDADES					
	7	9	11	13	15	17
1. Interpretación descriptiva	1	1	--	--	--	--
2. Resistencia a la falsación	2	4	1	2	1	--
3. Verificación	3	2	1	1	1	2
4. Interpretación bicondicional	1	2	5	3	3	4
5. Falsación	3	1	3	4	5	4

EXPERIMENTO I - Tabla 4

Sujetos, de cada edad, que utilizan las distintas estrategias en la comprobación de la hipótesis 3, «Las bolas flotan porque son pequeñas». (n = 60 / 10 por edad).

ESTRATEGIAS	EDADES					
	7	9	11	13	15	17
1. Interpretación descriptiva	1	1	--	--	--	--
2. Resistencia a la falsación	2	4	1	2	1	--
3. Verificación	3	2	1	1	1	2
4. Interpretación bicondicional	1	2	5	3	3	4
5. Falsación	3	1	3	4	5	4

EXPERIMENTO I - Tabla 5

Sujetos, por edad, que utilizan las distintas estrategias en la comprobación de la hipótesis 4, «Las bolas flotan porque hay mucha agua» (n = 60 / 10 por edad).

ESTRATEGIAS	EDADES					
	7	9	11	13	15	17
1. Interpretación descriptiva	5	2	--	--	--	--
2. Resistencia a la falsación	--	2	--	2	--	--
3. Verificación	1	--	--	2	1	1
4. Interpretación bicondicional	--	--	--	--	--	--
5. Falsación	4	6	10	6	9	9

enunciados condicionales es un hecho bien establecido en los trabajos sobre los aspectos lógicos del pensamiento (Wason y Johnson-Laird, 1972; Delval y Rivière, 1975; Delval y Carretero, 1978).

La otra causa que puede explicar la incapacidad para utilizar la falsación es el hecho de que las ideas espontáneas de los sujetos, sobre el fenómeno de la flotación, han favorecido una tendencia a verificar aquellas hipótesis cuyo contenido era idéntico o similar a esas ideas. Como puede verse en las Tablas 2 y 3, las hipótesis que han producido un mayor número de verificaciones han sido las referentes al peso y a la oquedad de las bolas. El peso es, precisamente, el factor más frecuentemente citado por los sujetos de todas las edades, para explicar las causas de la flotación (en el experimento realizado con un grupo de sujetos de las mismas edades y en el mismo colegio que los entrevistados en

la comprobación de hipótesis), hasta el punto de que es posible decir que en la génesis de la noción de densidad es el peso a lo que primero aluden los sujetos y sólo en la adolescencia aparece la mención del tamaño o volumen de los objetos, y siempre en relación con el peso. No parece demasiado aventurado, entonces, pensar que la hipótesis referente a la oquedad de las bolas haya sido interpretada por los sujetos en términos de «menos peso» y, por lo tanto, haya producido interpretaciones verificadoras.

Por el contrario, la hipótesis referente al tamaño de las bolas ha producido una sola verificación y bastantes falsaciones (Véase Tabla 4). No en vano, el tamaño, por sí solo, no aparece casi nunca entre las ideas espontáneas de los niños sobre la flotación de los cuerpos.

EXPERIMENTO 2

¿Modifican los niños una hipótesis si se contradice con la realidad? ⁽²⁾

Procedimiento y objetivos

Se utilizó un fenómeno conocido en el ámbito de la física recreativa con el nombre de «ludión». Su disposición y funcionamiento puede verse en las Figuras 1 y 2. Una vez

(2) Al tema de la contradicción le han dedicado recientemente Piaget y sus colaboradores dos volúmenes de los Estudios de Epistemología Genética (Piaget, 1974).

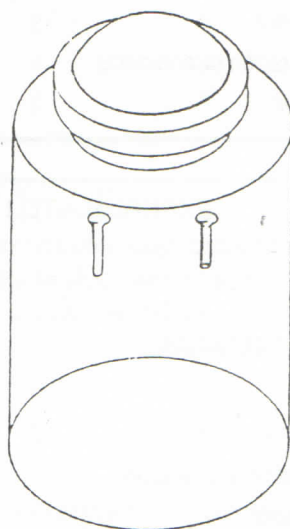
que el niño había jugado con este aparato y se había familiarizado con él, se le pedía que explicara a qué se debía la bajada de uno de los tubitos. Cuando ya había expresado su opinión al respecto, se le preguntaba acerca de por qué el otro tubito no bajaba. A continuación se le volvía a preguntar su explicación sobre la bajada del primer tubito. Como es fácil advertir, se trataba de situar al niño en una contradicción que le hiciera modificar su explicación inicial, en el caso de que ésta fuera incorrecta. Obviamente si su explicación inicial era parcial o totalmente correcta no le era preciso modificarla ya que se basaría en la entrada de agua en uno de los tubitos, cosa que no ocurría en el otro y que era perfectamente perceptible si el sujeto fijaba su atención en ello. Pero si la explicación hipotética que el niño ofrecía era incorrecta, y no se basaba en esta diferencia crucial entre los dos tubitos, sino en otros factores como «la fuerza que se hace» o «la presión del aire», la contradicción era flagrante ya que los dos tubos recibían la misma «fuerza» o «presión». ¿Por qué no cambiar, entonces, la explicación inicial? A continuación se verá que, antes de la adolescencia, muchos sujetos prefieren mantener sus ideas incluso en contra de la realidad contradictoria que se presenta ante ellos.

Otro objetivo de este experimento era conocer el desarrollo de la capacidad de incluir elementos intermedios «no observables» en las explicaciones de fenómenos físicos no familiares, como el utilizado en este experimento. Se utiliza el término «no observable» ya que una explicación totalmente correcta del funcionamiento del ludión debería incluir dos aspectos causales relacionados con la bajada del tubito. A saber: a) la transmisión de la presión, en el agua, en todas las direcciones, lo cual hace que se llene de agua, y b) el aumento de su peso y por tanto de su densidad (Figura 3).

Es obvio que nada de esto es directamente perceptible y, por lo tanto, no puede esperarse que sea tenido en cuenta por el niño del período de las operaciones concretas. Más bien lo que se predice es que los aspectos inobservables se verán incluidos en las explicaciones de los sujetos en la etapa de las operaciones formales, cuando predomine el

Figura 1

1. Frasco de cristal utilizado en el Experimento II. En su interior pueden verse los dos ludiones (representados con más detalle en 2.). La tapadera superior sobre la que se presionaba era de goma elástica. Dimensiones del frasco: 16 cm de alto y 10 cm de ancho.



2. Ludiones del Experimento II. Sus características fundamentales son: ser de cristal transparente y diferenciarse en que uno (el de la derecha) está abierto por abajo y permite que le entre el agua, mientras que el otro está cerrado por abajo. Dimensiones: 5 cm de alto.

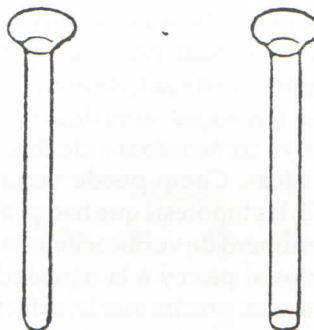
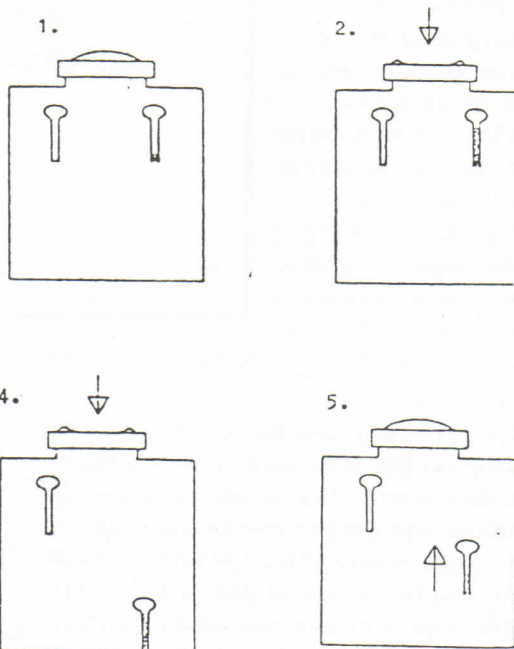


Figura 2

Representación secuencial de lo que ocurre cuando se presiona sobre la tapadera de goma del frasco en el Experimento II. En 1, los ludiones permanecen flotando e inmóviles. En 2, la flecha indica la presión de la mano ejercida sobre la tapadera, que hace que el ludión, abierto por abajo, se llene de agua. En 3, vemos descender el ludión debido al aumento de peso. En 4, se observa que mientras la presión continúa, el ludión, lleno de agua, permanece en el fondo. Y en 5, al retirar la mano de la tapadera y no existir por tanto presión, sale el agua que invadía el ludión, disminuye su peso y asciende para volver a flotar y colocarse en su posición inicial.



pensamiento sobre lo posible y la utilización de elementos teóricos.

Resultados

Se encontraron cuatro etapas en la resolución de este problema, cuya evolución en las distintas edades puede verse en la Tabla 6 y cuya representación gráfica se muestra en las Figuras 3, 4, 5 y 6⁽³⁾.

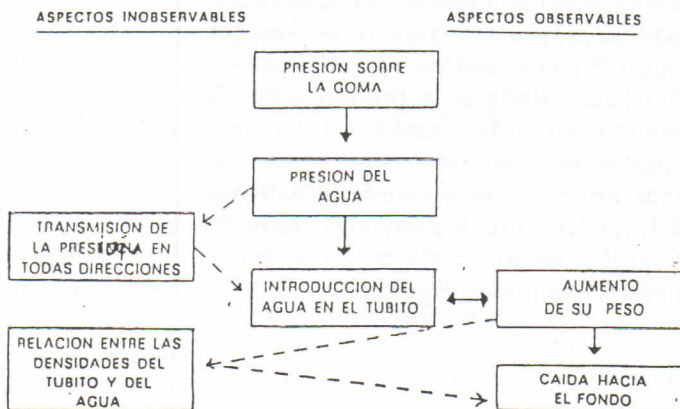
Etapas I. Predominan las explicaciones que no hacen referencia alguna a aspectos intermedios o no observables. Por el contrario, los sujetos de esta etapa piensan que la presión ejercida con la mano se transmite *directamen-*

(3) Para la lectura de las Figuras 3, 4, 5 y 6:

- Relación causal y prioridad temporal: ==>
- Simultaneidad temporal y equivalencia: <==
- Relación no perceptible directamente: -.-.->

Figura 3

Modelo de la Etapa IV. Aquí se presenta un modelo que se considera correcto de la explicación del «Ludión», siguiendo la representación secuencial de la figura. Como puede verse, se distingue entre aspectos observables e inobservables. Este modelo corresponde a la Etapa IV pero téngase en cuenta que la mayoría de los sujetos de esta etapa sólo inducen un aspecto inobservable.



te al tubito, a través del agua o del aire, y causa, sin más, su bajada. ¿Por qué entonces no baja también el otro tubito?. La norma general en esta etapa es no explicar este extremo en absoluto, y no modificar su explicación inicial aunque la contradicción con la realidad sea patente. Si bien algunos sujetos llegan a citar el hecho de que al tubito le entra agua, esto no se llega a considerar una causa de su bajada (Véase Figura 4).

Etapa II. Las explicaciones de esta etapa se caracterizan por considerar que la presión sobre el agua no es la única causa de la bajada del tubito, sino que también influye el que se llene de agua y aumente su peso. Pero estos sujetos mantienen que lo que inicia la caída del tubito es la presión que ejerce el sujeto sobre la etapa elástica del frasco, lo cual se contradice con la simple observación del fenómeno ya que sólo uno de los dos tubitos desciende hacia el fondo y los dos reciben idéntica presión. Por tanto los sujetos de esta etapa, si bien ofrecen una explicación más elaborada que los de la etapa anterior, siguen siendo incapaces de modificar sus hipótesis aunque se contradigan claramente con la realidad que pueden observar (Véase Figura 5).

Etapa III y IV. Los sujetos que se encuentran en estas dos etapas son capaces de superar la contradicción entre sus explicaciones hipotéticas iniciales y la observación cuidadosa del fenómeno que se les presenta, ya que si bien comienzan afirmando que el tubito baja debido a la presión sobre la tapadera elástica, más tarde se dan cuenta de que, en ese caso, tendrían que bajar los dos tubitos, cosa que no sucede. Esta capacidad de modificar sus hipótesis les conduce a una explicación más correcta que la de etapas anteriores (Véase Figura 6).

EXPERIMENTO II - Tabla 6

Sujetos, por edad, que se encuentran en las distintas etapas halladas en el Experimento II, «Modificación de hipótesis en la explicación de un fenómeno físico 'no familiar'». (n = 40 / 8 por edad).

ESTRATEGIAS	EDADES				
	8	10	12	14	16
I.	3	--	2	--	--
II.	4	5	2	2	2
III.	--	3	1	2	1
IV.	1	--	3	4	5

La diferencia entre la etapa tercera y cuarta reside en que los sujetos de esta última incluyen en su explicación final la relación entre las densidades del agua y del tubito como factor causal de la caída de éste, mientras que los de la tercera etapa se refieren sólo a su peso (Véase Figura 3).

CONCLUSIONES

Resumiendo los resultados anteriores, puede decirse que:

Los niños y adolescentes tienen dificultades claras para comprobar hipótesis, incluso si las encuentran ya formuladas.

Estas dificultades son distintas en las dife-

Figura 4

Modelo de la Etapa I. En esta figura, que presenta el modelo de la Etapa I, se complementa con la lectura de la Tabla 6. Las flechas indican lo mismo que en la Figura 3.

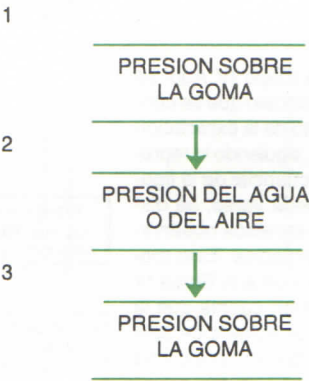


Figura 5

Modelo de la Etapa II. Las flechas indican lo mismo que en la Figura 3.

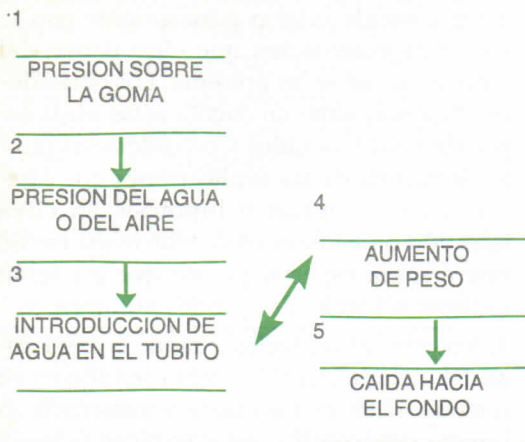
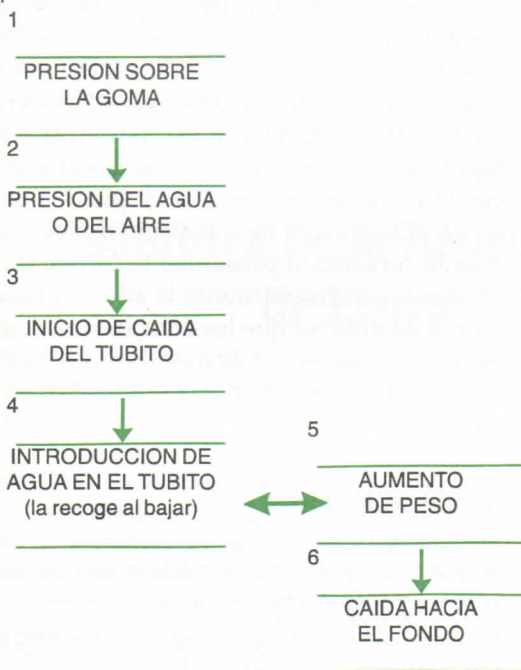


Figura 6

Modelo de la Etapa III. Las flechas indican lo mismo que en la Figura 3.



rentes edades (véase Tabla 1). Las más notorias, a grandes rasgos, son la incapacidad para allegar a una conclusión definitiva sobre si la hipótesis es verdadera o falsa (estrategia de resistencia a la falsación) que predomina a los nueve años y la tendencia a enten-

der las hipótesis que son enunciadas condicionales, como si fueran enunciados bicondicionales (estrategia 4), que predomina durante toda la adolescencia.

Otra dificultad importante, que aparece en todas las edades, es la tendencia a verificar las hipótesis (Tabla 1) ignorando las instancias o situaciones que muestran su falsedad.

Esta dificultad parece deberse a la resistencia que muestran los niños y adolescentes a abandonar las ideas que, espontáneamente, tienen sobre un fenómeno.

La capacidad para modificar hipótesis, tal y como ha sido estudiada en el segundo experimento, parece plantear menos dificultades que la comprobación, ya que la poseen un 75 por 100 de los sujetos de 14 y 16 años. No obstante conviene no olvidar que el hecho de modificar la hipótesis no supone, en sí mismo, la formulación de otra más correcta o compleja.

Los resultados de otro experimento, para el que no hay espacio en este artículo (Carretero, en preparación), aportan la conclusión de que los niños y adolescentes tienen también dificultades para seleccionar la hipótesis correcta de entre varias presentadas y, por tanto, para eliminar las incorrectas.

¿Qué relación se puede establecer entre estas conclusiones y la enseñanza de la ciencia?. Se ha señalado en múltiples ocasiones, sobre todo en las obras de los psicólogos educativos de tendencia Piagetiana, que sólo es conveniente enseñar a los niños aquellos conceptos cuya complejidad puedan asimilar, lo cual depende, obviamente, de su grado de desarrollo mental. En este sentido, los datos de esta investigación muestran claramente que el concepto de densidad sólo puede ser entendido realmente en la etapa de las operaciones formales y que incluso entonces su comprensión plantea algunos problemas, porque los sujetos suelen confundirlo con el de peso, que es mucho

te al tubito, a través del agua o del aire, y causa, sin más, su bajada. ¿Por qué entonces no baja también el otro tubito?. La norma general en esta etapa es no explicar este extremo en absoluto, y no modificar su explicación inicial aunque la contradicción con la realidad sea patente. Si bien algunos sujetos llegan a citar el hecho de que al tubito le entra agua, esto no se llega a considerar una causa de su bajada (Véase Figura 4).

Etapa II. Las explicaciones de esta etapa se caracterizan por considerar que la presión sobre el agua no es la única causa de la bajada del tubito, sino que también influye el que se llene de agua y aumente su peso. Pero estos sujetos mantienen que lo que inicia la caída del tubito es la presión que ejerce el sujeto sobre la etapa elástica del frasco, lo cual se contradice con la simple observación del fenómeno ya que sólo uno de los dos tubitos desciende hacia el fondo y los dos reciben idéntica presión. Por tanto los sujetos de esta etapa, si bien ofrecen una explicación más elaborada que los de la etapa anterior, siguen siendo incapaces de modificar sus hipótesis aunque se contradigan claramente con la realidad que pueden observar (Véase Figura 5).

Etapa III y IV. Los sujetos que se encuentran en estas dos etapas son capaces de superar la contradicción entre sus explicaciones hipotéticas iniciales y la observación cuidadosa del fenómeno que se les presenta, ya que si bien comienzan afirmando que el tubito baja debido a la presión sobre la tapadera elástica, más tarde se dan cuenta de que, en ese caso, tendrían que bajar los dos tubitos, cosa que no sucede. Esta capacidad de modificar sus hipótesis les conduce a una explicación más correcta que la de etapas anteriores (Véase Figura 6).

EXPERIMENTO II - Tabla 6

Sujetos, por edad, que se encuentran en las distintas etapas halladas en el Experimento II, «Modificación de hipótesis en la explicación de un fenómeno físico 'no familiar'». (n = 40 / 8 por edad).

ESTRATEGIAS	EDADES				
	8	10	12	14	16
I.	3	--	2	--	--
II.	4	5	2	2	2
III.	--	3	1	2	1
IV.	1	--	3	4	5

La diferencia entre la etapa tercera y cuarta reside en que los sujetos de esta última incluyen en su explicación final la relación entre las densidades del agua y del tubito como factor causal de la caída de éste, mientras que los de la tercera etapa se refieren sólo a su peso (Véase Figura 3).

CONCLUSIONES

Resumiendo los resultados anteriores, puede decirse que:

Los niños y adolescentes tienen dificultades claras para comprobar hipótesis, incluso si las encuentran ya formuladas.

Estas dificultades son distintas en las dife-

Figura 4

Modelo de la Etapa I. En esta figura, que presenta el modelo de la Etapa I, se complementa con la lectura de la Tabla 6. Las flechas indican lo mismo que en la Figura 3.

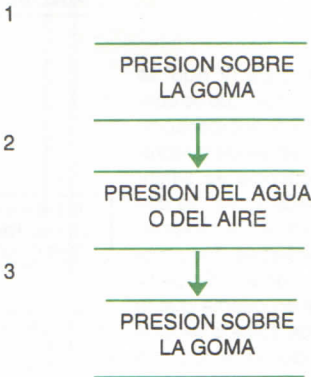


Figura 5

Modelo de la Etapa II. Las flechas indican lo mismo que en la Figura 3.

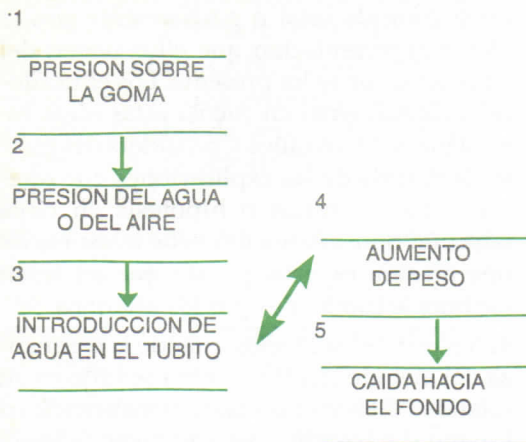
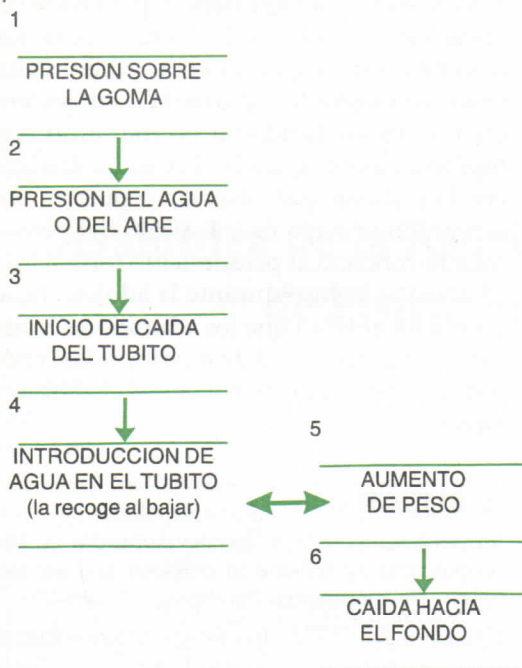


Figura 6

Modelo de la Etapa III. Las flechas indican lo mismo que en la Figura 3.



rentes edades (véase Tabla 1). Las más notorias, a grandes rasgos, son la incapacidad para allegar a una conclusión definitiva sobre si la hipótesis es verdadera o falsa (estrategia de resistencia a la falsación) que predomina a los nueve años y la tendencia a enten-

der las hipótesis que son enunciadas condicionales, como si fueran enunciados bicondicionales (estrategia 4), que predomina durante toda la adolescencia.

Otra dificultad importante, que aparece en todas las edades, es la tendencia a verificar las hipótesis (Tabla 1) ignorando las instancias o situaciones que muestran su falsedad.

Esta dificultad parece deberse a la resistencia que muestran los niños y adolescentes a abandonar las ideas que, espontáneamente, tienen sobre un fenómeno.

La capacidad para modificar hipótesis, tal y como ha sido estudiada en el segundo experimento, parece plantear menos dificultades que la comprobación, ya que la poseen un 75 por 100 de los sujetos de 14 y 16 años. No obstante conviene no olvidar que el hecho de modificar la hipótesis no supone, en sí mismo, la formulación de otra más correcta o compleja.

Los resultados de otro experimento, para el que no hay espacio en este artículo (Carretero, en preparación), aportan la conclusión de que los niños y adolescentes tienen también dificultades para seleccionar la hipótesis correcta de entre varias presentadas y, por tanto, para eliminar las incorrectas.

¿Qué relación se puede establecer entre estas conclusiones y la enseñanza de la ciencia?. Se ha señalado en múltiples ocasiones, sobre todo en las obras de los psicólogos educativos de tendencia Piagetiana, que sólo es conveniente enseñar a los niños aquellos conceptos cuya complejidad puedan asimilar, lo cual depende, obviamente, de su grado de desarrollo mental. En este sentido, los datos de esta investigación muestran claramente que el concepto de densidad sólo puede ser entendido realmente en la etapa de las operaciones formales y que incluso entonces su comprensión plantea algunos problemas, porque los sujetos suelen confundirlo con el de peso, que es mucho

más sencillo y primitivo. Los dos experimentos comentados trataban sobre la flotación de los cuerpos y, por ende, de su densidad y sin embargo fueron muy pocos los sujetos que demostraron conocer el concepto mismo de densidad y la relación entre densidad y flotación.

Sin embargo, el aspecto en el que tengo más interés en insistir no se refiere a la comprensión de los contenidos sino al uso del método científico. Casi es un tópico decir hoy día que la enseñanza de la ciencia debe ser activa y que la transmisión de conocimientos y nociones teóricas debe ir acompañada de actividades prácticas por parte de los alumnos en las que por sí mismos examinen y descubran el grado de veracidad y exactitud de sus propias intuiciones y de las ideas transmitidas por el profesor. Parece obvio que estas actividades estén en relación con una, varias o todas las etapas del método científico pero habida cuenta de que algunas investigaciones psicológicas, entre las que se cuenta ésta, han mostrado las dificultades que los niños y adolescentes tienen en una de las etapas esenciales del método científico (el manejo de hipótesis), ¿qué aspectos deberían tenerse en cuenta en la enseñanza de la ciencia para obtener una mejor asimilación y aprendizaje de los contenidos científicos?

A modo de tentativa, como una modesta aportación de la psicología genética al campo pedagógico y, sobre todo, con el ánimo de que este trabajo sea discutido por los que día a día, se ocupan de la enseñanza de la ciencia, creo se deberían tener en cuenta los siguientes aspectos:

1. Hasta los 11 años no comienza a afianzarse la capacidad de comprobar hipótesis, y falsarlas si es el caso, al menos cuando versan sobre problemas complejos (formales en la terminología piagetiana) como la densidad y flotación de los cuerpos.

2. En consecuencia, de los 7 a los 11 años, las actividades que podrían proponerse a los niños para favorecer su comprensión del método científico (en lo referente a etapas de comprobación y obtención de conclusiones) deberían estar basadas en la formulación y comprobación de hipótesis sencillas sobre problemas simples (problemas concretos o formales simplificados).

3. Parece existir una fuerte tendencia, tanto en los sujetos de EGB como en los de BUP, a confirmar la hipótesis que están comprobando si coincide total o parcialmente con la idea o representación que ellos tienen del fenómeno que se les presente. Los educadores deberían tener en cuenta estas ideas espontáneas de los niños y considerarlas punto de partida de las explicaciones que ofrecen a sus alumnos o hipótesis en cuya falsación o mejoramiento debe insistirse de una manera especial puesto que no serán fácilmente cambiadas por los alumnos.

4. A partir de los 13 años, cuando la enseñanza del método científico cobra sentido en su totalidad, debería hacerse más insistencia en la naturaleza condicional, y no bicondicional, de las hipótesis y enunciados sobre la ciencia, lo cual supone una distinción clara entre el antecedente y el consecuente así como una clarificación entre qué tipo de evidencia es necesaria para falsar o verificar los dos tipos de enunciados citados anteriormente.

5. Volviendo a la importancia que tienen las ideas espontáneas de los niños sobre los fenómenos físicos, el segundo experimento citado ha mostrado cómo hasta la adolescencia los sujetos tienden a no modificar sus hipótesis, aunque, de hecho, se contradiga con la realidad que observan o pueden observar. En la etapa de transición del pensamiento concreto al pensamiento formal (11-13 años), e incluso durante la adolescencia, parece de utilidad que los educadores insistieran en la necesidad de modificar las hipótesis que no se adecuan a la realidad observable.

BIBLIOGRAFÍA

- Brainerd, C. (1971): «The development of the proportionality scheme in children and adolescents». *Developmental Psychology*, 5, 469-476
- Carretero, M. (1978): Investigaciones sobre el pensamiento hipotético-deductivo. Tesis Doctoral. U. Complutense. Madrid
- Carretero, M. (en prensa): «Investigaciones sobre el pensamiento formal». *Revista de Psicología General y Aplicada*
- Carretero, M. (en preparación): Selección de hipótesis: una investigación sobre la génesis del método científico

- Delval, J. y Carretero, M.:* La adquisición de las conectivas proposicionales por los niños. En: Delval, J. (comp.): *Lecturas de Psicología del Niño*. Vol. 2. Madrid. Alianza Textos
- Delval, J. y Rivière, A. (1975):* «Si llueve Elisa lleva sombrero»: una investigación psicológica sobre la tabla de verdad del condicional. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 30, 825-850
- Delval, J. y colaboradores (1978):* Aprendizaje y desarrollo: las exigencias cognitivas de los programas escolares y la asimilación de los contenidos en la 2ª etapa de EGB. Informe multicopiado. ICE de la UNED
- Inhelder, B. y Piaget, J. (1955):* De la logique de l'enfant à la logique de l'adolescent. Paris. PUF. Trad. cast. de Cevasco, M.T.: De la lógica del niño a la lógica del adolescente. Buenos Aires. Edit. Paidós, 1972
- Neimark, E. (1975):* «Intellectual development during adolescence». En: Horowitz, F.D. (ed) (1975). *Review of Child Development*. Vol. 4. Chicago: The University of Chicago Press. pp 541-594
- Piaget, J. (1926):* La représentation du monde chez l'enfant. Paris. Alcan. Trad. cast. de Valls y Anglés, V.: La representación del mundo en el niño. Madrid. Espasa Calpe, 1933. Nueva edición: Madrid. Edit. Morata, 1973
- Piaget, J. (1970):* «L'évolution intellectuelle entre l'adolescent et l'âge adulte». Rapport sur le II Congrès International FONEME sur la formation humaine de l'adolescence á la maturité. Milán. Trad. cast. en Delval, J. A. (ed.) (1978). *Lecturas de Psicología del niño*. Vol. 2 pp. 208-213. Madrid: Alianza Editorial
- Piaget, J. (1974):* Recherches sur la contradiction. 2 vols. Paris: PUF. Trad. cast. de Delval, J. y Carretero, M.: Investigaciones sobre la contradicción. Madrid. Siglo XXI, 1978
- Wason, P.C. y Johnson-Laird, P.N. (1972):* Psychology of reasoning. Londres: B.T. Batsford. Trad. cast. de Delval, J. Madrid. Debate, en prensa

Asamblea de la Asociación de Profesores de Física del Uruguay

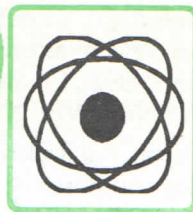
La Asamblea de la Asociación de Profesores de Física del Uruguay, realizada el 27 de agosto de 1995, en relación con el Curso de Capacitación de Docentes en Matemáticas y Ciencias Experimentales, organizado por el CODICEN en Punta del Este, manifestó su preocupación respecto a los siguientes aspectos:

1) En una actividad que tiene por objetivo la capacitación de profesores, no se convocó para su instrumentación a sectores directamente interesados en ese tema, como son la Inspección Docente, las Asambleas Técnico Docentes y el área de Formación Docente.

2) No se justifica no haber realizado un llamado a aspiraciones para la designación de los docentes formadores y asesores.

Reconociendo la importancia y la necesidad de la formación permanente del cuerpo docente, es que esta Asamblea sostiene que cualquier acción a realizar en este sentido no debe desconocer los puntos enumerados anteriormente para que estas instancias tengan todas las garantías que la educación requiere.

EPISTEMOLOGÍA E HISTORIA DE LA CIENCIA



Una aproximación crítica al pensamiento de Karl Popper

Juan C. Yeanplong

Profesor de Epistemología del IPA

Profesor de Filosofía en Enseñanza Secundaria

Las relaciones ciencia-filosofía han sido estrechas desde sus comienzos. La declaración de independencia de la ciencia respecto a la filosofía no fue más que eso: una declaración. De hecho, sigue existiendo una frontera ancha entre estos saberes, que es tierra de nadie. Especialmente cuando una ciencia particular está en un proceso de creación o transgrediendo sus propios límites. Por ello, no es casual encontrar entre los científicos más destacados, consideraciones de corte netamente filosófico, partiendo de la reflexión de su propia actividad científica. En última instancia, ambos saberes, ciencia y filosofía, tienen una matriz común de emergencia: la razón.

En nuestro siglo, el conocimiento filosófico presenta como región privilegiada de su análisis a la Epistemología, o sea, la reflexión a propósito del conocimiento científico. No es de extrañarse, dado el vertiginoso desarrollo de la ciencia y la tecnología de nuestros tiempos. Sin embargo, por epistemología se pueden entender distintas cosas.

Una de las epistemologías que aparece como dominante, es la que denominaremos *epistemología normativa*. Los representantes de este tipo de concepción se caracterizan por el intento de establecer criterios de demarcación entre lo que es la ciencia y cualquier otro tipo de saber. Para tal fin, se sirven de criterios lógicos y metodológicos, y se ocupan del llamado contexto de justificación de las ideas. Es decir, qué exámenes

deben rendir las ideas para integrar el corpus científico.

En este enfoque, la producción del conocimiento, los nexos ciencia-sociedad, y la historicidad del saber, quedan excluidos. Sólo importa cómo se justifica una idea. Desde esta perspectiva, la epistemología se torna ahistórica y sin sujeto cognoscente.

Dentro de este marco ubicamos al neopositivismo y a un crítico de esta corriente que, no obstante, si bien por otros caminos, persigue el mismo objetivo; se trata de nuestro autor: *Karl Popper* (1902-1994).

Popper aparece como un crítico del inductivismo. Sostiene que la inducción no tiene un fundamento lógico, y que tal tipo de inferencias sólo presentan conclusiones de carácter probable.

El interés popperiano es la contrastación deductiva de teorías; en tal sentido sostiene que respecto a una teoría o hipótesis científica, nunca puede establecerse su verdad y sí, en cambio, su falsedad.

Este criterio, conocido como falsabilismo o refutabilismo, tiene en su base un procedimiento lógico conocido como «*Modus tollens*».

Para Popper una teoría es científica si es falsable. ¿En qué consiste esta postura?. Dice Popper que la experiencia debe ser considerada como un método; un enunciado particular nunca puede confirmar a uno general; sin embargo, sí puede refutarlo. Por ejemplo, si parto de la afirmación «Todos los cuerpos que poseen masa tienden a caer», el enunciado que describe el caso particular de la caída de un cuerpo que posea masa es

insuficiente para verificar el enunciado general. Pero, basta con encontrar un caso de un cuerpo que posea masa y no caiga, para refutar o contradecir al enunciado general. En síntesis, vale más una disconfirmación que mil confirmaciones.

Acorde con esto, una teoría es científica si puede establecer con claridad por un lado, las proposiciones que son compatibles con ella y, por otro, las que son incompatibles. Estas últimas constituyen lo que Popper llama «falseadores potenciales» de la teoría, y agrega que esta clase no debe ser vacía.

En función de este criterio, la actividad de la contrastación científica de teorías debe orientarse hacia la búsqueda de enunciados observacionales -consecuencias lógicas de las teorías- que eventualmente pueden falsearla. En tanto sean posibles, pero no ocurran, la teoría sobrevivirá; en su defecto, caerá.

Sin duda este criterio consolida un modo de avance en los modos de contrastación de teorías y, para Popper, es más que eso: se trata de una actividad crítica respecto del conocimiento que transita hacia una racionalidad.

Según Popper: «Sólo hay un elemento de racionalidad en nuestros intentos por conocer el mundo: es el examen crítico de nuestras teorías. Estas teorías son conjeturas. No sabemos, sólo suponemos. Si me preguntáis '¿Cómo sabe usted?', mi respuesta sería 'No sé, sólo propongo una conjetura. Su usted está interesado en mi problema, me sentiré muy feliz si usted critica mi conjetura, y si usted presenta contrapropuestas, yo a mi vez las criticaré'». (Popper, K.: «El descubrimiento científico. Conjeturas y refutaciones», pág. 178)

Popper va de la epistemología a la racionalidad, pero nuestra tesis central es que se opera aún otro paso; de la racionalidad hacia la racionalización. Para esclarecer los términos empleados, nos permitimos citar a E. Morin:

«La racionalidad es el juego, el diálogo incesante, entre nuestro espíritu, que crea las estructuras lógicas, que las aplica al mundo, y que dialoga con ese mundo real. cuando ese mundo no está de acuerdo con nuestro sistema lógico, hay que admitir que nuestro sistema lógico es insuficiente, que no se encuentra más que con una parte de

lo real. La racionalidad, de algún modo, no tiene jamás la pretensión de englobar la totalidad de lo real dentro de un sistema lógico, pero tiene la voluntad de dialogar con aquello que lo resiste. Como lo decía ya Shakespeare: 'Hay más cosas en el mundo que en toda nuestra filosofía'. El universo es mucho más rico que lo que las estructuras de nuestro cerebro, por más desarrolladas que sean, puedan concebir.

¿Qué es la racionalización?. Racionalización, palabra empleada muy apropiadamente para hablar de patología, por Freud y por muchos psiquiatras. La racionalización consiste en querer encerrar la realidad dentro de un sistema coherente. Y todo aquello que contradice, en la realidad, a ese sistema coherente, es descartado, olvidado, puesto al margen, visto como ilusión o apariencia.

Nos damos cuenta ahora que racionalidad y racionalización tienen exactamente la misma fuente, pero al desarrollarse se vuelven enemigas una de otra. Es muy difícil saber en qué momento pasamos de la racionalidad a la racionalización; no hay fronteras; no hay señales de alarma. Todos tenemos una tendencia inconsciente a descartar de nuestro espíritu lo que lo va a contradecir, tanto en política como en Filosofía. Vamos a minimizar o rechazar los argumentos contrarios. Vamos a tener una atención selectiva hacia aquello que favorece a nuestra idea y una intención selectiva hacia aquello que la desfavorece. A menudo, la racionalización se desarrolla en el espíritu mismo de los científicos». (Morin, E.: «Introducción al pensamiento complejo», pág. 102)

Con el fin de justificar la cita precedente, así como nuestras aserciones, vamos a establecer nuestra crítica en dos perspectivas:

- 1) La crítica externa que admite la lógica popperiana, pero, muestra que históricamente el criterio falsacionista no funciona (Cfr. T. Kuhn). Las refutaciones a la mecánica clásica newtoniana a través de su historia no fueron suficientes para que ésta cayera. Los componentes paradigmáticos e históricos muestran la insuficiencia de criterios meramente lógicos y metodológicos para evaluar teorías. La complejidad de lo real-social desborda a los marcos lógicos y metodológicos que intentan aprehenderla.
- 2) La crítica interna. Aquí pretendemos esbozar los límites del criterio falsacionista.

Popper aplica y reconoce sólo una lógica: la lógica formal bivalente. Justamente lo que permite falsear a una hipótesis es que un enunciado particular que describe un hecho aparece como contradictorio con la enunciación que sostiene la hipótesis general. Ahora bien, una teoría es tanto más rica cuanto más veta. O sea, cuando más probabilidades presenta para ser falseada. En consecuencia, resulta obvia la descalificación que Popper realiza de teorías totalizadoras sobre la realidad en cualquiera de sus planos.

Sus principales blancos de ataque son la concepción de Marx, el evolucionismo de Darwin y el psicoanálisis de Freud. Todas tienen en común el carácter totalizador; no admiten en su seno contradicciones y no podrían establecer una diferencia tajante, en consecuencia, entre las proposiciones admisibles y las que las contradicen. En síntesis, no poseen falseadores potenciales, entonces no pueden ser falseadas, puesto que admiten todo, lo cual significa que no explican nada.

Para atacar la categoría de totalidad, Popper toma de Hayek (quizás el principal teórico del neoliberalismo) lo que se denomina «principio general empírico de imposibilidad». ¿En qué consiste tal principio?. En sostener la imposibilidad de un conocimiento ilimitado de la realidad. En ninguna cabeza particular, ni en institución alguna, llámese ciencia, Estado, etc., cabe un conocimiento de la totalidad de lo real. Popper afirma este principio en términos apodícticos, es decir en forma de «nunca jamás ocurrirá». Suscribimos la sentencia: la realidad es más rica que nuestro conocimiento de ella, la realidad trasciende a la «empiría». Sin embargo, si aplicamos el criterio falsacionista al principio en cuestión, resulta que es infalseable... Popper cae en su propia tram-

pa, puesto que si fuera falseable, sería posible un conocimiento ilimitado de la realidad.

Al percatarse de la dificultad, Popper rectifica los términos de la enunciación y lo que originalmente se planteaba como «nunca jamás» se plantea en términos de «todavía no», o sea, transita de imposibilidad a posibilidad.

Si se admite esto, entonces, se admite cualquier cosa, puesto que lo que es imposible de falsear hoy, podría serlo mañana.

Lo que Popper echa por la puerta, se le cuela subrepticamente por la ventana. Piénsese en el carácter infalseable de grandes principios de la ciencia; por ejemplo, el de conservación de la energía, o el de la inercia.

En consideraciones finales, queremos expresar que el interés por Popper no es meramente académico, sino por el contrario, estamos convencidos que la epistemología dominante es popperiana, y que la mayoría de los científicos, de los estudiantes de ciencias, y de los docentes de ciencias, consciente o inconscientemente, se manejan con categorías popperianas. También pensamos que, en el marco teórico popperiano, hay caldo de cultivo para consideraciones al modo de las *racionalizaciones* de la economía neoliberal.

Y, por último, cuando un criterio como el expuesto cierra otras posibilidades, se genera una racionalización que a la postre produce un control de la ciencia en nombre de la científicidad. Esto descalifica otros modos de hacer ciencia u otros saberes. Se sostiene así, una racionalidad fragmentaria cuyos correlatos tecnocráticos -que ignoran la interdependencia e interpenetración de lo real-social- generan destrucción a través de los efectos no intencionales de su acción intencional.

"Señor Doctor
Dn. Claudio Williman

Mi estimado amigo:
Tengo interés en obtener la fotografía radiográfica de la mano de esta paciente que dice tener una aguja clavada en esa región.

Si a Ud. le es posible ocuparse del asunto, ya sea sacando esa fotografía o indicándome quien pueda hacerla, le agradeceré.

Su afmo. E. Pouey" - El Día 18 de enero 1897

ENTREVISTAS



Elena Coteló egresó de la Escuela de Tecnología Médica (Facultad de Medicina) en 1984. Se desempeñó en el Hospital de Clínicas y en la Asociación Española. En la actualidad cumple tareas como Técnico en Radiología en el Hospital Evangélico, CASMU y en el Sanatorio del Bando de Seguros del Estado.

Rayos X: 100 años

En noviembre de 1995 se conmemoraron los cien años del descubrimiento de los rayos X efectuado por Roentgen. Esto motivó nuestro interés en hacer una revisión sobre sus orígenes y su vinculación casi inmediata con el área de la Medicina, transformándose en un recurso para el diagnóstico y el tratamiento de algunas patologías. Para ello conversamos con la Técnica en Radiología Elena Coteló (1).

– ¿Cómo se inició la aplicación de los rayos X en medicina?

– En 1895, Roentgen, trabajando en la Cátedra de Física con un tubo de rayos catódicos, observa que aquellas radiaciones violetas que veía a través del tubo, terminan impresionando una placa pese a tener que atravesar varios libros y maderas. Les llamó «rayos X» pues no sabía de qué se trataba. Él siguió investigando cómo atravesaban distintos materiales y fue a su esposa a quien realizó la primera radiografía. Es así que surge la posibilidad de ver el cuerpo humano exponiéndolo a esas radiaciones. A los primeros radiólogos se les llamó «médicos fotógrafos» y eran menospreciados pues eran más fotógrafos que médicos.

Luego de la fundación del primer Departamento de Radiología, el resto de la Medicina empezó a mirar con más respeto las imágenes obtenidas en las películas que eran reveladas más o menos con el mismo sistema que las fotografías, ya que ellas permitían visualizar cierto tipo de patologías.

Esos primeros médicos fotógrafos pagaron muy cara su actividad, pues se desconocían los efectos negativos de la exposición a esas radiaciones. Lo primero que se observó

Profesoras Zoraida Viera y Mari Garcimartín

fue un enrojecimiento de la piel (eritemas), con deterioro de capas cada vez más profundas de la piel y de todos los tejidos.

Todos debemos haber visto las terribles fotos de personas afectadas luego de las explosiones de la bomba de Hiroshima y Nagasaki.

El período de 1895 a 1920 es de total investigación sobre las aplicaciones y los daños de estas radiaciones. Llegar a establecer los efectos fue difícil, porque ¿quién era capaz de determinar que aquel ayudante de laboratorio de treinta años había muerto de una leucemia, como consecuencia de su trabajo, si ni siquiera podían diagnosticarla?

El primer efecto observado fue entonces en las manos que operaban aquel tubo que irradiaba en todas direcciones.

– ¿Qué aspectos hubo que considerar para diseñar un aparato de rayos X que tuviera como objetivo la realización de radiografías?

– Los rayos X son ondas electromagnéticas con longitudes de onda comprendidas entre 0,1 y 100 Å que se producen cuando un flujo de electrones rápidos (dos energías del orden de los 100 KeV) inciden contra un blanco; como son emitidas en todas direcciones habrá que disponer de algún mecanismo para lograr su orientación hacia el objetivo.

(1) Para profundizar sobre algunos de los temas que aquí se mencionan recomendamos: Tipler T.II, Resnick T.II, Física Cuántica de Eisberg y Resnick y Física Nuclear de Kaplan (cap. XV).

El tubo de rayos catódicos, en el que se originan, consta de un cátodo y un ánodo. El cátodo tiene un suministro de energía que produce el calentamiento de un filamento de tungsteno que origina una nube de electrones, la cual es acelerada por una diferencia de potencial aplicada entre el cátodo y el ánodo de forma que impacte en este último, produciendo la emisión de los fotones. Esto suponía un calentamiento rápido, lo que hacía necesario por un lado su utilización durante tiempos muy breves y, por otro, la búsqueda de un refrigerante, lo que se hizo a través de sistemas de aceite. El gran paso fue lograr un ánodo que girara de forma que no fuera siempre la misma la zona del impacto, pues del total de la energía disponible sólo el 1% se transforma en fotones y el resto se pierde en energía calorífica; por eso la refrigeración fue algo fundamental en el diseño del tubo.

El ánodo tendrá una orientación que le de cierta dirección al haz de fotones. Este haz no es monocromático⁽¹⁾.

Las características del espectro obtenido⁽²⁾ dependen de la diferencia de potencial entre el cátodo y el ánodo y de la cantidad de carga emitida por el filamento de tungsteno. Ambos factores son regulados por el radiólogo según el resultado que se quiera obtener. La radiación que se origina para cada par de valores de ddp y carga seleccionados, siempre va a estar integrada por fotones de diversa energía. Los fotones de baja o mediana

energía que no consigan llegar a la película, así como los que contribuyan a la formación de la imagen, producirán ionización y romperán cadenas de moléculas originando, en definitiva, modificaciones en el organismo vivo. Esto supone la realización por parte del médico de un balance con el fin de saber si el daño es justificado por los beneficios que el estudio puede suponer.

— ¿Cuál es el aspecto exterior de un aparato emisor de rayos X?

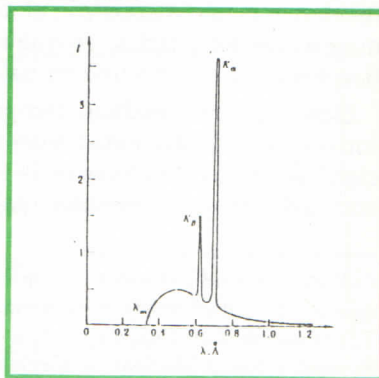
El aparato de rayos X consta de una caja de metal de unos 25 cm de arista, llamada calota, de la cual salen cables coaxiales, pues hay diferencias de potencial del orden de los kv. Encima de ella hay un cilindro de unos 50 cm de largo y entre 15 y 20 cm de diámetro que contiene el tubo de rayos X y que se encuentra blindado para evitar la dispersión de la radiación. La calota contiene un sistema de espejos que permite, cuando el técnico radiólogo prende una lamparita, visualizar el campo de acción de los rayos X. Mediante un sistema de láminas paralelas que se abren o se cierran, se regula la salida, contando además con un sistema de diafragmas para delimitar el haz. Todo esto está sujeto por un brazo. Suponiendo que el paciente esté acostado, el tubo estará encima, y por debajo de la cama estará la película. El haz que incide en la película produce alteraciones en los cristales de bromuro de sodio o de calcio o tungstato de calcio.

Como ejemplo del desconocimiento de estos efectos nocivos, algunos recordarán que alrededor del año 1940, en Montevideo, el «London París» contaba como atractivo para las ventas, con un equipo de rayos X. Tenía el aspecto exterior de una balanza a la que uno podía subir y, en un visor, verse los pies dentro de los zapatos para apreciar cómo le quedaban. Esto luego naturalmente fue prohibido.

(1) Los electrones, en el impacto, pierden su energía, emitiendo un número de fotones de energía variable al azar. De aquí procede el espectro continuo originado.

(2) El espectro de rayos X se compone de una serie de líneas agudas denominadas espectro característico. Este último tipifica el material del blanco y está superpuesto a un espectro continuo. Este último tiene una longitud de onda de corte nítido, que es independiente del material del blanco, pero depende de la energía de los electrones con que es bombardeado. Si la tensión del tubo de rayos X es V_0 expresada en voltios, la longitud de onda de corte viene dada por

$$\lambda_m = \frac{1,24 \times 10^4}{V_0} \text{ \AA}$$



-¿Cuál es la distancia óptima que debe haber entre la película y el foco o punto por el que salen las radiaciones por el tubo?.

Para la mayoría de los estudios que se realizan es del orden de 1 m. Si se disminuye la distancia, se produce una ampliación y, en general, interesa manejar las dimensiones reales. Además, la Comisión Internacional de Protección Radiológica establece que la distancia entre el foco y la piel no puede ser inferior a 45 cm. Por otro lado, distancias mayores de 1 m requerirán un mayor consumo de energía para obtener un resultado adecuado. Sólo para ciertos estudios especiales se trabaja con distancias mayores o menores a 1 m; por ejemplo, radiografía de tórax.

-En la interacción de los rayos X con la materia hay varios procesos físicos que pueden darse predominando unos u otros según la energía de la radiación incidente y la naturaleza del absorbente. ¿Cuáles son los procesos físicos más relevantes que tienen lugar en el caso del organismo de un paciente al que se le realiza una placa radiográfica?.

Trabajando con diferencias de potencial inferiores a 50 kV predomina el efecto fotoeléctrico; por encima de ese valor, pero sin superar los 100 kV, cobra mayor importancia el efecto Compton. Estos valores para los que empieza a tener importancia uno u otro proceso dependen del material que se ha expuesto a la radiación. Por eso, éstos son valores obtenidos para el organismo.

En el efecto fotoeléctrico, toda la energía $h\nu$ del fotón incidente se cede a un electrón ligado a un átomo y, a consecuencia de ello, saldrá expulsado del mismo y podrá a su vez interactuar con otros átomos y producir pares iónicos secundarios. Los electrones de órbitas exteriores pueden pasar a llenar la vacante producida por la eyección de esos primeros electrones, emitiéndose una radiación electromagnética llamada «radiación característica».

El coeficiente másico de atenuación por efecto fotoeléctrico depende del cubo del

número atómico del material, de su densidad y de la energía de los fotones incidentes.

En el efecto Compton el fotón incidente es dispersado por uno de los electrones atómicos de los más externos resultando un fotón con menor energía que la que tenía antes de la dispersión. El coeficiente másico de atenuación por efecto Compton prácticamente no depende del número atómico y su variación con la energía de los fotones no es tan significativa como en el caso del efecto fotoeléctrico, por lo tanto, el único factor que determina la capacidad de absorción es la densidad del material irradiado; es por ello que diversos materiales con distinto número atómico pero de similar densidad producen la misma atenuación por unidad de masa interpuesta.

Dos estructuras adyacentes pueden distinguirse sólo si existe una diferencia entre los coeficientes de atenuación a los rayos X de las estructuras. Como el coeficiente de atenuación por efecto fotoeléctrico depende de la tercera potencia del número atómico, mientras que en la atenuación por Compton no depende del mismo, el contraste en una radiografía, es decir la capacidad de discriminación entre zonas de distintas características, disminuye al aumentar la diferencia de potencial con la que se trabaja.

-¿De qué formas pueden visualizarse la imagen obtenida por rayos X?.

Esto puede hacerse de dos maneras: como imagen transitoria en una pantalla fluorescente o en una T.V. (radioscopia) y, en este caso, hablamos de imagen radiológica, o como imagen permanente en una película fotosensible especial, y entonces hablamos de imagen radiográfica.

La primera se basa en la propiedad que tienen los rayos X de hacer que ciertas sustancias se vuelvan fluorescentes emitiendo luz. En las pantallas de fluorografía y las de radioscopia, se emplea sulfuro de cinc y cadmio que emiten luz verde. Las pantallas radioscópias se emplean para examinar, en intervalos de tiempo breves, partes del cuerpo en reposo y en movimiento.

FUNSA realiza un control de calidad de cubiertas de autos por medio de un circuito cerrado de TV controlado con radioscopia, en donde todas las cubiertas son expuestas a rayos X visualizándose el estado de sus mallas metálicas.

Para obtener la imagen radiológica, se emplea una película que está contenida en portapelícula o chasis, que puede ser de plástico o aluminio. En un principio la impresión de la película se hacía únicamente con los rayos X que llegaban a la misma, pero actualmente se usa lo que se conoce con el nombre de pantallas reforzadoras (excepto para radiografías de mamas, dentales y algún otro caso) que permiten obtener la impresión con radiaciones de menor intensidad. Estas pantallas se colocan por encima y por debajo de la película dentro del chasis que la contiene y cuando se exponen a la radiación reaccionan emitiendo luz azul o verde que va a contribuir a la obtención de la imagen, permitiendo también trabajar con exposiciones más breves. Las pantallas reforzadoras están fabricadas con tungstato de calcio, sulfato de plomo y bario y sulfuro de cinc. Actualmente también se utilizan elementos denominados tierras raras.

Cuanto mayor sea el espesor de la capa fluorescente de la pantalla reforzadora, mayor es su poder reforzador, y cuanto mayores son los cristales fluorescentes más luz emiten, pero el detalle es menor, es decir que se obtiene poca definición. Si por el contrario la capa es delgada y los cristales son relativamente pequeños, se mejora la definición, pero la cantidad de energía a suministrar aumenta. La clase de pantalla más usada está compuesta de una capa de espesor mediano y de cristales de tamaño mediano para contemplar ambos aspectos.

La película radiográfica consta de una emulsión que contiene compuestos de plata y una base transparente teñida de azul. Al actuar los rayos X o la luz (exceptuando la luz roja e infrarroja) sobre la emulsión, los cristales de bromuro de plata liberan algunos electrones del bromo. El bromo es retenido en la gelatina de la emulsión pero los electrones se acumulan en las irregularidades del cristal, atrayendo hacia ese punto los átomos de plata que se acumulan al tiempo que son reducidos a plata metálica. El conjunto de átomos de plata reducida constituye la imagen latente que se hará visible una vez hecho el revelado.

El ennegrecimiento de cada punto de la película es proporcional a la cantidad de cristales que han quedado sensibilizados a la acción del revelador.

Es preferible que un niño que tiene que hacerse una radiografía sea acompañado por el padre y no por la madre pues, si el hombre se irradia, en 60 ó 70 días podrá contar con espermatozoides nuevos, mientras que en la mujer los óvulos que tuvo cuando fue concebida serán los mismos hasta el día en que se muera.

¿Qué efectos producen las radiaciones sobre el organismo y qué tipo de precauciones se puede adoptar?.

Pueden distinguirse entre efectos somáticos y hereditarios. A su vez los somáticos se clasifican en efectos estocásticos y no

estocásticos. Los estocásticos son aquellos en que hay una proporcionalidad entre la dosis aplicada y la probabilidad de que se produzca un efecto como consecuencia de la misma, pero no existe un umbral: aunque la dosis sea pequeña, puede producirse el efecto. Es el caso de la inducción de cáncer de piel y de tiroides. Los efectos no estocásticos son aquellos en que sí existe un umbral a partir del cual pueden producirse, por ejemplo, modificaciones en las células sanguíneas, cataratas y lesiones no malignas de la piel. La radioprotección intenta reducir al máximo estos efectos.

Dentro de los efectos hereditarios se puede hablar de una descendencia genéticamente mutada de embriones tan mal formados que lleguen a producirse abortos espontáneos. En un estudio realizado en Francia se llegó a la conclusión de que los hijos de mujeres que estuvieron sometidas a radiaciones durante la gestación tienen mayor probabilidad (25% más) de sufrir de leucemia. También conviene tener presente que la tiroides es uno de los órganos más sensibles a la radiación por estar ubicada casi debajo de la piel como también el cristalino.

Si en el Uruguay se cumpliera con las condiciones que impone la Comisión Internacional de Protección Radiológica, en cuanto a dosis, condiciones de trabajo, blindaje y equipamiento, el trabajo con radiaciones ionizantes sería tan seguro como la industria más segura que es aquella en que no se produce más de una muerte cada 10.000 trabajadores vivos.



El Dr. Rodolfo Gambini

Rodolfo Gambini se graduó de Licenciado en Física en la Facultad de Humanidades y Ciencias en 1972 y obtuvo el título de Doctor en Física Teórica en la Universidad de París VI en 1974. En su tesis de doctorado realizada en el Instituto Henri Poincaré estudió la «Propagación y detección de ondas gravitacionales en sistemas elásticos».

En 1979 comenzó a desarrollar en la Universidad Simón Bolívar de Caracas, Venezuela, en colaboración con el Dr. Antonio Trías, un método para describir en forma geométrica todas las interacciones fundamentales de la Física: electromagnética, débil, fuerte y gravitacional. Dicho método permite representar a los campos cuantizados a esas interacciones en términos de objetos unidimensionales llamados usualmente lazos. Las técnicas de lazos han recibido particular atención desde 1990, por ser las más adecuadas para tratar el problema de la gravedad cuántica. De ellas surge una imagen particularmente atractiva del espacio-tiempo a escalas muy pequeñas, en términos de una trama o tenido de líneas de campo (los lazos). Matemáticamente la descripción es puramente tipológica y resulta de aplicar la llamada teoría de nudos.

El Dr. Gambini ha recibido un importante premio internacional otorgado anualmente por la Gravity Research Foundation al mejor trabajo científico en el área de Gravedad General y Gravitación. Es miembro del Center for General Relativity and Geometry de la Universidad de Pennsylvania, de la Comisión de Física Matemática de la Unión Internacional de Física Pura y Aplicada y miembro del Centro de Física Teórica de Trieste. Ha publicado más de sesenta trabajos científicos en revistas internacionales especializadas y acaba de concluir, en colaboración con el Profesor Jorge Pullin de la Universidad de Pennsylvania, un libro titulado «Lazos, Nudos. Teorías de Calibre y Gravedad Cuántica», que aparecerá publicado en febrero de 1996 en la serie de Física Matemática de Cambridge University Press.

Ha sido presidente durante varios años del Centro latinoamericano de Física, Director del Instituto de Física de la Facultad de Ingeniería y de la Facultad de Ciencias, Presidente de CONICYT y de la Sociedad Uruguaya de Física.

INFORMACIONES



Encuentro Regional de Profesores de Física

Organizado por la Asociación de Profesores de Física del Uruguay. 19, 20 y 21 de abril de 1996, en Melo, Cerro Largo.

Talleres de: «Física 3er. Año», «Mecánica Cuántica» y «Ciencias Físicas».

Costo: U\$S 50. Por mayor información: Prof. Humberto Martínez, Batlle y Ordóñez 476, Melo, Teléfono (0462) 5487 o Bartolito Mitre 2822/501, Montevideo, Teléfono 79 98 13, Fax 90 65 62



III Encuentro Internacional de Educación en Física y VI Encuentro Nacional de Profesores de Física

Organizado por la Asociación de Profesores de Física del Uruguay. 16 al 20 de setiembre de 1996. La Paloma (Rocha).

Propuestas de: Talleres: 8 a 16 hs. (reloj). Ponencias: 1 hora (reloj). Posters u otras actividades.

Todas estas propuestas deberán ser enviadas antes del 30 de mayo de 1996 al local de la APFU, 18 de Julio 1953 Apto. 702 CP 11200.

Por mayor información: Bartolito Mitre 2822/501, Montevideo, Teléfono 79 98 13, Fax 90 65 62)



Congreso de Pedagogía

Febrero de 1997, en La Habana, Cuba.

Existe un grupo de 158 personas trabajando para concurrir a dicho Congreso.

Podrán integrarse a este grupo de viaje docentes afiliados a sus respectivos sindicatos y otras personas que, sin ser docentes, estén interesadas en participar, previa comprobación de estar afiliadas a algún sindicato filial del PIT-CNT.

El plazo para presentar trabajos se extiende hasta el 1° de marzo de 1996.

Por mayor información: teléfonos 63 37 19 y 62 50 36.



¿Qué es la AELAC?

La Asociación de Educadores para Latinoamérica y el Caribe es una asociación no gubernamental de educadores preocupados por los problemas de la educación y la cultura. Surge en el Congreso de Pedagogía realizado en el año 1990 en La Habana y es allí donde tiene su sede la Secretaría General de la Asociación.

Los objetivos generales son:

Contribuir a la integración de Latinoamérica y el Caribe a través de la educación.

Defender los sistemas pedagógicos de cada región que contribuyan a preservar su identidad cultural.

Trabajar intensamente en favor de los derechos de los niños y los educadores.



Encuentro de Física en La Habana

En la primera semana de julio de 1996.

En el próximo número de la Revista daremos mayor información.

RECOMENDACIONES BIBLIOGRÁFICAS



Wolf, Fred A. (1993)

"La búsqueda del águila". Ed. Los Libros de la Liebre de Marzo, Barcelona, 260 pág.

Traducción española de Fernando Pardo.

Título original: "The eagle's quest"

Fred Alan Wolf es un doctor en física teórica que se encuentra interesado en profundizar en el conocimiento de los lazos que unen el mundo racional y científico con el mundo irracional y mágico.

"La búsqueda del águila" es una historia acerca de cómo el autor ve las relaciones entre el chamanismo y la física cuántica. Es el resumen de las impresiones recogidas en sus viajes por Inglaterra, Suiza, Estados Unidos, Brasil, México y particularmente Perú, indagando chamanes e investigadores del mundo chamánico. Durante estos viajes el propio autor ha sido protagonista de experiencias iniciáticas y ceremonias las cuales relata de un modo realmente apasionante. El centro de interés fundamental es la ayahuasca, sustancia que se obtiene de una liana que crece en la jungla peruana. Esta sustancia es utilizada por los chamanes como purgante durante las ceremonias y produce estados de conciencia visionarios. La investigación de los mismos, en otros y en sí mismo, lleva al autor a percibir nuevos enfoques sobre el estudio del inconsciente humano y nuevas relaciones entre la psicología y la física cuántica.

Este es un libro polémico, cuya lectura es atractiva y problematizadora. En el Prólogo dice la Dra. Esther Ibars: "La experiencia de F. A. Wolf con la ayahuasca, superponible a la mía propia con esta misma sustancia, nos habla de una posibilidad real de interacción entre los principios de la ciencia moderna y los actos curativos realizados por los chamanes".

Hawking, Stephen (1990)
«Historia del Tiempo. Del big bang a los agujeros negros»

Alianza Editorial, Madrid, 253 páginas.

Traducción española de Miguel Ortuño.

Título original: «A Brief History of Time. From the Big Bag to Black Holes», Bantam Books, New York.

Este es un libro de divulgación sobre el espacio y el tiempo, escrito por uno de los físicos teóricos actualmente más prestigiosos. Su autor, Stephen W. Hawking es sobradamente conocido, no sólo en ambientes académicos, sino también para el público en general. Junto a su coraje moral, que le permite superar intelectualmente las gravísimas taras físicas de una enfermedad irreversible, el profesor Hawking, que ha demostrado poseer uno de los talentos creadores de estos tiempos, aparece también como un competente divulgador de ideas más abstrusas en el campo de la física contemporánea.

En «La Historia del Tiempo», se presentan clara y concisamente los conceptos fundamentales de la mecánica newtoniana, la teoría de la relatividad, la mecánica cuántica y la cosmología contemporánea.

Todo ello, junto con un interés intrínseco, permite enmarcar el problema de fondo tratado en el libro: el origen del universo y la creación del espacio tiempo, adentrándose, no sin posibles polémicas, en el campo más amplio y aventurado de la metafísica e incluso de la teología, al preguntarse sobre la naturaleza de Dios creador o más bien garante del sentido del universo.

ESPACIO DE APFU



Balance 1995

Fin del año 1995, año de desafíos y logros, proyectos y fracasos, ideas a veces cumplidas y otras no, momentos de satisfacción o de frustración en la muy difícil pero gratificante tarea de conducción de nuestra Asociación de Profesores de Física del Uruguay.

Previo a este balance debo escribir unas palabras de agradecimiento a las anteriores Comisiones Directivas, las que nos brindaron todo su apoyo, pero además nos allanaron el camino para lograr los objetivos que nos habíamos planteado, allá por febrero cuando nos reunimos por primera vez. Gracias a ellos hoy contamos con Personería Jurídica, con el descuento automático para socios a través del cobro en Enseñanza Secundaria, con una computadora, que obviamente nos alivia la tarea administrativa o que permite tener una cantidad de dinero seguro, indispensable para cualquier realidad.

La Comisión directiva ha tomado para sí cuatro objetivos que ha considerado prioritarios los cuales creemos se han llevado a cabo de la mejor manera que nuestras capacidades nos han permitido. Estos han sido:

Realizar el «V Encuentro Nacional de Profesores de Física», en algún lugar del interior de nuestro país. Elegimos por varias razones (precio, cercanía, infraestructura, etc.) el Parque «XVII de Febrero» del departamento de Colonia. La evaluación de este evento la han realizado los propios protagonistas y aparece luego de este Balance.

Actualizar y regularizar los Registros Sociales. Pretendemos que las próximas Comisiones Directivas de la APFU cuenten con un archivo adecuadamente ordenado tanto en papel, como en medios informáticos adecuados. En estos momentos la Asociación cuenta con 507 personas registradas, pero solamente 323 aportan mensualmente el costo social a través del descuento directo, mientras que 8 lo hacen irregularmente en las oficinas de COFAC, entidad en la que tenemos nuestras cuentas bancarias. De los 507 socios contamos con 360 fichas debidamente

actualizadas, por lo que podemos decir que este trabajo aún no está terminado.

Revista «Educación en Física». Esta Comisión directiva ha decidido darle un nuevo impulso a nuestra publicación. Se ha mejorado el formato, el diseño y la impresión; pero aún nos falta lograr una mayor participación por nuestra parte, contribuir a que esta revista sea realmente nuestra. El producto, en estos momentos, está en sus manos: entre todos todavía podemos mejorarlo.

Obtener un Local. Lo hemos conseguido. Luego de largas charlas, idas y venidas, encuentros y desencuentros, dueños y escribanos, remates y avisos clasificados, hemos firmado el contrato de alquiler por dos años, junto a las Asociaciones de Biología y de Química. El lugar es muy bueno, nos resta completar el mobiliario y darle el uso que se merece. La dirección es: 18 de Julio 1953 / Apto. 702 - CP 11200 - Telefax: 598 2 486802.

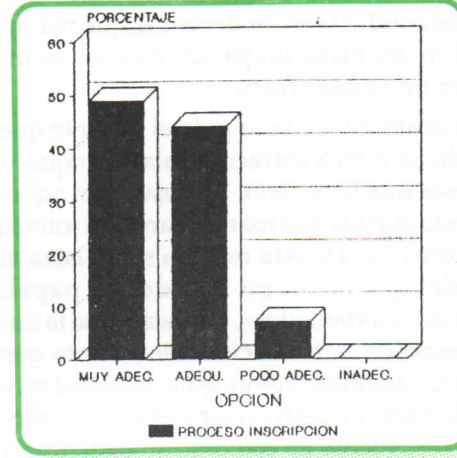
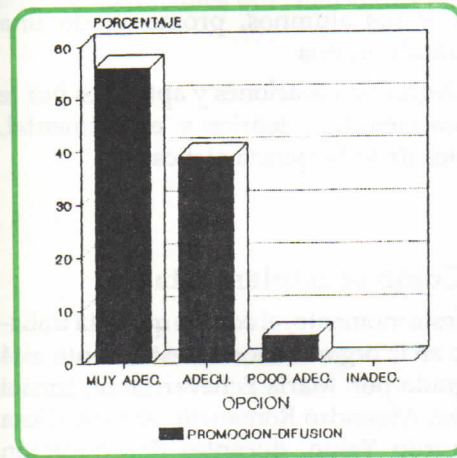
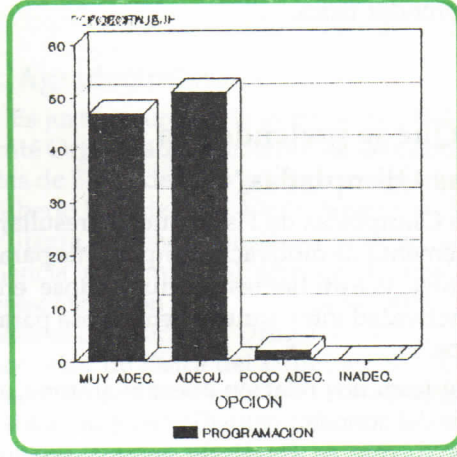
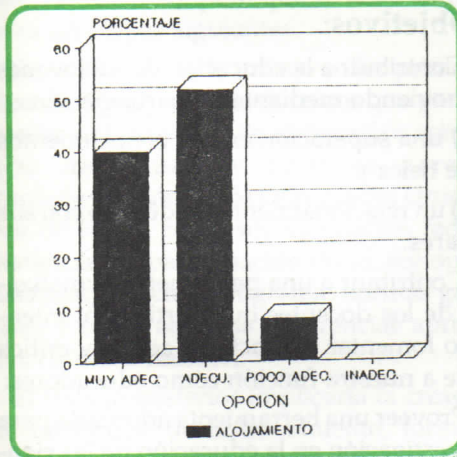
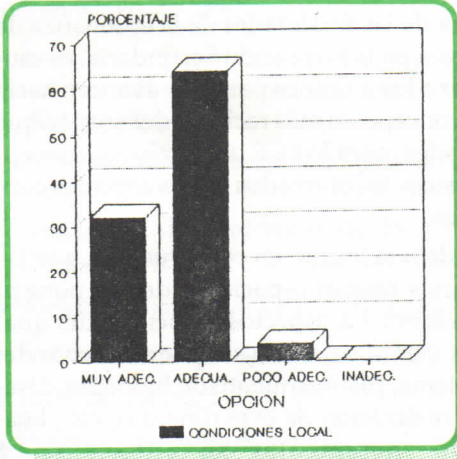
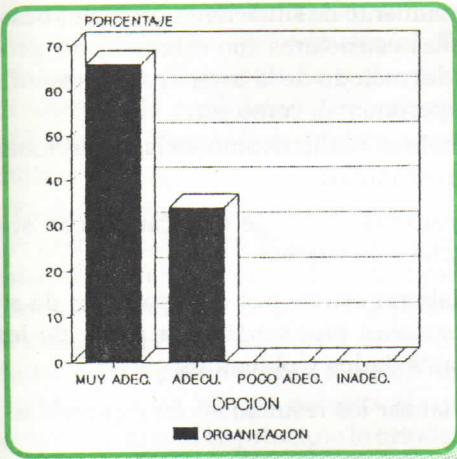
También estamos haciendo reuniones para que, a partir de marzo de 1996, una persona, en un amplio horario, realice las tareas administrativas, inscriba para los Encuentros, cobre la cuota social, etc. y facilite las tareas de nuestros asociados, así como el armado de una biblioteca y una videoteca y para que funcionen en esta oficina las distintas comisiones que se puedan formar.

En el debe nos quedan muchísimas cosas: aumentar el número de socios (sobre todo en el interior); mejorar la difusión y la comunicación de las actividades; lograr el descuento por planilla ante el Consejo de Educación Técnico Profesional, lograr un acercamiento con organismos públicos y privados, pero sobre todo lograr mayor participación de todos aquellos asociados con ideas, proyectos, artículos para la Revista, talleres para los Encuentros.

En eso estamos.

Eduardo Bonda
(Presidente de APFU)

El «V Encuentro Nacional de Profesores de Física» evaluado por los participantes



HACIA LAS OLIMPIADAS URUGUAYAS DE FÍSICA

1. Introducción

Una de las finalidades de la enseñanza de la Física en la Educación Secundaria, es estimular a los alumnos para que avancen hacia una concepción más racional del mundo que los rodea, para lo cual utilizarán los conceptos físicos involucrados en sus aspectos cotidianos.

Se deberá lograr, en consecuencia, que los alumnos tengan espacio en donde pongan en práctica los aspectos esenciales del quehacer científico, como ser planeamiento del problema, planteamiento de hipótesis, diseño y realización de experimentos, etc., buscando incrementar su autoestima y autoconfianza respecto a sus posibilidades de aprender física.

2. ¿Qué se pretende con las Olimpiadas?

Las Olimpiadas de Física pueden resultar un elemento de motivación importante para docentes y estudiantes, traduciéndose en una actividad interesante y beneficiosa para ambos.

Propician una relación docente-alumno, a través del conocimiento, diferente de la tradicional, que se convierte en una acción efectivamente positiva, incentivando cambios de conducta en los docentes, que redundaría en una mejor preparación de sus alumnos en un tiempo corto.

No obstante, no se le pide al docente que trabaje en forma extracurricular, aunque si lo desea puede hacerlo. Trabajará con aquellos estudiantes que manifestaron su interés en participar. De esta manera se enfatiza el rol del profesor en un doble papel: «formador-orientador», destacándose la importancia de la formación del docente que actuará, además, como guía orientador y ayuda para la construcción del conocimiento en un proceso de elaboración paulatino y creativo de los conceptos.

Paralelamente el estudiante adquirirá, en el tratamiento de situaciones problemáticas, aquellas estructuras (no estereotipos) propios del método de la investigación científico-experimental, como ser:

- analizar cualitativamente las situaciones presentadas;
- buscar modelos de explicación con sus límites de validez
- elaborar estrategias de resolución de situaciones problemáticas a partir de los datos dados y obtenidos;
- analizar los resultados con rigurosidad.

3. Objetivos:

3.1. Contribuir a la educación de los jóvenes promoviendo mediante su participación:

- a) una superación en sus conocimientos de física y
- b) un relacionamiento académico con sus pares.

3.2. Contribuir a una permanente actualización de los docentes que participan, intentando fomentar una actitud activa y crítica frente a nuestra función como educadores.

3.3. Proveer una herramienta adecuada para la investigación en la educación de las ciencias, respetando la unidad natural del docente y sus alumnos, promoviendo una superación mutua.

3.4. Despertar vocaciones y aptitudes por el trabajo científico, teórico y experimental, propios de toda ciencia fáctica.

4. ¿Cómo se implementaría?

En este momento, el equipo que está trabajando en la organización de este evento está integrado por: María Echevarriarza, Ismael Núñez, Alejandro Romanelli, Amadeo Sosa y Ricardo Yelpe, docentes de educación media y/o universitaria.

Éste es un intento por articular acciones entre los dos sistemas educativos que, seguramente, contribuirá a fortalecer los vínculos entre la educación secundaria y la superior.

Las olimpiadas se realizarían a fines de 1996, en una fecha que resuelva el difícil balance entre el período de exámenes del estudiante y la posibilidad de participar en la Olimpiada con una base mínima de contenidos.

Ya en febrero se instrumentarían acciones que permitieran contactar a todos los interesados en participar. Es fundamental para el Comité Organizador garantizar la presencia de estudiantes de todo el país en las Olimpiadas y, en consecuencia, también de sus profesores. Para ello se necesita el apoyo económico, el cual en principio lo brindará el Proyecto de Desarrollo de las Ciencias Básicas (PEDECIBA), pero que se debe ampliar para las etapas siguientes.

En una reunión de trabajo en los primeros días de marzo, con los docentes que participarían del proyecto, se elaborarían estrategias de trabajo y acciones para la implementación de las Olimpiadas Uruguayas de Física, como ser: categorías, fechas, instancias de participación (local, regional o nacional), niveles, programa, normas generales y todas aquellas sugerencias aprobadas en dicha reunión.

El trabajo posterior implicaría la creación de un Grupo de Entrenamiento, formado por docentes de Secundaria y Universidad, para los estudiantes que, habiendo supera-

do las instancias locales o regionales, lleguen a las instancias finales.

Los estudiantes clasificados en la Olimpiada Nacional tendrán la posibilidad de participar en las Olimpiadas de Física del Cono Sur, en Mayo de 1997.

5. Auspicios

Actualmente se cuenta con los auspicios de:

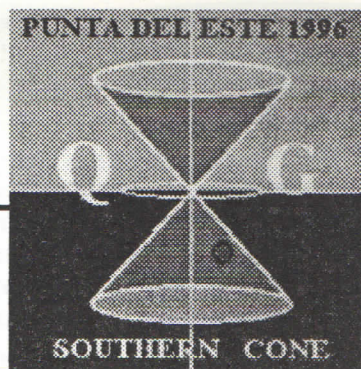
- Asociación de Profesores de Física del Uruguay (APFU),
- Sociedad Uruguaya de Física (SUF);
- Facultad de Ciencias;
- Facultad de Ingeniería y
- Proyecto de Desarrollo de las Ciencias Básicas (PEDECIBA).

6. Agradecimientos

Es justo reconocer la generosidad del Comité Organizador Ejecutivo de las Olimpiadas de Física de la Argentina, integrado por Alberto P. Maiztegui, Víctor Hamity y Oscar Villagra, quienes aportaron toda su experiencia y el material acumulado hasta el presente, y con ellos a la Asociación de Profesores de Física del Uruguay (APFU), a la Sociedad de Física del Uruguay (SFU), a la Facultad de Ciencias, a la Facultad de Ingeniería y al Proyecto de Desarrollo de las Ciencias Básicas (PEDECIBA) por su apoyo, el cual nos alienta a emprender este camino.

QUANTUM GRAVITY IN THE SOUTHERN CONE

Punta del Este - Uruguay
April 10-12 1996



Gravedad Cuántica en el Cono Sur Punta del Este, Uruguay - 10 al 12 de abril de 1996

Durante el mes de abril del presente año se realizará en nuestro país una importante conferencia, de carácter internacional, dedicada a la discusión de temas de gran relevancia en la Física Teórica:

- * Cuantización canónica de la gravitación y las nuevas variables de Ashtekar
- * Las representaciones de conexiones, de ciclos y extendida de ciclos de la gravedad cuántica
- * Teoría de nudos y teoría cuántica de campos, relación y perspectivas
- * Invariantes topológicos y de nudos en tres dimensiones
- * Teoría de Chern-Simons
- * Cuantización de teorías de calibre
- * Sistemas vinculados
- * Decoherencia y cosmología cuántica
- * Radiación de agujeros negros

Es esta la primera vez que se realiza en Sud América una conferencia dedicada a estos temas, cada uno de los cuales es de gran interés en el mencionado campo la Física. Las nuevas variables introducidas por Ashtekar en 1986 han permitido realizar avances sustanciales en el proceso de cuantización de la Relatividad General. A partir de la formulación de Ashtekar se han construido nuevas representaciones de la gravitación cuántica: la representación de ciclos (1990) y la representación extendida de ciclos (1993). Estas representaciones han permitido encontrar por primera vez, soluciones exactas a las ecuaciones de Wheeler-De Witt de la Relatividad General canónica, además de permitir relacionar la teoría de nudos con los estados cuánticos de la gravitación.

La Conferencia consistirá en charlas plenarios dictadas por los invitados especiales por la mañana y comunicaciones breves y sesiones de posters por la tarde.

Los invitados especiales son físicos de gran jerarquía internacional:

- * Abhay Ashtekar (Universidad de Pennsylvania)
- * Esteban Calzetta (Universidad de Bs.As.)
- * Jim Hartle (Universidad de California, Santa Bárbara)
- * Marc Henneaux (Universidad Libre de Bruselas)
- * Gary Horowitz (Universidad de California, Santa Bárbara)
- * Karel Kuchar (Universidad de Utah)
- * Juan Pablo Paz (Universidad de Bs.As.)
- * Carlo Rovelli (Universidad de Pittsburgh)
- * Lee Smolin (Universidad de Pennsylvania)
- * Claudio Teitelboim (Centro de Estudios Científicos, Santiago)

Este importante evento está organizado por el Grupo de Teoría de Campos, cuyo director es el Dr. Rodolfo Gambini. Este grupo de investigadores trabaja en la órbita del Departamento de Física Teórica del Instituto de Física de la Facultad de Ciencias de la Universidad de la República.

Esta Conferencia es apoyada por la National Science Foundation (NSF), El International Centre for Theoretical Physics (ICTP), el Centro Latinoamericano de Física (CLAF), el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICYT) y el Programa de Desarrollo de las Ciencias Básicas (PEDECIBA).

El Comité Organizador está integrado por los físicos uruguayos Rodolfo Gambini, Jorge Griego y Leonardo Setaro de la Facultad de Ciencias de la Universidad de la República y el físico argentino Jorge Pullin de la Universidad de Pennsylvania.

Se realizará durante los días 10, 11 y 12 de abril de 1996 en el Hotel San Marcos ubicado en San Rafael, a menos de 2 Km. del centro de Punta del Este. Este hotel tiene 80 habitaciones con baño privado, teléfono, equipo de música y TV, mini-bar y aire acondicionado. Tiene una Sala de Conferencias con capa-

cidad para 300 personas, piscina así como canchas de paddle y tennis.

Las personas que se interesen por obtener más información acerca de este encuentro pueden dirigirse a:

e-mail: gccs@física.edu.uy

Correo común: Comité Organizador Gravedad Cuántica en el Cono Sur

Instituto de Física. Fac. de Ciencias. Tristán Narvaja 1674. Montevideo URUGUAY CP 11200. **Teléfono:** (598-2)418004 o (598-2)418005 **Fax:** (598-2)421957

*Informaciones Recogidas en la prensa de Fines de Siglo Pasado:
Ya se han obtenido las siguientes fotografías:*

La imagen de una rana en la cual se observa la mayor parte de los detalles de su esqueleto.

Una tortuga cuyo interior, a pesar de la caparazón, aparece perfectamente demarcado. Los huesos del cráneo están todos ellos delineados.

Una caja de cuero y madera enteramente cerrada y dentro de la cual se había escrito "Gloria a Roentgen" con letras de plomo; sometida a la luz del tubo de Crookes, dejó en la placa fotográfica con toda claridad las palabras que existían en su interior.

Una caja de compases, forrada de terciopelo con espesor de un centímetro y aun tapada por cueros opacos produjo en la fotografía imágenes brillantísimas de los cuerpos contenidos en su interior, con la particularidad maravillosa que un lápiz que estaba mezclado a los compases dejó entrever nítidamente en la placa la barra de grafito"

"El Día". 20 de Marzo de 1895

" Ya tenemos entre nosotros el telégrafo sin hilos de que ha venido ocupándose la prensa de ambos mundos. Gracias al interés con que el reputado profesor de Física, Dr. Claudio Williman sigue el movimiento científico en lo que especialmente se refiere a la enseñanza de la materia de sus predilecciones, la universidad cuenta con un pequeño aparato Marconi, que permite darse cuenta acabada del funcionamiento de esa nueva maravilla moderna"

"El Día", 27 de Abril de 1899

RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS



Inauguramos una nueva sección donde se pretende promover entre los lectores el intercambio de problemas y situaciones problemáticas, acompañados de comentarios, sugerencias para su aplicación, dificultades encontradas al aplicarlos, críticas, correcciones, etc. En este número proponemos dos problemas que fueron extraídos de exámenes de física de la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal perteneciente a la Universidad de Politécnica de Madrid.

Problema 1

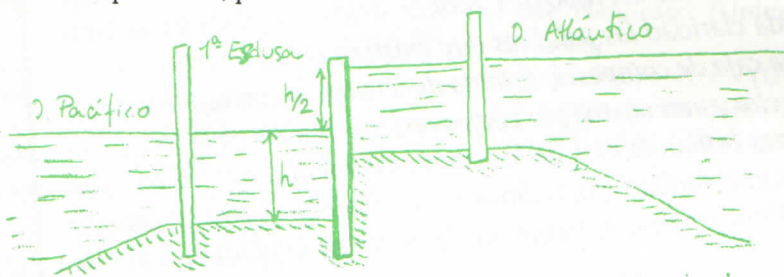
Una granada de masa M es disparada desde el suelo formando un cierto ángulo con la horizontal. Cuando se encuentra en el punto más alto de su trayectoria, explota dividiéndose en dos trozos de masa $M/2$. La velocidad de uno de los fragmentos es cero después de la explosión.

- ¿Tocarán el suelo simultáneamente los dos fragmentos?
- Si la distancia horizontal entre el punto de disparo y el lugar de la explosión es L . ¿a qué distancia del punto de disparo estará el centro de masas una vez que los dos fragmentos hayan llegado al suelo?
- ¿A qué distancia desde el punto de disparo caerá el segundo trozo?

Razonar las respuestas

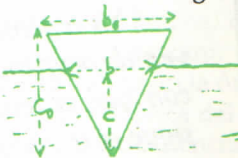
Problema 2

El canal de Panamá une los océanos Pacífico y Atlántico. Como el océano Atlántico está a mayor cota que el Pacífico, fue necesario construir una sucesión de esclusas (ver figura), alimentadas por un río, para salvar esta diferencia de cotas.



Un barco que procede del Pacífico entra en la primera esclusa (que tiene la misma cota), al haberse abierto la primera compuerta. Después se cierra esta compuerta y se abre la que comunica el río con la esclusa para que suba el nivel de agua hasta alcanzar el de la segunda esclusa (el área de la base de la esclusa es S).

La sección transversal del barco se asimila a un triángulo isósceles (ver figura); el calado antes de entrar agua del río es c , y después es c' . La longitud del barco es L . Sabiendo que la densidad del agua del mar es ρ y la del río ρ' ($\rho > \rho'$):



- Razonar si el calado habrá aumentado o disminuido una vez que haya entrado en la esclusa el agua del río.

b) Calcular la densidad del agua (ρ_1) en función de ρ y ρ' de la primera esclusa cuando ya ha entrado el agua del río y se ha elevado su nivel hasta el de la segunda esclusa.

c) Hallar en función de las densidades ρ y ρ' la relación c/c' entre los calados antes y después de entrar el agua del río, cuando el barco se encuentra en la primera esclusa. Aunque la solución no depende de b_0 y c_0 (ver figura), se da la siguiente relación como ayuda: $c/c_0 = b/b_0$.

C & T

CIENCIA & TECNOLOGIA

*Robótica
Club de ciencias
Proyectos especiales
Material reglamentario
Enseñanza aplicada por medios informáticos*

Solicite nuestra visita por el 56 59 12

Telefax: 56 59 12 Magenta 4041, 11400 Montevideo

EDICIONES



Mercedes 1786
Telefax: 48 69 85
11200 Montevideo

*Nuestro aporte
a la cultura
se canaliza
a través de un
eficaz apoyo
al docente*

EDUCACION EN FISICA

*Revista de la Asociación de
Profesores de Física del Uruguay*
Volumen 2 - N° 2 - Diciembre, 1995

S u m a r i o

EDITORIAL	[1]
TEMA CENTRAL	
El receptor de TV y el PC como fuentes de radiación (H. E. Arlo)	[3]
MISCELÁNEA	[8]
TECNOLOGÍA EDUCATIVA	
Una propuesta de fin de siglo: el aula "más grande" (Segunda nota) (A. Sosa Santillán)	[9]
ENSEÑANZA DE LA FÍSICA	
¿Por qué flotan las cosas? (M. Carretero)	[12]
EPISTEMOLOGÍA E HISTORIA DE LA CIENCIA	
Una aproximación crítica al pensamiento de Karl Popper (J. C. Yeanplong)	[24]
ENTREVISTAS	
Rayos X: 100 años (Z. Viera, M. Garcimartín)	[27]
FÍSICOS URUGUAYOS	
Dr. Rodolfo Gambini	[31]
INFORMACIONES	[32]
RECOMENDACIONES BIBLIOGRÁFICAS	[33]
ESPACIO DE A.P.F.U.	
Balance 1995	[34]
El "V Encuentro Nacional de Profesores de Física"	[35]
HACIA LAS OLIMPIADAS URUGUAYAS DE FÍSICA	[36]
CONFERENCIA (Punta del Este, Uruguay. Abril 1996)	
Gravedad Cuántica en el Cono Sur	[38]
RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS	[40]