

EDUCACION EN FISICA

Revista de la Asociación de
Profesores de Física del Uruguay
Volumen 2 - Nº 3 - Agosto, 1996



El estudio de los sistemas dinámicos complejos ha llevado a la elaboración de espacios y geometrías de dimensión real llamados espacios fractales. La figura muestra una curva en un espacio de dimensión 1,9, que es una variante de la curva de Von Kock. La misma es interpretada como modelo de un corte de pulmón para aclarar la relación existente entre, por una parte, las conexiones que permiten a este órgano establecer un contacto íntimo entre el aire y la sangre y, por otra, el concepto de objeto fractal.

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

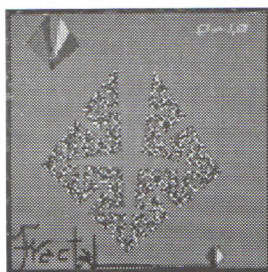
Equipo de Redacción:

Mary Garcimartín
Zoraida Viera
Wilma 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)

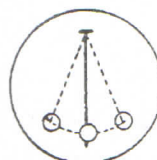
Publicación trimestral

Volumen 2, Nº 3
Agosto de 1996

Depósito legal: 299222 / 96

Publica: **Ediciones IDEAS**
Mercedes 1786
Telefax: 48 69 85
11200 Montevideo - Uruguay

**Asociación de
Profesores
de Física**



del Uruguay

En este nuevo número de la Revista contamos con importantes aportes en las ya clásicas secciones. Es así como el Prof. Mario Guerra y el Prof. Pedro Williging, éste último de la Universidad Nacional de la Pampa (Argentina), escriben sobre un tema que ha captado la atención y el interés de un variado público: el científico, el estudiante, el profesor, el ciudadano común. El Tema Central de esta Revista es Caos y Fractales.

En la sección de Tecnología Educativa se presenta un trabajo realizado por el profesor Pablo García en el Instituto Francisco Bauzá, acerca de la construcción de cajas de sensor para interfase Cassy. En la sección de Experiencias de Aula dos trabajos realizados por grupos de profesores: el primero de ellos tiene que ver con un trabajo de laboratorio y el segundo relata una experiencia interdisciplinaria en ciencias realizada en una zona frutícola por excelencia: Melilla.

Uno de los objetivos que los editores nos hemos planteado para la Revista es informar a los lectores sobre los diferentes centros que en nuestro país se dedican a actividades vinculadas con las aplicaciones de la Física. En esta oportunidad dos integrantes del equipo de la Revista visitaron el CIN y recogieron allí información que aportan a los colegas. Como resultado de esta visita se logró la colaboración del Prof. Calisto quien nos acercó un artículo sobre las Radiaciones no ionizantes.

En la sección Epistemología e Historia de la Ciencia incluimos las consideraciones que le merecen al Profesor Mario Guerra el Proyecto de Programa para el área de las Ciencias Naturales de la Experiencia Piloto.

La sección de Recomendaciones Bibliográficas tratará de proporcionar no solamente información sobre títulos y autores sino que incorporará un pequeño comentario de la persona que realiza la recomendación así como su nombre debajo del comentario. Deseamos que este nuevo aporte resulte útil para todos los lectores.

Leopoldo

Mario Santaquella

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.
- * **Propuestas de prácticas y problemas.** En esta sección se pretende promover el intercambio de protocolos de prácticas de laboratorio y problemas. Ellas pueden provenir de un profesor o grupos de profesores.
- * **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 Leymonie o Mariana Castelnoble

(Revista Educación en Física)

E-mail: leymonie@st.com.uy

18 de Julio 1953 Ap.702 - 11200 Montevideo

Telefax: 48 68 02

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



Algunas ideas vinculadas a la física de los sistemas en estado de desorden

Prof. Mario Guerra

Coordinador del laboratorio de IAVA. Consultor de la UNESCO. Profesor del IPA

INTRODUCCION

Las palabras «caos», «fractal», «desorden», «turbulencia», son comunes en los tiempos que corren, en una considerable cantidad de bibliografía científica. La primeras preguntas que debemos plantearnos son: ¿que significado preciso tienen? ¿existe entre ellas alguna relación o son ideas físicas independientes? ¿por que razón es necesario indagar en este terreno?

Comenzando por la última, debemos decir, que gran parte de la investigación actual en el terreno físico, está orientada al esclarecimiento de esos conceptos, particulares y específicos de la fenomenología de los sistemas «desordenados». El análisis del «desorden», se refiere básicamente a dos grandes aspectos:

- a) la llamada materia desordenada, tal como la observada por microfotografías realizadas con luz polarizada, donde la estructura se revela sin «regularidades aparentes»
- b) el examen de los sistemas dinámicos, en los cuales el «caos» surge a pesar del carácter determinista de las ecuaciones que los rigen.

Un estado macroscópico estable, es un estado INDIFERENTE a los detalles de su propia actividad interna. Una desviación local del equilibrio medio, no tiene en estos casos incidencia alguna. Esto es lo que comprobamos, en muchos casos.

En general, lo que llamamos «equilibrio», es el nexo inteligible entre lo observable en estado macroscópico y lo cambiante en estado microscópico. Actualmente, el concepto de equilibrio, lo podemos entender como un estado singular, en el cual el alcance y la inten-

sidad de las fluctuaciones, es prácticamente despreciable. Pero el descubrimiento de fenómenos inestables, ha colocado a la Física Clásica, en una encrucijada. Este es UN aspecto del problema. Pero NO es el único.

La Dinámica Clásica se consagró al estudio de los fenómenos periódicos, como los movimientos planetarios. Estos movimientos, IGNORAN el sentido de evolución del tiempo. La cuestión es, si las leyes físicas son así porque la naturaleza se debe describir de este modo, o por el contrario, se trata de una aproximación, que debemos corregir.

El análisis probabilista, no corrige esta simetría temporal de las leyes físicas, porque no nos permite comprender la razón por la cual existe «una flecha del tiempo». En realidad, se trata de un procedimiento que rompe la simetría, donde las probabilidades permiten caracterizar las evoluciones en el futuro. Solamente un modelo probabilista que ROMPA la simetría temporal de las evoluciones dinámicas, da un significado a las evoluciones unilaterales. Pero además, modificar de la Mecánica, nos lleva a cambiar el concepto de Ley Física, que había creado la Ciencia Clásica, por medio de la cual, la descripción era eminentemente determinista. Aunque se tenía claro, que la descripción que se disponía, era para infinitos sistemas, el análisis se efectuaba sobre ALGUNOS sistemas. La visión actual de los sistemas desordenados, nos obliga a cambiar esta visión.

El intento por entender el significado del desorden, es muy antiguo. Podemos ubicar los primeros intentos, en las concepciones mas antiguas de las civilizaciones. La Teogonía de Hesíodo, tal vez del siglo VIII antes de Cristo, es un emprendimiento en

ese sentido; el Libro del Génesis, en el cual se relata la forma en que Dios organiza el desorden inicial, definiendo un acto de creación, son ejemplos claros. Los babilonios y los griegos, que fomentaron la idea por la cual el cosmos, era interpretable en forma geométrica, también lo es. La historia de la ciencia física, es un largo periplo, por medio del cual se ha tratado de ordenar el conocimiento, a partir de una presentación inicial, de aspecto completamente desordenado. Las clasificaciones referidas a las redes cristalinas, la determinación de los niveles energéticos asociados a un átomo mediante la aplicación de los Principios de la Física Cuántica, la clasificación de las partículas elementales en base a la teoría de grupos, las llamadas «theory of everything» (TOE), que buscan la unificación de los campos, son también ejemplos que ilustran esa búsqueda del orden originado en el desorden. Pero aparte de los ejemplos anteriormente señalados, es claro que la consideración y observación de sistemas estructuralmente desordenados es algo cotidiano y extremadamente frecuente para el hombre común como para el científico.

UN RECURSO PARA ESTUDIAR LOS SISTEMAS DESORDENADOS Y MUY NUMEROSOS

¿Hay algún recurso para estudiar los sistemas desordenados? La Física ha adoptado un procedimiento muy fructífero, aplicable en particular a los sistemas formados por muy numerosas poblaciones: el análisis estadístico. El procedimiento es útil en aquellos casos en los cuales, la naturaleza del comportamiento de cada integrante del conjunto es mal conocido, pero que tienen fenomenología similar. Este método estadístico, se basa en la consideración y definición de valores medios, que son más representativos del conjunto que cada entidad estudiada en particular. Este modo de abordar el estudio de los sistemas físicos, esta fundado en la «ley de los grandes números», que establece el acrecentamiento de la confianza en la respuesta cuanto mayor es la población. En Física, los métodos estadísticos han

definido una rama de la misma, llamada «Mecánica Estadística». El método estadístico, fue establecido en el siglo XIX, por el físico Ludwig Boltzmann. La Física Estadística, busca la comprensión de las diversas propiedades de la materia a escala macroscópica, es decir en el Universo a nuestra escala, partiendo de una descripción microscópica (átomos, moléculas,...). En este aspecto, el camino diverge del que sigue la Termodinámica Clásica, cuyo objetivo es similar, pero que ignora la realidad microscópica. El estudio estadístico o probabilístico, se aplica con éxito, a sistemas formados por grandes números de entidades particulares, como es el número de Avogadro. Los valores medios, son muy precisos, ya que en general, las fluctuaciones alrededor de los mismos, son pequeñas. Es posible demostrar, que la relación entre las fluctuaciones medias de una cuantía mensurable, y el valor medio de esta cuantía, tiende a cero si el número de elementos individuales, tiende a infinito. En base al modelo estadístico, la Física puede analizar exitosamente las propiedades de los materiales muy desordenados (aleaciones, polímeros, vidrios,...).

El procedimiento estadístico, permite resolver problemas que son inabordables desde el punto de vista clásico. Imaginemos un centímetro cúbico de agua. El número de moléculas en este volumen del orden de 10.000 trillones. No existe ordenador que pueda manipular el número de coordenadas involucradas en una descripción clásica (tres coordenadas de posición y tres componentes de la velocidad). Hay una imposibilidad práctica que no puede ser resuelta por este camino, aunque se suponga un comportamiento determinista de cada molécula. Aunque supongamos que en un instante determinado, pudiéramos conocer todas las coordenadas y componentes de las velocidades. Porque pequeños cambios en las condiciones iniciales, provocaran efectos posteriores muy diferentes y en consecuencia, es imposible la previsión precisa de las trayectorias moleculares. No obstante, tal precisión en el comportamiento de cada molécula por separado, no es necesaria. Esta es la razón del éxito en las descripciones estadísticas.

¿QUÉ ES EL DESORDEN?

Consideremos un gas en estado de equilibrio, encerrado en una caja cerrada. Un modelo de este sistema es imaginar que en la caja existe una cantidad muy grande de bolas pequeñas, que se agitan en todos los sentidos y que experimentan numerosas colisiones entre si y contra las paredes. En este estado, es imposible prever las posiciones de las diferentes moléculas, que desde el punto de vista práctico se comportan aleatoriamente y por ello, el enfoque estadístico-probabilístico, es una buena aproximación al problema. Ya sea por nuestra imposibilidad en realizar una descripción individual de los miembros del sistema, ya sea por la propia naturaleza de las leyes físicas, los aspectos estadísticos aparecen inseparablemente de la idea de «desorden». El carácter estadístico de un fenómeno, es el reflejo de nuestra falta de información. Precisamente, una manera de «medir» el desorden asociado a un sistema físico, consiste en «medir» la falta de información. En un material cristalino, existen impurezas, las cuales se distribuyen en el material, en forma aleatoria. Decir que el material está desordenado, equivale a decir que no es posible indicar con precisión los lugares donde se hallan ubicadas las distintas impurezas. En forma contraria, si las impurezas están distribuidas en forma periodica, o si todas ellas se hallan concentradas en alguna región particular, disponemos de información sobre el sistema. No es adecuado entonces el término «desordenado», para ese sistema.

Los físicos han logrado cuantificar el «desorden». Una noción que cumple esa función cuantificadora es la ENTROPIA, definida para estados de equilibrio.

La noción de «entropía» del Universo, es antigua. Pero en los estadios actuales, interesa este concepto para los sistemas que se hallan en estados de NO EQUILIBRIO INICIAL. Fue en ese estado de partida, que tuvo lugar la creación de las partículas fundamentales constitutivas de todos los cuerpos, así como la radiación electromagnética residual.

La «entropía estadística», que fue introducida por Boltzmann en 1875, es la forma más común de definir cuantitativamente el con-

cepto. La expresión sugerida es: $S = k \cdot \log P$. En esta expresión, "k", es una constante positiva, relacionada con los fenómenos de naturaleza termodinámica, llamada «constante de Boltzmann». Por otro lado, "P", designa el número de configuraciones microscópicas compatibles con los vínculos macroscópicos impuestos al sistema (volumen, presión, temperatura, energía,...). Cuanto mayor es «S», mayor es la cantidad de configuraciones posibles que puede alcanzar un sistema en el mismo estado de energía, y en estado de equilibrio. Es decir: el estado alcanzado por el sistema en el transcurso de un intervalo de tiempo más o menos largo.

Si bien, el concepto de entropía y su relación con el concepto de desorden, fueron establecidos en el siglo XIX, es en 1950, que se la vincula con la falta de información, debido a los avances de «la teoría matemática de la información». En efecto, la expresión que define la entropía estadística, es formalmente idéntica a la creada por el matemático americano C.E.Shannon, que cuantifica la noción de información, o su equivalente, la falta de información.

DESORDEN, FALTA DE INFORMACIÓN Y CAOS. CONCEPTO DE ATRACTOR

A partir de las ideas de «desorden» y «falta de información», en los años recientes, ha sido posible analizar sistemas dinámicos complejos y el caos. Esta búsqueda, ha conducido a la consideración de dos conceptos aparentemente contradictorios: el determinismo de las leyes que rigen un sistema físico por un lado y la falta de información que existe en ese mismo sistema. El origen de la teoría de los sistemas dinámicos, se confunde a veces con la Mecánica Clásica, elaborada por Newton.

Sin embargo, es a partir de los trabajos de Henri POINCARÉ, a fines del siglo XIX, que se puede hablar estrictamente de «sistemas dinámicos», en base a las consideraciones que incluye en su tratado «Nuevos Métodos en la Mecánica Celeste», acerca de las perturbaciones planetarias.

¿Qué es un «sistema dinámico»? Con esta designación se abarca a todo proceso de evolución temporal en el cual el futuro depende de manera determinista del pasado. Un sistema que obedezca a las leyes de la Mecánica Clásica, como el sistema solar por ejemplo, puede ser considerado un «sistema dinámico».

En efecto: si se dan las posiciones y las velocidades en un instante dado de todos los planetas, las leyes de la Mecánica, nos permite determinar las posiciones y las velocidades en un instante posterior. Las leyes de la mecánica son entonces de carácter teleológico. Las leyes definen el comportamiento de las ecuaciones horarias (es decir la evolución de las coordenadas que definen al sistema). En el caso del sistema planetario, el número de coordenadas es el producto del número de planetas por tres (esto define el número de grados de libertad del sistema). Esto mismo ocurre con el número de componentes de las velocidades. Es posible definir un espacio, llamado «ESPACIO DE FASES», DONDE CADA PUNTO ESTA ASOCIADO A SEIS NUMEROS, PARA CADA PLANETA (tres componentes de la velocidad y tres coordenadas). Se trata de un espacio de seis dimensiones. Un sistema formado por una partícula material, que se mueve en una recta, puede asociarse a un espacio de fases de dimensión 2.

Cuando el tiempo evoluciona, las coordenadas cambian en general, y eso mismo ocurre con las componentes de la velocidad de modo que en el espacio de fases, el punto asociado, se mueve, para cada partícula que consideremos. En el transcurso del tiempo, tendremos así, en el espacio de fases una curva, que llamamos «trayectoria en el espacio de fases», que NO COINCIDE con la trayectoria del punto material en el espacio de tres dimensiones, que llamamos «espacio físico». En el caso de la partícula que se mueve en la recta, el espacio físico es de dimensión 1, el espacio de fases, es de dimensión 2.

El análisis de los sistemas dinámicos, se reduce esencialmente a la búsqueda de las propiedades que el mismo tiene en el espacio de fases, cuando se examina su evolución a lo largo de un intervalo de tiempo muy largo, eventualmente, infinito. La determinación de la trayectoria a partir de las condi-

ciones iniciales, en base a una representación en un espacio de fases, es un método directo de resolver el problema y prever la evolución del sistema en el tiempo. Podríamos pensar, que si disponemos de un ordenador suficientemente potente, sería posible, con precisión ilimitada, determinar la trayectoria en ese espacio. Sin embargo esto es falso.

Una de las propiedades mas importantes de los sistemas dinámicos, consiste en el análisis de las propiedades asintóticas de las trayectorias en el espacio de fases. En otros términos, ¿cómo se comportara el sistema, si el tiempo que transcurre es muy largo? ¿Alcanzará un estado final, en el cual las condiciones físicas no se modifican y que corresponde en consecuencia, a un PUNTO FIJO en el espacio de fases? Esto es lo que ocurre con un péndulo que oscila en un medio real, sometido a fricción y que pierde progresivamente su energía mecánica; un líquido caliente, cuya temperatura se iguala progresivamente con la de su entorno, son ejemplos de ATRACTORES PUNTUALES, en el espacio de fases. ¿O por el contrario, el sistema alcanzara un estado de movimiento periódico, como ocurre aparentemente con el movimiento planetario? En este caso, la trayectoria en el espacio de fases corresponde a una curva que se cierra sobre si misma, llamada «ciclo limite». Un ejemplo de esta situación física, la constituye el péndulo de movimiento amortiguado, que se impone desde el exterior la oscilación, mediante una frecuencia prefijada. En el espacio de fases, angulo-velocidad, la trayectoria tiende a un ciclo limite, cuya forma es una elipse.

El punto fijo y el ciclo limite, son ejemplos de ATRACTORES DEL SISTEMA DINÁMICO. La figura 1, indica estos casos de atractores.

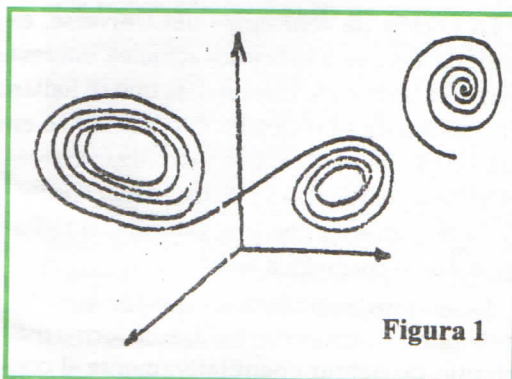


Figura 1

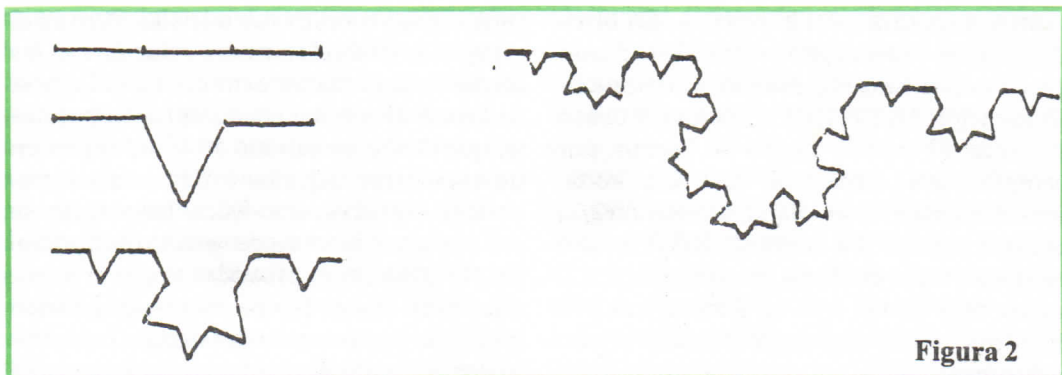


Figura 2

Ejemplos de atractores en el espacio de fases: un atractor puntual (por ejemplo asociado al comportamiento de un péndulo que oscila con fricción) y un atractor logrado a partir de un ciclo límite (péndulo sometido a fricción, pero accionado por un elemento externo que aplica una frecuencia prefijada). Intuitivamente, cada una de las trayectorias es «atraída» hacia una de las trayectorias particulares, y ellas se aproximan cada vez más, a medida que el tiempo transcurre.

La ESTABILIDAD que deriva de la existencia de un atractor, es muy importante, pues establece una diferencia esencial entre los sistemas típicamente disipativos y los sistemas conservativos que inculca la mecánica clásica. Pero además, se presenta un hecho particularmente importante: cuando un péndulo oscila y amortigua su movimiento, este estado se logra a partir de cualquier estado inicial. El sistema OLVIDA las condiciones iniciales.

Existen sistemas, que en estados de NO equilibrio, realizan transferencias de energía con los alrededores, que mantienen las disipaciones INTERNAS de modo tal, que no hay estado atractor posible. En consecuencia, estos sistemas, nunca alcanzan el estado de equilibrio, en el sentido que utiliza la Termodinámica Clásica este concepto.

Hay estructuras disipativas, de comportamiento periódico, que generan una fluctuación creciente en el tiempo, que abarca aspectos macroscópicos del sistema. Estos comportamientos son REGULARES.

Pero existen atractores que no corresponden a comportamientos regulares, sino que están definidos en el espacio de fases POR UN CONJUNTO DENSO DE PUNTOS. Suficientemente denso, como para que podamos encontrar puntos atractores en cualquier parte del conjunto, POR PEQUEÑA QUE SEA LA ZONA QUE CONSIDEREMOS.

LOS SISTEMAS DE EVOLUCIÓN CAÓTICA. FRACTALES. LA DEPENDENCIA DEL ESTADO INICIAL

El punto fijo, el ciclo límite y otros atractores sencillos desde el punto de vista geométrico, ¿son los únicos posibles?

Ya hemos establecido ejemplos donde se evidencia que la respuesta a esta pregunta es: NO. Existen situaciones físicas asociadas a «atractores extraños». David RUELLE ha encontrado de estos tipos, en su estudio de los fenómenos de comunicación. Estos atractores, están vinculados a UN COMPORTAMIENTO CAÓTICO DEL SISTEMA DINÁMICO. EL Caos. Esta lejos de ser un comportamiento «marginal», o excepcional. Los atractores extraños existen en espacios de fase de dimensión superior a dos. Tienen una estructura geométrica extremadamente compleja, al tiempo que ocupan una región acotada del espacio de fases. El «desorden geométrico» de un atractor extraño, NO es total. En particular, estos atractores tienen un aspecto «plegado», enrollado sobre si mismo un número infinito de veces». Los puntos que forman densamente el atractor, ¿tienen alguna dimensión, en el sentido que damos a esta palabra en geometría? Las dimensiones de los espacios que utiliza la Física Clásica, están representadas por números enteros. Pero al fijar la dimensión de estos atractores, es necesario concebir un concepto nuevo, que no corresponde en general a números enteros, sino a NÚMEROS REALES: se dice que son DE DIMENSIÓN FRACTAL.

¿Qué es un fractal? ¿Es posible dar una idea intuitiva sencilla de este concepto? Pensemos en una estructura geométrica que TIENE EL MISMO ASPECTO, CUALQUIERA SEA LA

ESCALA A LA CUAL SE LE OBSERVA. En otros términos, el aspecto geométrico de la figura fractal es la misma si cambiamos la escala de observación 10,100,1000 o cualquier orden de veces. El espacio fractal de Cantor, por ejemplo, tiene dimensión 0.62. Una recta, tiene dimensión 1; un plano, dimensión 2,..., es decir enteros. La curva de Koch es otro ejemplo simple de curva fractal. La figura 2, indica esta curva, que se genera subdividiendo en tercios cada segmento, a 60° , como indicamos.

La curva de Koch es un ejemplo de curva, cuyo aspecto no se modifica aunque hagamos un cambio de escala.

En general, es posible construir curvas fractales, a partir de operaciones muy simples. El interés de estas figuras, que forman una GEOMETRÍA particular, es de interés fundamental en los tiempos actuales.

El estudio de los sistemas dinámicos desordenados, se estudia en espacios de dimensión fractal. Ejemplos de esto son: el movimiento browniano, y los depósitos electrolíticos, por mencionar dos casos.

En 1963, el meteorólogo Edward LORENZ, puso en evidencia la existencia de un atractor extraño. Esta conclusión surgió del análisis de un modelo simplificado de la circulación atmosférica, que se representaba mediante tres ecuaciones diferenciales. Resolviendo ese sistema en un ordenador, Lorenz puso en evidencia algunos aspectos fundamentales y esenciales del «caos determinista»: LA SENSIBILIDAD A LA ELECCIÓN DE LAS CONDICIONES INICIALES. ¿Qué es ésto? En un sistema cuyo comportamiento es «REGULAR», si se cambian levemente las condiciones iniciales, la curva en el espacio de fases se ubica muy próxima a la inicialmente considerada en la misma fuente atractora. La nueva curva, termina por converger hacia el mismo polo atractor o hacia el mismo ciclo límite. Pero existen sistemas, A LOS QUE LLAMAMOS CAÓTICOS, entre los cuales se encuentra el estudiado por Lorenz, que la modificación pequeña de las condiciones iniciales conlleva a una separación muy rápida del atractor al cual convergía la curva de condiciones iniciales de partida. Al cabo de un tiempo muy corto, las diferentes trayectorias NO parecen tener relación alguna. Olvidan las similitudes cer-

canas de sus condiciones iniciales. Pero en el espacio de fases, el sistema evoluciona en las cercanías del atractor extraño. La influencia de las condiciones iniciales es tan importante, que cualquier cambio en ellas, deriva en un importante alejamiento de las curvas trayectorias en el espacio físico. Este efecto, se conoce con el nombre de «efecto mariposa»: las perturbaciones provocadas por el movimiento de la alas de una mariposa, podrían modificar la evolución del tiempo meteorológico, al punto de provocar una tempestad en la antípoda, algunos días después. Esta sensibilidad a las condiciones iniciales, pone en peligro la concepción determinista, en el sentido de que CUALQUIER COMPORTAMIENTO POSTERIOR PUEDE SER PREFIJADO Y CONOCIDO DE ANTEMANO. Pero admitiendo el carácter determinista de las ecuaciones de la Física, las eventuales variaciones provenientes de los errores de medición, que son nuestra forma de expresar el desconocimiento de la «precisión infinita», nos lleva a concluir que NO PODEMOS CONOCER JAMÁS LAS CONDICIONES INICIALES DEL SISTEMA.

Si el sistema es regular, esto NO es relevante, ya que las pequeñas incertidumbres de partida, generan pequeñas incertidumbres posteriores, de escasa relevancia ulterior.

Si por el contrario el sistema es caótico, esas incertidumbres de las condiciones iniciales, SE AMPLIFICAN EN EL TRANSCURSO DEL TIEMPO, EN FORMA EXPONENCIAL. En consecuencia, la separación entre las curvas que describen la evolución del sistema, crece.

La exponencial es de la forma (e^k) , donde «k», es el coeficiente de Lyapunov. La predicción de la evolución del sistema a lo largo del tiempo, PIERDE TODA SIGNIFICACIÓN. Por lo menos a largo plazo. El atractor extraño, asociado a un sistema caótico, tiene propiedades independientes de la trayectoria, pero es altamente dependiente de las condiciones físicas iniciales del sistema. Veamos un ejemplo: imaginemos una esfera que cae en la bisagra de dos planos inclinados simétricos y supongamos que deseamos prever, hacia que lado ha de continuar su movimiento. Es evidente, que a menos que conozcamos con total precisión la condición inicial, no sabremos que ocurrirá. Y la modificación de las condiciones iniciales, para que caiga hacia la derecha o la izquierda, en cualquier caso, es

muy pequeña, pero el efecto es muy diferente. Como no conocemos con total precisión la condición inicial, no podremos prever el comportamiento futuro. La previsión «futura», se podrá hacer durante un intervalo de tiempo corto, pero NO en general. Un ejemplo de esta situación es el «billar de Sinai», donde dos bolas que parten del mismo lugar, con una modificación extraordinariamente pequeña en su condición inicial de velocidad, después de algunos pocos rebotes contra las bandas y contra un obstáculo cilíndrico, colocado en el centro de la mesa, las trayectorias son esencialmente diferentes. Esto se indica en la figura 3.

El «billar de Sinai», es un ejemplo de sistema sensible a las condiciones iniciales. Después de algunos pocos rebotes, el sistema se vuelve impredecible. Existe así una «convivencia» entre dos ideas, aparentemente contradictorias: determinismo y caos.

No obstante, cae el mito de la previsión absoluta basado en el determinismo de las leyes físicas. La Física Cuántica, ya había puesto en tela de juicio, el determinismo. Es cierto, que el determinismo de las leyes físicas clásicas, sigue intacto. Pero ¿qué significa ese determinismo, cuando no sabemos como prever con precisión la evolución futura? Este aspecto es crucial en meteorología, ya que existen opiniones basadas en las consideraciones anteriores, que niegan la posibilidad de efectuar previsiones de largo alcance en el tiempo. Pero existen otros fenómenos, «específicamente físicos», en los cuales el caos está presente. Dos péndulos acoplados por un imán, una brújula ubicada en ciertas condiciones en un campo magnético, las llamadas reacciones químicas de Belousov-Zhabotinsky, son sistemas que pueden ser caóticos. Corresponde ahora la pregunta: ¿el caos determinista es la excepción o es la regla? Los casos ante-

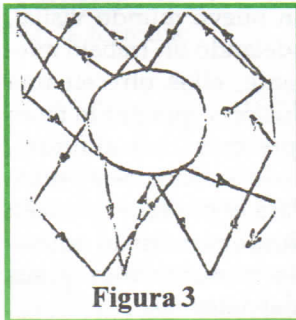


Figura 3

riormente apuntados, ¿son una muestra de algo general o excepcional? El hecho señalable es solamente que el desorden puede surgir del determinismo, sino que

a la inversa, el desorden puede generar orden. Esta circunstancia, puede darse incluso en sistemas con POCOS GRADOS DE LIBERTAD. Generalmente, estamos propensos a pensar, que el caos es un estado asociado a los sistemas formados por gran número de partículas, como por ejemplo un gas contenido en un recipiente. Boltzmann y Gibbs, pensaban que el gran número de partículas, era la causa esencial del estado caótico. Sin embargo, el ya mencionado ejemplo del «billar de Sinai», SE OPONE a ese concepto, y no avala esa visión.

La oposición entre determinismo y aleatoriedad es rebatible. El estado de atractor simple, que garantiza la previsión determinista del sistema, se puede, en base a la Mecánica Estadística y con el recurso de la probabilidad, interpretarse a partir de resultados microscópicos, aleatorios ellos mismos. A la inversa, una descripción macroscópica, descrita en términos de ecuaciones diferenciales, que parecen representar el aspecto determinista del sistema, puede generar un comportamiento aleatorio.

LA HIPOTESIS ERGODICA Y EL CAOS

El modelo de la Mecánica Estadística, establece la llamada HIPOTESIS ERGODICA. ¿Qué establece esta hipótesis? En términos sencillos, la misma establece: «los valores medios calculados en el tiempo, coinciden con los valores medios calculados en el conjunto de integrantes del sistema».

Aclaremos, que la «ergodicidad», es una propiedad que puede tener el sistema o no. Cuando el sistema la tiene es posible simplificar el enfoque físico de muchos sistemas.

Un ejemplo, aclarará la cuestión: en el billar de Sinai, se puede preguntar por el ángulo de impacto de las bolas contra las bandas. En lugar de calcular la trayectoria de la bola en el transcurso del tiempo, y posteriormente definir una media temporal, la hipótesis ergódica nos permite un enfoque alternativo. Consideramos un gran número de bolas iguales, cada una con una condición inicial elegida al azar. Se determina entonces el ángulo del primer impacto para cada bola, se suman los resultados obtenidos y se

promedia el número de bolas considerado. La hipótesis ergódica nos dice que esta media, debe coincidir con la media temporal. Veamos otro ejemplo. En el curso de una medición, la aguja del instrumento de medida fluctúa alrededor de una posición media. Esta posición media, corresponde a un valor medio igual, calculado en el tiempo.

En el caso del billar de Sinai, sería imposible calcular las trayectorias, mas allá de un tiempo relativamente breve, durante el cual se han realizado unas pocas colisiones. Podríamos preguntarnos ¿cual es la distribución de bolas en un instante dado del lado derecho e izquierdo de la mesa? Al no conocer el detalle de las trayectorias individuales, la pregunta no es posible contestarla. La hipótesis ergódica, puede ayudarnos ante esta dificultad. Si EL SISTEMA ES ERGÓDICO, (es decir, si el billar de Sinai es ergódico) en lugar de considerar un billar particular y de calcular las trayectorias, será equivalente considerar un gran número de bolas similares en un INSTANTE DADO, con las posiciones y las velocidades de las bolas elegidas en forma azarosa de un billar a otro. En cada uno de estos billares, corresponde un cierto número de bolas, ubicadas en la parte derecha de la mesa. La media del conjunto de

billares considerado, extendida a las distribuciones del lado derecho, de todos los billares considerados, coincide con la media temporal, del problema planteado en un billar particular, si realizamos la observación durante un tiempo suficientemente largo.

La ergodicidad, es una hipótesis muy fuerte, pero de gran utilidad, porque el cálculo de las medias temporales, en general, es extremadamente difícil de hallar en la mayoría de los sistemas. Para los SISTEMAS CAÓTICOS EL CÁLCULO ES IMPOSIBLE. En cambio, si el sistema caótico es ergódico, ese cálculo se «vuelve abordable». Aparentemente, los sistemas de los cuales se ocupa la Mecánica Estadística, satisfacen esta hipótesis, AUNQUE ES DIFÍCIL LA DEMOSTRACIÓN RIGUROSA de esta propiedad de los sistemas. De hecho, las demostraciones que se conocen, están referidas a sistemas muy particulares. Por ejemplo, Sinai ha demostrado que su billar, CON UNA SOLA BOLA, es un sistema ergódico. En términos concretos, la ergodicidad de este sistema significa que la bola ha de pasar por todos los puntos de la mesa, si esperamos el tiempo suficiente». El sistema si es «suficientemente caótico», uniformiza su comportamiento.

Fractales y Caos con el Método de Newton

Pedro A. Willging

Profesor en Matemática y Computación-Fac.Cs. Exactas y Naturales
Universidad Nacional de La Pampa - Argentina¹

INTRODUCCIÓN

Los fractales y el caos han capturado la atención, interés y entusiasmo de un público muy amplio. Para el observador casual, el color de sus estructuras esenciales y la belleza de las formas geométricas captan la atención visual como pocas otras cosas experimentadas en matemáticas. Para el científico computacional, los fractales y el caos ofrecen

un medioambiente rico en el cual explorar, crear y construir un nuevo mundo visual, como un artista modelando un trabajo nuevo. Para el estudiante, ellos ofrecen una matemática en evolución y que por lo tanto se relaciona con el presente y con el futuro, mas que con un pasado de axiomas y principios establecidos. Para el profesor, proveen una única e innovadora oportunidad de ilustrar la dinámica de la matemática y sus muchos lazos de interconexión.

(1) Este trabajo ha sido desarrollado en el transcurso de una pasantía en la Universidad Politécnica de Madrid (España).

La teoría matemática subyacente a estos desarrollos fue objeto de mucha discusión en los primeros años del siglo XX, pero se tornó aceptable como parte de la teoría matemática antes de la mitad de este mismo siglo. Los efectos fractales de figuras con subdivisiones infinitesimales y autosimilitud han sido observados en muchos conjuntos generados artificialmente. Recientemente, observadores e investigadores se entusiasmaron con la concordancia encontrada entre las propiedades de tales conjuntos y algunos fenómenos de ocurrencia natural, tales como el crecimiento de las plantas, las nubes y las líneas costeras. El estudio de fractales y caos se expande rápidamente ya que sus fascinantes propiedades han sido vistas como aplicables a un ancho rango de problemas.

Los conceptos de dimensión fractal, conjunto autosemejante, caos, atractores, etc., ya no deberían sorprender a nadie, pues son innumerables los libros, trabajos y revistas publicadas al respecto, con aplicaciones a áreas tan diversas como biología, física, matemática, informática, economía, etc. Sin embargo, muchos estudiantes y profesores, quienes podrían sacar ventajas de estos nuevos conceptos, aún desconocen estas ideas que han revolucionado las matemáticas del siglo XX.

Con este trabajo se intenta mostrar como aparecen los fractales y el caos, a partir de algo tan conocido como lo es el método de Newton, con la intención de provocar en quien lo lea el deseo de profundizar en la investigación de estos temas.

EL MÉTODO DE NEWTON

Mediante el método de Newton-Raphson podemos encontrar las raíces de la ecuación $f(x)=0, x \in \mathbb{R}$. Las soluciones se alcanzan iterando hasta lograr la precisión deseada, la fórmula:

$$x_{i+1} = x_i - \frac{f(x_i)}{f'(x_i)}; (i = 0, 1, \dots, f'(x_i) \neq 0)$$

a partir de un x_0 dado y siempre y cuando se cumplan las condiciones de convergencia.

Este método se puede extender al plano complejo⁽²⁾, es decir, se busca la solución de $f(z)=0, z \in \mathbb{C}$, mediante:

$$z_{i+1} = F(z_i) \quad i = 0, 1, \dots$$

$$F(z_i) = z_i - \frac{f(z_i)}{f'(z_i)}$$

Sabemos que para la mayoría de las elecciones de z_0 , la sucesión $z_0, z_1, z_2, \dots$ converge a una de las raíces de $f(z)$.

Hasta aquí, nada que no hayamos visto ya en un curso normal de Cálculo Numérico.

CURVAS FRACTALES Y ATRACTORES CAÓTICOS

Vamos a considerar ahora ciertos conjuntos fractales originados en el estudio del Método de Newton para polinomios cúbicos. Concretamente, vamos a ver que los fractales aparecen ligados al estudio geométrico de un sistema dinámico⁽³⁾.

A modo de ilustración, consideremos el polinomio $f(z) = z^3 - 1, \forall z \in \mathbb{C}$.

Seleccionemos un punto A de una región del plano complejo. A este punto le aplicamos el proceso iterativo de Newton, y formamos la **órbita**⁽⁴⁾ correspondiente $\{A, F(A), F^2(A), \dots\}$. Esta órbita converge a uno de tres puntos posibles: z_1, z_2 o z_3 que son las raíces del polinomio $f(z)$. Repetimos esta operación con todos los puntos del plano complejo. Consideraremos suficientes 50 elementos para cada órbita. A los puntos del plano complejo cuya órbita converge a z_1 los pintamos de un color (C_1), a los que convergen a z_2 de otro (C_2) y a los que convergen a z_3 con otro color distinto (C_3).

(2) Rigurosamente hablando, a, es decir el plano complejo compactificado con un punto.

(3) Cualquier sistema cuya evolución a partir de algún estado inicial está dictado por un conjunto de reglas es llamado un sistema dinámico. Formalmente: se denomina sistema dinámico al par (X, f) formado por un conjunto no vacío X y una aplicación $f: X \rightarrow X$.

(4) Dado un punto $x \in X$, se llama órbita de x a la sucesión

$\{f^n(x)\}_{n=0}^\infty = \{x, f(x), f^2(x), \dots\} \subset X$
donde $f^n = f \circ f \circ \dots \circ f$ es la composición de f consigo mismo n veces.

El algoritmo para obtener este conjunto fractal sería el siguiente:

- 1) Elegir un punto $A \in C$.
- 2) Hacer $z=A$.
- 3) Repetir desde 1 hasta 50
 - i) Calcular $x=F(z)$.
 - ii) Calcular $E=|x-z|$.
 - iii) Si $E < 10^{-4}$ pasar a 5).
 En caso contrario, seguir.
- 4) Pasar a 6).
- 5) Si la órbita de x converge a z_i , pintar A de color C_i .
- 6) Fin.

Si se ejecuta el programa que traduce este algoritmo, aparece una figura bastante extraña, con tres cuencas de atracción⁽⁵⁾, y una región límite un tanto complicada. Los límites de estas regiones no son líneas rectas, ni círculos, sino mas bien curvas fractales. Estas curvas fractales son originadas, en general, por aplicaciones caóticas, en este caso $F(z)$.

EL PROGRAMA

Se listan a continuación dos implementaciones posibles, una en lenguaje QBasic y otra en C++, del algoritmo que genera el fractal.

a) Versión QBasic

- * Obtención de figuras fractales a partir de la aplicación del Método de Newton
- * La función utilizada es $f(z)=z^3-1$

KEY OFF

CLS

PRINT «Figuras Fractales con el Método de Newton»

PRINT «Ingrese los lados de la Ventana (numeros reales)»

PRINT «(r0,r1)x(i0,i1)»

INPUT «r0=»; r0

INPUT «r1=»; r1

INPUT «i0=»; i0

INPUT «i1=»; i1

* Pantalla para gráficos

CLS

SCREEN 9

LINE(0,0)-(600,300),,B

- * Se recorren los puntos de la pantalla asignándoles un valor(color)
- * Se hallará la órbita para cada punto del rectángulo del plano complejo

(5) Los atractores son conjuntos E que son invariantes y hacia los que convergen las órbitas que comienzan en estados iniciales pertenecientes a todo un conjunto $F \supset E$, llamado cuenca del atractor.

* seleccionado. Cada órbita constará de un máximo de 50 puntos

FOR i = 1 TO 599

ra = r0 + (i * (r1 - r0)) / 600

FOR j = 1 TO 299

ia = i1 + (j * (i0 - i1)) / 300

rz = ra

iz = ia

FOR n = 1 TO 50

rfa=rz ^ 3 - 3 * rz *(iz^2)- 1

ifa=3 * (rz^2) * iz - iz^3

rdfa=3 * (rz^2) - 3 * (iz ^ 2)

idfa = 6 * rz * iz

mod2dfa=rdfa^2+idfa^2

IF mod2dfa = 0 THEN GOTO 6

rnfa=rz-rfa*rdfa+ifa*idfa
/mod2dfa

infa=iz-(rdfa*ifa-rfa*idfa)
/ mod2dfa

IF SQR((rnfa-rz)^2+
(infa-iz)^2)<.0001 THEN

GOTO 6

rz = rnfa

iz = infa

NEXT n

GOTO 7

6 c = 8

IF iz > .5 THEN c = 2

IF iz < -.5 THEN c = 5

PSET (i, j), c ' se pinta el punto

'(i,j) de color c (azul, rojo o amarillo)

7 NEXT j

NEXT i

' el programa se detiene al pulsar una tecla

2000 IF INKEY\$ = «» THEN GOTO 2000

END

b) Versión C++

/* Obtención de figuras fractales a partir de la aplicación del método de Newton */

#include <iostream.h>

#include <math.h>

#include <graphics.h>

main() {

float r0,r1,i0,i1,ra,ia,rz,iz;

float rfa,ifa,rdfa,idfa,mod2dfa,rnfa,infa;

int graphdriver=DETECT,graphmode,i,j,n,c,p;

cout << «Figuras Fractales con el Método de Newton\n»

cout <<«Ventana\n» <<«(r0,r1)x(i0,i1)\n»;

cout <<«r0 = <; cin >> r0;

cout <<«r1 = <; cin >> r1;

cout <<«i0 = <; cin >> i0;

cout <<«i1 = <; cin >> i1;

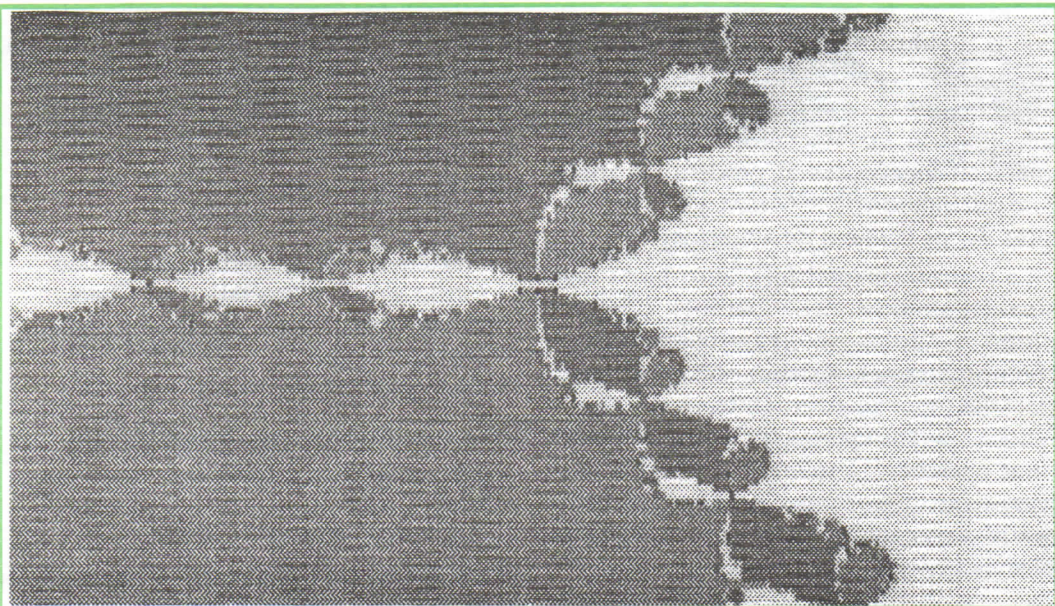
/* pantalla para gráficos */

initgraph(&graphdriver,&graphmode,
«.\bgj»);

cleardevice;

rectangle(0,0,639,479);

/* recorrido de la pantalla, asignando el color correspondiente */



```
for(i=0; i<640; i++)
    ra=r0+(i*(r1-r0))/640;

for(j=0; j<480; j++)
    ia= i1+(j*(i0-i1))/480;
    rz=ra;
    iz=ia;
    p=1;

for(n=1; n<50; n++)
    rfa=pow(rz,3)-3*rz*pow(iz,2)-1;
    ifa=3*pow(rz,2)*iz-pow(iz,3);
    rdfa=3*pow(rz,2)-3*pow(iz,2);
    idfa=6*rz*iz;
    /* modulo de f'(z) */
    mod2dfa=pow(rdfa,2)+pow(idfa,2);

    if (mod2dfa == 0) { p=0; break;};
    rnfa=rz-(rfa*rdfa+ifa*idfa)/
        mod2dfa;
    infza=iz-(rdfa*ifa-rfa*idfa)/
        mod2dfa;
    if( sqrt(pow(rnfa,2)+pow(infa,2)) >=
        .0001 ) break;
    rz= rnfa;
    iz=infa;
    c=8*p;
    if (iz> .5) c=2*p;
    else if(iz <-.5) c=5*p;
    putpixel(i,j,c);
```

En estos programas se consideraron ventanas de 600x300 pixels (versión QBasic) y de 640x480 pixels (versión C++). A fin de acelerar la construcción del gráfico, pueden hacerse las siguientes modificaciones:

- 1) reducir la ventana, por ejemplo a 300x100 pixels,

- 2) reducir el número de iteraciones, en el cálculo de la órbita (se pierde un poco de precisión).

En el programa se ha utilizado la representación cartesiana de $F(z)$, que para $z=(x+iy) = (x,y)$ sería:

$$F(x,y) = (x+iy) - \frac{a+ib}{c+id} = \left(x - \frac{ac+bd}{c.c+d.d}, y - \frac{bc-ad}{c.c+d.d}\right)$$

con $(c,d) \neq (0,0)$, y

$$f(x,y) = a+ib = (x+iy)^3 - 1 = x^3 + 3ix^2y - 3xy^2 - iy^3 - 1$$

$$= (x^3 - 1, 3x^2y - y^3)$$

$$f'(x,y) = c+id = 3(x+iy)^2 = 3x^2 + 6ixy - 3y^2$$

$$= (3x^2 - 3y^2, 6xy)$$

Cuando se ejecuta el programa, se piden los límites del rectángulo que representa la zona del plano complejo que se está analizando. Se puede estudiar la región que interese, ampliando o reduciendo los límites del rectángulo.

RESULTADOS

En la Fig. 1 se muestra el resultado obtenido para el rectángulo $(-2,2) \times (-2,2)$. Puede observarse que hay tres grandes regiones bien diferenciadas (dentro de cada una de las cuales se encuentran las raíces del polinomio, que son los puntos fijos ⁽⁶⁾ de $F(z)$), y una región límite muy entremezclada. Los atractores en este ejemplo son los tres

(6) En un sistema dinámico (X, f) , un punto $x_0 \in X$ se llama punto fijo si $f(x_0) = x_0$.

puntos fijos, lo cual significa que si a un punto cualquiera del plano se le calcula su órbita, esta converge al punto fijo que está en la región que tiene el mismo color del punto seleccionado. Los fractales, en este ejemplo, aparecen vinculados al proceso (la aplicación del método de Newton), y son las fronteras de las cuencas de atracción.

La realización total del gráfico tarda unos cuantos minutos, pero permite observar, punto a punto, como va evolucionando el conjunto fractal. Existen softwares sobre fractales, que realizan estos gráficos con mucha mayor velocidad, y que contienen otras opciones. La intención, al incluir estos listados en QBasic y en C++, ha sido mostrar que algunos gráficos fractales son muy simples de generar.

Un tratamiento más profundo de los temas que se han considerado puede encontrarse en la bibliografía que se menciona al final del trabajo.

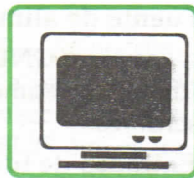
BIBLIOGRAFÍA

- Chaos. From Theory to Applications.
Anastasios A. Tsonis.
Plenum Press. (1992).
- The Fractal Geometry of Nature.
B.B. Mandelbrot.
W.H. Freeman and Co. (1977).

- Estructuras Fractales y sus aplicaciones.
Miguel de Guzmán, Miguel Ángel Martín,
Manuel Morán, Miguel Reyes.
Ed. Labor, S.A. (1993).
- Applications of Fractals and Chaos.
Crilly Earnshaw Jones (Eds.).
Springer-Verlang. (1993).
- Fractals for the Classroom. Part One:
Introduction to Fractal and Chaos.
Heinz-Otto Peitgen, Hartmut Jürgens,
Dietmar Saupe.
Springer-Verlang. (1992).
- Numerical Methods, Software, and
Analysis. Second Edition.
John R. Rice.
Academic Press, Inc. (1993).
- Borland C++. Version 2.0. Programmer's
Guide.
Borland international, Inc. (1991).
- C:Manual de referencia. Segunda edición.
Herbert Schildt.
Osborne/Mc Graw-Hill. (1990)

AGRADECIMIENTOS

A los integrantes del Departamento de Matemática e Informática Aplicada a la Ingeniería Civil de la E.T.S. de Caminos Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid, en especial a Emilio de la Rosa, José Rojo y Ester, por la colaboración prestada.



Construcción de cajas de sensor para interfaces Cassy

Prof. Pablo García

Instituto Francisco Bauzá. Laboratorio de Física

1. Introducción

La interface Cassy con el programa Medir y Evaluar puede medir directamente voltajes con sus entradas analógicas B y C. Si queremos medir una magnitud que no sea un voltaje debemos, con un transductor adecuado transformarla en un voltaje.

Para medir una temperatura, por ejemplo, podemos usar un termistor NTC que es un dispositivo semiconductor cuya resistencia varía de manera aproximadamente exponencial con la temperatura. Si le hacemos pasar una corriente constante el voltaje entre sus extremos podrá ser conectado a una de las entradas analógicas de la interface y luego con la opción del menú de *Elegir fórmula* podremos lograr que en las gráficas y cuadros de valores aparezca la indicación de la temperatura.

Este procedimiento implica conectar una fuente de alimentación al dispositivo que contiene el termistor, conectar el circuito a una entrada de la interface, por ejemplo la B, e introducir la fórmula de calibrado.

Existe una forma mucho más sencilla para trabajar que consiste en conectar a la interface una caja de sensor. Dentro de esta caja se aloja toda la electrónica necesaria para traducir la magnitud que se desea medir a un voltaje. La interface le suministra la fuente de alimentación al circuito, por lo que no es necesario conectar una fuente externa. Además el programa *Medir* y *Evaluar* puede detectar cual es la caja que está conectada y automáticamente introducir en el programa la fórmula de calibración adecuada mostrando la magnitud que se quiere medir con las unidades correspondientes.

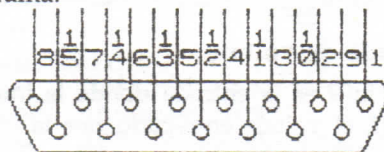
Si conectamos la caja de temperatura al conector A de la interface al arrancar el programa *Medir* y *Evaluar* tendremos la indicación de que la cantidad A es una temperatura y directamente podremos medirla con el multímetro o con el osciloscopio. Si se

trata de una caja de sensor construida por Leybold alcanza con configurarla como indica el manual del programa con los datos que están en la hoja de especificaciones de la caja de sensor.

El propósito de este trabajo es mostrar como podemos nosotros construir las cajas de sensor y modificar la configuración del programa para poder medir directamente magnitudes que no sean voltajes. Esta información no se encuentra en ninguno de los manuales de la interface, pues Leybold supone que solamente se conectarán cajas suministradas por ellos.

2. El conector DB15

Las cajas de sensor se conectan a la interface Cassy por medio de un conector de 15 pines tipo DB15, que es igual al usado para conectar diversos periféricos a un computador. La interface posee dos de estos conectores situados sobre las entradas de voltajes A y D. El conector posee conexiones a la fuente de alimentación de la interface, una entrada para el voltaje a ser medido, seis entradas digitales que identifican el número de la caja conectada, tres salidas digitales que sirven para controlar la caja y además las entradas digitales E y F de la interface de acuerdo al siguiente diagrama:



1 GND (0V)	8 I5
2 +12V	9 Entrada de voltaje
3 I0 Entradas de	10 -12V
identificación del nú-	11 Entrada digital
mero de caja de sensor	12 Entrada digital
4 I1	13 00 Salidas para
5 I2	control de la caja
6 I3	14 O1
7 I4	15 O2

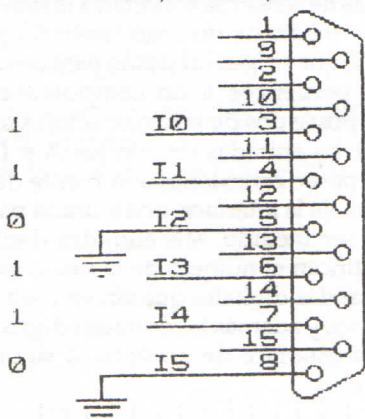
Fuente de alimentación:

Los pines **GND**, **+12V**, **-12V** sirven como fuente de alimentación para la caja de sensores.

Entradas de identificación del número de caja de sensor:

Las entradas **I0** (pin 3) a **I5** (pin 8) son entradas digitales que le indican a la interface el número de la caja de sensor que está conectada. El **bit I5** es el más significativo. Internamente están conectadas por medio de una resistencia de **100kΩ** a una fuente de alimentación de **+5V** que corresponde a un 1 lógico. Si conectamos alguna de ellas a **GND** formamos un número binario de **6 bits** que corresponderá al número de nuestro sensor. Con seis bits podemos tener números entre 0 y 63. El número 63 corresponde a todas las entradas a 1 (es decir, sin conectar a **GND**) y es tomado por la interface como ausencia de caja de sensor.

Si queremos que nuestro sensor sea por ejemplo el 27 debemos expresarlo en binario: **011011**. Las entradas **I5** e **I2** deben de estar en 0, por lo que debemos conectarlas a **GND** y las restantes en 1, es decir, sin conectar.



Entrada de voltaje:

El pin 9 es la entrada donde la interface medirá el voltaje entregado por la caja de sensor. El rango está comprendido entre **-1V** y **+1V**, lo que corresponde a una resolución de **0.5mV** y tiene una resistencia interna de **10kΩ**.

Entradas digitales:

Los pines 11 y 12 corresponden a las entradas digitales E y F de la interface son usados por ejemplo para las barreras ópticas, pero no tienen uso en las cajas de sensor analógicas.

Salidas para control de la caja:

Estas tres salidas contienen un número que es controlado por el programa y que permite éste controle a la interface, por ejemplo, que cambie su ganancia. Es un número comprendido entre 0 y 7 donde **O3** es el bit más significativo.

3. El archivo LH.CFG

El archivo **LH.CFG** (o el **LD.CFG** si se le cambió el nombre de acuerdo a la sugerencia de Leybold) es el archivo de configuración de la interface Cassy.

En este archivo está toda la información que el programa necesita para poder comunicarse con las cajas de sensor. En él se encuentran los datos de diversas cajas que suministra la Leybold y se puede editar con el editor que acompaña la interface o con cualquier editor ASCII, por ejemplo el **EDIT** del DOS.

Al comienzo del archivo hay unas líneas de comentario (que están precedidas por un asterisco) donde se explica como se debe de modificar el archivo.

La parte correspondiente a cada caja de sensor comienza con una línea que tiene como primer carácter #. Por ejemplo, la caja de fuente de corriente, que puede usarse para medir resistencia eléctrica es:

#1 "Unidad fte. cor." 1

```
"Resistencia" 44 "Resistencia" "kΩ" 0 1000 0 "500*(Abs(x)+x)"
"          33 "Resistencia" "kΩ" 0 100 1 "50*(Abs(x)+x)"
"          22 "Resistencia" "R" "kΩ" 0 10 2 "5*(Abs(x)+x)"
"          11 "Resistencia" "Ω" 0 1000 0 "500*(Abs(x)+x)"
"           00 "Resistencia" "Ω" 0 100 1 "50*(Abs(x)+x)"
```

La primera línea identifica a la caja de sensor y las siguientes las distintas opciones del menú de Medir y Evaluar.

#1 Significa que es la caja de sensor que se identifica por el número 1 en las entradas I0 a I5.

"Unidad fte. cor." Es el nombre de la caja de sensor.

1 Indica que es una caja de sensor analógica (2 es una caja de sensor digital)

Los siguientes renglones corresponden a las diferentes líneas del menú que aparece en el programa. En este ejemplo, lo que se mide en todos los casos es una resistencia. El primer nombre entre comillas es la magnitud que se elige con la opción Seleccionar magnitud del menú principal y los siguientes renglones a los distintos rangos de la magnitud.

4 4 Son los valores que el programa pondrá en las salidas

de control para la caja, el de la izquierda es X, correspondiente a la caja conectada en A y el de la derecha Y para la caja conectada en D.

"Resistencia" Es el nombre de la magnitud física que se mide.

"R" Es el símbolo físico de la magnitud. Es el mismo para todos los rangos pues en los otros renglones no aparece. El renglón donde aparece es el valor por defecto del rango.

"kW" Es la unidad de medida correspondiente al rango elegido.

0 1000 Son los límites del rango, se podrán medir valores entre 0 y 1000kW cuando con el menú se seleccione esta opción.

0 Esta columna indica la cantidad de lugares después de la coma que se presentarán en la pantalla o en el cuadro de valores.

"500*(Abs(x)+x)" Es la función $f(x,y)$ con la que el programa calculará el valor de la magnitud que se está midiendo. En este ejemplo x es el valor presente en la entrada analógica de la caja de la izquierda expresado en voltios.

4. Un ejemplo: Caja para sensor de fuerza Vernier

El sensor de fuerza Vernier tiene unas galgas extensiométricas (que varían su resistencia al deformarse) pegadas en un fleje. Al aplicar una fuerza al fleje este se deforma deformando las galgas lo que provoca una variación de voltaje a la salida del sensor. Como las variaciones de resistencia son muy pequeñas se necesita alguna electrónica para obtener voltajes adecuados a la salida del sensor.

El sensor se conecta por medio de tres cables: tierra (GND), alimentación (+5V) y salida (OUT). Es este último voltaje el que varía linealmente con la fuerza ejercida sobre el fleje. El sensor posee dos potenciómetros de ajuste que permiten variar la sensibilidad (esto es: la relación $\Delta F / \Delta V$) y el offset (el valor del voltaje a la salida para $F=0$). El circuito de la caja de sensor consta de tres partes: Identificación del número de caja de sensor, fuente de alimentación y acondicionamiento de señal.

Identificación del número de caja de sensor:

Elegimos 11 como número que identifica nuestra caja, que es el que usa la caja de sensor Leybold. 11 en decimal es 001011 en binario y por esa razón I5, I4 e I2 del conector DB15 están conectados a GND.

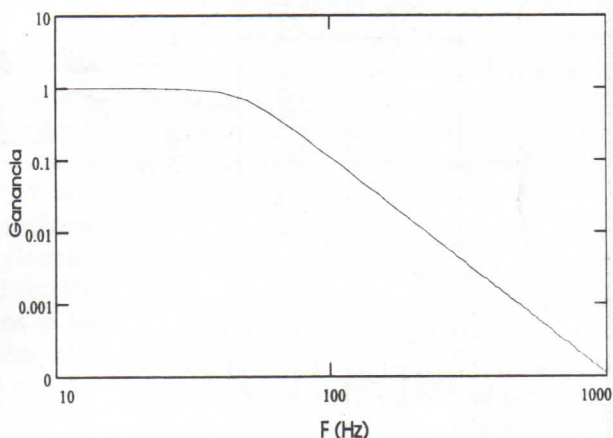
Fuente de alimentación:

El sensor Vernier necesita una fuente simple de +5V. Para obtenerla a partir de los +12V que suministra la interface Cassy usamos el circuito integrado 78L05 que es un regulador de voltaje.

Acondicionamiento de señal:

La señal que proviene del sensor contiene ruidos eléctricos de diversos orígenes y para disminuirlos utilizamos un filtro pasa-bajo formado por el amplificador operacional doble LM358 y los componentes pasivos asociados.

Se trata de un filtro de Butterworth de tercer orden con frecuencia de corte de 48Hz que tiene la siguiente función de ganancia:



A la salida de este filtro hay un divisor de tensión para adaptar el rango de voltaje de salida del sensor de fuerza al de la entrada de la interface.

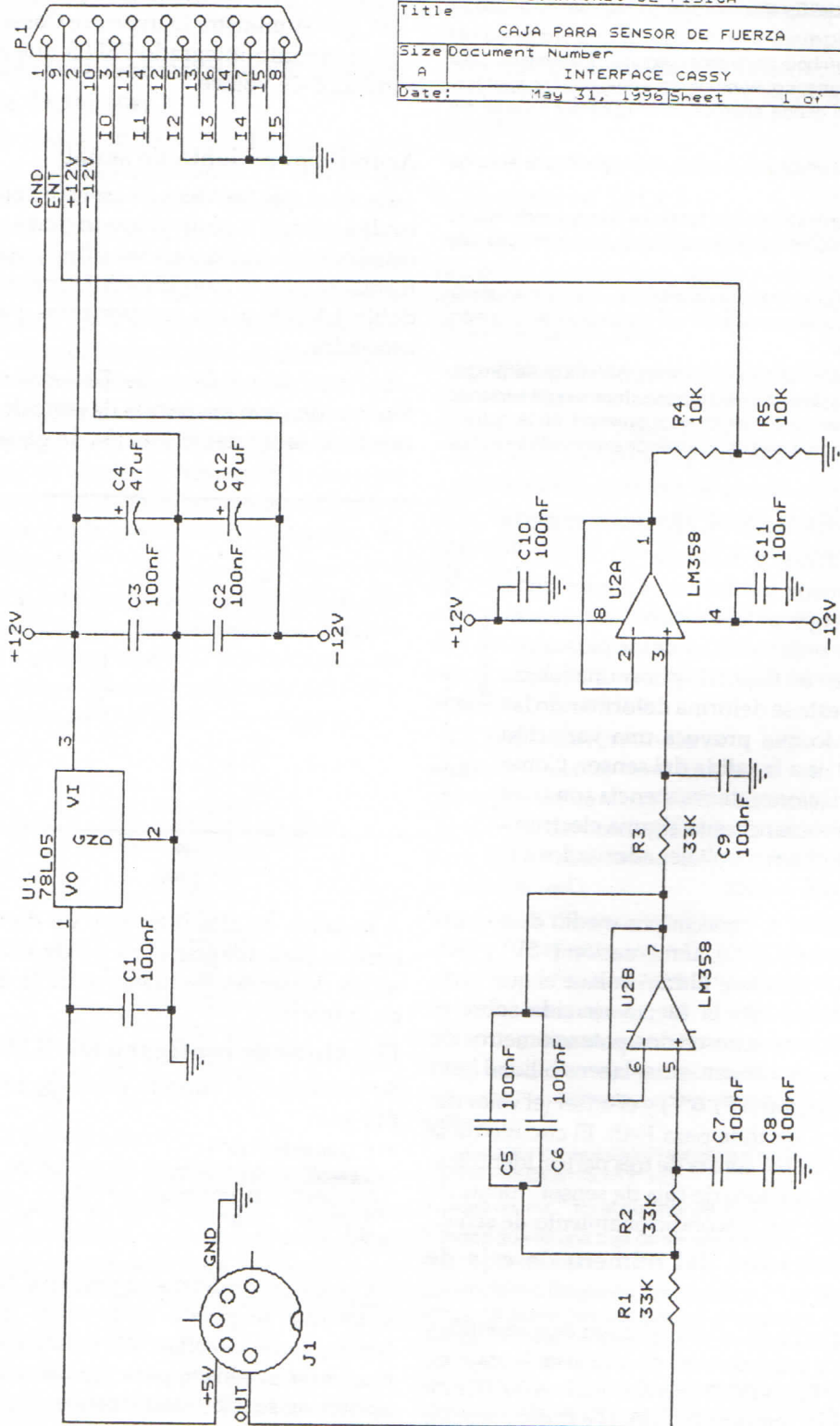
El archivo de configuración (LH.CFG):

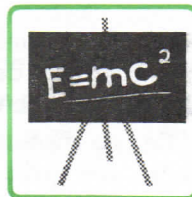
Se sustituyó la entrada correspondiente a #11 por:

```
#11 "Unidad Fuerza" 1
"Fuerza" 0 0 "Fuerza" "F" "N" -20 20 2 "20"x"
"Tensión" 0 0 "Tensión" "U" "V" -1 1 4 "x"
"Calibrar" 0 0 "" "U" "V" -10 10 3 "x"
```

Con la opción del menú principal de Medir y Evaluar se puede optar entre medir la fuerza, medir el voltaje que entrega el sensor o calibrar el sensor para trabajar con otros ajustes de sensibilidad y offset.

INSTITUTO FRANCISCO BAUZA		
LABORATORIO DE FISICA		
Title		
CAJA PARA SENSOR DE FUERZA		
Size	Document Number	REV
A	INTERFACE CASSY	1
Date:	May 31, 1996	Sheet 1 of 1





Fenómenos macroscópicos asociados a la acción de fuerzas de Lorentz sobre iones en soluciones acuosas

Guzmán Pablo Trinidad Scolnik

Profesor de Física de Secundaria

Ayudante Preparador de Física del Liceo Solymar

Ismael Nuñez

Profesor de Física de Secundaria y del IPA

Prof. del Instituto de Física (Facultad de Ciencias, Univ. de la República).

Eduardo José Nuñez De León

Profesor de Química de Secundaria

Ayudante Preparador de Química del Liceo Solymar.

RESUMEN

Al disolver una sal en agua, ésta se disocia en partículas cargadas a las que llamamos iones. Sometiendo la solución a un campo eléctrico, los iones se acelerarán en sentidos opuestos hasta alcanzar una velocidad límite debido a las colisiones intermoleculares. Si superponemos luego al campo eléctrico existente un campo magnético de dirección perpendicular a aquel, obligaremos a las cargas a modificar la dirección de sus velocidades y, en consecuencia, sus trayectorias dejarán de ser rectilíneas para ser curvas (no necesariamente arcos de circunferencia).

Eligiendo adecuadamente la simetría de los campos, obtendremos un dispositivo en el cual se observará la rotación de la solución electrolítica como consecuencia de la fuerza de Lorentz actuando sobre los iones.

INTRODUCCION:

Es común enfrentarnos en los cursos de electromagnetismo con la imposibilidad de visualizar los efectos de las fuerzas magnéticas sobre cargas en movimiento por la inexistencia de material adecuado en la mayoría de los liceos. Solucionamos el problema de varias maneras: produciendo deflexiones del haz catódico del osciloscopio mediante un imán, con la práctica «masa del electrón» (1), infiriendo dichos efectos luego de mostrar la fuerza de Laplace, etc..

Este trabajo presenta un dispositivo sencillo con el cual se podrán visualizar fenómenos macroscópicos asociados al movimiento de cargas sometidas a fuerzas de Lorentz. Con el mismo se podrá contar con un aparato «construible» a partir de elementos existentes en cualquier laboratorio.

A continuación presentamos un modelo de protocolo a utilizar con los estudiantes tanto para la construcción del dispositivo, como para su manejo. El mismo está previsto para utilizarse tanto en los cursos de 4º, analizando el fenómeno cualitativamente (secciones A-E del protocolo), como en los cursos de 6º donde se haría un análisis completo (secciones A-F).

Se prevé también la coordinación con el curso de Química de 2º año de Bachillerato Diversificado en la unidad «Electroquímica», la cual podría introducirse con un estudio detallado de los procesos que tienen lugar en este práctico.

PROTOCOLO:

a) Fundamentos Teóricos

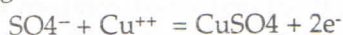
Los fenómenos electrolíticos se explican satisfactoriamente con la hipótesis de Svante Arrhenius (1859-1928), todavía válida aún cuando se han modificado sus detalles. Se admite que por el solo hecho de la disolución de una base, un ácido o una sal en agua (solución electrolítica), aún en ausencia de

campo eléctrico alguno, una parte de las moléculas disueltas se divide en iones [átomos o grupos de átomos (radicales) cargados eléctricamente] (2).

En una disolución en agua de sulfato de cobre, por ejemplo, las moléculas de éste se disocian en cationes Cu^{++} con una doble carga positiva, que consisten en átomos de cobre que han perdido sus dos electrones de valencia, y en aniones SO_4^{--} con una doble carga negativa, lo cual escribiremos de la siguiente manera: $\text{CuSO}_4(\text{s}) \rightarrow \text{Cu}^{++}(\text{ac}) + \text{SO}_4^{--}(\text{ac})$

Si no hay campo eléctrico exterior, los iones del electrólito realizan un movimiento térmico, por consiguiente, la corriente resultante es igual a cero.

Si se establece un campo eléctrico en la solución (sumergiendo dos electrodos conectados a una fuente de voltaje continuo), al movimiento térmico desordenado se añade el movimiento de transporte de iones, y en la solución surge una traslación de cargas en un determinado sentido, es decir, se crea una corriente eléctrica; los iones Cu^{++} se desplazan hacia el cátodo y se depositan allí como átomos de cobre; los iones SO_4^{--} se desplazan hacia el ánodo. Si éste es de cobre, aquellos, luego de neutralizarse en el electrodo, reaccionan químicamente con el mismo y forman nuevamente sulfato de cobre, con lo cual la concentración de la solución permanece constante. Escribimos esto como sigue:



La corriente en la solución difiere de la que existe en conductores metálicos, ya que consiste en cargas opuestas moviéndose en sentidos contrarios, y no en electrones desplazándose en un único sentido como en aquellos. El movimiento de los iones sería uniformemente acelerado de no existir una fuerza de resistencia del medio, originada en el choque intermolecular.

El movimiento real es entonces uniforme, siendo la velocidad media proporcional al campo existente (3) (la constante de proporcionalidad se conoce como MOVILIDAD IÓNICA, siendo la velocidad de un ión (en cm/s) sometido a un campo de 1 V/cm; Por ejemplo, la movilidad del ión SO_4^{--} es de 8.27×10^{-4} ($\text{cm}^2/\text{s.V}$) (4)).

Si establecemos entonces un campo magnético perpendicular al eléctrico existente

entre los electrodos, sobre cada ion en movimiento aparecerá una fuerza normal a su velocidad que lo obligará a abandonar su trayectoria original. Eligiendo la simetría cilíndrica para armar nuestro dispositivo, con las líneas de campo eléctrico radiales y las de campo magnético paralelas al eje del cilindro (fig.1), podremos observar la rotación de la solución electrolítica como consecuencia de las fuerzas mencionadas (5).

B) Descripción del Dispositivo:

COMPONENTES: El montaje necesita de los siguientes elementos:

- 2 fuentes de voltaje continuo variable (0-12 vcc)
- 2 llaves inversoras de polaridad (I1,I2).
- 2 interruptores unipolares (S1,S2).
- 2 amperímetros de 1 A de alcance.
- conductores: 4 Banana-Banana, 2 Banana-Cocodrilo.
- electrodo cilíndrico de cobre (10 cm de alambre 2mm)
- electrodo en casquete cilíndrico de cobre (diámetro ≤ 6 cm)
- vaso de bohemia 250 ml
- solenoides cilíndrico: 4000 espiras
 $I_{\text{máx}} \geq 0.3 \text{ A}$,
 Diámetro $\geq 8 \text{ cm}$,
 Largo $\geq 5 \text{ cm}$
 En su defecto, imán recto
- 250 ml de solución saturada de sulfato de cobre en agua
- soporte para electrodo (c) (puede ser un rectángulo de acrílico transparente perforado)

C) Armado:

Limpieza de electrodos: antes de armar el dispositivo se deberá limpiar los electrodos de toda impureza, sumergiéndolos en alcohol metílico o etílico caliente. (¡¡PRECAUCIÓN!! debe tenerse especial cuidado en el proceso de calentamiento del alcohol ya que sus vapores son altamente inflamables).

- Se coloca el solenoide verticalmente, introduciendo el vaso de Bohemia en su interior.
- Disponemos dentro del vaso de Bohemia dos electrodos de cobre: uno en forma de

casquete cilíndrico y otro, filiforme, sobre el eje de aquel.

c) Se vierte una solución de sulfato cúprico dentro del vaso hasta que cubra los electrodos.

d) Se conectan ambos electrodos al circuito (fig.2).

e) Se conectan los terminales del solenoide al circuito (fig.2)

f) Se coloca el selector de voltaje de G1 en 12 v.

g) Idem G2, tal que $I_{\text{solenoides}} = I_{\text{máx}}$

D) Funcionamiento:

Armado el dispositivo, al cerrarse S1 se establece una corriente radial en la solución, lo cual se verificará mediante el amperímetro A1.

Al cerrarse S2 circulará corriente por el solenoide, leída por A2, creándose un campo magnético de dirección paralela al eje del vaso(**). En consecuencia, cada ión de la solución se verá sometido a fuerzas de origen magnético que lo obligarán a modificar su trayectoria recta original por otra en forma de arco (nota: no es necesariamente un arco de circunferencia). Por efecto de esta fuerza y de la fricción de los iones con el resto de las partículas de la solución, se produce la rotación de la misma en torno al electrodo central cuyo sentido verifica las reglas estudiadas.

Si se invierten por vez los sentidos de los campos pasando a invertir la polaridad en los electrodos o en el solenoide mediante I1 e I2, se invertirá el sentido de rotación.

E) Análisis Cuantitativo:

Si se establece un campo electromagnético de fuerzas $\vec{F}(x,y,z,t)$ en una solución electrolítica, los choques entre los iones móviles y las moléculas del medio son tan frecuentes que, desde el punto de vista macroscópico, la velocidad media entre choques de un ión resulta pro-

porcional a la fuerza: $\vec{v}(x,y,z,t) = k\vec{F}(x,y,z,t)$ [1]

Se define la movilidad μ de un ion de carga q en un medio dado como: $\mu = kq$ [1.1] Entonces [1] queda: $\vec{v}(x,y,z,t) = \frac{\mu}{q}\vec{F}(x,y,z,t)$ [2]

La fuerza electromagnética (de Lorentz) es:

$$\vec{F} = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B}) \quad [3]$$

Por lo cual la velocidad [2] resulta:

$$\vec{v}(\vec{r},t) = \mu[\vec{E}(\vec{r},t) + \vec{v}(\vec{r},t) \times \vec{B}(\vec{r},t)] \quad [4]$$

Si suponemos los campos estáticos:

$$\vec{v}(\vec{r},t) = \mu[\vec{E}(\vec{r}) + \vec{v}(\vec{r},t) \times \vec{B}(\vec{r})] \quad [5]$$

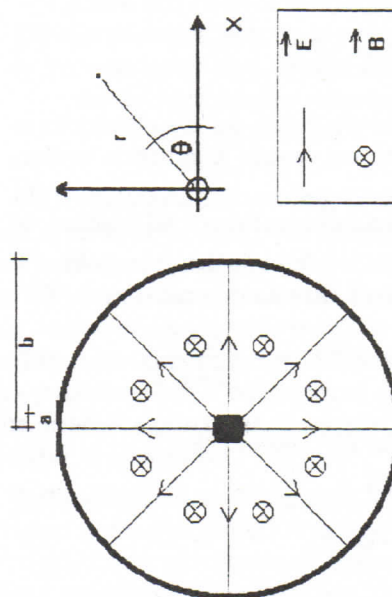


Figura 1

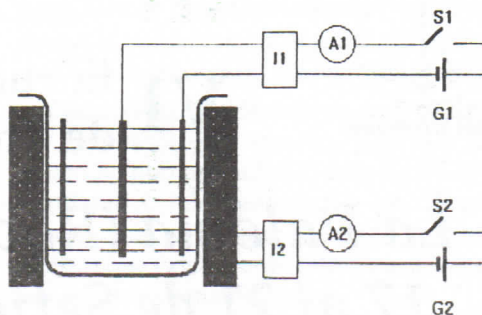


Figura 2

(**) Si no se cuenta con el solenoide, se podrá utilizar un imán recto, colocado bajo el vaso (sobre su eje). De más está decir que la simetría del campo no es la misma.

De donde: $\frac{\delta \vec{v}}{\delta t} = \frac{\delta \vec{v}}{\delta t} \times \vec{B} \rightarrow \frac{\delta \vec{v}}{\delta t} = 0$ [5.1] y [5.2]

Lo cual indica que $\vec{v}$ no depende explícitamente del tiempo:

$$\vec{v}(\vec{r}) = \mu [E(\vec{r}) + v(\vec{r}) \times \vec{B}(\vec{r})] \quad [6]$$

APLICACIÓN:

En un sistema de conductores cilíndricos coaxiales de radios interior y exterior a, b respectivamente, sometidos a una d.d.p. constante V_0 (interior +, exterior -), el campo es radial de la forma:

$$E(r) = \frac{V_0}{L(\frac{b}{a})r} \quad a \leq r \leq b \quad [7]$$

Paralelamente al eje de los conductores (eje z) existe un campo magnético uniforme: $\vec{B} = k\vec{B}$ [8]

Entonces, en componentes radial y tangencial la [6] resulta $v_r = \mu E(r) + \mu B v_\theta$ $v_\theta = -\mu B v_r$ [9] Resolviendo el sistema de ecuaciones [9]:

$$v_r = \frac{\mu E(r)}{1 + \mu^2 B^2} + \mu B v_\theta \quad v_\theta = -\frac{\mu^2 B E(r)}{1 + \mu^2 B^2} \quad [9.1]$$

Sustituyendo $E(r)$ según [7]:

$$v_r = \frac{\mu V_0}{L(\frac{b}{a})(1 + \mu^2 B^2)r} \quad [10]$$

$$v_\theta = \frac{\mu^2 B V_0}{L(\frac{b}{a})(1 + \mu^2 B^2)r} = \omega r \Rightarrow \quad [10.1]$$

$$\omega = \frac{\mu^2 B V_0}{L(\frac{b}{a})(1 + \mu^2 B^2)r^2} \quad a < r < b \quad [11]$$

La [11] expresa que la velocidad de rotación ω del fluido es inversamente proporcional al cuadrado del radio, lo cual puede contrastarse experimentalmente.

BIBLIOGRAFÍA:

- 1) Díaz, J./Pecard, R (1976) FISICA EXPERIMENTAL (T.II), Ed. Kapelusz, 284 pp.
- 2) Sears, F./Semansky, M (1979) FISICA GENERAL, Ed. Aguilar, 1056 pp., 5a. edición, (Trad. española de Albino Yusta Almarza).
- 3) Frish, S./Timoreva, A. (1968) CURSO DE FISICA GENERAL (T.II), Ed. Mir, Moscú, 573 pp., 10a. edición, (Trad. española de Manuel Gisbert Talens).
- 4) Barrow, Gordon M. (1968) QUIMICA FISICA, Ed. Reverté, Barcelona, 893 pp, 1a. edición, (Trad. española de Salvador Senent, PHYSICAL CHEMESTRY, Mc. Graw Hill, 1966).
- 5) Simon, G./Dognon, A (1947) PHYSIQUE, Ed. Masson et Cie, Paris, 1163 pp, 3a. edición corregida.

Asociación de
Profesores
de Física



del Uruguay

III Encuentro Internacional de Educación en Física

VI Encuentro Nacional de Profesores de Física

*La Paloma (Rocha - Uruguay)
17 al 21 de Setiembre de 1996*

Primeras Jornadas Interdisciplinarias en Melilla

Mariana Castelnoble.

Profesora de Física de Educación Secundaria.
Ayudante de la Cátedra de Agrometeorología. Fac. de Agronomía.

Bernardert Mayo.

Profesora de Biología de Educación Secundaria.

Sonia Lazzerini.

Profesora de Química de Educación Secundaria.
Profesora del Instituto de Profesores Artigas.

Hugo Peozzolano.

Profesor de Química de Educación Secundaria.

I.- Introducción

Estas primeras jornadas interdisciplinarias tuvieron como eje central el tema agua. Participaron de las mismas alumnos de Bachillerato del Liceo Nro. 9 (IDEA, Colón) y de Ciclo Básico del liceo Nro.44 (Melilla) y Colegio Pío, se contó con la colaboración de técnicos del MGAP (Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca) y de DINATEN (Dirección Nacional de Tecnología Nuclear). Para los alumnos la tarea fue extracurricular y se realizó en 4 jornadas (7,8,11 y 15 de noviembre de 1994).

Posteriormente este trabajo fue presentado a profesores de Ciencias de Enseñanza Secundaria el día 29 de junio de 1995, en una jornada realizada en la Cátedra Alicia Goyena y en el Encuentro Regional de Química realizado en Melo en conmemoración del Bicentenario de esta ciudad.

II - Desarrollo

- 1 - Importancia de la interdisciplinariedad en el proceso enseñanza aprendizaje.
- 2- Objetivo del Trabajo
- 3 - Caracterización de la zona de Melilla
- 4 - Interés y colaboración del MGAP y DINATEN en la actividad.
- 5.- Programa de las Jornadas
- 6.- Recursos Hídricos
- 7.- Metodología de las jornadas
- 8.- Determinaciones realizadas en el relevamiento de la zona
- 9- Metodología de evaluación

1- Importancia de la interdisciplinariedad en el proceso enseñanza aprendizaje.

"Todo el mundo repite genéricamente que el futuro está en las investigaciones interdisciplinarias, pero en la práctica éstas son frecuentemente muy difíciles de organizar debido a ignorancias recíprocas, a veces sistemáticas "

Jean Piaget.

El concepto de interdisciplinariedad es sumamente complejo, pero además la palabra interdisciplinariedad se ha convertido, en los últimos tiempos, en un comodín verbal, lo que nos ha alejado más aún del camino de su comprensión. La definición de ciertas palabras, que a menudo se confunden con interdisciplinariedad, puede ayudar a aclarar el concepto.

Multidisciplinariedad o puliridisciplinariedad varias disciplinas se ocupan de idéntico problema, sin que exista entre ellas ninguna relación en cuanto a «cruzamientos» disciplinares.

Disciplinariedad Cruzada: la problemática de una disciplina trasciende a otras y otras.

Compenetración interdisciplinar: un especialista de una determinada ciencia cuenta con la colaboración de otras disciplinas o apela a los aportes de otras u otras auxiliares.

Transdisciplinariedad: es una perspectiva epistemológica que va más allá de la interdisciplinariedad. No sólo busca el cruzamiento e interpenetración de diferentes disciplinas, sino que pretende borrar los límites que existen entre ellas, para integrarlas en un sistema único.

¿Qué es la interdisciplinariedad? Evoca la idea de intercambio entre diferentes disciplinas. Lo esencial del concepto es la idea de interacción y cruzamiento entre las discipli-

nas. Es muy importante por lo tanto superar el paradigma de la simplicidad, para pensar en abordar un tema bajo forma de trabajo interdisciplinario.

Un trabajo de esta naturaleza exige que cada uno de los que intervienen en esta labor común, tenga competencia en su respectiva disciplina y un cierto conocimiento de los contenidos y métodos de las otras, la **interdisciplinariedad** sólo es posible, entonces, a partir de saberes y competencias de cada una de las disciplinas.

¿Por qué abordar un tema como interdisciplinario? Las razones y la necesidad de un abordaje interdisciplinario surgen de la idea de complejidad, de asumir la complejidad de lo real.

¿Cómo realizar la interdisciplinariedad? La interdisciplinariedad se debe hacer en torno a un tema bien delimitado y concreto, cuyos aspectos particulares se integran en un modelo global de análisis que se llama Marco Referencial.- *Nota: A nivel de los educadores suele ser habitual el confundir una tarea educativa interdisciplinar, con un esfuerzo de globalización de saberes.*

2- Objetivo del Trabajo

Todos somos usuarios del agua dulce.

Todos, por lo tanto, tenemos la responsabilidad de garantizar a las futuras generaciones un mundo en el que la norma sea la seguridad de abastecimiento y no la escasez del recurso.

Extraído del documento

«El agua, germen de la vida» de FAO.

La Tierra el planeta del agua

Esquema de trabajo

En el sistema solar, la tierra ocupa el sitio más privilegiado biológicamente (Ver Figura 1). Existen importantes motivos para ello:

- se encuentra en una ubicación óptima para recibir del sol adecuadas cantidades de luz y calor.
- es el único planeta de nuestro sistema que contiene agua en abundancia (el 75% de su superficie), y en el que ésta, se encuentra en los tres estados físicos.
- presenta una atmósfera con abundante aire y extensas regiones de suelo utilizables.

La conjunción óptima de estos factores en nuestro planeta, propiciaron la aparición y el desarrollo de la vida. Su posterior evolución, permitió la aparición del ser humano.

La población humana, como todas las demás poblaciones animales, presenta como una de sus principales características la de aprovechar para su supervivencia la energía química producida por otros organismos, tomándola como nutrientes, comportándose así como "consumidores" integrantes de una "sociedad consumista".

La existencia de nuestra sociedad, en constante aumento demográfico, ha hecho una mala utilización de los recursos:

- con una natalidad no planificada que provoca un desequilibrio poblacional.
- con una constante necesidad de mejorar la calidad de vida.
- con una inadecuada y a veces inexistente economía de recursos.

Es así que el ser humano ocupa nuevos territorios, en busca de aumentar la producción. Sobreviene también, una mayor demanda de recursos algunos renovables y otros no. Uno de estos recursos demandados por la expansión productiva es el suelo. La búsqueda de mayores regiones de suelo fértil, provocan la deforestación sin replante de bosques y selvas.

Aquellas sociedades cuya población está bien distribuida en el territorio, en busca de una expansión económica para mejorar su calidad de vida, también aumentan el volumen de su producción fabricando artículos muy diversos, de alto nivel de industrialización, lo que provoca la acumulación de residuos difíciles de degradar.

Todas estas prácticas interfieren profundamente en los ciclos de la biósfera, provocando desequilibrio en lo que a la naturaleza le llevó millones de años construir, balanceando en una interrelación perfecta a la comunidad biótica con los factores físicos abióticos del ambiente.

La biósfera es una región muy limitada del planeta en la que se encuentran los seres vivos y que se extiende desde la parte más profunda del océano hasta unos pocos miles de metros en la atmósfera.



Los cuatro factores abióticos: energía solar, aire, suelo y agua, son imprescindibles para el desarrollo de la vida tal y como la conocemos.

Cualquier comportamiento de la biósfera que se altere, inmediatamente producirá desequilibrio en el resto de los componentes.

Mientras que el número de seres humanos aumenta, la cantidad de vegetales verdes ocupantes de los bosques y selvas disminuye. Su deforestación sin replante, causa la disminución de dos de los biomas más importantes en el ciclo del agua, lo que provoca una disminución global del agua dulce disponible.

Hay cerca de 1,5 miles de millones de kilómetros cúbicos de agua en la Tierra; algo menos del 1% de ésta es dulce disponible para los organismos vivientes, entre ellos el hombre. Hoy en día los agricultores pueden producir más alimento que antes, pero esa productividad es costosa.

Es necesario el uso de recursos no renovables como los combustibles fósiles, fertilizantes y pesticidas artificiales, etc. y también de recursos renovables como el suelo, la atmósfera y el agua, que deben ser cuidadosamente administrados.

Su manejo cuidadoso debería incluir métodos para reducir la cantidad de alimento que se desperdicia, especialmente durante el transporte y almacenamiento.

La zona de Melilla presenta condiciones ideales para la producción de alimentos:

- por su excelente ubicación en la zona noroeste de Montevideo, cercana al centro y por ello a los mercados y al puerto.
- ecológicamente se considera una zona "limpia".

Los productores de Melilla y sus familias son abiertos y sencillos, y cuidan de su zona con profundo afecto y respeto por la naturaleza, que les proporciona el hábitat y les abastece económicamente. Allí se trabaja y cuida de la tierra en procura de mejorar continuamente la zona, pero también se enfrentan a un gran riesgo: la cantidad de agua dulce disponible es escasa.

De esta forma es que nos preocupó conocer las condiciones de dicha agua, su disponibilidad y calidad, sus fuentes utilizables, las formas y frecuencias del riego y las posibilidades de subsanar su déficit, para que este necesariamente aumentará en vías de mejorar la producción y con ella la calidad de vida de los habitantes de Melilla, de las zonas circundantes y de la capital entera, y de las condiciones económicas presentes y futuras de esa zona y de todo el país.

Los objetivos del trabajo realizado fueron:

- Trabajar en forma conjunta, en una tarea extracurricular, en un tema de interés para la zona de los liceos integrantes del proyecto.
- Proponer una actividad a los buenos estudiantes de 5° año de Microexperiencia del Liceo N°9, que por las características de este plan de estudio quedan eximidos de exámenes culminando sus cursos en el mes de octubre quedando libres hasta marzo del año siguiente.
- Trabajar en forma conjunta con instituciones públicas que realizan trabajos en la zona de los liceos participantes.

3 - Caracterización de la zona de Melilla

La zona de Melilla constituye el área rural del departamento de Montevideo. Se ubica al noroeste de la ciudad y su importancia está marcada porque allí se localiza el área frutícola del país. La forma de producción que la caracteriza es la estructura familiar de pequeños predios. La fuentes princi-

pales de agua son superficiales y subterráneas. Las fuentes superficiales están constituidas por tajamares, arroyos, ríos.

4 - Interés y colaboración del MGAP y DINATEN en la actividad.

El Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca propuso al grupo de trabajo un intercambio, el mismo constituía en Apoyo Técnico por parte del Ministerio a cambio de la realización de una encuesta a los productores de la zona que atendía a evaluar la cantidad de productores que contaban con sistema de riego, las características del mismo, el área regada y las variedades regadas. La Dirección Nacional de Tecnología Nuclear había realizado trabajos en el área, que consistían en el estudio de la presencia de materiales radiactivos en las aguas superficiales de Melilla (cañada del Dragón y arroyo Las Piedras). Presentó a los estudiantes sus resultados en una conferencia e invitó a los mismos a colaborar en sus investigaciones en DINATEN.

5.- Programa de las Jornadas

Primera jornada

- Presentación de los objetivos del trabajo.
- Video «El agua, germen de la vida» FAO.
- El agua del punto de vista social.
- El ciclo hidrológico-fuentes de agua.
- Video sobre riego MGAP
- Característica de la zona.
- Visita y encuesta a un productor sobre tipos de riego y cultivos.

Segunda jornada

- Observación de distintas fuentes de agua (cañadas, tajamares, pozos, arroyos)
- Visita a productores para observar en funcionamiento diferentes tipos de sistema de riegos.
- Determinaciones: caudal de una cañada, volumen de un tajamar, profundidad de un pozo.

Tercera jornada

- Estudio de diferentes muestras de agua.
- Relevamiento biológico de los medios.
- Realización de cultivos.

Cuarta jornada

- Charla con técnicos del MGAP sobre investigaciones realizadas en la zona y el proyecto de represa.
- Charla con técnicos de DINATEN sobre la calidad del agua de la zona.

6.- Recursos Hídricos

El ciclo hidrológico es el movimiento del agua que, evaporada en el mar, ríos y lagos, como también en la superficie del suelo y a través de la transpiración de las plantas, se eleva a la atmósfera, precipita y regresa al suelo y a las cuencas y corrientes naturales para reanudar el ciclo.

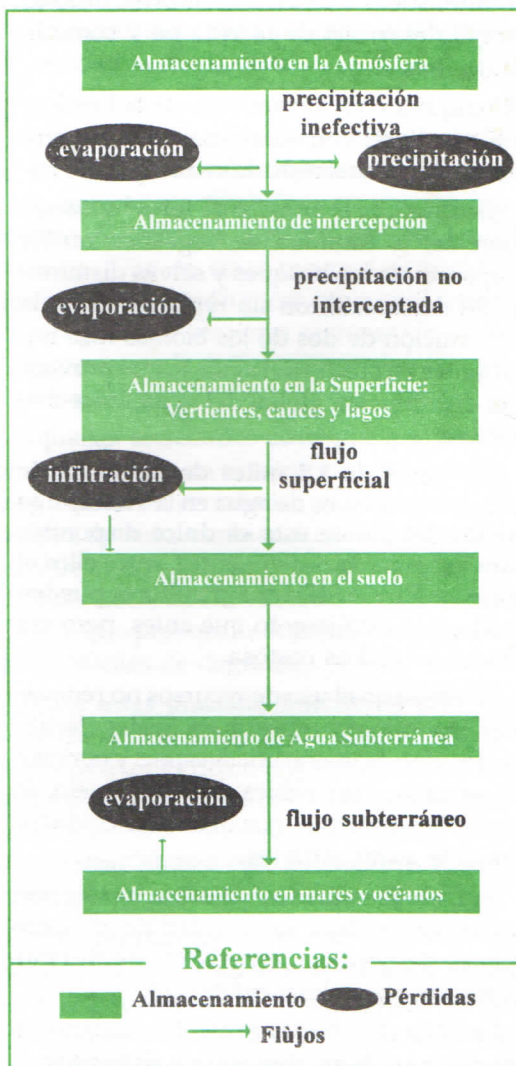
FLUJOGRAMA

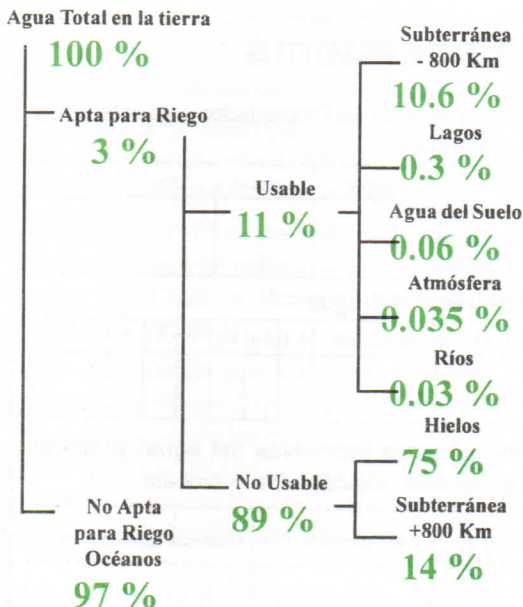
Fuentes de agua de riego

- Aguas superficiales
- Embalses
- Aguas subterráneas

Objetivo del Riego

Aumentar la producción del Cultivo





7.- Metodología de las jornadas

Las actividades realizadas durante las jornadas en su totalidad eran teórico-prácticas:

- durante el transcurso de las conferencias se le planteaban a los alumnos ciertas interrogantes que debían de responder utilizando lo aportado por el profesor disertante así como sus conocimientos de la vida cotidiana.
- en las salidas a campo, el profesor daba pautas para la realización de una actividad y luego los alumnos hacían las mediciones, observaciones o recolecciones necesarias.

Ejemplos: Luego de la presentación del flujograma se le pedía a los alumnos que contestaran las siguientes preguntas:

- ¿Dónde el agua está disponible?
- ¿De qué forma podemos llegar a ella?
- Habitualmente consideramos que hay sequía cuando no llueve por un período considerable de tiempo, ¿qué les parece luego de haber visto en el flujograma?, ¿solamente en la atmósfera se almacena agua?. Elabore una definición de sequía.
- En el Uruguay el régimen de precipitaciones es isohigro (llueve la misma cantidad en verano que en invierno), explique por qué en verano hay más déficit de agua.
- El clima de un lugar le es dado al hombre, éste puede adaptarse a este clima o modificarlo. Por ejemplo, una adaptación es plantar bananas, qué es un fruto que necesita altas temperaturas en zonas

tropicales y no en zonas frías de la Tierra, una modificación sería construir un invernáculo y dar a las bananas la temperatura que necesitan. El riego, ¿es una modificación o una adaptación al clima de un lugar?

- ¿Qué factores se deben de tener en cuenta a la hora de instalar un sistema de riego.?

8 - Determinaciones realizadas en el relevamiento de la zona

El relevamiento se realizó con la ayuda de los formularios que se encuentran en la página siguiente.

FUENTES DE AGUA:

1) Subterránea: **determinación de la profundidad de un pozo.** Se realizó por dos métodos:

- utilización de una cuerda en la que se pueda precisar la diferencia de humedad, lo que indicaría el momento en el cual se llega al agua.
- utilización de un tester, con la disponibilidad de varios metros de cable. Se mide con el tester un voltaje en el momento que las terminales llegan al agua. Pregunta para alumnos (p.a.): *¿Por qué aparece una diferencia de potencial al llegar las terminales al agua?*

2) Superficiales: **determinación del caudal de un río o cañada (aforo).**

Los tramos escogidos deben de reunir las siguientes condiciones:

- longitud recta mínima aproximada 6 veces el ancho del río o cañada.
- no tener en las riberas vegetación abundante.
- no escoger ni la naciente ni la desembocadura.

PASOS A SEGUIR:

- Determinación de la profundidad media: se escogen al menos tres puntos y se mide la profundidad. Se determina luego la profundidad media. $PROFUND. MEDIA * ANCHO DE LA CORRIENTE = SECCIÓN MEDIA.$
- Se toma una distancia y se deja una botella libre en el agua; con un cronómetro se mide el tiempo que la botella demore en recorrer los 10 metros. Se realizan al menos tres mediciones. Determinamos la velocidad del agua en la superficie $v = d/t$. p.a. *¿por qué se debe poner agua en la botella pero no llenarla?*

Estudio de un Ecosistema

Descripción general de la investigación

I. Se realizarán tomas de datos en el lugar donde se encuentre cada fuente de agua a fin de poder determinar:

- Dimensiones: ancho y profundidad.
II. Se identificarán los factores bióticos y abióticos presentes en cada ecosistema:

- Animales, vegetales, luz, agua, suelo, aire.

III. Se tomará muestras de agua de las tres fuentes presentes en el predio de donde se realizará la investigación y se determinará en cada muestra las siguientes propiedades:

- Organolépticas: olor, aspecto, color.
- Específicas de cada fuente: presencia de solutos.

- Extensivas: velocidad, caudal.
- Intensivas: densidad, temperatura, pH.

Todas las propiedades observadas o medidas se anotarán en las tablas de datos que acompañan a cada técnica en especial.

I. Dimensiones: para esta tarea es necesaria una cinta métrica y un palo.

	Ancho	Profundidad Orilla Centro	Volumen
Pozo			
Cañada			
Arroyo			

II. Propiedades Propiedades organolépticas del agua:

	Color	Aspecto	Olor	Otros
Pozo				
Cañada				
Arroyo				

Velocidad del agua

Fuente	Distancia	Δt	Δt	Δt	V	V	V	V.prom.
Cañada								
Arroyo								

Propiedades intensivas del agua: Material: termómetro, densitómetro y probeta.

Fuentes de Agua	Temperatura (°C)	Densidad (g/mL)	pH
Pozo			
Cañada			
Arroyo			

Propiedades específicas de cada fuente: Presencia de solutos: Materiales: cápsula y mechero. Procedimiento: Se procederá a sacar unos pocos mililitros de cada fuente en una cápsula (puede sustituirse con una cuchara para sopa) y se secará a la llama del mechero.

Fuentes de Agua	Presencia y Aspecto del Solutos
Pozo	
Cañada	
Arroyo	

Ficha para Vegetales y Factores de un Ecosistema

Nombre Común	Clasificación	Tamaño		Organos que presenta	Color de los órganos		Medio donde se encontró	Temp. Acidez
		Largo	Ancho					
Nº								

Ficha para Animales y Factores de un Ecosistema

Nombre Común	Clasificación Estudio	Tamaño		Regiones del Cuerpo	Color de estas Regiones		Medio donde se encontró	Temp. Acidez
		Largo	Ancho					
Nº								

- 3) Velocidad Media=Sección Media *Velocidad (caudal m^3/s) (m^2) (m/s).

Tajamar Determinación del volumen

- 1) Se observa la forma del tajamar y de acuerdo a ella se calcula el área del mismo realizando la medidas necesarias.

- 2) Se determina la profundidad del tajamar en tres puntos y se calcula la profundidad media. $VOLUMEN = \text{ÁREA} * \text{PROFUNDIDAD MEDIA}$ (m^3)(m^2)(m)

p.a. Los sistemas de riego localizado son utilizados para el control de heladas. Explique como es posible que regando en las primeras horas de la madrugada se minimice los efectos de las mismas. Recordar que en el pasaje de agua líquida a agua sólida se liberan 600cal/g

9.- Metodología de Evaluación

La evaluación no pretendía ser algo formal e intentaba abarcar todo el aprendizaje realizado por los estudiantes en estas jornadas interdisciplinarias. Con lo vertido en este artículo y la incorporación de la evaluación, lo anterior queda demostrado. Un fruticultor decide instalarse con su familia en la zona de Melilla. Por su predio pasa el tramo final de la cañada del Dragón. Construye una vivienda e instala su monte de manzana a un nivel superior al curso de agua.

El productor debe decidir las fuentes de agua a utilizar para riego y consumo familiar. La familia del productor está formada por su esposa y un hijo de 13 años, cursando el Ciclo Básico. Este se encuentra abocado a realizar un herbario y un insectario para presentar como trabajo final del curso de Ciencias Naturales. Realice un dibujo que represente la situación anteriormente descrita.

III. Conclusiones y

Trabajos post-jornadas

Las encuestas realizadas a los productores fueron procesadas en el liceo por un grupo de estudiantes, quienes luego presentaron al MGAP el que los incluyó en una nota técnica. Las conclusiones que esta institución informa luego de sus estudios se citan a continuación: **Vistas las evaluaciones realizadas por el MGAP**

- Un curso de agua alterada, no utilizable para riego arrollo de Las Pidrás.

- Un curso de agua con elevada salinidad no apta para riego río Santa Lucía.
- Presencia en suelos y en algunos cursos de aguas superficiales de niveles algo por encima del promedio de los elementos plomo, titanio, cobre, bromo, arsénico los valores.

- Elevados más frecuentes en tajamares.
- Aguas subterráneas que no son las más aptas para el riego.

Considerando. Que según nuestro relevamiento:

- La zona no posee agua corriente de ose ni saneamiento de aguas residuales.
- El crecimiento de la población de Melilla.
- El probable incremento de la utilización de suelos para la producción.
- Que actualmente solo una parte de los productores riegan y que dichas prácticas deberán generalizarse para aumentar los volúmenes y calidad de producción.
- Que el recurso agua no es abundante en la zona.

Concluimos. Deben realizarse estudios de calidad de agua para consumo humano.

- Debería llevarse adelante un plan de saneamiento de aguas residuales.
- Sería recomendable continuar con el plan de riego a partir de la construcción de una represa que se provea el agua superficial circundante.
- Debería tratar de evitarse el uso de agrotóxicos en la zona.

IV. Bibliografía

- Ander, E. Interdiscipliniedad en Educación. Magisterio del Río de la Plata. Argentina.
- Burgos, J. y Corsi, W. Estimación del balance de agua en la República Oriental del Uruguay. IV Reunión de la Comisión Asesora del Programa de Conservación y Manejo de tierras y aguas. IICA, Zona Sur.
- Estol, E. Artículo base para exposiciones DUMA-Dirección General de Recursos Naturales Renovables. División Uso y Manejo de agua. Set. 1992, Montevideo, Uruguay.
- Hofstadter, R.; et. al. Problemática del agua en la agricultura. Serie «Agua en la agricultura del Uruguay». Boletín nro. 4, DUMA, MGAP, 1979, Montevideo, Uruguay.
- JUMECAL. Proyecto de riego para la zona de Melilla.
- Revista española nro 155. Fundamentos y alcance de la interdiscipliniedad en la investigación pedagógica. José Vicente Merino Fernández. Universidad Complutense de Madrid. enero-marzo 1992.



El Centro de Investigaciones Nucleares

Marianella Maxera - María L. Garcimartín
Profesoras de Física de Educación Secundaria

Más de una vez, los docentes de Física nos hemos preguntado un día, cuantos de los alumnos que tenemos en la clase, se apasionarán por la asignatura y terminarán trabajando en una profesión vinculada a ella. Nos preguntamos como hacer para despertar en ellos esta vocación. Tratamos por todos los medios de hacer atractiva la materia en sí, pero nos olvidamos que uno de los nutrientes más importantes en la formación de una vocación es la existencia de referentes que sirvan como modelos para los alumnos. En este sentido nuestra tarea se ve limitada, pues, aparte de nosotros mismos no contamos con la posibilidad de encontrar muchos ejemplos en la vida diaria, a diferencia de lo que sucede en otras áreas. Es mucho más frecuente oír decir a un muchacho "voy a ser Médico" que "voy a ser Físico", porque el Médico está allí, conviviendo prácticamente con él. Por otro lado, cuando queremos recurrir a ejemplos de Físicos, los referentes son lejanos en tiempo y espacio. ¿Por qué entonces, no empezar a acercarnos a los trabajos que nuestros Físicos están desarrollando en este momento?

Hay que abandonar Avenida Italia y seguir la calle Matajojo hacia Malvin Norte. La brusca variación del entorno puede producir la sensación de que uno ha equivocado el camino. En pocos metros, las bajas edificaciones se vuelven más precarias y dispersas, desaparecen las veredas que son sustituidas por campos con claros signos de abandono, y el rumor del tráfico se amortigua para dejar paso a la calma propia de una región despoblada. Solo la calle asfaltada permanece como vínculo y promesa de un destino, transformándose así en hilo conductor con el edificio cuya silueta alcanza finalmente a divisarse más adelante. Luego de torcer a la izquierda, un cartel confirma que hemos llegado al Centro de Investigaciones Nucleares. A la derecha, como a cuatrocientos metros, se puede ver un edificio en construcción: allí funcionará en el futuro la Facultad de Ciencias Exactas.

Entrando en las instalaciones del C.I.N. y siguiendo la escalera hasta el primer piso, nos encontramos con el Departamento de Radiofarmacia y Radioquímica donde fuimos recibidos por el profesor Washington Calisto y Milka Iglesias con quienes conversamos acerca de los comienzos del Centro y de las actividades que actualmente se realizan en él.

Objetivos del C.I.N. y principales líneas de investigación

El C.I.N. fue creado para desarrollar las aplicaciones de la Tecnología Nuclear con fines pacíficos en nuestro país. Más tarde, cuando se creó la Facultad de Ciencias, el

Consejo Directivo Central de la Universidad de la República decidió la integración del C.I.N. a la misma.

Los objetivos actuales del C.I.N. son la docencia, la investigación y el desarrollo de la Tecnología Nuclear en diversas disciplinas científicas. Pueden distinguirse en el C.I.N. cuatro grandes áreas de trabajo que se desarrollan a través de cuatro Departamentos:

1. El Departamento de Instrumentación Nuclear, cuya principal línea de investigación es el mantenimiento de medidores de humedad por termalización neutrónica.
2. El Departamento de Radiofarmacia, que estudia la Tecnología Nuclear aplicada a la medicina preventiva y diagnóstica. Dentro de este objetivo se encuentra la implementación de un plan nacional de detección sistemática del hipotiroidismo neo-natal para la prevención del retardo mental.
3. El Departamento de Radioquímica y Radiofísica que investiga, entre otras cosas, los efectos biológicos de los campos magnéticos y de las radiaciones.
4. El Departamento de Técnicas Nucleares Aplicadas; una de las líneas de investigación es la parasitología. Se trabaja en el desarrollo de una vacuna irradiada contra la Fasciolosis hepática con el fin de conferir inmunidad en bovinos.

También funciona la Unidad en Desarrollo de Protección Radiológica, siendo uno de sus objetivos el estudio de las condiciones radiosanitarias ocupacionales.

Un Centro al servicio de la comunidad

En sus comienzos, hacia 1978, el Instituto adquirió un reactor nuclear diseñado para trabajar con una potencia de hasta 100 kW. El reactor fue utilizado con fines educativos en diversos cursos llegando a funcionar con potencias cuyos valores estaban comprendidos entre 1 y 2 kW. Luego de algunos desperfectos y varios intentos frustrados de reparación, dejó de funcionar en forma definitiva. A aquellos cursos, que aún hoy se siguen dictando, concurrían estudiantes de diversas áreas: Agronomía, Medicina, Ingeniería, Profesores de Química y de Física, etc. Uno de estos cursos, es el Curso Básico de Metodología de los Radioisótopos, cuyo objetivo es la enseñanza de todos los conocimientos básicos imprescindibles para trabajar con fuentes radiactivas abiertas. Este curso, que comienza a fines de Marzo, se desarrolla en el horario de la mañana y tiene una duración de tres meses. El Centro ofrece además, la posibilidad de conocer sus instalaciones a través de visitas guiadas, que los profesores pueden realizar con sus alumnos.

El C.I.N. también efectúa tareas de asesoramiento y servicio dirigido a sectores productivos de salud, medio ambiente y otros. Por ejemplo, ellos promovieron la compra por parte de esta Intendencia de instrumentos para medir la intensidad de las ondas de radio emitidas por las antenas de las emisoras, haciendo posible la instrumentación de sanciones en aquellos casos que fueran superados los valores permitidos.

También se le pidió al Centro que elaborara un informe acerca de la Radioactividad que se había detectado en las playas de Atlántida.

Con los profesores W. Calisto y M. Iglesias conversamos sobre diversos temas, entre ellos la inviabilidad de que se concretara un viejo proyecto de instalar una Central Nuclear en Paso de los Toros, pues según nos explicaron, los riesgos y la seguridad siguen planteando serias objeciones para su realización.

(Por más información es posible comunicarse con el C.I.N. llamando a los teléfonos: 55-08-00 y 55-09-01.)

RADIACIONES NO-IONIZANTES (1)

*Químico Washington Calisto - Prof. adjunto del Centro de Investigaciones Nucleares
Facultad de Ciencias, Montevideo*

Radiaciones No-Ionizantes (RNI)

Radiaciones no-ionizantes, como su nombre indica, son aquellas formas de transferencia de energía que no permiten, por su acción directa sobre los átomos con los que interactúan, desprender electrones orbitales, es decir, ionizar esos átomos. Si de radiaciones electromagnéticas se trata, estamos hablando de fotones de menos de 12 electrón-voltio (eV).

RADIACIONES

NO-IONIZANTES ELECTROMAGNÉTICAS

Radiaciones ultravioletas (UV)

Esta forma de radiación, que se encuentra en el extremo más cercano a las radiaciones ionizantes, comprende una banda de frecuencia entre 3000 THz y 750 THz. Se iden-

tifican como UV-C, UV-B y UV-A. Naturalmente, procedentes del Sol recibimos las UV-A y en menor proporción las UV-B. Las UV-C son absorbidas por la capa de ozono atmosférica. Esto último, frente al problema de la disminución del ozono de las capas altas de la atmósfera hace que posiblemente aumente la cantidad de UV-B y UV-C que llega a la superficie terrestre. Puesto que estos rayos tienen propiedades magnéticas, efectos graves sobre la vista, etc. han multiplicado los estudios y controles al respecto.

Entre otras fuentes a tener en cuenta son, aparte del uso en laboratorios en control bacteriológico o de análisis, el empleo de UV para bronceadores de la piel "hecho en casa".

Luz visible (LV)

Corresponde a la banda de frecuencia de 750 THz a 385 THz (violeta a rojo). La natu-

(1) Este artículo fue publicado en la revista Ingeniería Química, N°8 / Nov. 1994

raleza, vía visión, permite apreciar las frecuencias componentes, con las ventajas para la supervivencia (y el gusto estético) que ello implica.

Respecto a su acción biológica, y reconociendo su importancia positiva como es en la fotosíntesis vía clorofila, no existen mayores problemas con las longitudes de onda, y sí con la intensidad de la radiación. En este terreno se podría incluir la luz laser (visible) donde la coherencia y la potencia alcanzadas pueden dar lugar a transferencias de energía muy importantes con cambios en las estructuras biológicas apreciables.

Infrarrojos (IR)

Este grupo, que provoca a nuestro organismo la sensación de calor, incluye las frecuencias de 385 THz a 0,3 THz (correspondientes a longitudes de onda de 0,78 micras a 1 milímetro).

La naturaleza, una vez más, ha dotado de márgenes de seguridad a sus seres. Todo radica en no excederse de cierta acumulación de energía que provoque una elevación de temperatura, la que a su vez modifique las funciones vitales (alteraciones estructurales de proteínas, desactivación de enzimas, etc.). Para esto nuestro organismo, por ejemplo, nos dotó de reguladores de temperatura corporal, con el fin de mantener las funciones vitales en los alrededores de 37°C.

Aquí también el mayor problema radica en la intensidad de la radiación, tanto para la piel como para los ojos. Respecto a estos últimos, la longitud de onda es motivo de que penetren más o menos según el medio que van atravesando (cornea, humor vítreo, cristalino, acuoso).

Radiofrecuencias (RF)

Esta forma de radiación, con longitudes de onda de 1 milímetro a cientos de metros, está ampliamente difundida, especialmente en el ámbito de las comunicaciones.

Se incluye aquí las ondas de radio (AM, FM, TV, etc.), radares, microondas.

La problemática, referida a los efectos biológicos, obedece, como en casos anteriores, a la intensidad de radiación que recibe el blan-

co (directamente relacionado con la potencia de emisión). Frente a esto existen pruebas de fenómenos de resonancia según la parte del cuerpo y la frecuencia. Este hecho, merece más atención porque en esos puntos la absorción de energía es mayor, y los efectos multiplicados (ej. en un ser humano adulto, especialmente la cabeza, se observa una mayor absorción de energía a 70 MHz).

Aparte de los efectos directos, calentamiento, shock eléctrico, etc., se están estudiando a fondo posibles efectos, más difíciles de evaluar, pero potencialmente nocivos en efectos estocásticos (cambios en el flujo iónico a nivel celular, modificaciones sanguíneas y posibles cambios mutagénicos).

Las microondas introducidas directamente introducidas en el hogar por medio de los hornos de microondas, ha renovado el interés por su estudio, especialmente a nivel de efectos sutiles y no solamente un calentamiento.

Los límites de potencia aceptados en muchos países están basados actualmente en los efectos térmicos provocados. Pero ante una avalancha de trabajos que inclinan la balanza a favor de efectos no-térmicos más o menos nocivos, lleva a corregir los límites establecidos.

Extremadamente bajas frecuencias (EBF)

Las líneas de transmisión eléctrica son emisores de radiaciones electromagnéticas, de baja frecuencia. Puesto que los efectos, como ya se dijo, dependen de la intensidad emitida, pero además de la frecuencia se están realizando estudios para demostrar, o descartar, hipótesis sobre efectos negativos para la salud.

Efectos cancerígenos, variaciones en el comportamiento (no solo humano, sino también en el ganado, por ejemplo, afectado por líneas de alta tensión que atraviesan haciendas), cambios en el sistema inmunitario, alteraciones en el sistema nervioso, etc.

Todo esto incluye líneas de bajo voltaje domiciliarias, que si bien es menor la energía emitida, también la distancia a los blancos afectados es menor. Se ha llegado a cuestionar hasta las mantas térmicas eléctricas.

Campos eléctricos y magnéticos (CE y CM)

Existen campos de fuerza que interactúan con el medio y los seres. El caso de los CE no es tan frecuente ni crítico, normalmente (ej. cargas eléctricas acumuladas en una fotocopiadora) aunque los efectos directos de descarga (shock) pueden ser importantes.

Para campos magnéticos encontramos un ejemplo directo en los equipos para diagnóstico médico de resonancia magnética nuclear. En estos, el paciente se somete a campos magnéticos de 20.000 a 30.000 veces superior al terrestre. Se han detectado en el sistema enzimático, en la orientación de macromoléculas del sistema inmunitario, etc.

Sin contar con los efectos directos, y violentos, sobre objetos de metal, férricos (por ej. prótesis metálicas). La emisión de radiofrecuencia asociada a la RMN también puede afectar los marcapasos.

RADIACIONES NO-IONIZADAS, NO ELECTROMAGNÉTICAS

Ultrasonidos

En este plano se refiere a las vibraciones mecánicas (no necesitan un medio materia para transmitirse), caso del sonido, transmitido por ejemplo por el aire, en una sucesión de zonas de compresión y descompresión a una velocidad de 1 millón de veces menor que las radiaciones electromagnéticas.

Acotando las observaciones a los ultrasonidos (frecuencias superiores a 20 KHz), se tiene contacto habitual con ellos, y derivados de actividades humanas, por ejemplo en medicina. Los ecógrafos permiten observar la evolución del feto en el vientre

materno, al igual que de otros órganos, con posibilidades de un diagnóstico menos agresivo que los rayos X. También se emplean con fines terapéuticos.

Aunque son considerados menos agresivos que los rayos X (radiación ionizante), por ejemplo en la observación de un embarazo, no son totalmente inocuos. Se han observado efectos derivados de la cavitación (o implosión de microburbujas de gas disueltas en la sangre, por ejemplo, o rotura directa de células sanguíneas, etc.). Esto sugiere que las frecuencias empleadas deben ser las correctas y el empleo de este modo de diagnóstico debe darse sólo en situaciones justificadas, con validez científica.

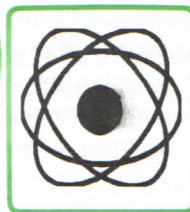
Conclusión

Los efectos de las radiaciones ionizantes y todo su entorno de aplicaciones bélicas, industriales, médicas, enmascararon durante mucho tiempo el estudio sistemático de los efectos de las RNI.

Ahora se está abordando con más empeño el estudio sobre estas formas de transmisión de energía con las cuales convivimos.

Si bien naturalmente siempre se han recibido (sol, galaxias, tormentas eléctricas, CM terrestre, etc.). La naturaleza ha tenido tiempo de adaptar biológicamente a sus seres. Pero el impacto, en pocas decenas de años, de campos energéticos generados artificialmente, de intensidades muchas veces de miles de millones de veces superiores a los naturales, obliga a pensar si esto no podría alterar la calidad de vida y la evaluación natural, al no contar la naturaleza con tiempo para modificar especialmente a sus seres más complejos, como nosotros mismos.

EPISTEMOLOGÍA E HISTORIA DE LA CIENCIA



Prof. Mario Guerra

Coordinador del laboratorio de IAVA. Consultor de la UNESCO. Profesor del IPA

La lectura atenta del Proyecto de Programas, elaborado para la Reforma Educativa en el Area de Ciencias Naturales, ha merecido de nuestra parte, las siguientes consideraciones, las cuales constituyen una expresión de nuestra preocupación presente y futura.

Lo que aquí se expondrá, NO tiene como meta, dificultar el proceso de la Reforma, que tal vez sea necesaria. No hay seguramente, docente alguno que este plenamente satisfecho con sus logros pedagógicos en disciplina alguna. De manera que, presentar discrepancias u opiniones discrepantes con algunos aspectos esenciales de la Reforma proyectada, no significa que preconicemos el mantenimiento de una estructura que nos resulta cada día menos satisfactoria. Nuestra aspiración es plantear una instancia de reflexión, sobre los Programas elaborados para las Ciencias Naturales. Porque TÉCNICAMENTE están mal estructurados.

Lo que ocurre con la disciplina Física, es demasiado serio, para que el silencio y la aceptación callada, sean las únicas respuestas. Estimamos que se ha cometido un profundo error.

Hay aspectos técnicos en estos Programas, que a nuestro juicio, los hace pasibles de una profunda modificación y corrección. Se deslizan en ellos, errores de diversa índole: estructurales, conceptuales y de doctrina educativa. Es posible que su implantación no se realice aún en forma general, y es probable que exista la eventualidad de corregir en ellos, aspectos notoriamente deficitarios. Los comentarios que siguen, están referidos a diversas apreciaciones contenidas en los Programas que fueran oportunamente divulgados.

(1) En la Introducción de las «Consideraciones Generales», se expresa: «Durante el curso de este último siglo, las Ciencias Naturales han ido incorporándose progresivamente a la sociedad y la vida social, transformándose en una de las CLAVES ESENCIALES (subrayado nuestro) para entender la cultura contemporánea». Esta afirmación es incorrecta. No es en «el último siglo», que la Ciencias Naturales se han incorporado a la vida social. La Ciencia hunde sus raíces en los orígenes de las civilizaciones. LOS AVANCES CIENTÍFICOS han sido elementos distintivos esenciales de los grupos humanos que han conformado la Historia de la Humanidad. En consecuencia, la afirmación es errónea. Pero además, encierra una contradicción objetiva. Puesto que llama poderosamente la atención, el escaso peso de los aspectos vinculados a Física que destinan los Programas propuestos. Situación esta, agravada por el dislocamiento que se evidencia entre los diferentes puntos que aun subsisten.

De hecho, lo que se entiende por Física, se ha «barrido» de los tres primeros años del Ciclo Medio. A pesar de los propósitos declarados anteriormente. Se puede argumen-

tar: «existen temas de Física en el curso de 2º Año y varios más en el correspondiente al 3er Año». Es exacto. Pero la forma totalmente esquemática, sin conexión alguna, simplemente como una adición temática, equivale, en definitiva, a una cancelación de la disciplina. Una disciplina básica, de carácter fundamental en la comprensión de la naturaleza, no se puede plantear como un conjunto desordenado, caótico, de temas.

¿Es esta la importancia que se da a la Ciencia en los actuales Programas? ¿Es este el sentido que se debe dar a las palabras «CLAVES ESENCIALES»?

En la recopilación «The Basic Writings of Bertrand RUSSELL», que realizaron R. E. Egner y L. E. Denonn para la Editorial G. Allen y Unwin, se lee en el Cap.XVI, pag. 913, entre otras consideraciones:» ...la Física, que es la más avanzada de las Ciencias, constituye una de las piedras angulares de nuestra comprensión del mundo...». Si bien, se trata de un juicio de opinión, tiene el mérito de la autoridad intelectual de quien lo emite. La Física, que conforma el fundamento de las teorías de punta sobre las cuales se edifican las concepciones más elaboradas de la Química y la Biología ACTUALES, es, sin embargo, la que

tiene MENOR INCIDENCIA EN LOS TRES PRIMEROS AÑOS DEL CICLO BÁSICO proyectado. Es la más dañada en su estructura general.

Teorías actuales acerca de la herencia, diferentes de las opiniones clásicas mendelianas, como las «llamadas teorías del azar» de Motoo KIMURA, se han construido a imagen y semejanza de la Física Cuántica. La contradicción parece evidente. Por lo menos, el criterio de elaboración programática, se presenta como seriamente desajustado.

Enfocando el problema desde un punto de vista cultural, es indudable que si ha existido un conocimiento que ha sacado a la Humanidad de su retraso, que ha modificado las condiciones de vida de las sociedades, este es el conocimiento físico. Los descubrimientos de la Física, permiten separar las diferentes etapas en las cuales las sociedades evolucionaron. Porque es una de las mayores creaciones intelectuales y concretas, que ha realizado la Humanidad en su largo camino, desde los oscuros comienzos. Se trata entonces, de un relegamiento, inexplicable y sin bases convincentes, de una Ciencia indisolublemente unida al concepto de Progreso.

La Física, propone y genera problemas de naturaleza tal, que motivan, la investigación filosófica, y el surgimiento de nuevos sistemas de ideas y pensamiento ;que plantea asimismo, problemas motivantes del avance de las Ciencias Formales (como la Lógica y la Matemáticas). En los tiempos actuales, varios problemas de naturaleza cosmológica, NO pueden ser resueltos, debido a que los formalismos matemáticos existentes son insuficientes. Por este mismo motivo, las Ciencias Formales se han abocado a la búsqueda y concreción de NUEVOS FORMALISMOS. Otros formalismos, vacíos de interpretación, sin aplicación concreta alguna en el momento de su gestación, adquieren significación y preponderancia, cuando se transforman en herramientas de las interpretaciones físicas. Bastaría citar los casos de la Geometría riemanniana, y el Calculo Tensorial creado por T. Levi-Civita y Emile Cartan.

Que en los tiempos actuales, sea necesario realizar un argumento PARA FUNDAMENTAR la necesidad de ampliar el espacio pedagógico destinado a la Física, en la etapa de aprendizaje básico, nos parece verdaderamente increí-

ble. Que la disciplina que amplió el panorama cósmico del hombre, que colocó a este en el espacio exterior, que ha construido dispositivos y modelos esenciales para las investigaciones vinculadas a la Vida, en el estudio de las estructuras genéticas, en la antropología, la arqueología, la arquitectura, la geología, DEBA JUSTIFICAR su importancia para permanecer con dignidad y respeto en el currículo de un aprendizaje básico, no es correcto. Sugiere, que hay algo mal realizado.

Sin embargo, esta situación de relegamiento inexplicable, es concreta: los alumnos de nuestro País, van a aprender menos de una Ciencia que esta unida en forma inseparable al desarrollo y crecimiento de las sociedades. En el terreno tecnológico, los productos de la Física, son genuina expresión de nuestro tiempo (electrónica, cibernética, circuitos lógicos, elementos de apoyo insustituibles en las técnicas de la salud). Estos asuntos NO son, ni juicios de opinión ni menores.

NO HAY Química EN SERIO, sin Física; NO HAY Biología EN SERIO, sin Física y sin Química. Son hechos corroborables. No son juicios propios de un debate. El conocimiento de las Ciencias Físicas en las sociedades, es un elemento de poder, desarrollo, y oportunidades para sus miembros. En todas ellas, la Física ocupa un lugar PREPONDERANTE, en el aprendizaje temprano de los jóvenes. No obstante, este proyecto, en lo referente a las Ciencias Naturales, nos dirige en el sentido opuesto. Donde la DESCRIPCIÓN, sustituye al ANÁLISIS CONCEPTUAL. NO es posible profundizar en NINGUNA Ciencia, sin un marco teórico debidamente elaborado. Aun al nivel más elemental. Parecería razonable, tener en cuenta la opinión de quienes están construyendo la Ciencia y la Cultura de nuestro siglo. Esas opiniones, NO se fundan en «pareceres», sino en logros. Los alumnos, deben ser acercados a ese conocimiento. NO marginarlos de él. Estamos ante una situación absurda.

¿Se puede dudar acerca de la contribución que la Física realiza, en el desarrollo del juicio crítico? ¿Se puede dudar acerca del apoyo que el análisis de sus temas promueve en la formación intelectual de los individuos?

Estimamos que estas preguntas se responden solas. La Historia de la Humanidad las ha respondido hace siglos. Entonces, ¿es razonable sustituir el peso de una disciplina

de carácter eminentemente FORMATIVO, por un conjunto de afirmaciones de carácter DESCRIPTIVO? La cuantificación, elemento fundamental del conocimiento concreto, en el esquema programático planteado, esta considerablemente relegada. No es posible basar todo el aprendizaje en actividades recreativas, que no promueven discusión y análisis crítico. No alcanza con «ver cosas». Hay que INTERPRETAR hechos. De lo contrario, NO se promueve la comprensión eficaz. No se debe confundir el juego como elemento que contribuye al aprendizaje, con la superficialidad.

(2) Seguidamente, se expresa:» El conocimiento de las Ciencias Naturales, tanto en sus elementos conceptuales y teóricos como en los metodológicos y de investigación, capacita a los alumnos para comprender la realidad natural...», «El objetivo primordial debe ser introducir al alumno en el valor funcional de la ciencia... así como ayudarles a adquirir los instrumentos necesarios para indagar la realidad...».

Estas afirmaciones, son objetivos del proyecto. Como tales, deben apoyarse con procedimientos adecuados y concretos. En caso contrario, son declaraciones o intenciones, pero en modo alguno, acciones que transformen a las mismas en metas alcanzables.

A juzgar por la temática y por las directivas que acompañan al programa, esencialmente DESCRIPTIVAS, ese objetivo NO es alcanzable. ¿Por que? Porque se plantea un conjunto de opiniones, NO CONCRETAS, extremadamente generales, referidas a opiniones que se repiten desde hace mucho tiempo a esta parte, por diversos autores, pero que difícilmente se trasladan a la tarea del aula. Se dice QUE hay que hacer, pero NO se dice COMO hacerlas.

Esas opiniones, además, tienen en la mayoría de los casos, una estrecha relación con el contexto social, al cual se aplican. En consecuencia, no siempre son opiniones trasladables a nuestro contexto educativo, sin tomar en cuenta elementos muy diversos y concretos. Hay otros aspectos, que deben señalarse: enfocar la Ciencia, con el «objetivo primordial» de rescatar «el valor funcional», es un concepto discutible.

Cuando se enseña una Ciencia, NO es solamente por su «valor funcional», sino, preponderantemente, por su valor formativo. Sin que ello signifique, que los pretextos didácticos, incluyan aspectos concretos y llamativos para los alumnos de este tiempo, en el cual, precisamente la Física a generado un producto tecnológico digno de orgullo y maravilla.

(3) Se afirman cuestiones ERRONEAS. Se expresa: «Las Ciencias Naturales se CARACTERIZAN por el estudio empírico de la realidad natural...»(subrayado nuestro). Desde hace mucho tiempo se sabe que las cosas NO son así. Parece claro, que quienes asentaron esta opinión, hace mucho tiempo que se encuentran al margen del desarrollo actual de la Ciencia. La afirmación anterior, como criterio general demarcatorio, es equivocada.

El aspecto experimental, en las Ciencias Naturales, es UNO, entre muchos. Que juega un rol importante, pero no exclusivo, en la caracterización de esta forma organizada de conocimiento que llamamos Ciencia. Este rol es preponderante en la REFUTACION de los modelos creados. Pero la función del experimento, como elemento desencadenante de la inducción empírica, plantea problemas de dificultad epistemológica esencial, desde el momento que elabora «universales» a partir de «particulares». Como procedimiento de investigación y obtención de leyes, el experimento ha perdido el carácter que le atribuyera el empirismo clásico inglés. Los trabajos de Alexander KOYRE, Alan CHALMERS, y sobre todo Karl POPPER por citar algunos, son reveladores en este sentido. Sin olvidar la crítica clásica de Hume, sobre este mismo asunto, realizada en el siglo XVIII.

No se entienden las razones que han llevado a IGNORAR estas fundadas y elaboradas opiniones. Ninguno de estos aspectos que modifican la concepción científica, se han tomado en cuenta a juzgar por lo escrito.

Inculcar, que el experimento es el elemento fundamental sobre el cual se elabora la Ciencia, ES UN ERROR. Preconizar esta idea en un curso introductorio, es contribuir a fijar un concepto inexacto. Esto NO es un asunto de interpretación. Esta dicho en el Programa y esta equivocado.

La Ciencia, en los tiempos actuales, esta llena de concepciones que NO tienen contrastación experimental. Se trata de construcciones intelectuales, abstractas, que funcionan como conectores de los modelos. Los ejemplos sobran y no deberían desdenarse.

La llamada «Física del Caos o de los Sistemas Dinámicos Desordenados», basa importantes conclusiones, en ideas que NO son siempre directamente experimentables; la «Física Estadística», introduce conceptos con carácter de Principios (como la ERGODICIDAD), que nada tienen que ver con lo experimental, sino con el comportamiento promedial en el espacio y el tiempo de las variables que gobiernan a los sistemas de muchas partículas.

Aceptar al experimento, como único elemento decisivo, es inducir a un error conceptual. Se podría expresar, ante esta crítica: ninguno de los ejemplos citados en la refutación de la opinión vertida en el Programa, son de aplicación en un curso básico e introductorio. Esta respuesta, no es válida.

Del mismo modo que la Historia no puede modificar el orden temporal de los hechos, ni la Filosofía cambiar la esencia conceptual de un sistema de ideas, sin dejar de serlo, la Ciencia tiene un plano de referencia conceptual, que DEBE SER respetado. NO ES LO MISMO UN PLANTEO ELEMENTAL, QUE UN PLANTEO ERRONEO. Que las propuestas didácticas sean sencillas, no justifica en modo alguno, que aquello que constituye la esencia de una disciplina, se desvirtúe, se desdibuje y se quebrante.

¿Que no es fácil conciliar estos aspectos? Naturalmente que no lo es. Pero además, HAY QUE SABER como realizarlo. Es evidente, que ha existido aquí, un rotundo fracaso.

(4) Se afirma: «las Ciencias Físicas se contraponen a las Ciencias Formales», porque realizan «estudios empíricos». La Relatividad General, es un modelo construido sobre una estructura formal (la Geometría Riemanniana, y el Análisis Tensorial), que pretende una geometrización adecuada del espacio-tiempo; la Física del Caos introduce una estructura formal (la Geometría Fractal); la Mecánica Clásica de Newton se elabora sobre la estructura topológica del

espacio y el tiempo; la Física Cuántica de Schroedinger, funda sus principales conclusiones, a partir de un concepto abstracto, el de función de onda, QUE INTERPRETAMOS como una distribución de probabilidad. Reducir, en consecuencia, la confrontación entre Ciencias Físicas y Ciencias Formales, del modo que esta dicho en el Programa de la Reforma, es un concepto CADUCO, visto desde un ángulo epistemológico.

En su artículo «Appreciation in Science», inserto en la Revista SCIENCE, 133, del 27/1/61, paginas 256-259, Robert SNOW, afirma «la investigación tiene aspectos ARTISTICOS, que son fundamentales, en la creación de un sentimiento positivo en quien emprende la tarea». Porque la Ciencia, y la Física en particular, tiene indudables aspectos artísticos, ya que cultivarla, es participar de actos de creación. Es claro, que el concepto NETAMENTE UTILITARIO, que se preconiza, agravado por una concepción unilateral, DOGMÁTICAMENTE DIALÉCTICA, se opone completamente a la opinión que sostienen en la actualidad, los científicos de todo el mundo, que construyen la Ciencia a diario.

(5) Se afirma: «el alumno que comienza la etapa de su adolescencia, es capaz de comprender conceptos, razonamientos e inferencias de carácter abstracto, OPERANDO SOBRE SIMBOLOS Y REPRESENTACIONES FORMALIZADAS (subrayado nuestro)...».

El logro de la transferencia de un formalismo a otro campo del conocimiento, ES UN OBJETIVO. Pero en modo alguno una hipótesis sobre la cual, en forma axiomática, se pueda fundar una acción.

Desconocer este hecho, es despreciar un dato esencial de la realidad laboral del aula, que día a día, comprueba cualquier Profesor de Ciencias, en cualquier Liceo, en cualquier parte del País. Se trata de un asunto que ha ocupado a pedagogos y psicólogos en los últimos 50 años. Y precisamente, estos investigadores, NO están plenamente de acuerdo, sobre la forma de lograrlo. Se desprendería de la lectura de las directivas del Programa, que esta meta, es sencilla de realizar, sin que existan directivas precisas a los agentes del cambio: los Docentes. Estimamos que es una aspiración. En modo alguno, una directiva concreta.

(6) Se afirma: «Es necesario que la trasposición del conocimiento se realice, en una primera instancia, de forma que el alumno pueda concebir, estudiar y analizar los fenómenos como un todo interrelacionado, en el cual lo físico, químico y biológico se articulen concertadamente en una expresión única». La pregunta es: ¿cual es el sentido operacional que se debe dar a este objetivo? ¿Como debe el alumno realizar la «disección» de un fenómeno, es decir analizarlo, para efectuar posteriormente la síntesis? ¿Cuales son los elementos que el Programa define como guías, para establecer esta búsqueda? Si este aspecto NO se apoya en directivas metodológicas, la frase es una intención. En modo alguno algo que se pueda concretar en hechos tangibles.

(7) Se afirma que la acción emprendida en los cursos de Areas, «DEBERIA (subrayado nuestro) conducir, no obstante a que los alumnos se encuentren en condiciones de comenzar a trabajar las diferencias entre las disciplinas, en cuanto a su objeto de estudio, sus procedimientos y sus formas de abordar teóricamente el análisis de la realidad».

Esta frase, por su propia estructura gramatical, indica que nos encontramos frente a un experimento pedagógico, cuya base no se aprecia como debidamente estructurada.

La cuestión es importante, porque el aprendizaje por areas, necesariamente sacrifica aspectos de la profundidad individual, en aras de un aprendizaje de procedimientos generales, cuya transferencia a los terrenos particularizados del conocimiento, NO ES INMEDIATA NI SENCILLA. Las diferentes disciplinas científicas, tienen aspectos propios de indagación. El rotulo «método científico», designa un conjunto de acciones diversas, cuya aplicación concreta es diferente según el área al cual se le destina. Entonces: ¿cual es el grado de éxito o fracaso que este tipo de planteo por areas conlleva?, ¿ha sido cuantificado?, ¿o se trata meramente de opiniones? No esta claro. Pero debería estarlo, porque es un asunto crucial. De hecho, la enseñanza por areas ha sido desterrada de varios países avanzados, donde se le aplico en alguna época. ¿Se tomo en cuenta este dato al plantear el esquema curricular?

Pero hay otro aspecto en este problema, de enorme importancia, además de lo discutible que ya es, el enfoque por Areas. ¿Donde están los Docentes que afrontaran esta acción? Enseñar por Areas, NO es acumular y juxtaponer conocimientos de diferentes disciplinas. Se trata de un «modo de pensar y actuar» diferente. Implica un cambio profundo en la operativa docente. Que no es posible resolver con una cartilla de «cuestiones a tratar», ni con breves acciones de «reciclaje». Los proyectos más elaborados en este sentido, revelan las dificultades con las cuales se lucha al tratar de resolver esta cuestión CRUCIAL.

Sostener, que en el Ciclo Primario, se aprende por areas sintetizadas en la figura del Maestro, es un punto discutible, generalmente inexacto. Si hay algo en lo que la enseñanza elemental escolar, generalmente fracasa, es en el terreno de las Ciencias, sean estas fácticas o formales. Tomar esto como punto de referencia, es por lo menos, riesgoso.

(8) Plantear que el Profesor NO es «un transmisor de conocimientos» sino un agente de interrogantes que sugiere actividades, es una opinión aceptada desde que la Humanidad conoció las enseñanzas socráticas. En este aspecto, la Reforma no dice nada nuevo. Se trata de un «descubrimiento», que tiene 25 siglos, y que constituye una herencia fundamental en nuestra cultura occidental.

Es necesario dilucidar otros puntos: ¿como es posible que los alumnos, en forma general, accedan a una comprensión básica de elementos específicos de las diferentes Ciencias, sin que ello signifique REDESCUBRIR EL MUNDO, cosa que no es realizable ni recomendable?, ¿será posible que los estudiantes analicen las propiedades y leyes de la Termodinámica de los «sistemas vivos», SIN CONOCER LOS ELEMENTOS fundamentales de la Termodinámica?, ¿como se ha de comprender el funcionamiento del sistema óseo del cuerpo humano, SIN CONOCER LOS ELEMENTOS BASICOS DE LA ESTATICA, LAS FUERZAS, LOS MOMENTOS Y LAS ROTACIONES, mediante un cuidado desarrollo de estos puntos?

NADA de lo que se incluye en los TRES AÑOS del proyecto, habilita a estos conocimientos, CON LA SERIEDAD que ello requiere.

Incluir «Los Principios de Newton» en los cursos de 2º. Año, NO es suficiente. Más aun. SEGURAMENTE ES UN ERROR. Porque los mismos están referidos, aunque NO se diga, a la Mecánica del Punto Material. Pasar de aquí, a la Mecánica básica de los Cuerpos Rígidos, NO es algo que pueda realizarse sin más ni más. Creer lo contrario, es desconocer un largo proceso del pensamiento científico clásico; es desconocer una acumulación de experimentos didácticos con los cuales los Docentes, día a día, desde hace mucho luchan por concretar en éxito.

ESTAMOS AQUÍ ANTE UN ERROR IMPORTANTE. Parecería, no obstante, que los redactores del Programa, piensan que esa transferencia DE LA MECANICA DEL PUNTO MATERIAL, a las propiedades de los sistemas materiales formados por muchas partículas, se puede realizar en forma «AUTONOMA» (sic).

(9) Se establece: «La organización de los contenidos de los cursos de Ciencias de la Naturaleza para los tres años del Ciclo Básico estará estructurada en base a una concepción DIALÉCTICA de la naturaleza entre la unidad y la diversidad que la caracterizan(subrayado nuestro)». Y seguidamente se establece: «Esto implica una concepción de la naturaleza en estado de EQUILIBRIO entre categorías opuestas, lo único y lo diverso que confluyen y se antagonizan dinámicamente en forma permanente el concepto de dialéctica deberá trabajarse de manera implícita e intuitiva durante el desarrollo de los diversos contenidos».

Que el enfoque dialéctico de las Ciencias Naturales, NO es en modo alguno el UNICO procedimiento valido, aunque es uno de los fundamentales, ha sido DEMOSTRADO POR CIENTIFICOS Y FILOSOFOS de fuste. Cabría mencionar en este sentido, tres opiniones relevantes:

- a) la sostenida por el físico Henry MARGENAU, en su importante obra «La Naturaleza de la Realidad Física» (paginas 30-33);
- b) la critica realizada por Bertrand RUSSELL en su monumental obra «Historia de la Filosofía Occidental», al referirse a la critica hegeliana y al sentido de la dialéctica. Sin olvidar el extenso y deta-

llado análisis que el mismo realizara en su notable escrito «Ensayos Impopulares».

- c) la critica realizada por el físico Bernard d'ESPAGNAT, en su notable obra «En Busca de lo Real».

¿Alguien puede creer que las grandes Teorías de la Física del Siglo XX, se han originado en una indagación EXCLUSIVAMENTE dialéctica? Son innumerables, las concepciones clásicas y modernas en el terreno de las Ciencias Fáticas, que no responden a una concepción dialéctica. No se entiende entonces, la razón por la cual se preconiza esta idea en forma exclusiva.

Sostener que «el equilibrio» es un «paradigma» de las ciencias de nuestro siglo, es científicamente equivocado y divorciado de la evolución del pensamiento actual. El análisis de los sistemas NO lineales, las fluctuaciones, la irreversibilidad, son conceptos ubicados en la base de los modelos que explican nuestra visión de la Cosmología, la Física, la Química y la Genética actuales. Proponer un enfoque contrario a este espíritu, es agudizar la brecha entre lo actual y lo caduco. Parece claro, que si se trata de «reformular lo antiguo», debería plantearse una estrategia educativa en el sentido de acercar a los estudiantes a los problemas actuales. Es evidente, que NADA de esto se encuentra ni siquiera SUGERIDO en la acción emprendida. Por el contrario, la supresión casi total de la Física en los Programas, es un elemento más, que contribuye a aumentar la distancia entre los conocimientos.

(10) Se afirma: »el curriculum para el área de Ciencias de la Naturaleza estará sustentada en la concepción bruneriana de «curriculum en espiral», tomándose así cuatro conceptos claves: energía, materia, interacción y cambio...». Si el enfoque es CLASICO, es claro que faltan innumerables elementos claves: el Principio de Permanencia, es esencial para la descripción de las entidades NO vivas en forma general, puesto que de lo contrario, la totalidad de la leyes fisico-químicas clásicas, quedan sin sentido; el rol del tiempo y la simetría en las leyes clásicas debería mencionarse tempranamente, porque es un elemento de distinción esencial entre lo clásico y lo moderno; el concepto de interacción

es MUCHO MÁS que solamente intercambio de un sistema con el ambiente, ya que presupone condiciones que NO ESTAN explicitadas en parte alguna del Programa que nos ocupa. Conceptos esenciales como, temperatura, presión, energía interna, calor, se encuentran insuficientemente tratados recién en 3er. año. Es decir, se trata de una inversión temática. Se pretende indagar en «las características UNIVERSALES que definen a los seres vivos...» y más adelante se expresa «se explorara algunas leyes que rigen todos los procesos de la materia a la vez que la diversidad en que se expresa lo vivo y lo no vivo...». Si se pretende estudiar cambios y transformaciones, es imprescindible definir CORRECTAMENTE los elementos del lenguaje. No hay Ciencia, si no hay lenguaje de sosten. En caso contrario, NO es Ciencia.

Algunos experimentos y observaciones más o menos pautados, NO SON suficientes para CONSTRUIR CIENCIA. Y es dudoso que algunas directivas tan generales como las que se imparten, conformen un conjunto significativo en el aprendizaje específico futuro.

(11) En la «Orientaciones Metodológicas», se indica:» el profesor... tratara de proponer actividades que permitan analizar hechos o utilizar contraejemplos que le hagan poner en cuestión sus propias ideas y que le permitan comprender las ventajas que aportan las ideas científicas que las sustituyan, de manera que se pueda llegar a producir un cambio conceptual en sus esquemas de conocimiento».

Es probable, que esto este unido a la aspiración de modificar el pensamiento aristotélico del movimiento, como se sugiere en el esquema destinado al 3er Año y que tienen la mayoría de los alumnos. La naturaleza de este problema, no es en modo alguno, trivial. AUNQUE SE CREA, MUCHAS VECES, QUE TIENE ese carácter. NO es nada simple descartar el modelo de Aristóteles, porque el mismo puede generar un modelo teórico, que en muchos aspectos se ajusta A LO OBSERVADO. Aunque fracasa al practicarse las mediciones. De cualquier manera, NO es un buen ejemplo de «teoría descartable sencilla». Se esta repitiendo algo que se dice desde hace mucho, pero que no se ha meditado adecuadamente.

En aspectos tan cruciales, seria necesario, además de decir QUE COSAS HAY QUE HACER, EXPRESAR COMO HACERLO. Puesto que se trata de un Programa Oficial, y como tal, aplicable por TODOS los profesores en todo el País, sin otra información que la contenida en las pocas paginas que lo desarrollan. La cuestión es pertinente, porque las actividades que se sugieren, NO apoyan la idea declarada al comienzo.

(12) Se propone: «Dentro de las múltiples actividades a desarrollar, cabe destacar el planteo de problemas de carácter abierto o situaciones problema, en los cuales LOS PROPIOS ESTUDIANTES TENGAN QUE DECIDIR LOS CAMINOS POSIBLES DE RESOLUCION Y SELECCIONAR LAS MAGNITUDES QUE EMPLEARAN...» (el subrayado es nuestro). Las probabilidad de diseñar una situación problemática, resulta de un aprendizaje que trasciende largamente a un pequeño grupo de experimentos y observaciones. Es imprescindible disponer de un excelente manejo de cuantías aceptablemente dimensionadas, de las leyes que rigen la situación y de los parámetros que gobiernan al fenómeno. Todo esto, es PREVIO y NO simultáneo con los experimentos introductorios y las clasificaciones sugeridas. En consecuencia: construyen problemas, quienes saben construirlos y disponen de los marcos teóricos necesarios. No es cuestión de proponérselo en forma voluntaria. Es muy probable, COMO CONTRAPARTIDA, que quien desconozca los aspectos esenciales de la Física o la Química de un problema, plantee situaciones IRRESOLUBLES, o de una complejidad tal, a pesar de su aparente sencillez, que el esfuerzo, en lugar de operar como una motivación, lo haga en sentido contrario, desalentando el aprendizaje. No alcanza con declarar una «intención metodológica». Es necesario pautar este trabajo. En caso contrario, la aleatoriedad puede tornar la idea en un despropósito.

(13) Entre las acciones de apoyo, para la gestión docente, se sugiere la utilización de «textos científicos provenientes de fuentes diversas, especialmente la prensa o revistas de divulgación científica de distribución masiva». Dicho de este modo, el propósito de apoyo al curso, NO parece ade-

cuado. La prensa, en pocas ocasiones tiene el rigor científico que implica este tipo de información. La lectura de revistas de circulación masiva, no es un rotulo que garantice seriedad y calidad. Por el contrario, lo que es «masivo», esta escrito para todos los lectores posibles, en forma indiscriminada. En general no están diseñadas específicamente, para formar una base en las Ciencias, porque sus metas son, naturalmente, otras. Son innumerables los ejemplos de revistas que distorsionan completamente la información, la cual se encuentra, generalmente, salvo muy pocas excepciones, plagadas de errores, que forman una base informativa deficiente. Más aun, se corre un peligro seguro: el simple hecho de ser algo escrito, da a los alumnos el sello de «bueno», lo que es claramente inconveniente en una etapa formativa. Promover este tipo de lectura, puede resultar contraproducente. La Ciencia, tiene un lenguaje. Seguramente, la prensa de distribución masiva, no será quien lo inculcara en los estudiantes. Estimamos que esta afirmación, sin más ni más, es un error.

Salvo que se establezca claramente, a cuales revistas se refiere el Programa. Pero ocurre que la Bibliografía recomendada no hace mención a este punto, ni realiza estudio ANALITICO alguno. Indicar sin directivas concretas un conjunto de lecturas, es equivalente a no hacer recomendaciones.

(14) En el desarrollo temático del programa, se fija a la materia como «principio unificador». ¿Cual es el concepto de «unificador»? ¿A que se refiere el Programa? ¿A la materia? El termino, en los tiempos actuales, y desde hace más de 60 años, tiene un significado PRECISO que no es el que aquí se le da. El problema de la «unificación», forma parte de un conjunto de teorías de punta en la investigación actual, QUE NADA TIENE que ver con este planteamiento.

Pero además, ¿por que se supone que la materia es el «principio unificador»? Ni la Ciencia actual, ni los científicos que CONSTRUYEN la Ciencia, piensan así. Se trata de un planteo antiguo, sin perspectiva alguna en el terreno actual de la Ciencia.

Estimamos que la pregunta planteada, o bien NO significa lo que aparenta decir, en

cuyo caso la confusión es considerable, o bien, significa lo que expresa y entonces se trata de un error. Sostener en ESTE siglo, que la materia es el principio unificador, es un error. Alcanzaría con mencionar el análisis del ya mencionado Bernard d'ESPAGNAT, para refutar esta afirmación.

Asimismo, cuando se analiza la energía, el fenómeno «más sencillo» que se propone es «la luz». Pero el estudio que se sugiere, poco o nada tiene que ver con la posibilidad concreta de examinar aspectos energéticos. Ello es así, porque ni la reflexión, ni la refracción y mucho menos la difracción (que son los fenómenos propuestos para el análisis), pueden abordarse en el Ciclo Básico desde una perspectiva energética. Proponer una acción que tienda a comprender los aspectos biológicos de la visión, los colores, la forma en que procede el sistema nervioso central ante estímulos luminosos, conforma un nivel de conocimientos que desborda largamente a las posibilidades de un aprendizaje elemental. Salvo que todo se reduzca un relato anecdótico.

(15) En el Programa de 2º Año, se propone una revisión del modelo corpuscular de la materia. ¿En que consiste esta revisión? ¿Con que base se debe realizar esta revisión? ¿Que aspectos de la estructura material se deben tratar? ¿Que ocurre con los elementos físicos constitutivos o con los aspectos mecánicos de los modelos? ¿Con que elementos han de ser estudiados? El Programa no aborda estos puntos.

En otra parte, se analiza «la temperatura, la energía interna y el calor». ¿Como se abordarían estas ideas, sin un examen previo de numerosos y delicados elementos conceptuales? ¿Es concebible, plantear en forma ACEPTABLE del concepto de energía interna, SIN ABORDAR FISICAMENTE esta idea? ¿Moviéndose por fuera de un contexto inherente a la Física? ¿Que es lo que se propone como acción didáctica para abordar el tema? No esta dicho. Se trata de un planteo equivocado.

¿Como se abordara el concepto de «calor» sin «física de apoyo», para sustentarlo y NO CREAR UN PRECONCEPTO ERRONEO? Tampoco se explica. Estas, NO son trivialidades. La Ciencia invirtió centurias, en aclarar estos

puntos. Aun hoy, a niveles de estudio más elevados, NO todo el mundo, los tiene claramente entendidos. Precisamente, porque se trata de conceptos delicados y sutiles. Son los constructos fundamentales que habilitan a una comprensión correcta de los fenómenos físicos y por lo tanto de los procesos químicos y biológicos.

El análisis de los estados de agregación, ¿se estudiara como un RELATO ANECDÓTICO o con elementos cuantitativos? ¿Que distingue a un sólido, de una estructura amorfa? ¿Que distingue a un sólido de un estado «vitreo»? ¿Cuales son las diferencias y semejanzas de líquidos y gases? ¿Cuales son las magnitudes básicas que caracterizan a cada estado de agregación?

Finalmente, se incluyen «Las Leyes de Newton», en 2º Año. Esto es un error, casi descalificador. Nadie que alguna vez haya dictado clase en el Ciclo Básico, ignora, que la conceptualización de los «principios newtonianos del movimiento», constituye uno de los aspectos más relevantes y «duros» para la comprensión por parte de los alumnos, EN EL CURSO DE 3ER. AÑO. Y esto es así, porque el contenido conceptual de los mismos esta muy lejos de ser trivial. A la Humanidad le llevo un largo proceso desde Aristóteles, pasando por los Escolásticos, Galileo y Newton, es decir 19 siglos, entender su esencia.

Quienes han diseñado el programa nos dicen ahora, que esto se puede tratar en 2º año. ¿Será así? ¿Todo lo que se ha investigado en este sentido, estará equivocado? ¿Todo se deberá a una manifiesta incapacidad Docente, que ha fracasado una y otra vez en el intento? ¿Será posible, inculcar, discutir y utilizar, los Principios, sin comprender aspectos básicos del movimiento, y sin elaborar un desarrollo FÍSICO COHERENTE Y BIEN ESTRUCTURADO? Si esto fuera posible, estaríamos frente a un hecho nuevo, casi paradigmático. El análisis del movimiento unidireccional, que probablemente, SIN DECIRLO, es lo que han pensado los redactores del Programa, NO resuelve la dificultad. Más bien la agrava. Los aspectos esenciales del movimiento en una dirección, deja «SECUELAS CONCEPTUALES», que emergen al analizarse posteriormente, el movimiento en dos o más dimensiones, difíciles de desarraigar. Los alumnos, a partir de este planteo, DEBE-

RAN REALIZAR TODO el aprendizaje de estas cuestiones, en menos tiempo, en los cursos posteriores. La brecha que se abre, es enorme. ¿De que forma, en que tiempo y con que costo, la brecha se cerrara? Aprender es un proceso, que no puede acelerarse de cualquier manera. Que requiere un tiempo pedagógico, y no de la voluntad o la aspiración señalada en un Programa. Más aun, cuando este no es realista.

(16) En lo referente a la «bibliografía para el Alumno», los libros que se recomiendan, en el terreno de Física, NO son aplicables a lo que se pretende.

NINGUNO de ellos, esta diseñado con un enfoque de «área». Son específicos de Física, o de Química o de Biología. Algunos, rozan temas de dos especialidades, pero NO con un enfoque de AREA, sino como una relación casual de temas afines, lo que es TOTALMENTE DIFERENTE. La enseñanza por areas, implica una concepción didáctica diferente. Y esta concepción distinta, abarca a la bibliografía de apoyo y fundamentalmente a las concepciones del Docente que la imparte. ¿Se pretende una enseñanza por areas, sin material bibliográfico adecuado de apoyo? Los ejemplos de acciones similares, emprendidas en otros países, incluyen libros cuidadosamente elaborados. El ejemplo del «NUFFIELD PROYECTO», por citar un caso concreto, puede servir para ilustrar la opinión que sostenemos.

Pero además, varios de los libros recomendados, incurren en errores señalables, ya que NO han podido sortear el problema de aclarar conceptos que NO son simples, en términos sencillos. Otro sector bibliográfico, que SUPONEMOS estará destinado a los Profesores, incluye aspectos realmente llamativos.

Se lee allí, como recomendadas en el mismo paquete, y sin distinciones de ninguna especie, obras tales como «Física Recreativa» de Y. Perelman, que es un interesante libro descriptivo de estructura elemental y obras de jerarquía UNIVERSITARIA, como las «Lectures On Physics» del Premio Nobel Richard FEYNMAN, que resume en tres tomos, las clases que este distinguido investigador y Profesor dictara en 1961 en la Universidad de California. En esta disimil mezcla, también se incluye un texto que utilizan actualmente los alumnos en 4º año y eventualmente en 5º, cuyo autor es ALVARENGA, entre otros.

Parece claro, que el criterio de selección bibliográfica, NO ha sido meditado. NO son lecturas equivalentes o sustitutivas unas de otras. Tampoco son lecturas complementarias, porque algunas de ellas, presuponen por su propio nivel, un lector mas avezado en asuntos físicos. Por el contrario, es un planteo caótico y errático, en un aspecto MUY SERIO, como es la recomendación de lecturas de apoyo.

Finalmente, es necesario reconocer que vivimos en un mundo de tecnología ORIGINADA, DESARROLLADA y SUSTENTADA en las Ciencias Físicas. Se trata de un mundo donde las máquinas de «inteligencia artificial», están modificando las condiciones laborales y de investigación. La Supercomputadora «Conexión», construida por Marvin MINSKY, ya esta en marcha, en base al funcionamiento de 64.000 microchips, cuyo diseño es un subproducto tecnológico de la Física de los Estados de Agregación. No iniciar tempra-

namente a nuestros alumnos en el camino de las Ciencias Físicas, con una importante carga de tópicos orientados hacia estos puntos, ES UN ERROR IRREPARABLE Y DE DIFÍCIL REPARACIÓN EN EL FUTURO.

NO exigimos la perfección como meta ni como condición para emprender una acción. Toda obra humana es perfectible. Por ello, esta opinión critica, puede ser un elemento de apoyo, que permitirá a los responsables de esta estructura Programática, revisar lo hecho, que adolece de defectos notorios. Es probable, que la Reforma sea necesaria. Pero seguramente, no es de este modo, ni con estas falencias, con esta conceptualización equivocada, que la misma tendrá éxito.

Tal vez, haya tiempo aun, para revisar el camino emprendido. No es un demerito, aceptar que a otras personas, les puede asistír razón. Es una muestra de sabiduría.

INFORMACIONES



✓ III Encuentro Internacional y VI Encuentro Nacional de Profesores de Física. Organizado por la Asociación de Profesores de Física del Uruguay. 17 al 20 de setiembre de 1996, La Paloma, Rocha, Uruguay. **Objetivos del encuentro:**

- Brindar un espacio de conocimiento e intercambio.
- Promover la profundización y actualización de la formación docente.
- Desarrollar Talleres y ponencias sobre temas de Física, Epistemología, nuevas tecnologías en el aula.

Por mayor información: 18 de Julio 1953, apto 702. CP 11200. Telefax 48-08-62

✓ 6ta. Conferencia Internacional de Agrofísica. "Agrofísica y Agricultura Sustentable para el siglo XXI. Objetivos de la Investigación en Agrofísica para asegurar una Agricultura Sustentable". Organizado por el Instituto de Agrofísica de Lublin. 15 al 18 de setiembre de 1997, Lublin, Polonia.

Los temas que se desarrollarán serán:

- 1 - **Propiedades físicas de los materiales agronómicos.** Los temas de la conferencia estarán focalizados a los materiales

agronómicos entendiendo por estos al suelo, la materia prima de la agricultura y los productos originados en el proceso productivo

- 2 - **Masa y transporte de energía del sistema suelo-planta-atmósfera.** Descripción, modelos y predicciones
- 3- **Relación entre tecnología y las propiedades físicas de los materiales agronómicos**
- 4 - **Aplicación de la agrofísica en áreas y fenómenos problema.** Erosión, salinización, deversificación, inundación, polución, etc)
- 5- **Metrología agrofísica.** Conferencias, posters y visitas a los diferentes laboratorios del Instituto de Física de la Universidad de Lublin.

Por mayor información: Mariana Castelnoble Tel. 29 28 62

✓ III Taller Internacional sobre la enseñanza de la Física: "Tendencias actuales en la Enseñanza de las ciencias". Organizado por el Instituto Pedagógico Latinoamericano y Caribeño (IPLAC), Cátedra UNESCO en Ciencias de la Educación en la Habana, Cuba, del 9 al 13 de diciembre de 1996

Por mayor información dirigirse a la APFU o a la Redacción de la Revista.

PROPUUESTAS PRÁCTICAS



Inauguramos una nueva sección donde se pretende promover entre los lectores el intercambio de protocolos de posibles actividades prácticas de laboratorio. En este número proponemos una actividad práctica extraída de un repartido práctico de la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal perteneciente a la Universidad Politécnica de Madrid.

DISPOSITIVOS SEMICONDUCTORES

1. Objeto

Estudio de circuitos en los que intervienen semiconductores (diodos, transistores). Algunas aplicaciones: rectificadores, circuitos lógicos.

2. Material

Autotransformador, 3 fuentes de corriente continua, 4 diodos BY100, resistencia (100Ω), osciloscopio, voltímetro, 3 conmutadores, placa de conexiones.

3. Introducción

Los semiconductores son elementos con propiedades intermedias entre los conductores y los aislantes. Estos materiales conducen la corriente eléctrica en ciertas condiciones y no lo hacen en otras. Esto permite utilizar dos estados físicos (conducción - no conducción) que interpretados como 0 y 1 permitirán el tratamiento de la información en sistema binario.

3.1. Semiconductores tipo n y tipo p

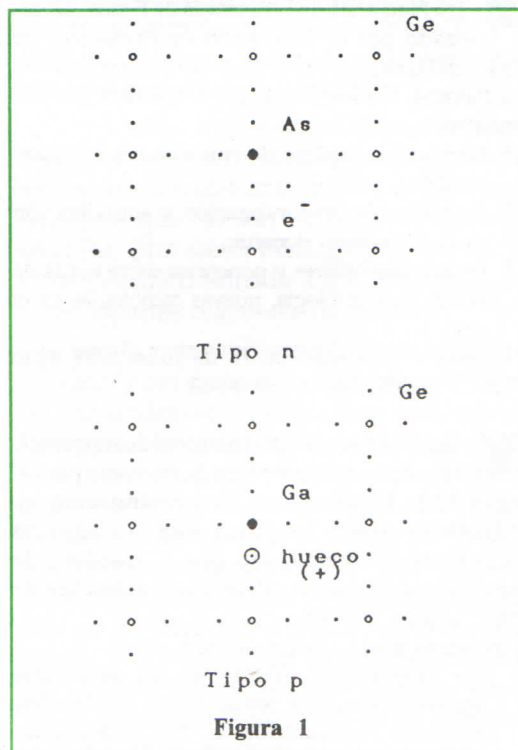
Los elementos utilizados como semiconductores, como el Germanio o el Silicio, se caracterizan por tener 4 electrones en la última capa de la corteza electrónica, de modo que establecen enlaces covalentes con los átomos adyacentes.

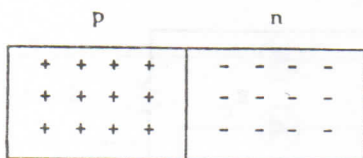
Para formar un semiconductor tipo n, se añade una pequeña proporción de impurezas de un elemento con 5 electrones en su última capa, como el As. Al establecerse los enlaces con átomos próximos, queda un electrón no apareado, y por tanto relativamente libre de moverse por el cristal.

Los semiconductores tipo p se forman añadiendo un elemento con 3 electrones en su última capa, como el Galio. En este caso faltaría un electrón para formar el enlace con átomos próximos, quedando un "hueco". Se suele hablar de los huecos como si fueran cargas positivas reales.

3.2. Diodo de unión

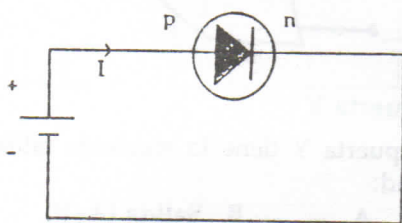
Se construye uniendo un semiconductor tipo n con otro semiconductor tipo p (Fig. 2). Es un elemento alineal, en el sentido de que no cumple la ley de Ohm. Cuando se polariza



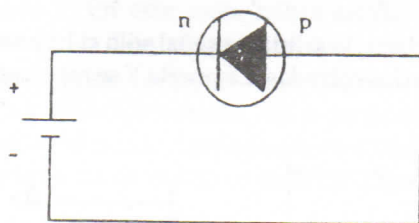


Símbolo del diodo

Figura 2



Polarización directa



Polarización inversa

Figura 3

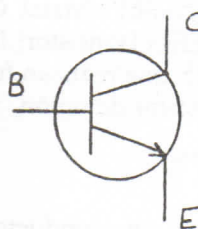
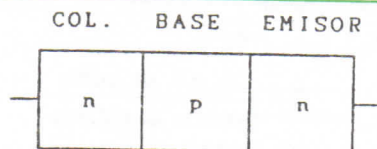
za directamente, mediante una fuente de corriente continua, se produce paso de cargas a través de la unión p-n, y se produce conducción. Cuando se polariza inversamente, se interrumpe el paso de cargas y no hay conducción (Fig. 3).

Su utilización más evidente es como rectificador en un circuito de corriente alterna, lo que se hará posteriormente en esta práctica.

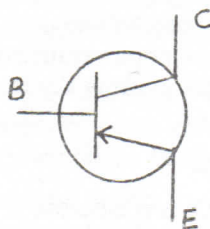
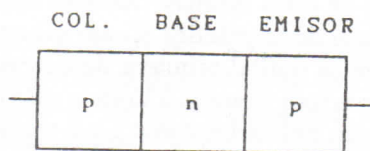
3.3. Transistor

En este caso se juntan tres elementos semiconductores, bien pnp o bien npn. Cada uno de estos elementos se llama EMISOR, BASE y COLECTOR.

El transistor, con la polarización adecuada, funciona como amplificador de corriente. Por ejemplo, el transistor npn de la figura, amplifica una señal de corriente alterna de entrada, obteniendo una señal de mayor valor a la salida. Las fuentes de corriente continua polarizan las uniones p-n para que este proceso pueda producirse.

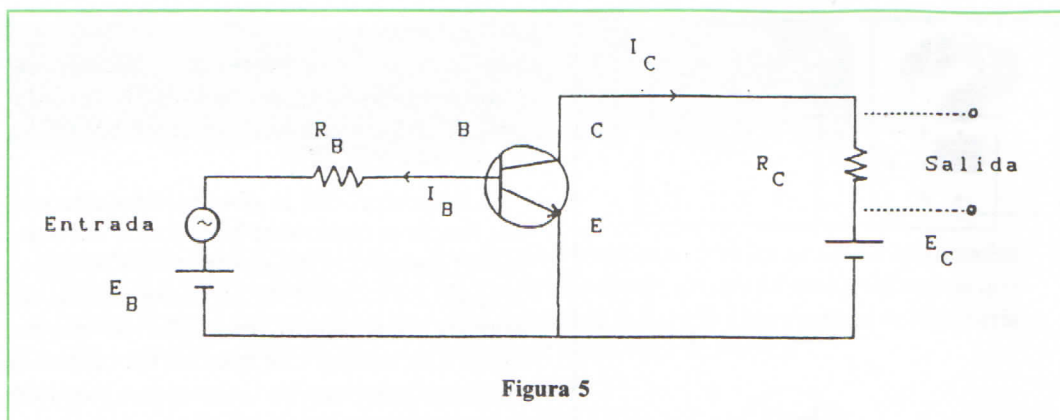


-nnp-



-pnp-

Figura 4



La ganancia, β , se define de la siguiente forma:

$$\beta = \frac{I \text{ de c.a. de salida}}{I \text{ de c.a. de entrada}}$$

Además del transistor de unión hay otros tipos de dispositivos de regulación del corriente como los MOSFET (Metal Oxido Semiconductor Field Effect Transistor), IGFET (Insulated Gate...), etc. que realizan funciones parecidas al transistor de unión.

3.4. Lógica digital

Utilizando elementos semiconductores se pueden crear una serie de circuitos con diversas funciones: amplificadores, osciladores, registros de información (flip-flop), puertas lógicas, etc. En particular nos vamos a centrar en estas últimas, que será objeto de una parte de la práctica. Como sabemos, la electrónica digital requiere de dos estados eléctricos (por ejemplo 5 Voltios y 0 Voltios) que serán utilizados como 1 y 0 respectivamente, para utilizar la base 2 de numeración.

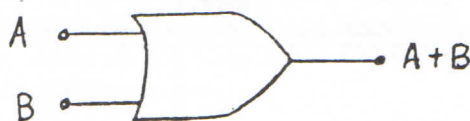
Una puerta lógica es un dispositivo en el que entran 1 o más señales, y se obtiene otra señal de salida como resultado. Las más sencillas son las puertas Y y las puertas O.

3.5. puerta O

La puerta O corresponde a la siguiente tabla de verdad:

A	B	Salida (A+B)
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

Donde A y B son las entradas y la salida es A+B. Basta que una de las dos entradas tenga valor 1 para que esta circunstancia se de a la salida. La puerta O se representa:

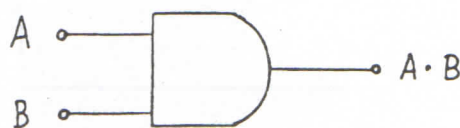


3.6. Puerta Y

La puerta Y tiene la siguiente tabla de verdad:

A	B	Salida (A·B)
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1

Es decir, la salida da señal sólo si hay señal en las dos entradas. La puerta Y se representa:



3.7. Circuitos LDR para las puertas lógicas

Las puertas O, Y se pueden construir utilizando diversas tecnologías: LDT (lógica diodo transistor), LTT (transistor transistor), LDR (diodo resistencia). Nosotros utilizaremos esta última. La puerta O se realiza con el circuito de la figura 6, debido a la polarización directa o inversa de los diodos, hay señal de salida siempre que haya al menos una señal de entrada.

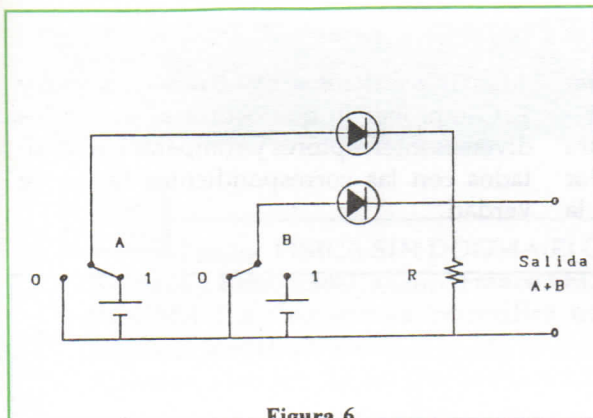


Figura 6

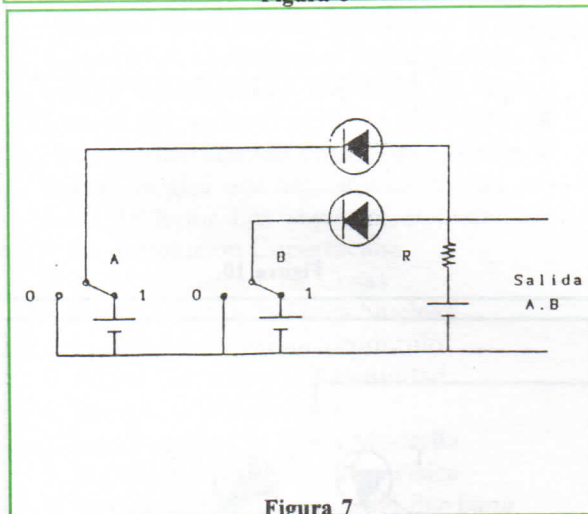


Figura 7

La puerta Y, se realiza con el circuito de la figura 7. En este caso, habrá salida 1 solo cuando las 2 entradas estén en 1.

Se pueden construir otras puertas, como NO-Y, NO-O, Inversora, etc. A partir de estas puertas se puede diseñar un circuito que efectúe la suma de números binarios. (figura 8)

3.8 . Circuitos integrados

Las propiedades de los semiconductores, junto con sofisticadas técnicas fotográficas permiten la creación de circuitos eléctricos en pequeños cristales. Mediante una disposición adecuada de uniones p-n se pueden construir múltiples diodos, transistores, resistencias, condensadores, conectados eléctricamente entre sí, en una pequeña oblea de silicio.

Estos elementos realizarán diversas funciones, algunas ya enumeradas: puertas lógicas, registros flip-flop, amplificación, etc.

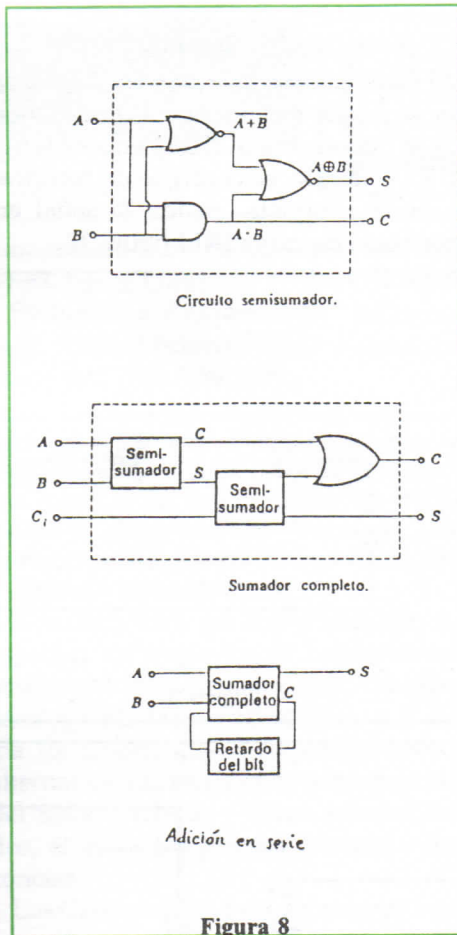


Figura 8

4. Procedimiento experimental

En esta parte de la práctica utilizaremos las propiedades del diodo de unión para conseguir la rectificación parcial de una señal sinusoidal. Para ello, montar el circuito de la figura 9.

Se trata de un circuito de un diodo y un resistor en serie. En un semiciclo de la señal de entrada, (6V, 50 Hz) la unión p-n está polarizada directamente y el diodo conduce, obteniéndose una caída de tensión de tipo sinusoidal en la resistencia.

En el siguiente semiciclo, la unión está polarizada inversamente y no hay paso de corriente en el circuito, obteniéndose una señal nula en la resistencia.

Conectando la salida de RL al osciloscopio, se puede comprobar la rectificación de media onda (figura 10).

4.2. Rectificador de onda completa

El rectificador construido en la parte anterior se puede mejorar con 4 diodos montados en puente, según el esquema de la figura 11. En este caso, se consigue un rectificador de onda completa, siendo la señal en la resistencia de carga (R_L) figura 12.

4.3

Montar los circuitos Y y O de las figuras 6 y 7. Comprobar lo que ocurre al pulsar los diversos interruptores y comparar los resultados con las correspondientes tablas de verdad.

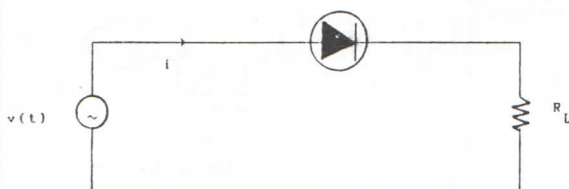


Figura 9

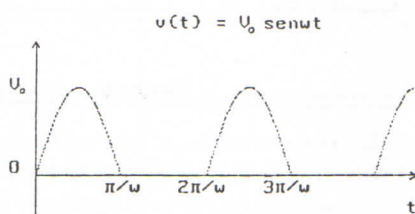


Figura 10

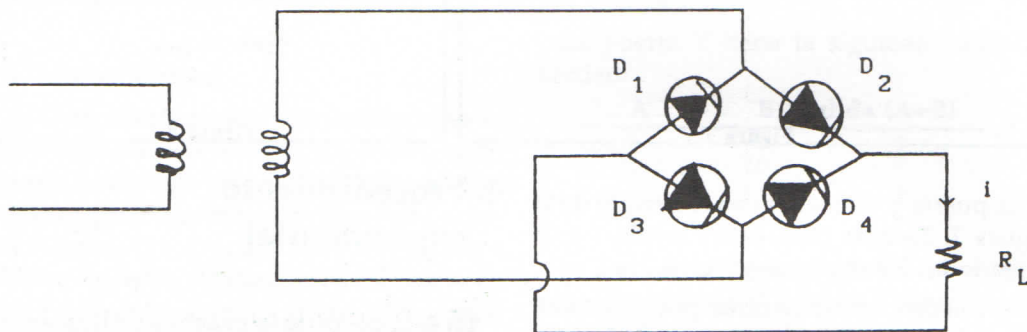


Figura 11

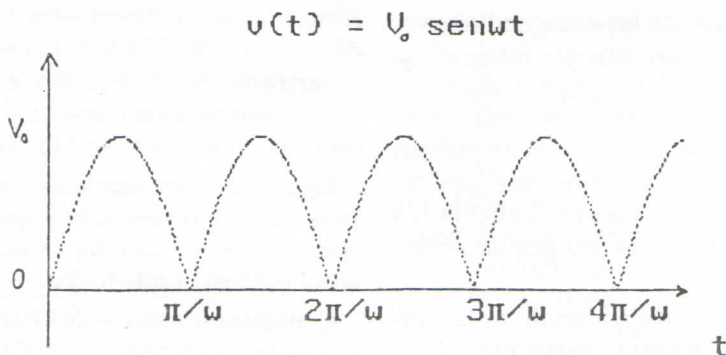


Figura 12

RECOMENDACIONES BIBLIOGRÁFICAS



Título: FÍSICA SIN DOGMA (El Conocimiento Científico a través de sus Avances y Retrocesos). **Autor:** Franco SELLERI. **Título Original:** FISICA SENSA DOGMA (La Conoscenza Scientifica tra Sviluppo e Regressione). **Edición Original:** Dedalo di Bari. **Traducción al español:** Miguel Ferrero Melgar. **Editorial:** Alianza-Colección Alianza Universidad (Tomo AU 779)-Año 1994

El libro consta de diez capítulos, a lo largo de los cuales, se desgranar temas diversos, de interés indudable. La redacción, es clara y concisa, sin perder de vista que se trata de una obra de «divulgación seria». No obstante, la lectura exigirá una atención cuidadosa por parte del lector. Los capítulos, se titulan así:

1. La Revolución Copernicana
2. La Matemática y las Cosas
3. Enrico Fermi y la Física Nuclear
4. La Dualidad Onda-Corpúsculo
5. Albert Einstein y la Relatividad
6. Energía y Movimiento
7. Karl Popper y la Física Moderna
8. El Concepto de Infinito en Física
9. La Controversia Acerca del Big-Bang
10. Crítica de las Ciencias Duras

En líneas generales, se trata de un libro de asuntos relativos al campo física en estrecha relación con elementos filosóficos e históricos. El autor ha confeccionado aquí, un excelente escrito de divulgación de muy buen nivel, que indaga y expone en cuestiones de importante valor teórico.

En el primer Capítulo, el autor realiza un breve resumen del modelo de Copérnico, para posteriormente referirse a distintos aspectos de las investigaciones de Tycho Brahe, Kepler, Galileo y Newton, en el intento de explicar el mecanismo físico del movimiento planetario. Con todo, no es este el Capítulo más interesante, aunque existe una breve e importante mención a la figura de Giordano Bruno.

En el Capítulo 2, se discuten problemas de gran interés. Entre ellos, el de la función de la Matemática como herramienta aplicable a la descripción de la naturaleza. En particular de la función de la Geometría, analizándose su origen empírico y su posterior transformación en una disciplina de carácter lógico-

deductivo. Posteriormente, se encara un examen crítico de la estructura de la Matemática, a partir de los modelos de Bertrand Russell (logicismo), Hermann Weyl (intuicionismo), David Hilbert (formalismo) y Zermelo (conjuntismo).

El autor presta particular atención a dos aspectos de importancia fundamental: la antinomia de Russell, que removió aspectos básicos de la Lógica aristotélica, y al Teorema de Godel, que a su vez planteo una alternativa que en cierto modo refuta la «ley del tercer excluido». Estos asuntos delicados, el autor los plantea en forma clara y concisa.

Los Capítulos 3,4,5 y 6, se refieren a temas específicamente de Física, dosificados convenientemente con aspectos históricos y filosóficos de real interés. Pero corresponde señalar, la inclusión de un importante teorema en el terreno físico, debido a Emily Noether, enunciado en 1935 y referido a los Principios de Simetría y su relación con los de Conservación.

En el Capítulo 7, de desarrolla el análisis crítico de Karl Popper acerca de la Física Cuántica, tomando como referencia su extraordinario artículo titulado «El Gran Lio Cuántico». Se examina una cuestión de gran interés: la famosa paradoja de Einstein-Podolsky-Rosen, originada en 1935 y que tuvo hacia 1965 una conexión inesperada con uno de los más importantes teoremas de la Física Cuántica: las desigualdades de Bell. La paradoja de Einstein-Podolsky-Rosen fue un tema central en la polémica con la Escuela de Copenhague, acerca de la complementariedad y completitud de la descripción Cuántica. El examen que propone Selleri, es breve, conciso y claro. A pesar de tratarse de un asunto

físicamente delicado y complejo. Para quien no tenga una aproximación previa al tema, ni haya previamente leído acerca de la cuestión planteada entre «realidad local» y «mecánica Cuántica», el tema puede resultar de cierta dificultad. No obstante, dado que no existen aproximaciones simples y a la vez correctas a la cuestión, es probable que este libro que comentamos, sea una lectura casi insoslayable, sobre estos tópicos.

En lo referente al significado del «infinito», se tratan diversos aspectos en los cuales se involucra este concepto en Física. En particular, en lo referente a los modelos de

Universo y las teorías cosmológicas derivadas derivadas de la Relatividad General y en general de las llamadas teorías «TOE» (Theory Of Everything).

Estimamos que se trata de un conjunto de temas de indudable interés, que debería tenerse en cuenta por los Docentes, como un elemento que contribuirá a mejorar su apreciación panorámica de la Física Clásica y Moderna. Como consecuencia inmediata, se trata de un elemento de apoyo, que contribuirá a idear propuestas interesantes en el desarrollo de la clase.

M.R.GUERRA



Título: Entre el Tiempo y la Eternidad. **Autores:** Ilya PRIGOGINE-Isabelle STENGER. **Editora:** Alianza Editorial(España)-Tomo 643 AU. **Título Original:** Entre le temp et l'éternité. **Traducción:** Javier García Sanz.

El Autor . El Dr.Ilya PRIGOGINE, Premio Nobel de Química en 1977, es ruso de nacimiento (1917), aunque desde los tres años de edad, su nacionalidad es belga. Podría decirse, que se trata simplemente de un físico destacado, pero en realidad es mucho mas que eso. Se trata de un investigador de primer nivel, un sabio tributario de la sociedad en que vive, cuya orientación básica es el entorno cultural. No solo ha creado teorías de importancia fundamental, que son temas de punta, como lo es el modelo del caos y el análisis de los sistemas dinámicos. Es mundialmente reconocido, por sus investigaciones referidas a las estructuras de no equilibrio. Con Isabelle STENGER, dio a conocer un libro polémico y fundamental, a nivel de divulgación seria, titulado «La Nueva Alianza», donde expone con claridad meridiana las bases de un nuevo enfoque de la Física, a partir de un análisis critico de los modelos clásicos y modernos. En general, sus escritos, se refieren a aspectos estrictamente científicos, con una considerable carga epistemologica. La mayor parte de sus investigaciones, se han llevado a cabo en la Universidad Libre de Bruselas. Sus trabajos acerca de la Termodinámica de la Irreversibilidad, son escritos de consulta obligada. Desde hace mas de 40 años a esta

parte, su tema central de investigación ha sido el análisis de los procesos de no equilibrio, los fenómenos no lineales y el estudio critico y elaboración de modelos explicativos de los fenómenos fundamentales de la naturaleza. Las consecuencias de sus estudios y creaciones, han sido extrapolables a la comprensión de fenómenos que trascienden el terreno físico, en el sentido que habitualmente se da a esta palabra. Los fenómenos y estructuras complejas, tales como las biológicas, se han convertido en campo fértil de aplicación de sus agudas concepciones. El libro que ahora referiremos, posterior a «La Nueva Alianza», es en muchos aspectos una continuación de este, pero puede ser abordado en forma independiente.

La Obra: Se trata de un libro de 241 paginas, donde el tema central es el tiempo. Es observable, que desde la Mecánica de Newton a la Teoría General de la Relatividad o a las Teorías Unificadas de las Partículas Elementales, la reversibilidad temporal y la distinción entre el pasado y futuro, no juegan ningún rol fundamental. Pero es un hecho, que el tiempo, parece transcurrir en un solo sentido. ¿Esto es una ilusión, o una incapacidad de los modelos en la descripción de un hecho? La primera pregunta que en este escrito se trata de dilucidar es: ¿es posible

desarrollar una teoría que concilie lo fundamental con lo observado? Para ello, Ilya PRIGOGINE ensaya la creación de una teoría dinámica del tiempo con lo cual se tratan de aclarar aspectos de la Física Cuántica y la Relatividad einsteniana.

El libro consta de una Introducción, ocho Capítulos y tres Apéndices. Estos últimos, están referidos a cuestiones de mayor profundidad, para el lector ya iniciado en la temática. La descripción es aquí, esencialmente cuantitativa. Se analizan cuestiones tales como «la realidad del tiempo», la irreversibilidad intrínseca», el origen del Universo, ¿singularidad o inestabilidad?». Es probable, que sin alguna lectura previa, estos Apéndices, NO sean directamente abordables. A modo de ejemplo: »la realidad del tiempo», parte de un planteo vinculado a la geometrización del espacio-tiempo de Minkowski, para luego realizar un pasaje a las descripciones en el espacio de fases de los sistemas dinámicos. Analogamente, el análisis acerca de la «irreversibilidad», es un asunto crucial que permite distinguir entre los sistemas dinámicos «simples» y los «complejos». Finalmente, se analizan dos posibilidades frente a frente: la singularidad de la creación del Universo, representada en el Big-Bang y la creación como producto de una inestabilidad, para lo cual se ha indagado previamente en el propio libro, que la creación de materia, da lugar a una inestabilidad. Este camino, es compatible con el Universo observado. Por ello, no es descartable la posibilidad de encontrarnos frente a un modelo adecuado. De cualquier modo, la lectura general del libro, es una descripción mas «verbal», de cuestiones

tecnicamente complejas, que PRIGOGINE a logrado desarrollar con singular maestría. Entre los Capítulos mas señalables, destacamos los que siguen:

Capítulos 3 y 4: aquí se exploran los procesos productores de entropía, genéricamente llamados «disipativos». Se analiza la visión de Boltzmann, donde la entropía se asocia al carácter aproximado de nuestras observaciones. Los conceptos de atractor, horizonte temporal y caos, son aquí asuntos esenciales de la discusión.

Capítulo 5: Reexamina la posición de Boltzmann, según la cual, la irreversibilidad sería solamente una propiedad fenomenológica, determinada por las aproximaciones en nuestra descripción de la naturaleza. PRIGOGINE demuestra que esta concepción es insostenible, al examinar en profundidad, el comportamiento de los sistemas disipativos. Al mismo tiempo, se aborda la cuestión de la «flecha del tiempo», examinando que un tiempo vinculado a la irreversibilidad, NO puede originarse en un marco teórico estrictamente reversible, como es la Física Clásica. Los sistemas dinámicos reversibles, se presentan como un limite particular de la irreversibilidad, pero en modo alguno como modelos representativos del comportamiento dinámico real.

Los capítulos siguientes, se refieren a los modelos teóricos del siglo XX: la Física Cuántica y la Relatividad, que se juzgan bajo una óptica diferente a la usual.

Se trata entonces de un obra altamente recomendable; una lectura básica y fundamental, que ha de permitir una visión «nueva», de «cosas viejas».

M.R.GUERRA

ESPACIO DE APFU



Estuvimos en Melo. En el mes de mayo se desarrolló el II Encuentro Regional de Profesores de Física en la ciudad de Melo y realmente hemos pasado un hermosísimo fin de semana. Con un grupo de personas (cerca de 60) mucho mayor que lo esperado inicialmente y que arribaron prácticamente de todo el país, mostraron y ratificaron los objetivos que siempre se busca en este tipo de eventos: la integración, la participación, el compartir actividades y vivencias.

Esto se sumó al hecho que la propia gente de Melo se acercó al quehacer de la Asociación, y trabajó a todo tren en la parte organizativa. Felicitamos y agradecemos al Prof. Humberto Martínez, la cabeza visible de la organización, e invitamos a todos aquellos asociados que quieran repetir esta experiencia en su propia ciudad, que creemos vale la pena desde todo punto de vista a intentar la realización de actividades que esta Comisión Directiva los va a respaldar en todo lo que se refiere a informaciones, difusión y financiamiento. Les cuento que ya hay algunos contactos para realizar alguna actividad en junio de 1997. Todavía no podemos adelantar nada pero ya lo informaremos oportunamente. Como también ya hemos hecho en otras oportunidades se presentará un informe más completo con las evaluaciones por parte de los participantes en nuestro próximo número de la revista.

Respecto a nuestra revista. Durante el mes de abril se editó y distribuyó el número 2 de nuestra revista. Somos conscientes porque así lo han manifestado personalmente algunos asociados, de algún problema en la distribución, y que el ejemplar que ha sido enviado por Correo no ha llegado. Si ese es su caso le solicitamos que nos haga saber ese inconveniente a través de los teléfonos 799813 (Prof.

Eduardo Bonda), o el 486802 (local de la A.P.F.U.). Trataremos de solucionar los inconvenientes los más rápidamente posible.

Estrenamos Local. Finalmente estamos usando el nuevo local de la Asociación, el que está compartido por las asociaciones de profesores de Química y Biología, sito en la Avda 18 de Julio 1953 piso 7 of. 26, y que cuenta con telefax 48 68 02. También les informamos que la profesora Miriam Márquez, realiza la labor de funcionaria rentada en el horario de 14.00a 18.00 de lunes a viernes.

Encuentro de la Paloma.

Plazos y aranceles:

- . Socios U\$ 125.
- . No socios U\$ 200.
- . Sólo talleres (socios) U\$ 40.
- . Sólo talleres (no socios) U\$ 65.

Inscripciones del 21 de agosto al 15 de setiembre:

- . Socios U\$ 150.
- . Sólo talleres (socios) U\$ 40.
- . Sólo talleres (no socios) U\$ 80.

Los costos incluyen admisión a las sesiones del Encuentro, materiales impresos, alojamiento y comidas (exepcto a los que se inscriban solamente a los talleres). Los socios de otras asociaciones de profesores tendrán el mismo arancel de la APFU.

Formas de Pago

Sólo para los que se inscriban hasta el 20 de agosto: pueden pagar en dos cuotas iguales, la primera con la inscripción y la segunda antes del 10 de setiembre.

El aporte se realizará a través de COFAC, Cuenta de APFU N° 49463 (Suc. Cordón), enviando el certificado de pago y la boleta de inscripción a 18 de julio 1953 piso 7 Oficina 26. Montevideo CP 11200. Telefax (598 2) 486802.



CIENCIA & TECNOLOGIA

*Club de ciencias
Material reglamentario
Robótica, Proyectos especiales
Asesoría a la gestión institucional
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

*El apoyo a los autores
nacionales es un punto
fuerte en nuestros
planes editoriales.*

EDUCACION EN FISICA

Revista de la Asociación de
Profesores de Física del Uruguay
Volumen 2 - N° 3 - Agosto, 1996

S u m a r i o

EDITORIAL [1]

TEMA CENTRAL

Algunas ideas vinculadas a la física de los sistemas en
estado de desorden (*M. Guerra*) [3]

Fractales y Caos con el Método de Newton
(*P. A. Willging*) [10]

TECNOLOGÍA EDUCATIVA

Construcción de cajas de sensor para interfases Cassy
(*P. García*) [15]

EXPERIENCIAS EN EL AULA

Fenómenos macroscópicos asociados a la acción de fuer-
zas de Lorentz sobre iones en soluciones acuosas
(*G.P. Trinidad, I. Núñez, E.J. Núñez De León*) [19]

Primeras Jornadas Interdisciplinarias en Melilla
(*M. Castelnoble, S. Lazzerini, B. Mayo, H. Pezzolano*) [23]

FISICA Y OTRAS CIENCIAS

El Centro de Investigaciones Nucleares
(*M. Maxera, M. Garcimartín*) [30]

Radiaciones no-ionizantes (*W. Calisto*) [31]

EPISTEMOLOGIA E HISTORIA DE LA CIENCIA (*M. Guerra*) [34]

INFORMACIONES [43]

PROPUESTAS PRACTICAS

Dispositivos Semiconductores [44]

RECOMENDACIONES BIBLIOGRÁFICAS [49]

ESPACIO DE A.P.F.U. [52]