

EDUCACIÓN en FÍSICA

ISSN: 0797-9045

Revista de la Asociación de Profesores de Física del Uruguay





EDUCACIÓN EN FÍSICA

Volumen 6 N° 2
Setiembre de 2000
Depósito Legal:
299222 / 00

Redactor Responsable:
Sandry Ramírez

Consultores de Redacción:

Mario Guerra	Carlos Cabrera
Alicia Acland	Pablo García
Alejandro Villamil	Pablo Garateguy
Gustavo Carbonell	

Colaboraciones especiales:

Arna María Cossio
Juan Yeanplong
Juan Grompone

Colaboraron en este número:

Ana Piccinino	Adriana Echarte
Ernestina Sánchez	Maylí Tourn
Adriana Machado	Sebastián Rodríguez
Francisco Fernández	Pedro Baldriz
Ricardo J. Ferreira	Juan P. Forcheri
Marianella Maxera	Patricia Lynn

Educación en Física es una revista de la Asociación de Profesores de Física del Uruguay, que se distribuye gratuitamente entre sus socios. Precio: U\$S 5

Comisión Directiva de A.P.F.U

Zoraida Viera
Ernestina Sánchez
Marcelo Berruti
Gustavo González
Claudia Varaksa

Dirección de la Revista

Gaboto 1435 / Of. 002
Montevideo cp 11200
Telefax: 598 2 400 1258
E-mail: rev_apfu@i.com.uy
apfu@adinet.com.uy

Publica: Ediciones IDEAS

Mercedes 1786
11200 Montevideo-Uruguay
Telefax. 408 6985
E-mail: edideas@adinet.com.uy

M.E.C.:
Edición amparada por Decreto 218/996

Portada:
Imágenes fractales



EDITORIAL

Estimados colegas y lectores, en esta nueva edición de nuestra revista, hemos cumplido con lo prometido en el editorial anterior, continuando con artículos sobre Caos (serie que finaliza en la próxima), Sensores, entre otros.

En esta oportunidad, expresamos nuestras sinceras disculpas por la tardanza en la salida del número anterior. Ésta fue debida a múltiples factores que obraron en nuestra contra en una combinación que nos tomó por sorpresa. Sin embargo, debemos agradecer la buenísima voluntad de quienes siempre nos tienden una mano y una opinión para seguir adelante.

Esta vez, y luego de algunas reflexiones, hemos concluido que lo mejor, para asegurar la llegada de nuestra revista a mas gente y a más lugares, es establecer, para quienes no son socios de A.P.F.U., un sistema de suscripciones, incluyendo a bibliotecas de instituciones privadas, a quienes ya estamos llegando, pero no con la eficiencia y regularidad que ellos necesitan; a otros docentes; y docentes de todo el mundo.

Agradecemos mucho las sugerencias y colaboraciones de muchas personas de diversos países, a quienes por medios electrónicos, se las hemos pedido. Estamos seguros además, que quienes no nos contestaron aún, seguro lo harán pronto.

Nuestra Asociación los recibirá con muchísimo gusto en el X Encuentro Nacional, V Internacional; y nosotros, seguiremos contando con vuestros aportes, cada vez más, de más personas y como siempre.

La Redacción

CON RELACIÓN A LA PRESENTE EDICIÓN

En esta oportunidad, debemos destacar la continuación de "Caos", que culminará en la próxima edición; la continuación del tema "Sensores"; la continuación del curso de ayudante preparador con un artículo sobre señales para "Cassy"; la continuación de las clases en esas "Ideas básicas sobre medios continuos".

Hay dos artículos que resultaron "polémicos" en cierta medida, cosa que dio

lugar a algunas "tertulias" muy constructivas entre quienes los leímos antes de la presente: nos referimos al artículo sobre "Azar" y al de "Aulas virtuales".

Esto último nos motivó bastante, pues pretendemos que se generen opiniones e intercambios que nos enriquezcan a todos. Ojalá se genere con éstos una serie de aportes en devolución, uno de nuestros mayores anhelos.

CÓMO ENVIAR SUS TRABAJOS

Pueden ser enviadas para su publicación, contribuciones de diversos tipos: trabajos prácticos, teóricos, divulgación, tesis de doctorado, notas, comentarios de libros, sugerencias "web", software, consejos prácticos y todo artículo, original o no, que nuestros lectores crean conveniente.

1. Los trabajos deben enviarse por duplicado, archivos de computadora e impresos. En ambas debe figurar el nombre de él o los autores, dirección, lugar de trabajo, un breve currículum y de ser posible, un resumen temático.
2. Las citas bibliográficas se relacionarán al final del trabajo por orden alfabético, indicando:

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

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; dentro del texto las referencias se indicarán

dando apellido(s) y año entre paréntesis.

3. Los archivos pueden ser enviados por correo electrónico a la dirección de la revista o a la de la Asociación; enviando el texto con los objetos incrustados y los objetos por separado, mapa de bits (8 bits) o 256 tonos de gris, en lo posible se respetarán los formatos originales, pudiendo variar a criterio editorial y en función de necesidades de compaginación, los tamaños de las ilustraciones.
4. Para simplificar el proceso de armado, sería conveniente que los trabajos llegaran por la vía mencionada en 3.-, enviados por correo común o alcanzados a la Revista acompañados del archivo informático correspondiente, debidamente etiquetado.

Esperamos sus trabajos, consejos, críticas y sugerencias en

La dirección de A.P.F.U.:

apfu@adinet.com.uy

La dirección de la revista:

rev_apfu@i.com.uy

(Correo o e-mail)

¡ VIVA EL AZAR ... !

(ENTROPÍA: EL ARTÍCULO FINAL)

La convivencia con el azar es uno de los aspectos básicos de nuestra existencia. Es más, los seres humanos tenemos una curiosa fascinación con el azar. La consulta del azar muestra nuestra inherente incapacidad de predicción de los fenómenos aleatorios. El juez lanza la moneda antes de que comience el partido de fútbol, el jugador pone fichas en el tapete de la ruleta e, ilusoriamente, queda a merced de sus leyes. El azar de los distintos juegos basados en fenómenos aleatorios está acotado por un acuerdo inicial; es esta situación la que los hace divertidos y adictivos.

Este aspecto lúdico del azar se pierde cuando analizamos la evolución de los sistemas naturales, que lo hacen fuera de nuestro control y voluntad. La Ciencia en general y la Física en particular tratan, con éxito diverso, de tomar el control del "juego". La evolución histórica del conocimiento de la realidad desde el punto de vista de la Física ha tenido como objetivo histórico el "quitarle el poder" al azar, usando el progreso del conocimiento como arma. La idea del progreso del conocimiento representado por las teorías Físicas, desde este punto de vista, netamente positivista, sería más o menos así:

"Una teoría Física no es una explicación. Es un sistema de proposiciones matemáticas, deducidas de unos pocos principios, que tienen por finalidad representar tan simple, completa y exactamente como sea posible un conjunto de leyes experimentales".

Si manejamos esta concepción, la Física no tiene como fin asignar causas a los fenómenos, sino descubrir sus procesos de realización por medio de relaciones matemáticas establecidas entre magnitudes mensurables, lo que permitiría un cálculo de las previsiones. El origen de una teoría Física tendría una serie de etapas a seguir:

Gustavo Carbonell (I.P.A.)
carbonell@fastlink.com.uy

- Definición y medida de las magnitudes
- Elección de las hipótesis adecuadas
- Desarrollo matemático de la teoría
- Comparar la teoría con la evidencia experimental

En la Física, entonces, las ideas se "manipulan" de acuerdo a un concepto metodológico de observación de la realidad que debe ser invariante con respecto al sistema de referencia y asumiendo que todo absolutamente debe ser comprobado.

Volviendo al azar, este concepto debe ser revisado teniendo en cuenta lo anterior. La idea del azar nace derivada del concepto de ignorancia, de la falta de información. Un fenómeno aleatorio (azaroso) es entonces todo aquel que no admite una descripción algorítmica (determinista). La cantidad de azar presente en el universo, o la cantidad de él que interviene en los procesos naturales, no tiene más límite que el avance del conocimiento.

Históricamente, el primer triunfo profusamente documentado de la ciencia en su disminución del azar corresponde al desarrollo de la Mecánica Newtoniana. Tanto la Mecánica como el desarrollo del

Electromagnetismo por Maxwell restringieron el campo de acción del azar a golpes de ecuaciones diferenciales.

Por ejemplo: la Mecánica de Newton idealiza los procesos



Sir Isaac Newton

al introducir el concepto de punto material y convierte el factor tiempo en un elemento más de la interacción. La descripción del movimiento para un sistema de "n" partículas quedaría determinada simplemente así: $F_i = d(p_i) / dt$ para $i = 1, 2, 3, \dots, n$. Esta idea permite reconstruir toda la historia anterior del sistema así como su evolución futura conocidas las condiciones iniciales. Las ecuaciones del movimiento proporcionan una única trayectoria. La mecánica newtoniana es una descripción geométrica de la realidad, en donde el tiempo es una dimensión más. Todo queda claro si se observan las condiciones iniciales con detenimiento, no hay lugar para el azar. El poder predictivo de la teoría hace innecesario el azar. El epitafio que Pope escribiera para Newton es elocuente en mostrar el sentimiento generado por el mecanicismo: *"Nature and Nature's laws lay hid in night. God said, let Newton be! and all was light"* (La naturaleza y sus leyes dormían en la oscuridad, y Dios dijo: ¡Hágase Newton! Y se hizo la luz).

En el devenir del siglo XIX se comienzan a acumular una serie de evidencias que obligan a revisar y ponen en tela de juicio el determinismo imperante. Surge, más bien resurge, el azar. Aparecen los conceptos de probabilidad.

La angustia metafísica de los deterministas consiste, en realidad, en la

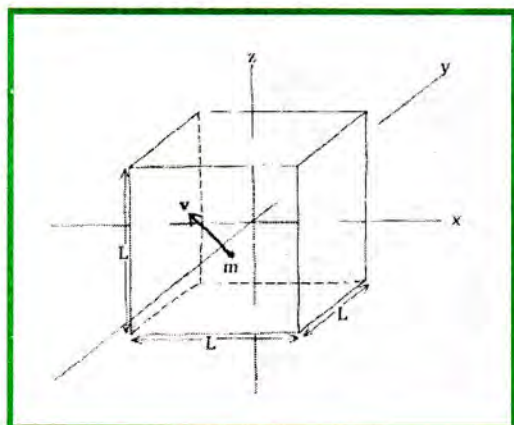
incapacidad, más bien la imposibilidad, de tener un número infinito de datos para ser analizados. Se puede admitir el representar las leyes con ecuaciones diferenciales y también se puede admitir la consideración del estado inicial del sistema. Sin embargo sería extremadamente dificultoso (virtualmente imposible) concebir la determinación de un conjunto de números que representen con precisión infinita el valor de tales condiciones iniciales. Existe un abismo entre estas dos ideas:

- a) la idea de una información infinita
- b) la idea de una información tan grande como se quiera.

La idea (a) proporciona una trayectoria única del sistema (no cabe el azar) y la (b) una familia acotada de infinitas trayectorias (existe un margen para el azar).

La mecánica estadística, motivo central de esta serie de artículos, es, en realidad, un tratamiento determinista del azar. Utiliza el concepto de probabilidad para conectar el mundo determinista con el mundo de los sistemas descritos por las leyes de la termodinámica del equilibrio y de los sistemas aislados. Se expresan magnitudes macroscópicas como valores medios de magnitudes dinámicas moleculares. De ex profeso se sacrifica información sobre el comportamiento de las moléculas en función de su conexión con las variables macroscópicas. A este nivel, la información del comportamiento de cada una de las moléculas no puede, por su dimensión, ser manejada. Se opta por utilizar conceptos tales como: presión, temperatura, potencial químico, etc..

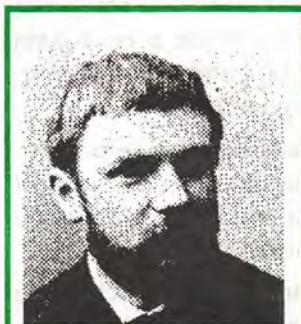
La entropía como una magnitud de algún modo vinculada a la idea de orden u organización, contiene la desinformación del observador macroscópico y representa el número de configuraciones microscópicas compatibles con el estado de equilibrio que describe. La entropía de Boltzmann asocia al sistema una idea de orden que



crece con la disminución de "S" y por otro lado el segundo principio de la termodinámica establece que el equilibrio de los sistemas aislados se corresponden a un estado de máxima entropía o máximo desorden.

Para terminar, las implicaciones filosóficas de este tema se pueden ilustrar con el siguiente ejemplo: se toman dos recipientes cerrados idénticos, uno con un gas y al otro se le hace el vacío. Se ponen uno en contacto con el otro mediante un tubo. Según la segunda ley, la velocidad media del flujo de gas a través del tubo decrecerá exponencialmente hasta que la presión en ambos recipientes sea igual. Esto está predicho por la ley de entropía creciente que, como ya vimos, predice en su versión más pesimista la muerte térmica del universo. Poincaré demostró que es probable que el gas evolucione, como sistema dinámico que es, de modo que reproduzca la situación inicial, (posible pero con una probabi-

lidad a priori prácticamente nula). Ehrenfest, al desarrollar la teoría de las fluctuaciones, ha permitido resucitar la esperanza de modo que, gracias a ellas, nos salvemos de la segura muerte térmica del universo. La teoría de las probabilidades (otra vez el azar) ha permitido "suavizar" el conflicto entre la segunda ley de la termodinámica y la teoría cinética de la naturaleza (fluctuaciones incluidas), mostrando que no existe contradicción entre ellas si se interpreta la segunda ley con flexibilidad. La teoría de la



Henri Poincaré

probabilidad desarrollada en el siglo XX ha cambiado el panorama de tal modo que las leyes de la Naturaleza no tengan el carácter del dogma determinista.

Internet: DICCIONARIO (3)

A pedido de algunos profesores, ampliamos el diccionario de términos que en números anteriores se publicó.

FTP - (File Transfer Protocol). Protocolo empleado para la transferencia de ficheros en una red TCP/IP. Requiere de identificación del usuario. En Internet hay los FTP anónimos, donde el usuario utiliza el genérico "anonymous" y como password su dirección electrónica. También se llama así el programa cliente para este servicio (ejemplo : CuteFTP), aunque los navegadores como Netscape también pueden utilizar este servicio en la mayoría de los servidores FTP.

Hacker - Experto en informática capaz de entrar en sistemas cuyo acceso es restringido. No necesariamente con malas intenciones.

Homepage - Página principal o inicial de un sitio WEB.

HTML - HyperText Markup Language. Lenguaje de Marcas de Hypertexto. Lenguaje para elaborar paginas Web actualmente se encuentra en su versión 4. Fue desarrollado en el CERN.

HTTP - HyperText Transfer Protocol. Protocolo de Transferencia de Hypertexto. Protocolo usado en la WWW para transmitir páginas Web.

Internet - INTERconnected NETWORKS. La red de redes.

*Continúa: DICCIONARIO (4)
en la página 11*

CURIOSOS CASOS, COSAS CURIOSAS

Se trata de una pregunta hecha por el profesor Fernando, de la universidad brasileira FATEC en la prueba final de termodinámica en mayo de 1997. Este profesor es reconocido por hacer el tipo de preguntas ¿Por qué los aviones vuelan? En sus exámenes finales. Su única pregunta en esta ocasión fue:

¿EL INFIERNO ES EXOTÉRMICO O ENDOTÉRMICO?

Justifique su respuesta.

Varios alumnos justificaron su respuesta basados en la Ley de Boyle o en alguna variante de la misma. Entretanto un estudiante escribió lo siguiente:

En primer lugar postulamos que si las almas existen, deben tener alguna masa. Si un alma tiene masa, entonces una mol de almas también tiene masa.

En segundo lugar, ¿a qué velocidad se están moviendo las almas para adentro o para afuera del infierno?. Pienso que podemos asumir que cuando un alma entra al infierno jamás vuelve a salir, pues es un castigo perpetuo. Por esta razón no hay almas saliendo del infierno.

Para saber cuántas almas están entrando al infierno, es necesario echar una mirada a las diferentes religiones que hoy existen en el mundo.

Algunas de esas religiones pregonan que si usted no pertenece a ella, se va para el infierno. Como son más de dos de estas religiones y no es posible pertenecer a más de una religión, se concluye que todas las personas y las almas van para el infierno.

Con las tasas de natalidad y de mortalidad de nuestros tiempos, podemos esperar un crecimiento exponencial del

número de almas en el infierno.

Ahora es necesario examinar la tasa de cambio del volumen del infierno.

La ley de Boyle dice que para que la temperatura y la presión del infierno sean las mismas, la relación entre la masa de almas y el volumen del infierno deben ser constantes. Existen, entonces, dos opciones:

- 1) Si el infierno se expande a una tasa menor que la tasa de ingreso de almas, entonces la temperatura y la presión en el infierno van a aumentar hasta explotar.
- 2) Si el infierno se expande a una tasa mayor que la de entrada de almas, entonces la temperatura y la presión van a bajar hasta que el infierno se congele.

¿Cuál de las dos?

Si tenemos en consideración que una de las "meninas" más lindas de la FATEC me dijo en el primer año: "Habrá una noche fría en el infierno antes que yo me divierta con usted." Y si tenemos en cuenta que aún **no** he logrado tener relaciones sexuales con ella, entonces la opción 2) no es verdadera. Por eso, el infierno es exotérmico.

El estudiante Sergio Fonseca sacó el único 10 en la prueba.

Agradecimientos:

J. P. Forcheri (texto); P. Baldriz (ilustración)



SENSORES

Pablo Garategui

Profesor del I.P.A.

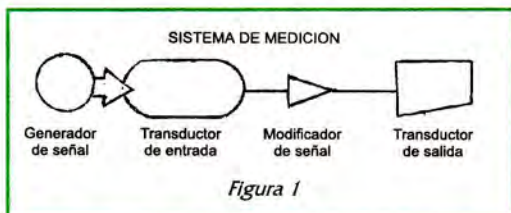
Habiéndonos dedicado, en el número anterior a describir los fotodetectores, vamos a continuar en ésta línea, pero tratando de dar a conocer ahora y en próximos números, los mecanismos que nos permiten obtener la información sobre un suceso o fenómeno en estudio, y poder cuantificarla posteriormente.

Daremos un vistazo entonces en forma general sobre los Sensores y luego nos detendremos sobre algunos en particular.

Este tema es importante, no sólo para diseñar prácticas de Laboratorio, sino que además puede servir de apoyo, a los proyectos de 4º año, y los de Robótica, actualmente muy difundidos.

Todo sistema de medición puede ser considerado dividido en cuatro componentes básicos: un generador de señales, un transductor de entrada, un modificador de señal y un transductor de salida.

La señal es producida por la interacción de algún elemento del sistema en estudio directamente ó indirectamente, con alguna forma de energía (como radiación electromagnética, electricidad ó energía térmica). Los transductores de entrada, también, conocidos como Detectores, son dispositivos que transforman alguna propiedad del analito física ó química en una señal eléctrica.



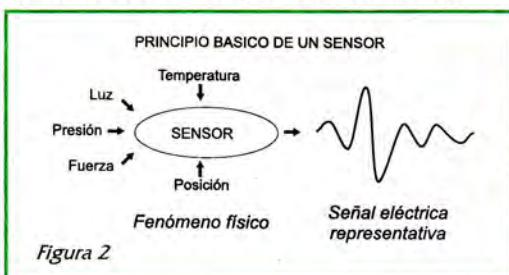
Los modificadores de señal son componentes electrónicos, que ejecutan operaciones necesarias y deseables, como amplificación y filtrado, sobre la señal que provee-

ne del transductor de entrada. Por último, el transductor de salida convierte la señal eléctrica modificada, en información que puede ser leída, registrada e interpretada por el analista.

Generadores de Señal: La señal empleada para transferir información del sistema en estudio a los módulos eléctricos del instrumento se originan en el generador de señales.

Se usan dos métodos generales: 1) la aplicación de una señal externa al sistema con modificación subsecuente de ésta por el mismo (como en espectroscopía de absorción) y 2) la creación de un ambiente sobre el sistema que permite al mismo producir una señal (medidas potenciométricas).

El generador de señal es único para cada tipo de instrumento. Su diseño requiere una comprensión de las propiedades físicas de los componentes del instrumento de medida y del sistema que está en estudio.



Transductores de Entrada: La mayoría de los transductores de entrada son dispositivos analógicos, esto es: miden propiedades físicas y químicas en forma continua. En muchos casos estos dispositivos producen señales eléctricas analógicas de diferencia de potencial corriente ó resistencia.

Sí la propiedad medida no es continua, puede diseñarse el detector para que entregue una señal pulsante (como en los detectores de radiación).

La calidad y las capacidades del transductor de salida son las que finalmen-

te limitan todo el funcionamiento del instrumento.

Módulos de transformación de Señal:

El módulo de transformación de la señal, recibe la información del detector, la convierte eléctricamente a una forma más significativa y luego la envía al transductor de salida. El detector utilizado y la forma final de la información deseada determinan la composición electrónica de este módulo.

Los componentes del mismo van desde un simple resistor para la conversión simple de corriente a voltaje, hasta un complejo microprocesador, que tiene una gran variedad de posibilidades de procesamiento de señales.

Transductores de Salida: El componente final del instrumento, el transductor de salida, convierte la señal eléctrica modificada en información útil para el analista.

Esta información puede mostrarse ó registrarse por medio de diferentes dispositivos en forma analógica o digital.

Mediciones, Señales y Datos: Una señal puede definirse como la salida de un transductor que está respondiendo al sistema físico de interés.

La señal puede dividirse en dos partes, una causada por el suceso en estudio y la otra por el entorno del sistema y por la instrumentación utilizada en la medición.

Esta última parte de la señal se conoce como ruido.

Aunque la capacidad para separar las señales (que contienen datos significativos) del ruido sin sentido, siempre ha sido una propiedad deseable en cualquier instrumento; con la demanda creciente de mediciones más sensibles se ha convertido en algo indispensable.

La reducción del ruido (o intensificación ó acentuación de la señal) es una consideración primaria para obtener datos útiles a partir de las mediciones en que intervienen fuentes de señales débiles.

Los dos métodos principales de acentuación de la señal son: 1) el uso de dispositivos electrónicos tales como filtros, ó programas de computación equivalentes, para procesar la información mientras pasa por el instrumento; y 2) el tratamiento matemático de los datos posterior a la medición.

Relación Señal - Ruido (S/N): A medida que las fuentes de señal, se tornan más débiles, el problema de distinguir las señales respecto del ruido se vuelve cada vez más difícil, lo que ocasiona una disminución en la exactitud y en la precisión de las mediciones.

La capacidad de un sistema instrumental para discriminar entre señales y ruido se expresa usualmente, como la relación Señal - Ruido (S/N) en donde:

$$\frac{S}{N} = \frac{\text{Amplitud media de la señal}}{\text{Amplitud media del ruido}}$$

Un aumento en la relación (S/N) generalmente indica una reducción del ruido y por lo tanto una medición más deseable.

Una vez que la cantidad física de interés se ha convertido en señal eléctrica, la relación (S/N) no puede aumentar sólo por la amplificación ya que cada aumento en la magnitud de la señal va acompañado del aumento correspondiente en la magnitud del ruido; de modo que relaciones (S/N) más grandes se obtienen usualmente con dispositivos electrónicos (filtros, amplificadores pasabanda, etc.) ó programas de computación especiales para tratamiento de la señal.

Es importante estar al tanto de las fuentes de ruido y de los componentes del instrumento que se usan para minimizarlo, ya

que el ruido determina la exactitud y los límites de detección de cualquier medida.

El ruido entra en el sistema de medición por las fuentes ambientales externas al sistema, ó aparece como resultado de propiedades intrínsecas y fundamentales del sistema.

Acondicionamiento de la señal. Ya mencionamos, que uno de los pasos que debemos dar luego de obtener la información a través del transductor, es el acondicionamiento de la misma.

Mencionaremos algunos de los procedimientos más habituales.

Filtrado: Aunque la relación entre la amplitud y la fase de las señales de entrada y salida puede usarse para distinguir entre señales útiles y ruido, la propiedad más comúnmente utilizada es la frecuencia.

El ruido blanco puede reducirse, estrechando el intervalo de frecuencias a medir, y el ruido ambiental puede eliminarse seleccionando la frecuencia adecuada.

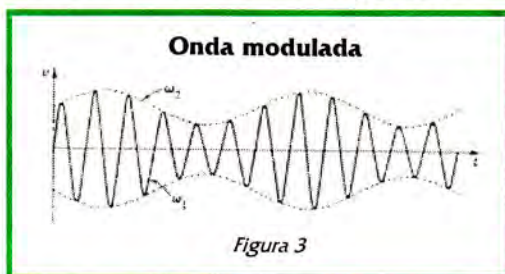
Cuatro tipos de filtros electrónicos sirven para seleccionar la banda de frecuencias medidas: filtros "*Pasa-Bajos*", que admiten todas las señales con frecuencia por debajo de una frecuencia de "corte" predeterminada; filtros "*Pasa-Altos*", que transmiten todas las frecuencias de mayor valor que una de corte dada; filtros "*Pasa-Banda*", que combina las propiedades de los dos anteriores para admitir el pasaje de sólo una banda más ó menos estrecha de frecuencia determinable a voluntad; y por último los filtros de "*Rechazo de banda*" (ó de "muesca") que tiene la acción contraria del anterior ó sea dejar pasar todas menos una banda muy estrecha de frecuencias de señal.

Los filtros más simples se componen de elementos de circuito pasivos, (resistores, capacitores, y bobinas) que transmiten las frecuencias determinadas por los valores de los componentes de cada circuito.

Los filtros pasa-banda y de rechazo pueden diseñarse usando componentes activos (transistores y amplificadores operacionales).

Modulación - Demodulación. Sí la señal y el ruido no se pueden separar por filtrado, resulta ventajoso desplazar la señal de interés lejos del ruido. Para lograr esto primero se transforma con una onda portadora de la frecuencia adecuada, luego se envía a un amplificador sintonizado a la frecuencia de la portadora de la señal, y por último se retira ó recupera de esa portadora a la señal original.

El primer proceso se llama modulación y el segundo demodulación (Figura 3).



Estas técnicas pueden usarse para procesar una señal en una región de ruido mínimo y para discriminar entre señal y ruido, en función de sus características de variación en el tiempo. Por ejemplo ubicar señales lejos de $f = 0$ Hz (corriente continua) donde el ruido de fluctuación está al máximo. También se lo uso en radiodifusión (amplitud y frecuencia modulada Am y FM).

Otro ejemplo de dispositivo para "limpiar" una señal de ruido es el circuito cortador, "Chopper", que es un dispositivo eléctrico ó mecánico que sirve para generar una señal alterna entre la muestra y las mediciones de referencia, a una frecuencia seleccionada para minimizar el ruido.

Debe colocarse tan cerca de la fuente de señal como sea posible, ya que la modulación quita sólo el ruido que aparece después de él.

Tipos de sensores. Ya vimos que para obtener información de un fenómeno en estudio debemos hacer interactuar algún tipo de energía, para a partir de allí obtener una señal que nos "informe" algo útil sobre lo que estamos estudiando. Pues bien, si queremos diseñar un sensor ó aplicar uno ya fabricado, debemos partir desde allí.

Y luego aún debemos decidir si lo vamos a usar para medir una magnitud en forma directa ó indirecta. Decimos ésto pues un fotosensor (el mismo dispositivo) por ejemplo puede ser usado para medir la cantidad de luz en un punto, como también para detectar (por ausencia ó presencia de luz) otro suceso como un cuerpo en movimiento que "corta" un hay de luz.

Por otra parte, otro hecho que, aunque pueda parecer obvio, debemos mencionar es que en el estado actual de desarrollo tecnológico, la absoluta mayoría de los sensores en realidad son transductores que transforman la energía de algún tipo en una corriente eléctrica y/o una diferencia de potencial. El instrumental actual de medición es electromecánico o electrónico.

Por lo que más allá de mencionar las excepciones que existan, nos referiremos a éste tipo de dispositivos de amplia difusión y aplicación.

Hoy para los físicos, es tan imprescindible saber operar una computadora, como poseer conocimientos básicos de Electrónica.

Senderos de posición. Tal vez los más sencillos, sean los potenciómetros (ó reóstatos) en los cuales un cambio de posición de un contacto móvil, se puede asociar con un cambio de posición de un cuerpo.

Ese cambio de posición se traduce en una variación de la resistencia interna del dispositivo y por lo tanto, de una corriente que se haga pasar a través de él, y de la consiguiente variación de la diferencia de po-

tencial, que se produce entre los estados inicial y final.

Estos dispositivos presentan además la facilidad de poderse acoplar de forma simple a los sistemas en estudio y tienen una buena precisión en la posición de disparo.

Como los potenciómetros, pueden ser tanto rotativos como deslizantes en forma

lineal, pueden ser usados para el sensado de desplazamientos lineales, como angulares. (Ver figura 4). La resistencia entre el cursor y uno de los extremos, depende del ángulo de giro ó del desplazamiento lineal según el tipo.

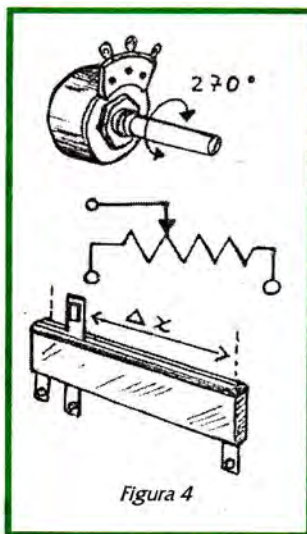
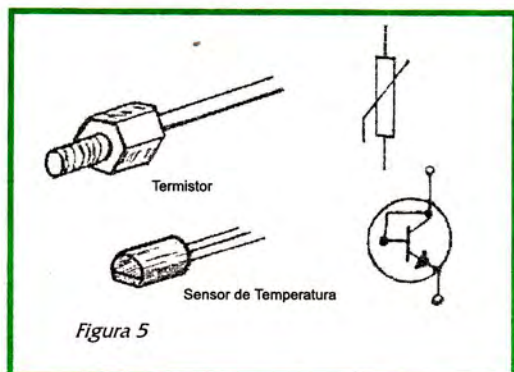


Figura 4

Sensores térmicos. Siguiendo nuestro recorrido, de dispositivos con posibilidades de ser usados como sensores, nos ocuparemos ahora de los elementos capaces de darnos información sobre los cambios de temperatura que se producen en un cuerpo o entorno.

Además de los clásicos termómetros, o de dispositivos que miden el calor, por el color de un cuerpo incandescente; existen otros dispositivos para medir la temperatura, como por ejemplo las termocuplas, que presentan una ddp. entre dos metales diferentes, como un extremo unido y sometido al calor.

Nosotros nos referiremos, a la posibilidad de aplicar dispositivos semiconductores para medir directa o indirectamente la temperatura. (Ver figura 5)



Como ya dijimos, una de las principales características de los materiales semiconductores en su sensibilidad respecto a la temperatura. El calor provoca la "promoción" de electrones hacia la banda de conducción con el correspondiente aumento

de la conductividad. Por lo tanto, en general cualquier material semiconductor, o cualquier juntura PN podría ser usado como elemento sensible.

Sin embargo, se construyen dispositivos específicos para este uso.

Hay dos grandes familias, una comprende los Termistores o sea resistencias variables con la temperatura, de las cuales las más comunes son las NTC (Coeficiente Negativo de Temperatura) y las PTC (Coeficiente Positivo de Temperatura).

La otra familia está constituida por dispositivos que de hecho son diodos y transistores, especialmente diseñados para que alguna de sus junturas sean muy sensibles a los cambios de temperatura.

Internet: DICCIONARIO (4)

INTRANET. Se llaman así a las redes tipo Internet pero que son de uso interno, por ejemplo, la red corporativa de una empresa que utilizara protocolo TCP/IP y servicios similares como WWW.

IP address. Expresión compuesta por cuatro números separados por puntos y que designan de manera unívoca a un ordenador en la Internet. Para que no sea un caos, estos números los coordina una sociedad llama InterNIC. IP (Internet Protocol) es el protocolo que permite conectarse dos ordenadores.

IRC. Internet Relay Chat. Canal de Chat de Internet. Sistema para transmisión de texto multiusuario a través de un servidor IRC. Usado normalmente para conversar on-line también sirve para transmitir ficheros.

JAVA. Lenguaje de programación orientado a objeto parecido al C++. Usado en WWW para la telecarga y telejecucion

de programas en el ordenador cliente. Desarrollado por Sun microsystems.

JAVASCRIPT. Programa escrito en el lenguaje script de Java que es interpretado por la aplicación cliente, normalmente un navegador (Browser).

LAN. (Local Área Network) Red de Área Local. Como su nombre indica, es una red de ordenadores de tamaño pequeño / medio localizada en un edificio (como máximo). Se conectan los ordenadores a través de tarjetas de red, y las arquitecturas más conocidas son Ethernet y Token-Ring.

Link. Enlace. Unión. Se llama así a las partes de una página WEB que nos llevan a otra parte de la misma o nos enlaza con otro servidor.

Continúa: DICCIONARIO (5)
en la página 36

FÍSICA DEL HUMOR

• • •

1.000.000'000.000 micrófonos = 1 megáfono

3 1/3 tridentes = 1 decadente

• • •

La ley de Hazaña: nunca repitas un experimento que ha funcionado.

• • •

El alumno desconocido. Era el último examen para un curso preliminar de física. Como muchos de los exámenes en el colegio, lo habían diseñado para eliminar a nuevos estudiantes ya que habría más de 800 estudiantes en la clase. El examen duraba 2 horas y cada estudiante recibió una libreta azul. El profesor era muy recto y le dijo a toda la clase que si el examen no estaba sobre su pupitre después de dos horas exactamente, que no se aceptaría y el estudiante se suspendería.

Media hora después de empezar el examen, un estudiante entró en el examen y le pidió una libreta al profesor. "No va a tener tiempo para terminarlo," dijo el profesor al darle la libreta al estudiante. "Sí que lo terminaré," contestó el estudiante. Se sentó y empezó a escribir. Después de dos horas, el profesor pidió las libretas, y los estudiantes, en fila, las entregaron. Todos menos el estudiante que había llegado tarde, que continuó escribiendo. Después de media hora, el último estudiante se acercó al frente de la clase donde el profesor estaba sentado en su pupitre leyendo un libro. Intentó poner su libreta encima de las que ya estaban ahí.

— "Ni lo intente, no puedo aceptar eso. Ha terminado tarde," el profesor dijo, pasando la hoja de su libro.

— El estudiante lo miró, furioso e incrédulo. "¿Sabe quién soy?"

— "No, no tengo ni idea," contestó el profesor en un tono de voz sarcástico.

— "**¿Sabe quién soy?**" preguntó de nuevo el estudiante, apuntándose a su propio pe-

cho con su dedo y asomándose hacia el profesor de manera intimidante.

— "No, y no me importa," contestó el profesor con un aire de superioridad.

— El estudiante luego tomó su libreta y la metió en medio de las demás. "¡Que bueno!" dijo y se marchó de la clase.

*Colaboración de Oscar Tejada Ito
oscar_tejada@esan.com.pe (Perú)*

(Cortesía: Francisco Fernández)

• • •

Un Físico estaba cruzando una ruta un día, cuando un sapo lo llamó y le dijo:

— "Si me besas, me volveré una hermosa princesa".

El Físico se inclinó, tomó el sapo y se lo metió en el bolsillo. El sapo volvió a hablar, y dijo:

— "Si me besas para que me vuelva una hermosa princesa, me quedaré contigo durante una semana".

El Físico sacó el sapo del bolsillo, le sonrió y lo volvió a meter en el bolsillo.

Entonces el sapo gritó:

— "Si me besas y me vuelvo una hermosa princesa, me quedare contigo y haré **cualquier** cosa que quieras"

Otra vez el Físico sacó el sapo, le sonrió y lo devolvió al bolsillo.

Finalmente el sapo preguntó:

— "Qué pasa? Te dije que soy una hermosa princesa, que me quedaré contigo por una semana y haré lo que quieras. ¿Por qué no me besas?"

El Físico dijo:

— "Mira, soy un Físico. No tengo tiempo para novias, pero un sapo que hable, eso sí que es interesante !!"

*Colaboración de Cristina Pérez
<cristinap@telcel.net.ve> (Caracas, Venezuela)*

(Cortesía: Francisco Fernández)

• • •

CAOS: LA CONTINUACIÓN

Profesor Enrique Inzaurrealde

Los sistemas que presentan comportamientos caóticos pueden ser, básicamente, de dos tipos: a) discretos y b) continuos.

Para representar un sistema se utiliza lo que se llama "espacio de las fases", que significa una representación en ejes de coordenadas, o en forma de funciones matemáticas que es lo mismo, de las variables físicas que lo definen, ya sea posición y velocidad (en el caso de un sistema mecánico), temperatura, volumen, presión (en el caso de un sistema termodinámico), etc.

Los sistemas son discretos cuando las variables utilizadas para definir su comportamiento, o sea su trayectoria, solamente pueden asumir determinados valores. Esto es, entre dos valores consecutivos de las variables existen intervalos de números que les están vedados a éstas. En cambio, los sistemas son continuos cuando las variables pueden asumir cualquier valor real.

En principio, cualquier sistema puede evolucionar de tal forma que, en determinadas condiciones se convierta en caótico. Veremos, a continuación un ejemplo de semejante comportamiento.

El ejemplo, puesto por R. Markarián en su artículo "Incertidumbre-caos: una visión físico-matemática", es sumamente ilustrativo. Si abrimos una canilla lentamente, veremos que las gotas de agua caen de la misma con una cierta frecuencia definida. Al continuar abriéndola despacio, la frecuencia de las gotas se hace mayor (la rapidez con que pasan gotas por un plano transversal va aumentando), hasta que llega un momento en que las gotas caen sin una frecuencia definida, aleatoriamente. Este representa un ejemplo de sistema dinámico discreto que se ha convertido en caótico. Si ahora seguimos abriendo la canilla lenta-

mente, comienza a caer un hilo de agua casi transparente (esto es, un flujo laminar de agua). Este nuevo sistema dinámico es completamente predecible, no caótico. Pero si seguimos abriendo la canilla, llega un momento en que el chorro se vuelve turbulento, para nada transparente. Este nuevo sistema dinámico sí es caótico, pues las trayectorias de las diferentes gotitas que lo componen tienden a separarse y a seguir caminos completamente diferentes, aún cuando las mismas hayan comenzado desde posiciones cercanas. Tal es un sistema caótico continuo.

Como fue dicho en el primer artículo sobre caos, una propiedad de aquellos fenómenos que, en determinadas circunstancias, se convierten en caóticos, es que cuando se encuentran en semejante situación sus trayectorias se aproximan a atractores extraños y que tales atractores son figuras geométricas llamadas fractales. En general, cuando un sistema dinámico está descrito mediante las variables del espacio de las configuraciones, dicha descripción consta de dos partes, a saber: a) la descripción del estado actual del sistema; b) la descripción de su evolución temporal. Nos interesa, en particular, ver las características generales que presenta la descripción de la evolución de un sistema. Cuando conocemos la evolución de un sistema en el tiempo, se ve que esta evolución, representada en un espacio de fases, presenta ciertas formas geométricas. Esto es que, el sistema, al cabo de un cierto tiempo se transforma en, o tiende a, una forma geométrica definida. Tales formas geométricas se conocen como atractores. Existen cuatro clases de atractores básicos:

- 1) Punto fijo. Son sistemas que, al tender a un punto fijo tienden, por lo tanto, al equilibrio, tal es el caso de un movimiento periódico amortiguado.
- 2) Ciclo límite. Corresponden a movimientos periódicos simples, tal como

el movimiento de una carga eléctrica dentro de un campo magnético y cuya velocidad inicial presenta un ángulo. En tal caso, la carga describe una trayectoria espiral, como es conocido.

3) Complejo. Es el caso de fenómenos cuyos atractores presentan formas bastante más complicadas que el punto fijo, o el ciclo límite, pero de todos modos su complejidad no lo convierte en inestable. Tal es el caso de una retícula, como en un patrón de interferencia, o en el efecto Compton. La evolución del sistema, por lo tanto, es aún predecible.

4) Extraños. Es el caso de los fenómenos caóticos. En estos fenómenos el comportamiento a largo plazo es impredecible (hablamos de las trayectorias específicas dentro del espacio de las fases, de los objetos que componen el sistema). No obstante, la complejidad del atractor extraño, presentan una estructura matemática subyacente, o sea, tales atractores son autorreflexivos. La propiedad de autorreflexión (o invariancia por escala) significa que se pliegan sobre sí mismos un número infinito de veces. Este tipo de figuras geométricas se denomina fractal.

Veremos a continuación qué es un fractal y de qué se trata la geometría fractal.

Los fractales son figuras geométricas que cumplen ciertas propiedades, a saber:

1) Invariancia de escala. Esta propiedad significa que, si tomamos una figura fractal y de ella elegimos una pequeña porción para amplificarla, esta pequeña porción presenta la misma fisonomía que la figura mayor. Pero, si volvemos a amplificar un pequeño sector de esa porción, lo que nos muestra vuelve a ser una repetición de la figura original. Esta propiedad de autorrepetición, o autosemejanza es lo

que se denomina invariancia por escala. En el mundo que nos rodea nos topamos con numerosos objetos que verifican (al menos, aproximadamente) esta característica. Por ejemplo, si vemos un copo de nieve, la estructura compleja e irregular que éste presenta a nivel macroscópico se observa también, sorprendentemente, al verlo bajo el microscopio.

Esta autosemejanza está íntimamente relacionada con una segunda propiedad que presentan los objetos geométricos denominados fractales, a saber,

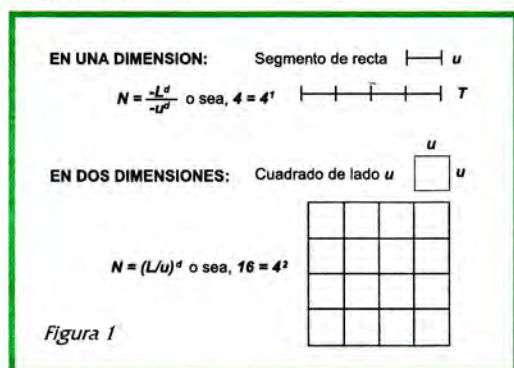
2) Dimensión fraccionaria. Estamos acostumbrados a tratar, en la geometría euclidiana, con objetos de una dimensión (rectas), dos dimensiones (figuras en el plano), tres dimensiones (cuerpos geométricos, tales como el cubo, prisma, etc.) y aún más dimensiones (hipercubos de la geometría tetradimensional de la Relatividad Restringida). En este último caso estamos hablando de geometrías pseudo-euclídeas. No obstante, aquellos objetos que se nos aparecen en la vida real, como puede ser una piedra irregular, aún cuando se presentan en un espacio de tres dimensiones, presentan "dobletes", que complican la forma. A tales dobletes les corresponden fracciones de dimensión. O sea, la piedra irregular no tiene dimensión 3, sino que su dimensión fractal es un número comprendido entre 3 y 4. Según Benoit Mandelbrot, se puede definir un fractal como "un conjunto de puntos en el espacio euclidiano, para el cual la dimensión de Hausdorff excede la dimensión topológica".

Se puede obtener la dimensión de un objeto usando el siguiente método. Supongamos que tenemos un segmento de recta de longitud L . Tomamos una unidad de medida, "u", y la sobreponemos al segmen-

to L , contando cuántas líneas u son necesarias para cubrir L totalmente. El número $N=L/u$ representa la "medida" del segmento L . Análogamente, para medir un cuadrado de lado L , tomamos un cuadrado unitario de lado u y contamos el número $N = L^2/u^2$ que necesitamos para cubrirlo. De una manera general, este proceso conduce a $N=(L/u)^d$, o, tomando el logaritmo de ambos miembros:

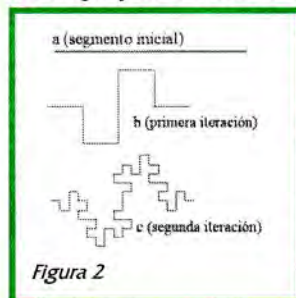
$$d = \log N / \log(L/u) \quad (1)$$

Lo dicho en la ecuación (1) se representa en la figura 1. ¿Cómo sería la ecuación para el caso del cubo?



El exponente "d" de la ecuación (1) se denomina dimensión de la figura. Para el caso de figuras geométricas uniformes y compactas "d" es un número entero, mas para el caso de las figuras fractales, "d" es un número fraccionario. El número "d" es la llamada dimensión fractal o de Hausdorff.

Un ejemplo simple de figura fractal es la curva de Koch. Para formar esta curva se comienza por un segmento de recta **a** y se sustituye por el motivo **b** de la figura 2.



Se cambia después cada segmento resultante por el mismo motivo **b**, y se obtiene la curva **c** y se prosigue repitiendo este proceso infinitas

veces. Esta curva es un fractal, cuya dimensión es: $d = \log 8 / \log 4 = 1,5$ donde $N=8$ (pues entran 8 segmentos en la línea, al hacer la primera iteración) y $L/u=4$, es el factor de escala.

El copo de nieve se puede obtener a partir de la curva de Koch y, aún cuando su área es evidentemente finita, su perímetro es infinito. Este es un caso de figura fractal y cómo es posible calcular su dimensión fraccionaria.

Un conjunto fractal muy conocido es el denominado "conjunto de Mandelbrot". Este es un conjunto de puntos que se obtiene mediante la sencilla fórmula

$$z_{n+1} = z_n^2 + c \quad (2)$$

donde z_n y c son dos números complejos.

Una vez que fijamos el valor de c (arbitrariamente) y el valor de z_0 (el valor inicial de las z_n), la fórmula (2) nos dice cuál es la iteración que debemos hacer para ir obteniendo los puntos de la función z_{n+1} . Sucede que según cómo elijamos c y z_0 se obtienen secuencias de puntos que forman una figura, o se obtienen puntos que se desperdigan por el plano complejo, sin conexión. Estos procesos se realizan mediante el uso de computadoras, a los efectos de obtener colecciones de valores de la iteración suficientemente grandes y los valores obtenidos, en los casos en que los puntos forman el conjunto de Mandelbrot, forman una figura fractal, es decir una figura que presenta invariancia por escala.

Como se puede ver, si miramos al microscopio una de las ramificaciones laterales de la figura 3, resulta que tiene la misma forma que la imagen central, o sea, un bulbo con una serie de ramificaciones o "pelitos".



Las diferencias fundamentales entre la geometría fractal y la geometría euclídea pueden establecerse de la siguiente manera en una tabla:

Geometría euclídea	Geometría fractal
Tradicional (más de 2000 años)	Moderna (aprox. 25 años)
Dimensión entera	Dimensión fractal (fraccionaria)
Trata objetos hechos por el hombre	Apropiada para formas naturales
Descrita por fórmulas	Descrita por algoritmo recursivo (iteración)

O sea que, existen las dimensiones fraccionarias y que, para calcular la dimensión de cualquier figura podemos utilizar una ecuación, que si llamamos F al número de figuras (copias) iguales a la original y D a la dimensión de la figura, es la siguiente

$$F = 2^D \quad (3)$$

De aquí, si aplicamos el logaritmo a esta ecuación, se obtiene $\log F = D \cdot \log 2$, o sea,

$$D = \log F / \log 2 \quad (4)$$

Apliquemos esto a un ejemplo de figura fracta. Tomemos el triángulo de Sierpinski. Éste es el que se representa en la figura 4.

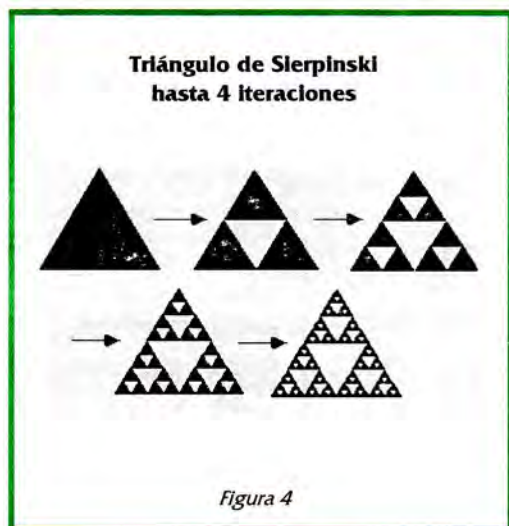


Figura 4

Vemos allí que, al cabo de la primera iteración, lo que estamos haciendo es que, al duplicar los lados del triángulo se obtiene otro triángulo de Sierpinski similar al primero y que contiene, a su vez, a tres triángulos de la misma escala que el primero. Por lo tanto, $F=3$. Luego, usando la fórmula 4, $D = \log 3 / \log 2 = 1.58496$

Este número es fraccionario, no es periódico y el mismo es la dimensión fractal de la figura triángulo de Sierpinski. No obstante, su dimensión topológica sigue siendo 2 (puesto que se encuentra en el plano).

Vemos así que la fórmula 4 representa otra manera de calcular la dimensión fractal de una figura, obtenida al duplicar los lados de la figura original y viendo la cantidad de figuras originales que quedan inscritas en la figura obtenida de semejante duplicación. Representa, asimismo, una forma alternativa a la ecuación 1 de calcular la dimensión fractal de una figura.

¿Cómo es posible obtener la figura 3 del conjunto de Mandelbrot?

Decíamos que se utiliza la fórmula 2. O sea, se eligen los números (complejos) z_0 y c que han de iniciar la serie y se aplica la fórmula, obteniéndose

$$z_1 = z_0^2 + c$$

Luego, iteramos esta fórmula

$$z_2 = z_1^2 + c$$

Luego, volvemos a iterar sucesivas veces (infinitas veces), obteniendo

$$z_3 = z_2^2 + c$$

$$z_4 = z_3^2 + c$$

$$z_5 = z_4^2 + c$$

....

$$z_{n+1} = z_n^2 + c$$

El conjunto de números $z_0, z_1, z_2, z_3, z_4, z_5, \dots, z_{n+1}$ generado por esta iteración se denomina órbita de z_0 bajo la iteración z^2+c .

El problema matemático derivado de este tipo de cálculo consiste en saber si las órbi-

tas obtenidas convergen o divergen, si son cíclicas o se comportan aleatoriamente, o sea, ¿cuál es el destino de las órbitas?

El conjunto de Mandelbrot es una respuesta a esta pregunta. Por ejemplo, supongamos que $c=1$ y $z_0=0$. La órbita obtenida es

$$\begin{aligned} z_0 &= 0 \\ z_1 &= 1 \\ z_2 &= 2 \\ z_3 &= 5 \\ z_4 &= 26 \\ z_5 &= 677 \\ z_6 &= 458330 \end{aligned}$$

Vemos que esta órbita tiende al infinito, o sea, diverge.

Si ahora tomamos $c=0$, vemos que la órbita es completamente diferente, pues permanece constante para todas las iteraciones.

$$\begin{aligned} z_0 &= 0 \\ z_1 &= 0 \\ z_2 &= 0 \end{aligned}$$

Y si tomamos $c=-1$

$$\begin{aligned} z_0 &= 0 \\ z_1 &= -1 \\ z_2 &= 0 \\ z_3 &= -1 \end{aligned}$$

Aquí se ve que la órbita va de 0 a -1 y de -1 a 0, con un ciclo de período 2.

Normalmente es conveniente analizar gráficamente las órbitas, lo que permite encontrar más fácilmente el período de las mismas. Analizando de este modo las iteraciones de la fórmula 2 los matemáticos han visto que si $c=-1,9$ no hay ningún

ciclo aparente en la órbita y a este fenómeno le han llamado caos.

Es decir, cuando se realiza la iteración z^2+c , la órbita de 0 puede tender al infinito, o no. Y cuando esta órbita no va al infinito, puede presentar varios tipos de comportamiento diferente; puede ser constante, cíclica, o caótica.

El conjunto de Mandelbrot es el gráfico que representa el destino de las órbitas cuando $z_0=0$, para la iteración de la fórmula 2.

Hasta aquí hemos echado un vistazo superficial a la geometría fractal, de la cual no haremos más desarrollo que este, limitándonos a decir que se trata de una rama de la matemática moderna en desarrollo y que fue el francés Henri Poincaré quien concibió por primera vez la idea de fractales. La palabra fractal, no obstante, fue empleada por Benoit Mandelbrot, tomada del adjetivo latín "fractus", proveniente del verbo latín "frangere" que significa romper, crear fragmentos irregulares.

En un próximo artículo veremos algunas aplicaciones de la teoría del caos a diversos fenómenos relacionados con otras ciencias.

Referencias bibliográficas

- 1) *Certidumbres, incertidumbres y caos.*- R. Markarián y otros. Ed. Trilce
- 2) *Fractales, ¿orden en el caos?.*- Owen Wangenstein.
- 3) *Fractals*- Manual, bajado de internet, sitio <http://nautilus.fis.uc.pt/>

Nunca me he encontrado con alguien tan ignorante de quien no pudiese aprender algo.

Galileo Galilei (1564-1642)

Si he conseguido ver más lejos, es porque me he aupado en hombros de gigantes.

Isaac Newton (1642-1727)



Estimados colegas, nuestra comunicación en esta revista es muy escueta ya que toda nuestra energía (mc^2) está volcada hacia la organización del V EIEF junto a muchos compañeros que colaboran con esta Comisión Directiva para que el evento sea un éxito. Comentamos nuestro papel en las Olimpiadas de Física, sobre algunos congresos que se realizaron recientemente e informamos acerca de otros que se realizarán.

OLIMPIADAS DE FÍSICA

La SUF (Sociedad Uruguaya de Físicos) convoca a una reunión urgente el día 9 de junio de 2000 invitando a participar al Consejo de Enseñanza Secundaria, al Consejo de Enseñanza Técnico Profesional, a la Asociación de Colegios Privados y Católicos y a la APFU. A dicha reunión concurrieron representantes de la SUF, de APFU y de CETP, asistió, a título personal, un integrante de un colegio privado.

Por problemas de costos la APFU no podía hacerse cargo de divulgar en forma de boletín esta Olimpiada porque hacía menos de una semana que se había emitido un boletín con la revista, entonces la información a los asociados se hizo vía e-mail.

Se sucedieron luego una serie de reuniones las que culminaron en la prueba preclasificatoria el 6 de agosto donde se seleccionaron seis estudiantes y la segunda prueba el 20 de agosto donde definitivamente se seleccionaron los dos estudiantes uruguayos que participarán en las V OLIMPIADAS IBEROAMERICANAS DE FÍSICA, a realizarse en Jaca-España del 14 al 21 de setiembre de 2000. Los estudiantes irán acompañados por el Prof. Juan José Olivet.

COMENTARIOS SOBRE EVENTOS EN LOS QUE PARTICIPARON SOCIOS INTEGRANTES DE APFU

1) VII Conferencia Interamericana sobre Educación en Física

(3 al 7 de julio, Canela -Brasil)

Se desarrolló en forma de Talleres, Conferencias, Mesas Redondas, Demostraciones, Exhibiciones y Grupos de Discusión.

El tema central de discusión fue la formación de docentes de Física a nivel de América. El documento final elaborado por la Conferencia sobre este tema se publicará en su momento.

Se constató la presencia de numerosos grupos de América dedicados a la investigación en Didáctica de la Física. Esto promovió la inquietud en los docentes uruguayos de buscar la forma de poder investigar en educación en Física en nuestro país.

Otros aspectos destacados: Física en la Escuela Primaria y Experimentos motivadores con materiales de bajo costo y de uso cotidiano.

2) VI Congreso Nacional de Profesores de Ciencias y II Internacional (12 al 15 de agosto, Arica -Chile)

Se desarrolló en forma de Ponencias (15 min.) y Conferencias.

Se establecieron contactos con docentes de Chile, Argentina, Perú y Bolivia que nos permitió intercambiar información sobre la educación y la formación de docentes en nuestros países. Constatamos problemas similares en toda la región.

Los colegas se interesaron en publicar sus artículos en nuestra revista y colaborar con la APFU en futuros eventos.

Los ariqueños se destacaron por su calidez y cordialidad.

INFORMACIÓN DE CONGRESOS INTERNACIONALES

1) Facultad de Formación Docente en Ciencias (unl) -Santa Fe- V Simposio de Investigadores en Educación en Física

Invitan: Lic. Sonia Concarí, quien ha asistido en varias oportunidades a nuestros congresos y Ing. Julio Gervasoni.

Fecha: 18, 19 y 20 de octubre de 2000, Santa Fe, Argentina.

Informes: Sonia Concarí, tel 0342-4571164 int. 2562

Fac. de Ing. Química- fax: 0342-4533006 (ADUL)

e-mail: sconcarí@ficus.unl.edu.ar

2) V Congreso Iberoamericano de Informática Educativa (RIBIE2000)

Población meta a la que está dirigido: docentes, investigadores, ingenieros, psicólogos relacionados con el quehacer educativo usando tecnologías de información y comunicación.

Lugar: Viña del Mar- Chile.

Fecha: 4, 5 y 6 de diciembre de 2000.

Informes: e-mail: jsanchez@dcc.uchile.cl

Tel: (562) 673-1280/673-1295/673-4367

Fax: (562) 689-5531

Contacto: Dr. Jaime Sánchez Ilabaca

3) V Escola de Verão para Professores de Prática de Ensino de Física, Química e Biologia

UNESP - Câmpus de Bauru, 10 a 14 de dezembro/2.000

Senhor(a) Professor(a):

Estamos dando início às atividades de organização da V ESCOLA DE VERÃO para Professores de Prática de Ensino de Física, Química e Biologia.

Durante a realização da IV ESCOLA DE VERÃO na Universidade Federal de Uberlândia, em M.G, decidiu-se pela realização da próxima Escola na

UNESP - Câmpus de Bauru. Em contatos posteriores houve a sugestão de se realizar o evento conjuntamente com a USP e a UNICAMP.

A partir de discussões informais com integrantes dos grupos de pesquisa em Educação em Ciências das três Universidades, foram sugeridos a formação de uma Comissão Organizadora Nacional composta por um representante de cada uma das IES (Roberto Nardi - UNESP/FC, Sílvia Luzia Frateschi Trivelato - USP e Dirceu da Silva - UNICAMP) que, por sua vez, contariam com a Comissões internas em suas instituições. Será formado também um Comitê Científico que se responsabilizaria pela avaliação dos trabalhos a serem submetidos para apresentação na Escola.

Em Bauru, haverá ainda uma Comissão de Apoio local, composta por estudantes de graduação e do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência.

DATA E LOCAL: O evento deverá ser realizado no período de 10 a 14 de dezembro de 2000, em Bauru, no Obeid Plaza Hotel.

CARACTERÍSTICAS DO EVENTO: Conforme sugestões oriundas da avaliação final da 4ª ESCOLA DE VERÃO, o evento deverá fortalecer a característica de ESCOLA, privilegiando a realização de cursos, debates e apresentações orais e deverá privilegiar a presença de professores de Prática de Ensino das áreas de Física, Química e Biologia. A



Laboratorio... ¿qué hay de nuevo?



ESTUDIO DE LA CONSERVACIÓN DE LA CANTIDAD DE MOVIMIENTO EN UN CHOQUE

Prof. Elena García, Prof. Mario Denez, Prof. Ricardo Terán

Pensamos en este proyecto para aportar una nueva forma de realizar el experimento del choque en dos dimensiones y la conservación de la cantidad de movimiento lineal.

Materiales

"Colchón" de aire con patas;

compresor (presión 30 a 40 lb/plg²); tubos de goma (para conectar el "colchón" al compresor); tubo de cobre en forma de "T" curvada (intermediario entre el compresor y las gomas); paredes de acrílico con una tapa; circuito de un timer electrónico; cables de conexión de alta tensión tipo tester banana- banana; dos cuerpos llamados "pucks"; matriz electrónica; papel de fax; pesas y; dos niveles.

El "colchón" de aire. Al "colchón" lo utilizamos para disminuir los efectos del rozamiento. Está construido con dos tapas rectangulares de "duraboard" de 35 por 40 cm, unidas por paredes de compensado de 1 cm de altura que evitan la salida de aire por los costados. La tapa superior tiene agujeros de 1 mm de diámetro aproximadamente, colocados en columnas y separa-

dos una distancia de 1 cm; la inferior tiene dos agujeros en esquinas opuestas de 1 cm; por ellos vendrá la alimentación del aire; con un soporte de madera pegado para comunicarlo con un caño de plástico de 1 m de diámetro y 4 cm de largo. Tiene cuatro patas, constituidas por caño roscado de 1 cm diámetro y 25 cm de altura, con cuatro tuercas cada pata. Éstas están a los efectos de nivelar el dispositivo.

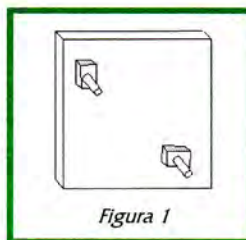


Figura 1

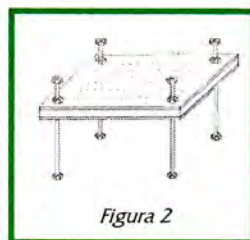


Figura 2

Paredes de acrílico con tapa. Esta construcción está a los efectos de aislar la zona de alto voltaje del operador. Está compuesta de cuatro paredes y una tapa desmontable.

Dos de las paredes son de 34 por 4,2 cm, una de 28 por 4,2 cm y una de 28 por 2,8 cm. Ésta última es más angosta porque nos permitirá tener una especie de puerta, para

poder golpear, con una varilla de madera de 60 cm de largo o más, uno de los cuerpos. Las más largas tienen en el medio dos bornes. La tapa es de 35 por 40 cm. Tiene en su parte inferior cuatro paredes paralelas de 27,3 por 33,3 cm. Esta cavidad está para colocar la matriz entre ellas y evitar que la misma haga contacto con las patas tornillo. En su parte superior tiene un cartel con advertencias. Las paredes van fijas al "colchón" y como se ha podido apreciar sus dimensiones son menores a las de éste. Con esto evitamos que las patas metálicas queden dentro de la zona de alto voltaje. La tapa va apoyada en las tuercas superiores.

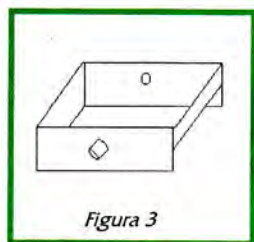


Figura 3

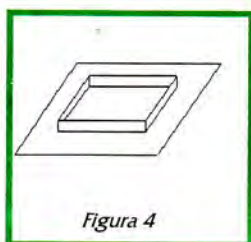


Figura 4

"Pucks". Son cuerpos realizados con un cilindro de madera de diámetro 5,2 cm y altura 0,8 cm. En la parte superior tiene un tornillo, perpendicular a su superficie, con dos tuercas y una terminal de ojo entre ellas. El tornillo está limado en su extremo en forma cónica para mejorar el "efecto punta".

De la terminal de ojo salen dos cables flexibles. Éstos deben ser así para minimizar los efectos provocados por ellos cuando los "pucks" se pongan en movimiento. Tienen otro terminal de ojo que se conectarán al tornillo de los bornes interiormente. Los cables flexibles se encontrarán dentro de la cavidad de acrílico y estarán conectados al timer en su exterior por un cable de alta tensión con terminales banana - banana. La masa de los "pucks" es aproximadamente 30 g.

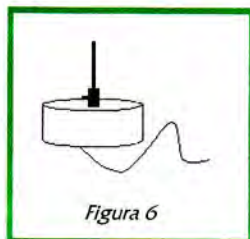
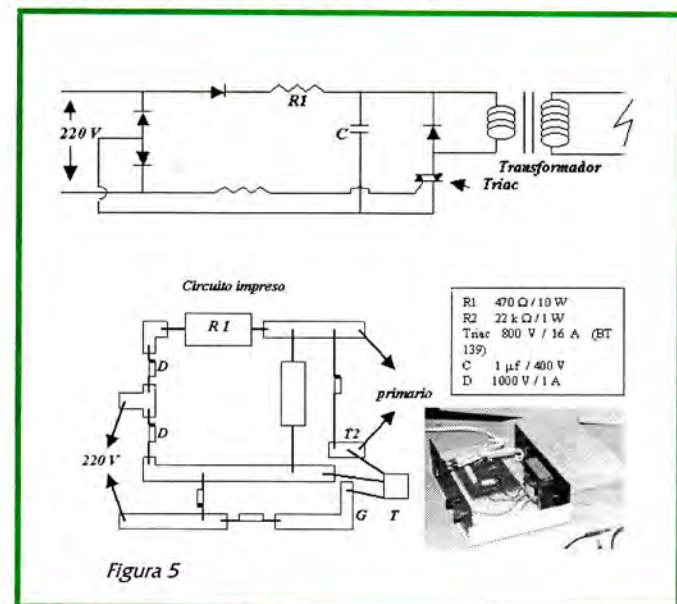


Figura 6

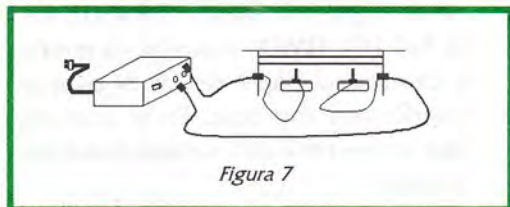
Circuito del timer electrónico. Este circuito lo obtuvimos por gentileza del profesor Roberto Dicono que es una variante del utilizado por el profesor Edgar Gómez.

Matriz electrónica. La matriz cierra el circuito con los "pucks" sin tocarlos cuando se enciende el timer, y queda un circuito en serie que provoca el salto de la chispa en los dos "pucks".

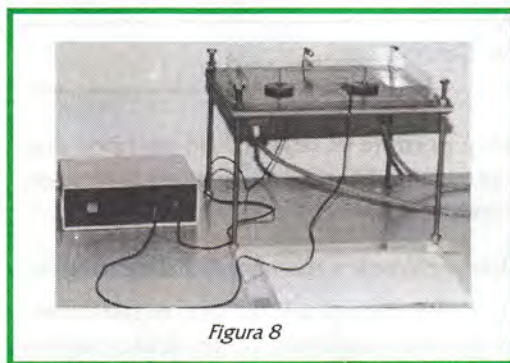


La conexión de los "pucks" no puede ser en paralelo porque en esas condiciones la chispa saltaría en uno o en los dos aleatoriamente y los resultados obtenidos no nos servirían de nada. Las matrices no deben ser necesariamente nuevas. No se aconseja sustituir la matriz por un master de fotocopidora porque éste tiene una resistencia muy alta que evita que la chispa salte, ni con una chapa metálica porque ésta provocaría un corto circuito que quemaría el timer.

La matriz se coloca en la cavidad de la tapa de acrílico después de haber colocado el papel de fax con su cara conductora hacia adentro.



Papel de fax. El papel de fax nos sirve para registrar los movimientos de los "pucks" por ser un papel termo sensible. El papel común se puede usar pero se marca muy poco. Se debe colocar entre la tapa de acrílico y la matriz. Este orden da una mejor impresión de los puntos en el papel de fax, aunque más difusos se ven mejor. En el otro orden quedan más definidos pero tenues lo que dificulta la toma de medidas. Ver dibujo anterior.



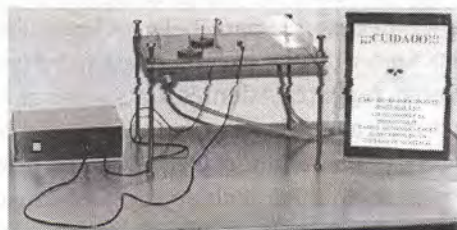
Procedimiento

Nota de redacción. Se resume a continuación el procedimiento propuesto para una práctica de "choque en dos dimensiones"; haciendo hincapié en los cuidados para el manejo de la parte eléctrica propuesta por sus autores.

El profesor le tendrá que explicar algunas cosas sobre los materiales que se utilizan en esta práctica, luego usted lea atentamente todos los puntos del protocolo antes de realizar alguna maniobra.

- 1) Verificar que el timer se encuentre con la llave apagada y que el compresor tenga presión por encima de las 40 lb/plg 2.
- 2) Nivelar el colchón.
- 3) Conectar el compresor con su llave cerrada al colchón.
- 4) Pegar el papel de fax dentro de la cavidad de la tapa de manera que su cara más lisa quede hacia fuera.
- 5) Pegar la matriz electrónica en el mismo lugar con su cara conductora hacia adentro.
- 6) Colocar los "pucks" en el lugar deseado. Recordar que llegado el momento hay que golpear uno de ellos y éste debe chocar con el otro. Conectarlos interiormente a las paredes de acrílico.
- 7) Abrir la llave del compresor y verificar que no hallan pérdidas en las conexio-

Cartel de Advertencia



¡¡¡CUIDADO!!!

PARA TRABAJAR CON ESTE MATERIAL LEA ATENTAMENTE EL PROTOCOLO.

HABRÁ ALTO VOLTAJE EN EL INTERIOR DE LA CÁMARA DE ACRÍLICO.

nes y que los "pucks" permanecen en el mismo lugar. Si se mueve puede ser porque el colchón no está nivelado o porque la salida del aire afecta. Corregir y cerrar la llave del compresor. No olvidar que la presión del compresor disminuye rápidamente.

- 8) Conectar el timer a las paredes de acrílico con los cables de alta tensión.
- 9) Enchufar el timer a 220 V y encender la llave. Sin tocar nada verificar que chispea. Abrir la llave del compresor. Si los cuerpos se mueven debido al aire esperar que lleguen al reposo. **Desde este momento usted no podrá ponerse en contacto directo con los elementos utilizados sin antes apagar la llave del timer.**

10) Golpear uno de los "pucks" con la varilla de madera. Deben observar si el chispeo se mantiene y si los "pucks" no presentan movimientos "raros". Si no se logra lo deseado APAGUE LA LLAVE DEL TIMER, despegar la matriz y cambiar el papel de fax si es que quedó muy marcado. En el caso de que no sea necesario sacarlo tachar los puntos.

- 11) Después de que obtenga una buena muestra busque las informaciones necesarias para el análisis del choque.
- 12) Si lo desea puede realizar y analizar varios choques cambiando las masas de los cuerpos, la posición inicial de los cuerpos o la forma del choque (más o menos frontal).

LABORATORIO II

Adriana Echarte, María Garcimartín

Se elaboró un dispositivo que permite realizar el estudio de un movimiento.

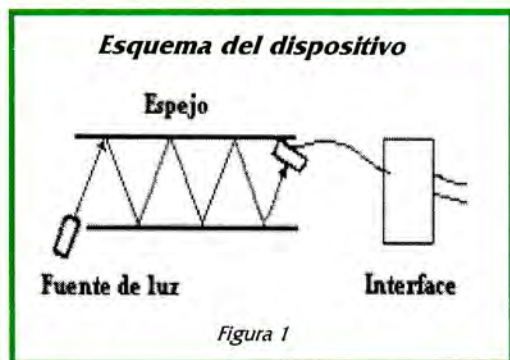
A un sistema óptico constituido por dos espejos paralelos llega un haz de luz procedente de un láser que luego de sucesivas reflexiones, es captado por un sensor. El pasaje de un móvil por la región comprendida entre los espejos es detectado por el sensor que al conectarse a la interfase

Cassy permite el registro de tiempos con el programa Medir y Evaluar en la función Cronómetro

Operaciones y diseño del dispositivo

Las dificultades que se presentaron fueron debidas fundamentalmente al ajuste en la disposición de los espejos así como a la estabilidad del sistema en su conjunto.

Para mejorar la respuesta del sensor al haz de luz del láser, se buscó crear las condiciones necesarias para bajar la intensidad de la luz ambiental y eliminar así su influencia en el registro. Además, las sucesivas reflexiones acentúan la divergencia de los rayos del haz emitido y disminuyen la intensidad lumínica incidente en el sensor. Este inconveniente puede disminuirse utilizando espejos de mejor calidad, como los espejos de cristal o los de reflexión frontal.

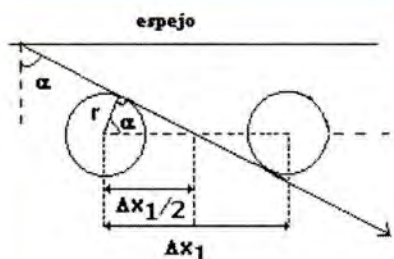


Nota de Revisión: se producirían dos reflexiones en los espejos laterales, una superficial y otra proveniente de la cara "espejo" mas profunda, lo que aumenta la dispersión del haz. Evitando "salir" a esa segunda reflexión quedaría subsanado el inconveniente.

Para asegurar el pasaje del móvil por todos los segmentos de la poligonal formada por el rayo de luz, así como el registro de ese pasaje, hubo que atender tres aspectos:

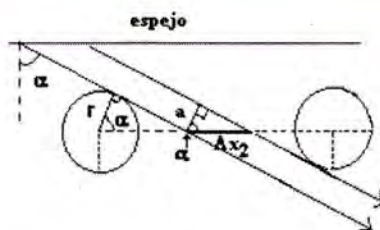
- Que la poligonal estuviera contenida en un plano, para lo cual se dispuso a los espejos paralelos entre sí y montados en una estructura rígida.
- Que la trayectoria del móvil fuera una recta contenida en el plano de incidencia.
- Que el objeto fuera opaco y de dimensiones mayores al tamaño de la zona de sensibilidad del sensor y menores a la distancia entre dos rayos consecutivos.

Para el cálculo de la velocidad del móvil se hicieron las siguientes consideraciones: $v = \Delta x / \Delta t$, siendo $\Delta x = \Delta x_1 + \Delta x_2$, en donde: (a) Δx_1 es el desplazamiento del objeto sin considerar el ancho de sensibilidad del sensor (figura 2) y (b) Δx_2 es una longitud adicional originada por el ancho de sensibilidad del sensor (figura 3).



$$\cos \alpha = 2r / \Delta x_1 \quad \Delta x_1 = 2r / \cos \alpha \quad (1)$$

Figura 2



$$\cos \alpha = a / \Delta x_2 \quad \Delta x_2 = a / \cos \alpha \quad (2)$$

Figura 3

De las ecuaciones (1) y (2) se deduce que:

$$\Delta x_1 + \Delta x_2 = (2r + a) / \cos \alpha$$

Esquema del circuito del foto sensor

Caso 1. Un primer estudio se hizo para comprobar el funcionamiento del dispositivo en un caso sencillo: el movimiento uniformemente acelerado de un sistema formado por un carrito, riel con polea y pesas que integran parte del material de mecánica de Enosa.

A fin de ver la utilidad del dispositivo para el estudio de un movimiento posible de realizar en un curso de 5º; aunque no con los materiales que actualmente hay en los laboratorios, ya que supondría contar al menos con seis pares de barreras ópticas con sus respectivos cronómetros; se hizo el estudio del movimiento de caída libre

Esquema del circuito del fotosensor

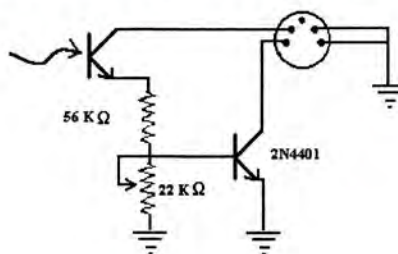


Figura 4

de un objeto liviano ("espumaplast") de forma cilíndrica en el aire.

Caso 2. Cuando un cuerpo de forma de sólido de revolución y el eje del mismo coincide con la velocidad v relativa al fluido, la resistencia del medio produce un par nulo por lo que se reduce solo a una fuerza de resistencia.

La presencia de un fluido como el aire, introduce entonces dos fuerzas adicionales en la caída de un cuerpo: una, el empuje, y otra, la resistencia de rozamiento producida por el movimiento relativo del sólido en el fluido. La resistencia aumenta cuando la velocidad crece, hasta que la resultante de las fuerzas sobre el cuerpo se hace cero. Entonces el sólido continúa moviéndose a una velocidad constante y máxima, llamada velocidad límite, a menos que otras fuerzas perturben el equilibrio.

Si en la caída el régimen es turbulento, la resistencia será proporcional al cuadrado de la velocidad: $f = \gamma \cdot v^2$, siendo γ el coeficiente de rozamiento con el fluido.

La expresión no dimensional $L \cdot v \cdot \rho / \mu$, que suele conocerse con el nombre de número de Reynolds, permite determinar bajo qué régimen se desarrolla el movimiento de un objeto en un fluido. En la expresión:

$$Re = L \cdot v \cdot \rho / \mu$$

L = cualquier dimensión lineal característica

v = velocidad del objeto relativa al fluido

ρ = densidad del fluido

μ = viscosidad del fluido

A presión normal y temperatura ambiente la densidad del aire es 1.2 kg/m^3 y la viscosidad es $1.71 \times 10^{-5} \text{ N.s/m}^2$, por lo que en nuestro caso el valor de Re es, para las velocidades registradas, superior a 2000 de acuerdo con los cálculos que siguen:

$$R_{\min} = \frac{(8 \times 10^{-2} \text{ m})(0.4 \text{ m/s})(1.2 \text{ kg/m}^3)}{(1.71 \times 10^{-5} \text{ N.s/m}^2)} = 2246$$

$$R_{\max} = \frac{(8 \times 10^{-2} \text{ m})(1.144 \text{ m/s})(1.2 \text{ kg/m}^3)}{(1.71 \times 10^{-5} \text{ N.s/m}^2)} = 2250$$

Para valores de números de Reynolds comprendidos entre 1000 y 10000 el régimen es turbulento por lo que la resistencia es proporcional al cuadrado de la velocidad.

Entonces tendremos:

$$f = -\gamma \cdot v^2, \text{ siendo } \gamma = (K \cdot \rho \cdot S) / 2$$

K = coeficiente de forma del cuerpo

$$f_D = \text{coeficiente de frotamiento } f_D = K/2$$

El coeficiente de frotamiento f_D puede hallarse como función del número de Reynolds, usando la esfericidad Ψ como parámetro.

De acuerdo con la ley de Newton se obtiene la ecuación del movimiento:

$$m \cdot a = -m \cdot g + \rho_f \cdot V \cdot g + \gamma \cdot v^2$$

$$\Rightarrow \rho_s \cdot V \cdot a = -V \cdot g \cdot (\rho_s - \rho_f) + \gamma \cdot v^2$$

$$\Rightarrow \rho_s \cdot V \cdot \frac{dv}{dt} = -(\rho_s - \rho_f) \cdot V \cdot g \left(1 - \frac{\gamma}{V \cdot g \cdot (\rho_s - \rho_f)} v^2\right)$$

$$\Rightarrow \frac{dv}{dt} = -\frac{(\rho_s - \rho_f)}{\rho_s} \cdot g \left(1 - \frac{\gamma}{V \cdot g \cdot (\rho_s - \rho_f)} v^2\right)$$

$$\Rightarrow \frac{dv}{dt} = -\frac{(\rho_s - \rho_f)}{\rho_s} \cdot g (1 - k^2 \cdot v^2)$$

$$\text{con } k^2 = \frac{\gamma}{V \cdot g \cdot (\rho_s - \rho_f)}$$

$$\Rightarrow \frac{dt}{dv} = \frac{1}{\frac{(\rho_s - \rho_f)}{\rho_s} \cdot g (1 - k^2 \cdot v^2)}$$

$$\Rightarrow t = \frac{1}{2 \cdot \frac{(\rho_s - \rho_f)}{\rho_s}} \cdot \log \frac{1 - k \cdot v}{1 + k \cdot v} + t_0$$

$$\Rightarrow v = -\frac{1}{K} \cdot \frac{(1 - e^{-2(\rho_s - \rho_f) \cdot g \cdot k(t - t_0)})}{(1 + e^{-2(\rho_s - \rho_f) \cdot g \cdot k(t - t_0)})}$$

$$\Rightarrow v = -\frac{1}{K} \cdot \tanh \frac{(\rho_s - \rho_f)}{\rho_s} \cdot g \cdot K \cdot (t - t_0) \quad (1)$$

La velocidad límite se determina haciendo:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} v \rightarrow -\frac{1}{K} \rightarrow -\sqrt{\frac{(\rho_s - \rho_f)}{\gamma}} gV$$

$$\Rightarrow v_r = \sqrt{\frac{(\rho_s - \rho_f)}{\gamma}} gV$$

$$\Rightarrow v = v_r \cdot \tanh\left(\frac{(\rho_s - \rho_f)}{\rho_s}\right) \cdot \frac{g(t - t_0)}{v_r} \quad (2)$$

Medidas y cálculos realizados

El desplazamiento para el cálculo de las velocidades esta dado por la expresión:

$$v = \Delta x / \Delta t \quad \text{siendo}$$

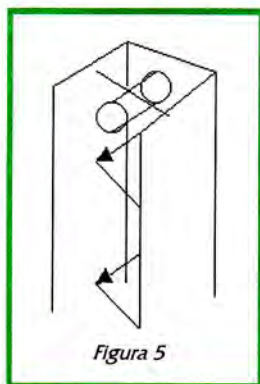
$$\Delta x = \Delta x_1 + \Delta x_2 = \frac{2r + a}{\cos \alpha}$$

en donde:

I) Δx_1 es el desplazamiento del objeto sin considerar el ancho de sensibilidad del sensor

II) Δx_2 es una longitud adicional originada por el ancho de sensibilidad del sensor

Experimentalmente se comprueba que el valor de a es del orden de 10^{-4} m por lo que se consideró despreciable en comparación con los valores de r (aproximadamente del orden de 10^{-2} m).



En todas las pruebas se fijó $\alpha = 45^\circ$.

Se decide trabajar con un cilindro pues de esta forma nos asegurábamos que el desplazamiento del cilindro cada vez que atravesaba alguno de los segmentos del

haz de luz correspondiese siempre al mismo diámetro. Las dimensiones del cilindro eran: $D = 0.012$ m y $h = 0.080$ m.

Con los datos obtenidos se realizaron las gráficas:

$$v = f(t)$$

$$\Delta v = f(\Delta t)$$

$$\Delta v = f\left(\tanh\left(\frac{\rho_s - \rho_f}{\rho_s}\right) \frac{g\Delta t}{v_T}\right)$$

En la segunda gráfica se realizó el ajuste de los valores experimentales a la curva teórica con el programa Curvexpert mostrando que el ajuste es muy bueno pues el valor de r es muy próximo a 1, aproximadamente 0.9984.

El valor del coeficiente a se relaciona con la velocidad límite de acuerdo con la expresión: $a = v_T - v_0$ por lo que el valor que se obtiene para v_T es:

$$v_T = 0.74756 \text{ m/s} + 0.394 \text{ m/s} = 1.142 \text{ m/s}$$

En la gráfica (3) la constante de proporcionalidad representa la velocidad terminal por lo que el valor obtenido es aproximadamente 1.1 m/s.

De la tabla de valores obtenida surge el valor 1.144 m/s como el valor aproximado de la velocidad terminal del cilindro. Por lo tanto la discrepancia entre los valores es inferior al 4%. Dado que:

$$f = -\gamma \cdot v^2 \quad \text{con} \quad \gamma = \frac{K\rho S}{2} \quad (3)$$

γ - coeficiente de rozamiento con el fluido

K - coeficiente de forma del cuerpo

f_D - coeficiente de frotamiento $f_D = K/2$

En la región de régimen turbulento, f_D es independiente del número de Reynolds, como se verifica en gráfica, y para un cilindro es aproximadamente igual a 0.4. La sección transversal máxima del cilindro puede calcularse haciendo $S = h \cdot D$.

Aunque la densidad del aire varía con la altura, para las distancias consideradas, inferiores a 60 cm, utilizamos su valor a nivel del mar: 1.2 kg/m^3 .

Sustituyendo los valores en la expresión (3) tendremos que el valor esperado para el coeficiente de rozamiento con el fluido es:

$$\gamma_{\text{teórico}} = \frac{(0.4)(1.2 \text{ kg/m}^3)(0.012 \text{ m} \times 0.08 \text{ m})}{2} \Rightarrow$$

$$\gamma_{\text{teo}} = 2.0 \times 10^{-4} \text{ kg/m}$$

A partir de la expresión para la velocidad terminal, puede determinarse el valor experimental de γ de acuerdo con:

$$\gamma_T^2 = \frac{(\rho_s - \rho_f) \cdot g \cdot V}{\gamma}$$

$$\Rightarrow \gamma_{\text{experimental}} = \frac{(\rho_s - \rho_f) \cdot g \cdot V}{V_T^2}$$

$$\Rightarrow \gamma_{\text{exp}} = \frac{(4.2 - 1.2) \text{ Kg/m}^3 \cdot (9.8 \text{ m/s}^2) (9 \times 10^{-6} \text{ m}^3)}{(1.144 \text{ m/s})^2}$$

$$\Rightarrow \gamma_{\text{exp}} = 2.0 \times 10^{-4} \text{ kg/m}$$

Como puede verse no se observa discrepancia en los resultados obtenidos.

El valor de ρ_s para el cilindro se determinó a partir de las medidas y cálculos que siguen. La balanza registró un valor de 27mg, teniendo en cuenta que debe cumplirse que

$$N + E = P$$

$$\Rightarrow P = (27 \times 10^{-6} \text{ kg}) \cdot g + \rho_{\text{aire}} \cdot V \cdot g$$

$$V_{\text{cilindro}} = 9.0 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \text{ y } \rho_{\text{aire}} = 1.2 \text{ kg/m}^3$$

$$\Rightarrow P = (37.8 \times 10^{-6} \text{ kg}) \cdot g$$

De donde se deduce que $\rho_s = 4.2 \text{ kg/m}^3$

Resultados

El dispositivo permite, con un solo sensor, realizar el estudio de un movimiento.

En las clases prácticas, disponiendo de pocos sensores, el problema se resuelve fijando una regla con bandas claras y oscuras al objeto en movimiento.

Este sistema es eficaz y más sencillo de manipular, sin embargo no permite estudiar un caso en que quiera verse la influencia de la resistencia del aire en el movimiento de caída de un cuerpo.

Los más plausibles raciocinios en materia de física, no tocan a la naturaleza en el pelo de la ropa, si no van ligados a las observaciones de la experiencia.

Benito Jerónimo Feijoo (1676-1764)

La casualidad favorece a las mentes entrenadas.

Louis Pasteur (1822-1884)

En cuestiones de ciencia, la autoridad de mil no vale lo que el humilde razonamiento de un solo individuo.

Galileo Galilei (1564-1642)

La radio no tiene futuro.

Los rayos X resultarán una farsa.

Las máquinas voladoras más pesadas que el aire son imposibles.

William Thomson Kelvin (1824-1907)

Primera Recomendación

CENAMEC

Fundación Centro Nacional para el Mejoramiento de la Enseñanza de la Ciencia

**El Silicio**

El Centro Nacional para el Mejoramiento de la Enseñanza de la Ciencia (CENAMEC) fue creado según el Decreto 1.365 del 6 de agosto de 1973 con la finalidad de atender en forma orgánica, continua y sistemática, el mejoramiento de métodos y medios de enseñanza, así como la formación y perfeccionamiento de los docentes para que al igual que los alumnos desarrollen una actitud investigativa, creadora y activa.

El 20 de septiembre de 1995 a través del Decreto 847 se transformó el Centro Nacional para el Mejoramiento de la Enseñanza de la Ciencia en una fundación pública bajo la tutela del Ministerio de Educación

Entre sus objetivos están: mejorar la calidad del proceso educativo, asociado y la Ciencia, la Tecnología y otras áreas conexas; introduciendo innovaciones en los medios y métodos de enseñanza, mediante la actualización de quienes tienen la responsabilidad de educar a los niños y jóvenes del país, así como despertar vocaciones en este sentido y contribuir al desarrollo cultural de la población venezolana y; hacer del CENAMEC una corporación auto sustentable, líder, altamente productiva y eficaz en el área de la enseñanza de la Ciencia, la Tecnología y otras áreas conexas y para apoyar la función del Estado en su responsabilidad de mejorar la calidad del Sistema Educativo Venezolano. Vincular la enseñanza de la Ciencia a las necesidades productivas y de desarrollo de cada una de las regiones del país, en colaboración afines, nacionales e internacionales.

El sitio ofrece: ideas para primer ciclo y primero B.D. , líneas de estudio, etc. Cálida y sencillamente presentadas.

Sus direcciones:

<http://www.cenamec.org.ve/><http://www.cenamec.org.ve/mapa/index.html>

Segunda Recomendación



Galileo



Isaac Newton



James Clerk Maxwell



Hendrik Antoon Lorentz

"The four men who laid the foundations of physics

on which I have been able to construct my theory..."

Si, tiene razón, está en inglés, pero le aseguramos que no importa ese detalle, porque el contenido, es de los más completos que hemos visto, incluso posee "links" (enlaces) hacia otras páginas que abordan el tema que ocupa a ésta página. Incluyendo una grabación de la voz del señor Albert Einstein explicando una famosa y conocida "fórmula".

A. Einstein

Image and Impact



Formative Years



The Great Works



$E = mc^2$



World Fame



An Essay: The World As I See It



Public Concerns



Quantum and Cosmos



Nuclear Age



Science and Philosophy

This exhibit is brought to you by...

The Center for History of Physics



a division of

AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS

copyright © 1995 American Institute of Physics

Su dirección: <http://www.aip.org/history/einstein/index.html>

Tercera Recomendación

(Colaboración: G. Carbonell)



Esta propuesta comprende sitios un tanto distintos del punto de vista temático.

Abandonamos lugares directamente vinculados con el centro de gravedad de nuestra actividad para mirar un poco hacia el espacio. La propuesta es poner a trabajar nuestras PC y las de los laboratorios en los que desarrollamos nuestra actividad en el proyecto SETI. El proyecto SETI es una búsqueda sistemática de inteligencia extraterrestre; como macroproyecto tiene por objetivo analizar las emisiones electromagnéticas que se detectan en los distintos radiotelescopios del mundo dedicados al programa SETI. El principal es el radiotelescopio gigante de Arecibo. Este está ubicado en un valle que por su forma especial fue recubierto de placas reflectoras de la radiación. En el foco se ubica el mecanismo de medida y detección. Barre, por su tamaño descomunal prácticamente todo el cielo visible en el lugar casi de horizonte a horizonte y en 24 horas completa el ciclo. Este radiotelescopio espectacular ha aparecido en la serie "Archivos X", en la película "Golden eye" y en la película basada en la obra póstuma de Carl Sagan "Contacto". Investigar y procesar las señales colectadas por este radiotelescopio es, si se hiciera en una sola computadora, una labor que consumiría los recursos de cálculo de dicha máquina durante mucho tiempo. Si se pretende además un análisis detallado tendría que sacrificarse en aras al tiempo mucha información. Para solucionar esto los impulsores del proyecto idearon el "repartir" el análisis entre usuarios particulares, en el momento en que sus máquinas están prendidas pero no operativas esto es cuando el "salvapantallas" está activo. La propuesta del grupo SETI es sustituir la pelotita que pica, la foto del cuadro de sus amores, fotos varias y protectores diversos por un protector de pantalla que utilice ese tiempo muerto en el análisis de la radiación. Para más datos una visita a la página se impone.

Su dirección: <http://www.setiathome.ssl.berkeley.edu>

La segunda sugerencia es del mismo tenor, se trata de una organización paralela que es la [setileague.org](http://www.setileague.org). El objetivo es similar pero esta es una red de observatorios con radiotelescopios pequeños muchos de ellos operados por aficionados a la radioastronomía (construidos por ellos mismos). En esta página se proporcionan instrucciones detalladas para construir radiotelescopios de pequeño porte junto con los componentes electrónicos para realizar el correspondiente análisis vía computadora.

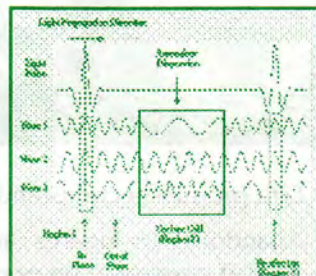
Su dirección: <http://www.setileague.org>



Esta organización está embarcada en el estudio de las frecuencias electromagnéticas de la banda de las microondas denominado "Proyecto Argus" (monstruo mitológico de 100 ojos) coordinando la red de pequeños observatorios en todo el mundo. Espero que disfruten de ese sitio y que de pronto este sea inspirador para alguno de ustedes.

SUPERLUZ Los interesados en recabar información sobre los experimentos de difusión anómala de pulsos de luz que arrojaron el hecho de que la luz viaja aproximadamente 300 veces más rápido que en el vacío, les recomiendo que visiten la página de Wang el principal del equipo que realizó este experimento de resultado tan removedor para nuestros intereses el lugar es:

www.neci.nj.nec.com/homepages/lwan/sld004.htm



Cuarta Recomendación

CIENCIAHOY

Revista de Divulgación Científica y
Tecnológica de la Asociación Civil CIENCIA HOY

Esta publicación tiene como objetivo el difundir el trabajo de científicos y tecnólogos argentinos, uruguayos, y de toda Latinoamérica, en el campo de las ciencias formales, naturales, sociales y de sus aplicaciones tecnológicas.

La Asociación Ciencia Hoy promueve, participa y realiza conferencias, encuentros y reuniones de divulgación del trabajo científico y tecnológico rioplatense, como así también colabora y realiza intercambios con asociaciones similares de otros países.

Su dirección: <http://www.cienciahoy.org/indice.htm>

El genio es un uno por ciento de inspiración, y un noventa y nueve por ciento de transpiración.

Thomas Alva Edison (1847-1931)

Sólo hay dos cosas infinitas: el universo y la estupidez humana. No sé cuál va primero.

Albert Einstein (1879-1955)

Aristóteles manifestaba que las mujeres tenían menos dientes que los hombres; aunque se casó dos veces, nunca se le ocurrió comprobar esta afirmación examinando la dentadura de sus esposas.

*Bertrand Russell
(1872-1970)*

PREPARANDO SEÑALES DE SONIDO PARA ACTIVAR LA INTERFACE CASSY

(PRIMERA PARTE)

Edgar W. Gómez

Profesor y Ayudante Preparador de Física

Liceo N°1 "Carlos Brignoni Mosquera", Trinidad, Flores-Uruguay

Como ya se dijo en la revista 1 del volumen 4 con el título "REGISTRANDO CANTIDADES DE MAGNITUD CON ORDENADOR", potenciar la interface Cassy es ampliar su rango de trabajo agregando sensores adecuados que adapten un fenómeno para que el ordenador pueda interpretarlos, obteniendo un Laboratorio de Ciencia en Potencia.....

El objetivo perseguido a partir de esta primera entrega es comenzar con un estudio para aprovechar la onda sonora como señal, para que la interface Cassy sea activada y a partir de ahí realizar una serie de experimentos interesantes como son procesamiento de señales de sonido, movimiento armónico, medidas de tiempo, medidas de frecuencia, activar sistemas, etc.....

La señal proveniente de una onda sonora podrá ser visualizada en la opción osciloscopio si la ingresamos a la interface a través de la entrada B y/o C.

Podremos utilizar la onda sonora como señal para activar dispositivos si aprove-

chamos el pequeño relé con que cuenta la interface. Para ello es necesario prestar mucha atención y observar que cuando dicho relé está activo se enciende el diodo led ubicado en la esquina superior derecha de la interface.

Otro detalle importante antes de comenzar nuestro estudio es saber como se activa el cronómetro y que ocurre cuando se trata de medir Δt . Para ello es necesario revisar los artículos anteriores sobre interface Cassy que ya aparecieron en la revista:

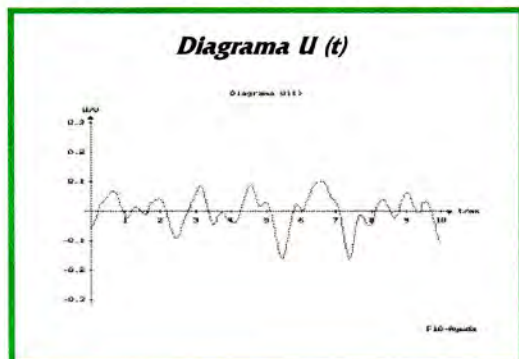
VOLUMEN 4 N° 1: Registrando distintas cantidades de magnitud con el ordenador

VOLUMEN 5 N° 2: Cómo adaptar el sensor de barrera luminosa Enosa a la Interface Cassy. Sensor de barrera luminosa.

Fenómenos analógicos y digitales

Vivimos rodeados de distintos fenómenos que de alguna forma transmiten señales. Por ejemplo, la temperatura del medio ambiente, la transición del día a la noche, la velocidad del viento, los sonidos, etc.

Una de las características principales de la mayoría de estos sucesos, es que su comportamiento puede ser representado como una línea continua en el tiempo que puede asumir un número infinito de valores para formar una "analogía" de la evolución del propio fenómeno, por ejemplo la temperatura durante el día. Precisamente por el



comportamiento que observan estos eventos, se les conoce como "analógicos" o "análogos".

Sin embargo existen otros sucesos que no observan esta conducta, es decir, que no pueden asumir una cantidad infinita de valores en el tiempo. Por ejemplo un foco puede estar encendido o apagado, un objeto está o no está en un sitio etc.; en estos casos, la característica principal es que el acontecimiento sólo admite dos condiciones o valores, en contraste con los sucesos analógicos, en los que cualquier valor dentro de un rango puede ser asumido. Precisamente, a los eventos que ocurren sólo en momentos específicos y cuya presencia se puede contar, se les denomina "digitales".

Señales analógicas y digitales

En electrónica se utilizan señales eléctricas para registrar, en forma de variaciones de voltaje, el comportamiento de algún fenómeno; por lo tanto, si la característica primordial de una señal electrónica es conducir la información (en nuestro caso sonora), es necesario que tanto su generación como sus procesos subsecuentes, se lleven a cabo con la menor distorsión posible para no alterar el mensaje original. De lo anterior podemos deducir que una señal analógica es continua en el tiempo y puede tomar un número infinito de valores, por lo que gráficamente se observa como una línea con transiciones suaves entre un nivel

de voltaje y otro; además todo el tiempo permanece presente.

Una señal digital en cambio solo puede tomar dos valores, un nivel alto o un nivel bajo (cero o uno), y no está presente todo el tiempo en que dura la medición, sino que sólo puede observarse en puntos específicos, a los cuales se les llama "puntos de muestreo".

Una señal analógica es más fácil de interpretar, pues representa de una manera directa el fenómeno o proceso de observación. Si consideramos el sonido dado por un diapasón, registrado con la interface en la opción osciloscopio, se obtendría una curva continua que permitiría identificar sin lugar a dudas, cuándo es más elevado y cuando es apenas perceptible; además en cualquier momento podría conocerse su magnitud en decibeles, después de hacer la correspondiente calibración.

Diagrama U (t)

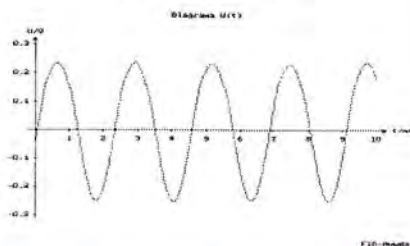
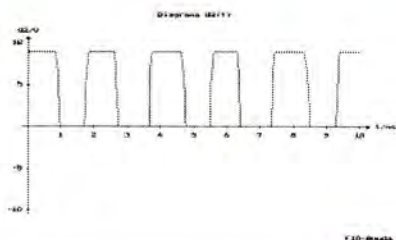


Diagrama U2 (t)



Ventajas de las señales digitales

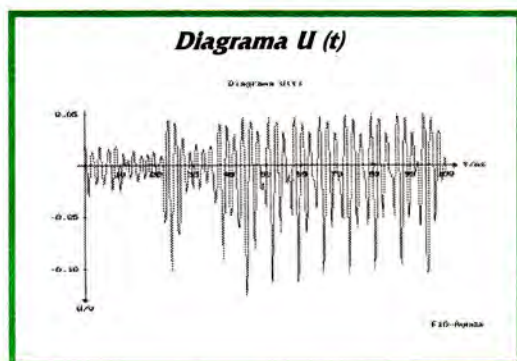
¿Cuáles son las razones por las que optamos por convertir la señal analógica en pulsos tipo digital?

¿No es absurdo tomar una señal analógica que nos está dando con lujo de detalles los valores en cada momento y convertirla en digital?

Es muy fácil obtener una señal analógica, pues basta utilizar un transductor (micrófono-

no, sensor de temperatura, fotocelda, etc.), para obtener a su salida la tensión variable específica, que representa fielmente los cambios experimentados por el parámetro sujeto a medición.

En cambio, la señal digital requiere un mayor número de pasos: primero se debe obtener la expresión analógica por medio del transductor; luego se convierte a digital para poder activar fielmente un dispositivo (en nuestro caso la interface Cassy).



Lo cierto es que si convertimos la onda sonora en señal eléctrica, usando un micrófono, seguirá las compresiones y enrarecimientos de aire como un voltaje variable en forma puramente analógica, con altibajos que no lleva un orden ya que dependen de la intensidad sonora y de la frecuencia (ver oscilograma obtenido con interface Cassy).

Una señal de este tipo no es útil para activar sistemas porque tendrían un funcionamiento muy errático, ya que si queremos hacer funcionar un dispositivo con la subida de tensión, tendríamos que fijar un valor de voltaje para el cual se activará, el que tendrá un margen de incertidumbre que aumentará a medida que disminuye el tiempo de variación o aumenta la frecuencia de la señal utilizada.

Trabajando con sonido proveniente de golpes, gritos, conversaciones, etc., tenemos que tener en cuenta que las frecuen-

cias a trabajar están comprendidas entre 20 a 20.000 hertz., lo que traería aparejado un problema de incerteza relativa a la señal usada.

Para que la "señal sonora", pueda ser utilizada con bastante seguridad en activar sistemas, "conviene", convertirla de analógica a un tren de pulsos tipo digital.

Para proseguir nuestro estudio debemos saber que un circuito lineal es aquel que tiene una salida con variaciones continuas todo el tiempo, o manifiesta un cambio de salida toda vez que exista un cambio en la entrada. Por ejemplo si se aplica una onda senoidal en la terminal de entrada de un circuito lineal, se obtendrá una onda senoidal en la salida. La señal de salida se puede amplificar, rectificar o cambiar de algún modo, pero siempre estará relacionada con la forma de la señal de entrada.

En esta propuesta de convertir la señal analógica en un tren de pulsos, los cambios en la condición de salida en un circuito digital siempre tienen lugar como resultado de las variaciones de la señal de entrada, y hay que tener en cuenta que superado determinado valor de tensión en la entrada, obtendremos un pulso a la salida.

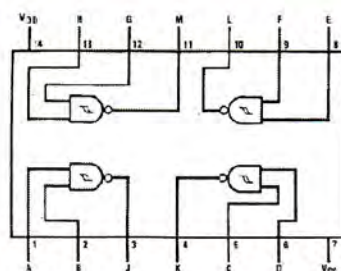
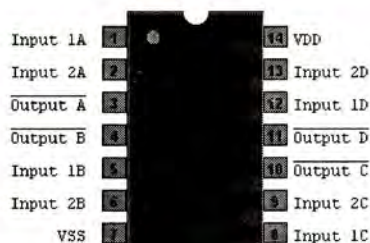
La señal analógica será obtenida con un micrófono; amplificada a un determinado nivel como para que pueda atacar un dispositivo, el que se encargará de hacer aparecer a su salida un tren de pulsos.

Conversión de señal analógica en un tren de pulsos digital

Para convertir la señal analógica en un tren de pulsos digital utilizaremos el conocido integrado CD4093 que trabaja como disparador de Schmitt o Trigger.

Para el proyecto, tomaremos a este integrado como una caja negra.

Nota de revisión: CD4093 puede estropearse si se conecta a la entrada un



voltaje negativo, por ejemplo, si se usa en la entrada un generador de señales. En este caso se aclara en una segunda parte de este artículo, la procedencia de las señales que se aplican y los pasos para la construcción.

El funcionamiento es fácil de entender si consideramos, que es un dispositivo al que le vamos a aplicar una determinada diferencia de potencial, entre dos de sus pines (7 y 14). (utilizaremos una batería de 9V)

Para nuestro estudio utilizaremos los pines 1, 2 y 3

Aplicaremos entonces una señal de entrada variable, cuyo valor máximo supera un determinado umbral o límite, apareciendo señales pulsantes a la salida (pin 3)

Observando el oscilograma adjunto vemos que aparece una señal analógica, que es la que entra en nuestro dispositivo y un tren de pulsos que es el que obtenemos a la salida. Este oscilograma fue obtenido ingresando en el canal B de la interface, la señal de entrada y en el canal C, la señal

pulsante obtenida a la salida. Es importante tener en cuenta este gráfico porque más adelante nos referiremos a él.

La señal de entrada variable que incluso tiene valores negativos, es la que se ingresa al amplificador lineal y la señal pulsante es la que se obtuvo a la salida después de pasar por el trigger.

Si la señal de entrada fuera la de un diapasón obtendríamos una cantidad determinada de pulsos, que si pudiéramos contar en la opción pulsómetro, habríamos convertido la interface en un frecuencímetro

Esta es la propuesta que analizaremos en detalle en la próxima entrega, obteniendo así un dispositivo que ampliará las posibilidades de nuestra interface.

Abordaremos ahora la construcción de un sistema electrónico, que nos proporciona un tren de pulsos de frecuencia variable, tal como lo hace un reloj, de ahí su nombre.

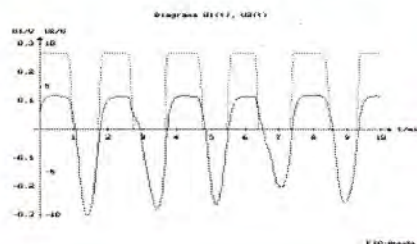
Sistema de reloj. Oscilador de onda cuadrada con Ci 555

Se analizará un circuito productor de una señal de reloj para producir cambios importantes en la operación de un sistema.

Un sistema de reloj, es aquel que da pulsos periódicos, lógicos. Nuestro circuito práctico debe permitir variar la frecuencia y ser de bajo costo.

Se prepara un multivibrador electrónico basándose en un integrado monolítico "555".

Oscilograma U1(t), U2(t)



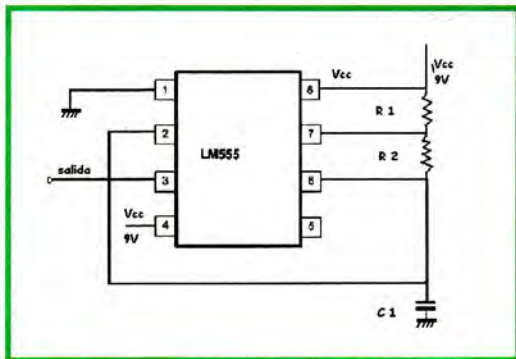
Se usa como oscilador de gran estabilidad.

El rango de frecuencias, como el ciclo de trabajo son controlados por escasos componentes exteriores: 2 resistencias y un capacitor.

La señal de salida es de pulsos cuadrados, siendo capaz de proporcionar 200 mA de intensidad de corriente de salida. El integrado está presentado en un encapsulado monolítico de 8 patas (ver fotografía), y puede trabajar con voltajes que van de 5 a 16 voltios.-



El esquema adjunto, es el de un sistema de reloj de baja frecuencia, que se puede construir con pocos elementos discretos.



Funciona de la siguiente manera: al unir los terminales 2 y 6 el circuito se autodispara, trabajando como multivibrador. El condensador C1, se carga por medio de R1 en serie con R2 y se descarga únicamente a través de ésta. De esta forma dimensionando correctamente los valores C1 y R2, se puede modificar el ciclo de trabajo y cambiar la frecuencia.

A tal efecto, se puede dejar variable R2 con un "preset" (por ej. 25 K) y se modificar R1, con un potenciómetro, de tal ma-

nera que la frecuencia pueda variarse a voluntad.

Para nuestro experimento hemos dado a R1 y a R2, valores iguales (5,6 K), cambiando el capacitor C1, para variar la frecuencia.

Podemos detectar la señal de salida con un osciloscopio o directamente con la interface CASSY en la opción osciloscopio de memoria.

Materiales:

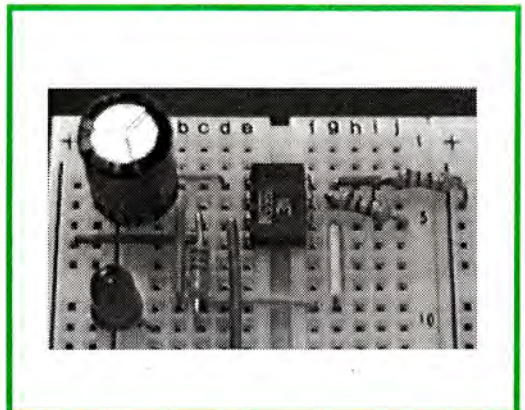
- 1 circuito integrado "555"
- 1 zócalo para dicho integrado
- 1 capacitor de 100 a 1000 uF.
- 2 resistencias de 5,6 K
- 1 preset 25 k (opcional)
- 1 chapa de pertinac con el circuit impreso o protoboard

Para armarlo, se usa zócalo para el integrado, se arma todo y se coloca el "555" al finalizar todas las soldaduras.

En el circuito del reloj, el terminal 5 del circuito integrado LM555 va sin conexión, es decir que queda libre.

En caso de no usar zócalo, el integrado debe ser lo último en colocar y soldar (se debe tener la precaución de no calentar el integrado, usando un disipador de calor).

La figura adjunta presenta un modelo terminado, armado en protoboard.



Complemento

Existen dos ecuaciones para el diseño del circuito:

1º La que nos indica el tiempo del estado alto: $T = 0,693 (R1 + R2)C1$

2º La que nos indica el tiempo del estado bajo: $T = 0,693 \times R2 \times C1$

Hay que tener en cuenta que la capacidad del condensador está tomada con 20%

de incertidumbre, pero por lo menos nos sirve para tener una idea de la frecuencia de los pulsos de reloj, que salen.

Es conveniente armar dos iguales con distintos valores de C1 para tener dos trenes de pulsos de distinta frecuencia que en momentos de desfasan y puedan de esta manera atacar compuertas lógicas, aprovechándolas para ese tema en 4º año.

Internet: DICCIONARIO (5)

Línea dedicada. Línea telefónica que une permanentemente dos puntos. Ofrecen una mayor velocidad que un módem (64 kbps, 256 kbps... hasta Gbps)... una de sus variantes es la más conocida y utilizada por los proveedores de Internet: la línea punto a punto.

Login. Nombre o identificador de usuario en un sistema remoto. También login: acción de conectarse a un ordenador.

Mailing list. Direcciones de correo electrónico donde puedes suscribirte a recibir noticias sobre determinados temas. Se utiliza el e-mail para recoger y mandar las noticias.

Navegador. Aplicado a los programas usados para conectarse al servicio WWW: Netscape Communicator, Internet Explorer, Mosaic, Opera

NET. Red

Protocolo. Conjunto de normas técnicas que regulan las comunicaciones entre ordenadores.

PROXY. Servidor Cache. El Proxy es un servidor de que conectado normalmente al servidor de acceso a la WWW de un proveedor de acceso va almacenando

toda la información que los usuarios reciben de la WEB, por tanto, si otro usuario accede a través del proxy a un sitio previamente visitado, recibirá la información del servidor proxy en lugar del servidor real.

Servidor. Ordenador que suministra información a otros ordenadores, los cuales ejecutan los programas clientes.

SMTP. (Simple Mail Transfer Protocol) Protocolo para transferir correo electrónico a través de Internet.

TCP/IP. (Transmission Control Protocol/ Internet Protocol) Conjunto de protocolos de bajo nivel (IP, TCP, UDP, ICP, RARP, etc.) que permiten el funcionamiento de Internet.

Telemática. De Telecomunicaciones e Informática. Se refiere a las comunicaciones por ordenador.

Telnet. Protocolo y programas que permite la conexión remota a otro ordenador. Igual que FTP, viene del UNIX (sistema operativo multitarea y multiusuario).

*Continúa: DICCIONARIO (6)
en la página 59*

FACTORES QUE INCIDEN SOBRE LAS INTERACCIONES INTERPERSONALES QUE TIENEN LUGAR EN ESCENARIOS EDUCATIVOS NO PRESENCIALES BASADOS EN INTER/INTRANET

Wellington Mazzotti

Profesor en el I.P.A. y en la ORT

Nota de redacción

Existen en la actualidad, numerosos cursos a distancia en diversos formatos, "dictados" por universidades e institutos públicos y privados, en nuestro país y en el resto del mundo. Bajo estas circunstancias y realidades presentes y muy prontamente extensas, es probable, deseable, ir conociendo, palpando, cómo y sobre qué bases están planteados los actuales cursos, cómo son los ambientes donde se desarrollan, qué factores inciden favoreciendo o no las relaciones entre los distintos actores, etc.

El trabajo que sigue corresponde a un tipo de los cursos mencionados; uno que ya es una realidad palpable, quizás con tímidos intentos y no tanto, en educación pública y privada de nuestro país; realidad que se extiende, que aumenta a grandes pasos y que se proyecta como futuro cercano para liceos oficiales, aunque esas ideas estén aún en "pañales".

"El centro del mismo está en la intención de aportar elementos de reflexión para los docentes cuando se encuentren en situación de dar cursos a distancia basados en Internet o intranet. Lo que se quiere transmitir es que las prácticas didácticas que nosotros hacemos en las aulas tradicionales no son transferibles a las aulas virtuales. El aporte final del trabajo fue detectar que factores favorecen u obstaculizan los inter-

cambios interpersonales en el entendido que el proceso de aprendizaje tiene un componente gravitante que es justamente el intercambio con el otro" (sic)

Si bien este trabajo, no toma un curso de Física como objeto para el análisis de su propuesta, y si bien puede, en una primera lectura, no encontrarse coincidencias de transposición didáctica a la enseñanza-aprendizaje de la Física; el objetivo de analizar los factores que intervienen en las relaciones dentro de un entorno "Aula Virtual", pueden tomarse muy en cuenta, a la hora de analizar cursos o propuestas de este tipo en nuestra materia y, ¿por qué no?, diseñarlas.

Nota de revisión: el Marco Teórico referencial resulta, para el equipo consultor, discutible en algunos aspectos, lo que no le quita importancia ni validez al trabajo y es, por tanto, publicado en su totalidad. Creemos firmemente que las discrepancias enriquecen y en particular valoramos la diversidad de opiniones que caracteriza a quienes escriben en nuestra revista.

Introducción

Los entornos de formación no presenciales implican un cambio profundo del escenario en donde tienen lugar el proceso de enseñanza y el proceso de aprendizaje. Es preciso detenerse a reflexionar sobre los impactos que produce este cambio de entorno. Las relaciones del triángulo enseñante-aprendiz-saber, son diferentes. Se debe

pensar, desde la didáctica, sobre las nuevas formas de presentar los saberes, pues es claro que por lo menos, sin un previo debate, no es posible transferir las prácticas educativas que se realizan en las aulas tradicionales a los entornos virtuales.

Se intenta explorar uno de los aspectos claves del proceso de aprendizaje: las relaciones interpersonales que tienen lugar entre los integrantes de un curso a distancia. No es posible transferir las experiencias de intercambio que tienen lugar en un entorno áulico a un entorno mediático virtual, por lo que con este estudio se intenta brindar información a los docentes para que puedan reflexionar sobre el nuevo escenario donde desarrollarán sus estrategias didácticas: pensar en términos de la dinámica comunicacional del grupo virtual y en función de esto cómo debe conducirse el proceso de enseñanza.

La investigación se basa en el análisis de las interacciones interpersonales entre los participantes adultos que intervienen en cursos a distancia, bajo un soporte de intranet, en una empresa pública comercial. Estos cursos, de una semana de duración, tienen por objetivo la formación profesional de los funcionarios de una empresa eléctrica que están distribuidos a lo largo de todo el territorio nacional; los contenidos están estrechamente ligados a las tareas administrativas que deben ejecutar cotidianamente y tienen una complejidad que supone que los participantes sentirán la necesidad de interactuar con otros a fin de lograr los aprendizajes que serán evaluados en la prueba final.

El trabajo está centrado en describir cuáles son los factores intrínsecos y extrínsecos que inciden para que en este escenario tengan lugar interacciones interpersonales que tienen como fin producir intercambios que fortalecen el proceso de aprendizaje, en los adultos que participan en cursos no presenciales basados en inter/intranet.

Marco teórico

Las nuevas tecnologías, los cambios sociales y las implicancias en la educación

La incorporación de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación en el ámbito educativo tiene consecuencias directas tanto en las prácticas docentes como en los procesos de aprendizaje. La determinación de estas consecuencias no puede efectuarse sin un profundo análisis de las implicancias políticas y sociales que subyacen en la concepción que se tiene sobre la Escuela y cómo se conciben las prácticas pedagógicas que en ella se realizan (Liguri, 1995).¹

Para entender los cambios que está viviendo la Escuela en la época actual, signada por la postmodernidad, y el papel que juega en ella la tecnología, es preciso realizar un análisis de los cambios que ha experimentado la concepción del hombre en la nuestra sociedad (occidental y capitalista), su relación con el mundo del trabajo y las expectativas que los centros del poder económico y político tienen sobre las funciones que debe cumplir la Escuela. El modelo tradicional de educación fue generado por las sociedades pre-industrial e industrial: por ejemplo el método de lectura era indicativo de la burocracia tradicional, el sistema educativo mantenía una estructura jerárquica de arriba hacia abajo similares a las cadenas de mandos de la industria tradicional (Cushman, 1985). Se puede hacer un paralelismo entre los roles que cumplían los actores en un centro educativo y los roles de las personas en los centros de producción: "la idea global de juntar masa de estudiantes (materia prima) para ser procesadas por los profesores (trabajadores) en un centro locativo escolar (fábrica) fue un rasgo de la época industrial" (Tofler, 1970).²

La organización del conocimiento en disciplinas permanentes fue basada en precep-

tos industriales, los chicos marchaban de lugar en lugar y se sentaban en lugares asignados, las campanas sonaban anunciando los cambios de los tiempos, los jóvenes pasando a través de esta máquina educativa emergían a una sociedad adulta cuya estructura de trabajo, roles e instituciones se parecían a la escuela misma. Los escolares no sólo aprendían hechos que podían ser usados más tarde sino que vivían a la vez que aprendían el estilo de vida del mundo del trabajo. El profesor asumía el papel de líder de la clase en una estructura organizacional invariable, un sistema basado en la autoridad en donde la relación profesor estudiante estaba caracterizada por dominancia vs. sumisión, información vs. ignorancia, actividad (del profesor) vs. pasividad (de los estudiantes) (Cushman, 1985).

Desde hace ya varias décadas el sistema educativo se encuentra en un proceso de innovación basado en un nuevo paradigma sobre el papel de la educación, el concepto del hombre y la sociedad. El nuevo modelo de enseñanza refleja los cambios que están teniendo lugar en la sociedad actual desde un punto de vista cultural, económico y político.

Se busca brindar a los estudiantes las herramientas necesarias para que puedan insertarse en la sociedad post-industrial, caracterizada por los rápidos cambios tecnológicos. Se intenta que los estudiantes desarrollen estrategias de pensamiento para la toma de decisiones, generar en ellos la capacidad para la resolución de problemas, desarrollar la creatividad y el pensamiento divergente. Para lograr estos objetivos los docentes deben abandonar el modelo tradicional de la relación profesor - estudiante basada en la autoridad y deben incentivar la creatividad y el libre pensamiento. Es preciso modificar la organización de la clase tradicional sobre la base de una nueva pedagogía y una nueva didáctica.

Mientras el método tradicional permite una organización vertical y jerárquica con una comunicación unidireccional, el nuevo método de trabajo enfatiza una comunicación horizontal, interactiva y participativa. El nuevo paradigma del sistema educativo se propone valorizar los procesos sociales de intercambio de opiniones y de significados, en oposición al sistema mercantilista de los procesos educativos, que suponían la promoción del individualismo, la competencia, el criterio utilitarista de la eficacia, la búsqueda de mejorar la relación costo-beneficio, la división del trabajo, etc. (Lion, 1995)³. "La relación tradicionalmente vertical entre docentes y alumnos va a evolucionar hacia un modelo más horizontal en el cual el docente se transforma en facilitador, experto, colega, y el alumno pasa a ser naturalmente activo. En esta evolución de los papeles, el grupo cobra importancia como espacio de consulta, concertación y colaboración. Mediante este mecanismo, la enseñanza es "recibida" por el individuo en la interacción con un grupo en que los docentes no son más que uno de los elementos. Se trata de una redefinición completa de los papeles, en el cual el dinamismo de los papeles exige un estudiante adaptable" (Oilo, 1998: 11).

En la sociedad actual se observa que el gran desarrollo de la tecnología en las telecomunicaciones está teniendo un gran impacto sobre la educación en general y en la relación profesor - estudiante en particular (Cushman, 1985). La convergencia de las dos tecnologías (procesamiento de datos y transmisiones electrónicas) está impulsando a nuestra sociedad hacia una Era de la Información bajo la égida de las telecomunicaciones. Es distintivo principal de esta nueva Era el dramático incremento de la información que las personas tienen acerca de sus relaciones con los objetos, "antes la tecnología apuntaba a generar comunicaciones de masa (broadcasting), ahora en esta nueva Era la tecnología apunta a ge-

nerar comunicaciones interpersonales" (Cushman, 1985). Estos cambios socioculturales no sólo producen modificaciones en las relaciones interpersonales. La tecnología de la Información y de las Telecomunicaciones se ha inmerso en todas las actividades humanas y la educación no es ajena a ello. Es preciso examinar cómo esto incide en el ámbito educativo y cómo están cambiando las prácticas educativas. A su vez, la didáctica también se replantea su espacio en la educación, en este sentido Díaz Barriga (1991)⁴ subraya que "el momento crítico que atraviesa la Didáctica se fundamenta en la ausencia de reflexión conceptual sobre ella, obstaculizada por permanentes búsquedas de tipo instrumental a lo largo de su historia". Esto se hace más evidente en el campo de la Tecnología Educativa, cuyo sesgo instrumentista signó la mayor parte de su constitución y desarrollo (Maggio, 1995)⁵. La Tecnología Educativa, al igual que la Didáctica, se preocupa por las prácticas de la enseñanza, pero a diferencia de ésta, incluye entre sus preocupaciones el análisis de la teoría de la comunicación y de los nuevos desarrollos tecnológicos. Salomón (1992)⁶ reflexiona sobre el papel de las nuevas formas de comunicación y el impacto que éstas tienen en el ámbito educativo y afirma que esta problemática contribuye a alimentar la investigación pedagógica y psicológica. Se constata una necesidad de búsqueda de información sobre los cambios que en el ámbito educativo imponen las nuevas formas de comunicación interpersonales entre los actores de un grupo virtual. Por ser un aula no tradicional implica una nueva realidad educativa, esto da mérito suficiente para estudiar cómo influye este cambio bajo el supuesto que la interrelación entre los participantes de un grupo sea decisiva en el proceso de aprendizaje. Numerosos autores y resultados de trabajos de investigación muestran que la interacción interpersonal constituye un factor básico en

una concepción social de los procesos mentales (Pons, 1992)⁷.

Para el docente que desarrolla su actividad en un escenario no-presencial es crucial comprender los elementos que determinan la interacción comunicativa en el aula virtual, entender cómo se forma la trama social, cómo tienen lugar las relaciones interpersonales, cómo se va construyendo la consciencia y el clima del grupo virtual. Los roles de los sujetos, las relaciones entre ellos y con el saber son bien diferentes. El docente necesita conocer cómo gestionar una comunidad virtual.

Este estudio intenta indagar qué factores son los que favorecen y cuáles los que obstaculizan las interacciones en un aula virtual en el entendido que esta interacción social es decisiva para el proceso de aprendizaje del individuo.

El aprendizaje: ¿un proceso endógeno o un proceso exógeno?

El proceso de aprendizaje ha sido, y sigue siéndolo aún hoy, el objeto de estudio de numerosos autores. ¿El aprendizaje está determinado por la relación sujeto - saber?, ¿el aprendizaje no se reduce a esta relación y está determinado además por el entorno social del individuo que aprende?. Estas dos preguntas han sido las claves de dos de las líneas más representativas de investigación en este campo a lo largo de los últimos años. Por cierto, el proceso de aprendizaje resulta ser muy complejo, no es posible abordarlo desde una única perspectiva. Cada una de las teorías aportan elementos que son complementarios. El conjunto de todas ellas nos permiten tener una comprensión más global del fenómeno.

En primer término y por el impacto que su tesis produjo al ámbito educativo, se menciona la propuesta de Piaget. El centro de estudio de Piaget está en la relación entre el sujeto que aprende y el objeto de aprendizaje, su planteo epistemológico

está focalizado en entender cómo tiene lugar el desarrollo cognoscitivo: de cómo se pasa de un estado de menor conocimiento a otro de mayor conocimiento. Intentó establecer cuáles son los mecanismos responsables del cambio que permite a un sujeto que en determinado momento no puede resolver un problema, y después de un cierto tiempo, sí lo logra. "La empresa epistemológica y la tesis constructivista son el contexto en el que Piaget avanzó en la explicitación de los mecanismos y procesos psicológicos tales como las abstracciones y generalizaciones, los conflictos cognitivos, la toma de conciencia o la creación de posibles" (Castorina, 1996: 16). La hipótesis central de la propuesta de Piaget se podría resumir en que es el mecanismo de equilibrio entre la asimilación y acomodación el que pretende dar cuenta del modo como interactúan el objeto y el sujeto. Esta visión de la teoría piagetiana del desarrollo cognoscitivo está formulada en términos de un proceso de construcción de estructuras lógicas, explicado por mecanismos endógenos y para la cual la intervención social externa sólo puede ser "facilitadora" u "obstaculizadora".

Desde otra perspectiva, Vigotsky abordó el problema bajo la siguiente hipótesis: "la interacción social y el instrumento lingüístico son decisivos para comprender el desarrollo cognoscitivo" (Castorina, 1996: 11).

La teoría de Vigotsky aparece como una teoría histórico-social del desarrollo, que propone por primera vez una visión de la formación de las funciones psíquicas superiores como "internalización" mediada de la cultura y, por lo tanto, postula un sujeto social que no sólo es activo sino, ante todo, interactivo. (Castorina, 1996).

Pensando en esta línea, podemos entender que el acto de aprender no es un hecho individual. Existe una estrecha vinculación entre quien aprende y el entorno so-

cial que lo rodea. Diversos autores le asignan a las variables sociales un papel importante en el proceso de aprendizaje: "El hombre no puede concebirse si no es en relación con los otros, si no es dentro de la sociedad, como tampoco prescindiendo de la sociedad podemos hablar de educación. Como antes decíamos que el hombre es un ser en y con el mundo, ahora añadimos que sólo en sociedad es posible una realización plenamente humana" (Sánchez, 1993: 19). El progreso del conocimiento y su profundidad están ligados al conflicto sociocognitivo, en donde los diferentes sujetos interactúan para la búsqueda de la respuesta correcta (Lerner, 1996)⁸. Los distintos enfoques del problema provocan un conflicto. "El aprendizaje surge como consecuencia de la superación del desequilibrio cognitivo intraindividual" (Gilly, 1989)⁹.

Por mucho tiempo quedó instalada la confrontación entre estas dos posiciones, entre lo endógeno vs. lo exógeno. Y este enfrentamiento, que por mucho tiempo marcó dos posiciones aparentemente inconciliables, hoy en día se le entiende como dos teorías complementarias más que contradictorias. En este sentido Meirieu sostiene que "por un lado la educación y el aprendizaje están concebidos como la promoción de lo endógeno y, por otro lado, como la organización de lo exógeno"; los partidarios de la primera rechazan de forma radical a los partidarios de la segunda, sosteniendo que nadie puede influir en el sujeto sino el sujeto mismo. Los partidarios de la segunda niegan esta argumentación subrayando que el sujeto, reducido a sí mismo, es bien pobre y "que no existe ningún ejemplo de que un ser humano haya podido alcanzar el status de adulto sin que hayan intervenido en su vida otros seres humanos, estos últimos adultos" (Hameline, 1973)¹⁰. Varios autores han reivindicado la posición de entender ambos aspectos como complementarios más que como opuestos. "Las preguntas básicas sobre el desarrollo

del conocimiento son diferentes en Piaget y en Vigotsky, entonces no resulta evidente que lo que uno de ellos interpreta sobre los problemas antes mencionados sea sencillamente comparable de modo puntual a lo que interpreta el otro" (Castorina, 1996: 13). Meirieu, luego de estudiar a fondo cada una de estas tesis, llega a la siguiente conclusión: "no encontré ninguna razón para abandonar una u otra y no descubrí, sino más bien al contrario, en ninguna de ellas suficientes las razones para adoptarlas unas y otras en su totalidad" (Meirieu, 1992: 36), esta afirmación se basa en el argumento de que "En favor de lo "endógeno" hay que hacer frente a la evidencia incontestable que plantea que únicamente se llega al saber a través del camino que lleva a él y al conocimiento a través de la apropiación que de él hace el sujeto." (Meirieu, 1992: 39). Es el mismo Meirieu quien inspira a otros autores que tienen una línea de pensamiento similar: "No nos deshacemos tan fácilmente de las pedagogías de lo "exógeno", de todas las teorías educativas que plantean la importancia esencial de la intervención y de la transmisión, la radicalidad de la exterioridad: Soy enseñado, es decir, la verdad me llega de otra parte sean cual sean mis posibilidades o capacidades: la enseñanza significa todo el infinito de la exterioridad" (Lacroix, 1981)¹¹.

Por todo esto, es preciso comprender que en el proceso de aprendizaje están involucrados factores intrínsecos de la relación sujeto -saber, pero dentro de un contexto social que lo determina, los factores extrínsecos son decisivos para comprender este proceso. "El aprendizaje es una historia que pone con relación a lo dado con una intervención exterior, una historia en donde se enfrentan sujetos y en donde trabajan y se articulan, nunca muy fácilmente, interioridad y exterioridad, alumno y maestro, estructuras cognitivas existentes y nuevas aportaciones" (Meirieu, 1992:42).

Queda claro que para comprender globalmente el fenómeno del aprendizaje, es preciso tener presente las diferentes perspectivas de abordaje. Cada una de ellas nos aportan un aspecto relevante del fenómeno, pero si se considera sólo una, excluyendo a las otras, la descripción es parcial. Se podría hablar en términos de un principio de complementariedad, pues para entender la complejidad del fenómeno del aprendizaje en toda su globalidad, es preciso tomar el aporte que brinda cada una de las líneas de investigación. Estas propuestas no son excluyentes sino complementarias puesto que cada una aporta conocimientos en aspectos diferentes del aprendizaje.

Esta investigación se preocupa justamente de cómo se pueden favorecer los intercambios interpersonales en el supuesto que éstos constituyan un elemento clave para el desarrollo cognitivo del sujeto que aprende en un escenario no presencial. "La interactividad en la educación a distancia es el soporte esencial para que tengan lugar las relaciones interpersonales que actúan sobre los procesos psicológicos superiores posibilitando más profundidad en el aprendizaje a distancia" (Fainholc, 1999:46).

De lo tradicional a lo virtual: las nuevas tecnologías de la información en el ámbito educativo.

La educación a distancia tiene ya una larga historia de desarrollo, investigación y realizaciones, desde los estudios por correspondencia, radio y TV educativa hasta los de hoy día con sistemas sostenidos por el audiovisual a distancia (en general basados en satélites) y enseñanza asistida por ordenador conectados a multiredes.

Las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (NTIC) están introduciendo una revolución en el ámbito educativo. "Las NTIC comienzan a aportar todos los elementos de una verdadera revolución pedagógica en la que las relaciones entre

docentes y alumnos y entre alumnos han de cambiar radicalmente" (Oilo, 1998:4). Existe un cambio de paradigma que acompaña a estas NTIC y que está operando en el cambio pedagógico, marcado por un lado por el abandono de la forma vertical de formación (transferencia vertical de conocimiento) para dar lugar al trabajo colaborativo, en el cual el docente asume un papel de facilitador de un proceso centrado en el alumno y en su capacidad de descubrir los conocimientos a su propio ritmo y en colaboración con los demás. Por otro lado, esta nueva forma de pedagogía va a liberar de las limitaciones de espacio y de tiempo, gracias a una educación a distancia y en un modo de funcionamiento asincrónico (Oilo, 1998).

Se destacan tres elementos claves que este cambio tecnológico está produciendo:

1. El cambio pedagógico necesario, en particular en la relación estudiante-profesor y la relación estudiante-estudiante.
2. Los ingredientes claves para el cambio pedagógico: la búsqueda de la interactividad y la proactividad del grupo (colaboración).
3. La determinación de la proporción justa de los medios tecnológicos.

En la **Tabla 1** presentada por Oilo en la Conferencia de la UNESCO, resume tres modelos sucesivos por los cuales ha transcurrido la educación en su relación con la tecnología.

Se observa que el modelo tradicional usaba los elementos que le aportaba la tecnología pero manteniendo el mismo paradigma de Educación, vertical y autoritaria, en donde el docente era el centro de la clase, transfiriendo los conocimientos que deben ser aprendidos por un estudiante que los recibe en forma pasiva. En su momento, muchos actores de la educación tuvieron grandes expectativas con respecto a la incidencia que podía provocar la TV Educativa y la Radio Educativa, pero al mantenerse los mismos preceptos educativos, los cambios no llegaron. Es que la tecnología por sí misma no provoca el cambio, sí puede favorecerlo en un contexto de renovación.

Luego, en la década del '80, en un ambiente educativo en plena etapa de autoanálisis y de reflexión, con una fuerte tendencia a la innovación, aparece la Informática como el instrumento ideal para colaborar con este cambio. El estudiante pasa a ser el centro de la actividad, asume un papel activo y el docente cumple el rol de facilitador del aprendizaje.

En nuestro tiempo actual, las condiciones están maduras para un modelo basado en el conocimiento, las tecnologías (principalmente las NTIC) están desempeñando un papel clave en este cambio de paradigma.

La actividad se centra en el grupo, los estudiantes se adaptan a las nuevas situaciones trabajando con un espíritu colaborativo, no necesariamente están físicamente juntos, la información fluye por una red de conocimiento.

Tabla 1
El cambio de paradigma en la enseñanza en relación con la tecnología

MODELO	CENTRO	PAPEL DEL ESTUDIANTE	TECNOLOGÍA
Tradicional	Profesor	Pasivo	Pizarra / TV / Radio
Información	Estudiante	Activo	PC
Conocimiento	Grupo	Adaptable	PC + RED

Cambios que produce el nuevo entorno en la comunicación y en la interacción social.

Una de las reflexiones que surge de inmediato al implementar un sistema de educación virtual, está referida a cómo los factores exógenos, que inciden en el proceso de aprendizaje y que están determinados por la mediación cultural, se manifiesta en este nuevo entorno. Es importante determinar cuáles son esos factores que influyen en el individuo que, por su historia personal, tiene una cultura de participación en grupos presenciales, en donde la interacción y comunicación poseen características bien diferentes a las que tienen lugar en un entorno a distancia.

Se define un grupo como "cualquier pluralidad de personas que en su experiencia y comportamiento están relacionadas unas con otras, se encuentran en mutua dependencia y se muestran solidarias no sólo hacia fuera, sino percibiéndose a sí mismos como tales; solidaridad que se expresa por la conciencia del nosotros" (Lerch, 1980)¹². En varias experiencias en las que se ha implementado cursos a distancia se ha observado que existe una gran dificultad para formar en el estudiante la conciencia de grupo; la conducta que generalmente se observa en los alumnos en educación a distancia es que unos prescinden de los otros y se tiende a asumir el curso como un proceso de autoaprendizaje. Se establece una relación casi biunívoca entre el objeto de aprendizaje y el individuo; escasamente tiene lugar la comunicación interpersonal y cuando ésta se produce está dirigida al docente/tutor/moderador. No siempre aparece el sentimiento de pertenencia a un grupo y de conciencia social. Esto hace que el entramado social sea muy diferente en un grupo que participa en cursos a distancia con relación a quienes lo hacen en entornos presenciales.

Las relaciones interpersonales en el grupo virtual no tienen las mismas característi-

cas que en grupos presenciales, el entramado social, las relaciones de poder y la asunción de roles se dan en una forma bien diferente. Una de las acciones en que debe centralizar la atención del docente/tutor/mediador es la de generar la conciencia de lo colectivo y procurar que emerja la necesidad del otro para producir los aprendizajes individuales. Dicho de otra manera, es necesario producir un gran entramado social de modo de fortalecer las interacciones interpersonales, entendiéndose por interacción "la acción de influencia y reciprocidad que se establece entre dos o más sujetos en un entorno definido" (Medina, 1980:31)¹³. La interacción interpersonal es considerada como "la interrelación profunda que se establece entre los miembros de un grupo" (Postic, 1980)¹³. Los intercambios entre las personas que forman parte de un grupo constituyen el elemento dinamizador, es la relación entre personas lo que permite de algún modo que la conducta de una sea el estímulo de la otra (Withall, 1980)¹⁴. La interacción es el vehículo para que lo exógeno tenga lugar en el proceso de aprendizaje. "A través de la interacción se genera un profundo intercambio entre los miembros del aula" (Medina, 1980:58). Es a través de las aportaciones del colectivo que se construye el aprendizaje individual.

La comunicación constituye la clave para que las interrelaciones tengan lugar. "La comunicación es la facilitación comprensiva e intencional de mensajes entre los miembros del grupo. La comunicación es la savia que fluye y da vida a la interacción del grupo." (Medina, 1980:58). Esto supone que al crear un escenario virtual éste deba contar con los mecanismos aptos para que la comunicación sea la más propicia posible y es preciso indagar cómo incide la presencia o no de las tres dimensiones de la comunicación: la verbal, la no-verbal (caracterizada por los gestos, matices de la piel, movimientos oculares y de cabeza, etc.)

y la paraverbal (conformada por los aspectos prosódicos de la comunicación, los rasgos de la comunicación que acompañan al discurso verbal: el tono, la pausa, la entonación, el acento, el énfasis, etc.).

En la educación a distancia asistida por el computador tienen lugar factores que son intrínsecos y extrínsecos al sujeto, que afectan la intercomunicación entre las personas y que deben ser tenidos en cuenta a la hora de implementar los cursos.

Los factores intrínsecos a los sujetos, que favorecen u obstaculizan la interrelación personal en un proceso de aprendizaje a distancia, son aquellos elementos que inciden en la comunicación en un nuevo escenario que supone un cambio cultural. Para los adultos de hoy, este cambio implica nuevas formas de interrelación y de intercambio. Las conductas de interacción en educación a distancia no son las mismas que tienen lugar en un aula tradicional. El cambio de entorno supone una adaptación del sujeto a una nueva manera de relacionarse con el exterior y pesa la historia personal, en donde los aprendizajes se dieron bajo la presencia física de otras personas con una comunicación regida por su triple vertiente (verbal, no-verbal y paraverbal). Esta caracterización no es transferible a la comunicación que tiene lugar en el aula virtual.

La comunicación en un grupo virtual no está dada por las mismas conductas que en el aula tradicional. En ésta última, "diversos sistemas de comunicación que actúan simultáneamente en el aula, comunicación en estrella, circular o cíclica, dialógico - bipersonal, multipersonal (sucesiva y simultánea). La comunicación puede ser fluida y bidireccional, con feed-back explícito (conducta verbal), ya que en toda situación de comunicación se exige la participación codificadora del emisor y decodificadora del receptor, o bien se da mediante una asimilación y respuesta inmediata de conducta no verbal, caracterizada por los gestos,

matices de la piel, movimientos oculares y de cabeza, etc., mediante los cuales el emisor puede decodificar la interpretación, que recibe del destinatario/alumno/profesor" (Medina, 1980: 58).

La decodificación de la interpretación y la mala interpretación en la comunicación por computadora han sido objeto de estudio de numerosos trabajos. La reducción de la comunicación al texto escrito, sin la presencia de otros elementos, como el tono, la postura corporal y otros gestos que acompañan a la palabra limitan notablemente la riqueza de la interacción y exige una adaptación a la nueva forma de comunicación.

Otra perspectiva crucial es "la metacomunicación que permite al profesor interpretar los mensajes más allá del significado y especificación inmediata de los mismos, próxima a una interpretación subjetivo - intercontextual" (Medina, 1980: 58). Por otro lado, no menos importante, es el referido al clima social en donde tienen lugar los procesos de enseñanza y de aprendizaje. "La enseñanza interactiva es la síntesis de pensamiento y acción que lleva a cabo la óptima organización y estructuración de las actividades instructivas y socio-emocionales (relaciones sociales) que proporcionan el aprendizaje formativo de los alumnos. El ambiente que genera el Profesor en el aula, caracterizado por el conjunto de relaciones sociales, establecidas en ella no es secundario, sino que a juicio de Yinger (1986) y Scribner (1984), el ambiente llega a convertirse en un componente integral de la acción" (Medina, 1980: 19). La realidad interactiva del aula (presencial o virtual) conforma parte del curriculum oculto que está presente en el acto educativo. "El clima social que se configura en el aula es el entorno interhumano, que actúa empapando a modo de ósmosis el estilo de enseñanza, el sistema de formación de los alumnos, el sentido más explícito de los cons-

tructos, percepciones y pensamientos que cada profesor tiene de su clase" (Medina, 1980: 75).

Cabe preguntarse como se manifiesta en el aula virtual ciertos factores que inciden en la comunicación en un salón de clase tradicional, como ser los elementos físicos que conforman al aula como nido ecológico (los rasgos físicos del ambiente: mobiliario, iluminación, colores de las paredes, afiches, etc.). "El aula es el entorno físico - humano en el que se realiza la enseñanza institucionalizada" (Medina, 1980:62). El aula como realidad ecológica constituye un microsistema que condiciona profundamente la relación entre las personas.

Las relaciones sociales y las interacciones interpersonales están influidas por lo que se denomina como la "zona de acción". Numerosos trabajos de investigación muestran que los individuos que se ubican en ella participan e intervienen proporcionalmente mucho más. ¿Bajo qué signos se manifestarán estos factores en el aula virtual?

A todos estos elementos hay que sumarle las distintas modalidades o características personales que tienen los adultos y que determinan las diferentes conductas comunicacionales. Este trabajo intenta explorar y describir cuáles son esas cualidades que inciden en forma decisiva en la participación activa de los adultos en los cursos a distancia.

Existen además otros factores externos a los sujetos que favorecen u obstaculizan la interrelación personal en un proceso de aprendizaje a distancia, denominados factores extrínsecos, que condicionan la comunicación en este nuevo entorno ya que implica un sistema tecnificado que modifica el acceso mismo al proceso de aprendizaje. Las nuevas tecnologías de la información y la comunicación permiten crear nuevos entornos comunicacionales que son muy propicios para la enseñanza a distan-

cia porque no sólo permiten el acceso a una cantidad de materiales multimediáticos de alta calidad sino "sobre todo porque permiten la interacción, y en algunos casos la interacción en tiempo real, de todos los usuarios del sistema" (Cabero, 1999). Pero para que esto tenga lugar es necesario asegurar que exista un real acceso a la red de comunicaciones. No sólo que el acceso esté permitido sino que además se pueda conectar a la red fácilmente, sin trámites, sin necesidad de solicitar autorización y en el momento que el estudiante lo desee. Otros factores como la sobrecarga de las líneas o los costos por conexión no pueden generar preocupación o mayores dificultades a los participantes de los cursos a distancia (Mason, 1995)¹⁵. Otros autores señalan como una clave importante para el éxito de los aprendizajes en la educación a distancia "el mantenimiento de una interacción consistente y de calidad" (McGiven, 1994)¹⁶. En este trabajo se intenta explorar que variables extrínsecas están presentes en el grupo de estudio.

Limitaciones de este trabajo de investigación

Todas las observaciones que se describen en este trabajo de investigación se ven limitadas puesto que se basan en las percepciones que realizan personas adultas en un proceso de formación del tipo complementario¹⁷, que por encontrarse en esta etapa evolutiva encierran determinadas características, por lo que las conclusiones que se obtengan no son necesariamente transferibles a otro grupo etéreo. Además, estas personas adultas realizan el curso de formación a distancia¹⁸ en su propio ámbito laboral. El hecho que el proceso de aprendizaje se realice en un entorno laboral, hace que todas las percepciones se vean afectadas por lo que se denomina cultura institucional, que es el conjunto de pautas de conductas, valores compartidos, ideas, símbolos y formas normativas, muchas ve-

ces implícitas, que subyacen en el esquema corporativo de una empresa y constituyen un marco de referencia compartido por todos. (Scheinsohn, 1996).

Descripción del escenario de investigación

El estudio se implementó en el marco del desarrollo de cursos no presenciales para la educación de adultos, a través de la intranet corporativa, en una empresa pública estatal. Esta empresa utiliza para su gestión administrativa, un sistema informático corporativo. El mismo consta de tres grandes módulos, uno de ellos corresponde a la Gestión de Recursos Humanos.

Se han desarrollado una serie de diez cursos con el objetivo de capacitar a funcionarios de la empresa dispersos en todo el territorio nacional, para que puedan operar satisfactoriamente el referido sistema. La investigación se implementó en uno de estos diez cursos: el correspondiente a las operativas asociadas con "Seguridad e Higiene del Trabajo". Para el desarrollo de sus tareas habituales, estos funcionarios deben operar con el sistema en los módulos de Seguridad e Higiene, para gestionar administrativamente los reportes de los accidentes de trabajo que involucren a la empresa. Los cursos tienen una duración de una semana, y en ellos participan grupos de funcionarios distantes físicamente entre sí, de variada posición jerárquica y distintas edades. Para realizar el curso, los funcionarios se conectan mediante el computador personal de su oficina, desde cualquier punto del país, a la red informática interna de la empresa.

Este curso a distancia, diseñado para ser visualizado a través de páginas de hipertexto tal cual se utiliza en Internet, consta de una serie de recursos que se encuentran disponibles en línea:

- Manual de usuario donde se describe toda la operativa a seguir.
- Ejemplos autoejecutables a modo de tutorial.
- Ejercicios prácticos.
- Banco de preguntas frecuentes.
- Compendio de normativas asociadas a la operativa.
- Manual de procedimientos.
- Soporte de ayuda.
- Directorio con datos de todo el personal involucrado con el curso.
- Formulario electrónico para la evaluación del curso realizada por los participantes.
- Prueba final de aprovechamiento del curso.

Los participantes del curso poseen además la posibilidad de conectarse telefónicamente o por correo electrónico entre las 9 y las 17 horas a:

- Una mesa de apoyo que brinda el servicio de ayuda que funciona de lunes a viernes.
- Una asesoría integral de la operativa; orienta al participante en todo lo relacionado con el desarrollo del curso y a los contenidos específicos del mismo. También funciona de lunes a viernes.
- Un soporte técnico (help desk) que atiende problemas informáticos todos los días de la semana.
- Dos docentes a cargo del curso y los diseñadores del curso. También funciona de lunes a viernes.
- Todos los participantes del curso. A su vez los docentes cuentan con varias herramientas para el seguimiento de los participantes:
- Un informe completo donde se registran las consultas realizadas en la mesa de apoyo, en la asesoría integral y en el soporte técnico, con un detalle completo de cantidad de llamadas, quiénes las realizan y los tipos de consultas.
- Un registro del tráfico del correo electrónico entre los participantes del curso.

so y los docentes y moderadores a cargo.

- Un registro de las consultas telefónicas realizadas a los docentes.

Diseño metodológico

Si bien el trabajo se ha basado en una combinación de técnicas cuantitativas y cualitativas, se puede afirmar que esta investigación es de corte cualitativo dado que se busca dar luz sobre aspectos que refieren a la forma como distintas personas sienten, perciben y establecen la comunicación a través de sistemas no convencionales. La metodología, o sea la forma de enfocar el problema y al abordaje de la respuesta, esta bajo una perspectiva fenomenológica. En la búsqueda de entender el fenómeno de la comunicación mediática, se pretende explorar y entender los resortes que se ponen en juego en esta modalidad de comunicación. "La frase metodología cualitativa se refiere en su más amplio sentido a la investigación que produce datos descriptivos: las propias palabras de las personas, habladas o escritas, y la conducta observable" (Taylor, 1987: 20). La investigación cualitativa agrupa diversas estrategias de investigación que tienen determinadas características. Los datos cualitativos son ricos en pormenores descriptivos relativos a personas, locales, conversaciones. Las cuestiones a investigar no se establecen mediante operaciones entre variables ni están sujetos a complejos tratamientos estadísticos. El objetivo que se busca es investigar los fenómenos en su complejidad y en su contexto natural. La investigación cualitativa no tienen como objetivo responder las cuestiones previas ni testear hipótesis; en ella se privilegia esencialmente el comprender los comportamientos a partir de la perspectiva de los sujetos investigados. Para recoger estos datos es necesario una función de contacto en profundidad con los individuos en sus contextos ecológicos natura-

les. Para ello, una de las estrategias más representativas es la entrevista en profundidad. Una entrevista consiste en una conversación intencional, generalmente entre dos personas, dirigida por una de ellas, con el objetivo de obtener información sobre la otra. La entrevista es utilizada para recoger datos descriptivos en el lenguaje propio del sujeto, permitiendo al investigador desarrollar intuitivamente una idea sobre la manera como los sujetos interpretan aspectos del mundo (Bogdan, 1991).

Las herramientas cualitativas utilizadas fueron:

- * encuestas electrónicas realizadas al finalizar el curso (24 encuestas recibidas)
- * entrevista personal semiestructurada a 12 participantes, de acuerdo a la categorización realizada en función de un estudio cuantitativo en base a las respuestas a la encuesta electrónica.

Las herramientas cuantitativas suministraron información sobre frecuencia y calidad de las interacciones registradas por medios electrónicos y por el personal involucrado.

Se han abierto varios canales para la comunicación, pero esto no asegura que los involucrados los hayan utilizado durante el curso. Existen otras posibilidades de interacción que no son registradas electrónicamente, como ser las consultas a otras personas ajenas al curso, por ejemplo un compañero de trabajo, un jefe, etc. Esto se indagó a través de técnicas cualitativas (encuesta electrónica).

El análisis cuantitativo se realizó sobre la base de los datos obtenidos por:

- * Software de administración de correo electrónico
- * Software de administración de servicio de help desk
- * Planillas de registros de consultas telefónicas
- * Información proveniente de la encuesta electrónica

Esta colecta de datos suministró la siguiente información:

- * Registros del tráfico de correo electrónico de cada participante con:
- * la mesa de ayuda
- * los docentes
- * los servicios de soporte

Se obtuvo frecuencia de las consultas, sus contenidos y tiempos de respuesta.

- * Registros de llamadas telefónicas de cada participante con:
- * la mesa de ayuda
- * los docentes
- * los servicios de soporte

Se obtuvo frecuencia de las consultas, su temática y los tiempos de respuesta.

Las herramientas de investigación fueron testeadas en dos cursos piloto los que permitieron analizar la dinámica del grupo virtual, adecuando el papel del moderador como gestor del tráfico de las interacciones entre los diferentes actores del curso a distancia.

Análisis de la información obtenida

A partir de las entrevistas semiestructuradas (12 en total), las encuestas electrónicas (24 en total) y de los mensajes electrónicos (e-mails) enviados al docente/tutor/moderador, se ha podido establecer cuáles son las percepciones que tienen los participantes en relación con el intercambio con los otros en cursos a distancias y a partir de ellos qué factores contribuyen u obstaculizan las interacciones personales.

Estos factores fueron categorizados en:

- * factores intrínsecos a la persona, que son los que están en relación directa con las características personales o la forma de comportamiento de la persona frente a esta modalidad de curso.

- * Factores extrínsecos a la persona, que son aquellos que están en relación con las conductas que adoptan los participantes en función de la forma de implementación del curso a distancia.

Factores intrínsecos

- * Algunos participantes perciben como un factor que limita la interacción entre las personas en cursos a distancia la falta de la comunicación no-verbal o paraverbal.

A.P.: "... es imposible prescindir del lenguaje corporal, de la entonación por la cual las mismas palabras llegan a tener significados diferentes"

R.D.: "... la comunicación es algo más que las palabras, son los gestos, el tono de voz... todo esto se pierde a distancia....la comunicación es mucho más que un texto leído".

- * Algunos participantes perciben que le es difícil preguntar dudas, compartir material, etc., con alguien al que no conocen personalmente, que es difícil comenzar una relación de compañero virtual cuando no se conoce a la otra persona"

A.B.: "... vos ves a la persona y le decís: che, tengo una duda, que te parece tal cosa... pero en cambio llamar a alguien que ni conocés, que no sabés si es simpático, si es antipático, es como más... sentís una barrera, es más difícil"

- * Algunos participantes perciben que el curso es individual (de autoformación) y no sienten que son partes de un grupo por más que saben que hay otras personas haciendo el curso simultáneamente.

G. L.: "Es más difícil tener conciencia que sos parte de un grupo, estás solo frente al micro, sabes que hay otros compañeros pero... tiene mucho de autoaprendizaje."

N.B.: "No era consciente que estaba en un grupo. Por supuesto entré a ver qué-

nes eran pero la conciencia de estar dentro de un grupo no"

- * Algunos participantes perciben que la interacción en un curso virtual se limita, de hecho, solamente dudas, pero los intercambios de comentarios referidos al proceso de aprendizaje no es un hecho natural.

N.B.: "... lo que falta en este curso es la posibilidad de réplica, la posibilidad de dialogar con el profesor... esa pregunta en el momento o cuando te contestó algo ¿pero y esto cómo?"

- * Algunos participantes perciben que la interacción sólo se da en la relación alumno-profesor

N.B.: "Las interacciones entre los compañeros del curso no existen... la comunicación con el tutor sí."

- * Algunos participantes perciben que genera mucha ansiedad el intercambio asincrónico.

E.W.: "... necesitas consultar muchísimo con ejemplos y se te hace más engorrosa la vía informática, vos precisas de pronto estar al lado de un profesor diciéndole: mira yo hice esto, esto y esto y es más difícil transmitirlo por un computador, yo creo que esa ansiedad se da, que no tenés la misma paciencia"

A.L.: "En el aula la pregunta y la respuesta es un rebote. Acá el problema está en depende para que yo lo necesite. Posiblemente si la duda se me dio a horas que no está disponible el tutor puede llegar a generar un poco de ansiedad."

- * Algunos participantes perciben que el curso a distancia es más personalizado que un curso presencial.

A.B.: "... me parece interesante que el curso virtual respeta los tiempos de cada uno de los participantes. En un curso común siempre hay gente que va más despacio y se puede sentir presionada a pasar cosas por alto por más que

no las entienda porque está en un grupo y el grupo va más rápido, lo mismo al revés, hay gente que se aburre cuando el curso se enlentece".

R.R.: "En un grupo a veces tenés dudas pero no podés estar cada dos segundos preguntando al instructor, con la máquina podés retroceder y consultar... lo podés hacer cuantas veces sea necesario y esto es una atención personalizada"

R.D.: "... pienso que un curso a distancia es más personalizado... a distancia vos podés hacer hipervínculos para que en temas que requieren conocimientos previos la persona pueda seguir clicleando y obtener la información que necesita y va al ritmo de cada uno."

- * Algunos participantes no perciben que el hecho de estar solos con el PC haciendo el curso implique estar aislado

G.L.: "El trabajar con un PC no me da sentido de aislamiento"

A.B.: "... aislado no, lo estás haciendo solo. Claro, te puede parecer que lo estás haciendo solo, pero siempre hay otros ahí." (ENT)

- * Algunos participantes perciben que un curso a distancia evita la inhibición que implica preguntar dudas en un grupo que comparte con el jefe o colegas siempre que se asegure la confidencialidad del curso y/o del correo electrónico¹⁹.

G.L.: "En un entorno de enseñanza a distancia eso podría disminuirse mucho, podría llegar a dar mayor libertad al subordinado... siempre que no piense que el jefe puede estar sabiendo que es lo que hizo él"

R.R.: "... ante un jefe directo o compañero, siempre querés demostrar que estás a la par de ellos o que estás un poquito arriba, en el entorno virtual sos más libre... en aula preguntar me inhibe porque no me gusta sentirme inferior.

A veces en clase me quedo callado..."
S.B.: "A mi edad cuesta preguntar... cuanto más cargo tenés, hay como una especie de leyenda o no sé que es, que se piensa que porque llegó a determinado lado tiene que saber todo y no es así... en el último curso que fui el jefe se inhibía... la gente cuando no te ve el rostro del otro se desinhibe."

A.L.: "Si hay otros profesionales o si está el jefe de uno también en el curso, uno tiene un amor propio que no le gusta verse equivocarse... el hecho de poderle preguntar al docente sin que otros sepan lo que preguntó puede ayudar a que se animen más a preguntar."

- * Algunos participantes perciben que no tienen la constancia de sentarse frente al PC para hacer el curso.

E.C.: "Yo prefiero el curso presencial porque soy medio vaga y como que si es a distancia me como los tiempos para sentarme en la computadora... no tengo constancia"

- * Algunos participantes perciben que por sus características personales la comunicación es más fluida hablando que escribiendo mensajes electrónicos.

N.B.: "Me defiendo más hablando que escribiendo... Me comunico mejor."

- * Algunos participantes perciben que el curso a distancia facilita la comunicación a las personas que son tímidas o de baja autoestima

R.D.: "... hay gente que es tímida o tiene poco autoestima no se anima a preguntar en clase pero a distancia puede funcionar más para hacer una pregunta..."

- * Algunos participantes advierten que la historia personal de cada uno: las experiencias educativas, la formación académica, etc., es un factor determinante para su desempeño en el curso a distancia.

A.L.: "Yo creo que el hecho de tener una

historia de estudio como la mía favorece que pueda realizar un curso a distancia... nos pueden permitir defendernos mejor. Eso sin duda." (ENT)

- * Algunos participantes perciben que un factor limitante de los cursos a distancia es el de no poseer formación a nivel de computación

E.W.: "... tiene que saber manejarse en Internet, tiene que saber informática sino no le sirve nada. Siento todo esto como una limitante. La gente que no está preparada en informática no puede recibir un curso a distancia"

Factores extrínsecos

A continuación se detalla lo surgido en las entrevistas como factores extrínsecos a las personas que favorecen u obstaculizan la interrelación personal entre los integrantes del grupo virtual.

- * Algunos participantes indican que para tener una fluida comunicación necesitan tener en línea un profesor

R.P.: "... tendría que estar en línea el profesor.... que yo lanzara la pregunta y que él me pudiera contestar en el momento"

- * Algunos participantes reconocen la necesidad de un espacio en donde se publiquen las dudas como vehículo para el intercambio con los otros participantes del curso a distancia.

R.P.: "En el curso a distancia, el curso tendría que tener una posibilidad de ir planteando interrogantes a medida que uno va ingresando en ellas, pero creo que sería importante que ellas no quedaran cerradas al puesto de trabajo en el que estás sentado sino que pudieras ver las interrogantes de otros.... sería una forma de ir aportando diversos ángulos al problema"

- * Algunos participantes perciben como un problema el hecho que los docentes no tienen experiencia en trabajar en

cursos a distancia

R.D.: "... pienso que no hay tantos docentes formados como para escribir la formación a distancia entonces también le puede costar más llegar a la gente... que los docentes no tengan tanta experiencia como para hacer los cursos de una manera buena o amigable o que realmente sean efectivos."

- * Algunos participantes perciben la necesidad de tener referencias concretas (conocerlos personalmente, tener las fotos, etc.) de los otros participantes del curso como elemento integrador del grupo virtual.

R.D.: "... yo no me sentí parte de un grupo que estaba haciendo algo. Hubiese sido interesante tener la foto de la gente que estaba haciendo el curso o una instancia previa o intermedia presencial")

E.W.: "Para mejorar el conocimiento de la gente habría que trabajar alguna instancia presencial... no ser el curso puramente a distancia sino tener alguna instancia presencial".

- * Algunos participantes advierten como limitación para hacer el curso a distancia el hecho de no estar en un ámbito físico destinado a tal efecto, se ven interrumpidos por otras tareas de la oficina, o no tener las habilitaciones que le permitan un acceso real al curso, muchas veces los jefes obstaculizan las autorizaciones.

R.D.: "trabajamos tantas horas al día (12 horas) quitarle horas a mi familia se me hace muy difícil, no solamente difícil, no tengo ganas ...agregándole horas a mi vida laboral es demasiado..... por otro lado, creo que en mi escritorio frente a mi PC en el trabajo no es el lugar adecuado para formarme porque me interrumpirían n veces."

A.P.: "... dificultad en la concentración, me vi interrumpido y con interferencias por hacerlo en el ámbito de trabajo"

R.G.: "... siempre que el jefe directo no ponga trabas en el horario destinado para el curso no existirían desventajas puntuales, además se puede hacer tal cual un aula real"

Para realizar un mejor análisis de esta información se presentan los dos cuadros (**Tabla 2** y **Tabla 3**) en donde se categorizan los factores, ya sean intrínsecos como extrínsecos, en factores que favorecen las interacciones y los que por el contrario las obstaculizan.

Discusión e interpretaciones de la información obtenida

A partir del análisis de los datos obtenidos en el transcurso de la investigación, se puede confirmar, como fue descrito en el marco teórico, que efectivamente existen aspectos intrínsecos y extrínsecos que son decisivos en la interrelación entre las personas en los cursos a distancia y se pudo determinar cuáles son esos elementos que conforman la complejidad de intercomunicación a través de medios electrónicos.

Estos elementos claves tienen que ver con aspectos extrínsecos a la persona, vinculados con la forma de implementación del curso a distancia, y con aspectos intrínsecos a la persona, que tienen que ver con las características personales de los diferentes estudiantes. El docente que se encuentra desempeñando su tarea a distancia deberá tenerlos en cuenta ya que su papel es clave para provocar intercambios de calidad entre los estudiantes.

El docente deberá tener en cuenta que en un grupo virtual se podrá encontrar con una gran diversidad de comportamiento frente a esta modalidad de comunicación. No todas las personas tienen las mismas reacciones al comunicarse mediante un sistema electrónico, las percepciones son diferentes y hasta contradictorias. Hay per-

Tabla 2 — Factores intrínsecos

Favorecen las interacciones

- * Percepción que el curso a distancia es más personalizado.
- * Facilitador de la comunicación a las personas que son tímidas o de baja autoestima.
- * Percepción de no sentirse aislado.
- * Anulación de las inhibiciones que se generan en los grupos presenciales en los que participan colegas o superiores jerárquicos..
- * Historia personal de buenas experiencias educativas (formación académica formal o no formal).
- * Conocimientos y habilidades en el área de la informática (usuario competente).

Obstaculizan las interacciones

- * Ausencia de la comunicación no-verbal o paraverbal.
- * Ausencia del conocimiento personal del otro sujeto.
- * Falta de conciencia grupal (la interacción sólo se realiza con el docente/tutor).
- * Percepción de reducir las interacciones a consulta de dudas.
- * Características personales (falta de constancia para trabajar frente a un PC, dificultad para la expresión escrita).
- * Percepción del curso como de autoformación.
- * Dificultad en el manejo de la ansiedad en el intercambio asincrónico.

Tabla 3 — Factores Extrínsecos

Favorecen las interacciones

- * Tener en línea un profesor para interactuar sincrónicamente..
- * Tener una base de datos de consulta.
- * Poseer referencias concretas de los otros participantes (fotos, instancias presenciales, etc.)

Obstaculizan las interacciones

- * Falta de experiencia de los alumnos y los docentes en curso a distancia.
- * Falta de un ámbito físico dedicado al aprendizaje.
- * Falta de acceso real al curso a distancia (disponibilidad de tiempo, de equipo, de permisos de acceso, de autorización del jefe, etc.)

sonas que por sus características personales se desempeñan mejor en un escenario que en otro, por ejemplo las personas extrovertidas prefieren intervenir en un grupo en forma oral, pero otras todo lo contrario, las personas tímidas o con baja autoestima, reconocen que raramente intervienen en un grupo presencial y se sienten más cómodas trabajando en la modalidad a distancia e indican que se comunican con más

fluidez mediante mensajes electrónicos. Por otro lado, algunas personas sienten inhibición si en el grupo está presente un jefe o un colega y no se animan a realizar comentarios o plantear dudas bajo la presencia de ellos. Estas personas se sienten más cómodas efectuando las consultas mediante correo electrónico, de esta manera la comunicación se realiza en forma directa al docente sin la mediación del grupo. El docen-

te deberá captar la modalidad de cada uno de sus alumnos y obrar en consecuencia.

Algunas personas muestran mucha ansiedad cuando la respuesta a una pregunta no se da en forma rápida. Esto puede provocar desmotivación en el alumno, llevándolo a participar cada vez menos o incluso a abandonar el curso. Otras personas sienten que haciendo un curso a distancia están aisladas en cambio otras no lo viven de esta manera y ven como un gran valor el hecho de hacer un curso sin la necesidad de estar físicamente todos juntos en un salón.

Otro aspecto que para muchos participantes limita la interrelación personal es la falta de la comunicación no-verbal y paraverbal. Estas personas reconocen que la comunicación a través de los medios electrónicos se ve muy limitada y en gran parte su riqueza se pierde al no estar presente lo gesticular, la entonación, el lenguaje corporal, las miradas etc., y es por ello que prefieren los cursos presenciales. Otras personas, en cambio, son capaces de mantener una comunicación más estrecha mediante el correo electrónico; se sueltan y liberan sus inhibiciones y son capaces de compartir profundos pensamientos y sentimientos que difícilmente lo harían en forma presencial, frente a la otra persona o frente a un grupo; para ellos este medio de comunicación resulta más beneficioso. Incluso muchos participantes reconocen que los cursos a distancia son más personalizados puesto que son atendidas en forma individualizada las preguntas y dudas, las respuestas están dirigidas en forma directa, se pueden expresar en los aspectos en que se desea sin sentir, lo que a veces ocurre en un aula tradicional, que al resto del grupo puede no compartir estos intereses.

En uno de los aspectos en que el docente deberá trabajar es en la creación de la conciencia grupal. Este aspecto aparece en forma reiterada y en diversas facetas. En

principio los participantes asumen el curso a distancia como un curso de autoformación, no aparecen en forma natural como en los grupos presenciales la conciencia grupal ni el compromiso del uno con el otro, no se tiene en cuenta que se está compartiendo con otros el proceso de aprendizaje y que la riqueza está justamente en el intercambio interpersonal. Como los participantes asumen estos cursos de autoformación, se observa que existe una marcada tendencia a reducir el intercambio sólo para evacuar dudas o consultas, y este intercambio se da básicamente en la relación alumno-docente; esto hace ver que el docente debe definir estrategias para formar la conciencia del colectivo y producir intercambios entre los participantes.

Pero también surgen aspectos personales que hacen que los cursos a distancia no sean los más apropiados para algunas personas. Algunos participantes declaran no tener la constancia de sentarse frente a un PC para hacer el curso; la falta de autodisciplina impide que la persona tenga buen suceso en este tipo de curso. Por otro lado, hay personas que son muy comunicativas en forma oral y no les gusta o no se siente naturalmente inclinadas a comunicarse en forma escrita.

Otro aspecto que incide notablemente en un buen desempeño del estudiante en un curso a distancia mediante esta modalidad, es que este posea habilidades en el área de la Informática; debe sentirse seguro o bien debe tener el apoyo logístico que le permita hacer rápidamente las consultas. Esto es muy importante al comienzo del curso. Quizás es un factor que puede llegar a determinar el grado de involucramiento de la persona con el curso. Si sus esfuerzos se centran en como acceder al curso o como utilizar las herramientas que la misma provee más que en el contenido del mismo puede provocar desmotivación o abandono. En esto también pesa las experiencias educativas y la formación académica que

al estudiante le hayan permitido generar la capacidad de un trabajo caracterizado por la autonomía, la iniciativa personal y la investigación.

Aparece otro elemento que sin duda tiene un peso muy importante en el desempeño de los estudiantes a distancia: hay que asegurarles que dispongan de un espacio físico que le permitan desvincularse de otras tareas y pudiendo concentrarse en el curso, ya sea en el ámbito laboral como en el hogar. Deberá tener disponibilidad de tiempo para realizar el curso y utilizar buena parte de ese tiempo para intercambiar con los otros estudiantes. Aquí es clave el papel del docente/tutor/moderador para fomentar la conciencia grupal que no aparece en forma natural y que sí se observa en un curso presencial.

Muchos estudiantes manifestaron en la encuesta electrónica la necesidad de comunicarse para ser orientados. Es conveniente que el docente tenga presente esto para no frustrar las expectativas de los alumnos.

Por supuesto es necesario asegurar real acceso al curso, por lo que supone tener el equipamiento adecuado, los accesos permitidos, las autorizaciones correspondientes pero además comprometer a las personas que rodean al estudiante la importancia de no distraerlo con otras obligaciones (de la oficina u el hogar).

El docente además de ser quien conduce el proceso de enseñanza se desempeña como un agente dinamizador del grupo. En una clase presencial los intercambios se dan en forma natural por el hecho de compartir un mismo ámbito físico, pero en el aula virtual este papel dinamizador toma mayor relevancia puesto que en muchos casos se observa que no aparece en forma natural en los alumnos la conciencia de la pertenencia a un grupo. Esto se manifestó claramente en las experiencias piloto I y II. Es por ello que el docente es además el moderador del tráfico comunicacional y un pro-

vocador de intercambios de calidad entre los estudiantes

Conclusiones

Este trabajo de investigación deja en evidencia la existencia de numerosos factores que inciden en la dinámica de la interacción en un grupo virtual. Queda claro que existen factores que son determinantes para que se produzcan o no el intercambio entre los participantes de un curso a distancia. Estos factores tienen que ver con elementos externos al individuo (implementación del curso a distancia) y con aspectos propios de cada individuo (características personales). El docente deberá investigar en su propio grupo como favorecer los intercambios en función de las características individuales del grupo en cuestión y el administrador del curso deberá diseñar el curso proveyéndolo de las herramientas más aptas para provocar estos intercambios.

El docente, a su vez deberá tener en cuenta que su papel es fundamental para intensificar el tráfico comunicacional y para crear la conciencia grupal que en un curso a distancia no se produce con la misma naturalidad que en un curso presencial.

Hay condiciones personales que favorecen u obstaculizan las interacciones por lo que el docente deberá explorarlas y tenerlas en cuenta a la hora de diseñar las estrategias didácticas y las actividades del grupo virtual.

Los estudiantes deben tener asegurada la posibilidad de tener un ámbito físico destinado al aprendizaje y poder contar con un espacio de tiempo para dedicarse al curso virtual. A ellos se les debe asegurar que contarán con las herramientas que les permitan realizar el curso: acceso real a un PC y al navegador, tener disponible una línea telefónica, contar con correo electrónico, etc. Tanto el curso sea realizado en el ámbito laboral como desde el hogar, se deberá buscar el compromiso de las personas

que rodean al estudiante para posibilitar que éste pueda dedicar tiempo y esfuerzo a las tareas del curso y no recibir responsabilidades en los momentos destinados a realizar el curso, de lo contrario se verán muy limitadas las posibilidades de intervención e intercambio con los otros participantes.

Consideraciones finales

En el presente trabajo sólo se describen los factores que surgieron en transcurso de la investigación. No se descarta que existan otros, puesto que es probable que puedan haber quedado solapadas por las características del grupo investigado.

Es tarea de otra investigación el de profundizar el estudio en cada uno de estos factores como así también de otros elementos que hacen a la dinámica de un grupo virtual, que es sustancialmente diferente a la de un grupo presencial, y que someramente fueron descritos en el marco teórico.

Bibliografía

- * Ander-Egg, E. 1996. La educación de adultos como organización para el desarrollo social. Buenos Aires. Magisterio del Río de la Plata. Argentina.
- * Barrantes Echeverría, R. 1992. Educación a Distancia. EUNED. San José. Costa Rica.
- * Bogdan, R. et al. 1991. Investigaçao Qualitativa em Educaçao. Porto. Porto Editora.
- * Castorina A. et al, 1996. Piaget-Vigotsky : contribuciones para replantear el debate. Buenos Aires. Paidós Educador.
- * Cabero, J. 1999. Las posibilidades de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación para los desafíos de la educación de las personas adultas. <http://www.ugr.es/~sevimeco/documentos/iteoricas/it06d.htm>
- * Cushman, D., et al. 1985. Communication in Interpersonal Relationships. Albany, State University of New York Press. EE.UU.
- * Fainholc, B. 1999. La interactividad en la educación a distancia. Buenos Aires. Paidós. Argentina.
- * García, C., et al, J. Formación y nuevas tecnologías: posibilidades y condiciones de la teleformación como espacio de aprendizaje. Universidad de Sevilla. <http://www.prometeo.cica.es/teleformacion/articulo/teleformacion.htm> : 5
- * Litwin, E. (Comp.) 1995. Tecnología Educativa. Políticas, historia y propuestas. Buenos Aires. Paidós. Argentina.
- * Lockwood, F. 1995. Open and Distance Learning Today. London, Routledge. U.K.
- * Medina, A. 1980. Didáctica e Interacción en el Aula. Madrid. Editorial Cincel-Kapeluz. España:55
- * Meirieu, P. 1992, Aprender, sí. Pero ¿cómo?. Paris. Octaedro. Francia
- * Oilo, D. 1998. De lo Tradicional a lo Virtual: las Nuevas Tecnologías de la Información. Conferencia Mundial sobre la Educación Superior. Paris. UNESCO. Francia.
- * Parker, A. 1997. A Distance Education How-To Manual: Recommendations From the Field. Educational Technology Review N° 8: 7-8.
- * Sánchez, S. 1993. Paulo Freire una pedagogía para el adulto. Buenos Aires: Espacio Editorial. Argentina.
- * Scheinsohn, D. 1996. Comunicación Estratégica. Management y fundamentos de la imagen corporativa. Buenos Aires. Ediciones Macchi. Argentina.
- * Taylor, S.J, et al. (1987). Introducción a los métodos cualitativos de investigación. Paidós. BB.AA.
- * Vigotsky, L. 1979. El desarrollo de los procesos psicológicos superiores. Barcelona, Grijalbo, España.

Notas

- 1 Liguri, L. 1995. Las Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación en el marco de los viejos problemas y desafíos educativos. Cap. 6. En Litwin, E. 1995
- 2 Tofler, 1970. citado por Cushman, D., et al. 1985:156
- 3 Lion, C. 1995. Mitos y realidades en la Tecnología Educativa. Cap.3. en Litwin, E. 1995
- 4 Díaz Barriga, A. 1991 citado por Maggio, M. 1995 El campo de la Tecnología Educativa: algunas aperturas para su reconceptualización. Cap.2. Tecnología Educativa. Políticas, historia y propuestas. Buenos Aires. Paidós: 26
- 5 Maggio, M. 1995. El campo de la Tecnología Educativa: Algunas aperturas par su reconceptualización. Cap. 2 en Litwin, E. 1995
- 6 Salomón (1992) citado por Maggio, M. en Litwin 1995:34
- 7 Pons, P. 1992. Citado por Litwin, 1995:176
- 8 Lerner, D. 1996. La enseñanza y el aprendizaje escolar. Alegato contra una falsa oposición. En Castorina, A. 1996
- 9 Gilly, M. 1989. Citado por Lerner en Castorina et al. 1996:87
- 10 Hameline, D. 1973. Citado por Meirieu. 1992:36
- 11 Lacroix, J. 1981. Citado por Reboul, O., en Meirieu, 1992:42
- 12 Lerch citado por Sbandi en Medina, 1980:55
- 13 Postic, 1980. Citado por Medina, 1980: 57
- 14 Withall, 1980. Citado por Medina. 1980: 57
- 15 Mason, R. 1995. Usign electroic networking for assessement. Cap.20 en Lockwood, F. 1995
- 16 McGiven, 1994. Citado por Parker, 1997, en García
- 17 Según clasificación realizada por Ezequiel Ander-Egg y otros, (1996)
- 18 José Luis García Llama define formación a distancia como una estrategia educativa basada en la aplicación de la tecnología del aprendizaje sin la limitación del lugar, tiempo, ocupación o edad de los estudiantes. Citado por Barrentes Echavarría. 1992.
- 19 La tercera parte de los encuestados que reconocen que en un curso a distancia se mejora el intercambio porque se pueden volcar las dudas sin inhibiciones hacen hincapié en la confidencialidad de las comunicaciones.

Internet: DICCIONARIO (6)

Navegador. Aplicado a los programas usados para conectarse al servicio WWW: Netscape Communicator, Internet Explorer, Mosaic, Opera

URL. (Uniform Resource Locator) Denominador y dirección de los recursos de Internet. Ejemplos :
Http://www.intercom.es o ftp://ftp.funet.fi

WEB, WWW o W3. El verdadero impulsor de la revolución Internet. Es el conjunto de recursos que pueden ser accedidos por los programas clientes llamados navegadores o browsers. Se caracteriza por la amigabilidad, facilidad de uso y espectacularidad de su presentación hipermedia.

Webcam. Cámara conectada a una página WEB a través de la cual los visitantes pueden ver imágenes normalmente en directo.

WWW, WEB o W3 World Wide Web. Telaraña mundial, para muchos la WWW es Internet, para otros es solo una parte de esta. Podríamos decir estrictamente que la WEB es la parte de Internet a la que accedemos a través del protocolo HTTP y en consecuencia gracias a Browsers normalmente gráficos como Netscape.

Extractado de: <http://platea.pntic.mec.es/~abercian/guiahtml/diccionario.htm>

LOCO POR LA FÍSICA

Colaboración

Prof. **Marianella Maxera**

El juez Peralta, profesional de larga experiencia y reconocida trayectoria, inició su día con un caso sencillo. Sus ayudantes lo pusieron al tanto de los detalles: un hombre de 40 años de edad, estaba sentado en el pretil de la azotea de su casa; en cierto momento, al querer deshacerse de una rama que había caído allí, la lanzó hacia arriba, cayendo ésta hacia la calle, con la mala suerte de herir en la cabeza a un transeúnte que se encontraba de paseo. La víctima exige que lo indemnicen y le paguen los gastos de sanatorio, donde lo atendieron por la herida causada. Un caso intrascendente.

El juez desea conocer un poco más al demandado. Los ayudantes lo citan para una entrevista. Aparece ante el juez un hombre esmirriado, de pelo cano alborotado, fumando en pipa a ritmo ansioso. El juez le pregunta: ¿por qué arrojó la rama hacia la calle? ¿No se imaginó que podía herir a alguien que pasara? A lo que el hombre contestó: ¡Ah! ¡Yo la tiré hacia arriba!

El desconcierto se reflejó en la cara del juez, que no podía creer que una persona sería, como aparentaba serlo el hombre, contestara algo así. ¿Sería una burla? -pensó- Volvió a interrogar: ¿qué actividad desarrolla usted? Soy Profesor de Física, contestó el hombrecillo, lo cual sorprendió aún más al experiente juez, que insistió: ¿Cómo es posible que un profesor de Física desconociera lo que iba a ocurrir al arrojar la rama hacia arriba, en esa dirección?! Gracias a las teorías físicas que usted enseña en sus clases, podemos predecir cómo sucederán los acontecimientos en el futuro. Usted debió prever que la rama, de acuerdo a cómo fue arrojada, terminaría cayendo en la calle, con el peligro de herir a alguien.

Se hizo silencio unos instantes y el profesor replicó: ninguna de las leyes que enseño en mis cursos establece que las reglas por las que ha funcionado y funciona la naturaleza tengan que mantenerse en el futuro. Esto es sólo un deseo y un acto de fe de los físicos, sin los cuales su actividad no tendría sentido.

El ánimo del juez alternaba entre la preocupación y el fastidio. En tono más elevado continuó: ¡Pero instantáneamente con gente al otro lado del planeta, transportarnos en trenes que van por el aire, y tantas proezas más, no puede basarse en actos de fe! ¡Tiene que tener un sustento más sólido!

Esa idea, explicó en tono pausado el profesor, responde sólo a la necesidad de los hombres de vivir en un mundo que se comporte regularmente, y agregó: a veces me invade el ansia de observar, en algún caso que esas leyes físicas no se cumplan; una vez lanzada la rama hacia arriba desearía que siguiera su movimiento indefinidamente ...

La discusión se mantuvo durante un tiempo, que al juez le pareció una eternidad, sin llegar a un acuerdo. Éste quedó totalmente agotado y absolvió al profesor.

El juez se mostró distraído en los días siguientes. Mientras escuchaba los casos del día, dejaba caer cosas como lápices y gomas. Absorto en la caída, no prestaba atención a nada más.

En la actualidad, Peralta ya no ejerce como juez. Su obsesión le ha llevado a descuidar todas las actividades que tenía. Nadie se explica por qué, durante las noches sube a la azotea de su casa y lanza objetos al aire, cayendo estos a la calle, con el consecuente ruido molesto.

Los vecinos se quejan.

3. Radiación del Cuerpo Negro (C.N.)

Un orden posible de trabajo sobre este tema puede ser el siguiente:

- Conceptos de Cuerpo Negro y Cavity radiante.
- Curvas de radianza espectral en función de la longitud de onda.
- Leyes empíricas: Wien y Stefan - Boltzmann.
- Discrepancia con la ley clásica de Rayleigh - Jeans (catástrofe ultravioleta)

Possible aplicación:

- a) Para el Sol, la longitud de onda para la cual la radianza espectral es máxima es " λ_{max} " = 5100 Å. Determinar la temperatura en la superficie del Sol. Suponer que se comporta como cuerpo negro.

Solución: Según Ley de Wien.

$\lambda_{max} \cdot T = 2,898 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$,
de donde:

$$T = \frac{2,898 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}}{5,100 \cdot 10^{-7} \text{ m}} \quad T = 5700 \text{ K}$$

- b) Determinar la masa en reposo (m_0) que pierde el Sol por segundo de radiación. Tomar el diámetro del Sol como

$$D = 1,4 \cdot 10^9 \text{ m}$$

Solución: Según la ley de Stefan-Boltzmann, la intensidad es $I = \sigma \cdot T^4$

$$I = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4 (5700 \text{ K})^4$$

$$I = 6,0 \cdot 10^7 \text{ W/m}^2$$

La superficie externa del Sol es

$$S = 4 \cdot \pi \cdot R^2$$

$$S = 4 \cdot \pi \cdot (0,7 \cdot 10^9 \text{ m})^2$$

$$S = 6,2 \cdot 10^{18} \text{ m}^2$$

$$I = P_m / S$$

de donde la potencia media es

$$P_m = S \cdot I = 6,0 \cdot 10^7 \text{ W/m}^2 \cdot 6,2 \cdot 10^{18} \text{ m}^2$$

$$P_m = 3,7 \cdot 10^{26} \text{ W}$$

$$P_m = \frac{\Delta E}{\Delta t} \quad \text{donde} \quad \Delta E = \Delta m c^2$$

(ecuación bastante popular no demostrada previamente).

$$P_m = \frac{\Delta m c^2}{\Delta t} \quad \text{donde}$$

$$\frac{P_m}{c^2} = \left| \frac{\Delta m}{\Delta t} \right| = \frac{3,7 \cdot 10^{26} \text{ W}}{(3,0 \cdot 10^8 \text{ m/s})^2} = 4,1 \cdot 10^9 \text{ kg/s}$$

- c) ¿Qué fracción de m_0 se pierde cada año por radiación electromagnética? (tomar m_0 actual como $2,0 \times 10^{30} \text{ kg}$).
Solución:

$$\left| \frac{\Delta m}{\Delta t} \right| = 4,1 \cdot 10^9 \text{ kg/s} \quad \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 4,1 \cdot 10^9 \text{ kg/s} \cdot 3600 \text{ s/h} \cdot 24 \text{ h/d} \cdot 365 \text{ día/año}$$

$$\left| \frac{\Delta m}{\Delta t} \right| = 1,3 \cdot 10^{17} \text{ kg/año}$$

$$\left| \frac{\Delta m}{m_0} \right| = \frac{1,3 \cdot 10^{17}}{2,0 \cdot 10^{30}} = 6,5 \cdot 10^{-14}$$

que es muy poco en relación a m_0 .
Este resultado nos da cierta tranquilidad por un largo tiempo.

4. Agradecimientos

- * A mi compañero de tareas, Prof. Germán Baldo por las correcciones del primer borrador.
- * A Gustavo Carbonell por enseñarme los primeros elementos de Física Cuántica, quien fuera mi profesor de ese curso en 1994
- * A todos los profesores que participaron de aquella linda experiencia que fue la regional Minas (1991-1994), y de cuyos cursos obtuvimos las bases para nuestro desarrollo profesional.
- * A todos ellos, Muchas Gracias.

Bibliografía.

"Física Cuántica". Eisberg-Resnick. Limusa

"Conceptos de Relatividad y Teoría Cuántica". Resnick. Limusa.

IDEAS BÁSICAS SOBRE MEDIOS CONTINUOS

Prof. Mario Guerra

Consultor de UNESCO

Nota de redacción: *el siguiente es una de los resúmenes de las clases brindadas por el Prof. Mario Guerra en oportunidad de un curso ofrecido en el Deutsche Schule Montevideo, en conjunto con el Prof. Jürgen St. Morgenstern: "Introducción a la Física Moderna: la materia escapa a la evidencia; muere el demonio de Laplace"; complementado con temas relacionados. En números siguientes, editaremos más material al respecto para que llegue a todos los colegas que no pudieron asistir a estos cursos.*

1. Generalidades sobre la Materia

Es un hecho experimental, que la naturaleza presenta agrupaciones de partículas fundamentales, llamadas átomos. Hace 2000 años, los pensadores presocráticos (probablemente los primeros en la Historia) idearon que la totalidad de la materia estaba formada por unidades fundamentales e indivisibles, llamadas "átomos". Estos átomos, hoy los ordenamos en la llamada "Tabla de Mendeleiev" en diversos lugares y conforman las especies atómicas básicas conocidas del Universo. Hoy sabemos que estas "unidades" son complejos formados por otras partículas que, en consecuencia, son divisibles. ¿Cuál es la "estructura" esencial de estos complejos?

Por lo pronto debemos distinguir dos grandes "zonas":

- a) la región nuclear, de un tamaño de unos pocos fm ($1 \text{ fm} = 10^{-15} \text{ m}$), donde se ubican básicamente dos familias

de "partículas" conocidas como "nucleones" (protones y neutrones). Actualmente, se conocen alrededor de un millar de núcleos diferentes, la mayoría de ellos inestables, con una "vida media" muy breve. De la misma manera, se conocen una gran cantidad de nucleones (aproximadamente un centenar), que se les conoce genéricamente como "hadrones";

- b) la zona electrónica, unos cinco órdenes de magnitud mayor (de orden 10^{-10} m).

Estas regiones, no solamente son diferentes en cuanto a los constituyentes que las forman, sino al tipo de interacción que gobierna sus estructuras.

(I) En la zona "nuclear" la fuerza preponderante es la llamada "interacción fuerte", también conocida como "nuclear o hadrónica". Se trata de una fuerza de naturaleza compleja, que tiene dos características esenciales:

1. Es independiente de la carga eléctrica de las partículas interactuantes (existe entre protones, entre neutrones y entre protones y neutrones)
2. Es de alcance "corto". Más allá del orden 10^{-15} m , la fuerza es decididamente despreciable.

Las cosas se complican algo más desde que se ha descubierto que ni los neutrones ni los protones son "partículas indivisibles". Se trata de complejos, cuya estructura fina está confiada a constituyentes más elementales llamados "quarks". En apariencia, estos serían los constituyentes más esenciales de la materia y que se agrupan en duplas o ternas. Los "quarks" son solamente **seis**. Sus nombres son: "up", "down", "straight", "turn", "bottom" y "top". Este último, fue descubierto en 1995.

Corresponde realizar una pregunta: ¿Son los "quarks" los elementos últimos de la

naturaleza? ¿Son los constituyentes elementales indivisibles de los que hablaban los presocráticos? No lo sabemos.

Lo que sí sabemos, es que la ligadura de los "quarks", forma nucleones, los cuales forman a su vez núcleos, y todas estas uniones, reposan sobre la llamada "fuerza nuclear" que mencionamos antes.

(II) los electrones, de naturaleza diferente, sin estructura interna, se agrupan con los nucleones para formar átomos, un grupo más numeroso, mediante una interacción 100 veces más débil que la nuclear, llamada genéricamente "electromagnética". Los átomos a su vez, se unen para formar estructuras más complejas llamadas "moléculas", que de acuerdo con su tamaño pueden conformar estructuras gigantes, llamadas "biomoléculas", las cuales, entre otras cosas, forman a su vez el código genético, las células y los tejidos de la vida.

¿Cuál es la característica fundamental de estas asociaciones? A medida que aumentamos el número de integrantes en estas "federaciones", se acrecienta la complejidad de la estructura y disminuye la energía de ligadura. Es mayor la energía necesaria para formar un núcleo, que para formar un "átomo". Por ejemplo: para formar un protón, se necesitan alrededor de 940 Mev; para formar un átomo de hidrógeno a partir de un protón y un electrón se necesitan solamente alrededor de 13,6 eV, que es una energía 70 millones de veces menor.

2. ¿Cómo son los conglomerados atómicos?

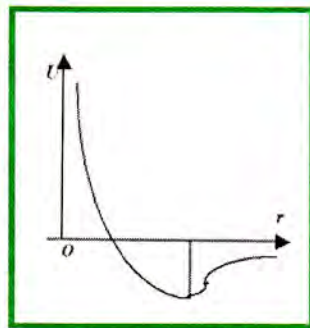
Algunas características básicas

La interacción entre las moléculas, es lo que define sustancialmente la diferencia entre gases, líquidos y sólidos.

Los diferentes conglomerados atómicos que conforman las moléculas, no son está-

ticos. Se encuentran en estado de oscilación, alrededor de posiciones medias. Estos movimientos, están gobernados por la interacción electromagnética y la temperatura. Esta última magnitud, tiene preponderancia en el movimiento molecular.

Una idea cuantitativa de las interacciones entre átomos la da la energía potencial de ligadura, en función de la distancia entre los átomos, que en el esquema llamamos " r ".



La posición de equilibrio, corresponde al mínimo de U , que es en consecuencia, una configuración estable. Cuando un átomo forma parte de una molécula, oscila alrededor de este mínimo. A la izquierda de la posición de equilibrio, los átomos se repelen, a la derecha se atraen.

Las fuerzas entre las moléculas son "parecidas" a las que se registran entre los átomos, pero existen diferencias importantes.

La distancia de equilibrio entre dos átomos de oxígeno es diferente a la distancia de equilibrio entre dos moléculas de oxígeno. En el primer caso, la distancia de equilibrio es de $1.2 \times 10^{-10} \text{ m}$; en el segundo caso esta distancia es $2.9 \times 10^{-10} \text{ m}$. En general, los átomos de diferente naturaleza, se colocan en equilibrio "más lejos" que los de la misma naturaleza. La energía de separación es también muy diferente. Para separar dos átomos de oxígeno se necesitan alrededor de $4,2 \times 10^5 \text{ J/mol}$; para separar dos moléculas de oxígeno solamente alrededor de $8.2 \times 10^3 \text{ J/mol}$. Esto nos dice que el "pozo" de la curva de energía potencial en el caso de dos átomos es menos profundo que en el caso de dos moléculas.

- Puede ocurrir, que los átomos se dispongan en estructuras geométricas regulares (cubos, paralelepípedos, tetraedros,...). En este caso, se dice que tenemos un cristal o sólido. Los cristales pueden ser atómicos o moleculares, según dispongan de una sola especie atómica o no. La palabra "sólido" se aplica físicamente a las estructuras cristalinas. No hay que confundir el concepto con uno similar: "dureza". El vidrio, es duro, pero no es estrictamente hablando un "sólido" ya que su estructura es "amorfa". Se parece más a un líquido muy viscoso.

La característica fundamental de los cristales es su forma regular, con caras y aristas bien definidas. Esto nos dice que el cristal debe presentar anisotropías. Esto se debe a que "no hay átomos o moléculas" en cualquier dirección. En consecuencia, cabe esperar que en los cristales, existan propiedades diferentes con las direcciones (p.ej: diferente conductividad eléctrica o térmica).

Cuando la temperatura se eleva, las oscilaciones se mantiene en un entorno de la posición media de equilibrio. En estas estructuras, la fuerza electromagnética es considerablemente intensa, y generalmente se llama "fuerza de cohesión". Esta fuerza de cohesión, es más débil en los líquidos. La repulsión molecular, garantiza la escasa compresibilidad en los sólidos (y también en los líquidos).

Un ejemplo, nos da una idea cuantitativa de esto: en el acero, un incremento de presión de 50 a 100 mil atmósferas, solamente cambia el volumen en 1/1000, aunque existen otros metales donde el efecto es más notorio. Este es el caso del plomo que reduce su volumen a 1/7 de su valor inicial. En grandes extensiones, los cristales repiten una celda elemental básica, que forma una "malla". Las mallas más comunes son de tres

tipos: (a) forma cúbica de cara centrada (es el caso del Al, Cu, Co, Fe, Au,...); (b) forma cúbica centrada (es el caso del Cr, Fe, Li, Ta, U,...); (c) forma hexagonal compacta (es el caso del Be, Co, Hf, Zn,...).

Estos listados revelan que algunos elementos pueden disponerse en más de una forma geométrica.

Existen otras disposiciones cristalinas. Entre ellas, hay una muy importante: la estructura "diamantina" o tetraédrica (es el caso del Si, el Ge y el C cristalizado o diamante).

- En el estado "gas", las moléculas se encuentran en considerablemente desorden. En un cm^3 de aire a 1 atmósfera de presión y a 0°C , encontramos alrededor de 2.5×10^{19} moléculas, de manera que a cada molécula corresponde un volumen de $4 \times 10^{-29} \text{cm}^3$. Este resultado nos dice que las moléculas corresponden a un cubo promedial de unos $35 \times 10^{-10} \text{m}$. Sin embargo, las moléculas de nitrógeno y oxígeno que forman al aire tiene un volumen individual promedio de $4 \times 10^{-10} \text{m}$. Entonces, la distancia entre las moléculas es alrededor de 10 veces mayor que sus dimensiones. En consecuencia, para presiones "normales", las moléculas en un gas se encuentran considerablemente libres, y recorren caminos promediales de $1000 \times 10^{-10} \text{m}$ (un millar de angstroms), para el hidrógeno y la mitad de este número para el oxígeno. La isotropía física de los gases en extensiones considerables, es una característica señalable.
- Los líquidos, son diferentes en sus propiedades cuantitativas de los gases. Mientras en los gases las moléculas se encuentran lejos unas de otras y las colisiones entre ellas son poco frecuentes, en los líquidos la vecindad entre las moléculas es mucho mayor. En un

líquido, el estado de agregación es "similar" a un puñado de arena en el interior de una bolsa. Con una diferencia esencial: las moléculas se encuentran en continua agitación térmica, de manera que no se trata de un puñado estático. Se trata además de un movimiento muy desordenado.

Las moléculas en un líquido se encuentran muy "apretadas" y en consecuencia se encuentran severamente limitadas en sus movimientos comparativamente a lo que ocurre con un "gas".

En realidad, "casi no se mueven", a menos que la temperatura sea "alta", y en general se desplazan lentamente por el volumen ocupado por el líquido. El movimiento de estas unidades, se ve retardado por un efecto de fricción interna. Esta propiedad, se conoce con el nombre de "viscosidad". Una cuantificación del fenómeno nos ilustra el punto. En el agua, que tiene una viscosidad pequeña, las moléculas se mueven $3 \times 10^{10} m$ en el mismo tiempo que en un gas recorrería 230 veces esa distancia.

En los líquidos la compresibilidad es muy pequeña comparada con los gases. Un efecto de compresión en un líquido, lo que puede hacer es "mejorar el contacto" y en un acrecentamiento de la compacidad. Existe, a presiones muy altas, deformación molecular. Como dijimos antes, el efecto repulsivo molecular es la causa fundamental de este comportamiento. Cuando la presión pasa de 1 atmósfera a dos atmósferas, en un gas el volumen disminuye, isotérmicamente, a la mitad; en un líquido, esa misma duplicación a la misma temperatura disminuye el volumen del agua en 1/20.000, mientras que en el mercurio cambia en 1/250.000.

En el fondo de un océano, con 10.000 m de profundidad (como ocurre en las

fosas submarinas cercanas a la zona de Japón), la presión puede estimarse en 1000 atmósferas. En este caso, la disminución del volumen no excede a 1/20. Esto explica la forma muy "empinada" de las curvas de Andrews en un diagrama "presión-volumen específico" y que define los cambios de fase para el agua, en la zona cercana al "líquido saturado".

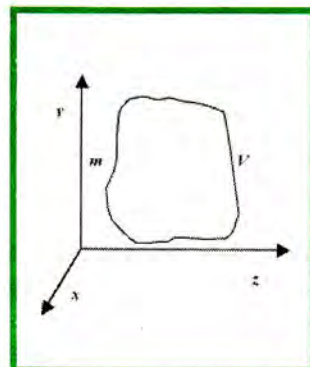
Esencialmente, los gases y los líquidos no son diferentes, salvo los valores que se asocian a las mismas magnitudes. Es razonable entonces que podamos transformar a un gas en líquido y viceversa, en un proceso continuo y progresivo (cambios de fase de primera especie). Cuando se licua un sólido, se incrementa la movilidad de las moléculas y en consecuencia es también razonable que la modificación en general sea continua.

3. Algunas Magnitudes Esenciales de la Descripción

Las magnitudes que permiten describir los diferentes estados de agregación, son muy diversas. No obstante, nos referiremos a las que siguen, por ser básicas en las distintas propiedades de los líquidos (además de la temperatura, la masa y el volumen):

a) Densidad

Consideremos una masa "m" de líquido, que ocupa un volumen "V", ubicada en el referencial Oxyz. Es posible definir entonces una magnitud derivada, que nos describe promedialmente la forma en que se distribuye la masa



en el volumen considerado. Esta magnitud se llama "densidad media" del volumen considerado: $\rho = m/V$ (kg/m^3).

Podemos introducir ahora, la función densidad en un punto. Para ello, queremos asignar a cada punto $P(x,y,z)$ del volumen ocupado por el líquido, un número, mediante el siguiente procedimiento:

- 1) Tomamos alrededor del punto $P(x,y,z)$ un volumen V' contenido en V . La masa en este volumen será m' . Podemos ahora calcular: $\rho' = m'/V'$.
- 2) Elegimos luego un volumen V'' contenido en V' , en el cual existe una masa m'' y que contiene al mismo punto $P(x,y,z)$. Tendremos así una densidad media: $\rho'' = m''/V''$. En principio podemos seguir el proceso, eligiendo volúmenes cada vez más pequeños alrededor de P . Nuestra secuencia de cálculos tendrá sentido en la medida que podamos considerar un número grande de partículas en cada volumen seleccionado. El que podamos considerar a cada volumen como un "continuo de líquido" es un problema de cifras significativas. Es claro que si nos alejamos de las distancias de orden molecular y de las distancias de recorridos moleculares, es posible considerar la hipótesis de la continuidad con muy aceptable precisión.
- 3) Consideramos ahora la sucesión $\rho'; \rho''; \rho'''; \rho'''; \dots$. Puede ocurrir que esta sucesión definida para un conjunto de volúmenes encajados tenga las dos propiedades siguientes:

- I. converja a un valor
- II. el valor obtenido, **no** dependa de la secuencia de volúmenes encajados seleccionada.

En ese caso, diremos que el límite se la sucesión de densidades medias calculadas para la secuencia de volúmenes encajados, define la densidad de líquido en P .

Es un hecho experimental que ese límite existe y es único para la mayoría de los fluidos hasta cierta precisión prefijada.

En este caso, diremos que la densidad en $P(x,y,z)$ es: $\rho(x,y,z) = dm/dV$.

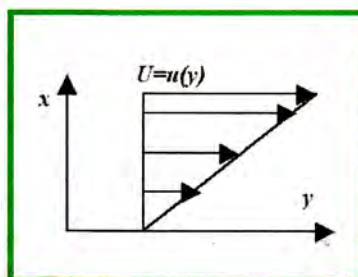
b) Viscosidad-Líquidos Newtonianos

1. La ley Fundamental

Cuando un líquido escurre, las diferentes partículas tiene en general un movimiento desordenado, con velocidades diferentes. No obstante, es observable que el "desorden tiende a una homogeneización" con amortiguamiento de las "diferencias". En este sentido, el fenómeno que ocurre con las velocidades es similar al que ocurre con la difusión de un gas al que se le permite expandir libremente. A un transitorio donde las diversas magnitudes (temperatura, energía, ...) son muy distintas según "el trozo que consideremos", sigue una tendencia a la convergencia de cada una de ellas a cierto valor medio (temperatura promedio, energía promedio, ...). En realidad, esto debe ser así, en virtud del Segundo Principio de la Termodinámica, que indica la "nivelación" de las propiedades hacia un estado de equilibrio.

Los impulsos de las partículas ubicadas en las partes "más rápidas", se transmiten a las partículas más lentas. Se trata de un fenómeno de transporte. Para simplificar las cosas, supongamos que el escurrimiento se realiza en una dirección Ox .

Llamemos " u " a la velocidad promedial del escurrimiento en esa dirección. Imagine-mos que esta velocidad cambia



con la distancia a la pared, como indica la figura.

La velocidad, es entonces de la forma: $u = u(y)$. Para que el líquido escurra en la dirección Ox , es necesario que cada "capa rápida tire de la adyacente más lenta".

Esto se puede realizar, si cada capa recibe una transferencia de momentum por segundo distribuida en el área de contacto de las capas en la dirección del eje Ox del escurrimiento.

Tomemos como un hecho experimental que en $y=0$, la velocidad de un líquido es cero: $u(0)=0$

Esta condición es consecuencia de un efecto de cohesión molecular entre las partículas del líquido y las partículas de la pared, que se aplican fuerzas atractivas.

Llamemos " τ " a esta transferencia de momentum por segundo y por metro cuadrado. Se mide entonces $[kg.m/s]/s.m^2$ que formalmente corresponde a $[N/m^2]$. Newton estudió el escurrimiento de algunos líquidos y estableció para ellos una ley experimental, que establece lo siguiente: "el flujo de momentum por segundo y por metro cuadrado que se aplica a cada capa por el resto del líquido es directamente proporcional al cambio que experimenta la velocidad en la dirección normal a la pared: $\tau \propto -du/dy$ ".

Esta proporcionalidad, se puede transformar en una igualdad, si introducimos un factor dimensionado " μ ", que llamamos "viscosidad dinámica del líquido" que cumple: $\tau = -\mu \cdot du/dy$ y cuyas unidades son: $[N/m^2].[m/(m/s)] = [N.s/m^2] = [kg/m.s]$. Físicamente, la viscosidad mide la rapidez de transmisión del momentum. Generalmente, se utiliza alternativamente la viscosidad cinemática que se define así: $\eta \equiv \tau/\rho$

La unidad de la viscosidad cinemática es: $[m^2/s]$. Físicamente, la viscosidad cinemática es una medida de la difusión de la velocidad. Generalmente, este efecto de las

capas del líquido sobre las capas adyacentes se interpreta como un efecto similar a una fricción interna.

Cabe preguntarse si la relación de Newton se aplica en todos los casos. Si consideramos un líquido ubicado en un recipiente que gira con velocidad angular constante tendremos una distribución de velocidades que crece con la distancia al eje, y la velocidad de las partículas no mantiene el sentido. Se tiene una distribución turbillonaria, donde cada partícula tiene un momento cinético constante. En este caso, exista o no rozamiento interno, el líquido seguirá rotando sin que exista igualación de las velocidades y no existirán cambios en la temperatura del líquido. Por ello, podrá continuar rotando sin detenerse.

En los líquidos, generalmente, la viscosidad decrece con el aumento de la temperatura. Esto parece razonable, ya que la transferencia de energía debe aumentar la movilidad de las moléculas. Sin embargo, el efecto no es muy importante en aquellos líquidos que tiene escasa viscosidad, como es el caso de agua.

Existen líquidos, sin embargo, generalmente de naturaleza orgánica, cuya viscosidad disminuye con el aumento de la temperatura en forma muy rápida. Este es el caso de la glicerina. Para fijar ideas. Si la temperatura pasa de $20^\circ C$ a $30^\circ C$, la viscosidad cinemática del agua disminuye solamente un 20%, mientras que en la glicerina decrece 250%. ¿Por qué es así? La razón estriba en que la viscosidad en estos líquidos orgánicos decrece exponencialmente, de acuerdo con un factor de la forma: $e^{-E/RT}$, donde " E " es una energía que para la glicerina mide $6,5 \times 10^4 J/mol$; " T " la temperatura absoluta y " R " la constante general de los gases.

Esta ley, está relacionada con la "necesidad" de las moléculas de pasar la barrera de potencial que permite su aumento de movilidad. Al descender la temperatura, el

líquido adopta una estructura similar a la de un cuerpo "rígido amorfo", mediante una rápida condensación.

Este "aspecto", no es diferente del "estado líquido" del cual solamente se distingue cuantitativamente pero no cualitativamente. La diferencia más importante entre un "rígido amorfo" y un "líquido" radica en su coeficiente de rigidez. Por este motivo, los "líquidos" se amoldan en forma inmediata a la forma del continente; los "rígidos amorfos" lo hacen con mucha mayor lentitud en períodos de tiempo extremadamente largos.

2. Un caso particular: el escurrimiento laminar de Poiseuille. Escurrimiento gobernado por las fuerzas viscosas

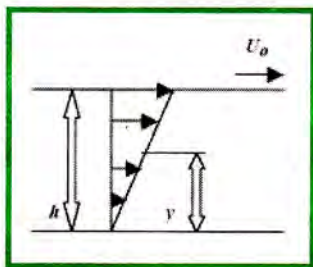
Supongamos un líquido newtoniano, confinado entre dos placas paralelas, que distan entre sí " h ". Una placa se mueve con velocidad " u_0 ", mientras que la placa inferior se encuentra en reposo. El cambio de velocidad se ha de ajustar a la ley de Newton y a la altura " y " genérica, la velocidad será: $u(y) = [u_0/h] \cdot y$

En consecuencia: $du/dy = u_0/h$, de manera que: $\tau = -\mu \cdot [u_0/h]$, que es constante.

Tenemos así calculada la fuerza de arrastre que experimenta cada lámina del líquido. Si multiplicamos por el área de

la placa móvil, tenemos la fuerza que experimenta en forma tangencial el líquido, para desplazarse a la velocidad impuesta " u_0 ".

Un problema diferente es el escurrimiento en un tubo cilíndrico. Aquí se supone que el líquido se propulsa por una diferencia de presiones entre la entrada y la salida de valor: $\Delta p = p_1 - p_2$



Supongamos que elegimos un cilindro cuyo eje coincide con el eje del tubo, de radio $r < R$, donde " R " es el radio del tubo. ¿Cómo es el desplazamiento del líquido en el interior de este cilindro genérico de radio " r "? ¿Qué aspecto tiene la distribución de velocidades paralelas a las generatrices del tubo?

Para contestar a estas preguntas, consideremos el flujo de momentum que recibe este líquido confinado en el cilindro a través de su superficie lateral es para un trozo de largo " a ": $2\pi \cdot r \cdot a \cdot \tau = -2\pi \cdot r \cdot a \cdot \mu \cdot [du/dr]$

Esta fuerza, en estado de régimen del escurrimiento, donde las velocidades no dependen del tiempo, debe compensarse exactamente con la fuerza que provoca el derrame por diferencia de presiones, aplicada en la sección de radio " r ":

$$\pi \cdot r^2 \cdot [\Delta p] = 2\pi \cdot r \cdot \tau \cdot [du/dr]$$

En consecuencia, " du/dr " es proporcional a " r ", de manera que la función " u " debe ser cuadrática con " r ". La situación es formalmente análoga a la que existe entre la posición y el tiempo en el movimiento de caída libre, donde la velocidad es lineal con el tiempo. Las diferentes soluciones difieren en una constante arbitraria que debemos ajustar con las condiciones de borde que cumple la velocidad. Entonces:

$$u(r) = -r^2 \cdot \Delta p / [4a\tau] + C$$

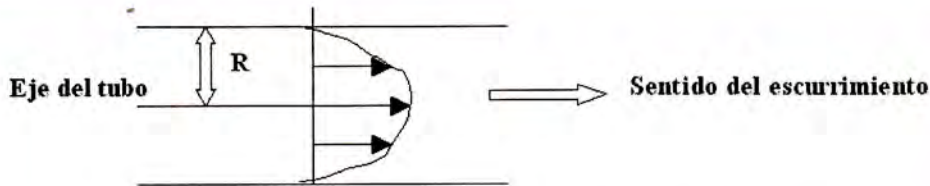
La constante " C " se ajusta, exigiendo que en $r=R$, la velocidad sea **nula**. Entonces:

$$0 = -R^2 \cdot \Delta p / [4a\tau] + C$$

$$\text{Sustituyendo: } u(r) = [R^2 - r^2] \cdot \Delta p / [4a\tau]$$

Este resultado nos dice que el "perfil" de velocidades es parabólico. La forma del perfil se ajusta a un paraboloide de eje en el eje del tubo. El perfil **no** es tangente a la pared del tubo, porque la derivada " du/dr " **no** es nula en $r=R$.

Veamos ahora la determinación de la masa de líquido que escurre en $t = \tau_s$. Para ello debemos calcular, la cantidad de líqui-



Aspecto del "perfil" de velocidades en un escurrimiento "laminar" de Poiseuille.

do que atraviesa en ese tiempo la sección "S" del tubo. Esto lleva a introducir el concepto de "gasto másico", que designaremos con "G".

c) Gasto Másico

El concepto de "gasto" o "flujo másico" se refiere a la cantidad de masa que atraviesa una sección determinada del tubo en cada instante. En nuestro caso, si tomamos una sección del tubo "dS", esta es ortogonal a la dirección de la velocidad de las partículas en cualquier punto.

Consideremos una masa "dm" que atraviesa la sección del tubo con velocidad "u". Es claro que en este caso: $dG = (dm) \cdot u$.

Supongamos que "dm" es un tubo delgado de líquido que tiene largo "dx" que atraviesa la sección "dS" del tubo. En este caso: $d^2 m = \rho \cdot dx \cdot dS$. El flujo de masa, será entonces:

$$dG = d^2 m / dt = \rho \cdot [dx/dt] \cdot dS = \rho \cdot u \cdot dS$$

El área atravesada, la podemos tomar como una corona de espesor "dr", ubicada a distancia "r" del eje del tubo. Entonces: $dS = \pi \cdot (r+dr)^2 - \pi \cdot r^2 \cong 2\pi \cdot r \cdot dr$, donde despreciamos el término $(dr)^2$ por ser de orden muy inferior al de orden lineal en (dr). Sustituyendo en la expresión de dG, tenemos: $dG = 2\pi \cdot r \cdot \rho \cdot [R^2 - r^2] \cdot (\Delta p / [4\eta \tau]) \cdot dr$

Para hallar "G" debemos integrar esta expresión desde $r=0$ hasta "r genérico" y tener en cuenta además que $G(0) = 0$. Haciendo esto obtenemos:

$$G(r) = [\pi \cdot \Delta p / 4\eta \tau] \cdot \rho \cdot [(Rr)^2 - (r^4/2)]$$

Si queremos el gasto másico a través de todo el tubo, debemos poner $r=R$. En ese caso: $G(\text{total}) = \pi \cdot \Delta p \cdot \rho \cdot R^4 / 8\eta \tau$

Esta ley, se conoce como "ley de Poiseuille" o de la "potencia 4" y nos dice que la masa que fluye por segundo es proporcional a la cuarta potencia del radio del tubo.

La ley de Poiseuille, se ajusta a los escurrimientos gobernados por las fuerzas viscosas. En líneas generales, el escurrimiento de un líquido, cambia sustancialmente con la velocidad del líquido y con su viscosidad. Existe una combinación de magnitudes que controla este comportamiento. Se llama N° de Reynolds y se trata de una cantidad sin dimensiones (es un número puro):

$$N^\circ \text{ de Reynolds} = \rho \cdot u \cdot d / \tau$$

En un famoso experimento realizado por Reynolds, es comprobable con aceptable aproximación que si este número es inferior a 2000, el escurrimiento es laminar; si el número de Reynolds es superior a 2000 pero inferior a 10.000, el líquido se "desordena" y aparecen remolinos (se dice que el comportamiento es turbulento); para números de Reynolds mayores que 10.000 el escurrimiento es "turbulento pleno". Cuando ocurre esto último, las fuerzas viscosas se debilitan mucho como para ordenar el escurrimiento ordenado de Poiseuille.

No obstante, en una zona cercana a la pared, donde el fluido realiza la transición

de velocidad 0 a la velocidad en la región central del tubo, existe una capa donde el escurrimiento es siempre laminar. Se llama "capa límite".

El espesor de la capa límite depende del N^o de Reynolds y se angosta cuando este crece.

El efecto de la turbulencia incide en un "achataamiento" del perfil de velocidades, en oposición al caso laminar, donde existe una forma "en punta" que es el vértice del paraboloide.

d) Fuerzas fundamentales en un líquido

Si consideramos un volumen " V " de líquido contenido en un recipiente, podemos distinguir dos tipos de fuerzas:

- I) fuerzas de superficie
 - II) fuerzas proporcionales a la masa
- I) Las paredes aplican fuerzas en cada trozo de área " dS " del líquido, en contacto con ellas, y son las responsables del confinamiento del mismo en la caja contenedora. Esta fuerza, se puede considerar distribuida con densidad superficial " f ", de manera que $(f \cdot dS)$ nos permite calcular la fuerza total aplicada en " dS ". Entonces: $dF = f \cdot dS$.
- Este concepto se puede generalizar, para regiones internas al líquido, si tomamos una superficie interior al mismo. Llamamos Σ a esta superficie, que separa al volumen en dos partes V_1 y V_2 . Tomamos ahora una zona diferencial " $d\Sigma$ " y llamamos f_{21} a la densidad de fuerza aplicada en esa zona por la región 2 sobre la región 1. La fuerza aplicada será entonces: $dF_{21} = f_{21} \cdot d\Sigma$. Se trata de una fuerza de una parte del líquido sobre otra parte del mismo líquido.
- En general, esta fuerza tendrá dos componentes:
- a) Una rasante a la superficie $d\Sigma$, que llamaremos tensión rasante. Esta acción la indicaremos así: $dF_{21t} = f_{21t} \cdot d\Sigma$;
 - b) Otra dirigida en la dirección normal a $d\Sigma$, dirigida de la zona 2 a la zona 1,

que llamaremos "presión" de la zona 2 sobre la 1. Esta acción la indicaremos así: $dF_{21n} = f_{21n} \cdot d\Sigma$

En los fluidos perfectos (no viscosos e incompresibles), las tensiones rasantes son nulas, dado que no pueden existir efectos rasantes tangenciales y además, en base a un importante Teorema debido a Cauchy, se puede demostrar que en cualquier punto, la relación $dF_{21n}/d\Sigma = f_{21n}$ no depende de la dirección elegida para " n ". Por este motivo, podemos escribir: $f_{21n} = p(x, y, z)$, donde " x, y, z " son las coordenadas del punto donde definimos la presión.

En los fluidos reales, en general, tendremos las dos componentes.

- II) Hay fuerzas que dependen de la masa de líquido considerada y son proporcionales en consecuencia a esta magnitud. Es el caso del peso del volumen " V ". Si llamamos " dV " al volumen de una porción: " ρdV " es la masa de ese trozo. El peso del líquido en el volumen " dV " será entonces: $dF = g \cdot \rho \cdot dV$, donde " g " indica el campo de aceleración de la pesantez. Tenemos así: $dF/dV = \rho \cdot g$.
- Se trata de una fuerza aplicada por un elemento **externo** al fluido.
- En la superficie del elemento de volumen " dV ", el resto del líquido aplica fuerzas, que por esa misma razón llamamos "fuerzas de superficie". La fuerza total es proporcional al área del volumen " dV ". Cuando tomamos " dV " cada vez menor, esta área tiende a cero, pero lo hace con menor rapidez que el volumen " dV ". En consecuencia, en las proximidades del punto P del líquido, serán preponderantes las fuerzas de superficie sobre las fuerzas de masa.

El movimiento del líquido está gobernado básicamente por estas fuerzas. Hay regiones donde las fuerzas de masa son preponderantes (zonas alejadas de la pared); hay regiones donde las fuerzas de superficie son preponderantes zona de la capa límite, donde son importantes los efectos de la viscosidad en la acción de la pared).

MÉTODOS FACTIBLES PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

(Extractado de Investigación y Ciencia, marzo de 2000)

Nota de Redacción: formas y métodos de cierta antigüedad cobran vigencia, otros son demolidos a la luz de nuevos hallazgos; y algunos, con retoques y modificaciones, son reformulados para abarcar y cumplir con exigencias cada vez mayores en cuanto a generar buenos resultados en la enseñanza de las ciencias. ¿Métodos nuevos? Tal vez y también. ¿Validez universal? ... Bueno, como siempre, cada docente «ve» cómo adapta, tal o cual más los propios, a sus alumnos y situaciones. El extracto que sigue es muy parcial y sólo intenta sugerir una lectura del artículo original para comparar similitudes y sugerencias.

Título original: SEIS ETAPAS HACIA LA COMPETENCIA CIENTÍFICO-MATEMÁTICA

1) Sustituir la memorización por la exploración y la inventiva. (Arthur L. White, de la Asociación Nacional para la investigación en Pedagogía de las ciencias)

"La enseñanza tradicional de las ciencias sigue tres pasos. Primero, los docentes utilizan libros de texto y explicaciones propias para presentar términos y conceptos nuevos. Después, resuelven problemas tipo en la pizarra y proponen nuevos ejercicios. Por último, entregan hojas de instrucciones para realizar experimentos controlados en el laboratorio, cuyo resultado el alumno suele conocer de antemano."

2) Centrarse en el currículo de secundaria superior. (William H. Schmidt, coordinado del Tercer Estudio Internacional de Matemáticas y Ciencias - TEIMC)

"Los resultados del TEIMC han confirmado una vieja crítica contra escuelas e institutos: sus temarios tienen un kilómetro de anchura y un dedo de profundidad". "Es también más probable que los maestros repitan una y otra vez la misma información de un grado al siguiente, sin profundizar."

3) Seleccionar los textos de matemáticas atendiendo a lo importante. (Gerald Klum, director del Proyecto 2061, de la Asociación Americana para el Fomento de la Ciencia)

"... Los textos, extensísimos, pecan de repetitivos; obsesionados por el vocabulario y los procedimientos computacionales, garantizan que serán muchos los niños que nunca adquirirán los conceptos matemáticos que precisen cuando alcancen la madurez."

4) Eliminar los niveles de rezagados. (Robert M. Hauser, professor de sociología, Universidad de Wisconsin-Madison)

"En los Estados Unidos, las escuelas tienden a distribuir a los niños en clases de avanzados, normales y rezagados, sobre todo, en Matemática y en ciencias." "A consecuencia de ello, más de una cuarta parte del alumnado se queda sin tratar con cierta seriedad la Física."

5) Evaluar el rendimiento, no la regurgitación. (J. Myron Atkin, presidente de la comisión de educación científica de la Academia Nacional de Ciencias, K-12)

"En las escuelas públicas, los cursos de ciencias insisten en la memorización. Conceden poca atención a la comprensión profunda de los principios o la forma de operar de las ciencias." "Es hecho bien probado que si los exámenes tienen consecuencias, los profesores enseñan en función de los exámenes."

6) Partir de las ideas preconcebidas de los alumnos. (Senta A. Raizen, directora, WestEd's National Center for Improving Science Education)

"Los estudiantes no entran en la clase de ciencias con ignorancia virginal, sino con ideas muy arraigadas acerca del mundo natural." "Los libros de texto de ciencias suelen afirmar que han tenido en cuenta las ideas preconcebidas de los alumnos. La verdad es que, si llegan a hacerlo, es de forma periférica. Existen potentes estrategias para afrontar las ideas preconcebidas."

EDUCACIÓN en FÍSICA

Revista de la Asociación de Profesores de Física del Uruguay
Volumen 6 Número 2
Septiembre, 2000

S u m a r i o

CON RELACIÓN A LA PRESENTE EDICIÓN	
CÓMO ENVIAR SUS TRABAJOS	pág. 2
¡ VIVA EL AZAR ... ! (Entropía: el artículo final)	
Gustavo Carbonell	pág. 3
CURIOSOS CASOS, COSAS CURIOSAS	pág. 6
SENSORES	
Pablo Garategui	pág. 7
FÍSICA DEL HUMOR	pág. 12
CAOS: LA CONTINUACIÓN	
Profesor Enrique Inzaurrealde	pág. 13
ESPACIO DE A.P.F.U.	pág. 18
ESTUDIO DE LA CONSERVACIÓN DE LA CANTIDAD DE MOVIMIENTO EN UN CHOQUE	
Elena García, Mario Denez, Ricardo Terán	pág. 21
LABORATORIO II	
Adriana Echarte, María Garcimartín	pág. 24
WEB	pág. 29
PREPARANDO SEÑALES DE SONIDO	
PARA ACTIVAR LA INTERFACE CASSY (Primera Parte)	
Edgar Gómez	pág. 33
FACTORES QUE INCIDEN SOBRE LAS INTERACCIONES INTERPERSONALES QUE TIENEN LUGAR EN ESCENARIOS EDUCATIVOS NO PRESENCIALES BASADOS EN INTER/INTRANET	
Wellington Mazzotti	pág. 39
LOCO POR LA FÍSICA	
Marianella Mazzera	pág. 60
INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA CUÁNTICA EN 3º B.D.	
Diego Díaz Grossi	pág. 61
IDEAS BÁSICAS SOBRE MEDIOS CONTINUOS	
Mario Guerra	pág. 63