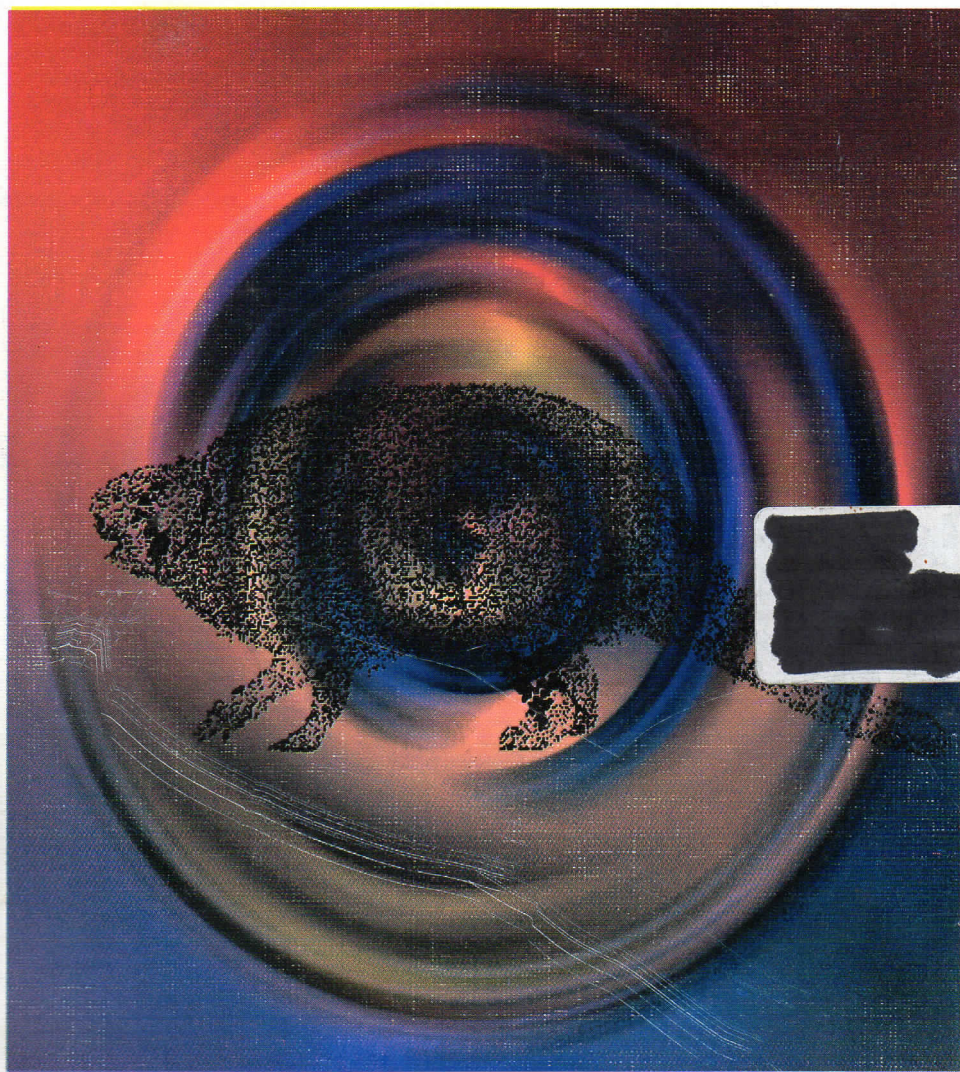


EDUCACION en FISICA

ISSN: 0797-9045

Revista de la Asociación de Profesores de Física del Uruguay



Volumen 3 Número 1

Junio 1997

VII Encuentro Nacional IV Encuentro Internacional



Encuentros de la Asociación de Profesores de Física del Uruguay

**Junio - 1997 - VII Encuentro Nacional
1998 - IV Encuentro Internacional**



**EDUCACION
EN FÍSICA**
Volumen 3 N° 1
Junio de 1997
Depósito Legal:
299222/96

Redactores Responsables

Julia Leymonié

Equipo de Redacción

María L. Garcimartín

Zoraida Viera

Wilma Baisón

Marianella Maxera

Amadeo Sosa

Mariana Castelnoble

Consultores de Redacción

Mario Guerra

Sara Viñas

Eduardo Fiore

Juan C. Yanplong

Margarita Luaces

Alicia Acland

Colaboran en este número

Patricia Linn

Caricaturas

Sergio Falchi

EDUCACIÓN EN FÍSICA

Es una revista de la Asociación de Profesores de Física del Uruguay que se distribuye gratuitamente entre sus socios. Precio: U\$ 5

Comisión Directiva de A.P.F.U

Zoraida Viera

Gustavo Gonzalez

Ana Piccinino

Marta Gamio

Javier Avila

Dirección de la Revista

18 de Julio 1953 Piso 7 Of.26

C.P. 11200 Montevideo

Telefax. 48 68 02



Portada
Pablo Erartes

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

Indice

Prensa	2
Editorial	3
Espacio APFU	4
Tema Central	5
Se encontraron huesos fósiles de gliptodontes, perezosos y otras especies	
Temas de Físicas	23
Termodinámica (Parte I)	
Resolución de Problemas	30
Enseñanza de la Física	31
Dificultades en el aprendizaje de Vectores	
Experiencia en el aula	39
El Globo, una forma de aprender Ciencia	
Notas	41
Carl Sagan: Cosmos y algo más	
Internet	44
Anecdótico	48
Recomendaciones bibliográficas	49
Informaciones	51
Humor	52

Secciones de la Revista

- **Tema central.** En cada publicación el equipo de redacción elegirá un tema de interés basándose en su importancia teórica, su conexión con el entorno, lo novedoso de su aporte y su posible aplicación en el aula. Se identificará este tema en la tapa de la Revista.
- **Artículos sobre física y otras ciencias relacionadas.** Todo lo relacionado con las nuevas tecnologías aplicadas a la educación, tanto en sus aspectos de reflexión teórica como en sus aplicaciones en el aula.
- **Experiencias didácticas.** Espacio ofrecido a los docentes para que expongan sus experiencias en el aula, con la finalidad de promover el intercambio y la discusión de las mismas.
- **Historia y epistemología de la ciencia.** Dado el interés actual por el papel de la historia y la epistemología de la ciencia en la enseñanza de las ciencias, se considera importante estimular la reflexión sobre estos temas.
- **Propuestas de prácticas y problemas.** Intercambio de protocolos de prácticas de laboratorio y problemas. Ellas pueden provenir de un profesor o grupos de profesores.
- **Recomendaciones bibliográficas.** Es un espacio abierto para que los propios lectores envíen sus recomendaciones sobre libros, revistas y otras publicaciones.
- **Cartas de los lectores.** La Revista es uno de los medios de comunicación de la Asociación, por lo tanto no podía faltar un espacio en el cual los lectores vieran sus críticas, sugerencias, comentarios y otros aportes que consideren interesantes.
- **Informaciones.** Reseña de encuentros, congresos, exposiciones y otros eventos de interés para los profesores de ciencias.
- **Espacio libre.** Dibujos, caricaturas, chistes, frases, etc.

Cómo enviar trabajos

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

4. Para simplificar el proceso de armado de la revista solicitamos que los trabajos sean escritos con un procesador de texto (PC compatible) de modo tal que si el trabajo es aceptado pueda ser requerido el diskette correspondiente. El nombre del archivo debe ser el apellido del autor seguido por la extensión .AUT, si se envían figuras escaneadas, la extensión debe de ser .PCX, y en la etiqueta del diskette debe figurar el nombre completo del autor, el nombre del archivo y el procesador de textos que fue utilizado.

5. Los trabajos deben ser enviados a

Julia Leymonie

(Revista Educación en Física)

E-mail: leymonie@st.com.uy

18 de Julio 1953 Ap.702 - 11200 Montevideo

Telefax: 48 68 02

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

Han pasado ya más de dos años desde que nos planteamos el objetivo de perfeccionar la publicación que A.P.F.U. comenzó a presentar a sus socios en el año 1993, continuando así con la tarea emprendida por el grupo de colegas (algunos de los cuales permanecen aún en el staff) que en aquel momento se preocupó por iniciar la comunicación.

La idea que nos animó fue la de desarrollar una publicación arbitrada, de carácter técnico, que sirviera para apoyar la tarea docente realizada por los profesores y profesoras de Física así como para difundir los materiales producidos por los mismos. Aún es mucho el camino que nos toca recorrer para alcanzar los ambiciosos objetivos que nos habíamos propuesto en el primer número del Volumen 2 de la Revista, en el año 1994.

La rediscusión de los mismos, en el momento en que abrimos un nuevo año, permite afirmar que aún siguen plenamente vigentes:

- proporcionar información teórica y práctica útil para la actividad en el aula y la autoformación de los docentes
- estimular a los colegas para que utilicen estas páginas con el fin de compartir e intercambiar sus experiencias
- fomentar la actitud investigadora sobre la práctica educativa

Entendemos que la publicación debe seguir creciendo; sin embargo realizando un balance de los logros obtenidos vemos que han sido muchos.

Uno de ellos, y no el menor, ha sido la posibilidad de consolidar un grupo de trabajo integrado por profesoras y profesores cuyas formaciones, intereses y puntos de vista diferentes permitieron desarrollar una tarea de gran riqueza conceptual y metodológica; donde no han faltado las discusiones acerca de los grandes temas propios de la condición del ser humano como sujeto social sometido a los vaivenes del devenir histórico.

El grupo que lleva adelante la publicación de la Revista pasó de ser la "directiva ampliada de la Asociación" a ser un grupo en sí mismo que funciona junto a la Directiva con especificidad de funciones.

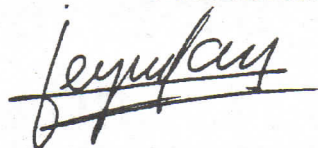
También nos sentimos muy satisfechos con la respuesta de los socios frente a nuestras demandas de trabajos para publicar, aunque deseamos que en el futuro se incrementen aún más tales colaboraciones: nuestra aspiración futura es poder contar con material suficiente para realizar 4 publicaciones en el año.

Cada publicación requiere un esfuerzo muy importante: lleva una preparación de dos a tres meses, dado que el trabajo no puede ser realizado más que en los "ratos libres", que para los profesores, no son muchos. Por lo tanto para este año nos planteamos la publicación de 3 números, lo cual es otro importante logro a tener en cuenta.

Recordamos a los socios que en cada número de la Revista se publican las pautas para enviar los trabajos. El cumplimiento de las mismas facilita el procesamiento en la imprenta y como consecuencia el abaratamiento de los costos.. Reiteramos nuestro deseo de recibir las colaboraciones que deseen hacer llegar, con suficiente tiempo como para que el Equipo de Redacción con el asesoramiento de los Consultores pueda evaluarlas y resolver sobre la conveniencia de su publicación.

En este número contamos con la colaboración del Dr. Fariña, paleontólogo uruguayo cuya especialidad, la Biomecánica, está muy vinculada con el campo de la Física. Nos pareció de mucho interés difundir su trabajo, tanto como contribución a la información de los profesores acerca de un campo de estudio netamente interdisciplinar, como por el interés que pueden tener para nuestras clases los ejemplos vinculados con el contexto real, en este caso del mundo biológico.

Cabe destacar también que incorporamos una sección dedicada a Internet así como una página de humor para las cuales esperamos recibir las colaboraciones de nuestros lectores.



Estimados socios:

La nueva Comisión Directiva de la A.P.F.U. asumió sus funciones el 8 de marzo de 1997.

Nuestra aspiración, es apoyar a los socios de todo el país, en el quehacer diario, en la actividad docente de todos los días, proveyéndoles información sobre: física teórica, adelantos en tecnología educativa, didáctica y las vinculaciones de nuestra ciencia básica con otras áreas del conocimiento.

Para poder cumplir con estas metas contamos, por ahora, con tres canales:

- i) la revista Educación en Física,
- ii) los Encuentros y
- iii) los Paneles, Conferencias y Mesas Redondas.

i) En cuanto a la Revista, que tiene un Consejo Redactor Responsable y funciona como tal desde la directiva pasada, camina casi sola, y la consideramos un eslabón importante para cumplir con nuestros objetivos. Seguimos insistiendo en la necesidad de que los profesores se acerquen a la misma mandando artículos que nos posibiliten el intercambio.

ii) En lo que tiene que ver con los Encuentros, ya realizamos uno en Paso de los Toros (Tacuarembó), de carácter Regional, donde se trabajó en forma de talleres rotativos. Desde el 23 al 26 de junio organizamos nuestro Encuentro Nacional en Termas de Guaviyú (Paysandú). En setiembre de 1998 se realizará el IV Encuentro Internacional de Educación en Física en lugar a determinar, para el que ya estamos trabajando. La definición del lugar se hará durante el Encuentro en Paysandú.

iii) Por estos medios canalizaremos las inquietudes de los asociados acerca de temas técnicos y coyunturales más puntuales.

Hay un punto débil, al cual nos queremos referir especialmente: LA DIFUSION. Es, quizás, al rubro que se le destina más recursos, pero por distintas circunstancias, muchas de ellas ajenas a la Directiva, no funciona de la mejor manera. Esperamos colaboración de parte de ustedes para que divulguen la información que les llega.

Asimismo, creemos que, en cuanto a política educativa y cómo esta influye en nuestro trabajo y en nuestros jóvenes, debemos tener criterio amplio y tolerante para comprender las opiniones y actitudes personales, no perdiendo nuestro espíritu crítico. De estas coincidencias y discrepancias procuraremos salir fortalecidos.

Los saludamos a todos, estando siempre a vuestra disposición:

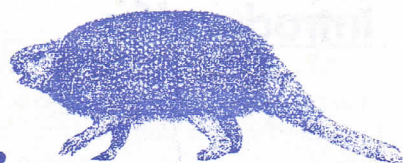
Zoraida Viera

Marta Gamio

Ana Piccininno

Gustavo González

Se encontraron huesos fósiles de gliptodontes, perezosos y otras especies



En enero de 1997 en la zona del arroyo Vizcaíno, cerca del Sauce, y a raíz de la fuerte sequía que ha afectado a nuestro país, quedaron expuestos cientos de huesos fósiles de gliptodontes, perezosos y otras especies. El hallazgo es de gran importancia: hace más de un siglo que no se encontraba en América Latina un yacimiento de estas proporciones.

El estudio de huesos fósiles de reptiles y mamíferos no sólo es objeto de estudio de paleontólogos y especialistas en anatomía: el tema ha interesado también desde hace ya mucho tiempo a físicos e ingenieros, (el propio Galileo desarrolló trabajos en esa área), definiéndose una disciplina científica con características propias denominada Biomecánica. Esta ciencia, que ha recibido un gran impulso durante los últimos 20 años, vincula muy estrechamente la Física y la Biología

Richard A. Fariña, paleontólogo uruguayo que trabaja en el área de la Paleobiología, usando como herramienta la Biomecánica, se ha ocupado del estudio del mencionado yacimiento fósil, realizando estudios de impacto internacional.

En el artículo que presentamos a continuación nos expone algunas de sus hipótesis. Los datos aportados por el Dr. Fariña, en relación con las especies fósiles que habitaron nuestro país hace miles de años, pueden ser utilizados hoy en nuestras clases de Física, tal como se plantea en la segunda nota de esta sección. En la tercera nota se aporta información actualizada sobre la Paleontología y recientes descubrimientos en el área.

Biología y Física: recreando la vida del pasado

por Richard A. Fariña

Richard A. Fariña tiene 39 años, es casado, tiene una hija, es uruguayo, paleontólogo, trabaja en el Departamento de Paleontología de la Facultad de Ciencias, ha publicado unos cuantos trabajos en temas de su especialidad y es primer autor de dos libros de divulgación científica sobre los temas de esta nota: *Dinosaurios*, con Alejandro Sequeira, y *Hace sólo diez mil años*, con Sergio Vizcaíno, los dos de la Editorial Fin de Siglo.

Introducción

Diez mil años atrás, es decir, hace un instante en términos geológicos, habitó toda Sudamérica, una fauna de mamíferos, de tal diversidad, rareza y tamaño, que dejaría envidiosos a los responsables de los parques africanos.

Elefantes, osos, tigres dientes de sable, llamas de una tonelada, carpinchos de 150 kg y extrañas criaturas emparentadas sólo lejanamente con animales modernos, como los perezosos terrestres bípedos de varios metros de altura; animales completamente acorazados, relacionados con las mulitas, pero del porte de un hipopótamo; caballos, milenios antes de que los conquistadores españoles los volvieran a introducir.

Cuesta poco asombrarse, cuando uno viaja por zonas poco pobladas, e imagina nuestras pampas y cuchillas repletas de esa fauna tan grandiosa, que sólo tiene rival en los promocionados dinosaurios. Incluso, cuentan con varias ventajas sobre ellos para su estudio; su proximidad en el tiempo nos permite inferir mejor su modo de vida, y, quizá, extraer su material cromosómico más factiblemente que en el sueño, hoy imposible, del Parque Jurásico. También su proximidad geográfica está a nuestro favor, pues si bien hay otras interesantes faunas extinguidas por ese mundo, la espectacularidad de la sudamericana nos es dada en exclusividad.

Al igual que los dinosaurios, la fauna de mamíferos fósiles del Pleistoceno de Suda-

mérica fascina por su gran tamaño. El término megafauna ha sido definido para comprender al conjunto de animales —en particular mamíferos— de la misma región, cuya masa excede la tonelada. Más corrientemente, la palabra designa a los mamíferos grandes, sin una definición tan estricta, incluyendo a los de masa medida en cientos de quilogramos.

La megafauna pleistocena de Sudamérica, pues, es impresionante cualquiera sea la definición que se use. Si consideramos los 122 géneros citados en la literatura científica, alrededor de 15 tienen más de una tonelada de masa, y los mayores de 100 kg llegan cerca de la cincuentena. Estas cifras son impresionantes. Ello se manifiesta cuando se las compara con la realidad actual de África, continente en el que varios países generan importantes ingresos por mostrar su megafauna en parques nacionales.

En África, la megafauna está compuesta por el elefante, dos rinocerontes y el hipopótamo, mamíferos mayores de una tonelada, y la jirafa está cerca de ese límite. Cinco especies, que no sobrepasan por mucho las veinte si se usa la definición más laxa de los cien quilogramos. Atención que, en el caso nuestro, las cantidades fueron dadas en géneros y las de África en especies, y, como es sabido, cada uno de aquéllos puede tener más de una de éstas.

Paleobiología

La Paleontología de los vertebrados en América del Sur cuenta con una ya centenaria tradición. En años recientes, cada vez más la consideración de los fenómenos paleontológicos gravita hacia la interpretación paleobiológica y no a la mera descripción anatómica y sistemática o a la recopilación de listas de fósiles. Puede mencionarse como ejemplo la fértil polémica que desde fines de los 70 se mantiene en torno a la regulación de la temperatura corporal de los dinosaurios, instigada

principalmente por el heterodoxo Bakker, un paleontólogo yanqui de sombrero tejano y pelo por la cintura que revolucionó el mundo de la Paleontología de los vertebrados.

Como disciplina, la Paleobiología cuenta con gran variedad de abordajes diferentes. Aquí será mencionado principalmente el que concierne al encuentro de dos mundos de la ciencia moderna: el que combina el diverso encanto de las ciencias de la vida con la elegancia de la Física.

Tras los pasos de la megafauna

Para estudiar cuestiones relacionadas con la estancia y locomoción, se requiere la fabricación de modelos a escala, cuyo volumen es averiguado por medio de un procedimiento en el que interviene el principio de Arquímedes. Para ello, se sumerge el modelo en agua, y se mide el volumen desplazado.

Una vez que se sabe la masa la masa de un animal extinguido, se puede averiguar qué efecto tenía sobre la locomoción. Las tensiones de flexión son aquellas a las cuales los huesos largos de las extremidades están sometidos con mayor frecuencia, y las que constituyen la mayor amenaza de fractura. La resistencia de estos huesos puede ser estudiada a través del indicador de capacidad atlética, que se construye apelando a las herramientas que ingenieros y arquitectos utilizan para sus estructuras. Sus unidades son la inversa de las de presión, lo que intuitivamente es fácil de entender si se piensa que esta variable es la fuerza que el hueso es capaz de aguantar por unidad de superficie. Altos valores implican mejor capacidad atlética, o sea que un animal terrestre con huesos finos, largos y que soportan mayor peso está más expuesto a fracturas que otro con las condiciones contrarias. En fósiles, este indicador es muy útil, pues puede inferirse la posibilidad de un organismo extinguido de realizar actividades extenuantes sin arriesgar fracturas. En la megafauna, puede verse que el toxodonte (Fig. 1), un gran

herbívoro parecido, pero no emparentado, al rinoceronte era perfectamente capaz de galopar, pues sus valores están entre los del búfalo y los del rinoceronte (ambos galopan).

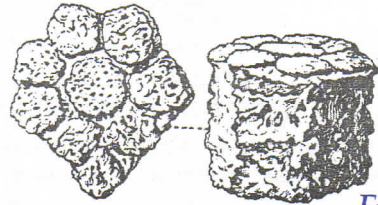


Fig. 2

Otro caso muy interesante es el de los gliptodontes. Estos son mamíferos acorazados, emparentados con los armadillos pero que alcanzaron en muchos casos portes de más de una tonelada. Las placas de su coraza son los fósiles más comunes de estas latitudes (fig. 2). Hay varios géneros pleistocenos, como *Glyptodon*, *Panochthus*, *Doedicurus*, *Sclerocalyptus*, (figs. 3 a 6). En esos grandes gliptodontes se observa una gran disparidad entre el indicador del fémur y el del húmero. De hecho, esa disparidad es tal que si todo el peso del cuerpo estuviese soportado por las patas de atrás, el fémur seguiría teniendo un mejor desempeño que el húmero en la postura cuadrúpeda normal. Como una cadena es tan débil como el más débil de sus eslabones, así también un organismo es tan vulnerable como su par de extremidades menos fuerte, por lo cual sería vano aumentar la fortaleza de un par, dejando al otro expuesto al accidente. Si uno se fractura el brazo, no es consuelo pensar que la pierna está completamente a salvo y puede resistir todavía mucho más.

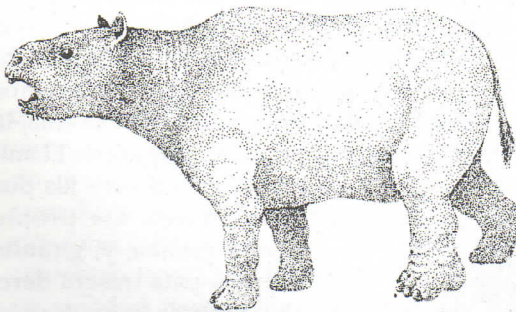


Fig. 1

Del mismo modo, un cuadrúpedo está más propenso a servir de almuerzo a un carnívoro, no importa cuál hueso se le quiebre. Puede afirmarse, entonces, que a los grandes gliptos pleistocenos no sólo les era posible, sino incluso conveniente, realizar actividades extenuantes en forma bípeda. Esta sorprendente conclusión necesita de otras evidencias

antes de que uno pueda imaginarse a estos nada gráciles desdentados emulando a Nureyev. por ejemplo, hay que ver si la musculatura y las articulaciones correspondientes están a la altura del desafío.

Para simplificar el cuento, admítase que esto es así, pero concentrémonos en las preguntas que surgen a continuación: ¿para qué diablos quiere un tanque acorazado de toneladas desarrollar una actividad tan exigente que ponga sus huesos en riesgo? ¿cuál sería esa actividad?, ¿finalmente, ¿por qué justamente de manera bípeda? ¿tratemos de reflexionar sobre los problemas que la realidad cotidiana le planteaba a nuestro buen amigo. Para empezar, resulta trivial demostrar que el gliptodonte era capaz de pararse en forma bípeda. Ciertamente, los machos debían hacerlo para poder copular con la hembra. El Pleistoceno duró demasiado como para pensar que los gliptodontes guardaron una estricta abstinencia sexual todo ese tiempo.

¿Sería acaso el amor esa actividad tan exigente? No parece ser el caso. Un gliptodonte, por ejemplo *Glyptodon clavipes*, con una masa de un par de toneladas, sostenía, en posición cuadrúpeda un 60 % de su peso en las extremidades posteriores. Esto pudo averiguarse hallando el centro de masa, y viendo a qué distancia quedaba su proyección en el piso de cada par de patas. Cuanto más cerca, más proporción porta, como puede verse en el caso límite de nosotros los humanos. Nuestra distancia desde esa proyección hasta el par posterior es indondamente 0, y, consecuentemente, soportamos todo el peso en ellas, mientras que hasta el punto de apoyo el suelo de los brazos es,

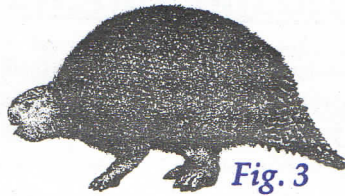


Fig. 3

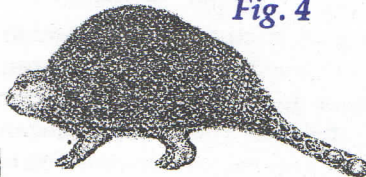


Fig. 4

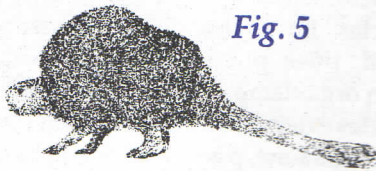


Fig. 5



Fig. 6

generalmente, infinito y el porcentaje que soportan es, por lo tanto, nulo.

Cuando el gliptodonte, en cuatro patas, levantaba la trasera izquierda para dar un paso, todo el 60 % se apoyaba en la trasera derecha.

Parado en dos patas, como en la cópula, cada una de las dos traseras soportaba sólo el 50 % del total. Por cierto, no es muy romántico comprobar que —al menos desde el punto de vista de los huesos de piernas y brazos— una simple caminata cuadrúpeda es más exigente que la actividad reproductora.

Descartado el sexo, tal vez el aerobismo sea respuesta, pero cuesta concebir algún motivo que inquietase lo suficiente a la gran bestia

acorazada como para que se viese en la necesidad de emprender la carrera, y aún en este caso no habría ninguna necesidad de que lo hiciese en dos patas.

El auxilio a esta interpretación proviene de lugar inesperado. En algunas corazas de

gliptodontes se puede observar fracturas con su respectivo callo de curación, por supuesto, producidas aún en vida del animal (fig. 7). Estas fracturas aparecen en varios géneros de gliptodontes, y su diámetro coincide

razonablemente bien con el tamaño del estuche caudal respectivo. Parece quedar poca alternativa a concluir que las luchas dentro de la especie fueron su causa. De aquí surge, tras estudiar los movimientos necesarios para dar un golpe por la cola, la explicación para nuestras preguntas. El animal enfrentaba a otro, cara a cara los dos contendores. De pronto uno se paraba, y, girando sobre la pata trasera derecha, contraía los poderosos músculos de la parte iz-

quierda.

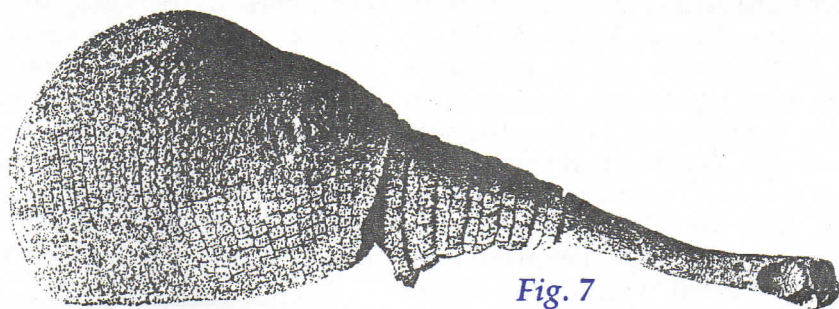


Fig. 7

quiera de la cola, tratando de alcanzar a su oponente con el terrible mazazo. Estos movimientos son muy similares a los que se llevan a cabo en el karate y otras artes marciales para proferir un golpe de patada circu-

lar. Naturalmente, Bruce Lee tenía que usar la pierna, pero si hubiese tenido la fuerte cola de los gliptodontes, ¿no creen que la hubiera usado?. Hasta que nuevos hallazgos digan otra cosa, por supuesto.

Dietas pleistocenas

Las hipótesis sobre todos los aspectos del modo de vida de un organismo fósil se apoyan sobre el conocimiento que se tiene de la biología de animales —o plantas— modernos. En particular, el estudio de la dieta en mamíferos fósiles, vedada la observación directa y escasa como es la fosilización de los contenidos estomacales y las heces, necesita de requisitos. Por ejemplo, puede citarse una detallada comparación de la morfología mandibular con grupos emparentados, a la búsqueda de analogías pertinentes y diferencias reveladoras, y una comparación de las diversas disposiciones del aparato masticador, incluyendo arreglo de los músculos, altura de la articulación mandibular, forma de la batería dentaria, del esmalte, etc.

Veamos que nos dicen algunas investigaciones acerca de la masticación en gliptodontes, ya que este grupo es, dentro de la megafauna, especialmente interesante, pues presenta varias particularidades. Comparados con el grupo más cercanamente emparentado, los armadillos, se arribó a una interesante conclusión sobre el largo del hocico. Los gliptodontes aparentan tener un cráneo corto (fig. 8), pero en realidad tienen una hilera dentaria tan larga —en relación a la longitud de la caja

craneana— como la de las mulitas. Su apariencia proviene no de un acortamiento, entonces, de la batería masticatoria, sino de su migración hacia una posición inferior al cráneo. Tal disposición es muy peculiar, y hace que el último diente esté a la altura de la articulación cráneo-mandibular, situación extrañísima en los mamíferos.

En efecto, una vez que se compara este arreglo y los otros detalles de su aparato masticatorio con lo que se observa en general en los mamíferos, se ve una serie de curiosidades. Si bien la articulación del cráneo con la mandíbula es la común de los

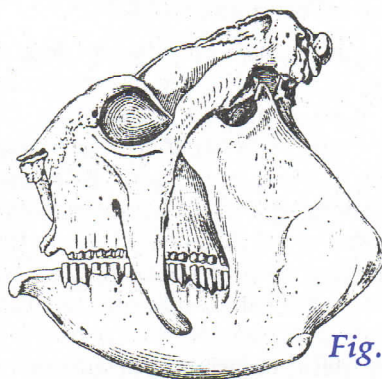


Fig. 8

herbívoros, que permite amplios movimientos, y la disposición de los tejidos duro y blando de los dientes son los apropiados para esta dieta, la geometría no es del todo coherente. Como se dijo, la hilera dentaria llega muy atrás, excediendo el tercio medio que predice la teoría y corrobora la observación. En compensación, la musculatura masetérica —los cachetes— tienen una línea de acción horizontal, y se insertan en una prolongación descendente, con forma de patilla, que tiene el arco cigomático —el pómulos. Esto plantea muchos problemas al pobre gliptodonte: poco espacio para la lengua entre los músculos masticadores internos, llamados pterigoideos, o inesperadas palancas que amenazan con producir peligrosas torsiones de la mandíbula.

Uno podría preguntarse, ¿a santo de qué el glipto se complicó con ese diseño, si podría tener un hocico adelante del cráneo, como Dios manda, y ninguna de esas com-

plicaciones? La respuesta, claro está, es porque la evolución es ciega, y mientras el bicho compense los problemas con ventajas, sobrevive. Y las ventajas aparecen cuando se tiene en cuenta la tendencia la aumento de tamaño dentro del grupo. Un aumento del doble en las dimensiones lineales, conlleva un aumento de cuatro veces (2^2) en las superficies y de ocho (2^3) en los volúmenes.

Los pesos dependen de los volúmenes, y la resistencia de los elementos de soporte, de la superficie. Esto está relacionado con el requerimiento de mantener el brazo de la fuerza peso de la cabeza en dimensiones moderadas, pues de otra manera la musculatura y tendones cervicales deberían crecer hasta dificultar la protección de dicha región dentro de la armadura. En balde el gliptodonte hubiera invertido su capital evolutivo en crecer y acorazarse, si hubiese dejado expuesto el flanco abierto a los golosos colmillos del tigre dientes de sable.

Mucho bicho grande...

Casi tan fácil como poniéndole un termómetro bajo la axila, la energética ha permitido inferir la temperatura interna de un perezoso norteamericano. El método fue molecular, y se basó en la extracción de la hidroxiprolina; la proporción de este aminoácido en el colágeno del hueso está relacionada con la temperatura corporal interna, y fue hallada para el megatérido *Nothrotheriops shastense*. Su temperatura interna fue así estimada en $34,7^{\circ}\text{C}$.

Otra interesante contribución de la energética es la relación entre el tamaño de un animal y su actividad metabólica. Puede afirmarse que ser pequeño es caro, pues es muy alto el gasto por gramo. Esta relación entre tamaño y metabolismo es conocida desde hace varias décadas y ha sido formalizada en una ecuación matemática para los mamíferos. No cabe duda que la situación imperante en el Pleistoceno Superior merece una consideración especial desde este punto de vista, pues resulta bastante peculiar el

alto número de formas de gran porte, hoy extintas, que deben agregarse a la fauna actual. Además de los recientes, hay muchos géneros de mamíferos extinguidos —uno de ellos carnívoro, *Smilodon*, otro omnívoro, *Arctodus*, y el resto clasificados como herbívoros— con masas entre 100 kg y una tonelada y unos quince de más de una tonelada. Para esto hay que tener en cuenta varios hallazgos recientes. En primer lugar la regla de equivalencia energética.

Así se conoce la conclusión a la que arribó un entonces joven estudiante de doctorado estadounidense, llamado John Damuth, en su tesis, después de haber consultado los datos correspondientes a los centenares de especies que le tocó por destino revisar. Lo que él descubrió fue que, en muchos ecosistemas, la densidad poblacional de un animal está en proporción inversa a su tamaño elevado a la potencia de 0,75. Una vez estimada la masa de manera confiable de la mayor parte de la megafauna pleistocena,

parece una buena idea estimar su densidad poblacional —es decir, el número de individuos por quilómetro cuadrado— aplicando la fórmula de Damuth.

Para ello, hay que tomar los fósiles provenientes de un lugar que brinde algunas características apropiadas en cuanto a la seguridad de que todos coexistieron, de que no hay ningún tráfuga que no vivía allí, sino que quedó enterrado por casualidad, entre otras precauciones. Esa condición parece estar bien cubierta por la fauna local de Luján. Una vez que se sabe la densidad poblacional, y asumiendo un rendimiento energético acorde a cada uno de los tamaños, como predice la teoría del metabolismo basal, se puede calcular cuanto pasto hacía falta para darle de comer a todo ese bicherío. Sumando los requerimientos de las especies consideradas —los mamíferos mayores de 10 kg— se deduce que ellas solas deberían haber consumido un 30% de la productividad primaria del ecosistema. Por lo tanto, es difícil de explicar como las especies menores de mamíferos pueden haber subsistido, sin contar reptiles, aves, insectos y otros consumidores. La idea de las Naciones Unidas soltando alimento por paracaídas viene en seguida a la mente, pero no hay evidencias de marcianos usando América del Sur como potrero para la cría de gliptodontes de exportación interplanetaria.

Además del exceso de herbívoros, llama la atención la escasez de carnívoros. Hoy, en África, hay sólo cuatro o cinco especies de más de una tonelada, y varios grandes predadores, como hienas, guepardos, leopardos y leones. En la América del Sur del Pleistoceno Superior, además de los predadores que todavía viven, que probablemente se entretendrían con las mismas presas de hoy en día, hay apenas dos grandes carnívoros: el dientes de sable, y un oso, este último ciertamente un omnívoro. Está claro que la comparación debe ser más cuidadosa que esto, porque se sabe que a un gran herbívoro le basta el bulto para escapar a la predación. Sin embargo, debe admitirse la necesidad al menos de carroñeros de gran

porte. En efecto, en nuestra manera de entender las relaciones ecológicas, llama la atención que haya una oferta, y no quien la aproveche. Si hay mucha carroña disponible, debe haber quien la coma. Si no, imagínense la fetidez de nuestros campos en ese tiempo.

Podría decirse que grandes manadas de pequeños carnívoros, tal vez cánidos, tal vez incluso bandadas de aves, podrían haber cumplido esa función, pero hay fuertes argumentos en contra. Para cortar un tendón grueso, uno tiene que tener la boca suficientemente grande y los músculos masticadores suficientemente fuertes. En África, los chacales esperan a que el león quede saciado, y recién entonces aprovechan el cadáver de la cebra, ya parcialmente desmenuzado. Aquel nicho ecológico, parece estar definido, pero vacío.

Ambos aspectos del problema podrían ser explicados si uno se basa en la lógica del misterio del Cuarto Amarillo. La investigación científica se parece a veces a la de las novelas policiales, y la de Gaston Leroux brinda un interesante enfoque.

Como se sabe, en esa novela hay un cuarto cerrado en el que algunos de sus ocupantes son asesinados. Una sola conclusión es posible: el asesino está adentro. Similar puede haber sido la situación pleistocena: bajo la inocente apariencia de tranquilos herbívoros, puede haber carnívoros, quizá carroñeros, disfrazados.

Por cierto, como siempre en estos casos, permanece un serio problema: saber quién es el asesino. Revisando la lista de especies, se ve que varios de los integrantes de la megafauna pueden fácilmente ser descartados, pues muestran magníficas coartadas. Ni elefantes, ni gliptodontes, ni el calmo *Toxodon*, ni las llamas o los carpinchos muestran muchas evidencias de morfología apropiada para esta función. Realmente, el único grupo que podría haber sido capaz de un comportamiento de este tipo es el de los grandes perezosos.

Esto se apoya en una serie de razones. En primer lugar, se conoce la carnivoría oportunista que muestran algunos desdentados

modernos, como los tatús peludos, por ejemplo, cuya fama de profanadores de tumbas es bien conocida de nuestros paisanos. Como estos sus parientes modernos, los grandes perezosos extinguidos poseen una dentición bastante generalizada, ciertamente no comparable a la del tiranosaurio o el tigre, pero tampoco la de un especialista en pastos duros. Además, no todo lo relacionado con el alimento empieza y termina en la dentición. De hecho, muchos rioplatenses somos grandes carnívoros y nuestros dientes no se diferencian grandemente de los de otros pueblos. La clave de esto está en que podemos consumir presas mucho mayores que nosotros porque somos bípedos, y entonces tenemos las manos libres para ocuparnos de estos menesteres.

Además, por supuesto, usamos instrumentos. De manera similar, los perezosos han sido bien estudiados en su capacidad bípeda, tanto desde el punto de vista de sus potencialidades biomecánicas como en la factualidad de sus huellas. El equivalente de nuestros instrumentos está en sus grandes garras, aptas para destripar lo que sea, y la posibilidad, no desmentida por su anatomía, de ejercer los movimientos para usarlas de esta manera. El estudio de sus encéfalos, por otra parte, revela que, en país de ciegos eran reyes tuertos. En un medio no tan exigente, su cociente de encefalización era bastante alto para un desdentado de su tamaño. Esta condición es, por supuesto, más propia de un carnívoro, que tiene que seleccionar mejor lo que va a comer, que de un herbívoro,

al que le basta llegar hasta el piso o la rama, y que les permitiría coordinar la acción de sus garras con bastante precisión. Súmese a esto la presencia de una palanca muy corta para la acción del músculo extensor del antebrazo, lo que debe de haber dado velocidad a ese movimiento más bien que fuerza. La velocidad es apropiada para cazar y la fuerza (que se podría inferir si la palanca fuese larga), para arrancar ramas.

Entonces, los dientes no del todo apropiados para esta dieta podrían no haber intervenido demasiado en el tratamiento oral del músculo y las vísceras arrancadas a través de poderosos movimientos de los miembros anteriores, mientras estaban parados sobre las extremidades posteriores. De demostrarse esto, el megaterio, nuestro megaterio (fig. 9), sería el mamífero terrestre comedor de carne más grande de todos los tiempos, y, después de *Tyrannosaurus* y algunos de sus parientes, también el mayor de los vertebrados terrestres, pues no debemos olvidar que las ballenas, devoradoras de zooplancton, son, por ello, carnívoras.

Se puede argüir en contra de esta hipótesis de varias maneras. El hallazgo de polen en las heces del *Mylodon* momificado de Última Esperanza parece contradecir esta propuesta, y la dificultad de mantener estos cuerpecitos sólo a base de carne es bastante difícil. Pero seguramente nuestros amigos sólo lo hacían cuando ésta estaba disponible, y no era su plato principal. Ensalada, y cuando había, carne. No otra cosa hacen los osos hoy en día, y si bien no hay ninguno tan grande como un megaterio, nada impide que pueda haberlo habido.

Una cosa está clara, y esto se repite en cualquier campo de la investigación científica: hace falta estudiar más, proponer más teorías, recabar más hechos, inventar otras explicaciones. Esa es, naturalmente, la esencia del juego sin fin de la ciencia. Si nuestros grandes bichos pleistocenos nos dan ese estímulo a nuestra curiosidad, quizá, a pesar de haberse extinguido, continúen en cierto modo tan vivos como hace sólo algunos cientos de siglos.

¿No les parece?

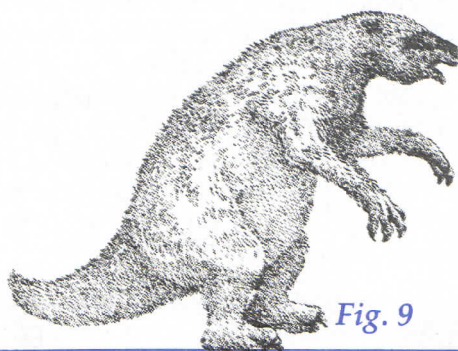
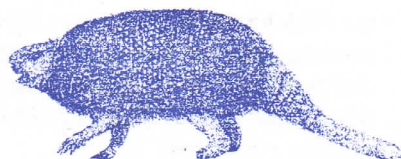


Fig. 9

La paleontología en las clases de Física¹



Julia Leymonié Sáenz

Licenciada en Ciencias Biológicas, Master en Educación, Profesora de Física

Introducción

El valor educativo de la enseñanza de las ciencias ha contado, tanto en el contexto nacional como en el internacional, con un importante reconocimiento e impulso ya desde principios de siglo. A pesar de lo cual su incorporación en los currícula para la formación básica ha enfrentado considerables dificultades que se reflejan en actitudes negativas de los estudiantes hacia el aprendizaje de las ciencias y en particular de la física.

Estas dificultades han venido generando distintas propuestas innovadoras para enseñar las asignaturas científicas, sobretudo a partir de los años 60, cada una con sus aciertos y con sus limitaciones.

Actualmente uno de los enfoques para la enseñanza de las ciencias plantea como objetivo básico *identificar, plantear y resolver situaciones problemáticas* partiendo de elementos que tengan significado, interés y pertinencia para los alumnos. La resolución de problemas permite la utilización de estrategias progresivamente más sistemáticas y rigurosas de búsqueda, almacenamiento y tratamiento de la información, así como de formulación de conjeturas, puesta a prueba de las mismas y exploración de soluciones alternativas.

La solución de problemas es una actividad tradicional en las clases de física, asociada con la aplicación de conceptos científicos

y cálculos operativos a determinadas cuestiones cuantitativas. Sin embargo el planteo clásico parece no ser suficiente para asegurar el aprendizaje y la transferencia del conocimiento, dado los resultados, por todos conocidos, que los estudiantes obtienen en esta disciplina.

Las actividades que se presentan en este artículo no son estrategias para *enseñar* conceptos físicos sino que constituyen situaciones problemáticas que apuntan al desarrollo de contenidos procedimentales mas que al tratamiento de contenidos conceptuales.

En todas se parte del planteo de una pregunta y se orienta al estudiante en la búsqueda de la forma de responderla. Posteriormente se le solicita una actividad similar con un mayor grado de autonomía. Estas actividades son sugerencias que pueden ser utilizadas como "disparadores", posibilitando la motivación y estimulando la necesidad de estudiar ciertos contenidos de la Física, los cuales serán enseñados posteriormente; o bien pueden ser actividades de ayuda para aplicar y transferir los conocimientos después de haber sido discutidos en clase y estudiados en los textos.

Están referidas a técnicas que son usadas por los paleontólogos para estudiar, a partir de restos fósiles como huesos y huellas, los grandes mamíferos y reptiles extinguidos hace ya muchos años. Los datos que se presentan aquí corresponden a un famoso integrante de la megafauna sudamericana del Pleistoceno. Se trata del megaterio (Orden Edentata; Géne-

¹ Fue posible preparar estas actividades gracias a la colaboración de mi colega Richard Fariña, paleobiólogo autor del artículo central de esta misma revista, quien me aportó no sólo datos, bibliografía y dibujos sino explicaciones, consejos y mucha sabiduría.

ro: *Megatherium*), mamífero bípedo de gran tamaño, que porta en sus extremidades grandes pezuñas. En la Figura 1 se presenta un dibujo que reconstruye el posible aspecto de nuestro personaje.

La barra mide 50 cm. Estas actividades están pensadas para pequeños grupos de estudiantes, incluso pueden ser planteadas como tareas individuales.

La discusión en clase y la puesta en común de los resultados obtenidos pueden ser de gran valor para aumentar la exactitud de los mismos y para discutir las posibles fuentes de error en las medidas directas e indirectas.



Fig. 1

¿Será posible estimar la masa del megaterio?

Conocer su masa nos permite imaginar muchos aspectos de la vida de estos animales ya extinguidos, tales como sus hábitos alimenticios, su metabolismo, cuán rápido podían moverse, si eran terrestres o acuáticos, etc.

Los científicos han encontrado varias maneras para estimar su masa. Es posible usar un método que consiste en sumergir en agua un modelo a escala del animal y hallar el peso del volumen de líquido desalojado. Estos modelos de materiales sintéticos son contruidos muy cuidadosamente por los paleontólogos a partir de los datos obtenidos de los restos fósiles. Estos modelos no se consiguen fácilmente por lo que este no es un método conveniente para nosotros.

Sin embargo podemos estimar la masa del megaterio a partir de un método basado en relaciones alométricas. Es posible comparar los esqueletos de los animales extintos con los de animales vivientes, a partir de lo cual se puede calcular lo que un cierto tamaño de esqueleto puede soportar de masa. Midiendo tamaños de esqueletos y masas de animales modernos los paleontólogos han encontrado una relación matemática entre la masa y el tamaño del esqueleto de los miembros. Esta relación es diferente según el animal sea bípedo o cuadrúpedo:

BIPEDO

$$\text{masa (kg)} = 1,6 \times 10^{-4} (\text{circunferencia del fémur en mm})^{2,73} \quad \text{Ec. N° 1}$$

CUADRÚPEDO

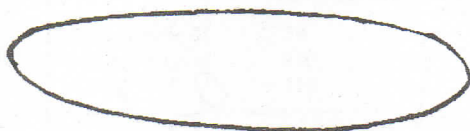
$$\text{masa (kg)} = 8,4 \times 10^{-5} (\text{circunferencia total en mm})^{2,73} \quad \text{Ec. N° 2}$$

Antes de estimar la masa del megaterio intente estimar la masa de un ser humano a partir de un fémur que puede conseguir en el laboratorio de Biología. Ud. puede medir directamente la circunferencia con una cinta métrica o con un hilo. Debe tomar la medida en la parte más fina del hueso. (Si no dispone de huesos estime el diámetro del fémur y luego calcule la circunferencia considerando la sección del fémur como circular). Una vez que tenga la medida de la circunferencia puede hacer uso del botón y^x de su calculadora y realizar el cálculo de la masa de la persona a quien perteneció el fémur.

La sección del fémur del megaterio no es circular sino ovalada. En la Figura 2 se muestra un dibujo a escala: la barra mide 10 cm. Puede medir o calcular el perímetro de la elipse y luego la masa del megaterio usando



Fig. 2



la Ec. 1. El dato que obtendrá será sólo una aproximación. Valore su resultado comparando con los datos de los animales vivientes que se muestran en la Tabla 1:

Tabla 1

Taxon	masa (Kg) $\times 10^3$
<i>Struthio</i> (avestruz)	0,04
<i>Loxodonta</i> (elefante)	2,5
<i>Ceratotherium</i> (rinoceronte blanco)	0,75
<i>Homo</i> (hombre)	0,07

Comentario para el docente:

Esta actividad permite al alumno ejercitar y desarrollar capacidades de distinto nivel, tanto cognitivas como motrices, necesarias para responder la pregunta planteada:

- *estimar y medir*
- *expresar las medidas en notación científica*
- *trabajar con escalas*
- *aplicar fórmulas matemáticas*
- *usar la calculadora*
- *interpretar tablas de datos*
- *comparar medidas*

¿Corre el megaterio peligro, dada su masa, de hundirse en el lodo?

Estamos en condiciones de decidir si Ud. y el megaterio corren peligro de hundirse demasiado en el lodo, estableciendo la relación entre la masa y la superficie de apoyo en el suelo. Haga una marca alrededor de su pie (con o sin zapatos) sobre un papel. Use simples cálculos geométricos y un poco de imaginación para calcular el área de su pie en metros cuadrados.

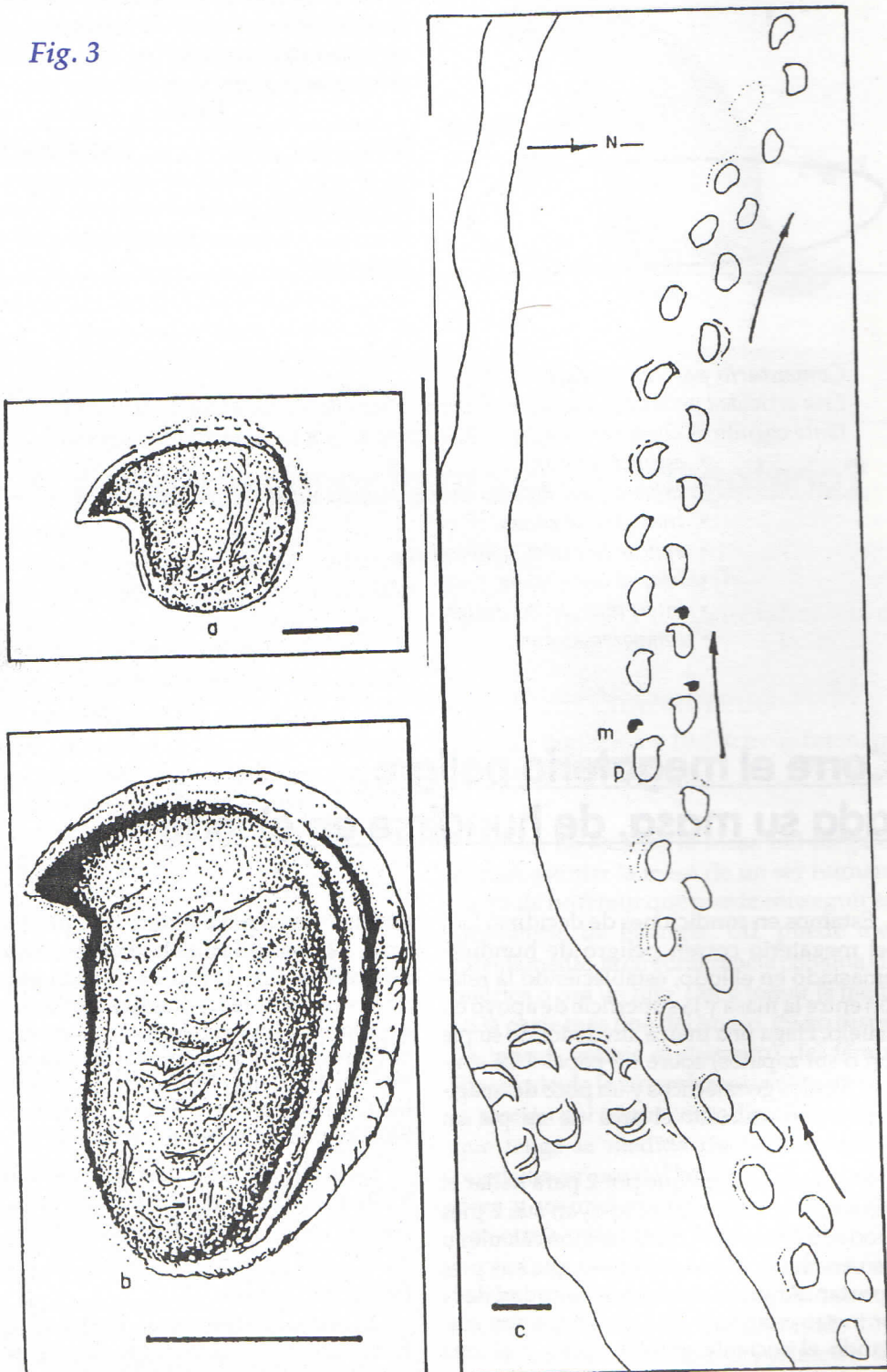
Entonces multiplique por 2 para hallar el área total sobre la cual se apoyan sus 2 pies (y todo su cuerpo). A continuación calcule su peso en Newton: ese es el peso que sus pies soportan. Ahora determine la cantidad de N por metro cuadrado que ellos soportan realizando el cociente entre su peso y el área total de sus 2 pies. Recuerde que también es posible expresar esta cantidad en Pascal,

siendo 1 Pa equivalente a 1N/m^2 . Ahora realice el mismo cálculo para el megaterio. Es posible calcular el área de cada pie usando las marcas de las huellas fósiles (icnitas) dejadas por un megaterio que veraneaba en el Balneario de Pehuén -Có (el mayor yacimiento de huellas fósiles de mamíferos en el mundo), en la provincia de Buenos Aires hace aproximadamente 10 mil años.

En la Figura 3 se muestran 3 esquemas: a) icnita de la mano derecha (la barra mide 10 cm); b) icnita del pie derecho (la barra mide 45 cm) y c) conjunto de icnitas, m: mano, p: pie (la barra mide 1 m).

El cálculo del área no es fácil dado que las huellas no son exactamente circulares o con una forma definida. Intente su cálculo usando la escala y su imaginación. Posteriormente

Fig. 3



te determine el peso por unidad de área tal como lo hizo para Ud. mismo. Compare los datos que obtuvo con los de la Tabla 2.

Tabla 2

Taxon	Presión sobre el suelo
	($\times 10^3$ en N/m^2 o Pa).
<i>Loxodonta</i> (elefante)	70
<i>Bos</i> (ganado doméstico)	150
<i>Giraffa</i> (jirafa)	110

Generalmente los animales que tienen una mayor relación peso/área tienen mayores posibilidades de quedar atascados en el barro: recuerde las vacas que intentan cruzar un bañado.

¿Qué le dicen los resultados obtenidos acerca de las posibilidades del megaterio (y de Ud. mismo) respecto a hundirse en el lodo?

Comentario para el docente:

Es necesario que los estudiantes pongan en juego un importante componente de imaginación y creatividad para desarrollar esta actividad y tomar decisiones sobre la respuesta, evaluando las fuentes de error de la técnica empleada y tratando de disminuirlos. También tienen la oportunidad de aplicar conocimientos de conceptos físicos (masa, peso, presión) y geométricos (área), realizar cálculos trabajando con fórmulas, unidades y escalas.

¿Cuán rápido se movían los megaterios?

Antes de realizar este ejercicio observe las huellas del fósil que aparecen en la Figura 3 c y trate de adivinar si los megaterios se movían rápido o lento y si caminaban o corrían.

La clave para averiguar su velocidad es la distancia entre las marcas de sus pisadas. De la misma manera que se puede averiguar, a través de las huellas de una persona, si ésta iba corriendo (huellas separadas entre sí) o caminando (huellas cercanas entre sí)² es posible, a través del estudio de las marcas de las pisadas del megaterio, realizar una estimación de su velocidad.

Sin embargo el tamaño del animal establece una diferencia: piense que si una persona de piernas cortas deja marcas muy separadas probablemente se esté moviendo más rápidamente que una persona de piernas largas que dejara las mismas pisadas. Discuta con sus compañeros esta afirmación; tal vez sea interesante comprobarla con personas de diferentes tamaños físicos.

En consecuencia, con el fin de estimar su velocidad, debemos saber algo más acerca de la longitud de los miembros del megaterio que dejó las marcas.

Afortunadamente podemos usar la reconstrucción del mismo para realizar esta estimación. Vuelva a la Figura 1 y observe la relación entre la altura y el largo de los miembros inferiores.

Para vincular la talla de un animal con la distancia entre sus pisadas los paleontólogos manejan una relación matemática que es válida no sólo para los megaterios y otros taxones fósiles sino también para los animales vivientes:

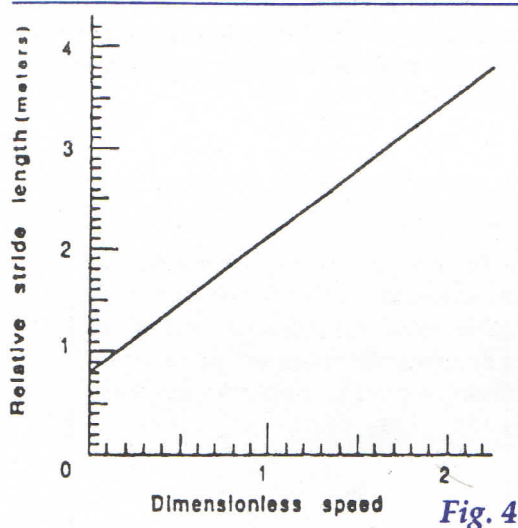
$$\text{velocidad} = (\text{velocidad adimensional}) \times \sqrt{L \times 10 \text{ N/Kg.}}$$

Ec. N° 3

El valor de velocidad adimensional es la velocidad de un animal en relación con su tamaño tomando en cuenta el peso, L es el largo de la pierna y 10 N/Kg es el valor de aceleración de la gravedad.

² Utilice el mismo razonamiento que el usado para analizar la cinta marcada por un timer

La gráfica de la Figura 4³ muestra la relación lineal, en escala logarítmica, entre la longitud relativa de la zancada y los valores de velocidad adimensional calculados para animales modernos.



La longitud relativa de la zancada se calcula fácilmente como el cociente entre la distancia que hay entre las pisadas del animal (zancada) y la longitud de sus miembros:

$$\text{longitud relativa de la zancada} = \frac{\text{largo de la zancada}}{\text{largo de la pierna}}$$

Ec. N° 4

El largo de la zancada es la distancia desde un punto de la huella de un pie hasta el mismo punto de la siguiente huella del mismo pie. Realice los cálculos correspondientes para determinar su propia velocidad o la de un compañero, a partir de un conjunto de huellas que puede dejar en la arena o dibujar en un papel.

Invente un procedimiento para medir su zancada. Luego mida el largo de su pierna tomando la distancia desde la articulación entre el fémur y la pelvis hasta el

suelo. Teniendo el largo de la zancada y el largo de la pierna, se puede calcular la longitud relativa de la zancada con la fórmula correspondiente y a su vez, con la gráfica de la Figura 4 determinar la velocidad adimensional.

Ahora ya dispone de todos los datos para calcular su velocidad cuando dejó las huellas (Ec. N° 3).

Utilice el mismo procedimiento para calcular la velocidad con que se movía el megaterio cuando paseaba por la playa de Pehuén - Cú.

A partir del dibujo de las huellas fósiles determine la zancada y en la Figura 1 mida aproximadamente el largo de la pierna. Tenga en cuenta que la zona de la rodilla es un poco encorvada, quiere decir que la medida tomada será ligeramente menor que la real.

Para valorar el dato hallado compárelo con el que encontró para su propia velocidad y recuerde que los buenos atletas alcanzan velocidades de 10 m/s.

Decida si el megaterio corría o caminaba cuando dejó las huellas estudiadas. Si Ud. aún no se encuentra seguro acerca de su respuesta, puede recurrir nuevamente a la gráfica. Para la mayoría de los animales, y asumimos que también para los megaterios, los paleontólogos han establecido el valor 0,7 como el límite entre caminar y correr. Si la velocidad adimensional que

Ud. calculó es menor que 0,7 probablemente su megaterio caminaba cuando dejó las marcas estudiadas.

Hay muchas fuentes de error en éstos métodos, sin embargo después de trabajar con muchas especies y comparar con animales modernos, los científicos se inclinan por afirmar que estos procedimientos son bastante confiables. Realice una lista con todas las fuentes de error que crea conveniente.

Comparando los datos determinados por Ud. con los hallados por sus compañeros intente una explicación que dé sentido al uso de estas técnicas y a la confianza que los paleontólogos depositan en ellas.

³ Esta gráfica fue tomada de la obra de R. McNeill Alexander *Dynamics of Dinosaurs and other extinct giants*, Columbia University Press, N.Y., 1989.

Comentario para el docente:

También esta actividad proporciona oportunidad para que los alumnos desplieguen su imaginación, apliquen conocimientos ya aprendidos y tomen ciertas decisiones en forma autónoma. Por ejemplo deben imaginar algún procedimiento para medir su zancada, deben analizar y discutir posibles fuentes de error, así como valorar la confiabilidad de los procedimientos usados. Pueden apreciar así la relatividad de los datos que provienen de la observación científica.

También es probable que algunos alumnos se sientan motivados por averiguar cómo los paleontólogos o los ingenieros llegaron a determinar algunas de las relaciones matemáticas usadas, profundizando en su estudio.

¿Cuán atléticos eran los megaterios?

¿Cuán atlético era este animal en comparación con el hombre o incluso con los modernos elefantes?

¿Podrían ellos correr rápido y saltar mientras lo hacían o se movían lenta y pesadamente? Puede parecer imposible contestar estas preguntas sin embargo los científicos han desarrollado algunos caminos para aventurar las posibles respuestas.

Cuando los animales corren y saltan los huesos largos de las extremidades están sometidos a fuertes tensiones, sobretudo de flexión. Por lo tanto su capacidad atlética está determinada por la resistencia de sus esqueletos. Los esqueletos fósiles proporcionan claves muy útiles para averiguar las posibilidades de un animal ya extinguido para realizar actividades extenuantes sin que sus huesos se quiebren.

Es posible calcular un indicador que permite estimar la resistencia que tiene un hueso largo de un animal terrestre:

$$Z / WX \quad \text{Ec. N}^\circ 5$$

Z es una cantidad llamada "módulo de sección" que es usada en ingeniería y cuyo cálculo está basado en el tamaño y la forma

⁴ Si quiere realizar este cálculo con mayor precisión, averigüe como se calcula Z para una sección ovalada.

de la sección del hueso, W es el peso del animal y X es la semilongitud del hueso considerado.

Calcular Z para una sección elipsoide es posible pero difícil, por lo tanto nosotros pensaremos que la sección del hueso es circular y por lo tanto tomaremos Z igual a un módulo de sección standard cuyo valor es $0,78 r^3$.⁽⁴⁾ De esa manera calcule Z y exprese en m^3 (puede ser un número pequeño). W es el peso del megaterio.

El cálculo del peso fue realizado sobre la base de las dimensiones del fémur: usar las dimensiones del mismo hueso también para los cálculos de las tensiones significa tener una doble influencia de dichas estimaciones en nuestros resultados. Por lo tanto vamos a usar aquí el valor encontrado en la bibliografía para la masa, determinado por otro método.

Este valor es $4,1 \times 10^3$ Kg. Con este valor calcule el peso del megaterio. Mida la distancia X como la semilongitud del hueso. Exprese todos sus resultados en unidades del S.I. Ahora Ud. está en condiciones de juzgar la capacidad atlética de nuestro megaterio determinando la relación Z/WX. También dispone de la posibilidad de determinar el indicador para su propio fémur (u otro hueso largo) y conocer así su propia capacidad atlética en relación al hueso elegido.

Las unidades pueden ser expresadas en m^2/GN ($\text{GigaN} = 10^9 \text{ N}$). Como se puede apreciar esta unidad es la inversa de presión, lo cual se corresponde con el concepto que habíamos expresado acerca del indicador de resistencia. Compare los resultados obtenidos con los de animales modernos:

Tabla 3

Taxon	Z/WX (m^2/GN)
<i>Loxodonta</i> (elefante)	7
<i>Struthio</i> (avestruz)	44
<i>Ceratotherium</i> (rinoceronte)	26

Cuanto mayor es el valor de la relación Z/WX más fuerzas, tensiones y estiramiento puede soportar el hueso, por lo tanto más atlético es el animal. El elefante se mueve lenta y pesadamente, no galopa, en cambio el rinoceronte sí lo hace y el avestruz corre velozmente.

¿Era nuestro megaterio más atlético que un elefante? Y que un hombre? Después de realizar estas actividades y discutir los resultados con sus compañeros probablemente Ud. estará en excelentes condiciones para analizar críticamente la próxima película de Steven Spielberg ... !!

Comentario para el docente:

Esta actividad introduce el estudio de aspectos que tienen que ver con el comportamiento de los materiales, en este caso el hueso. Permite reconocer que el esqueleto también es un "cuerpo" que interactúa con otros a través de fuerzas que se aplican en ciertos puntos, produciendo determinados efectos. Por otra parte también en esta actividad los alumnos usarán calculadoras, aplicarán conocimientos aprendidos en los cursos de Física o en su vida cotidiana, medirán y estimarán, usarán escalas y unidades e interpretarán tablas de datos. Pero por sobre todo tendrán oportunidad de seleccionar criterios, tomar decisiones, justificar procedimientos, interpretar y evaluar hechos, etc., todas las cuales son operaciones mentales que contribuyen a promover el desarrollo de un modo de pensar más cercano al científico.

Datos tomados de la bibliografía:

La masa estimada del megaterio es de 4 a 5 toneladas. El área de apoyo es del orden de $0,7 \text{ m}^2$ y la relación Peso/área es del orden de los 70 kPa . La longitud de la pierna es $1,26 \text{ m}$ y el largo del fémur $0,62 \text{ m}$. La sección del fémur, ovalada, tiene un diámetro antero-posterior de 7 cm y un diámetro transversal de 28 cm . El perímetro del fémur es 590 mm . La relación Z/WX es aproximadamente $12 \text{ m}^2/\text{GN}$. La velocidad a la cual se desplazaban es del orden de los 2 m/s .

Bibliografía

- Evans, R.H. (1990) "The Physics of dinosaurs", *The Physics Teacher*, Vol. 28, N° 6, pp 364-371.
- Fariña, R. A. (1995) "Limb bone strength and habits in large glyptodonts", *Lethaia*, Vol.28, pp 189-196.
- Fariña, R. A. & Vizcaíno, S. (1995) Hace sólo diez mil años. Donde se trata de cómo era la gran fauna que habitó América del Sur antes de los indios, Fin de Siglo, Montevideo.
- Fariña, R.A. & Blanco, R.E. (1996) "Megatherium, the stabber", *Proc. Royal Society London*, Vol.263, pp 1725-1729.

Tendencias en Paleontología

Notas extractadas de la revista "Investigación y Ciencia",
Edición española de "Scientific American"



El hombre moderno del Oriente Medio

Entre 40.000 y 45.000 años ha, en el occidente de Eurasia, la cultura material cambió más de lo que había cambiado hasta entonces a lo largo de millones de años. Tan notable florecimiento de la creatividad técnica y artística significa la aparición de la primera cultura que los observadores suelen reconocer como distintivamente humana, por caracterizarla una inventiva y una variedad incesantes. En aquel breve período de alrededor de 5.000 años, lo útiles líticos, cuya forma había permaneciendo siglos inalterada, empezaron de pronto a diferenciarse de una centuria a otra y de una a otra región.

En términos técnicos, la transición del Paleolítico Medio al Paleolítico Superior estuvo marcada por la revolución cultural. Por qué y como se produjo ésta cuando se produjo constituyen dos cuestiones centrales en paleoantropología. De la respuesta que reciban depende quizá la resolución de otros enigmas, de manera muy particular el de la naturaleza y las causas de la aparición de un Homo Sapiens con anatomía moderna.

Durante algunos años se creyó que la biología aportaría la explicación definitiva de dicha revolución cultural. Hubo dos tipos de humanos: uno, el neandertal, era más antiguo (así se pensaba) y más robusto que el otro, el de Cro-Magnon. Para idear una hipótesis biológica, los expertos sólo hubieron de asociar el tipo físico arcaico a la cultura del Paleolítico Medio y el tipo menos basta a la del paleolítico Superior. Esa interpretación parecía acertada para el caso de Europa, que es donde se iniciaron las investigaciones paleoantropológicas. Aquí la rancia y estereotipada técnica Musteriense solía en general atribuirse a las fornidas gentes neandertales, mientras que la reciente técnica Auriñaciense, con las formas de sus uten-

silios innovadoras y en continuo cambio, iba asociada a los cromañones, de complexión más estirada y agraciada, que aparecen en el registro fósil con una antigüedad de alrededor de 30.000 años. (Los términos Musteriense y Auriñaciense remiten a los lugares de Francia en que tales restos se descubrieron.)

Esta nítida correlación entre biología y cultura tropezó con una dificultad en el Oriente Medio. Excavando allí, los paleontólogos encontraron varios grupos de fósiles en los que había especímenes que, al parecer, eran más antiguos que sus equivalente europeos. Algunos parecían semejar a los neandertales, otros a los Cro-Magnon. Pero todos aquellos grupos poseían, diríase, una misma y primitiva cultura material. ¿Cómo encajar a tales humanos y sus utensilios en el esquema aceptado en Europa?

Para dar una respuesta definitiva había que clasificar por orden cronológico los fósiles del Oriente Medio. La tarea dio unos resultados desalentadores. A los especímenes, demasiado antiguos, no podía datárseles por el consabido método del carbono 14, inservible para edades superiores a los 40.000 años: las secuencias uranio-torio requieren fósiles que estén asociados a sedimentos carbonatados, y la serie potasio-argón es más apta para la datación de lavas y tobás, que se hallaban en estratos mucho más antiguos. A falta de una cronología definitiva, los antropólogos juzgaron razonable seguir el modelo europeo, a tenor del cual supusieron que los tipos robustos del Oriente Medio eran más antiguos que los tipos gráciles y que éstos descendían de aquéllos.

Para someter a prueba esta hipótesis se reunió a un equipo interdisciplinario para establecer una cronología partiendo de distintas clases de datos. Los resultados consigui-

dos obligan a poner en cuestión la tradicional tesis evolutiva, que aporta más interrogantes que respuestas. Tales asertos, por estridentes que resuenen, no lo son; además, el envite de la dificultad es lo que mueve la ciencia. La solución del debatido problema filogenético habrá de venir de los estudios del ADN que se

recupere de los huesos bien conservados. Pero la filogenia no puede explicar la revolución cultural que dio paso al período Paleolítico Superior. Para resolver este problema, los especialistas han de inferir cambios en el comportamiento humano partiendo de los sutiles indicios del registro físico.

Réplicas tridimensionales

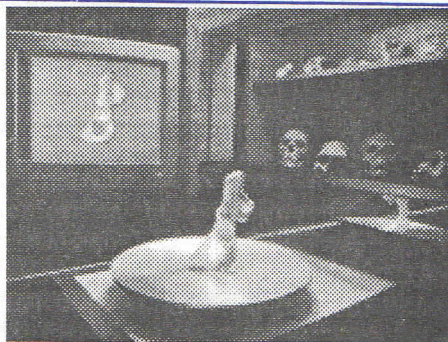
La Edad de Piedra se da literalmente la mano con la era espacial en el laboratorio de John Kappelman, de la Universidad de Texas en Austin. Allí, los haces de láser se reflejan en cráneos y los rayos X penetran a través de huesos antiquísimos. Un ordenador sigue los resultados y compila la información cocerniente a la morfología exacta de los especímenes en tres dimensiones. Los restos igual pueden ser de esqueletos de aborígenes norteamericanos muertos hace mucho tiempo que fósiles de homínidos remotísimos. En cuestión de horas, tales especímenes se transforman en archivos de datos, que se almacenan en un CD-ROM o se convierten en réplicas cabales del original. "Es una tecnología novedosa, apenas experimentada", explica Kappelman ilusionado. El antropólogo está convencido de que el proceso transformará su disciplina y resolverá algunos de los conflictos enojosos que han surgido a propósito del derecho de propiedad y del derecho de investigación.

No es frecuente tamaña inmersión en el mar de la alta tecnología para una disciplina acostumbrada a desenvolverse con el cuaderno de campo y el pie de rey. "Los arqueólogos y los antropólogos siempre acceden a los pro-

gresos técnicos veinte años después que todos los demás", confiesa Tomás R. Hester, director del Laboratorio de Investigación Arqueológica de Texas. Lo que no se cumplió en Kappelman. Hace pocos años, cayó éste en la cuenta de que la electrónica podía ofrecerle una manera más directa y completa de analizar los fósiles. No tuvo que mirar muy lejos para madurar la idea. "Nos encontramos en el corazón de "Silicon Hills"", dice refiriéndose a la concentración de empresas de alta tecnología que rodean a la ciudad de Austin.

Tanto la exploración láser como la tomografía computarizada producen archivos digitales de datos que describen la forma del espécimen. "Pero todavía somos animales táctiles", reflexiona Kappelman. "Millones de años de evolución nos han enseñado a aprender tocando." Para satisfacer esa necesidad, recurrió a DTM Corporation, que ha desarrollado la aglutinación por láser: nuevo proceso que consiste en una especie de fotocopia en tres dimensiones.

En esencia, la aglutinación ("sintering") invierte el resultado de la exploración láser: un haz láser guiado por ordenador perfila la forma de la muestra y la esculpe en polvo de nylon o policarbonato. El láser funde después el polvo y fabrica un duplicado. Desconocidas para la mayoría de los antropólogos, las técnicas de exploración por ordenador y de replicación resultan todavía caras. Además, hay que dedicar algún tiempo al proceso de aprendizaje de aplicación de las técnicas de análisis ingenieril a la investigación antropológica. "De aquí a medio año sabremos qué puede dar de sí la nueva técnica", nos comenta Samuel Wilson, que colabora con Kappelman.



Termodinámica (Parte I)

La Construcción del Motor de Movimiento Perpetuo y el Primer Principio de la Termodinámica

Mario Guerra

Aclaración Previa: El desarrollo que sigue presupone el conocimiento y tratamiento previo de los siguientes conceptos: a) Sistema cerrado; b) Ambiente y frontera; c) Temperatura; d) Equilibrio termodinámico.

Reconocimientos: El autor desea agradecer el interés y la invalorable colaboración prestada por las Profesoras María Luisa GARCIMARTIN y Marianella MAXERA en la lectura crítica, revisión del texto y búsqueda de ejemplos de mecanismos de movimiento perpetuo, ensayados en diferentes épocas.

Introducción

La exposición del Primer Principio de la Termodinámica presenta algunas dificultades que no siempre son sencillas de sortear en el Ciclo Medio de enseñanza. Los caminos que usualmente se eligen para su introducción son generalmente dos:

- 1) El experimento de Joule, fundamentando la equivalencia entre "W" y "Q" como mecanismos de transferencia, y una posterior definición de la suma ($W+Q$) como una medida del cambio de energía del sistema.
- 2) La fundamentación del concepto de energía interna a partir del procedimiento de Born utilizando el concepto de "trabajo adiabático".

El primer camino tiene como inconveniente que es muy largo. Requiere pasar por el concepto de "proceso entre estados de equilibrio" generalmente aplicado a sistemas simples. Se eligen los gases ideales para el desarrollo de la teoría por sus propiedades sencillas y ya conocidas de otros cursos. Posteriormente, en base a un proceso de "inducción empírica", se generalizan las conclusiones a cualquier otro sistema.

Para este desarrollo se necesita una considerable cantidad de horas de clase. El resultado no siempre es el deseado ya que la lenta evolución del tema contribuye en mu-

chas ocasiones a dificultar la síntesis y la interconexión de los diversos conceptos que es necesario introducir.

El segundo camino es más económico y riguroso pero también más abstracto y sutil. Como consecuencia no siempre es posible explicarlo en un curso introductorio sin que surjan dificultades. Se trata de un esquema de desarrollo que presupone disponer de información de diversos campos de la termodinámica que exceden al contenido del primer Principio mismo. Por ese motivo es un camino no utilizado en la inmensa mayoría de los planteos habituales.

En ambos casos el planteamiento se presenta en forma extremadamente teórica y muy alejado de los hechos concretos y reales, de modo que los estudiantes deben, indefectiblemente, primero sintetizar los conceptos y posteriormente, reconocer sus aplicaciones. Además en muchos aspectos el lenguaje que emplea el Profesor es diferente al empleado en otros ámbitos del desarrollo del curso. Como consecuencia, el esfuerzo por inculcar los Principios y conclusiones fundamentales de la Termodinámica, al nivel más elemental, en la mayoría de los casos no se ve coronado por el éxito. El peligro de un enfoque que afirme la noción de calórico está siempre latente, y constituye un aspecto en

el cual debe tenerse especial cuidado, porque los experimentos calorimétricos generalmente lo reafirman.

No está demás recordar que a nivel terciario los cursos de Termodinámica generalmente se ubican después que los alumnos han realizado cursos de Física General, Mecánica, y en muchos casos también Electromagnetismo. Sin duda alguna, se requiere aquí por parte del alumno, una visión más profundizada y sintética, que en otros capítulos de la Física.

La pregunta es entonces : ¿son los caminos anteriormente mencionados, los únicos posibles para abordar el Primer Principio? Si apelamos a la historia del Primer Principio, comprobaremos que existe otra opción. Tal vez menos "rigurosa" pero ajustada al proceso seguido por el pensamiento físico a lo largo de muchos siglos de evolución.

La cuestión arranca en la consideración de esta pregunta: ¿es posible construir una

máquina que funcione en forma perpetua, que nos rinda algún trabajo en el ambiente, sin que invirtamos en ella energía?

En otros términos: ¿es posible construir una máquina que "nos de algo por nada", entendiendo las palabras "algo" y "nada" como sinónimos de "energía"?

El intento de responder esta pregunta trajo como consecuencia, que en el correr del siglo XIX Hermann von HELMHOLTZ realizara por primera vez el planteo del Primer Principio de la Termodinámica afirmando en forma axiomática: *"No es posible construir una máquina de funcionamiento perpetuo sin el consumo de una cantidad equivalente de energía proveniente del ambiente"*

En esta primera parte haremos el intento de desarrollar algunos datos históricos de este problema, con la idea de formular cuantitativamente las conclusiones que se derivan del enunciado de Helmholtz en la segunda parte de esta nota.

Primera Parte. Un poco de Historia

Algunos "Motores" de Movimiento Perpetuo

La construcción de una máquina de movimiento perpetuo es un antiguo sueño. La aspiración de obtener "algo por nada" se remonta, por lo menos, a los tiempos de Arquímedes. La historia de los diferentes esfuerzos realizados para desarrollar una máquina de ese carácter registra la intervención de dos figuras, vinculadas a la medicina, con opiniones contrarias: Robert Fludd en el siglo XVII y Julius Robert Mayer en el siglo XIX. No deja de ser interesante que las especulaciones de un médico (MAYER) fueran de tal naturaleza que condenaran a muerte las aspiraciones e intentos de construir esa máquina perfecta, y en la cual otro médico (FLUDD) había puesto tanto empeño.

El motivo de esta febril búsqueda parece iniciarse en la Antigüedad, época en la que los mecanismos destinados a la molienda de granos utilizaban pesadas ruedas de piedra generalmente movidos por animales o por molinos de viento.

Estos mecanismos eran poco difundidos en la zona mediterránea donde se les podía considerar como excepcionales. Por el contrario eran muy comunes en Europa no continental y en la zona próxima al Báltico. Una revisión de la información disponible revela que hacia el año 400 D.C., en la zona francesa norte, ya existían numerosos molinos de viento, los cuales incrementaron notoriamente su número después de las conquistas normandas. En esa época ya se registraban probablemente mas de 5600 molinos, solamente en las comunidades inglesas. Corresponde señalar que no era solamente el viento el "elemento propulsor". También se utilizaban los molinos hidráulicos, que eran una eficaz alternativa cuando el viento no era adecuado. Por ello era común encontrar estos mecanismos en los diferentes ríos y estuarios.

En cualquiera de estos mecanismo el agua, o el viento, eran fundamentales para

lograr el movimiento y la ausencia de ellos paralizaba la posibilidad de utilizarlos. Es probable que el deseo de independizarse de las fluctuaciones incontrolables de los vientos y cursos de agua, motivara la búsqueda de algún mecanismo autónomo, que prescindiera de los mismos.

Si bien los intentos de construcción de la Máquina Cíclica perpetua registra su existencia en diversos siglos, es probable que corresponda saltar hasta 1918, donde Robert Fludd ensaya en Inglaterra un invento cuya finalidad concreta era: separar una cuota de energía creada en la propia máquina para mantener su movimiento, destinando el resto a la función de mover algo en el exterior. La idea de Fludd era esta: inyectar un flujo de agua a un mecanismo para que el mismo transfiriera energía mecánica al exterior; seguidamente recolectar el agua caída en un recipiente; tomar una parte de la energía creada en el mecanismo para elevarla otra vez, cerrando así un ciclo.

En otros términos, la pregunta que Fludd se planteaba era: ¿no será esto posible? ¿No será posible *que una parte de la energía mecánica obtenida a partir del movimiento del propio molino, se utilice para activar una bomba que eleve el agua que ha perdido altura para reciclarla?*

En los tiempos de Fludd no se conocían razones para dudar que estas preguntas pudieran tener respuestas afirmativas.

Media centuria después John Wilkins se replanteó la cuestión. Esto ocurría hacia 1670. Diseñó para ello "tres máquinas de movimiento perpetuo" que a su juicio podían resolver afirmativamente las preguntas planteadas por Robert FLUDD. Una de ellas, llamada "máquina de gravedad natural" se puede encontrar actualmente en los museos de ciencia europeos de Inglaterra, Francia y Alemania. La figura 1 muestra esquemáticamente el mecanismo ideado por WILKINS.

Máquina de "movimiento perpetuo" ideada por John WILKINS llamada de "gravedad natural". Un imán ubicado en la parte superior es capaz de atraer una esfera me-

tálica de modo tal que la misma puede llegar al orificio más alto del plano inclinado. Al introducirse, cae por acción gravitatoria a lo largo de una rampa curva, de modo tal que reingresa por el orificio inferior al plano inclinado. De este modo, el imán volvería a transportar la esfera hasta la parte superior, reiniciando el ciclo.

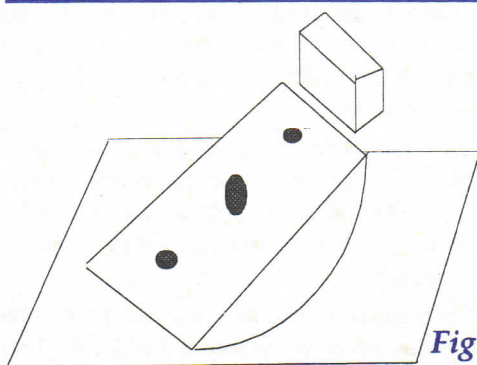


Fig. 1

Si este mecanismo es capaz de funcionar es posible "idear una variante adecuada" del mismo, de manera de obtener energía del sistema, sin que haya sido necesario invertir nada en ese proceso. Pensemos en una forma de utilizar este mecanismo: Supongamos que la esfera, en su etapa de ascenso, hace contacto con un par de terminales y cierra un circuito exterior, de modo que se establece una corriente eléctrica a través de alguna resistencia. La corriente se mantiene mientras se mantenga cerrado el circuito, de modo que en ese mismo intervalo de tiempo, se estaría disipando energía en forma de calor hacia el ambiente. Esta disipación, sería ENERGIA CREADA por el propio mecanismo, ya que nada se ha invertido desde el exterior ni desde el interior del mismo, para que ello ocurra. Dispondríamos así, de un mecanismo que nos proporcionaría energía aprovechable en forma ilimitada.

Ante tan prometedor resultado, el mecanismo de WILKINS se intentó hacer funcionar en varias oportunidades durante el siglo XIX. Incluso hay ejemplares de esta máquina donde el imán natural se ha sustituido por

un electroimán. En este último caso, cuando la corriente circulara, por el cierre del circuito que realiza la esfera, provocaría la atracción de una barra solidaria a un disco, el cual debía ponerse en rotación. Este disco, al girar, debía rozar unos cepillos, los cuales debían cargarse, como ocurre con las antiguas máquinas electrostáticas. Se esperaba que esta carga acumulada por fricción fuera suficiente para activar el estado de magnetización del electroimán y mantener de este modo el funcionamiento perpetuo del mecanismo.

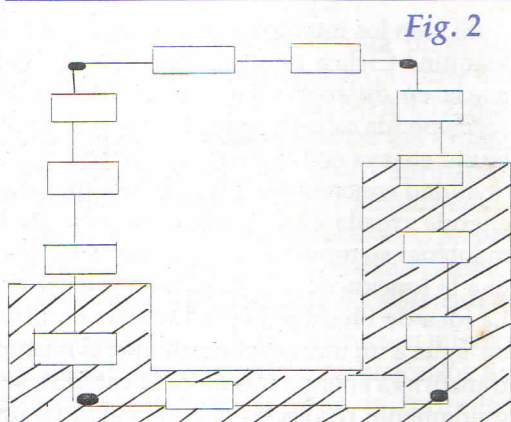
En este diseño, como en la mayoría de los mecanismos ideados con la misma finalidad, los inventores no toman en cuenta las fricciones, ni las resistencias óhmicas de los conductores.

Pero los intentos de construir máquinas perpetuas no se iniciaron con FLUDD. Hay una enorme cantidad de ejemplos muy anteriores. Algunos de ellos demuestran el ingenio de sus constructores, a pesar de su fallido funcionamiento. No siempre es sencillo, explicar las razones del fracaso.

a) Por ejemplo: en el medioevo se construyó la máquina que se indica en la Fig.2. El fundamento físico de su funcionamiento era el siguiente: los baldes de la zona derecha, sumergidos en agua, deben experimentar la acción neta de dos fuerzas, el peso y el empuje de Arquímedes. Los baldes del lado izquierdo, por el contrario, experimentan la acción del peso y de un empuje menor, ya que están inmersos mayormente en aire y una parte menor en agua. En consecuencia debe existir una fuerza neta mayor en el lado izquierdo que en el derecho y el sistema debe girar en sentido antihorario. Este es el fundamento "teórico" de la máquina cuyo funcionamiento descansa en la asimetría de las columnas de agua.

Un ejemplo de máquina "de movimiento perpetuo", construida en el medioevo. Los rectángulos indican, esquemáticamente, baldes. Algunos de ellos están sumergidos en una columna asimétrica llena de agua de modo tal que en una rama existen más bal-

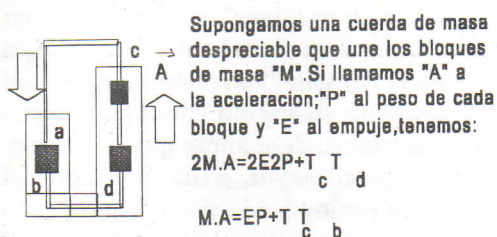
des que en la otra. Esta situación "crearía una asimetría en la fuerza neta aplicada a los tramos verticales" de modo que el sistema debería moverse indefinidamente (y sin aporte alguno de energía desde el ambiente), en sentido antihorario.



No obstante el sistema de la figura 2 NO FUNCIONA. ¿Porqué ocurre esto?, la figura 3, simplificación de la figura 2, nos ayudará a comprender la situación. Suponemos un par de bloques de masa M a la derecha y uno sólo de masa M a la izquierda. La cuerda la supondremos de masa despreciable e inextensible. Llamamos $A_A \approx$ a la aceleración de los bloques de la derecha y en consecuencia $A-A \approx$ a la del bloque izquierdo. Cada bloque experimenta un empuje $A_E \approx$, asumiendo que sus volúmenes son iguales. Como la cuerda es de masa despreciable, las tensiones aplicadas en los puntos $A_a \approx$ y $A_c \approx$ son de igual módulo. Lo mismo ocurrirá con las tensiones en los puntos $A_b \approx$ y $A_d \approx$. Si planteamos la ley de Newton para el bloque de la derecha, tendremos las ecuaciones que figuran en el esquema.

Si combinamos ambas relaciones tenemos dos igualdades para la diferencia $[E-P]$, contradictorias, a menos que sea $A=0$ y por tanto: $E=P$. Entonces, si el sistema se halla en reposo, no se acelerará y no habrá movimiento, ni energía a transferir al ambiente. En cualquier caso la energía mecánica del sistema será constante.

Fig. 3



En estas ecuaciones, designamos con "T" a las tensiones que aplica la cuerda en los puntos indicados. De estas ecuaciones, se deducen: $4M.A = T_c \quad T_c \quad d$; $3M.A = E + P$. Si

sustituimos en la segunda de las ecuaciones anteriores deducimos que son inconsistentes, a menos que $A=0$.

b) Una variante del mecanismo anterior se representa en la Figura 4. Allí, una cadena de eslabones de igual masa se dispone de manera tal que del lado derecho hay más peso que del lado izquierdo. El recurso para obtener esta asimetría es utilizar poleas, adecuadamente ubicadas, de modo que el lado derecho tiene "mayor longitud" que el izquierdo.

Se debería tener así, un excedente de peso suficiente para que el sistema evolucionara en rotación horaria. Sin embargo, el mecanismo NO funciona. ¿Por qué ocurre esto?

Si consideramos un trozo de cadena de largo "x", tomado sobre el lado derecho y que en el esquema esta señalado por las

marcas, el peso de ese trozo será (xdg), donde "d" es la densidad lineal de los eslabones. Si en ese tramo, la cadena forma un ángulo "A" con el plano horizontal, la fuerza activa que provocaría el movimiento de este trozo será: (xdg)sen A.

Pero (xsen A) es precisamente el tramo correspondiente de cadena en el tramo izquierdo, de modo que existe en esta parte una fuerza opuesta, del mismo tamaño, que se opone a la rotación horaria. El sistema está en equilibrio mecánico. Un mecanismo en equilibrio mecánico: los trozos de cadena del lado derecho y del lado izquierdo están sometidos al mismo peso. Estos pesos operan de modo tal que la cadena no rota.

c) en el Renacimiento, Leonardo da VINCI también pensó en un mecanismo de movimiento perpetuo. El diseño propuesto por Leonardo, está indicado en la Fig.5. También se refiere a un mecanismo en apariencia asimétrico y desequilibrado en todas sus configuraciones. En realidad, si se parte de una posición inicial, donde las municiones que corren por los radios del volante están en configuración "desequilibrada", se tendrá rotación. Esta durará, hasta que el torque general del sistema respecto al eje de rotación sea nulo, y el sistema adopte una posición de equilibrio.

Mecanismo propuesto por Leonardo da VINCI en el Renacimiento. El mecanismo se

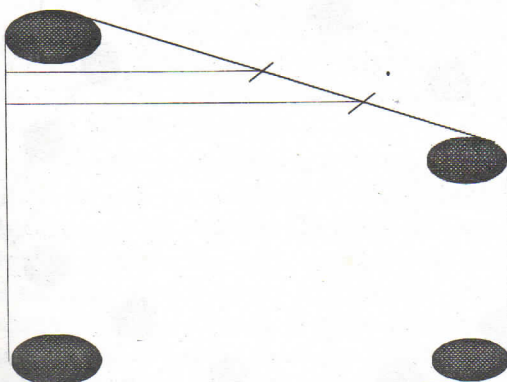


Fig. 4

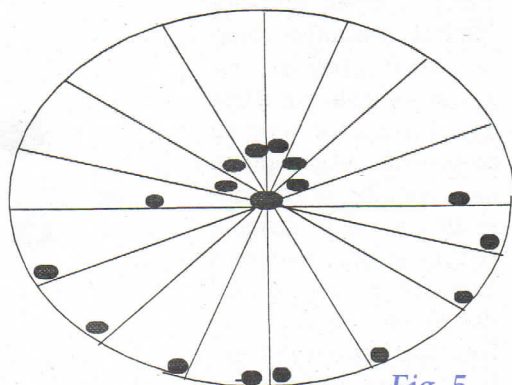


Fig. 5

basa en que las municiones que corren por los radios del volante, se disponen en forma simétrica respecto al eje de rotación. En este caso, se podría esperar que el sistema rotará sin detenerse. El sistema, sin embargo, tiende a adoptar una configuración de equilibrio, con torque total respecto al eje central, nulo. Después de un movimiento transitorio de acomodación de las municiones el sistema se equilibra. Las fricciones operan de manera que el desequilibrio original sea neutralizado, de modo que se aniquila el movimiento.

d) con un fundamento similar a los anteriores, en el siglo XVI, Stevin, un ingeniero flamenco, ensayó un "mecanismo maravilloso". El "motor de Stevin" se indica en la figura 6.

La cadena dispone de 14 municiones unidas entre si por una cadena de eslabones del mismo peso. El razonamiento de Stevin era así: dado que del lado izquierdo, el plano inclinado tiene más municiones que del lado derecho, existe una asimetría en el peso. Por otro lado, en la zona inferior, el número de municiones es simétrico. De modo que el sistema debe girar en sentido antihorario, ya que existe una componente de peso "a favor del lado izquierdo". Además, al moverse el sistema, una munición que baja, es sustituida por otra, de manera que una vez iniciado el movimiento, este no puede detenerse, puesto que la "razón del giro persiste".

El mecanismo de Stevin, que "asegura la perpetuidad del movimiento". Se le conoció, como el "mecanismo maravilloso". Esencialmente, a pesar de la asimetría de las municiones en su disposición, el sistema se halla equilibrado. En consecuencia, si el sistema se encuentra en reposo, permanecerá en ese estado. Si esta rotando, las fricciones eventualmente lo detendrán y no rotará más.

El razonamiento de Stevin es falso. La desigualdad de los ángulos, es la razón por la cual, las municiones se distribuyen en forma diferente en el contorno de los planos inclinados. Aunque "hay más cuerpos" del lado izquierdo, su ángulo con el plano horizontal es menor, de manera que la componente del peso mayor, en la dirección del plano, está multiplicada por el seno de un ángulo menor; en cambio el menor peso del lado derecho se multiplica por el seno de un ángulo mayor. La compensación de estas cuantías, lleva a un estado de equilibrio. Si el sistema se halla en reposo, no hay posibilidad alguna de que el movimiento comience; si está en movimiento, la fricción eventualmente lo detendrá.

e) un intento mas "difícil de rebatir" es el mecanismo indicado en la Fig.7. La base del mismo es un fenómeno más complejo llamado genéricamente "capilaridad". Cuando se sumerge en forma vertical un tubo de diámetro pequeño que penetre escasamente en el seno de un líquido, se comprueba que el mismo asciende o desciende, hasta lograr un estado de equilibrio, respecto a la superficie libre del líquido ubicado en el exterior del tubo.

En las figuras superiores, se señala el fenómeno de capilaridad para un líquido que no moja la pared (izquierda) y otro que

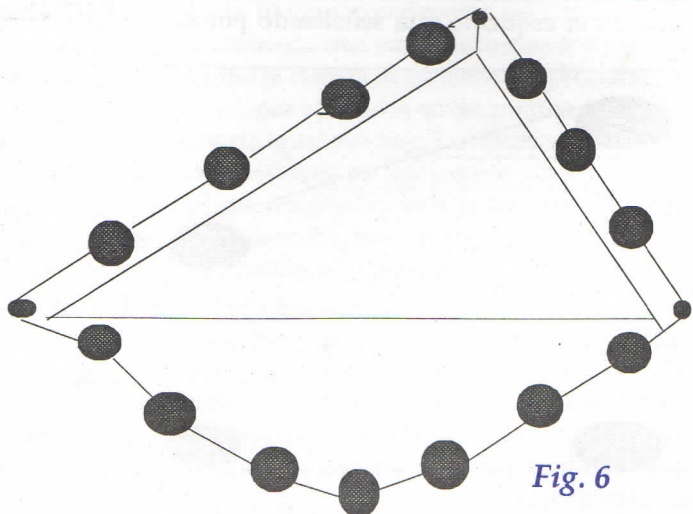


Fig. 6

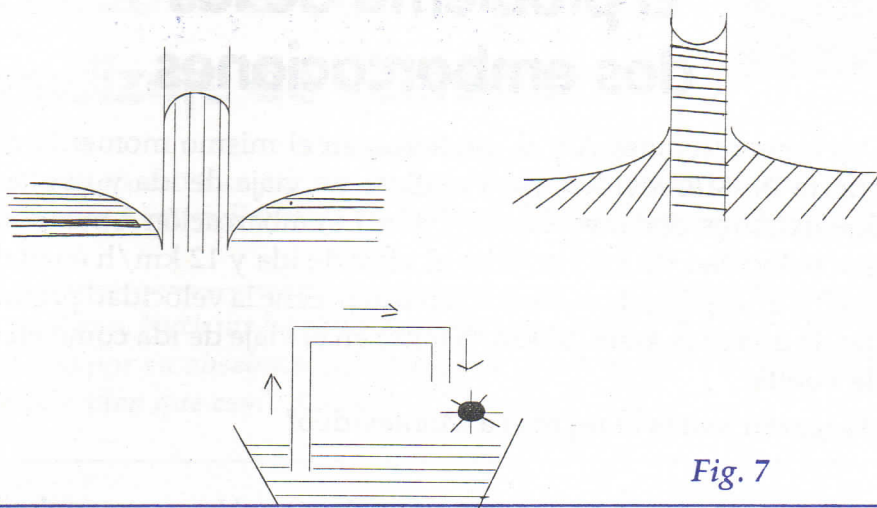


Fig. 7

moja la pared (derecha). Esta situación, violatoria del "principio fundamental de la hidrostática", se explica en base a un modelo que establece la existencia de fuerzas rasantes, provenientes del contacto del líquido con la pared del tubo. En la figura inferior se tiene un motor de movimiento perpetuo basado en este fenómeno.

El comportamiento ascendente o descendente del líquido, respecto al nivel libre del exterior del tubo, está determinado por la circunstancia que se moje o no se moje la pared. Para un líquido como el agua, en contacto con un tubo de vidrio, el menisco asciende y su curvatura es "hacia arriba"; si el líquido es como el mercurio, que no moja la pared, el menisco tiene concavidad "hacia abajo". En el primer caso, la columna líquida alcanza un nivel superior al nivel libre del exterior; en el segundo caso, la columna alcanza un nivel inferior.

El mecanismo señalado en la Fig. 7 inferior, consiste en un tubo de dimensiones capilares (p.ej: algunas décimas de milímetro), inmerso en agua de modo tal que el ascenso sea superior a la altura del tubo acodado. De este modo, al no poder seguir ascendiendo, debía tomar por el tubo horizontal y seguidamente salir por el extremo abierto. De este modo, el goteo podía generar el movimiento de rotación de un

molinillo y posteriormente reciclarse el agua. En este mecanismo el exterior no invierte energía. Sin embargo la máquina no funciona. ¿Por qué ocurre esto?. En realidad, el líquido no escurre por el tubo acodado. La razón es que las mismas fuerzas de tensión superficial que provocan el ascenso, operan en la parte vertical descendente hacia arriba, por donde el líquido debería caer hacia el reservorio, de modo que retienen a la columna.

Todos estos "motores" constituyen una pequeña muestra de los numerosos mecanismos inventados a lo largo de los siglos. Ellos sugieren una pregunta:

¿POR QUE NINGUNO FUNCIONA?
¿POR QUE TODOS LOS INTENTOS FRACASAN?. No parece razonable pensar que el inconveniente radica en la impericia de los constructores o en la falta de "ingenio". Tal vez LA NATURALEZA NOS ESTE DICRIENDO "ALGO" QUE LOS CONSTRUCTORES DE ESTAS MAQUINAS NO COMPRENDIERON. Para que la Física descubriera que la imposibilidad constructiva del motor perpetuo, ENCIERRA UN CONCEPTO FUNDAMENTAL de la naturaleza, que gobierna la estructura profunda de los procesos, fue necesario recorrer un largo camino especulativo. Al análisis de este aspecto se dedicará la segunda parte de esta nota.

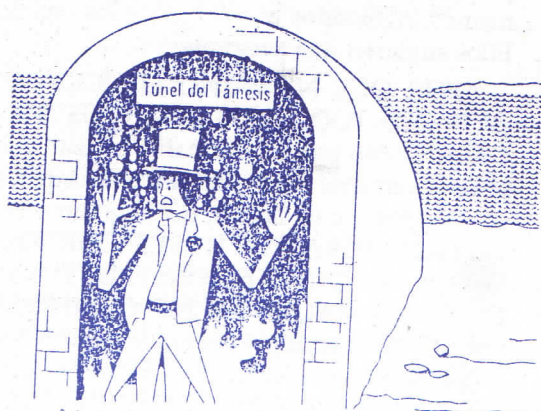
El problema de las dos embarcaciones

Dos embarcaciones A y B, partieron en el mismo momento del puerto de Montevideo, para realizar un viaje de ida y vuelta a Buenos Aires, distante unos ____ km. La embarcación A mantiene una velocidad de 8,0 km/h en el viaje de ida y 12 km/h en el de vuelta; en cambio, la embarcación B mantiene la velocidad promedio de aquellas, o sea 10 km/h tanto en el viaje de ida como en el de vuelta.

¿Llegarán juntas al regreso a Montevideo?

Invitamos al lector a contestar a la pregunta de este problema, cuya resolución se discutirá en el número siguiente. Desearíamos que antes de elaborar un planteo hiciera el esfuerzo de dejarse llevar por la intuición, lo cual le conducirá a ponerse en la misma situación de los alumnos cuando se enfrentan a él, con el beneficio que trae el haber transitado el mismo camino (erróneo) del alumno, para determinar cuáles son los conceptos que se deben corregir.

Recompresión de la champaña



Cuando se terminó el túnel bajo el río Támesis de Londres y se unieron los dos tiros, los políticos locales celebraron el evento en el fondo del túnel.

Pero desafortunadamente se encontraron con que allí la champaña no tenía burbujas. Sin embargo, cuando volvieron a la superficie "el vino revivió en sus estómagos, distendió sus chalecos, casi espumeó hasta sus orejas.

¿Qué le sucedió a los políticos?

Dificultades en el aprendizaje de vectores

$$E=mc^2$$

Marianella Maxera.

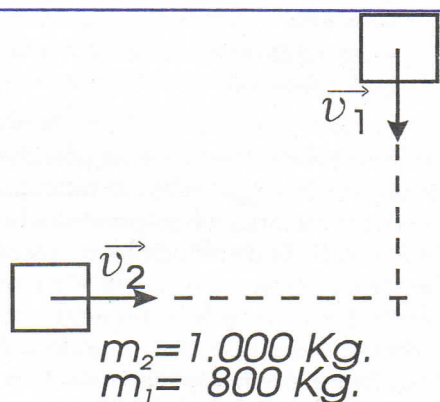
Profesora de Física y Química, egresada del Instituto de Filosofía, Ciencias y Letras. Profesora del Instituto Alfredo Vazquez Acevedo

«Esta mañana, Ruth me ha dado un poco de su mente. Estoy desde luego agradecido por su obsequio, aunque no se donde ponerlo ni tampoco se demasiado bien que es». Gerald D. Fischbach, 1992.-

Un automóvil de masa m_1 se mueve a 6,0 m/s; choca con otro de masa m_2 . Ambos quedan unidos, saliendo con velocidad $|v| = 20$ km/h.

Para establecer responsabilidades se necesita saber si el auto de masa m_2 estaba o no excedido de velocidad ($v_{\max} = 45$ km/h).

Determine la velocidad en cuestión.



Introducción

Este tipo de ejercicios se acostumbra incluir en las propuestas de exámenes teóricos de 5º año, con la intención de evaluar la internalización por parte del alumno de conceptos como cantidad de movimiento, principio de conservación de la cantidad de movimiento y operaciones con vectores.

En general, los alumnos se lanzan a resolver este ejercicio, lo que está indicando que la mayoría cree que lo puede resolver, pues el planteo de la situación problemática y la meta a la que se desea que lleguen les resulta

familiar. De hecho, durante el curso se dedican un gran número de clases a este tipo de problemas.

Por otro lado, la mayoría de los alumnos conoce tanto el principio de conservación, como la condición restrictiva y llegan a un planteo correcto del cálculo de las cantidades de movimiento inicial y final, del sistema, así como el del coche 1.

El escollo aparece cuando el alumno no reconoce la necesidad de hacer la representación vectorial o cuando, si bien la realiza no sabe que dicha representación implica que

debe operar de una manera diferente con esa magnitud: debe sumar geoméricamente. De ahí en más sigue trabajando como si las cantidades de movimiento fueran escalares y por lo tanto llega a un resultado erróneo. Es evidente que la mayoría de los alumnos,

ante la suma (resta) que deben realizar para continuar la resolución no se pregunta: ¿son estas magnitudes escalares o vectoriales?

Este es el motivo de este artículo: discutir la razón por la cual los alumnos no reconocen la necesidad de sumar vectorialmente.

Marco teórico

¿Por qué se da esta dificultad tan notoria en la adquisición del concepto de suma vectorial? Si tomamos en cuenta que un concepto sirve para:

- reducir la complejidad del entorno
- identificar los objetos que hay en el mundo
- reducir la necesidad de un aprendizaje constante
- proporcionar una dirección a la actividad intelectual

• ordenar y relacionar clases de hechos; es claro que el concepto de magnitud vectorial o de ciertas magnitudes consideradas en su carácter vectorial, no responden a la necesidad cotidiana de reducir la complejidad del entorno, puesto que en la vida diaria el alumno no ha tenido que operar con magnitudes de este tipo, por lo tanto las demás utilidades quedan invalidadas. El concepto de magnitud vectorial debe aparecer a través de la instrucción, en forma intencional. Es un conocimiento científico.

Se podría pensar que otros conceptos que corresponden a magnitudes escalares, como masa, volumen, tiempo, han sido ya adquiridos por los alumnos sin dificultad, a pesar de que al corresponder al conocimiento científico deberían haber sido introducidos por la instrucción. Sucede, que el alumno que llega a la enseñanza secundaria maneja estos conceptos en forma operacional, a modo de «teorías en acción».

Sabe que cuando va al almacén y compra 100 g de jamón, se lo colocarán en un aparato llamado balanza y que si pide 50 g más, habrá más rodajas de jamón en la balanza y ésta indicará 150 g (100+50). Sabe que si su programa de T.V. favorito dura 30 min y hoy duró 10

min más de lo común, habrán transcurrido 40 min (30+10) en su aparato llamado reloj.

Esto y otras experiencias no aseguran que el alumno llegue con el concepto de masa o de tiempo adquiridos. Sólo sabe manejarlos en forma operacional. Estos conceptos serán adquiridos por instrucción.

Cabe mencionar aquí las palabras de M. Benlloch al respecto: «atribuimos a las acciones prácticas propiedades de las acciones propias del pensamiento o suponemos que éstas se instalan en el espíritu del niño con la misma rapidez con que él adquirió aquéllas.»

El problema es mayor con el concepto de cantidad de movimiento, magnitud que no es medida ni utilizada en forma operacional por el alumno y que ni siquiera responde a una concepción intuitiva. La cantidad de movimiento no es manejada por el alumno ni como una teoría en acción ni a través de su concepto natural o espontáneo.

El concepto de cantidad de movimiento debe ser introducido totalmente y por primera vez a través de la instrucción.

La diferencia entre un concepto cotidiano y uno científico no es tanto su contenido, puesto que los referentes pueden ser los mismos sino el proceso de aprendizaje mediante el cual se adquieren. Los conceptos científicos:

- forman parte de un sistema
- se adquieren a través de una toma de conciencia de la propia actividad mental
- implican una relación especial con el objeto basada en la internalización de la esencia del objeto.

A diferencia de los conceptos espontáneos en los que la actividad consciente del

sujeto está dirigida a los propios objetos a cuyos rasgos se aplican los procesos de generalización y de análisis, en la formación de los verdaderos conceptos la conciencia del sujeto está dirigida hacia los propios conceptos.

Un concepto científico sólo adquiere significado por su relación con otros conceptos dentro de una pirámide y está sujeto a un control consciente y deliberado cuando integra un sistema.

Si conciencia significa generalización, la generalización a su vez significa la formación de un concepto supra-ordenado que incluye el concepto dado como un caso particular.

De esta forma los diferentes procesos seguidos en el aprendizaje de los conceptos espontáneos y científicos determinan definiciones y estructuraciones distintas de los mismos: los conceptos espontáneos se definen a partir de los objetos a que se refieren, por su referencia, mientras que los conceptos científicos se adquieren por su relación jerárquica con otros conceptos, por su sentido. Pero, mientras los referentes de un concepto pueden adquirirse por vía asociativa, la adquisición de un significado sólo es posible por procesos de reestructuración o reorganización del sistema de conceptos: los con-

ceptos nuevos transforman el significado de los viejos.

Es pertinente mencionar aquí la posición innovadora de Vygotski, que conecta e integra ambos procesos de aprendizaje. Dice el sicólogo ruso: «Los conceptos científicos, adquiridos en la instrucción, son la vía a través de la cual se introduce en la mente la conciencia reflexiva que posteriormente se transfiere a los conceptos espontáneos».

Pero, «aunque los conceptos científicos hagan posible logros que los conceptos espontáneos por sí solos nunca alcanzarían, también existe la relación inversa. El aprendizaje de un concepto científico se apoya en los conceptos cotidianos». Como dice Vygotski, «todo aprendizaje tiene su prehistoria». Los conceptos científicos sólo pueden aprenderse cuando los conceptos cotidianos se hallan ya relativamente desarrollados.

El significado de los conceptos científicos no puede construirse sin el referente de los conceptos cotidianos. Los verdaderos conceptos sólo pueden adquirirse por reestructuración, pero la misma sólo es posible si se apoya en asociaciones previas. El aprendizaje por asociación y por reestructuración no se excluyen sino que se necesitan el uno del otro.

Preconceptos

Es clara la importancia de los conceptos cotidianos (o preconceptos, o concepciones espontáneas, o ideas previas, o concepciones erróneas, según la bibliografía), que si bien son el apoyo para la adquisición de los conceptos científicos, lamentablemente para el docente, muchas veces son contrarios a ellos.

¿Cuál sería el preconcepto que hace que el alumno no se planteé al sumar una magnitud, si es o no vectorial? El preconcepto no es consciente y está implícito en la acción, en la actividad espontánea a la que hacíamos referencia anteriormente cuando decíamos que el alumno medía masas, volúmenes, etc. y las sumaba algebraicamente: **todas las magnitudes se suman algebraicamente.**

Esto es lo que el alumno ha venido haciendo desde que aprendió a sumar; nunca se le ha presentado una situación en que algo que vale 4, agregado a algo que vale 3, de cómo resultado 5 como puede suceder de la suma de vectores. Es de esperar que siga sumando algebraicamente cualquier tipo de magnitud. Este concepto resulta resistente al cambio, aún luego de una larga instrucción científica.

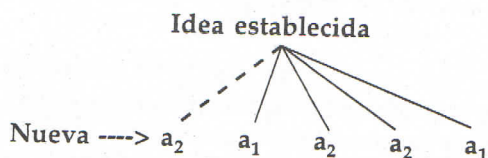
Teorías constructivistas como la de Ausubel ponen el acento en la organización del conocimiento en estructuras y en las reestructuraciones que se producen debido a la interacción entre estas estructuras presentes en el sujeto y la nueva información.

Aprendizaje según relación jerárquica entre conceptos

En función del tipo de relación jerárquica entre las ideas ya existentes y las nuevas ideas Ausubel distingue tres formas de aprendizaje, representadas de la siguiente manera:

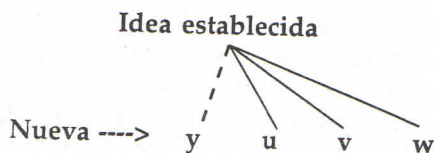
1.- Aprendizaje subordinado

a- Inclusión derivativa



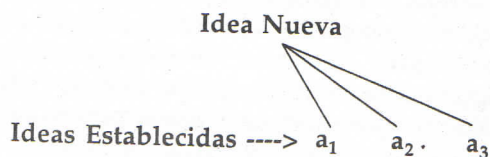
En la inclusión derivativa, la nueva información es vinculada a la idea supraordinada y representa otro caso o extensión de la idea supraordinada; no se cambian los atributos de esta idea.

b- Inclusión correlativa



En la inclusión correlativa la nueva información es vinculada a la idea establecida, pero es una extensión, modificación o limitación de dicha idea. Los atributos de criterio del concepto incluido pueden ser extendidos o modificados con la nueva inclusión.

2.- Aprendizaje supraordinado



En el aprendizaje supraordinado, las ideas establecidas se reconocen como ejemplos más específicos de la nueva idea y se vinculan con ella. La idea supraordinada se define mediante un conjunto nuevo de atributos de criterio que abarcan las ideas subordinadas.

3.- Aprendizaje combinatorio

Idea nueva A ----> B - C - D

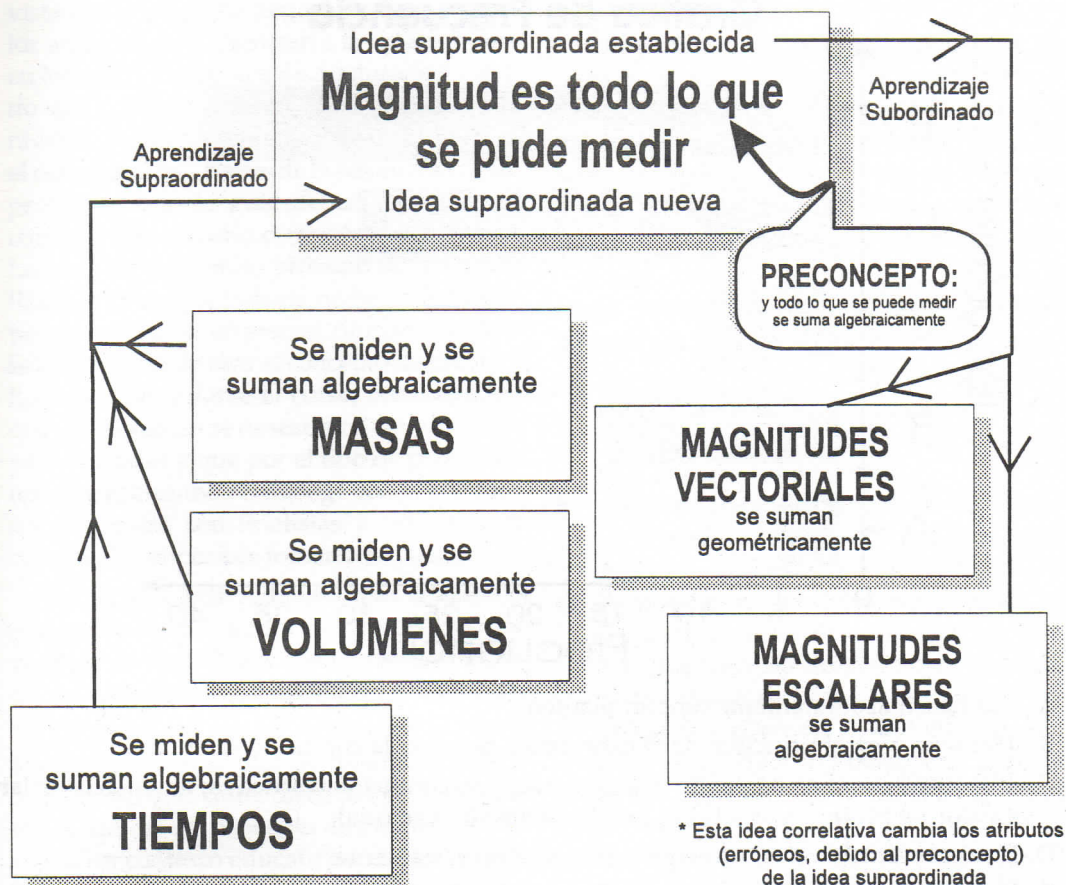
Ideas establecidas

La idea nueva es vista en relación con las ideas existentes, pero no es más inclusiva ni más específica que ellas. Se considera que la idea nueva tiene algunos atributos de criterio en común con las ideas preexistentes.

En la página siguiente (Figura 1) se presenta un esquema que resume algunas de las ideas expuestas sobre la forma en que el alumno aprende el concepto de magnitudes vectoriales. Cree Ausubel que para que esa reestructuración se produzca se precisa de una instrucción formalmente establecida, que presente de modo organizado y explícito la información que debe desequilibrar las estructuras existentes y concibe la posibilidad de interacciones entre asociación y reestructuración en el aprendizaje.

Aunque aprendizaje e instrucción interactúan son relativamente independiente, de tal manera que ciertas formas de enseñanza no conducen por fuerza a un tipo determinado de aprendizaje. Tanto el aprendizaje significativo como el memorístico, son posibles en ambos tipos de enseñanza: la receptiva y la enseñanza por descubrimiento. Como se expuso anteriormente, los alumnos llegan con teorías en acción, a través de las cuales adquieren el preconcepto de que todas las magnitudes se suman algebraicamente.

Estas ideas establecidas, subordinadas y específicas del alumno, se generalizan, en el correr del curso cuando adquieren el concepto de magnitud, como todo lo que se puede medir. Esta última idea, nueva, supraordinada, se diferencia luego en magnitudes escalares y vectoriales. Como estas últimas se suma geoméricamente, esta inclusión cambia un atributo del concepto más general de magnitud. Esta es la dificultad que el alumno encuentra: eliminar un preconcepto, el que todas las magnitudes se suman algebraicamente, contradictorio con los atributos del concepto de magnitud vectorial.



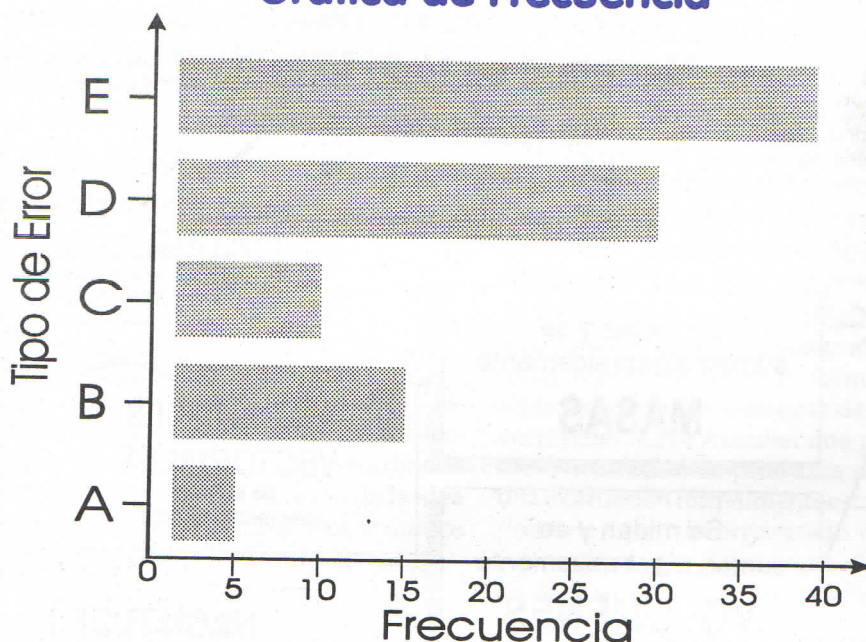
Descripción de la experiencia y resultados obtenidos

Los datos que se discuten a continuación, corresponden a las pruebas realizadas por 60 alumnos de quinto año en la asignatura Física, en un examen final de un liceo de la capital. Las edades de estos alumnos oscilan entre los 15 y los 18 años.

La investigación corresponde a un estudio de casos. La prueba consta de seis problemas que intentan cubrir los temas dados durante el curso. Uno de esos temas, que se presenta por primera vez en este curso (5º año) es «Cantidad de Movimiento y Principio de Conservación de la Cantidad de Movimiento».

Los trabajos de Sala de los docentes de dicho Liceo, realizados durante el año lectivo garantiza que los problemas propuestos, a pesar de que no todos los alumnos pertenecen al mismo docente, reflejan una orientación unificada dada al planteo del tema, por lo que los alumnos no se encuentran ante una propuesta desconocida totalmente. A pesar de que la muestra de pruebas observada es pequeña, resultados similares se dan con preocupante frecuencia desde que el autor de este artículo ejerce la docencia. El siguiente cuadro muestra la frecuencia con que los alumnos cometen diferente tipo de errores al resolver este problema.

Gráfica de Frecuencia



A.- No hacen absolutamente ningún planteo.

B.- Plantean bien el principio de conservación, pero sin la condición restrictiva.

C.- Plantean bien el principio de conservación, y su condición restrictiva; también calculan el valor de P , sin llegar a hacer la representación vectorial.

D.- No representan vectorialmente y suman algebraicamente.

E.- Hacen la representación gráfica de Cantidad de Movimiento (P), pero cuando operan lo hacen algebraicamente.

Como muestra la gráfica de frecuencias los errores más frecuentes son los dados según el tipo de resolución D y E.

Conclusiones

Cuando al finalizar el examen se le muestra al alumno lo que hizo y se le indica: «son vectores», esa simple sugerencia le permite ahora resolverlo sin inconvenientes:

Esto está indicando que la dificultad no está en la operación con vectores en sí (trabajan bien con las reglas de adición de vectores), sino en la falta de internalización del concepto de dos magnitudes diferentes: escalares y vectoriales. El hecho de que el alumno resuelva el problema cuando el docente le advierte

que son vectores, corresponde a lo que Lev Vygotski llama *Zona de Desarrollo Próximo*.

A través de la resolución del problema propuesto se evalúa el nivel real de desarrollo del alumno, los productos finales del desarrollo. El que el alumno pueda resolver independientemente el problema indica funciones que ya han madurado. Este tipo de problema apunta a medir esos productos finales del desarrollo, pero no permite determinar cuál es el nivel de desarrollo potencial, que

queda a veces evidenciado luego, en la entrevista con el profesor. Seguramente, no todos los alumnos se encuentran a la misma altura en los ciclos y procesos de maduración cuando van a rendir examen. Dice Vygotski: «El nivel de desarrollo potencial de un alumno es el determinado a través de la resolución de un problema bajo la guía de un adulto o en colaboración con otro compañero más capaz. La zona de desarrollo próximo define aquellas funciones que todavía no han madurado pero que se hallan en proceso de maduración.» Sería aconsejable usar el concepto de desarrollo potencial durante el curso, considerando que en el examen se desean evaluar funciones ya adquiridas y que por el tipo de propuesta (escrita; el alumno no dialoga con el docente; las preguntas son finalistas y no guían al alumno) es imposible tomarlo en cuenta.

Se debería individualizar más al alumno para saber a qué altura del proceso está y plantear una estrategia (mediadores) adecuada en la situación de enseñanza-aprendizaje.

De todas formas, es reconocida la difícil aplicabilidad de la idea de desarrollo potencial, puesto que, como dice J. I. Pozo: «resulta difícil aplicar ese concepto de modo específico, en un contexto educativo o experimental. Mientras que la medición del nivel real de desarrollo es fácil, la determinación del desarrollo potencial está sujeta a cierta circularidad. Si el sujeto se aprovecha de los mediadores externamente proporcionados, podemos fijar su nivel potencial, pero si no es así, ¿se debe a que el sujeto carece de potencialidades en ese aspecto o simplemente los mediadores no son

los adecuados? Y en este caso, ¿cómo podemos saber cuáles son los adecuados?

Un recurso posible es la proposición de trabajos en equipos, debiéndose convertir el docente en un atento escucha de los diálogos mantenidos por los alumnos, lo cual facilitará la detección de los grados de desarrollo en los que se hallan las habilidades que se quiere se logren y las desviaciones del camino correcto.

Podría también pensarse, por ahora en la intensificación de técnicas basadas en el aprendizaje asociativo, como por ejemplo:

- a) exposición verbal, no sólo del tema en sí, sino de las dificultades que se encontrarán en este tipo de problemas, apuntando así a la meta-cognición.
- b) refuerzo, tratando de traducir en notas o puntajes elevados (más de los común) cuando realiza bien este tipo de problemas.
- c) exposición de modelos, resolviendo en el pizarrón el mayor número de problemas posible y no despreciando el hecho de que el alumno imite la resolución realizada por el profesor la siguiente vez, pues como dice Vygotske: Una persona puede imitar solamente aquello que está presente en el interior de su nivel evolutivo. El aprendizaje (incluyendo el imitativo) despierta una serie de procesos evolutivos internos capaces de operar sólo cuando el niño está en interacción con las personas de su entorno y en cooperación con algún semejante. Una vez se han internalizado estos procesos, se convierten en parte de los logros evolutivos independientes del niño».

Consecuencias para la enseñanza

Ahora bien, ¿qué recursos se tendrían mediante la instrucción para ayudar a cambiar dicho preconceito, con base en el marco teórico expuesto?

- a) En primera instancia se podrían incluir tareas donde aparecieran fuerzas y velocidades, por ejemplo, antes de definir el concepto de magnitud, para que el alumno las maneje en forma operacional, al igual que lo hace con la masa, el tiempo, etc.,

como se explicaba anteriormente, sin necesidad de que adquiriera el concepto científico, por ahora, y las domine en la acción. Se podrían proponer experiencias con tablero de fuerzas y con fotos estroboscópicas, respectivamente.

De esta forma se lo estaría enfrentando a una situación conflictiva, por la cual sus predicciones basadas en su concepto erróneo no se cumplen.

b) Puesto que los preconceptos son implícitos, se deben explicitar, de modo de lograr una profunda reflexión sobre las ideas del alumno.

c) Con respecto al tipo de ejercicios propuestos:

- por un lado, se deberían agregar más situaciones problemáticas durante el curso en las cuales se tenga que realizar una crítica y que no implique, necesariamente una resolución mediante cálculos. Esto no quiere decir que se dejen de lado los ejercicios que se resuelven numéricamente, sino que no se centren todas las clases en ellos.
- deberían estructurarse los problemas planteados de forma de guiar al alumno. Al principio se mencionó el hecho significativo de que cuando al alumno se le decía «son

vectores», él lo resolvía sin inconvenientes. Se planteó que esto corresponde a la zona de desarrollo próximo o potencial. Contemplando este hecho, se deben incluir en los problemas propuestos algunos ítems que incluyan preguntas como: ¿son estas magnitudes escalares o vectoriales? ¿debe sumarse algebraicamente o geométricamente? Esto se puede hacer en los problemas realizados durante el curso solamente, si se pretende evaluar en el examen procesos ya acabados.

- el trabajo en equipo contempla la posibilidad de detectar si el alumno lo puede resolver con ayuda de otro compañero, lo cual debe ser tenido en cuenta, pues indica funciones en maduración.

Una opinión final

Entre la nueva respuesta del alumno y los estímulos que el docente ofrece existen una serie de procesos (funciones cerebrales) de los cuales, por ahora, se conoce poco y menos aún, se saben manejar.

Constituye un desafío para la neurobiología el estudio de los sustratos biológicos de las funciones mentales (percepción, memoria, conciencia) y a pesar de que aspectos elementales de los mecanismos neuronales que intervienen en varios tipos de aprendizaje se pueden abordar hoy en su nivel celular o incluso molecular, los docentes debemos resignarnos a andar a ciegas, hasta que no se avance más en este campo.

Los mapas corticales están sujetos a constante modificación, dependiendo ésta del uso que se haga de las sendas sensoriales. Como los ambientes en que se nos educa difieren siempre de unos a otros, divergen las combinaciones de estímulos a las que

estamos expuestos y éstos ejercitan de forma dispar nuestras capacidades sensoriales y motrices; síguese que la arquitectura de nuestros cerebros se irá modificando de manera personal.

Esta modificación distintiva de la arquitectura cerebral, junto con la singularidad de la estructura genética, contribuye a constituir la base biológica de la expresión de la individualidad. Por lo tanto, los mismos mediadores, considerados como eficaces, puede que no permitan la construcción del conocimiento de la manera que el docente espera, en todos los alumnos.

La tarea del docente es más difícil de lo que se piensa y está extremadamente sujeta a lo que el alumno trae, lo cual condiciona al docente, pero también al propio alumno, que con una configuración cerebral determinada construirá el conocimiento que su cuerpo y el entorno le permitan construir.

El globo, una forma de aprender ciencia



A. Curiel, D. Cavallo, D. Geinsinger.
Estudiantes de 3er año de Bach. (Opción Ingeniería)
Amadeo Sosa. Profesor de Física

Introducción

Uno de los aspectos fundamentales para enseñar y aprender Ciencia es conocer su estructura. Los alumnos construyen el conocimiento científico a partir de sus representaciones previas, -que pueden ser más o menos erróneas, más o menos intuitivas o más o menos esquemáticas- sobre una determinada situación real o no.

La enseñanza de las Ciencias y en particular de la Física debe apuntar, a nuestro criterio, a promover un cambio en dichas representaciones previas, acercándolas al complejo entramado conceptual y metodológico del conocimiento científico que rige en la actualidad. Una forma de lograr lo anterior es jerarquizar aún más las actividades de aprendizaje, en donde los alumnos deben plantearse problemas, formular hipótesis, contrastarlas experimentalmente, interpretar los resultados, es decir, realizar investigaciones acordes con su nivel de comprensión de la realidad, acercándose de esta manera al quehacer científico.

Paralelamente al enriquecimiento del marco conceptual que se desarrolla durante la Enseñanza Media, es necesario profundizar, diversificar y perfeccionar los procedimientos adquiridos para el estudio de las Ciencias en general y desarrollar actitudes como el rigor, la objetividad, la precisión, flexibilidad, etc.

Se quiebra así el falso dilema entre los contenidos conceptuales y los contenidos actitudinales, ya que las pautas que caracterizan al método científico de la indagación de la realidad, aparecen ligadas a un sistema conceptual organizado y a una cierta disposición actitudinal.

El siguiente trabajo, elaborado en el marco descripto anteriormente, fue realizado en 1994 por uno de los equipos de alumnos de 4º año, cumpliendo con la Unidad 4 del programa vigente. A continuación escriben los autores.

El proyecto

Este trabajo fue realizado como proyecto final del curso de Física de 4º año de Liceo. Cuando se nos planteó tal posibilidad dimos vueltas alrededor de varias ideas: instrumentos ópticos, sensores de presión, etc. hasta que pensamos que lo más interesante sería demostrar algo sencillo: la ley de Arquímedes, mediante algo divertido de construir como fue el Globo Aerostático.

Empezamos a buscar material sobre globos, historia, como construirlo, etc. Encontramos un libro de hobbies y nos dispusimos a hacer todo con las dimensiones que traía el libro. Pero esto no funcionó, ni tampoco al aumentar las medidas proporcionalmente.

Luego de varias pruebas a ciegas, nos sentamos y evaluamos todo. Buscamos asesoramiento y un ingeniero nos dio algunas líneas a seguir, como el volumen de aire que se necesitaría y a que temperatura se levantaría un determinado peso. Tras varios cálculos y usando nuestra matemática básica, comprobamos que el problema era el peso del papel empleado y que el volumen debía ser recalculado teniendo en cuenta la temperatura ambiente. (El libro de hobbies era de procedencia nórdica).

Pasamos entonces a la etapa de construcción. El papel más liviano que encontramos que fue el de seda y utilizamos un pegamento seco en barra, pues logramos un buen pegado con muy poca cantidad.

Las dimensiones finales del globo fueron aproximadamente: 3,0 m de alto, 2,5 m de diámetro máximo y el diámetro de

la boca de 0,50 m. Ahora, quedaba solamente determinar la forma de calentamiento del aire interior. Realizamos algunas pruebas con combustible como por ejemplo: disan, queroseno, etc., pero incendiaban el globo ya que el calentador estaba demasiado cerca del mismo. Encontramos la solución al enviar al interior del globo, extendido sobre el piso, aire caliente desde dos secadores de pelo y un turbo-calefactor. Poco a poco el volumen comenzaba a aumentar y el globo ascendía lentamente hasta colocarse vertical.

Para la presentación del trabajo trajimos unas pesas del laboratorio las cuales fuimos colocando en la canastilla colgante. Llegamos a colgar unos 650 g., un poco menos de lo logrado en las pruebas anteriores, ya que el día era muy cálido y la diferencia de temperaturas -entre el interior y el exterior del globo- fue menor.

Este trabajo nos enseñó mucho, no sólo por la ley que demostramos y lo que ello implica, sino que nos enseñó lo que es la Ciencia y en especial la Física.

Este trabajo fue entregado con un vídeo con animaciones y una carpeta con el informe de trabajo.



CARL SAGAN:

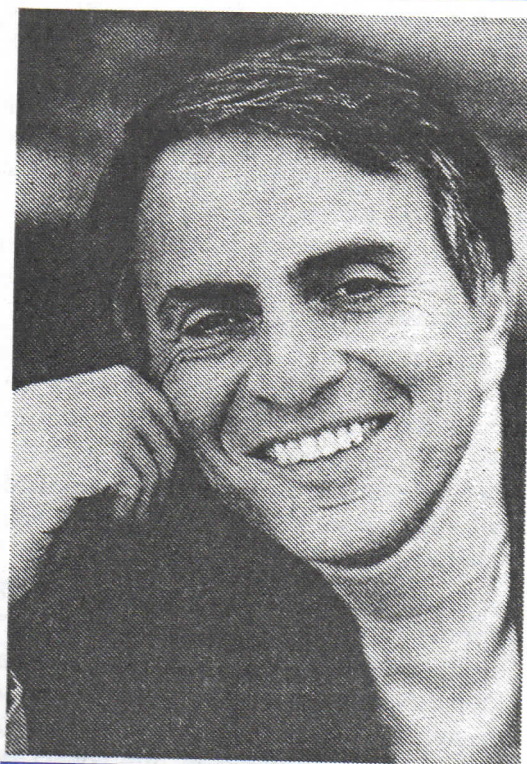
COSMOS Y ALGO MÁS ...

*Fiorella Fava. Estudiante de 4º año del
profesorado de Física del Instituto de
Profesores Artigas*

Carl Sagan un hombre a quien casi automáticamente asociamos con la serie "Cosmos", nació en Brooklyn (New York, EE.UU) a los nueve días del mes de noviembre cuando corría el año 1934.

Al igual que algunos de los más renombrados científicos, no dejaba percibir durante la primaria, la brillantez que lo acompañaría el resto de su vida. En secundaria comenzó a entorsearse un inquieto interés por las novelas de ciencia ficción de Julio Verne, que lo llevarían a acercarse a su pasión por la Astronomía. Más tarde él diría: "Una de las cualidades de la ciencia ficción es la de poder transmitir fragmentos, sugerencias y frases de conocimientos desconocidos o inaccesibles al lector... Los robots de Asimov eran "positrónicos", porque se acababa de descubrir el positrón. Asimov nunca explicó como era que los positrones hacían funcionar a sus robots, pero sus lectores oyeron hablar de positrones... Supongo que en la actualidad hay robots de ciencia ficción en los que intervienen los quarks y que proporcionan una breve puerta de entrada verbal al excitante mundo de la física contemporánea."¹

En 1960 se graduó en la Universidad de Harvard de doctor en Astronomía y Astrofísica, en el 62 fue nombrado profesor de Astronomía en esta universidad donde inició una brillante carrera académica.. Fue consultor y consejero de la N.A.S.A. desde comienzos de los años '60.



Jugó un papel principal en el programa espacial americano desde sus inicios en las expediciones planetarias *Mariner*, *Viking*, *Voyager* y *Galileo*. Ayudó a resolver los misterios sobre las altas temperaturas superficiales de Venus, explicó los cambios estacionales en Marte y la niebla rojiza de Titán (satélite de Saturno).

En 1968 es nombrado profesor de la cátedra David Duncan de Astronomía y ciencias espaciales, y director del Laboratorio de Estudios Planetarios de la Universidad de Cornell, donde trabajó hasta el día de su muerte.

Por sus trabajos, Sagan recibió numerosos premios, incluyendo galardones de la N.A.S.A. por su excepcional aporte científico; y en dos oportunidades el premio Joseph Priestley a su destacada contribución en favor de la Humanidad y la distinción de la Academia Nacional de Ciencias.

¹ extraído de *El cerebro de Broca*. págs.200-201.

Fue elegido Director de la División para Ciencias Planetarias de la Sociedad Americana de Astronomía; presidente de la Sección Planetología de la Unión Americana de Geofísica y Director de la Sección Astronomía de la Asociación Americana por el Avance de la Ciencia. Sirvió como redactor en jefe de la revista ICARUS, principal publicación especializada en estudios sobre el sistema solar, durante doce años.

Sagan recibió también la medalla Oersted junto a otros tantos premios, incluyendo veintidos graduaciones honorarias provenientes de colegios y universidades de todo el país por sus contribuciones a la ciencia, la literatura, la educación y la preservación del medio ambiente.

Ganador del premio Pulitzer en 1978 por su famoso libro "*Los dragones del Edén*"; escritor de una gran colección de obras todas exitosas, por cierto; entre ellas se destaca *Cosmos* acompañada por una serie televisiva de divulgación que consta de trece capítulos, vista por aproximadamente 500 millones de personas en alrededor de 60 países.

Para poder dar ejemplo de la gran humanidad de la que era poseedor este hombre citaremos un hecho que aconteció en nuestro país a mediados de 1993.

Ante la inminente supresión de Astronomía como asignatura de enseñanza secundaria, un grupo de renombrados astrónomos uruguayos deciden enviar una carta en la que solicitan a Sagan interceda en la petición de la continuación de la enseñanza de esta asignatura. Carta que firmó entre otros Julio A. Fernández (director del Departamento de Astronomía de la Universidad de la República) especialista en cometas, conocido a nivel mundial por sus trabajos sobre la procedencia de los cometas de período corto desde la fuente transneptuniana de Kuiper. Como no podía ser de otra manera, Sagan respondió a la brevedad enviando una solicitud de

reconsideración de la medida al Ministro de Educación y Cultura de entonces. Haciendo referencia a su carta, en el momento en que establece una clara diferencia de los distintos usos que se le dá a la ciencia hoy día, hacemos cita de sus palabras: "Somos la primera especie que tendrá en sus propias manos su evolución como tal.

Por vez primera en la historia disponemos de medios para provocar nuestra propia destrucción, intencionada o inadvertidamente. También disponemos, creo, de los medios para pasar de este estadio de adolescencia tecnológica a una madurez rica, colmada y duradera para todos los miembros de nuestra especie. Sin embargo, ya no queda mucho tiempo para decidir por cual de los senderos de la encrucijada encaminamos a nuestros hijos y a nuestro futuro."²

Sin duda alguna la elocuencia y la incomparable capacidad de divulgación científica de "el gran promotor de la Astronomía" como lo define la revista estadounidense *Astronomy*, hace de él casi la única persona capaz de integrar a la ciencia (en casi todas sus áreas) en sus explicaciones y fundamentos. dándole pues más significación y rigurosidad de la que ya posee solo por el hecho de pertenecer a uno de los más grandes portavoces de la ciencia de todos los tiempos.

El Universo perdió uno de los más claros decodificadores de los misterios que este entraña, Carl Edward Sagan muere en el Centro de Investigaciones Oncológicas Fred Hutchinson en Seattle a los veinte días del mes de diciembre de 1996. Sagan será recordado como un gigante en Astronomía por su inigualable habilidad para comunicar ideas complejas de modos muy simples.

Nota: La autora agradece la información aportada por los astrónomos Dr. Julio Fernandez y Oscar Martínez.

² extraído de : *El cerebro de Broca* pág65.

Ithaca, New York. Setiembre 10, 1993

Estimado Dr. Mercader:

Me he enterado recientemente que el gobierno uruguayo ha considerado suprimir la enseñanza de Astronomía en los liceos públicos. Si esto es verdad, le pido reconsiderar el problema.

La Astronomía fue la senda a través de la cual nuestra civilización inició el desarrollo de la física newtoniana, esto dio paso al despertar de la tecnología en el mundo moderno. Las reliquias astronómicas han sido un buen camino, creo sin duda el mejor, para introducir a los jóvenes a la ciencia. No sólo porque permite acercarlos a los logros de la misma, sino además, y esto es más importante aún, a los métodos científicos. A veces la ciencia puede ser usada para bien o para mal, el futuro pertenecerá a aquellas naciones con fuerte desarrollo científico.

En suma la, astronomía provee reales respuestas para las profundas interrogantes sobre el origen y el destino de la vida, los mundos, el sol, las estrellas y el universo.

Toda la cultura humana ha dedicado grandes esfuerzos para intentar responder tales cuestiones. Tenemos la fortuna de que la Astronomía haya permanecido viva desde los primeros tiempos de la historia y ahora algunas de estas respuestas están disponibles y prontas para ser comunicadas a los que no son especialistas.

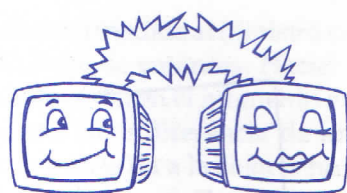
Por todas estas razones creo que continuando la orgullosa tradición uruguaya de enseñar Astronomía en las escuelas secundarias se beneficiará no solo su nación, sino más aún, la especie humana.

Con mis mejores deseos, cordialmente.

Carl Sagan.

Una aventura fascinante: Navegar en Internet

Julia Leymonié Sáenz



Internet se ha constituido, en los últimos tiempos, para muchísimas personas en el mundo, en una importante herramienta de trabajo pero también, en un interesante pasatiempo de fin de semana.

¿Qué es Internet?

No es de fácil definición. Para algunos Internet es un enorme conjunto de bibliotecas las cuales albergan una vastísima y siempre creciente información. Para otros es una red de redes de computadoras locales interconectadas a través de protocolos técnicos denominados TCP/IP, que producen como resultado una gran red planetaria: recurso global, con servidores en cada continente. También puede ser vista como un enorme organismo, el más grande del planeta, capaz de autoreproducirse indefinidamente. Pero también es un conjunto de personas que actúan ellas mismas como si fueran recursos y que desean compartir sus conocimientos con el mundo. De hecho cuando usted mismo, como usuario, interactúa en la red compartiendo información con otros usuarios, se convierte en Internet.

Más allá de la definición que cada uno tenga de Internet, la idea de navegar en un mar de información proveniente del mundo entero produce en el usuario una fascinación irresistible. Este medio de comunicación, donde miles de voces hablan a la vez, brinda la posibilidad de introducirse en un foro internacional donde personas de diferentes culturas cooperan compartiendo sus conocimientos, sus tiempos y sus esperanzas.

La idea de "superpista de la información" es una buena metáfora: información

que circula a gran velocidad recorriendo grandes distancias, con muchas rampas de acceso y destinos potenciales.

Verdaderamente Internet funciona parecido a un sistema de autopistas. Hay rutas de datos de alta velocidad llamadas *columnas vertebrales* que sirven para conectarse a las principales redes; también existen enlaces donde la información circula a menor velocidad a través de los que las redes locales se unen a Internet. No todas las redes están, ni es necesario que lo estén, directamente conectadas, ya que la belleza del sistema radica en el concepto de *interconexión*. Es posible llegar de red en red hasta donde se quiera y obtener la información deseada.

Los usuarios ya imaginan reemplazos electrónicos del sistema postal convencional y la integración de los medios de comunicación en servicios de información y entretenimiento en línea. El poder que emana de Internet nos hace pensar que no estamos muy alejados de alcanzar lo que los más osados futuristas puedan imaginar.

Sin embargo ya existe preocupación por asegurar que esta superpista de la información asegure protección para los derechos individuales. La Electronic Frontier Foundation (EFF) se encuentra realizando activas campañas para que se resguarden esos derechos de las personas.

¿Cuándo nació Internet?

Hace más de 30 años los estrategas militares del Departamento de Defensa de los Estados Unidos se encontraban muy preocupados, no sólo por sobrevivir en caso de una posible guerra nuclear, sino también por la comunicación entre las bases militares que lograran sobrevivir. Imaginaron una red de control (DARPAAnet) que conectara bases y puestos de mando de estado en estado, aún cuando estuvieran sometidos a ataques nucleares directos.

El desarrollo de este proyecto dio origen, a fines de los años 60, a una red de computadoras denominada ARPAnet. Esta propuesta conectaba las computadoras como *unidades funcionales de igual nivel*, donde cada una tenía el mismo estado en la red. A su vez permitía que diferentes tipos de computadoras se comunicaran, de modo que si algunas piezas de la red eran destruidas, la información igual podría encontrar un camino para llegar a su destino.

Durante los 70 y los 80 ARPAnet continuó creciendo y aparecieron otros servicios y redes (como USENET y BITNET) y el correo electrónico comenzó a tomar proporciones muy considerables.

En el año 1986 ARPAnet fue reemplazada por un sistema más potente denominado NSFnet (National Science Foundation network) que cambió para siempre el ámbito de Internet: ya el manejo de las comunicaciones dejó de estar exclusivamente en manos de los militares, los académicos y las grandes corporaciones para pasar a ser también accesible al ciudadano común.

Más gente usando Internet significó mayor tráfico en la red, lo cual hizo más lentas las comunicaciones, demandando el desarrollo de soluciones con el fin de mejorar la accesibilidad.

¿Quiénes son los usuarios?

Cualquiera puede ser usuario de Internet: hoy se dispone de herramientas amigables, muy potentes, que hacen del acceso a Internet una tarea fácil y placentera. También existen usuarios que proveen la conexión a Internet y usuarios proveedores de información.

Ser usuario de Internet permite, entre otras cosas:

- enviar y recibir correo electrónico
- intercambiar ideas con otras personas en foros públicos a través de USENET

- copiar archivos de y hacia otras computadoras con FTP
- conectarse con otras computadoras en Internet con TELNET
- recorrer y buscar directorios de información con GOPHER
- buscar información lejos y cerca con servicios como VERONICA, ARCHIE o WAIS
- ver documentos, examinar, buscar datos y recorrer otros recursos en Internet mediante el World Wide Web

¿Quién administra y controla Internet?

Internet esta dirigida por un grupo de "voluntarios" organizados en una sociedad denominada ISOC. Esta sociedad designa un consejo, el Internet Architecture Board, quienes determinan los estándares, recursos y domicilios de red, etc. Otro grupo de vo-

luntarios, el Internet Engineering Task Force, aborda las cuestiones más concretas de las operaciones de Internet. La administración de Internet es una prueba de que el éxito y la operatividad de una empresa no depende de las típicas propuestas de dirección vertical.

¿Internet es gratis?

Mantener las máquinas que funcionan como servidores de Internet es muy caro. Existen grupos de usuarios (individuos o instituciones) que corren NSFnet que pagan para proveer la información que ofrecen en Internet. También los usuarios comunes pagan por los servicios del proveedor de Internet y dado que la conexión es vía telefónica pagan también la cuenta de teléfono correspondiente.

Por otra parte los proveedores de servicios, en nuestro país Antel-Adinet, pagan por el arrendamiento de las líneas de comunicación de alta velocidad y también pagan para acceder al Commercial Internet Exchange.

Originalmente el uso de Internet estaba reservado a la educación y la investigación, no permitiéndose las actividades comerciales. Estas restricciones se han ido flexibilizando en los últimos tiempos, creándose incluso redes especiales para intercambio comercial.

Internet está actualmente experimentando un auge dentro del mundo de los negocios; probablemente este espíritu empresarial está conduciendo hoy en día las fuerzas para expandir Internet mucho más allá de lo que sus creadores lo imaginaron.

Lo mejor de Internet

Sin duda la herramienta más conocida de Internet es el World Wide Web mediante la cual es posible buscar y ver documentos, examinar datos y recorrer otros recursos.

La tecnología Web fue originalmente desarrollada para contribuir a la comunicación de datos en el CERN, laboratorio europeo de física de partículas, ubicado en Suiza. A partir del año 1992 el Web trascendió los límites del CERN y su uso y crecimiento se extendieron en forma explosiva.

La rápida expansión del Web se podría atribuir en parte al desarrollo de una tecnología que maneja un tipo de documento denominado "hipertexto", agrupado por el protocolo de transferencia de hipertexto:

http. A diferencia de los documentos comunes cuya información es estática, el hipertexto permite ligas interrelacionadas con otros documentos de modo que el usuario puede saltar de un tópico a otro, con sólo hacer "clic" con el botón del mouse en la palabra o imagen señalada. Esta posibilidad permite comenzar la búsqueda de una información en la Universidad de la República y en pocos minutos encontrarse en la de Yale, París o Sydney.

El CERN mantiene una Biblioteca Virtual que es un documento en hipertexto: la primer página que se ve cuando se accede a la Biblioteca Virtual es una lista alfabética de puntos de inicio para la investigación.

ALGUNAS DIRECCIONES DE INTERÉS

Biblioteca del Instituto de Física de la Universidad de Río Grande do Sul:

<http://www.if.ufrgs.br/bib/index/.html>

Biblioteca del Instituto de Informática de la Universidad de Río Grande do Sul:

<http://tucano.inf.ufrgs.br/biblioteca/biblio.html>

Biblioteca del Instituto de Física de la Universidad Federal Fluminense:

<http://www.if.uff.br/-tjpp/bifisica.html>

Instituto Tecnológico de Massachusetts: MIT SIPB

<http://www.mit.edu.8001>

Y para quienes quieran saber el estado del tiempo:

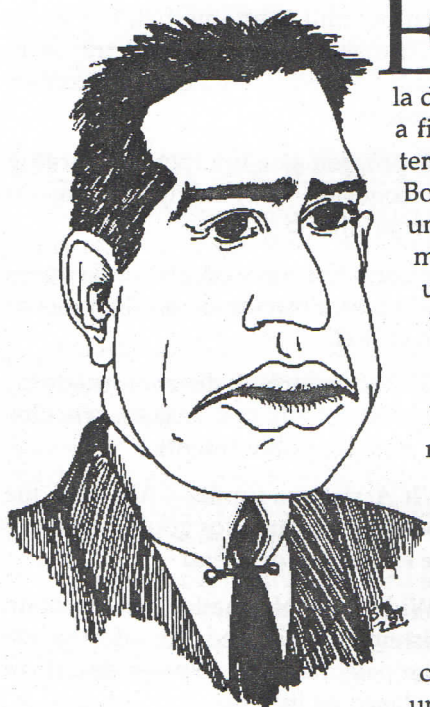
<http://rs560.cl.msu.edu./weather/>

GLOSARIO

- ARCHIE:** sistema para localizar archivos que se pueden bajar de Internet mediante FTP anónimo
- ARPAnet:** Advanced Research Project Agency net
- CERN:** Conseil Européen pour la Recherche Nucleaire
- correo electrónico:** E-mail, mensajes que son remitidos a una persona en una computadora para ser enviados electrónicamente
- en línea:** estar listo para operar conectado electrónicamente o disponible en una red
- FTP:** File Transfer Protocol (protocolo de transferencia de archivos), normas convenidas para la interacción electrónica a través de Internet para transferir archivos de una computadora a otra
- FTP anónimo:** es un protocolo de transferencia de archivos que permite que cualquier usuario transfiera archivos del servidor hasta su propia computadora
- GOPHER:** sistema basado en menus para encontrar directorios en Internet
- hipermedia:** hipertexto combinado con gráficos, sonidos, video, etc.
- hipertexto:** texto que incluye ligas a otros documentos
- HTML:** Hyper Text Markup Language, lenguaje para hacer texto común en documentos Web
- HTTP:** Hyper Text Transfer Protocol (protocolo de transferencia de hipertexto), normas convenidas para la interacción electrónica que se lleva a cabo en la transferencia de documentos Web
- ISOC:** Internet Society, grupo de personas que dan soporte y dirigen Internet
- protocolo:** grupo de normas estandarizadas convenidas para que se produzca una interacción electrónica
- servidor:** una computadora que sirve, o sea que provee material a un cliente (computadora conectada al servidor)
- TCP/IP:** Transmission Control Protocol/ Internet Protocol, normas convenidas para la interacción entre dos computadoras en Internet, enviando información empaquetada a través de múltiples redes hasta que alcanzan su destino
- TELNET:** programa de Internet que permite la conexión entre computadoras en forma directa
- URL:** Uniform Resource Locator, es la dirección o localización de un documento en el Web
- USENET:** red informal de computadoras que intercambian mensajes, artículos o noticias públicamente
- VERONICA:** sistema similar a ARCHIE que permite buscar sitios gopher mediante elementos de menú
- WAIS:** Wide Area Information Service, es un sistema de búsqueda de información por palabras clave en bases de datos a lo largo de Internet
- World Wide Web:** "ancha telaraña mundial" red de documentos de diferentes tipos, cada uno conectado a otro mediante ligas de hipertexto incrustadas en el propio documento.

Lento no es sinónimo de incompetente

Niels Hendrik David Bohr (1885-1962): físico teórico danés, aplicó las ideas de los fotones y los estados energéticos a una mejor comprensión de la estructura del átomo. El y sus colaboradores constituyeron la piedra fundamental en el desarrollo de las modernas teorías cuánticas. Fue premio Nobel de Física en 1922 por el estudio de la estructura y de las radiaciones de los átomos.



Es prácticamente imposible describir a Niels Bohr para una persona que nunca trabajó con él. Probablemente su cualidad más característica era la de lentitud de su pensamiento y comprensión. Cuando a fines de la segunda década del siglo y principios de la tercera el autor de este libro fue uno de los muchachos de Bohr que trabajaban en su Instituto de Copenhague con una beca de Carlsberg (la mejor cerveza del mundo), tuvo muchas ocasiones de observarle. Al atardecer, cuando un grupo de discípulos de Bohr trabajaban en el Instituto Paa Blegcampsvejen discutiendo los últimos problemas de la teoría de los cuantos o jugando al ping-pong en la mesa de la biblioteca con tazas de café en ella para hacer más difícil el juego, aparecía Bohr diciendo estar muy cansado y que le gustaría "hacer algo". Hacer algo significaba indefectiblemente ir al cine, y las únicas películas que le gustaban eran las tituladas "Lucha a tiros en el rancho Lazy Gee" o "El jinete solitario y una muchacha si". Pero era penoso ir con Bohr al cine. No podía seguir el argumento y nos preguntaba constantemente, con gran enojo del resto del público, cosas como esta: "¿Es esta la hermana del cowboy que mató de un tiro al indio que trataba de robar un rebaño de ganado

que pertenecía a su cuñado?"

La misma lentitud de reacción mostraba en las reuniones científicas. Muchas veces, un joven físico visitante (la mayoría de los físicos que visitaban Copenhague eran jóvenes) hablaba brillantemente de sus recientes cálculos sobre algún intrincado problema de la teoría cuántica; todo el mundo en el público comprendía claramente el razonamiento, menos Bohr. Todos empezaban entonces a explicarle la sencilla cuestión que no había entendido, y en medio de la baraúnda acaba todo el mundo por no entender nada.

Por último, después de mucho tiempo, Bohr comenzaba a comprender y resultaba que lo que él había comprendido sobre el problema presentado por el visitante, era absolutamente distinto de lo que éste pensaba, y su interpretación era la correcta, mientras que la del visitante estaba equivocada.

(Extraído de "Biografía de la Física" de George Gamow).

TITULO:

"Miedo a la Física"

[Una guía para perplejos]

AUTOR:

Lawrence M. KRAUSS

EDITORIAL:

Andrés Bello - Santiago de Chile - [Segunda Edición]

DISTRIBUIDOR:

Losa Libros Lda. - Colonia 1551; Montevideo - Uruguay

«Los físicos simplifican el mundo fundándose en una intuición razonable, pero mas a menudo lo hacen porque no tienen otra opción»; «superficialmente, el mundo es un lugar complicado. En su interior parecen funcionar algunas reglas simples. Una de las metas de la Física es revelar esas reglas».

Estas frases, extraídas en forma textual, son algunas ideas de partida que se discuten en un libro titulado «Miedo a la Física», subtítulo «Una guía para perplejos» y que en fecha reciente ha enriquecido nuestro mercado bibliográfico.

Si deseamos resumir en una frase esta publicación, debemos decir que se trata de un libro que NO debe pasar inadvertido.

Por sus contenidos, por la cohesión de su planteo y por la forma en que el autor, un relevante físico profesional, traslada al lenguaje escrito. Estimamos, sin temor a equivocarnos, que estamos aquí ante un libro que DEBE ser leído atentamente por todos los Docentes de la disciplina.

Mas aun: pensamos que se trata de una lectura casi INEVITABLE Y PREVIA, a otros emprendimientos. Tal vez, sea conveniente precisar este concepto.

En otra oportunidad, nos referimos al libro de Franco SELLERI, «FISICA SIN DOGMA». La obra que ahora nos ocupa, es una lectura previa. Es interesante descubrir la postura a veces operacionalista, a veces extremadamente imaginativa y artística que adornan al pensamiento del autor y esta enorme construcción intelectual que llamamos FISICA. No es el pensamiento positivo ingenuo, y tampoco es el discurso especulativo a ciegas. En este sentido, el libro encierra un mensaje, que estimamos no puede ser ignorado: la Física es una construcción especulativa, inacabada, y VIVA.

Por ello, se trata de una lectura ESENCIAL para Docentes de la disciplina, que verán así actualizadas y modificadas, concepciones estáticas y no vigentes. En esta dirección, el autor señala: «nunca podemos probar que algo sea verdadero; solo podemos probar que sea falso». La concepción de una Física semejante a una «obra finalizada», modo de pensar del hombre común, es una tesis errónea sobre la cual el autor trabaja desde la primera hasta la última página: «la Física solo tiene futuro en la medida en que la teoría actual este incompleta».

A lo largo de 250 páginas, y en tres grandes bloques (titulados Proceso, Progreso y Principios) subdivididos en solamente seis excepcionales capítulos, el autor desgrana en forma precisa, amena y sin decaimientos en el interés, aspectos esenciales del pensamiento físico. Aborda las grandes teorías de siglos anteriores (Física newtoniana, Electromagnetismo del siglo XIX); las teorías de nuestro siglo (Física Cuántica, Relatividad Especial y General), la Física de Altas Energías, la Cromodinámica Cuántica, las Teorías de Unificación del Electromagnetismo y la Interacción Débil y gran parte de los problemas físicos de nuestros días.

Todo este desarrollo, se adereza con datos anecdóticos que juegan a lo largo del texto un rol de «distractor constructivo», que acercan al lector a los grandes pensadores de la Física.

Así, desfilan menciones concretas sobre personalidades conocidas y sobre otras que tal vez no lo son tanto para el público

común, a través de sus mas notorias concepciones y modelos: Albert Einstein, Werner Heisenberg, Niels Bohr, Max Born, Erwin Schrödinger, Richard Feynman, Hans Bethe, Murray Gell-Mann, I.I. Rabi, Willis Lamb,....entre otros.

¿Como piensan los físicos ante un problema concreto? ¿en que grado sus concepciones reflejan la «realidad de la naturaleza»? ¿que opinan los creadores de los modelos sobre su significado? ¿como se abocan a la búsqueda de las constantes fundamentales que regulan la evolución del mundo físico? ¿todos los problemas de la Física Moderna, son «modernos»? ¿es posible construir una Teoría del Todo (T.O.E., «Theory Of Everything»), que no dependa de la escala?

La sola mención de estas cuestiones, nos dice mucho acerca del terreno abordado por este singular autor. A pesar de la estatura de estas interrogantes, las respuestas son de una naturalidad y sencillez, fundadas en la evidente pericia del Dr. KRAUSS.

El escrito oscila continuamente entre lo conocido y los temas «de punta». La geometrización del espacio-tiempo, nos lleva a Einstein y mediante un análisis crítico claro, SENCILLO y preciso, nos explica la esencia del modelo de Newton, y el significado de los avances galileanos.

Los Principios Variacionales, nos llevan a Fermat; el análisis de la «SIMETRÍA FÍSICA» nos acerca a Lagrange, a Hamilton y al importante Teorema de Noether, descubierto en la década de los años 30, y de importancia fundamental, en la comprensión profunda del concepto de «CONSERVACIÓN».

Hay una mención especial a la famosa reunión de Shelter Island, realizada en 1947, donde la Física experimentó un viraje en su camino, que condujo con el tiempo al modelo de Feynman-Schwinger-Tomonaga, a partir del cual se comenzó a comprender la naturaleza de la Interacción Débil.

En otro lugar, se plantea una precisa y clara mención al modelo Gross-Wilczek-Politzer, probablemente, primera gran Teoría alternativa sobre la Interacción entre «quarks» conocida como «Cromodinámica Cuántica».

No se trata solamente de una colección de temas de Física. Si así fuera, no se trataría de algo muy diferente de otras obras conocidas.

Muy por el contrario, el autor se ha preocupado con éxito resaltable, de informar al lector sobre los Principios Fundamentales que regulan desde la visión de un físico, toda la naturaleza de la «realidad». Todo ello, con una acertada complementación indagatoria de carácter epistemológico y con señalable humor: «No me preguntes por el significado de la vida. (Ni siquiera se como funciona la tostadora!» (frase del film «Hanna y sus Hermanas», de Woody ALLEN según recordamos).

Hay que regocijarse, cuando hace su aparición un libro como el que motiva este comentario. Por tratarse de un aporte concreto, escrito con el sentido de una EXCELENTE DIVULGACIÓN. Lo recomendamos con entusiasmo, en la seguridad de que su lectura atenta mas de una vez, llevara al lector al descubrimiento de un mundo nuevo, cambiante, inteligente, artístico y creativo.

Mario R. GUERRA

Eventos Científicos

URUGUAY:

VII Encuentro Nacional de Profesores de Física

23 al 26 de junio de 1997. Telefax: 598 2 48 68 02. Guaviyú, Paysandú

ARGENTINA:

X Reunión Nacional de Educación en Física

Mar del Plata. Argentina

27 al 31 de octubre de 1997. Inscripciones: 50 US

Comunicarse con Roberto Stimler (Facultad de Ingeniería Juan B. Justo 4302 7600

E-mail: stimler@mdp.edu.ar

o con Marisa Cotignola (Tel. 0054 21 213792)

CUBA:

II Evento Científico Metodológico sobre la Enseñanza: "Varona 97"

21 al 24 de octubre de 1997. Inscripciones: 70 US. IPLAC . Fax: 33 0345 La Habana

Taller Internacional de Biotecnología

8 al 10 de julio de 1997. Instituto Pedagógico "Juan Marinello". Fax: 5 3393 Matanzas

VI Taller Internacional "Hacia la Educación del Siglo XXI"

Organizado por: Instituto Pedagógico Latinoamericano y del Caribe (IPLAC)

Asociación de Educadores de Latinoamérica y el Caribe (AELAC)

Sind. Nacional de Trabajadores de la Educación, la Ciencia y el Deporte (SNTECD)

15 al 19 de diciembre de 1997

Centro de Convenciones de Cojimar, La Habana

Inscripciones: 100 US

Tel: 97 4150 97 4157 97 4159 Fax: 33 1697

Se anuncia el VII Taller para 1998, del 14 al 18 de diciembre

BRASIL:

II Seminario Internacional sobre la Teoría de las Inteligencias Múltiples,

con la presencia de Howard Gardner

21 y 22 de julio de 1997. PUCRS/pos-graduação em Educação

Inscripciones: 30 US

Tel: 051 339 1511 Fax: 051 339 1564

E-mail: Edupucrs@music.pucrs.br

Second International Conference on Industry Education Cooperation

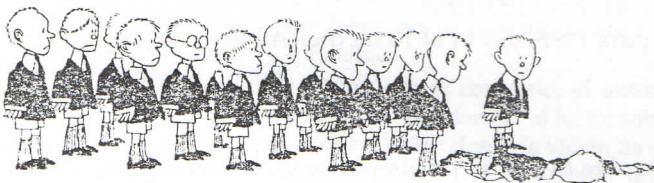
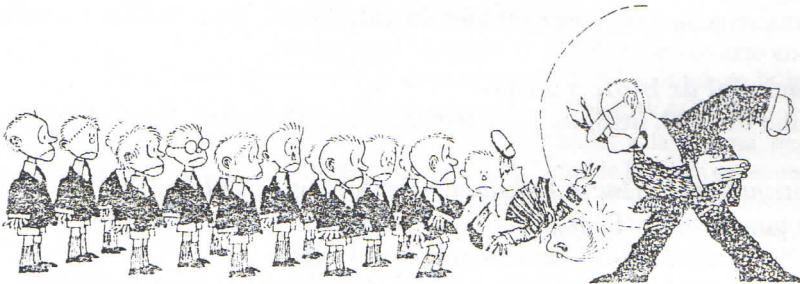
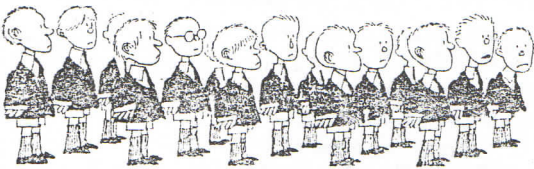
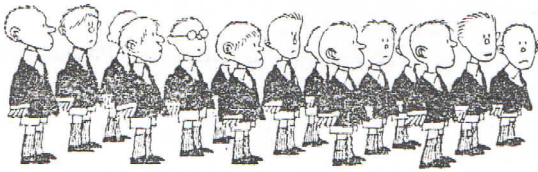
7 al 12 de dic 1997. Sao Paulo-Brasil

Comunicarse con: Reyko Isuyama Instituto de Química de la USP

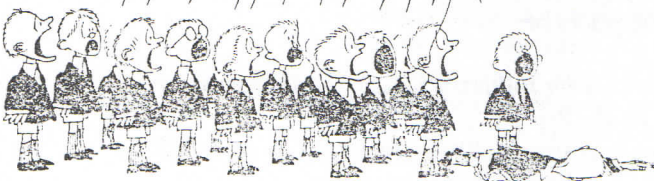
cp 26077 / cep 05599-970 Sao Paulo. Brasil

fax 0055118155579. E-mail risuyama@quim.iq.usp.br

LA MEJOR MANERA DE EDUCAR ES CON.....?



¡¡ CON EL EJEMPLO, SEÑOR PROFESOR!!!



EDICIONES



Mercedes 1786

Telefax 48 69 85

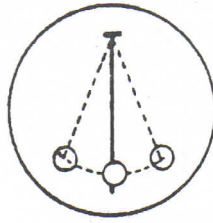
11200 Montevideo

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

Compartamos inquietudes.

18 de Julio 1953 Piso 7 Oficina 26
Montevideo - Uruguay

Asociación de
Profesores
de Física



del Uruguay

Entrevista al Dr. Mario Wschebor: Decano de la Facultad de Ciencias

Realizada por la profesora
María Garcimartín.

¿Cuáles son los antecedentes que existen de cooperación de la Universidad con la ANEP, cuáles son las relaciones actuales entre ambas instituciones?

No estoy en condiciones de tener una respuesta completamente general porque yo no manejo las relaciones de la Universidad con la ANEP. Lo que sí puedo decir es cuáles son las cosas que conozco, cuáles son las cosas que hemos intentado hacer desde la Facultad de Ciencias.

Entre el año 1992 y 1994 funcionó una llamada Comisión de Investigación en Educación en Matemática, en la cual participó la Universidad y la ANEP, y cuyo resultado creo que más bien debe considerarse una frustración.

La iniciativa fue acompañada por las autoridades de la ANEP de la época. Hubo una participación muy activa primero de Daniel Corbo, que era el Director General de Secundaria, luego de Miguel Bujosa, y finalmente de Juan Gabito, Presidente de la ANEP. También participó Beatriz Macedo.

Pienso que la razón principal de la frustración fue la hostilidad de ciertos sectores que están en los puestos directivos de la ANEP (Inspectores, personas con poca formación, etc.) a mantener una relación significativa con el medio de los investigadores académicos.

¿Cuál era el objetivo de la instalación de esa comisión?

Objetivos muy diversos. La intención era preparar un diagnóstico primero de la situación, para luego impulsar medidas concretas en las áreas fundamentales: formación docente, textos, programas; los diversos problemas técnicos que aparecen. Todo esto referido exclusivamente a Matemática.

En segundo lugar, existen una serie de iniciativas que han sido exitosas dentro de las áreas del PEDECIBA. Pero se trata de cosas muy puntuales. Por ejemplo, las áreas del PEDECIBA, Matemática, Física o Química ha financiado algunas clases prácticas, la construcción de algunos aparatos, instancias en las cuales lo que se produce fundamentalmente es una interacción entre investigadores académicos y profesores de enseñanza media que es muy fructífera pero muy puntual, y que ha tenido el carácter más bien de pequeños ensayos piloto que de ataque a los grandes problemas, cosa que no podía ser de otra manera.

En tercer lugar a fines del año 94, se firmó un convenio entre la ANEP y la Universidad, que no ha entrado en vigencia, destinado a crear nuevas vías para la formación inicial de profesores de la enseñanza media a través de la Universidad.

Yo me restringo en esto al área de Ciencias por dos razones: primero porque no quiero opinar acerca de lo que pasa en las áreas humanísticas en general, porque simplemente no tengo el conocimiento suficiente para poder hacerlo. Y en segundo lugar, porque lo que sí estoy convencido es que las áreas críticas fundamentales de la formación de profesores de enseñanza media, tanto para los reciclajes como para la formación inicial, está en las Ciencias Naturales y Físico-Matemáticas. De modo que creo que allí están los dos problemas fundamentales, las carencias básicas del IPA, la mediocridad del plantel docente mirado en general, hay algunas excepciones, y también la mayor desprofesionalización del punto de vista de los docentes que están en el ejercicio de la enseñanza media.

De la misma manera que del IPA y de los programas de formación de la enseñanza media han surgido muy distinguidos intelectuales de las áreas respectivas, eso no ha ocurrido ni podía ocurrir en las áreas de las Ciencias llamadas duras. Y es por eso que es un sector en el cual la interacción entre el medio académico y el medio de la formación de profesores adquiere una importancia mayor. Es más crítico, hay mayores carencias, y no hay soluciones a la vista sin la participación del medio profesional académico.

En estas áreas, lo que el acuerdo firmado y no aplicado habilitó, fue que pudiera haber una formación inicial de profesores de educación media que tuvieran la formación técnica del área respectiva en la Universidad, y una formación didáctica y una práctica docente en el ámbito de la ANEP. Esto se justifica por una multitud de razones que no es ahora el momento de analizar, y parte del reconocimiento de que nosotros tenemos programas de formación que pueden ser hábiles para la formación técnica específica de profesores de Educación Media, pero no tenemos programas de educación o de formación docente que sean hábiles desde el punto de vista didáctico, desde el punto de vista de la práctica docente. Sería un error, en mi opinión, en las condiciones actuales, que la Universidad asumiera este último aspecto. No hay dentro de la Universidad ni el personal competente especializado, ni tampoco las condiciones materiales y el entorno. No se puede pretender que las personas hagan prácticas docente sin tener el sistema educativo para ello.

De modo que ese acuerdo fue firmado, nosotros como Facultad de Ciencias, de acuerdo a lo que el acuerdo establecía indicamos cuales eran los requisitos técnicos que considerábamos básicos para la formación de un profesor de enseñanza media en Matemática, en Física, en Biología y en Geología. Son un cierto número de materias que se dictan en la Facultad, no quiero entrar en detalles en este momento, pero en conjunto estamos hablando de aproximadamente los cinco primeros semestres. Nosotros en algunas áreas como Matemática, Física y Geología, tenemos una capacidad instalada que a un costo prácticamente nulo, por no decir completamente nulo, permitiría hacer que los jóvenes que desean orientarse a ser profesores de educación media pudieran tener la formación técnica aquí a un nivel completamente distinto que el que pueden obtener en el IPA. Al país no le costaría prácticamente nada, para los jóvenes sería bueno desde el punto de vista de su formación, mejoraría la interacción entre el sistema académico y el sistema de la educación preuniversitaria y además, y esto es lo más importante en mi opinión, abriría para los jóvenes la alternativa de no tener que hacer una opción prematura acerca de cual va a ser su vida profesional. Porque un joven en lo que se interesa es en Biología, al principio suele no saber si quiere ser profesor de educación media, trabajar en la Biología aplicada en la actividad industrial, o ser un investigador académico, y en este caso, cuales van a ser sus orientaciones.

¿Este trabajo partió de una iniciativa de la Facultad de Ciencias?

Esto fue una comisión conjunta que trabajó entre ANEP y la Universidad y que concretó ese acuerdo que fue firmado en noviembre del año 94, aprobado por el Consejo Directivo Central de la Universidad y por el CODICEN. Ha sido bloqueada su aplicación. Expresamente ha habido una declaración del Director de la ANEP en el sentido que él considera que ese acuerdo no debe ser aplicado, que no tiene mayor interés. Ese acuerdo tampoco abre una vía exclusiva para la formación inicial de profesores de la educación media, es una alternativa a otras vías de formación. Pero dadas las condiciones del país, tiene que haber un conjunto diverso de vías de acceso a la formación de profesor, que garantice sin embargo, una formación profesional. Porque yo creo que el problema de la desprofesionalización es el problema número uno.

Actualmente nosotros hemos propuesto desde la Facultad de Ciencias toda nuestra colaboración a los efectos de brindar la infraestructura académica de la facultad, para estos propósitos.

La Facultad tiene una infraestructura física y de laboratorios, pero tiene fundamentalmente la calidad humana del personal académico. En este momento, 170 miembros de su personal académico tiene un diploma de posgrado, un poco más de la mitad un doctorado y el resto una maestría. Me atrevo a afirmar que más del 80% en los mejores lugares del mundo.

Que pongamos a disposición de la ANEP este personal académico para ser utilizado en programas conjuntos que podemos difundir, y que no sea utilizado, nos parece un hecho negativo para la educación. Y un desaprovechamiento de los recursos nacionales en un sector en el cual es crítico el problema de quienes van a ser los formadores de los formadores en las áreas de ciencias. Porque en el área de humanidades, en las áreas de Historia, de Letras, de Filosofía y de Ciencias Sociales, evidentemente hay una tradición en el país vinculada con la educación media y con los formadores de educadores medios, que no existe en ciencias y que no se puede sustituir simplemente por un acto mágico. Nosotros estamos a la orden.

Ultimamente hemos sido invitados por el grupo que está trabajando para la preparación de las actividades de los centros del interior, para participar en una comisión en Matemática. Y efectivamente la Facultad ha designado al profesor Fernando Pelaez, que es profesor del Centro de Matemática de la Facultad, y participa en esa comisión y además preside esa comisión. De modo que eso es un pequeño pasito hacia adelante dado por la ANEP en este sentido de manera relativamente oficiosa. Nosotros estamos dispuestos a colaborar bajo cualquier modalidad, no nos interesa el aspecto formal.

Es decir que ¿ellos establecen un vínculo con la Facultad pero sólo en Matemática?

En este momento y muy recientemente, lo único que nos han pedido de manera oficiosa, y lo hemos hecho, es la designación de una persona para trabajar en esta comisión. Nosotros estamos dispuestos a participar de todas las maneras que sean necesarias, pensamos que esto es una alta prioridad nacional, forma parte de nuestras responsabilidades colaborar en los temas que se determinen con el gran potencial científico que es el plantel de la Facultad de Ciencias en las áreas de Matemática, Física, de Biología, de Geología. Estamos dispuestos a hacer

lo que sea necesario, a participar en la discusión en la orientación de los programas, y en las acciones concretas relativas a la formación de profesores o a la formación de formadores de profesores. Podemos hacerlo a través de conferencias aisladas o a través de cursos completos, en Montevideo o en el interior del país, en las condiciones que sean determinadas, simplemente respetando un mínimo de razonabilidad sobre este problema. Nos parece que pensar en formar profesores de ciencias sin atender a la opinión y a la acción de la comunidad científica es un error.

Recientemente se han creado en diversos lugares del país los llamados Centros de Capacitación. ¿Ud. considera que este es el camino para dar una solución radical al problema de la calidad en la formación de los docentes de Enseñanza Secundaria? Desde su perspectiva, ¿cómo debería prepararse a los futuros profesores de Enseñanza Media?

El tema de cómo deben organizarse los Centros de Capacitación en el interior del país y en todo el país es un tema delicado, que requiere una proximidad al problema que yo no tengo, y me parece que no puedo improvisar una respuesta.

Lo que si quiero decir es que tanto la Universidad como la capacitación docente han tenido una muy fuerte centralización montevidéana en toda la historia del país. Yo soy partidario de crear un Universidad en el interior del país y Politécnicos en el interior del país a nivel de la formación superior, y considero que es positivo crear en el interior del país centros de formación de profesores. Me parece necesario, creo que es una gran necesidad nacional, no solamente por los resultados que se reflejan en la diferencia de formación que tienen los estudiantes, por lo menos en ciencias, en el interior del país con respecto a Montevideo, que es en gran medida fruto de la capacitación del personal docente, sino también por otras razones más generales que sería un poco extenso mencionar aquí.

De modo que con el principio de la descentralización real (no con la proyección al interior del país de los vicios del sistema montevidéano) estoy de acuerdo. Ahora, la manera de hacerlo en este caso, que se refiere a la formación de profesores en enseñanza media no es mi especialidad, y creo que eso requiere una experiencia y una reflexión que yo no tengo como para emitir un juicio sobre lo que se está haciendo.

¿La Universidad se ha planteado la posibilidad de hacerse cargo de la preparación de los docentes?

Creo que actualmente la Universidad no está en condiciones, no tiene ningún instituto ningún lugar donde haya una formación didáctica y una práctica docente que esté al nivel de lo que se requiere. La formación de profesores de enseñanza media es formación superior, y yo creo que es muy razonable que esté en el ámbito universitario como está en la mayor parte de los países del mundo, no tengo ninguna duda sobre eso. Dada la historia del país, creo que esto sólo se puede conseguir merced a un buen acuerdo entre la ANEP y la Universidad, que implique una buena interacción entre lo que podríamos llamar la formación técnica específica, la formación didáctica, y la práctica docente.

No estoy de acuerdo en una visión que consiste actualmente en resucitar las polémicas de hace medio siglo sobre este problema. El mundo ha cambiado y no es adecuado en este momento convertir el problema de la formación docente en una réplica de una polémica que tiene medio siglo en el Uruguay que está vieja de 500 años, no de 50. Yo creo que lo que tenemos que buscar es un acuerdo razonable que consista en buscar que las generaciones futuras se eduquen mejor. Y para eso se necesita recurrir, en las áreas de su competencia, a lo que las distintas instituciones del país saben hacer. Por mi parte no tengo ningún credo institucional, estoy contra toda forma de feudalismo, incluso el propio, que también existe dentro de la Facultad de Ciencias.

Distintos sectores parecerían coincidir en reconocer la existencia de una brecha en la formación de los estudiantes, entre la enseñanza secundaria y la universitaria. ¿Ud cree que es adecuada la existencia de esa brecha? ¿Cuáles son los puntos de contacto entre los dos sistemas?

Nosotros hacemos en la Facultad de Ciencias una prueba de evaluación al ingreso desde el 92, en el 91 recién empezábamos a funcionar y no tuvimos tiempo de implementarla. Y se hace todos los años, hay estudios hechos que muestran una gran continuidad en los déficit de formación que reiteran cosas conocidas: la excesivamente pobre formación en Matemática, las diferencias entre el interior y Montevideo, que son fuertes, una cierta diferencia entre los colegios privados y los públicos, pero sobre todo y mucho más importante, una diferencia interna entre los

distintos colegios privados y una diferencia interna entre los distintos colegios públicos y también el hecho de que nuestro sistema educativo tiene pocos instrumentos de recuperación de talentos perdidos en virtud de su escasa formación previa: familiar, de entorno, de contexto, etc. El sistema lo que hace es mas o menos dar continuidad a situaciones sociales y culturales preexistentes a través de lo que forma.

Eso pasa tanto a nivel de Secundaria como de la Universidad, no es un problema de Secundaria. En la Universidad pasa lo mismo: el 50% de los estudiantes que ingresan no pasan a segundo año, la Universidad gradúa el 25% de los estudiantes que ingresan cada año, en el largo plazo, en régimen estacionario. Si hay una institución que de ninguna manera puede pensar que tiene la llave maestra para los problemas de la enseñanza es la Universidad de la República. Estamos intentando hacer algo pero son balbulceos aún.

El déficit en la formación al ingreso ¿cómo cree que se puede solucionar?

Hay muchas maneras. Yo soy francamente partidario de la propuesta del Decano de la Facultad de Medicina de generar un cambio radical en la estructura universitaria y de terminar con los tubos corporativos profesionales, que en el caso de Medicina son exagerados. Porque el estudiante mira por un agujerito en el cual lo único que se ve en el otro extremo es lo que va a pasar dentro de diez años. Y más aun, la opción en el sistema actual se hace antes de 6º año de Secundaria lo que muestra el grado de corporativismo profesional que ha alcanzado el sistema educativo uruguayo.

Yo soy partidario de tener formaciones comunes sobre los dos, tres, o cuatro primeros años, eso es a discutir, probablemente los tres primeros años de la Universidad, que apunten a las grandes áreas del conocimiento, con una gran flexibilidad y tránsito horizontal que actualmente no existe. Por ejemplo la clasificación que ha propuesto Touyá me parece razonable, lo que se llama un área de ciencias de la vida, un College en la nomenclatura angloamericana, que se ha generalizado en otros países. Incluso uno encuentra formaciones similares en países como Francia y Alemania, que han tenido una tradición diferente. Un área de ciencias de la vida, un área físico-matemática, un área social y humana, y un área artística. Esas son las grandes clasificaciones que pueden ser discutibles, y luego las escuelas profesionales tienen que responder a un segundo estadio de la formación en la Universidad, en el grado y en el posgrado. Y luego, naturalmente, las personas que no quieran ir a una escuela profesional, podrán tener una formación académica orientada a la investigación a la vida académica o a la enseñanza, que es lo habitual. En un contexto de este tipo, que es completamente distinto del contexto que viene de la Ley de 1908, y que se ha preservado a lo largo de todo el siglo en el Uruguay, que es el contexto de las corporaciones profesionales, donde las formaciones académicas están al lado y no adentro, la interacción hacia la formación de profesores cambiaría completamente de naturaleza. Eso requiere de una gran reforma del sistema de Educación Superior y requiere una gran participación del Estado y del medio académico. Va a haber una discusión ahora en el mes de mayo sobre este tema.

De modo que si a mí me preguntan sobre qué es lo que debemos hacer frente al ingreso y no sólo frente al ingreso, sino frente a las vocaciones, frente a la orientación, yo digo que tenemos que descorporatizar el sistema. No tiene sentido que el estudiante decida si va a estudiar Ingeniería o Medicina cuando tiene dieciséis años y va a ingresar al 6º año de Secundaria. Eso no pasa en ninguna parte del mundo. Pero el estudiante podrá elegir si va a hacer una formación físico-matemática o una formación de ciencias de la vida, y probablemente cuatro años después, un año más de Secundaria y tres años de un ciclo común universitario, si eligió ciencias de la vida, quizá se convierta en un ecólogo marino, en un ecólogo terrestre o en un especialista de en temas de etología animas, o en un médico veterinario, en un humano o un especialista en sanidad vegetal o en un agrónomo o en un especialista que, con formación complementaria, será un especialista en temas de informática biológica, etc., etc. Como pasa en todas partes del mundo, en lugar de estar diciéndole a un muchacho de dieciséis años que decida qué es lo que va a hacer de su formación profesional.

En Matemática, ¿qué temas, o qué grandes áreas, considera que no podrían excluirse de una estructura programática de nivel medio?

Yo ya emití opiniones bien fundadas por escrito; esta conversación en breve es insuficiente para tratar este tema. Creo que los programas de matemática, de la formación físico-matemática, contienen muchos anacronismos. No tiene sentido incluir en los programas la geometría proyectiva del libro de Enriques o de Severi de principios de siglo, que ha quedado en un anacronismo, eso hay que sacarlo. La geometría proyectiva un área muy importante, los matemáticos tienen que estudiarla, pero hay que sacarla de ese lugar de 6º año de Secundaria.

Otro anacronismo total es la geometría descriptiva. Enseñar en la época de la computación animada en que uno camina alrededor de un sólido en tres dimensiones delante de un computador, haciendo lo que quiera con ese sólido, como se reconstruye un sólido en el espacio de tres dimensiones a partir de la proyección sobre tres planos, con los métodos que Monge enseñaba antes de 1850 es un anacronismo puro y simple, no tiene ningún sentido, es una aberración. En ningún lugar del mundo se enseña eso.

Algunos Arquitectos, yo creo que por atraso, consideran que eso sigue siendo importante. Es porque se formaron allí, muchas veces la gente queda fijada en lo que aprendió alguna vez en su vida. Se dice que la geometría descriptiva es muy formativa. Hay muchas cosas formativas en la vida, leer a Plutarco... y que sí, es seguramente muy formativo. Es más formativo leer a Plutarco que estudiar geometría descriptiva. Creo que ese es un argumento banal, que no tiene ningún sentido. Los profesores de geometría descriptiva que temen por su puesto, deberían ser profesores de matemática, y por lo tanto deberían poder enseñar otra cosa que fuera mucho más razonable desde el punto de vista formativo, actualmente, en 1997.

Después hay otros problemas un poco más complicados en los programas, que quiero mencionar. En los programas generales en educación matemática tiene que haber estadística. La estadística, por más elemental que sea, debe formar parte de la cultura general de cualquier persona en el mundo de hoy, y tiene que ser bien enseñada. Los profesores de matemática no tienen ninguna formación en Probabilidad y Estadística que admita ese nombre, y por lo tanto no se puede esperar que enseñen algo. Hablo de los que han hecho el IPA, los que no lo han hecho, menos que menos. Entonces eso es un tema también muy preocupante para la formación general de las personas que debe dar la educación media, y también para la formación un poco más especial que deben recibir los estudiantes que estén en las áreas físico-matemáticas o biológicas. Eso es un tema preocupante.

Después hay otros temas grandes en la enseñanza de la Matemática que son extraordinarios. Prácticamente no hay textos. Algunos Inspectores o ex-Inspectores, han llegado a sostener en discusiones, a las cuales he mirado con perplejidad, que es mejor que no haya textos, ¿por qué?. Porque nosotros tenemos programas, y resulta que parece que no hay textos que se adapten a nuestros programas. ¡Pero señor! ¡Que cambien los programas! Esta historia de que es mejor enseñar Matemáticas sin textos, realmente no se a que clase de doctrina oscurantista pertenece. Es una forma de oscurantismo. Necesitamos buenos textos y no tenemos, los estudiantes no tienen. Esto es un tema también elemental para la formación de profesores y para la formación de los estudiantes.

No quiero hablar más sobre los temas de la formación en Matemática porque llevaría mucho tiempo, y sobre otras ciencias creo que hay que convocar a los especialistas. Tenemos excelentes especialistas en Física, Geología, ¿por qué no se les pide que tomen la palabra y que digan lo que ellos piensan sobre cuál debe ser la orientación, a dónde debe apuntar la formación de los estudiantes y la formación de los profesores de esos estudiantes, que es uno de los temas capitales.

Yo no creo realmente en las afirmaciones que se hacen que un curso con un buen profesor con un mal programa y sin ningún texto igual es bueno. No. Tiene que haber un buen profesor, un buen programa y un buen texto. Realmente estas discusiones me parecen un poco bizantinas. Todas las cosas son importantes. Es importante el ámbito familiar del estudiante, que el profesor sea bueno, que haya estudiado, que sea capaz desde el punto de vista didáctico, que tenga un buen texto a su disposición y que use un buen programa. ¿Qué historia es ésta de estar eligiendo acerca de qué es lo que es bueno y qué es lo que es mejor que otras cosas? Todo es necesario.

¿En qué medida se han concretado las aspiraciones planteadas en el documento de los cuatro decanos?

Ninguna.

Y ahora de momento, ¿qué hay planteado?; ¿qué perspectivas hay?

En mayo, propuesta por la Asociación de Docentes de la Universidad, va a haber una discusión, la Universidad va a estar en estado de asamblea. Va a haber una discusión sobre la Reforma Universitaria discusión que nosotros hemos venido reclamando desde hace seis años, y que en 93 volvimos a plantear, que estaba muy atrasada (en el documento de los cuatro decanos) y que está cada vez más atrasada, porque el tiempo pasa.

Sobre esa discusión quiero decir lo siguiente: si la discusión se reduce al ámbito interno de la Universidad entonces va a ser claramente insuficiente. Tiene que haber una discusión nacional sobre la problemática de la Educación Superior, porque las medidas que tomemos son medidas nacionales que trascienden a la universidad. Aunque naturalmente la Universidad tiene que jugar el papel protagónico en su diseño y en su definición.

A partir de la Ley Orgánica del 58 que cristalizó la autonomía universitaria, y luego durante la década del 60, tuvo lugar un proceso en el que la brecha ideológica entre la Universidad de la República, y las élites políticas se profundizó hasta un extremo que pareció irreversible. esto dio lugar a cierta desconfianza entre la Universidad y el Gobierno. ¿Cree ud. que esto constituye un problema? ¿Considera que el concepto de autonomía que existe en la Universidad hoy es útil para el país? ¿Cambió el concepto de autonomía?

Yo no se cual era el concepto de autonomía que había en el 58, o en el 51, porque en realidad fue la Constitución plebiscitada en el 51 que entró en vigencia en el 52, la que cristalizó como dice acá la autonomía universitaria. La Ley del 58 lo que hizo fue cambiar el gobierno y algunos aspectos administrativos, pero no cambió la estructura académica. La estructura académica de la Universidad viene de la Ley de 1908, que es la estructura esta de Facultades profesionales con estructura corporativa, feudal, que no ha sido modificada a lo largo de todo el siglo.

Maggiolo en su documentación del año 67, decía que, en realidad, la estructura universitaria viene de la Ley de 1885 de Alfredo Vázquez Acevedo. Es discutible, pero es una discusión que creo que no importa en este momento. Lo cierto es que durante todo el siglo XX la estructura académica no cambió. Y la Ley Orgánica cambió algunos elementos del Gobierno, sobre todo, lo más importante, introdujo la participación estudiantil directa en el gobierno.

El concepto de autonomía, bueno probablemente no todo el mundo dentro de la Universidad tenta el mismo concepto de autonomía, es un tema complicado y largo de debatir. Yo creo que la autonomía, como autonomía con respecto al poder político, ha sido reafirmada a raíz de la dictadura. En el sentido de que la experiencia de la dictadura, como experiencia de eliminación de la autonomía ha sido tan traumática para el país, ha provocado un efecto tan devastador en la vida intelectual, en la formación de jóvenes, en la vida académica, que yo creo que a nadie se le ocurre en el Uruguay limitar la autonomía. Todo el mundo entiende que el gobierno de la Universidad, la designación de profesores, la distribución del presupuesto, los aspectos básicos de la organización y de la orientación de la vida académica tiene que hacerse en un marco autonómico, es decir, no dependiente de las resoluciones del poder político. En este caso el poder político significa el Poder Ejecutivo.

La autonomía sin embargo está en los hechos limitada por el hecho de que la inmensa mayoría, probablemente el 90% de los recursos universitarios, proviene de la ley del presupuesto y requieren la iniciativa del Poder Ejecutivo. Quiere decir que la Universidad tiene una autonomía política, pero no tiene una autonomía económica.

Y después como pasa siempre con la autonomía, la autonomía es una casa necesaria y fundamental para la vida intelectual en un sentido general yo diría, no sólo para la universidad. Yo soy profundamente laicista, para mí la autonomía va mas allá de lo que se refiere al poder político, es lo que asegura la libertad académica, la posibilidad de concurrencias simultáneas de todas las opiniones políticas, filosóficas, religiosas, intelectuales. Cuando la autonomía se quiebra se quiebra también la libertad del trabajo intelectual. De modo que creo que es desde ese punto de vista que hay que mirarlo. La autonomía es lo que garantiza eso, pero como todo sistema autonómico puede también generar murallas internas que separan, que dividen y que alejan al sistema de la sociedad y de la vida social.

El tema de la autonomía es como siempre un tema ambivalente. La autonomía puede servir para proteger la actividad intelectual, también puede ser útil para generar feudos, que escudados en la autonomía, cierran los ojos frente a las necesidades de cambio, frente a las transformaciones, no sólo en nuestra sociedad, sino el mundo. Yo creo que ha cumplido las dos funciones en la Universidad. Hay muchos sectores en la Universidad que escudados en la autonomía tienen un punto de vista ciego, feudal frente a los cambios que deben operarse. Y entonces, cada vez que uno propone cambios ah, la autonomía!, la diosa autonomía en su estatua se conmueve!. Y nos acusan.

Por ejemplo, en el documento de los cuatro decanos, nosotros dijimos: hay que crear una nueva Universidad, hay que crear politécnicos, en Montevideo y en el interior del país y por lo tanto tiene que haber un sistema de Educación Superior que lo regule. Esto es así en todas partes del mundo. Cuando hay un sistema

regulador del sistema público. Entonces dijeron ¡ah, quieren liquidar la autonomía y entregar a la diosa autonomía y entregar a la diosa autonomía a los verdugos!. No de ninguna manera, el concepto autonómico vale para la Universidad de la República, vale para el Sistema Universitario, vale para la libertad intelectual.

La autonomía también sirve para un barrido y para un fregado, es la gran protectora de la libertad intelectual, pero también es la excusa con la cual se combaten los cambios. Sólo como excusa, naturalmente, en ningún momento en el documento de los cuatros decanos ni después ni antes, ninguno de nosotros propuso establecer ningún tipo de cortapisa a la autonomía. Todo lo contrario, queremos más autonomía.

¿Cómo concibe ud. la autonomía en un ente como la ANEP? ¿Está bien que los cargos para la integración de sus órganos directivos sean cargos políticos?

No, yo no estoy de acuerdo con que sean cargos políticos, creo que tiene que haber otra forma de designación.

Creo que tiene que haber una participación del Estado y del Gobierno en la definición de las políticas educativas. Me parece que pensar que el Gobierno esté completamente ajeno a la definición de los grandes lineamientos de las políticas educativas es una utopía, que además no necesariamente tiene buenos resultados. Es una utopía porque implica que el abastecimiento de recursos económicos va a ser independiente de las orientaciones que se sigan con ello.

Pero creo que no puede ser que los cargos de conducción del sistema educativo sean cargos políticos, tienen que estar por encima y más allá de una administración determinada. La razón principal, en mi opinión, es que quedan sujetos a la fluctuaciones de la política. Y los cambios de los sistemas educativos tienen otros tiempos y otros alcances, que los cambios del sistema político: son mucho más lentos, a mucho mayor plazo y hay que mirar por encima de los intereses de los partidos políticos.

¿Cuáles son las líneas en las que ha venido desarrollando su trabajo como matemático desde su regreso al país?

Mi área de trabajo se llama Análisis Estocástico, y yo trabajo en problemas que tienen que ver con propiedades de las trayectorias de procesos aleatorios, pero es difícil de explicar. Incluso para un público educado en ciencia es difícil dar una explicación que sea convincente.

Estos temas en los que ud. trabaja, ¿han tenido alguna aplicación inmediata a los problemas actuales que ocupan a la Física de estos tiempos?

En aplicaciones inmediatas a los problemas de la Física hace mucho tiempo que no trabajo. He trabajado hasta hace diez años en algunas aplicaciones de las cosas que hago a problemas del uso del método de procesos estocásticos en el estudio de la dinámica marina. He dado cursos sobre eso y he escrito algunos textos, pero hace diez años que no trabajo en esa área.