

EDUCACIÓN en FÍSICA

ISSN: 0797-9045

Revista de la Asociación de Profesores de Física del Uruguay



Asociación de
Profesores
de Física



del Uruguay

EDUCACIÓN EN FÍSICA

Volumen 7 N° 4

Julio 2007

Depósito Legal:
299222/07

Redactor Responsable:

Sandry Ramírez

Consejo de Redacción:

Pablo García

Alejandro Villamil

Cecilia Cabeza

Ismael Núñez

Guzmán Trinidad

Educación en Física es una revista de la Asociación de Profesores de Física del Uruguay, que se distribuye gratuitamente entre sus socios. Precio: \$U 100,00.

Comisión Directiva de A.P.F.U:

Pablo García

Alejandra Delgado

Patricia Irigaray

Mauricio Rodríguez

Diego Viera

Milko Prado

Dirección de la Revista:

Gaboto 1435 / Of. 002

Montevideo CP 11200

Telefax: (598 2) 400 1258

E-mail: revistaapfu@adinet.com.uy

apfu@adinet.com.uy

Publica: Ediciones IDEAS

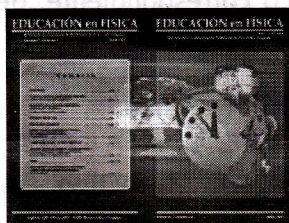
Mercedes 1786

11200 Montevideo-Uruguay

Telefax: 408 6985

E-mail: edideas@adinet.com.uy

MEC: Ed. amparada por Decreto 218/996



Portada:

Composición libre con relojes, básquetbol
y explosiones nucleares.

EDITORIAL

Estimados colegas, lectores y amigos, es esta una ocasión más para poner en contacto nuestras experiencias e ideas; esta vez fue como el decir popular expresa «parto difícil» y largamente esperado y prometido.

Con «sustraídos» y «agregados» se fue conformando la presente edición que prometió salir en diciembre 2006; con disculpas por la tardanza y loas a quienes aportaron lo suyo para que finalmente se pudiese es que nuevamente podemos decir ¡aquí estamos!.

Tenemos decididas intenciones de volver a nuestra frecuencia anterior (3 o 4 ediciones al año), material está llegando en cantidades, «mano de obra» escasea un poco pero viene en camino, nuevo Consejo de Redacción que está trabajando en la evaluación de los artículos que van llegando y un gran aporte de «pequeñas cosas» por parte de colegas y amigos hace a la confianza en lograr en buena parte ese objetivo.

Esta vez, circunstancia obliga, pedimos disculpas nuevamente y expresamente por este medio a quienes enviaron su aporte en artículos y materiales diversos para esta edición demorada y para las que vienen, por no responder en el debido tiempo y forma. A ustedes nos debemos y cumpliremos, pondremos nuestro empeño en esa meta.

En nuestra «disciplina» se están produciendo cambios en varios sentidos; nuestra asociación con los documentos que tiene elaborados y con el aval y el «background» de los aportes de sus socios y colaboradores viene tratando de llevar adelante las ideas y valores que en ellos se expresan. Los nuevos planes (y/o «grillas» como se les llama a veces) y programas se están poniendo en funcionamiento con la promesa de las autoridades de que son «de transición» y pensando en ajustes que se darán durante su implementación hasta la versión final (que podría ser igualmente dinámica). Deseamos que todo sea en beneficio de la educación y la formación de nuestro pueblo, porque de ello depende el «nunca más» de muchas cosas. Los aportes que se puedan hacer desde aquí y desde todas las instancias que la A.P.F.U. tenga, serán un granito de arena más en la construcción de ese beneficio.

Pronto estaremos nuevamente con Uds. en nuestro próximo congreso y será, como es habitual, una más por nuestra formación, perfeccionamiento y puesta al día en pro de nuevas cosas que fortalezcan nuestra labor. Hasta ese entonces y que la Física los acompañe.

Prof. Sandry Ramírez
Redactor Responsable

CON RELACIÓN A LA PRESENTE EDICIÓN

En esta edición incluimos un análisis de nuestra publicación hecho por una profesional que nos solicitó hacerlo en base a unos ejemplares consecutivos elegidos al azar, nos pareció muy positivo el contar con una opinión acerca de la «formalidad» con la que venimos procediendo; al respecto señalamos para nuestra sección siguiente de «Como enviar ...» los aspectos relacionados a los artículos en sí.

Los trabajos que componen esta edición tuvieron demoras en su publicación debido a varias razones que no se deben a los contenidos de los mismos ni a sus autores, sino a otras dificultades que estamos en camino de solucionar.

Entre NTICs, algoritmos avanzados y biomecánica discurre la temática de esta edición que no deja de prestarle un poco de atención al «*Reloj del Apocalipsis*» y a las «*predicciones*» de Newton para «*¿2006?*» así como también el despejar un poco las confusiones al respecto de los famosos *21 gramos*.

Ardua tarea, que ya está encaminada, nos espera a quienes estamos en la edición del próximo número. Gracias compañeros por la presente y les esperamos con sus aportes, como siempre, a todos nuestros lectores, socios y colaboradores.

CÓMO ENVIAR SUS TRABAJOS

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

1. Los trabajos deben enviarse por duplicado, archivos de computadora e impresos. En ambas debe figurar el nombre de el o los autores, dirección, lugar de trabajo, un breve currículum, correo electrónico para contactarse, y de ser posible, un resumen temático.
2. Las citas bibliográficas se relacionarán al final del trabajo por orden alfabético, indicando:
 - a) Para artículos de revista: apellido del autor(es), año, título del artículo encomillado, título completo de la revista, volumen, número y páginas.
 - 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 origi-

nal de la obra subrayado, editorial y año; dentro del texto las referencias se indicarán dando apellido(s) y año entre paréntesis.

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

Esperamos sus trabajos, consejos, críticas y sugerencias en:

La dirección de A.P.F.U.:
apfu@adinet.com.uy

La dirección de la revista:
revistaapfu@adinet.com.uy

Análisis de la revista científica **EDUCACIÓN en FÍSICA**

*Lic. Gabriela Cabrera Castromán**

0. Introducción

El presente trabajo es una evaluación de la revista científica *EDUCACIÓN en FÍSICA*. Dicha publicación periódica es editada por la Asociación de Profesores de Física del Uruguay.

A partir del análisis de los ejemplares 1, 2, 3, 4, 5 y 8 del volumen 6 y el ejemplar 1 del volumen 7 se identificaron los siguientes aspectos:

- a. adscripción a las leyes nacionales que regulan la edición de publicaciones;
- b. adscripción a la normativa internacional relacionada con las publicaciones científicas y
- c. adscripción a las pautas y recomendaciones internacionales sugeridas para la publicación de artículos científicos.

1. Justificación

1.1 La normativa legal

La ley 16.099 «Comunicaciones e Informaciones» —vulgarmente conocida como «la ley de prensa»— regula todas las publicaciones editadas en la República Oriental del Uruguay. La existencia de la misma condiciona la publicación y distribución de las revistas, de no cumplirse se incurre entonces en un delito.

1.2 Las normas ISO

Las revistas científicas, desde su aparición hace más de 300 años, han logrado un lugar muy importante en el mundo académico, vehiculizando información y poder. La rápida difusión y distribución y el abaratamiento de los costos, fundamentalmente en comparación con el libro, convierte a la revis-

ta científica en un espacio fundamental para la publicación y consulta del saber científico.

Las características mencionadas, entre otras, han motivado un profundo desarrollo en el mundo de producción y editorialización de las revistas. Como principal vehículo de publicación y difusión del saber científico las revistas requieren de una especial parametrización. Los parámetros de normalización de las publicaciones periódicas refieren básicamente a dos áreas: la presentación formal de las revistas y la presentación de contenidos (notas, artículos y otros).

La normalización de las publicaciones mejora, fundamentalmente, la calidad de información y facilita la producción y tratamiento de la información (Delgado López-Cózar 20 (1) 1997, p. 39).

La proliferación de revistas científicas en las diferentes ramas del conocimiento, la necesidad de establecer parámetros para posibilitar la recuperación de la información y el afán del conocimiento de «lo último» y de «lo más novedoso» han sido algunos de los motivos por los que organismos como la *International Standard Organization* (ISO) han trabajado en la búsqueda de parámetros que permitan la normalización de las revistas científicas.

2. Metodología

El análisis de la publicación *EDUCACIÓN en FÍSICA* se realizó a partir de la descripción y comparación de la misma en función de la normativa existente: la ley 16.099 y las normas ISO.

* gcabrera@candon.edu.uy

Para la presentación de las publicaciones periódicas se utilizaron las normas ISO 8 y 18; para el de los artículos se realizó bajo las recomendaciones de la norma ISO 215.

Primeramente se describieron las notas esenciales de *EDUCACIÓN en FÍSICA* y se analizaron tres artículos científicos.

3. La ley 16.099

El artículo 4º de la ley establece que los impresores o editores de cualquier publicación impresa están obligados, previamente a toda publicación o difusión, a efectuar una declaración jurada ante el Ministerio de Educación y Cultura donde debe constar:

- a. nombre de la publicación;
- b. nombre completo del redactor responsable, documento de identidad y domicilio;
- c. nombre, apellido y domicilio del propietario;
- d. nombre y domicilio de la imprenta.

En el artículo 5º se establece que todo ejemplar de diario o de cualquier tipo de publicación periódica deberá lucir, en lugar visible el contenido de los literales a, b, c y d antes mencionados.

La publicación *EDUCACIÓN EN FÍSICA* presenta algunos de los ítemes mencionados en la ley. Constan en la misma: el nombre de la publicación, el nombre del Redactor Responsable, datos del propietario y datos de la imprenta. Se sugiere actualizar los mismos para no incurrir en una figura delictiva (ver apartado 5.1).

4. La normativa ISO

4.1 ISO 8

La norma 8 tiene aplicación en el campo de la publicación y presentación de las publicaciones periódicas. Está dirigida fundamentalmente a editores y tiene como objetivo facilitar el uso y recuperación de la información que este tipo de publicaciones presenta.

EDUCACIÓN en FÍSICA tiene un título muy representativo, corto y fácilmente recordable. El subtítulo «Revista de la Asociación de Profesores de Física del Uruguay» acompaña al título circunscribiendo topográficamente al mismo.

Las características esenciales del diseño gráfico de la revista no interfieren con el título y el subtítulo, así como tampoco con los demás datos que se aportan en la cubierta (ISSN, volumen, número, fecha).

Título y subtítulo aparecen en cubierta y en contratapa con las mismas características gráficas, no así en la portada donde se encuentra destacado solamente el título pero con otra presentación gráfica.

No encontramos los datos en el lomo, fundamentalmente debido a que el sistema de grapado de la revista no lo permite.

Los datos relativos a la redacción responsable, consejo de redacción y colaboraciones se encuentran en la primera hoja junto a la identificación de la revista, el volumen, número, fecha y depósito legal.

En cada número se repite esta información que además se presenta con las mismas características gráficas.

No encontramos la edición de índices al finalizar el volumen, puede que en determinados casos se haya realizado pero dicho dato no se desprende de las publicaciones analizadas.

En relación al formato todos los fascículos tienen el mismo tamaño, respetando además las características gráficas del título, subtítulo, datos del volumen, número y fecha.

Las páginas de la publicación no presentan la información necesaria para su rápida identificación (título de la publicación, fecha, volumen, fascículo, etc.)

La numeración de los ejemplares no es consecuente con la norma. Si bien el volumen, el año y los números aparecen en números arábigos, la numeración del volumen no es clara (no así la numeración de

cada fascículo). La paginación de cada número se reinicia; esto es, cada ejemplar cierra la numeración de las páginas sin numerar en el volumen.

4.2 ISO 18

Esta norma detalla las características deseables de los sumarios de las publicaciones. La revista *EDUCACIÓN EN FÍSICA* presenta el sumario en la contratapa de la misma, bajo el epígrafe «Sumario».

El orden del sumario es el sugerido en la norma ya que los artículos se presentan secuencialmente; para cada uno de ellos aparece primero el nombre del artículo (título y subtítulo), menciones de responsabilidad y la página de comienzo del artículo. En la normativa relativa a este punto se describe que la presentación normalizada es la de nombre del autor o autores, título y número de la primera página.

La publicación edita artículos mayormente en español pero también en inglés o en portugués. Cuando un artículo aparece en una lengua distinta a la vernácula se visualiza esta característica en el sumario ya que el título del mismo aparece en la lengua correspondiente.

4.3 ISO 215

La Norma 215 incorpora elementos relativos a la presentación de artículos en publicaciones periódicas y en series. Estos elementos e indicaciones son muy importantes para los autores en cuanto a la preparación y presentación de artículos de carácter científico.

4.3.1 Análisis de casos: BACCINO, Daniel. Medidas de períodos en movimientos oscilatorios (2004, vol. 6, n° 8)

BACCINO, Daniel. Medida de períodos en movimientos oscilatorios. En : *Educación en Física*. 2004, vol. 6, n° 8, p. 31-33

El título del artículo de Baccino es conciso y significativo. No presenta subtítulo, tampoco siglas, abreviaturas u otro tipo de acortamientos.

Del autor se dice el primer nombre y el primer apellido, no se incluyen datos de la institución donde este investigador ejerce profesionalmente y tampoco se brindan datos para el contacto.

El artículo no presenta resumen. No aparecen palabras clave ni tampoco descriptores. Al final del mismo se incluyen las referencias bibliográficas bajo el epígrafe «Referencias». En el artículo también encontramos tres «notas de descarga», debidamente identificadas secuencialmente al final de la página.

Las ilustraciones son claras y aparecen numeradas pero no presentan epígrafes explicativos.

El artículo no presenta fecha y lugar de finalización y tampoco fecha de aceptación del mismo.

El texto demuestra seguir el orden lógico de la investigación realizada por el autor.

4.3.2 Análisis de casos: FARELLO, Carlos. Obtención de diagramas de difracción con lentes de Fresnel (2001, vol. 6, n° 5)

FARELLO, Carlos. Obtención de diagramas de difracción con lentes de Fresnel. En : *Educación en Física*. 2001, vol. 6, n° 5, p. 29-33

Si bien el título es un tanto largo se justifica el uso del mismo debido a que incluye un nombre propio: «lentes de Fresnel». Este último aspecto, si bien alarga el título —que lo hace difícil de recordar, citar y recuperar—, es positivo en cuanto a enmarca el campo de acción del artículo.

El título no se acompaña con subtítulo, siglas, abreviaturas u otro tipo de acortamientos.

Del autor se dice el primer nombre y el primer apellido, no se incluyen datos de la

institución donde este investigador ejerce profesionalmente y tampoco se brindan datos para el contacto. Debajo de los datos del autor se aclara que el artículo en cuestión fue presentado como ponencia en un encuentro internacional y publicado, más tarde, en la Revista Española de Física.

El artículo presenta resumen sólo en inglés bajo el epígrafe «Abstract». No aparecen palabras clave ni tampoco descriptores. Al final del mismo se incluyen las referencias bibliográficas bajo el epígrafe «Bibliografía».

Las ilustraciones son claras y aparecen numeradas con sus pie de fotos correspondientes; también las fórmulas que el autor incluye se encuentran debidamente numeradas.

El artículo no presenta fecha y lugar de finalización y tampoco fecha de aceptación del mismo.

El texto demuestra seguir el orden lógico de la investigación realizada por el autor.

4.3.3 Análisis de casos: GUERRA, Mario. La radiación y el índice de refracción (2000, vol. 6, n° 3)

GUERRA, Mario. La radiación y el índice de refracción. En : *Educación en Física*. 2000, vol. 6, n° 3, p. 41-47

El artículo de Guerra presenta un título conciso y claro, fácil de citar y recuperar.

Del autor se dice el primer nombre y el primer apellido, se agrega que es consultor de UNESCO pero no se brindan datos para el contacto.

Debajo de los datos del autor aparece un párrafo, bastante extenso y en letra pequeña, donde se presentan datos que podrían ser parte del Resumen. Formalmente el artículo no incluye el Resumen, tampoco se encuentran palabras clave ni tampoco descriptores.

La nota no incluye bibliografía ni citas.

Algunas de las figuras están numeradas

pero no se incluye un índice de ilustraciones. Tampoco presentan aclaraciones. Las fórmulas y ecuaciones no presentan numeración ni detalles.

El artículo no presenta fecha y lugar de finalización y tampoco fecha de aceptación del mismo.

4.4 El sistema de citas y referencias

Para analizar el sistema de citas y referencias se estudiaron todos los artículos del fascículo número 8, correspondiente al volumen número 6 (setiembre 2004). Concluimos entonces que a pesar de las pautas para el tratamiento de citas bibliográficas que presenta la publicación, los autores no se ajustan a las mismas.

Las referencias bibliográficas se presentan en su gran mayoría ordenadas bajo el sistema numérico correlativo. En algunos casos los autores se ajustan a las recomendaciones ISO.

En ninguno de los casos analizados al momento de citar sitios web se aclararon los detalles relativos a la fecha de la consulta de los mismos, aunque sí se tuvieron en cuenta otras de las recomendaciones de ISO 690-2.

4.5 Pautas y normas a los autores

Las pautas y normas para los autores son muy sencillas —demasiado escuetas—, las mismas se presentan siempre en la página 2 y se refieren a: a. forma de enviar los trabajos, b. modo de realizar las citas bibliográficas, c. diagramación de los artículos.

Las pautas para el tratamiento de las citas y referencias bibliográficas no se ajustan a la normativa ISO. En relación a la ordenación de las mismas se dice que deben presentarse al final del trabajo ordenadas alfabéticamente.

4.6 La adscripción a las normas (aspectos más importantes)

ISO 8: Presentación de publicaciones periódicas	EDUCACIÓN en FÍSICA
Identificación: volumen, número, año	Sí, pero con problemas
Cobertura: público al que va dirigido	Bien definido
Organismo que avala la publicación	Bien definido
Título de la publicación (corto, indicial)	Sí
Los volúmenes deben tener el mismo tamaño	Sí
Índice al finalizar el volumen	No
Paginación continua entre números de un mismo volumen	No
Nota marginal	No
ISO 18: Sumario	
Existencia	Sí
Orden secuencial	Sí
Independiente	Sí
Idiomas (respetar si la publicación está editada en más de una lengua)	Sí
Mismo lugar	Sí
Precedido de encabezamiento	Sí
Orden: nombre del autor-título-número de página	No: título-autor-número de pág.
Diferenciación de secciones mediante epígrafes	No
ISO 215: Presentación de artículos	
Título	Sí
Datos autores	No siempre
Dirección de autores	No
Resumen	No siempre
Palabras-clave	No
Fecha y lugar de finalización del artículo	No
Sumario	No corresponde
Numeración de las divisiones	No
Notas al pie	Sí
Citas	Sí
Ilustraciones y gráficos	No siempre
Instrucciones a los autores	Sí, pero pobres

Tabla 1. EDUCACIÓN en FÍSICA: adscripción a las normas ISO

5. Sugerencias y Recomendaciones

5.1 Aspectos legales

Normalizar los datos exigidos por la ley 16.099 que actualmente no se presentan en la publicación, esto es: cédula de identidad y dirección del Redactor Responsable.

5.2 Aspectos formales

A continuación se presenta una serie de aspectos formales que deberían ser tenidos en cuenta para la mejora de la publicación:

- a. presentar título y subtítulo en la primera página en iguales condiciones gráficas que en la portada;
- b. incluir datos del volumen, número y fecha próximos al lomo;
- c. publicar un índice al finalizar el volumen;
- d. agregar una nota marginal (membrete bibliográfico a pie de página) donde se indique nombre revista, volumen, número, fecha y nombre de los autores o del primer autor, para facilitar la reproducción y cita de los artículos;
- e. podría ser útil identificar en el Sumario las secciones correspondientes a los artículos de fondo con otros;
- f. agregar Sumario en la primera página del fascículo;
- g. normalizar la presentación de datos relativos a los autores (lugar donde trabaja, investiga, etc.) y datos para el contacto;
- h. incluir Resumen en lengua vernácula en los artículos tipo memoria científica original, también traducirlos al menos a una lengua (inglés preferentemente);
- i. presentar a los escritores recomendaciones más claras y exhaustivas para la inclusión de artículos en la publicación, si-

guiendo la norma ISO 215. Entre otras cosas esto mejoraría las citas, referencias y bibliografías utilizadas por los autores.

6. Bibliografía

- Educación en Física. APFU. [1997 -] . Montevideo : S. Ramírez, [1998 -] . ISSN : 0797-9045.
- DELGADO LÓPEZ-CÓZAR (1997). Evaluación y aplicación de las normas de presentación de publicaciones periódicas: revisión bibliográfica. En: Revista Española de Documentación Científica. Vol. 20, nº 1, p. 39-57.
- ISO 8, *Documentation – Presentation of periodicals* (1988). En: ISO Standards Handbook 1 Documentation and Information. 3ª ed., p. 407.
- ISO 18, *Documentación – Sumario de las publicaciones periódicas* (1990). En: Revista Española de Documentación Científica. Vol. 13, nº 2, p. 757-758.
- ISO 215, *Documentación. Presentación de artículos en publicaciones periódicas y en serie* (1993). En: Revista Española de Documentación Científica. Vol. 16, nº 4, p. 387-396.
- ISO 2145, *Documentation – Numbering of divisions and subdivisions in written documents* (1988). En: ISO Standards Handbook 1 Documentation and Information. 3ª ed., p. 493-494.
- LICEA DE ARENAS, Judith (1994). Medios y mensajes de la ciencia: la revista científica. En : Ciencias de la Información. Vol. 25, nº 1, p. 1-12.
- MUÑOZ-ALONSO LÓPEZ, Gemma (2004). Parámetros y requisitos técnicos para la presentación de artículos científicos. En: Anales del Seminario de Historia de la Filosofía. Nº 21, p. 5-23.

Espacio de A.P.F.U.

Estimados compañeros:

Desde nuestra última instancia de comunicación, ha asumido la nueva Comisión Directiva de la A.P.F.U., luego de las elecciones realizadas en el mes de octubre de 2006. También quedaron instaladas las Mesas Regionales: Este y Litoral Norte.

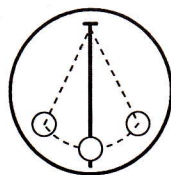
En estos momentos nos encontramos abocados a la organización del XVII Encuentro Nacional de Profesores de Física, que se realizará en la ciudad de La Paloma del 17 al 20 de Setiembre de 2007.

Estamos instrumentando la realización de jornadas de apoyo para los compañeros que deben rendir prueba experimental en el concurso de Ayudantes Preparadores de Laboratorio (Modalidades B y C) que el C.E.S. esta llevando a cabo.

Asimismo hemos participado en la organización de una jornada Taller llevada a cabo el pasado 16 de junio en la ciudad de Carmelo.

Comisión directiva de A.P.F.U.

**Asociación de
Profesores
de Física**



del Uruguay

Jornada - Taller de Física y Química en Carmelo

El 16 de Junio de este año, se realizó en el **Liceo N°2 de Carmelo**, una Jornada-taller sobre el «Uso de interfaces VERNIER Y MULTILOG en experimentos de Física y Química» a cargo de los profesores Marcelo Berruti y Gustavo Gonzalez.

La iniciativa partió de las salas de Física y Química del Liceo las que, invitaron a la APFU para organizar en forma conjunta esta actividad, propuesta que fue recibida y apoyada de inmediato.

La motivación principal para realizarla, se centró en la necesidad de conocer y profundizar las potencialidades que estas herramientas tienen en el tratamiento didáctico de temas de nuestras asignaturas. Si bien, lamentablemente, son pocos los centros educativos que tienen este material, la receptividad mostrada por los docentes para acudir a esta instancia fue muy buena. La jornada se desarrolló con un total de 46 participantes (24 de química y 22 de física), entre los que se contaban profesores, ayudantes preparadores y estudiantes de profesorado. Es de destacar que concurrieron docentes de los más variados lugares, desde Salto hasta San José, incluyendo Mercedes, Dolores, Cardona, Nueva Palmira, Tarariras, Conchillas, Nueva Helvecia, Colonia del Sacramento, Juan Lacaze, Colonia Valdense y Ombúes de Lavalle.



También es importante recordar que fue realizada un día sábado desde temprano en la mañana hasta media tarde, (y con temperaturas de 3°C!!!). Esto muestra la importancia que los docentes le damos a la capacitación permanente y a todo lo que nos ayuda a mejorar nuestras prácticas educativas y los aprendizajes de nuestros alumnos. Por eso queremos alentar a los profesores, sobretudo del interior del país, a organizar este tipo de actividades que sin duda dejan un saldo muy positivo para todos.

(continúa en página 36)

FÍSICA DEL HUMOR

Piropos «físicos»:

- Mi vida, estamos en fase.
- Tú eres un protón y yo soy un electrón del primer orbital, y voy a girar entorno a ti eternamente.
- Somos dos ondas con interferencia constructiva.
- Estamos en movimiento browniano.
- Somos una molécula con enlaces de hidrógeno, e intercambiaremos electrones eternamente.

• • •

- ¿Qué hacía Dios dos segundos antes del Big Bang?
- Le estaba diciendo a la prensa que todo estaba bajo control.

• • •

Periodista: ¡Enhorabuena por haber ganado la lotería!

Físico: Muchas gracias.

Periodista: Tiene usted algún plan para gastar estos millones?

Físico: No, la verdad es que no, seguiré investigando hasta que se acaben.

• • •

Su tesis es buena y original. Lastima que la parte buena no sea original, y que la parte original no sea buena...

• • •

Dos moléculas están caminando en la calle y chocan. Una le dice a la otra:

- ¿Estas bien?
- ¡No, perdí un electrón!
- ¿Estas seguro?
- Positivo.

• • •

- ¿Has oído ese chiste de física estadística?
- Probablemente...

• • •

Volando vas, volando vengo: tres físicos se tiran en paracaídas, mientras caen van hablando por el cielo enfrascados en la dinámica de fluidos, al cabo de un rato abre uno el paracaídas, los otros dos se que-

dan concluyendo su análisis y cuando van a abrir el paracaídas, a uno no se le abre, tira del paracaídas de emergencia tampoco; «*mis pobres alumnos, mi cátedra, mis hijos, mi mujer viuda*»; va lamentándose cuando de pronto aparece un hombre volando, le dice el físico oiga, ¿entiende algo de paracaidismo?

- ¡no, no entiendo nada de eso!! ¿y usted de garrafas de gas?

• • •

- Cuantos astrónomos hacen falta para cambiar una bombilla?
 - Ninguno, los astrónomos prefieren la oscuridad.
- La entropía ya no es lo que era.

• • •

Dirac tenía una herradura en su despacho. Un día un estudiante le preguntó si realmente creía que traía buena suerte, y Dirac le contestó:

«Tengo entendido que trae buena suerte tanto si crees en ella como si no».

• • •

En Burbank, California, hay un salón de bronceado que se anuncia diciendo que sus lámparas de rayos ultravioleta funcionan con energía solar.

• • •

Un helicóptero son 10.000 piezas volando más o menos en formación.

• • •

Ratones parlanchines: en un laboratorio compran un nuevo ratón y lo meten en la jaula con los antiguos.

- Hola: ¿vosotros a que os dedicáis?
- Pues mira, nosotros estamos investigando sobre la forma de condicionar a los humanos.
- Ah, ¿sí? ¿como lo hacéis?
- Bah, es sencillo, ¿ves a esos tipos con batas?, pues de vez en cuando te meten en una jaula con botones de colores, nosotros intentamos que nos den de comer cuando apretamos el rojo.

Didáctica de la Física con NTICs en clases presenciales

N. de R.: NTIC - Nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación

Hugo Kofman*

Resumen

En este trabajo se analizan los conceptos pedagógicos que se consideran centrales para realizar un aprovechamiento amplio de las herramientas informáticas, ilustrándose los mismos con diversos ejemplos de aplicación. Se exponen también los criterios a tener en cuenta a la hora de realizar un nuevo diseño didáctico, al cual se considera de la mayor importancia para que las NTICs puedan aportar su enorme potencial para el mejoramiento de la enseñanza de la Física.

1. Introducción

Las Nuevas Tecnologías no irrumpen en la educación como producto de demandas pedagógicas, sino que son originalmente desarrolladas para dar respuesta a otras necesidades que requerían del procesamiento y transmisión de grandes volúmenes de información. En esa demanda se situaron primero diversas necesidades administrativas, los viajes espaciales, la automatización, y los planes militares de EEUU que dieron nacimiento a lo que hoy es Internet. Las NTICs llegan a la educación a partir de fines de la década del 70, primero como herramienta poderosa de cálculo en la Universidad, a través del lenguaje Fortran con interfase de tarjetas perforadas, luego con el lenguaje y metodología Logo y el Basic para las escuelas secundarias y primarias. Con el DOS en los 80 llegan luego los programas «utilitarios»: procesadores de texto y planilla de cálculo. También aparecen algunas simulaciones. Luego, a partir de los 90 con el Windows y luego con el Linux, se desarrollan ampliamente las simulaciones y sistemas de adquisición de datos experimentales. La computadora se convierte ya en

un poderoso instrumento de simulación y de medición y control, con gráficos y animaciones cada vez más atractivas. Finalmente, Internet a partir de mediados de los 90, establece una red de comunicación global, que permite y facilita actividades compartidas de las más diversas: acceso a volúmenes increíbles de información, educación a distancia con sistemas e-learning, simulaciones a distancia con applets, y finalmente la experimentación remota.

Todo este proceso evolutivo se ha desarrollado en forma impetuosa y desigual. Un nuevo desarrollo o propuesta educativa era declarada obsoleta y reemplazada por una nueva, antes de haber cumplido un ciclo razonable de aplicación. Los novedosos paradigmas que rápidamente barrían con los anteriores, se imponían no siempre con argumentos pedagógicos, sino a partir de sus ventajas tecnológicas y su atractivo visual, en el marco de una cultura que está cada vez más inclinada a la imagen y a la velocidad, y menos a la palabra y a la reflexión. Hablar del riesgo de la banalización o superficialización del aprendizaje, no parece descabellado, de lo cual hay indicios en los niveles medios, en los que muchos jóvenes utilizan la poderosa herramienta de Internet para «elaborar» trabajos con la técnica rápida del *copie y pegue*, para lo cual incluso existe un sitio en el que se pueden encontrar monografías de las más diversas temáticas.

Debemos decir que las nuevas tecnologías ofrecen posibilidades inmensas, pero que su aprovechamiento depende funda-

* Facultad de Ingeniería Química. Universidad Nacional del Litoral Santa Fe - Argentina
hkofman@fiquis.unl.edu.ar

mentalmente de la orientación que da el docente. La cuestión consiste en situarse en una perspectiva curricular y pedagógica que permita a los alumnos obtener el mayor provecho posible a las herramientas informáticas hoy disponibles. Mariana Maggio, una de las referentes más importantes en el tema en la Argentina ha planteado que *«la transformación de las formas de enseñar no se produce por la renovación de los artefactos, sino por la reconstrucción de los encuadres pedagógicos de dicha renovación»* (Maggio, 2000, pág 110).» Cuando hablamos de transformación pedagógica, nos referimos a imaginar una revolución tan o más grandiosa que la que se produjo con la invención de la imprenta, que permitió que los textos llegaran no a decenas de personas, sino a cientos de miles. O antes aun, cuando se inventó la numeración decimal que permitió el desarrollo del cálculo y luego del álgebra.

2. Bases para la aplicación de las NTICs en la enseñanza de la Física

No se trata de seguir enseñando lo mismo que antes pero con otros instrumentos, sino de producir una transformación de métodos y contenidos, lo cual implica realizar un profundo análisis que tenga en cuenta lo tecnológico, pedagógico y curricular.

El aspecto tecnológico es necesario para poder acceder al uso de una herramienta que es necesario conocer al menos en sus aspectos básicos. Si usamos simulaciones debemos conocer las cuestiones básicas de los modelos matemáticos y las técnicas de matemática discreta, así como sus relaciones con los modelos físicos y los sistemas experimentales. Si aplicamos sistemas de adquisición de datos debemos al menos tener nociones sobre digitalización de datos analógicos, sensores, frecuencia de muestreo, resolución de una interfase A/D,

procesamiento de datos. En ese aspecto se debe manejar al menos una planilla de cálculo para graficar y aproximar funciones. Y si trabajamos en Internet, tener idea de lo que es una página activa, un acceso remoto a base de datos, el manejo de plataformas e-learnig, etc. En realidad deberíamos diseñar cursos básicos de capacitación docente en estos aspectos técnicos, que parezcan difíciles a primera vista, pero que no son tales al menos en el nivel de conocimientos necesarios como para operar las diversas plataformas de trabajo.

3. Conceptos pedagógicos centrales

En relación a los aspectos pedagógicos, el tema es más complejo, ya que están en juego no solo las diversas disciplinas, sino también las distintas modalidades de enseñanza: presencial, a distancia, mixta, en grupos pequeños o numerosos, con mayores o menores posibilidades de acceso a los dispositivos tecnológicos. Sobre estos aspectos, se pueden formular algunos conceptos generales, y luego particularizar sobre alguna de las áreas y modalidades de enseñanza. En este caso será sobre la modalidad presencial de enseñanza de la Física, que es donde hemos acumulado la mayor experiencia.

Desde un punto de vista general, creemos que es importante tener en cuenta los siguientes conceptos específicos:

- Teoría de lo campos conceptuales
- Herramientas cognitivas
- Modelos mentales
- Actividades de comprensión

No es que estos conceptos solo están involucrados en la enseñanza con nuevas tecnologías, ni que sean los únicos que haya que tener en cuenta, sino que, según nuestro criterio son los más relevantes para construir un marco teórico pedagógico adecuado al tema. De más está decir que nos ubi-

camos dentro del cauce amplio del constructivismo, sin posicionarnos en el extremo del «aprendizaje por descubrimiento». El docente, con ayuda de la herramienta informática, sigue siendo el mediador entre el alumno y el conocimiento, siendo su tarea principal la de proponer los mejores caminos para que el acceso al mismo. El problema es la limitación del tiempo de enseñanza. Sería fantástico plantear una actividad para que los alumnos «descubran» las leyes de Kirchhoff o la Segunda Ley de Newton. El problema es que el tiempo que eso insume, necesariamente se resta a otra tarea, como ser la de resolver problemas en los que se apliquen esas leyes. De modo que siempre se nos plantea la necesidad de optar entre distintas posibilidades. Una alternativa posible consiste en resolver problemas abiertos que impliquen poner en juego determinados niveles de creatividad, sin que eso implique descubrir lo que ya está descubierto, sino utilizar los conocimientos teóricos para interpretar y resolver situaciones problemáticas, avanzando así en el propio conocimiento teórico.

3.1. Teoría de los campos conceptuales

Howard Gardner sentenció en una maravillosa síntesis que: «no entenderás la teoría a no ser que la apliques». Se trata de una frase simple y que parece de interpretación trivial. Los docentes sabemos por nuestra experiencia cotidiana que, aunque nos esmeremos en la explicación teórica, hasta que no damos un par de ejemplos, los alumnos no se pueden hacer ni la más remota idea de cualquier ley de la Física, por más elemental que parezca. Aun así, cuando se plantea un problema «distinto» a los ejemplos que se dieron, los alumnos no saben como encararlo aplicando los conceptos teóricos generales. Ahí nos lamentamos de las dificultades de los alumnos para elevarse al pensamiento abstracto, y de relacionar diferentes niveles.

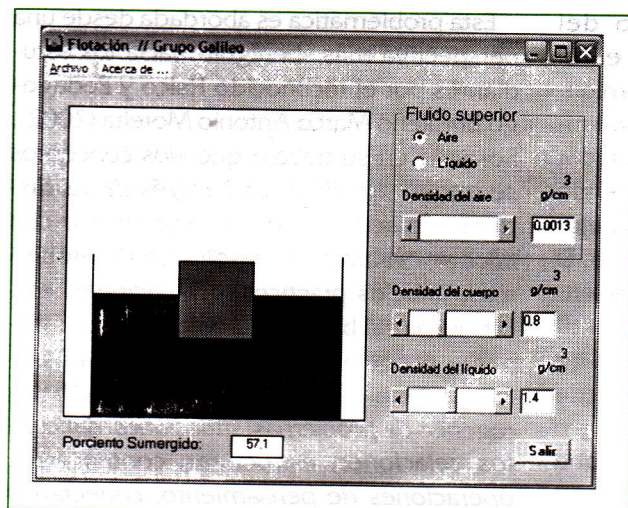
Esta problemática es abordada desde una perspectiva más «benigna» hacia los estudiantes por el reconocido Físico y Pedagogo Brasileño Marco Antonio Moreira (2002). Sostiene en su trabajo que «*los conceptos se tornan significativos a través de las distintas situaciones de aprendizaje que con ellos se desarrollan*»: resolución de problemas, trabajos prácticos, evaluaciones, etc. Esta idea está basada en la teoría de los campos conceptuales de Gerard Vergnaud, definida como «*un conjunto informal y heterogéneo de problemas, situaciones, conceptos, relaciones, estructuras, contenidos y operaciones de pensamiento, conectados unos a otros y probablemente, entrelazados durante el proceso de adquisición*». (Moreira, ob. cit.).

Moreira considera que el aprendizaje de un campo conceptual requiere inclusive muchos años, y que en el medio hay especies de lagunas o equívocos que se mantienen sin que seamos conscientes de ello. Cada situación nueva que se analiza, o aplicación que se realiza amplía el campo del conocimiento, no solo de manera cuantitativa, sino incluso cualitativa. Y esto ocurre no solo con los alumnos sino con los propios docentes que supuestamente «dominamos» una disciplina.

Tales conceptos fundamentan no solo la importancia de realizar aplicaciones específicas de los conceptos teóricos en la enseñanza, sino que muestran la potencialidad de las herramientas informáticas, puesto que las mismas nos permiten multiplicar la cantidad de experimentos simulados que se pueden realizar en tiempos limitados.

Ejemplo con el software Fluidos – Flotación

1. ¿Que condición debe cumplir un cuerpo sólido para flotar en un líquido, en cuanto a la relación de densidades entre ambos?
2. ¿Que relación encuentra entre las densidades para que un sólido flote con su



produce una suerte de asociación entre la mente y esos elementos, potenciándose la capacidad del individuo para abordar tareas complejas. Hay que tener en cuenta que esto influye en la propia forma con que se piensa, de modo que herramientas cognitivas distintas condicionan estilos y niveles de pensamiento diferentes. La computadora y la web son herramientas cognitivas muy potentes, que utilizadas con buenos criterios pedagógicos pueden producir profundos cambios en las formas de pensamiento y favorecer un avance extraordinario en la educación.

- mayor parte sumergida, o viceversa? ¿Por que los témpanos tienen un volumen tan grande bajo la superficie en flotación? ¿Que ocurre con el «telgopor»?
3. ¿Que ocurre cuando se igualan las densidades del cuerpo y el líquido.
 4. ¿Que condición se debe cumplir para que un cuerpo quede flotando entre dos líquidos no miscibles (como el agua y el aceite)? ¿Cómo se puede hacer para que el cuerpo tenga la mitad exacta de su volumen en cada líquido?

Para tratar de entender mejor estos conceptos, podemos mencionar que cuando en la Grecia antigua se incorporó la regla y el compás al cálculo geométrico nadie imaginaba que se estaba colocando la base de una poderosa revolución en el pensamiento, que elevaría el conocimiento de la geometría a un nivel tal de abstracción, que hasta resultaría impensable el pensamiento filosófico sin la geometría. Sin dominar aun el cálculo simbólico, con estas herramientas, los griegos arribaron a un valor del radio de la tierra (de cuya esfericidad no dudaban) muy cercano al que hoy conocemos. De igual modo, cuando en Oriente se introdujo el ábaco para contar y hacer operaciones aritméticas, nadie pensaba que se estaba fundando la notación numérica posicional y el cálculo simbólico, sobre la base del cual se desarrollaría el álgebra moderna.

La respuesta a dichos interrogantes, en base a conceptos teóricos conocidos (no por eso comprendidos plenamente), en relación a la aplicación del software de simulación, constituye diversas situaciones de aprendizaje, que abarcan aspectos distintos de la aplicación de la teoría. Sin negar, ni pretender reemplazar los experimentos reales, la simulación, considerada como complemento de la experimentación, constituye una herramienta flexible que permite multiplicar los casos distintos que se pueden abordar en un tiempo de por sí limitado.

En los dos casos descriptos, podemos observar la asociación de la mente con la herramienta, de la cual surge un producto cognitivo de nivel superior, al cual el pensamiento jamás hubiera podido arribar en forma aislada. De esta manera, para poder resolver problemas complejos de orden intelectual, el ser humano desarrolló artefactos y sistemas simbólicos, a los cuales se los designa actualmente con el nombre de

3.2. Herramientas cognitivas

En la aplicación de las NTICS es importante tener presente el concepto de herramientas cognitivas. Éstas son símbolos y artefactos que juegan el rol de soporte o vehículo del pensamiento. De esta manera se

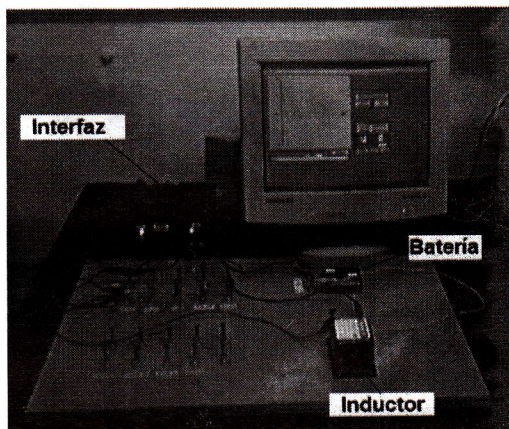
herramientas cognitivas. Hoy inclusive se habla de «cogniciones distribuidas» (Perkins, 1993), significando así que el conocimiento ya no tiene sólo como soporte al cerebro, sino también al conjunto de herramientas con las cuales se asocia, tales como un cuaderno de notas, un libro, una computadora, o la red informática. Cuestión que no debe interpretarse como de «dilución» del conocimiento en los artefactos, sino de extensión a los mismos, conservando siempre la mente su centralidad (Salomon, 1993).

Pero hay un aspecto que se hace necesario destacar en esto: la forma del pensamiento del ser humano cambia o se moldea, de acuerdo a las herramientas cognitivas con las cuales se asocia. Por ejemplo, controlar una central térmica ubicada en España, desde una computadora ubicada en Buenos Aires, como hoy se hace, requiere de una forma de pensamiento distinto al que tiene una persona que maneja un establecimiento similar en forma directa. Hoy también hay cirujanos que operan a distancia, lo cual hace unos años hubiera parecido una quimera. También en ese caso la mente debe amoldarse a recibir información, tomar decisiones e implementarlas de una manera totalmente distinta a la tradicional. De igual modo es hoy muy distinto aprender Física con ayuda de una computadora, con la cual se puede acceder a simulaciones, software matemático, sistemas de experimentación remotos, artículos publicados, bases de datos, consultas vía Chat o E-mail, etc.

Así como en la antigüedad, la regla y el compás o el ábaco, permitieron al ser humano desarrollar su pensamiento y sus conocimientos hasta niveles superiores, hoy hay que asumir que las nuevas tecnologías de la información y la comunicación están provocando una nueva y quizás más poderosa revolución en nuestros conocimientos, en nuestro pensamiento y en nuestro modo de vida. Se trata en este caso de orientar la aplicación de esos avances tecnológicos para que puedan servir al propósito de una mejor educación.

Ejemplo: Medición de la Constante de Tiempo de un circuito RC con una Interfaz

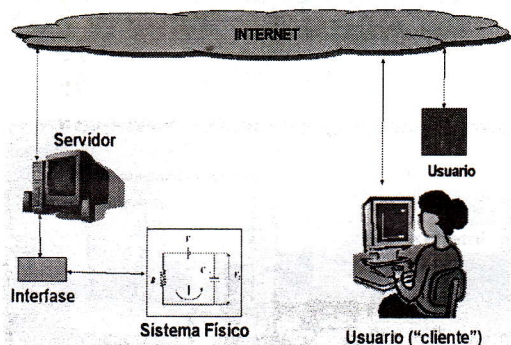
a) En modo presencial:



Actividades de los alumnos:

- Estudio de la teoría.
- Estudio de conceptos básicos de adquisición de datos: resolución de la placa, frecuencia de muestreo.
- Armado del circuito (grupos de cuatro alumnos).
- Realizan varias experiencias con distintas combinaciones de resistencia y condensadores. Observan las gráficas y obtienen conclusiones.
- Para una cierta combinación de R y C:
 - Calculan el valor nominal de la constante de tiempo.
 - Obtienen la gráfica y de ahí el valor directo de RC.
 - Realizan la simulación en la misma pantalla y obtienen el coeficiente de correlación.
 - Graban los datos en disco en formato texto.
 - Importan los datos desde un software de procesamiento matemático (Origin).
 - Grafican, proponen función exponencial de ajuste y realizan el cálculo.
 - Discuten sobre los distintos resultados obtenidos, calculan errores y analizan sus causas.

b) A través de un laboratorio remoto



Estructura de un laboratorio remoto.

Los alumnos interactúan con el sistema físico real a través de Internet. No pueden armar el circuito, pero logran realizar todas las otras actividades.

Se pone de manifiesto en estos ejemplos, la interacción del alumno con herramientas informáticas poderosas: sistemas de experimentación informatizados con adquisición de datos y control electrónico, simulaciones combinadas, software matemático avanzado de procesamiento de datos, Internet. Con estas herramientas el alumno asocia su mente y logra estudiar fenómenos relativamente complejos, con una gran facilidad. Aprende así a trabajar con ciertos entornos que luego pueden ser comunes en su vida profesional.

3.3. Modelos mentales

Es la imagen o representación mental de un sistema. Es una entidad que puede asociarse a la expresión «concepto sobre algo», pero es más que eso. Significa que tenemos Modelos Mentales de muchos fenómenos físicos: del equilibrio, del movimiento, de la corriente eléctrica, de la energía potencial, etc. También tenemos modelos mentales de los espacios donde habitamos, de los movimientos corporales y de los objetos, de los materiales con que interactuamos, etc.

■ Cuando tomamos la decisión de cruzar o no una calle frente a un vehículo que se

aproxima, estamos operando con nuestro modelo mental. No realizamos cálculos matemáticos, sino que actuamos en función de experiencias anteriores. Nuestra mente procesa información en la que intervienen distancias, velocidades, características del vehículo, etc. Ese procesamiento es puramente analógico y se realiza en función de nuestro modelo mental referido a ese tipo de situación. Como vemos, Modelo Mental tiene un significado mucho más amplio que concepto o preconcepto.

Representamos los fenómenos físicos a través de ciertas imágenes, utilizando analogías con situaciones más conocidas en muchos casos.

En general, no somos inconscientes de nuestros modelos mentales, los mismos pueden variar en el transcurso del tiempo y pueden tener elementos contradictorios y contornos poco definidos. Son relativamente difíciles de conocer.

Sin embargo, a los mismos se les atribuye actualmente una gran importancia desde lo pedagógico. Al igual que cuando vamos a cruzar una calle, cuando vamos a resolver un problema o dar una explicación de un fenómeno, o intentamos predecir un hecho, lo hacemos en primer lugar desde nuestro modelo mental. Aunque tengamos leyes o ecuaciones específicas, inconscientemente tendemos a operar desde nuestro modelo mental. Si el mismo es congruente con la ley física correspondiente, estaremos en el camino correcto de resolución. En cambio, si existen contradicciones importantes, es probable que «forcemos» la Ley Física para que coincida con nuestro modelo mental, y en ese caso es casi seguro que llegaremos a conclusiones erróneas.

Larkin y Chabay (1996), citando a otros autores (Chi, Feltovich y Glaser, Simon y Simon) explican los modos diferentes con que un «experto» y un estudiante abordan la resolución de un problema físico:

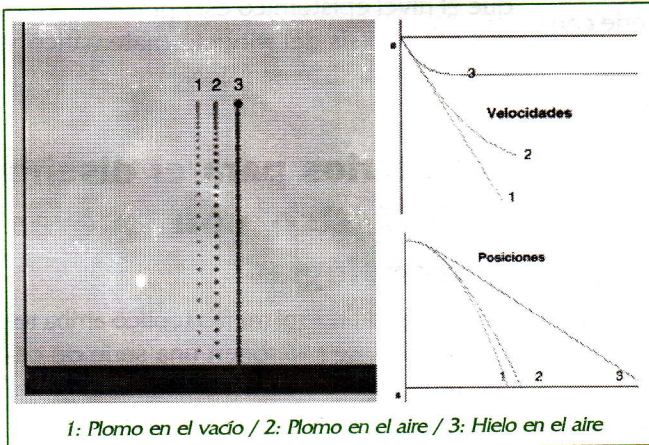
■ «Los alumnos (especialmente aquellos que obtienen altas calificaciones en las cien-

cias físicas) parecen trabajar en un 'espacio' psíquico de ecuaciones, tratando de recordar las ecuaciones adecuadas y de unirlas con precisión. En cambio, los expertos pasan gran parte de su tiempo de resolución de problemas en un espacio psíquico de razonamiento científico: hablan cualitativamente de fuerzas, impulsos, cambios de velocidad y de las relaciones entre ellos, sin escribir en ningún momento una ecuación» (el subrayado es nuestro)

Sin duda, la diferencia entre ambas formas de razonar está basada en el distinto nivel de desarrollo de los modelos mentales sobre el fenómeno en cuestión. El «experto», antes de escribir ecuaciones razona en forma cualitativa, es decir, se imagina la solución del problema, lo cual realiza a través de su modelo mental. En cambio al estudiante, que aún no tiene completamente desarrollado el modelo mental del fenómeno, no le queda otra alternativa que la de abordar la solución mediante la aplicación directa de las ecuaciones. Sabemos que los resultados obtenidos, de esta última forma, no siempre son correctos.

Lo expuesto anteriormente fundamenta la importancia que tiene la realización de actividades de aprendizaje que promuevan el análisis cualitativo de los fenómenos físicos por parte del alumno.

Ejemplo: caída libre de los cuerpos (software MPL)



El software permite simular lanzamientos de partículas de diversos tamaños y materiales, en el vacío y en el aire. Se puede estudiar así el fenómeno de velocidad límite y otros aspectos de este movimiento, que por su complejidad matemática en la enseñanza se lo suele reducir solo a la caída libre ideal. El estudio se puede hacer en forma cualitativa o cuantitativa, según el nivel de enseñanza.

La aplicación se realiza también en base a una serie de preguntas o problemas abiertos, a través de cuya resolución el estudiante construye o modifica sus modelos mentales.

3.4. Actividades de comprensión

David Perkins afirma que «el aprendizaje es una consecuencia del pensamiento», y que la meta es la comprensión: «capacitar a los alumnos para que realicen una variedad de actividades de comprensión vinculadas con el contenido que se está estudiando» (Perkins, 1997). De esta manera se pueden lograr mayores niveles de comprensión, ya que ésta no es binaria (por sí o por no), sino que es «abierto y gradual». Respecto de un tema determinado, uno puede entender poco o mucho pero no puede entender todo porque siempre aparecen nuevas extrapolaciones que no se han explorado. De ahí la necesidad de generar distintas actividades que involucren procesos reflexivos.

Los niveles de comprensión se pueden

identificar a través de las actividades creativas en las que los estudiantes «van más allá de la información suministrada» (Idem). Distintas actividades de comprensión requieren distintos tipos de pensamiento, y por lo tanto diferentes actividades de aprendizaje para su desarrollo. El autor enuncia un conjunto de actividades de comprensión, que puede ser importante tener en cuenta a la hora de elaborar nuestro diseño didáctico:

- Explicación: explicar con sus palabras un concepto, o ley natural, o conocimiento adquirido.
- Ejemplificación: dar ejemplos relacionados con la realidad del concepto explicado.
- Aplicación: usar ese conocimiento para explicar un fenómeno no estudiado.
- Justificación: probar el concepto, o ley. Realizar experiencias.
- Comparación y contraste: relacionar ese concepto con otros similares o distintos.
- Contextualización: relacionar ese concepto con el contexto más amplio de la materia. ¿Por qué es importante? ¿Qué función cumple?
- La generalización: ¿Revela principios más importantes dentro de esa asignatura?

Estas actividades pueden dar lugar a cuatro niveles de comprensión, que son:

- 1) Nivel de contenido.
- 2) Nivel de resolución de problemas.
- 3) Nivel epistémico.
- 4) Nivel de investigación.

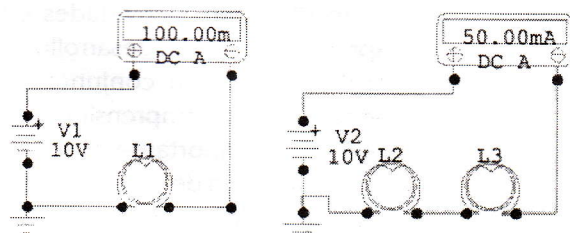
Nuestro diseño didáctico debe tratar de llegar al mayor nivel posible, aunque no en la misma actividad ni en el mismo momento. Las herramientas informáticas nos brindan una interesante posibilidad de llegar a los mayores niveles en las actividades de comprensión.

Ejemplo:

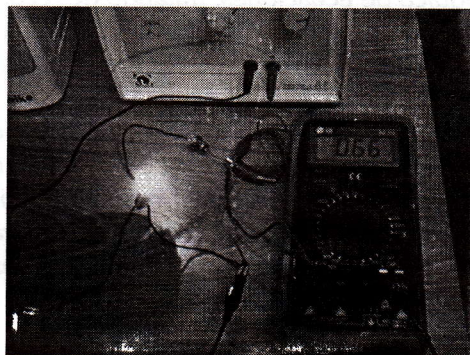
Problema: Si tienes un generador con resistencia interna despreciable, conectado a una lámpara; y luego conectas en serie con la misma otra lámpara igual:

¿Sería esperable que la intensidad de corriente se reduzca a la mitad? ¿Por qué?

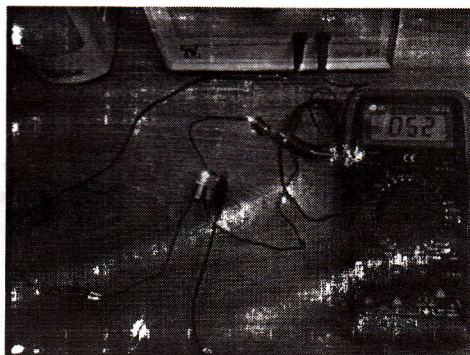
1) Simulación



CIRCUITO EXPERIMENTAL



Una lámpara $i = 660 \text{ mA}$



Dos lámparas $i = 520 \text{ mA}$

Resultado: 57 % más de la mitad.

Análisis a realizar:

- Limitaciones de los modelos matemáticos.
- Causas del resultado no esperado. Ley de Ohm. Temperatura, etc.

En este caso se abarca al menos tres niveles de las actividades de comprensión, ya que el nivel epistémico está presente a través del análisis del modelo matemático y su relación al sistema físico.

4. Criterios para el diseño didáctico con nuevas tecnologías

Atendiendo al marco teórico arriba reseñado, se proponen una serie de criterios que se consideran fundamentales para realizar un nuevo diseño didáctico.

tico. Estas pautas podrían considerarse «ideales», ya que en la práctica muchas veces no pueden plasmarse en su totalidad, por distintos condicionamientos del contexto: contenidos excesivos de las asignaturas, tiempos muy limitados, formas de evaluación prácticamente imposibles de modificar, limitaciones económicas, grupos de alumnos muy numerosos, etc. De modo que el objetivo consiste en aproximarse en todo lo que sea posible a estos criterios, muchos de los cuales pueden considerarse de carácter general, y otros son específicos para la Física Básica:

- 1) Limitar los contenidos en extensión en aras de una mayor profundización en los mismos. El alumno debe tener tiempo suficiente como para reflexionar y plantear nuevas inquietudes sobre los temas en cuestión.
- 2) Plantear las actividades de aprendizaje como una serie de problemas e interrogantes, a los cuales los alumnos deben responder sobre la base de su actividad grupal, con ayuda de simulaciones y experimentos, y con una fuerte referencia teórica.
- 3) Además de los clásicos problemas cuantitativos, se deben plantear problemas cualitativos, en los que los alumnos analicen los fenómenos desde un punto de vista conceptual y estudien como influyen las distintas variables.
- 4) Algunos de los problemas planteados deberán ser lo suficientemente abiertos como para que admitan más de una respuesta correcta, en aras de promover la creatividad de los alumnos.
- 5) Se tratará también de incluir en cada guía de actividades, alguna tarea que implique cierto nivel de descubrimiento, con lo cual llegamos a trabajar en el nivel de investigación, que es el tipo de actividad de comprensión de mayor nivel (Perkins, 1997)
- 6) El uso de las simulaciones se debe integrar, en todo lo que sea posible, a la práctica experimental, de modo que el

alumno comprenda mejor el rol de los modelos en la Física, conozca sus limitaciones y sepa aprovecharlos para avanzar en el conocimiento y resolución de problemas.

- 7) Los contenidos conceptuales deben, en lo posible, vincularse a aplicaciones prácticas o fenómenos conocidos, con el propósito de establecer nexos cognitivos y asignar significado psicológico al conocimiento.
- 8) Se debe promover la actividad de aprendizaje en grupos reducidos y la puesta en común de los resultados obtenidos para su corrección, pero también se deben asignar y especificar actividades de carácter individual para promover la independencia intelectual.
- 9) Los alumnos deberán asumir el control de las actividades de aprendizaje, y el docente trabajará como guía, ofreciendo ayuda cuando esta sea necesaria, planteando algunas pistas con nuevas preguntas que ayuden a los alumnos a orientarse para superar ciertas dificultades.
- 10) Los contenidos de las evaluaciones que se realicen deberán estar acorde a las actividades de aprendizaje realizadas, de modo que el alumno no considere el trabajo con la computadora como un simple entretenimiento, sino como una actividad que tiene la misma importancia que otras tareas.
- 11) Hay que asumir que aun con actividades de comprensión similares, los aprendizajes serán distintos a nivel individual, y en la evaluación hay que enfatizar en la valoración de los conocimientos que los alumnos lograron incorporar.
- 12) En el desarrollo de la clase, los docentes debemos ser pacientes y perseverantes: debemos tener presente que estamos promoviendo el desarrollo de capacidades de razonamiento avanzados, cuyos resultados quizás no se perciban de un modo inmediato.

5. Conclusiones

Nuestra experiencia y los conceptos teóricos antes formulados nos reafirman la idea central de que las NTICs pueden brindar herramientas informáticas poderosas, pero que su enorme potencialidad para la enseñanza de la Física sólo se pone de manifiesto a través de nuevos diseños didácticos y en una adecuada capacitación docente.

6. Reconocimiento

El presente trabajo se realizó en los marcos del proyecto «Experimentación y sensoramiento remoto en la enseñanza e investigación en ciencias» (PE232 CAI+D 2006), aprobado y financiado por la Universidad Nacional del Litoral. UNL.

7. Bibliografía

LARKIN, HILL H., CHABAY, RUTH W. (Madrid 1996), «La Investigación sobre la enseñanza

del pensamiento científico: implicaciones para la enseñanza basada en computadoras». Recopilación de Resnick, Lauren B. y Klopfer Leopold E, «Curriculum y cognición». AIQUE.

MAGGIO, MARIANA. «El tutor en la educación a distancia». En: Litwin, E. (compiladora): La educación a distancia. Colección Agenda Educativa. Amorrortu Editores S. A.. Buenos Aires.. 110. ISBN 950-23-0890-5. 2000.

MOREIRA, MARCO A. (2002). A teoria dos campos conceituais de vernaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área. Investigações em ensino de ciências. Vol. 7, N. 1.

PERKINS, DAVID: *La escuela inteligente*. Gedisa. España. 1997

RESNICK, L.B. (1987). Learning in school and out. Educational Researcher, 16(9), pp.13-20.

SALOMON, GAVRIEL, (2001). Cogniciones distribuidas. Consideraciones psicológicas y educativas. (Amorrortu. Buenos Aires).



*Un proyecto
editorial
al servicio de
estudiantes
y autores
uruguayos.*

**HISTORIA - MATEMÁTICA
LITERATURA - FILOSOFÍA
CIENCIAS SOCIALES - ECOLOGÍA
ADMINISTRACIÓN - DERECHO
FÍSICA - QUÍMICA**

**Descuentos especiales
para docentes**

Mercedes 1786 CP 11200 - Telefax: 408 6985 - Montevideo, Uruguay
edideas@adinet.com.uy / www.editorialideas.com.uy



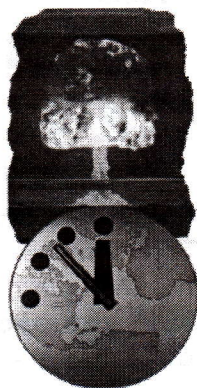
CURIOSOS CASOS, COSAS CURIOSAS

5 Minutos para medianoche (*El Reloj del juicio final*)

1945, proyecto Manhattan, surge «*The Bulletin of Atomic Scientists*», preocupación de algunos, justificación de otros, pasan dos años y se crea «El Reloj del Apocalipsis» o «Reloj del Juicio Final».

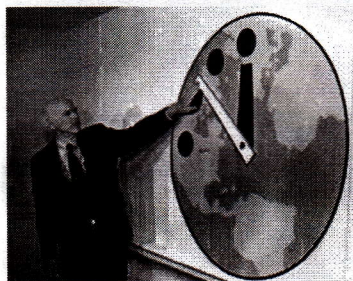
1945: 'The Bulletin of Atomic Scientists', revista cuya misión, vigente aún hoy en día, era la de alertar a todo el mundo sobre los peligros de la energía nuclear y otras armas de destrucción masiva. (<http://www.thebulletin.org/>).

1947: «Reloj del Apocalipsis», el símbolo más representativo de peligro nuclear. La primera representación del reloj tuvo lugar en 1947, cuando el cofundador de Bulletin, Hyman Goldsmith, solicitó a la esposa de un psicólogo del Proyecto Manhattan, una artista llamada Martyl Langdorf la creación de un diseño de portada para la revista, en consulta con su consejo de patrocinadores, del que forman parte 18 premios Nobel. Está ubicado en la Universidad de Chicago.



Inicialmente sus agujas marcaban las 23.53 horas, a siete minutos de la medianoche del Apocalipsis o del Juicio Final, y desde entonces se han adelantado o retrasado en 18 ocasiones, incluyendo la última (17/01/07).

Sin embargo, no sería hasta el año 1949 cuando la imagen del reloj encontraría su verdadera misión. Ese año y contra todo pronóstico por parte de la inteligencia militar estadounidense, la Unión Soviética realizó su primer ensayo atómico. Se denominó Primer relámpago –First Lightning– y con una potencia de 22 kilotones –similar a la bomba arrojada sobre la ciudad de Nagasaki–, fue detonada el 29 de agosto de 1949 en la región de Kazajistán. Fue precisamente a partir de este momento cuando surgió la idea de mover el minutero, como una forma de representar el dramatismo que sugerían los acontecimientos, la carrera armamentística nuclear había comenzado.



El momento en que más cerca estuvieron las agujas del «desastre» fue en 1953, cuando se colocaron a sólo dos minutos de las 00.00 horas tras la primera explosión de una bomba de hidrógeno por parte de Estados Unidos.

En estos momentos nos encontramos a las doce menos cinco, **5 minutos para ...**

Robert Oppenheimer (quien se opuso al uso militar de la energía nuclear una vez terminada la guerra), Edward Teller (uno de los más fervientes defensores del programa armamentístico nuclear estadounidense), Hans Bethe, Enrico Fermi, Richard Feynman (quien en su biografía contó el sentimiento de culpabilidad que tuvo al explotar la primera bomba), entre otros, fueron partícipes del famoso Proyecto Manhattan, tic tac, tic tac...

«Thank God for the Bomb» (Ozzy Osbourne); «Minutes To Midnight» (Linkin Park); «Doomsday clock» (The Smashing Pumpkins); entre otras referencias aluden a dicho reloj y en la serial televisiva «Héroes» (que no se ve por estos lares a no ser por Internet) en el capítulo «Seven Minutes To Midnight».

Esperemos que no lleguemos a 2 minutos para medianoche como en 1953.

El grupo de científicos nucleares, en donde han contribuido gente como Albert Einstein, Edgard Teller, J. Robert Oppenheimer, Carl Sagan, Wernher von Braun, Al Gore, Isaac Asimov, Arthur C. Clarke y Stephen Hawking, entre otros, y que regula el llamado Reloj del Juicio Final ha adelantado este año sus manecillas dejándonos a 5 minutos para la medianoche.



Extractado de : Wikipedia; The Bulletin of Atomic Scientists; La República del 24/06/07)

21 Gramos «El extraño experimento del Dr. MacDougall»

Nota inicial: incluido a raíz del trascendido que vinculaban al Dr. con la Física.

Un mítico experimento demostró «científicamente» la existencia del alma humana. En algún momento del impreciso pasado, un médico acucioso habría acometido la macabra tarea de masar a personas agonizantes, encontrando que éstas perdían, en el preciso instante de la muerte, 21 gramos. Este «experimento» se llevó a cabo y sus resultados incluso se publicaron en una revista médica, su autor fue el Doctor en Medicina Duncan MacDougall, de Haverhill, Massachussets, 1907.



En su artículo, el Dr. MacDougall comenzó esbozando una muy materialista hipótesis sobre la «sustancia del alma», partiendo del supuesto de que «si las funciones psíquicas continúan existiendo como una individualidad o personalidad separada después de la muerte del cerebro y del cuerpo, entonces tal personalidad sólo puede existir como un cuerpo ocupante de espacio». Y como se trata de un «cuerpo separado», diferente del éter continuo e ingrávido, debe tener peso, igual que el resto de la materia. Esa sustancia, obviamente, se desprende del cuerpo en el momento de la muerte, y por lo tanto la pérdida de peso debe ser medible. Sus sujetos de experimentación fueron seis enfermos terminales hasta que les sobrevino la muerte.

MacDougall también efectuó un experimento control, consistente en envenenar a quince perros sanos (1) para masarlos en el momento de la muerte, con resultados uniformemente negativos.

Extractado de: <http://www.escepticospr.com/Archivos/21%20gramos.htm>

¿Puede la Física ayudar al Básquetbol?

**Prof. Fernando Moreno, Lic. Washington W. Jones,
R. Ernesto Blanco, Lic. C. Gabriel Fábrica**

Iniciamos esta investigación en equipo, convencidos no solo de que la física puede servir al básquetbol, sino de que en nuestra labor docente podemos servirnos de este deporte para generar interés por la mecánica clásica.

Es sabido que, con la ayuda de la física aplicada puede mejorarse notoriamente el rendimiento de deportistas en diversas disciplinas. Esto se ha facilitado por el avance tecnológico, por ejemplo en el desarrollo de cámaras digitales, que nos permiten obtener registros de alta precisión y frecuencia.

En nuestro país todavía no se ha explotado este análisis en el deporte y los entrenadores de básquetbol en general aconsejan en base a su experiencia personal y su registro «a ojo». No sucede así en otros países donde se invierten millones de dólares para mejorar a partir de ese análisis la técnica personal o colectiva.

En la NBA, por ejemplo, se preocupan y atienden el tiro libre de Shaquille O'Neal (por sus malos porcentajes de aciertos), quien abandonando al gurú australiano Palubinskas (que los Lakers no pagaron) apuesta ahora a una mayor eficiencia mediante el registro y perfeccionamiento de su técnica (jugando actualmente por Miami), ayudado por un octogenario quien de esta forma logró anotar más de 3000 tiros libres consecutivos.

¿Existe un tiro ideal?

Puede demostrarse que a partir del módulo del desplazamiento vertical (h) y del horizontal (L) entre el punto en que el ba-

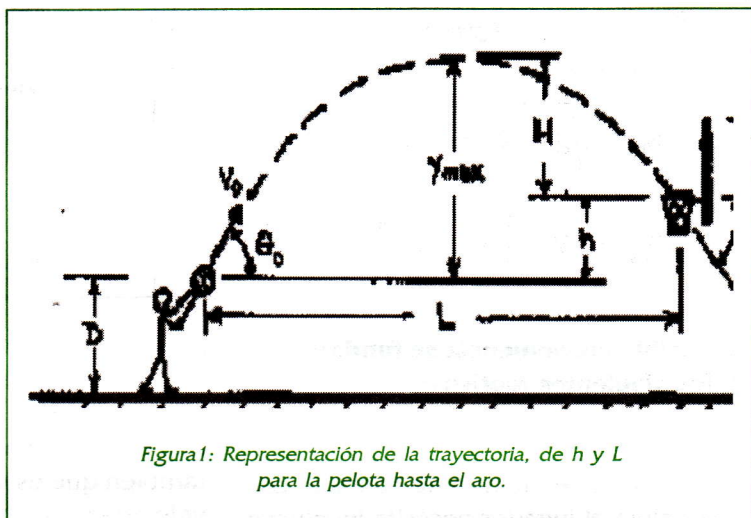


Figura 1: Representación de la trayectoria, de h y L para la pelota hasta el aro.

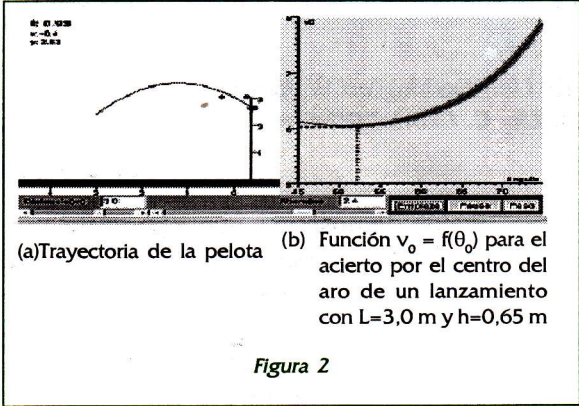
lón se desprende de la mano del jugador hasta el centro del aro (ver figura 1), para una aceleración gravitatoria (g), si se quiere que la pelota pase por el centro del aro, se da la siguiente relación funcional entre el módulo de la velocidad de tiro (v_0) y el ángulo respecto a la horizontal (θ_0):

$$v_0^2 = \frac{gL}{2\cos^2\theta_0(\tan\theta_0 - h/L)}$$

Dicha función se representa en la simulación de la pág. web de Angel García (www.sc.ehu.es/sbweb/fisica) donde podemos variar el punto de lanzamiento, h y L , ($h = h_{\text{aro}} - D$) y obtener la función particular (figura 2).

Derivando e igualando a cero dicha función encontramos su mínimo.

Es en este punto donde encontramos la velocidad y el ángulo ideal.



$$v_{0m} = \sqrt{g(\sqrt{L^2 + h^2} + h)}$$

$$\theta_{0m} = 45^\circ + \frac{1}{2} \arctan\left(\frac{h}{L}\right)$$

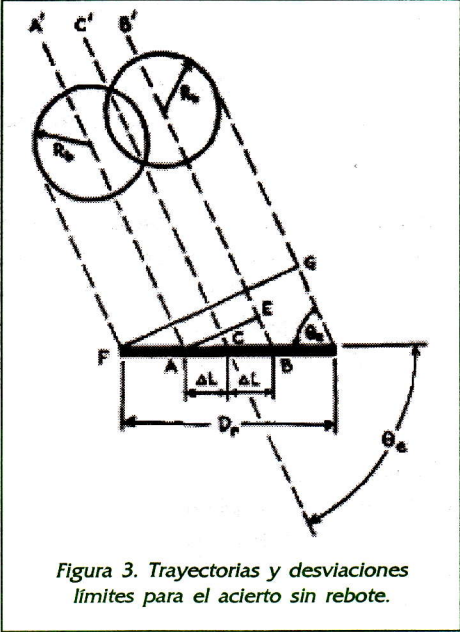
Su posible conveniencia se fundamenta en los siguientes motivos:

- a) se requiere el menor gasto de energía metabólica.
- b) al aumentar el tiempo de contacto con la pelota el jugador necesita involucrar un menor número de neuronas para la ejecución coordinada de la cadena biomecánica del lanzamiento.
- c) y permite un amplio «margen de error» (ya sea por exceso o defecto) en el ángulo de lanzamiento obteniendo igualmente el acierto (aunque no sea por el centro del aro).

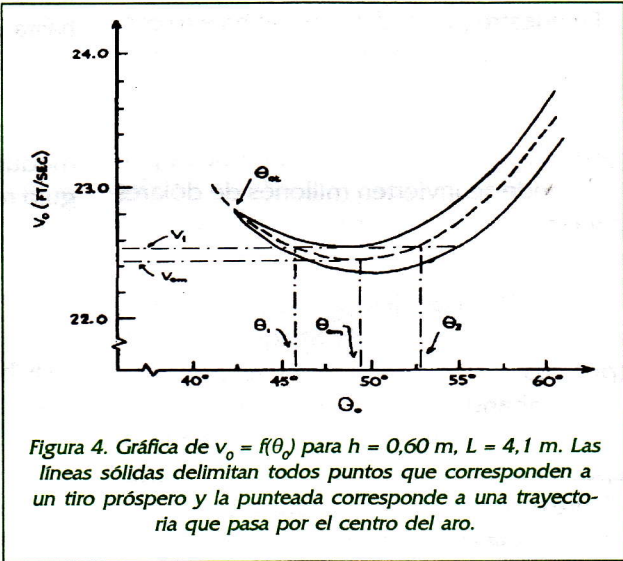
Esta última afirmación surge del estudio de la trayectoria en las condiciones límites tal como lo presenta en su artículo «Física del basket» Peter. J. Brancazio Brooklyn 1980 AJP.

Vemos que aunque no entre por el centro del aro, se permiten desviaciones para el acierto (figura 3).

Se puede apreciar en el gráfico (figura 4) que si se lanza con la velocidad mini-



ma (v_{0m}) es posible una desviación porcentual bastante amplia a ambos lados de ángulo ideal (θ_{0m}) e igualmente la pelota entrará por el aro. Se puede observar también que es más importante ajustar la velocidad que el ángulo, ya que ajustada



la velocidad ideal, se permite una mayor desviación porcentual del ángulo para lograr igualmente el acierto.

¿Cómo registrar y analizar la trayectoria de la pelota?

El registro de nuestro estudio se realizó en el Cilindro Municipal con los planteles de Aguada y de la Selección Nacional. Para disminuir los errores buscamos ubicar la cámara perpendicular al plano de lanzamiento y aproximadamente equidistante de los extremos de la trayectoria de la pelota en vuelo.

Luego en la PC, con la imagen digital obtenida en un programa de video, elegimos como origen de coordenadas el punto de lanzamiento y marcamos las coordenadas X e Y para la trayectoria de la pelota cuadro a cuadro en cada uno de los cinco tiros que realizó cada jugador en las dos situaciones planteadas (tiro libre y triple).

Se ubicaron estos datos en una tabla de Excel y se trazó la parábola que mejor ajustaba a la trayectoria.

El índice de regresión R que nos indica la aproximación de la parábola a los valores reales es muy bueno, siempre mayor a 0,998 (lo cual implica que no es muy significativa la influencia del roce con el aire).

Considerando la aceleración gravitatoria en la vertical y despreciable en la horizontal, podemos plantear las ecuaciones de la posición en función del tiempo:

$$x = v_0 \cdot \cos \theta_0 \cdot t$$

$$y = v_0 \cdot \sin \theta_0 \cdot t - \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

«Despejando» el tiempo de la primera y sustituyendo en la segunda llegamos a la ecuación:

$$y = \underbrace{\tan \theta_0}_{C1} x - \underbrace{\frac{1}{2} g \frac{1}{v_0^2 \cos^2 \theta_0}}_{C2} x^2$$

Denominando C1 y C2 a los coeficientes, luego de buscar la ecuación de la parábola que mejor se ajusta a la curva representada en el Excel apreciamos dichos coeficiente para cada tiro y así logramos hallar el módulo de la velocidad y el ángulo inicial respecto a la horizontal.

bola que mejor se ajusta a la curva representada en el Excel apreciamos dichos coeficiente para cada tiro y así logramos hallar el módulo de la velocidad y el ángulo inicial respecto a la horizontal.

$$v_0 = \sqrt{\frac{g}{2C2 \cos \theta_0}}$$

$$\theta_0 = \arctan C1$$

Los datos nos indicaron que para el libre el módulo de la velocidad oscila entre 6,4 m/s y 6,9 m/s, mientras que para el triple lo hace entre 7,7 m/s y 8,5 m/s.

En la misma tabla a partir de h y L en cada tiro se registraron los valores ideales y reales de velocidad y ángulo de lanzamiento, así como las desviaciones entre los mismos.

Luego de este análisis podemos concluir que:

En los lanzamientos estudiados, no se aprecian grandes desviaciones porcentuales de los valores reales respecto a los valores ideales. En general no supera el 3% de la v_{om} (velocidad ideal) y el 5% del α_{om} (ángulo ideal).

La desviación máxima respecto a la v_{om} fue de un 13 % y se dio en el lanzamiento de un juvenil (cuyos porcentajes de aciertos no son muy buenos).

Se aprecian ajustes de gran precisión. Por ejemplo, jugadores que para corregir un tiro que quedó corto, aumentan la velocidad en el orden de la centésima (medida en m/s) y logran su objetivo.

Para los tiros en triples, graficamos el porcentaje de aciertos de los jugadores de Aguada registrado en Liga Uruguay 2004 en función del cuadrado de la desviación media respecto a los valores ideales de velocidad (figura 5a) y ángulo (figura 5b) que sacamos de la filmación para cada jugador.

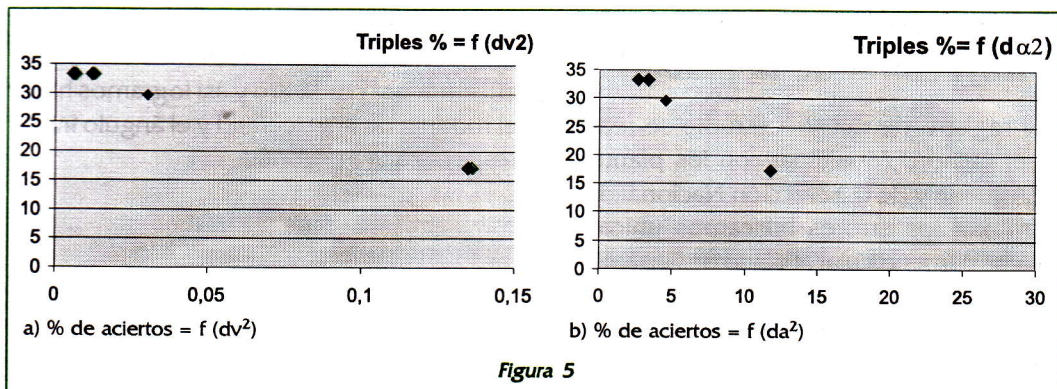


Figura 5

Luego tomamos como datos el porcentaje de aciertos en una práctica donde realizaron 1000 lanzamientos triples en serie de a 10 de todos los jugadores de Aguada cuyo tiro filmamos (figura 6 a y b).

gulo no son las únicas variables en juego (seguramente intervienen cualidades personales, práctica, etc.), pero si parecen tener una influencia considerable en el acierto en triples.

Considerando esta afirmación es importante señalar que en el Uruguay ningún jugador conoce su tiro «ideal» y nunca ha registrado su lanzamiento para su posterior estudio.

Cabe aquí plantearnos nuevamente la pregunta «¿puede la física ayudar al básquetbol?»

En los libres esta correlación entre valores «óptimos» y porcentajes de aciertos no es tan clara. Esto puede deberse a que muchos de los aciertos se dan luego de uno o varios rebotes en el aro. En esto es predominante el buen uso de la técnica donde también la física nos ayuda a su comprensión.

La Técnica del Lanzamiento

Sin duda aquella persona que ha observado el básquetbol de distintas generaciones sabrá concluir que la técnica ha variado considerablemente en muchos aspectos incluyendo el tiro al aro (figura 7 a y b).

Todo entrenador medianamente formado aconseja:

Alinear el eje de tiro (el plano en que se mueve el brazo debe contener al aro),

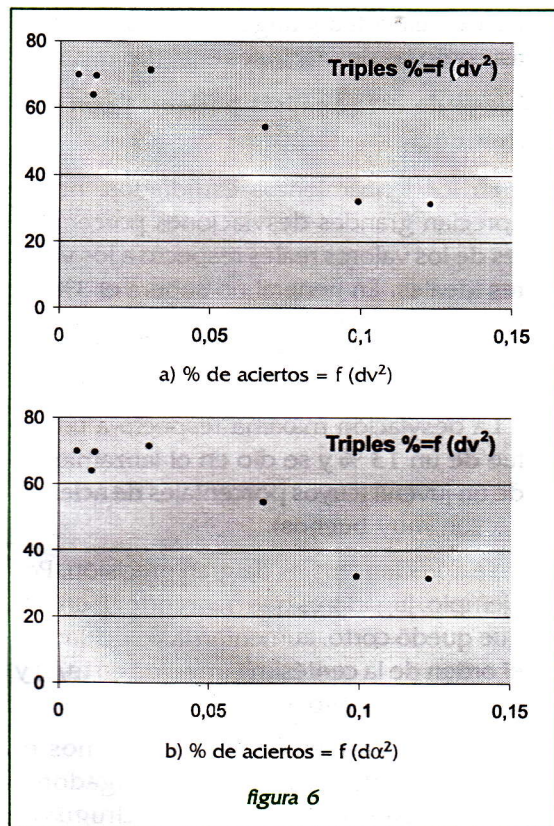
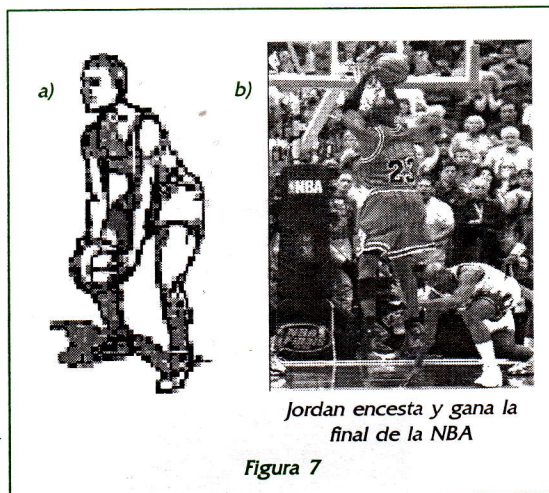


figura 6

Puede observarse en general que cuanto mayor es la separación respecto de los valores ideales, menor es el porcentaje de aciertos. Evidentemente la velocidad y án-



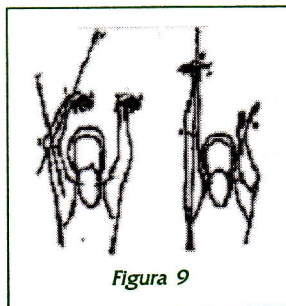
utilizar solo una mano para el lanzamiento (la otra solo sostiene) y con la punta de los dedos darle un efecto hacia atrás a la pelota. Ver figura 8.



Retomamos el natural cuestionamiento del «¿y por qué?».

Si utilizamos ambas manos, tirar en el plano vertical deseado supondría sincronizar su movimiento para equilibrar los componentes de la fuerzas perpendiculares al mismo con lo cual se aumentan las variables involucradas (grados de libertad), algo indeseable cuando se busca la automatización. Ver figura 9.

El contacto final con la punta de los dedos es importante debido a que la mayor sensibilidad de nuestros dedos nos permite (gracias a su motricidad fina) lograr la



precisión requerida. Además el efecto reverso que los dedos producen permite que en caso de un rebote en la parte superior del aro, se

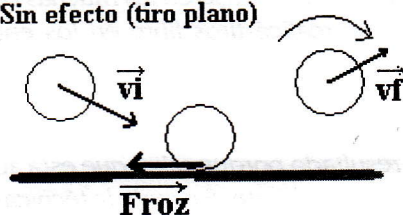
logre la mayor pérdida de energía cinética (queda «dormida»), por lo que aumenta la probabilidad de enceste. Esto fue muy evidente en el registro del tiro libre de algunos jugadores que sin saber el fundamento físico utilizan este efecto y logran buenos porcentajes de aciertos.

Desarrollemos dicho fundamento:

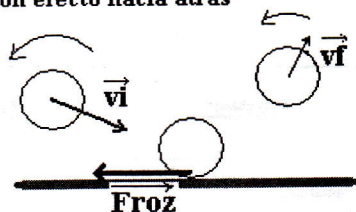
Cuando la pelota rebota sobre una superficie horizontal real recibe un impulso lineal y angular por parte de la fuerza de rozamiento que implica variaciones en su energía cinética traslacional y rotacional.

Nos aproximaremos al fenómeno considerando un choque perfectamente elástico en la vertical.

Sin efecto (tiro plano)



Con efecto hacia atrás



Considerando la igualdad entre los impulsos y variaciones de la Cantidad de Movimiento tanto en lo lineal como en lo angular.

$$F\Delta t = \Delta(mv_x) = m(v_f - v_0)$$
$$FR\Delta t = \Delta(I\omega) = 2mR^2(\omega_0 - \omega_f)/5$$
eliminando $F\Delta t$ obtenemos:
$$v_f = v_0 + 2R(\omega_0 - \omega_f)/5$$

y buscando las variaciones de Energía cinética para cada caso podemos llegar a lo que Brancazio presenta en la tabla1 al pie de la página.

Sin efecto la $\Delta E_{Ctotal} = - (m/7) \cdot Vo^2$ y **con efecto hacia atrás** (backspin) la pérdida de energía es mayor $\Delta E_{Ctotal} = -(m/7) \cdot (Vo + R\omega_0)^2$, he aquí la conveniencia de este efecto buscando (si se da el rebote) que quede sobre el aro e ingrese al mismo.

La menor pérdida de energía cinética se da en el caso que posee efecto hacia delante (forward spin), esto no es frecuente en el basket pero si lo es y muchas veces deseable tanto en el tenis como el ping pong.

El tiro libre

«Trato de situarme, mentalmente, en un lugar familiar. Pienso en las muchas ocasiones que realicé tiros libre en los entrenamientos, ejecutando los mismos movimientos y utilizando la misma técnica miles de veces. Si usted hace lo mismo se olvidará del resultado porque sabrá que está actuando correctamente. Fuera de la técnica obtenida de antemano, los resultados escapan a nuestras manos, así que no se preocupe

por ello». **«Mi filosofía del triunfo» Michael Jordan.**

La diferencia en la técnica implica (fundamentalmente en el tiro libre) diferencias en los porcentajes de aciertos. Recordemos el tiro técnicamente ideal: una sola mano, un eje de tiro, utilizando el «golpe de muñeca» para darle un efecto reverso a la pelota.

Ahora podemos comprender mejor el alto porcentaje de aciertos de «Manu» Ginobili

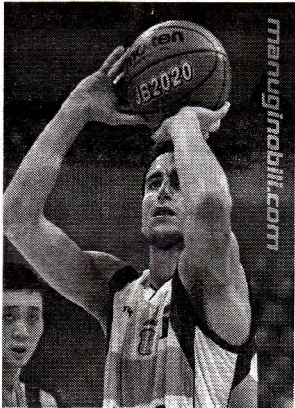


Figura 1Ca
manuginobili.com

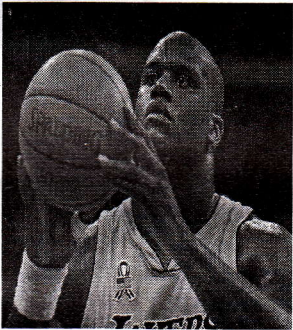


Figura 10b

Table 1. Energy changes for a bouncing ball (no skidding).

	$\Delta KE_{translation}$	$\Delta KE_{rotation}$	ΔKE_{total}
No initial spin	$-\frac{12m}{49}v_0^2$	$\frac{5m}{49}v_0^2$	$-\frac{m}{7}v_0^2$
Initial forward spin	$-\frac{2m}{49}(6v_0^2 - 5R\omega_0 v_0 - R^2\omega_0^2)$	$\frac{m}{49}(5v_0^2 + 4R\omega_0 v_0 - 9R^2\omega_0^2)$	$\frac{m}{7}(v_0 - R\omega_0)^2$
Initial backspin	$-\frac{2m}{49}(6v_0^2 + 5R\omega_0 v_0 - R^2\omega_0^2)$	$\frac{m}{49}(5v_0^2 - 4R\omega_0 v_0 - 9R^2\omega_0^2)$	$\frac{m}{7}(v_0 + R\omega_0)^2$

Tabla 1

(figura 10 a), y la preocupación de Shaquille O'Neal (figura 10 b) al ir a la línea de libres.

Al concluir este artículo queremos expresar nuestra intención al publicarlo de brindar una motivación más a los profesores de física para que sigan investigando en este u otros deportes, animarlos a aprovechar los materiales ya existentes y ayudar los estudiantes a comprender que la mecánica clásica

nos permite comprender mejor y muchas veces perfeccionar las técnicas deportivas.

Agradecemos muy especialmente al Director del ISEF, Prof. Alberto Espasandín (técnico del plantel de Aguada y de la Selección Uruguaya) su fundamental apoyo al proyecto, sin el cual no hubiera sido posible realizar esta investigación.

APOSTILLAS FÍSICAS

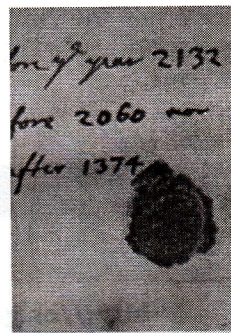
(a propósito de *Curiosos Casos, Cosas Curiosas: 5 minutos...*)

Isaac Newton auguraba el fin del mundo para 2060. (¿?)

Isaac Newton, uno de los científicos más influyentes de todos los tiempos, preveía el fin del mundo en 2060, según manuscritos del famoso físico presentados desde este domingo (17/06/07) por la Universidad Hebrea de Jerusalén (*The Jewish National and University Library*). Esos manuscritos se muestran al público por primera vez desde 1969 en el marco de una exposición titulada 'Los secretos de Newton', anunció la Universidad en un comunicado...

(<http://www.jnul.huji.ac.il/dl/mss/newton/>). La exposición «on-line» finalizará el 17 de Julio.

En la misma universidad figura la carta manuscrita original de A. Einstein al Prof. Abraham Shalom Yahuda (de hebreo en la Universidad Central de Madrid) Interesándose por escritos de Newton acerca de «cuestiones bíblicas» y el manuscrito original de I. Newton donde realice la referida previsión.



«My Dear Yahuda, Newton's writings on biblical matters seem to me particularly interesting because they afford deep insight into the unique mind and thought process of this great man. The divine origin of the Bible is, for Newton, absolutely certain, a certitude that stands in peculiar contrast to the critical skepticism that characterizes his stand vis-à-vis the Churches.». (A. Einstein, September 1940).

«Newton trataba de determinar lo que decía la Biblia de Dios, y siempre negó la doctrina de la Trinidad, que para muchos se trata de uno de los preceptos más importantes del cristianismo», manifestó Stephen Snobelen curador de «Los Secretos de Newton» y «él creía que quizá el regreso de Cristo, la batalla de Armagedon y todas esas cosas que se asocian con el Apocalipsis **no** sucederían **antes del 2060**. Pero, recuerden que Newton murió en 1727, así que esa fecha era lejana en el futuro para él»; a su vez Yemima Ben-Menachem, curadora de «Los Secretos de Newton», comentó: «él pensaba que podría decodificar los conocimientos secretos. Por eso se interesó en medir uno de los templos judíos donde pensaba que estaban localizados los conocimientos que se perdieron».

Extractado de: <http://www.jnul.huji.ac.il/dl/mss/newton> y Yahoo! Noticias).

FÍSICOS

<http://es.geocities.com/fisicas/cientificos/fisicos.htm>

¿Querías conocer a los Físicos de la historia?. Breves biografías con ilustraciones y enlaces.



<http://estudios.universia.es/recursos/auladigital/fisica/historia/index.htm>

Enlaces a más de 300 biografías de científicos (físicos, matemáticos, astrónomos y químicos); citas y anécdotas de la historia de las Ciencias; Historia de la Física moderna; The American Physical Society describe la historia de la Física desde el año 1900 hasta el 2000 (en inglés); etc.



<http://es.geocities.com/rdelgado01/webhistfis/histfisindex.htm>

Por Rolando Delgado y Francisco A. Ruiz. Basada en el libro «Historia de tres ciencias básicas». ISBN 959-257-044-2. Editorial Universidad de Cienfuegos.

«En esta presentación pretendemos aproximarnos, desde la triple perspectiva psicológica, sociológica y pedagógica del enfoque histórico - cultural, al complejo panorama del desarrollo de la Física, ciencia que ha tenido un impacto notable en los progresos de diversas ramas del quehacer humano» (sic)

<http://thales.cica.es/rd/Recursos/rd99/ed99-0314-01/ed99-0314-01.html>



EL SIGLO XVIII: La Física y la Química en su contexto histórico.

Presentación; El siglo XVIII; La Ilustración; Aspectos culturales y científico-tecnológicos de la Ilustración; La Física Ilustrada; La Química del siglo XVIII; La Física y la Química en la Ilustración hispánica.

Algoritmo de búsqueda cuántico como un fenómeno resonante

A. Romanelli *

Resumen

Presentamos un algoritmo de búsqueda cuántico análogo al de Grover. En particular el tiempo óptimo de búsqueda de este algoritmo es proporcional a $\sqrt{N}$ siendo N el número de elementos del espacio donde se realiza la búsqueda. El algoritmo es implementado usando cualquier Hamiltoniano con un espectro de energías discreto excitando resonancias entre el estado inicial y el estado buscado. Los artículos originales que dieron lugar a este trabajo corresponden a la referencia [1].

1. Introducción

Desde el punto de vista científico, lo que diferencia a las sociedades económicamente ricas de las que no lo son es la creación, dominio y utilización de la ciencia y la tecnología como factor determinante en la generación de riqueza [2]. Cada vez más se está reduciendo el tiempo entre una innovación científica y su aplicación. Este fenómeno no sólo produce modificaciones en la economía mundial sino que también produce profundos cambios en la estructura social global [3]. En particular el procesamiento automatizado de la información y la masificación de internet han revolucionado nuestra sociedad. Esto ha sido posible gracias al rápido avance del soporte tecnológico. Por ejemplo la miniaturización ha avanzado a un ritmo tal, que la capacidad de manejo de memoria de un chip se duplicó cada 18 meses en los últimos 20 años [4]. En el mismo período, el número de transistores por chip y su velocidad de proceso también han crecido exponencialmente [5,6].

Estas tendencias no pueden continuar indefinidamente debido a que existe un límite inferior para el tamaño, vinculado a la constante de Planck, y un límite superior para la velocidad, dado por la velocidad de la luz. Una simple extrapolación sugiere que en menos de veinte años se alcanzarán los límites físicos del procesamiento clásico de la información. En el 2020 se llegaría a la máxima densidad de almacenamiento de información (1 bit/átomo). Antes de alcanzar este límite, los efectos cuánticos deberán ser tenidos en cuenta en las etapas de diseño, implementación y operación de una computadora. Lo que a primera vista aparece como una limitación fundamental al incremento de nuestra capacidad de procesamiento de información, puede transformarse en un salto cualitativo si se logra sacar partido de las posibilidades intrínsecas de procesamiento paralelo reversible que ofrece la Mecánica Cuántica. Esta posibilidad ya fue sugerida por R. Feynmann en 1980 [7] y desde entonces la Computación cuántica ha llamado fuertemente la atención tanto de la comunidad científica como de empresas tecnológicas y agencias gubernamentales de varios países desarrollados.

La realidad hoy es que, además de diversas Universidades, las grandes empresas de informática, como IBM, Hewlett-Packard y Microsoft y agencias estatales como la Fuerza Aérea, la NASA y la CIA en los EEUU, han creado grupos de investigación en el tema. Los esquemas habituales de criptografía están basados en el hecho de que los mejores algoritmos de factorización (en

* Instituto de Física, Facultad de Ingeniería, Universidad de la República. C.C. 30, C.P. 11000, Montevideo, Uruguay.

sus factores primos) requieren un número de pasos que crece exponencialmente con el tamaño del número. Desde el punto de vista tecnológico, el descubrimiento del algoritmo de Shor en 1994 [8], que permite factorizar números grandes en un conjunto de operaciones que crece algebraicamente con el número de cifras, ha puesto en duda la seguridad de algunos de los esquemas actuales de criptografía más usados. Por otro lado, recientemente (2001) surgieron dispositivos experimentales que permitieron factorizar el número 15 usando el algoritmo de Shor [9].

Esta situación ha servido para mostrar la superioridad que tendría una eventual computadora cuántica sobre su análoga clásica en un problema tan sensible como el de la seguridad en el manejo de la información. Un libro introductorio a las principales ideas y técnicas de la computación cuántica, es el de Nielssen y Chuang [10]. En este trabajo partiremos del supuesto del manejo de dichos aspectos y nos concentraremos en entender desde el punto de vista físico un algoritmo en particular llamado algoritmo de Grover. Para ejemplificar el problema supongamos que tenemos una biblioteca de N libros desordenados, ver Figura 1, y estamos interesados en encontrar uno del cual sólo conocemos su nombre.

En nuestro mundo clásico, la mayoría de los algoritmos que se nos ocurrirían para encontrar el libro en cuestión tendrían un número de pasos proporcional al número de libros N . Esta es la situación en general cuando tenemos una lista de ítems desordenadas y queremos hallar un ítem en particular. En 1996 Grover [11] desarrolló una técnica (que funciona en una compu-

tadora cuántica) para la búsqueda de un ítem particular en una base desordenada de N datos en un tiempo que es proporcional a $\sqrt{N}$. Esta técnica es lo que en computación cuántica llamamos algoritmo de Grover. Un algoritmo cuántico puede ser visualizado como una secuencia de transformaciones unitarias que actúan sobre el estado cuántico de un sistema en un espacio de Hilbert. El tamaño del algoritmo es proporcional al número de transformaciones elementales unitarias que son necesarias para realizar la tarea. Tenemos entonces, que para la búsqueda de un ítem en particular dentro de una lista desordenada de N posibilidades, la computación cuántica es drásticamente más rápida que su análoga clásica cuando N es muy grande.

En este trabajo presentamos un algoritmo de búsqueda cuántico de tiempo continuo que es controlado por un Hamiltoniano dependiente del tiempo. En contraposición con otros autores [12,13] que estudiaron algoritmos de búsqueda con tiempo continuo, la característica mas relevante de nuestro modelo es el uso de las resonancias cuánticas, mostrando explícitamente la propia idea de Grover que visualiza su algoritmo como un fenómeno resonante [14].



Figura 1: El Físico de la figura busca un libro en particular entre N. El tiempo que demora en encontrarlo es proporcional al número de libros.

En la sección próxima desarrollamos el modelo de búsqueda continua y en la última sección presentamos nuestras conclusiones.

2. Resonancias

La evolución de la función de onda

$|\Psi(t)\rangle$ satisface la ecuación de Schrödinger,

$$i \frac{\partial |\Psi(t)\rangle}{\partial t} = H |\Psi(t)\rangle, \quad (1)$$

donde $H = H_0 + V(t)$ y hemos tomado a la constante de Planck $\hbar = 1$ con el objetivo de no arrastrar esta constante en las ecuaciones que siguen. Consideraremos H_0 como un Hamiltoniano independiente del tiempo que tiene un espectro de autovalores de energía no degenerados y $V(t)$ como un potencial dependiente del tiempo que definiremos luego.

Consideremos un conjunto de autoestados normalizados $\{|n\rangle\}$ y de autovalores $\{\mathcal{E}_n\}$ del Hamiltoniano H_0 . Este conjunto puede ser finito o infinito, dependiendo de la naturaleza de H_0 . Tomemos un subconjunto $\mathbf{N}$ de $\{|n\rangle\}$ formado por N elementos que contiene el estado buscado. En este subconjunto es en donde aplicaremos el algoritmo de búsqueda. Tomemos un autoestado conocido $|j\rangle$, con autovalor $\mathcal{E}_j$, como el estado inicial del sistema. Este estado inicial no pertenece al conjunto de búsqueda $\mathbf{N}$. Llamemos $|s\rangle$ al estado buscado del cual sólo conocemos su energía $\mathcal{E}_s$. Este conocimiento es equivalente a "marcar" el estado buscado en el algoritmo de Grover. Nuestra tarea es encontrar de autovector $|s\rangle$ cuya energía de

transición desde el estado inicial $|j\rangle$ es

$$\omega_{sj} \equiv \mathcal{E}_j - \mathcal{E}_s.$$

En este punto es importante hacer una digresión para visualizar el papel que juega el potencial perturbativo $V(t)$ operando sobre el sistema. Para entender mejor el proceso, consideremos un sistema clásico compuesto por N péndulos de longitudes diferentes y, consecuentemente, con diferentes frecuencias naturales de oscilación. El problema de búsqueda, ilustrado en la figura 2, consiste en identificar el péndulo s con una dada frecuencia de oscilación ω_s . Para realizar la búsqueda, suspendemos todos los péndulos de la misma barra y ponemos a oscilar al péndulo j . Luego, de-

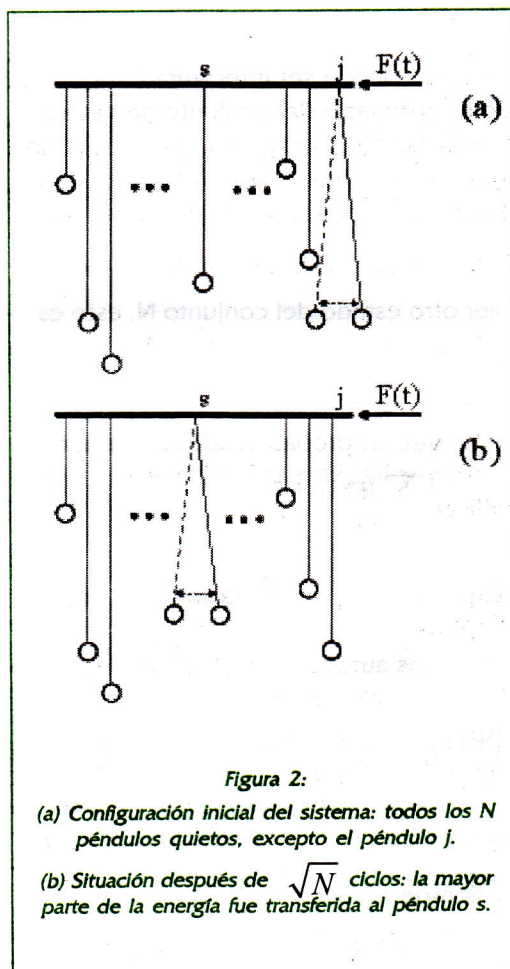


Figura 2:

(a) Configuración inicial del sistema: todos los N péndulos quietos, excepto el péndulo j .

(b) Situación después de $\sqrt{N}$ ciclos: la mayor parte de la energía fue transferida al péndulo s .

bido a la aplicación de una fuerza periódica externa, que en promedio no entrega ni saca energía, se logra después de un tiempo que la energía del péndulo j pase al péndulo s .

Dicha fuerza tiene una frecuencia ω_{sj} y será derivada del potencial $V(t)$. Después de algún tiempo el péndulo s estará oscilando y esa será la manera de identificarlo.

Definimos entonces el potencial V que produce la resonancia entre el estado inicial y el estado buscado como (2)

$$V(t) = |p\rangle\langle j| \exp(i\omega_{sj}t) + |j\rangle\langle p| \exp(-i\omega_{sj}t),$$

donde hemos utilizado la notación de Dirac de ket y bra para expresar un operador en término de proyectores. En esta ex-

presión $|p\rangle \equiv \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{n \in N} |n\rangle$ es un vector uni-

tario, que puede ser interpretado como el vector promedio del conjunto de vectores N . Esta definición asegura que: en primer lugar, el potencial de interacción es hermitico, en segundo lugar que la probabilidad de transición del estado $|j\rangle$ a cualquier otro estado del conjunto N , esto es

$W_{nj} \equiv \left| \langle n|V(t)|j \rangle \right|^2$ igual a $1/N$, y finalmente que las probabilidades de transición verifican $\sum_{n \in N} W_{nj} = 1$.

Expresemos $|\Psi(t)\rangle$ como una expansión de los autoestados $\{|n\rangle\}$ de H_0 ,

$$|\Psi(t)\rangle = \sum m a_m(t) \exp(-i\varepsilon_m t) |m\rangle$$

donde los coeficientes de la expansión dependen del tiempo. Reemplazando la expresión de arriba para $|\Psi(t)\rangle$ en la ecuación (1), obtenemos, luego de proyectar so-

bre un modo de oscilación genérico, el siguiente conjunto de ecuaciones para las amplitudes $a_m(t)$

donde $\omega_{nm} = \varepsilon_m - \omega_n$ son las frecuencias

$$\frac{da_n(t)}{dt} = -i \sum_m \langle n|V(t)|m\rangle a_m(t) \exp(-i\omega_{nm}t), \quad (2)$$

de transición de Bohr. Combinando las ecuaciones (2) y (3), encontramos,

$$\frac{da_n(t)}{dt} = 0, \quad (4)$$

si $n \notin N$ y $n \neq j$; y

$$\begin{aligned} \frac{da_n(t)}{dt} = & -\frac{i}{\sqrt{N}} \left\{ (1 - \delta_{nj}) a_j(t) \exp[+i(\omega_{jn} + \omega_{sj})t] \right. \\ & \left. + \delta_{nj} \sum_{m \in N} a_m(t) \exp[-i(\omega_{jn} + \omega_{sj})t] \right\}, \quad (5) \end{aligned}$$

si $n \in N$ o $n = j$. En las ecuaciones anteriores δ_{nj} es la delta de Kronecker.

El sistema de ecuaciones (4) y (5) puede resolverse numéricamente, pero es importante entender cualitativamente su comportamiento temporal. Note que hay dos escalas de tiempo involucradas, una escala rápida asociada a las frecuencias de Bohr, y una escala lenta asociada a las amplitudes

$a_n(t)$. Integrando las ecuaciones previas en un intervalo de tiempo grande con respecto a la escala rápida, los términos más importantes son aquellos que tienen una fase nula, los otros son en promedio nulos. En esta aproximación el conjunto de ecuaciones queda como:

$$\frac{da_j(t)}{dt} = \frac{i}{\sqrt{N}} a_s(t), \quad (6)$$

$$\frac{da_s(t)}{dt} = \frac{i}{\sqrt{N}} a_j(t), \quad (7)$$

$$\frac{da_n(t)}{dt} \approx 0 \text{ para todo } n \neq s, j. \quad (8)$$

Estas ecuaciones representan dos osciladores acoplados, el s y el j , cuyas probabilidades de existencia,

$$P_s(t) = |a_s(t)|^2 \text{ y } P_j(t) = |a_j(t)|^2, \text{ alternan en el tiempo. El acople es establecido entre el estado inicial y el estado buscado.}$$

Resolviendo estas ecuaciones con las condiciones iniciales $a_j(0) = 1, a_s(0) = 0$ obtenemos:

$$P_j = \cos^2(\Omega t), \quad (9)$$

$$P_s = \sin^2(\Omega t), \quad (10)$$

donde $\Omega = \frac{1}{\sqrt{N}}$. Es importante subrayar

que esta aproximación es válida solamente si las frecuencias de Bohr verifican

$\omega_{nm} \gg \Omega$. Si dejamos evolucionar el siste-

ma durante un tiempo $\tau \equiv \frac{\pi}{2} \sqrt{N}$, y hace-

mos la medida de algún observable en ese preciso momento, obtendremos los observables del estado buscado con probabilidad uno. Para el caso donde la aproximación previa es cierta, nuestro método se comporta cualitativamente como el algoritmo de Grover.

Desarrollamos un nuevo algoritmo de búsqueda de tiempo continuo donde la utilización de las resonancias cuánticas son esenciales. Este algoritmo se comporta como el de Grover; en particular el tiempo óptimo

de búsqueda es proporcional a la raíz cuadrada del tamaño del conjunto de búsqueda, $\sqrt{N}$, y la probabilidad de encontrar el estado buscado oscila periódicamente en el tiempo. La eficiencia de este algoritmo depende de la densidad espectral del Hamiltoniano H_0 . Una gran separación entre los niveles de energía permite una mayor precisión para la búsqueda. Este algoritmo puede ser implementado para cualquier Hamiltoniano con espectro discreto de energía.

Esperamos que esta comunicación aporte algo de información a la comunidad de Profesores de Física relativa al tipo de investigación en computación cuántica que se está realizando en el Instituto de Física de la Facultad de Ingeniería (Uruguay). También pretendemos despertar la curiosidad y el interés de los estudiantes de Física.

Agradecemos los útiles comentarios del Prof. H. D. Marta, así como el auspicio del PEDECIBA Física y del proyecto PDT (DINACYT, Uruguay).

4. Referencias

- [1] A. Romanelli, A. Auyuanet, R. Donangelo. *Physica. A*, Vol. **360**, pp. 274-284 (2006) también en <http://lanl.arxiv.org/quant-ph/0502161>, <http://lanl.arxiv.org/quant-ph/0508142>.
- [2] Abdus Salam, "Ciencia Tecnología y educación científica en el desarrollo del Sur". Declaración de Trieste, sobre Ciencia y Tecnología como instrumento para el desarrollo del Sur, Trieste, Italia (1991).
- [3] Juan Grompone, "Marx Hoy", Encuentro sobre vigencia y renovación del Marxismo, Cabildo de Montevideo, cap. 1, pp. 31-51, Nov. (1996).
- [4] R.W. Keyes, "Miniaturization of Electronics and its limits", *IBM Journal of Research and Development*, Vol. **32**, Jan. (1988), pp. 24-28.

EDUCACIÓN en FÍSICA

Revista de la Asociación de Profesores de Física del Uruguay

Volumen 7 Número 4

Julio, 2007

S u m a r i o

EDITORIAL	pág. 1
CON RELACIÓN A LA PRESENTE EDICIÓN CÓMO ENVIAR SUS TRABAJOS	pág. 2
ANÁLISIS DE LA REVISTA CIENTÍFICA EDUCACIÓN EN FÍSICA Gabriela Cabrera Castromán	pág. 3
ESPACIO DE A.P.F.U.	pág. 9
FÍSICA DEL HUMOR	pág. 10
DIDÁCTICA DE LA FÍSICA CON NTICS EN CLASES PRESENCIALES Hugo kofman	pág. 11
CURIOSOS CASOS, COSAS CURIOSAS	pág. 21
¿PUEDE LA FÍSICA AYUDAR AL BÁSQUETBOL? Fernando Moreno, Washington W. Jones, Ernesto Blanco y Gabriel Fábrica	pág. 23
APOSTILLAS FÍSICAS	pág. 29
WEB	pág. 30
ALGORITMO DE BÚSQUEDA CUÁNTICO COMO UN FENÓMENO RESONANTE A. Romanelli	pág. 31