

Laboratorio de alcance de radiaciones nucleares basado en microcomputadora

Gabriel Martínez Alonso*
Rodolfo Losada Ucha*

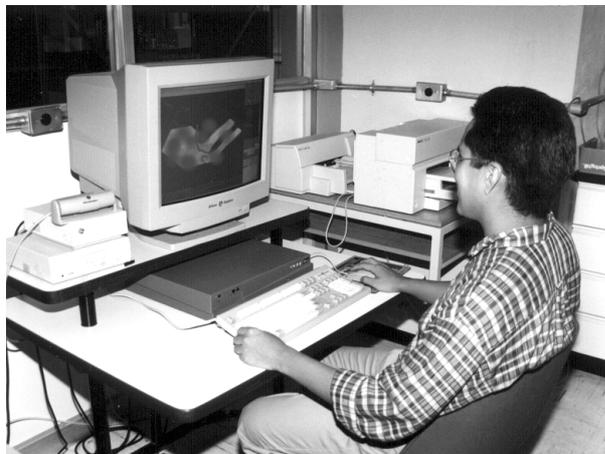
RESUMEN:

El uso de la computación en la enseñanza es cada vez más amplio. Una de las direcciones más importantes es la de la utilización como sistema de medición y elaboración de datos experimentales, en las prácticas de laboratorio, por las posibilidades de un aprendizaje más efectivo. El presente trabajo muestra la aplicación de un sistema acoplado a una microcomputadora, para una práctica de alcance de radiaciones nucleares, utilizada en los programas de Física para Ingenierías, en la Universidad de Camagüey, Cuba.

INTRODUCCIÓN

La computación ha tenido una enorme influencia en la enseñanza a todos los niveles. Su utilización ha sido muy amplia y en diversas formas. Específicamente en los laboratorios de Física pueden encontrarse aplicaciones de las computadoras que van desde el brindar orientaciones a los alumnos hasta la captura y elaboración de datos experimentales en instalaciones conectadas directamente a las máquinas.

En el presente trabajo se muestra un desarrollo



de un Laboratorio Basado en Microcomputadoras para realizar la práctica de Laboratorio de Alcance de Radiaciones Nucleares, correspondiente al programa de Física III, de la disciplina de Física para Ingenierías, que se imparte en la Universidad de Camagüey. En este caso se diseñó una instalación experimental que permitiera el logro de determinados objetivos del proceso docente educativo, como son fundamentalmente que el estudiante se apropie de las características esenciales del proceso estudiado y lo haga aplicando un método experimental de la Ciencia. Se muestran los resultados de la utilización de esta instalación durante dos cursos en el Laboratorio de Óptica de la mencionada Universidad.

DESARROLLO

Fundamentación

La utilización de los Laboratorios Basados en Microcomputadoras ha sido discutida en muchos trabajos dedicados al tema, como puede ser un ejemplo los trabajos presentados en la Conferencia Internacional del Grupo GIREP¹, de enseñanza de la Física en 1996. Incluso se ha señalado la influencia que han tenido en los métodos y formas de enseñanza.² Algunos trabajos clásicos³ señalan como aspecto importante que dado que la computadora es capaz de capturar, mostrar y elaborar los datos experimentales de forma rápida y exacta, esto permite a los estudiantes establecer los nexos entre elementos concretos del mundo real y las representaciones abstractas de la Física.

Es importante tener claro cuál es el propósito que se busca al utilizar la computadora en una actividad docente determinada, pues de lo contrario

*

Profesores del departamento de Física, Universidad de Camagüey, Cuba.

se puede caer en el uso y abuso de la misma, señalado en algunas fuentes⁴ como una tendencia desfavorable en el uso de estas técnicas.

Los trabajos desarrollados en la Universidad de Turfts y Oregon⁵ relativos al uso de las computadoras en instalaciones de Laboratorio, por ejemplo, están fundamentados didácticamente por las dificultades encontradas en la asimilación, por parte de los estudiantes, de los conceptos cinemáticos de velocidad, aceleración etc., que fueron salvadas, en gran parte, con la utilización de instalaciones que permitían que los alumnos tuvieran una percepción más directa de lo que representan estos conceptos en fenómenos directamente experimentados por ellos.

En nuestro caso la práctica de laboratorio de Alcance de Radiaciones Nucleares, correspondiente al curso de Física III, de las Ingenierías Química, Eléctrica, Mecánica y Civil, se imparte en la Universidad de Camagüey en el tercer semestre de la disciplina Física para Ingenieros.

Las habilidades relacionadas con la práctica de acuerdo al momento del curso en que se realiza, pueden clasificarse en tres tipos:

Habilidades teóricas:

1. Obtener la expresión matemática que describe la dependencia del flujo de partículas beta con el espesor del material.

2. Comparar el alcance (poder de penetración) de la radiación beta y la radiación gamma, en el mismo material.

Habilidades prácticas:

1. Aplicación de las medidas de seguridad para el manejo seguro de fuentes radioactivas cerradas de baja actividad.

2. Aplicación del método de linealización de dependencias exponenciales, utilizando logaritmos.

Habilidades generales:

1. Aplicar los pasos del Método Científico Experimental, para desarrollar un proceso de investigación que le permita dar respuesta a los problemas que tiene planteados.

2. Relacionar las características del fenómeno estudiado con alguna aplicación práctica, que dé respuesta a un problema de origen tecnológico.

El objetivo que el estudiante desarrolle una pequeña investigación del fenómeno de absorción de radiaciones nucleares en un material está acorde con las tendencias pedagógicas contemporáneas⁶, que insisten en que los laboratorios no sean realizados en forma de recetas preestablecidas por el profesor, sino que se dé al estudiante la independencia suficiente para que desarrolle el trabajo de acuerdo a sus propios diseños e ideas, acercando más el trabajo de laboratorio a la práctica de la Ciencia.

Para que la instalación permita el desarrollo de lo planteado y que el alumno, en el tiempo que tiene disponible (90 minutos), pueda resolver la tarea es necesario que el equipamiento disponible cumpla ciertos requisitos. Entre ellos podemos plantear:

- Rapidez y exactitud, en la captura de los datos experimentales.
- Un procesamiento inicial de los datos, de forma que en la misma sesión de laboratorio pueda llegar a ciertas conclusiones.
- Cierta libertad de operación, que posibilite al alumno actuar independientemente sin que provoque daño al equipo o a sí mismo.

- Fácil manejo.
- Indicaciones precisas, cuando lo necesite.

Estos requisitos son cumplidos de forma satisfactoria por una instalación experimental acoplada a una microcomputadora, ya que mediante el software que se elabore se pueden brindar las indicaciones necesarias, prever cualquier manejo incorrecto sin provocar roturas y además garantiza una rapidez y exactitud en los datos capturados. Por otra parte el programa permite un procesamiento de los datos experimentales que posibilitan que el alumno pueda arribar a ciertas conclusiones, en la misma sesión de laboratorio.

Aquí se ve que el uso de una instalación acoplada a una microcomputadora se necesita debido a las demandas y la situación del proceso de enseñanza aprendizaje.

Por ello la hipótesis planteada en la investigación pedagógica desarrollada puede ser formulada como:

La utilización de un sistema para el estudio del alcance de radiaciones nucleares, acoplado a una computadora mediante una interfase, permite que en el tiempo dedicado a la práctica de laboratorio (90 minutos) los alumnos puedan, aplicando el Método Científico Experimental, obtener las conclusiones pertinentes acerca de la dependencia del flujo de radiación beta con el espesor de material y sobre la comparación del poder de penetración de la radiación beta y gamma.

I. Desarrollo de la práctica.

Para la investigación se planteó la tarea de desarrollar un sistema que permitiera acoplar el detector de Geiger Müller, destinado a detectar las radiaciones nucleares, a una computadora a través

de una interfase. Además se desarrolló un software, en Power Basic, para el manejo del sistema.

El sistema consiste en el detector de Geiger Müller de halógeno tipo ZP – 1481, la interfase que realiza las funciones de controlar la alimentación del alto voltaje del detector y recibir los pulsos del mismo, conformándolos como pulsos TTL, para enviarlos a la computadora a través del puerto paralelo, una fuente de alimentación de alto voltaje y una computadora. El software controla el tiempo de las mediciones a partir del reloj de la computadora, lo cual asegura la exactitud de esta medición.

Se elaboraron las indicaciones pertinentes para los alumnos, con un contenido que se consideró mínimo para que el alumno pudiera realizar la práctica sin ser una receta de cocina, que limitara su independencia. En las indicaciones que se le da a los alumnos se le plantean dos problemas a investigar, que el debe responder al final del trabajo, que son:

1. ¿Cómo depende el flujo de partículas beta, que atraviesan la sustancia, del espesor de la misma?
2. ¿Cuál es más penetrante, la radiación beta o la gamma?

Para ello se le plantea disponer del siguiente equipamiento:

- 1) Conjunto de Fuentes Radiactivas.
- 2) Detector de radiaciones nucleares.
- 3) Una computadora acoplada al detector.
- 4) Conjunto de láminas de Aluminio de espesor 0.15 mm.

5) Un programa, cargado en la computadora, que posibilita la realización de mediciones, su conservación y procesamiento.

Se le da además una pequeña explicación de la función de cada parte del sistema, para que conozca cómo es el funcionamiento del mismo y no lo tome como una “caja negra”.

Para responder las preguntas propuestas, los equipos de 2 o 3 estudiantes plantearon las hipótesis que creyeron convenientes, siguiendo los pasos del Método Científico experimental. Para el planteamiento de las hipótesis contaban con los conocimientos teóricos, que ya habían recibido en las conferencias, aunque debe señalarse que en detalle no se estudia la dependencia matemática del flujo de partículas beta con el espesor del material, sino que se esperaba que esta dependencia (exponencial) fuera obtenida por los alumnos como resultado de su trabajo en la práctica.

La práctica se realizó, con carácter experimental, en tres subgrupos de 2^o año de Ingeniería química, cada uno con 2 equipos de tres estudiantes, para un total de 18 alumnos.

En el caso del problema # 1, referido a la dependencia del flujo de partículas beta, las hipótesis planteadas fueron las siguientes:

- (a) El flujo de partículas beta debe disminuir, al aumentar el espesor. [3 equipos]
- (b) El flujo de partículas beta debe disminuir exponencialmente con el espesor. [2 equipos]
- (c) El flujo de partículas beta debe disminuir inversamente con el espesor. [1 equipo]

En todos los casos se les aceptaron las hipótesis, que como se observan coinciden en señalar que el flujo debe disminuir, aunque un equipo planteó que la disminución es inversamente proporcional al espesor (hipótesis c), lo cual no es correcto, y otros

3 no plantean que dependencia debe obtenerse (hipótesis a), pues no poseían el conocimiento para expresarla.

A continuación se les pidió diseñaran el experimento para comprobar las hipótesis, lo cual fue realizado por todos los equipos correctamente, planteando que debían medir el flujo para diferentes números de láminas de aluminio colocadas entre el detector y la fuente radiactiva.

En las mediciones relacionadas con esta interrogante, incluyendo el ajuste de la fuente radiactiva, los equipos de estudiantes consumieron alrededor de 15 minutos. Luego pudieron pasar a la elaboración preliminar de los datos experimentales, que incluye la realización del gráfico de flujo de partículas beta en función del número de láminas de aluminio, donde los alumnos pueden comprobar el cumplimiento o no de las hipótesis planteadas por ellos. Esta es una de las ventajas que presenta la realización de la práctica acoplada a la computadora, ya que se puede obtener inmediatamente el gráfico de los resultados para juzgar acerca del cumplimiento de las hipótesis planteadas. En todos los casos los equipos de estudiantes valoraron, a partir de la observación de los gráficos que la dependencia era exponencial, lo cual es un resultado importante ya que como se explicó anteriormente, y se evidencia de las hipótesis planteadas, ese conocimiento no lo poseían antes de comenzar el ejercicio. Un gráfico de mediciones realizadas por los estudiantes se muestra en la Figura # 1, donde se realizó un procesamiento en EXCEL utilizando el procedimiento Línea de Tendencia Exponencial.

Del coeficiente de regresión mostrado se puede valorar la exactitud de los datos experimentales obtenidos y su buena concordancia con la dependencia exponencial.

Luego que los alumnos reconocían el carácter exponencial de la dependencia, se les pidió que pensarán en un método de elaborar los resultados para demostrar que la función era realmente exponencial, con el objetivo de introducir el método de linealización de una dependencia de este tipo, mediante la aplicación de los logaritmos. Luego que los alumnos llegaban a la conclusión de que la dependencia logarítmica, con el espesor, debía ser lineal se les invitaba a pasar al siguiente paso del programa donde se muestra la gráfica del logaritmo de la relación del flujo sin lámina al flujo con determinado número de láminas, en función del número de láminas y se puede comprobar que dicha gráfica es lineal en gran parte de su campo, permitiendo comprobar el carácter exponencial de la dependencia original.

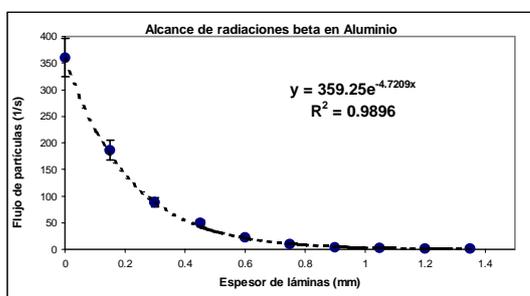


Fig.1.

Luego se puede pasar a los cálculos del coeficiente de absorción teórico y experimental y su comparación, del alcance teórico y experimental y del espesor de una lámina de espesor desconocido, ejercicio que se plantea para mostrar la posible aplicación práctica que puede tener este tipo de estudio. De aquí se deriva la relación entre el fenómeno estudiado y la aplicación práctica del mismo en un proceso tecnológico de medición de espesores de láminas de aluminio, de forma continua y sin contacto, teniendo previamente una

curva similar a la obtenida por los estudiantes de flujo en función del espesor del aluminio.

Los valores promedio obtenidos, por los 6 equipos de estudiantes en todos los grupos de trabajo, se muestran en la Tabla #1:

Tabla # 1

	Coef. De Absorción: (1/mm)	Alcance: (mm)	Espesor lámina desconocida: (mm)
Valor promedio experimental:	4.76	0.975	0.19
Valor teórico:	4.98	0.947	0.2
Diferencia:	0.22	0.028	0.01

De la tabla puede verse que los valores obtenidos están bastante cerca de los valores teóricos, lo cual permite juzgar acerca de la exactitud de las mediciones realizadas, que pone de manifiesto una de las ventajas señaladas para esta instalación acoplada a la computadora.

Para responder la segunda interrogante planteada acerca de cuál radiación es más penetrante, la beta o la gamma, se siguió el mismo procedimiento. Todos los equipos de estudiantes plantearon sus hipótesis de trabajo, que se muestran a continuación:

(a) La radiación gamma es más penetrante. [5 equipos]

(b) La radiación beta es más penetrante. [1 equipo]

En este caso se observa que un equipo plantea una hipótesis incorrecta, pero se le permite que la compruebe en el experimento, siguiendo la línea que el propio alumno se dé cuenta de su error al analizar los resultados experimentales, produciéndose en este caso un conflicto cognitivo⁷

entre las concepciones que tiene el estudiante y los resultados que obtiene del experimento.

Los equipos realizan sus mediciones en la misma forma y de ellas pueden concluir que el flujo de la radiación gamma prácticamente no disminuye con el espesor de las láminas y aunque se coloque un número mayor de láminas que en el caso de la radiación beta el flujo disminuye muy poco. Al observar el gráfico de flujo de radiación beta en función del espesor de las láminas puede verse que el mismo permanece casi constante, a diferencia de lo observado anteriormente, con la radiación beta que se notaba claramente la disminución exponencial, como se observa en la figura # 2. De aquí los alumnos concluyen que la radiación gamma es más penetrante que la beta. El equipo que planteó una hipótesis incorrecta pudo comprobar que ésta no se cumple y por ello la reformó correctamente.

En total el tiempo de realización de los dos ejercicios de la práctica fue de alrededor de 60 minutos, por lo cual se dispuso de 30 minutos para que los equipos escribieran sus informes

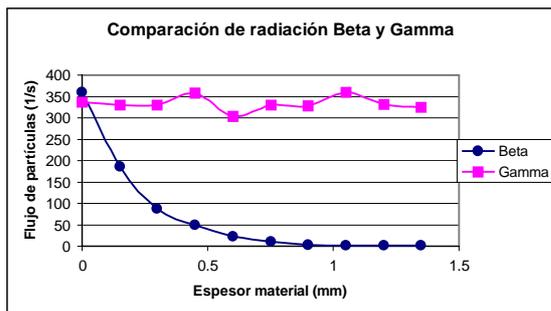


Fig.2.

de conclusiones y los expusieron en la misma sesión del laboratorio mostrando un buen dominio de los aspectos estudiados.

Es de señalar que esta práctica desarrollada, sin el sistema aquí presentado, no permitía que los

alumnos realizaran los dos ejercicios, ya que no daba tiempo realizar todas las mediciones necesarias y además se tomaba mucho tiempo la realización de los gráficos y la linealización de los datos para demostrar que la dependencia es exponencial. Además la exactitud de las mediciones era deficiente, pues el control del tiempo de medición era manual lo cual provocaba que se cometieran errores, que influían en los resultados de forma que no era posible apreciar el carácter exponencial de la dependencia. No era posible realizar en la propia sesión de laboratorio la discusión de los resultados con las conclusiones pertinentes ni la comparación del poder de penetración de la radiación beta y gamma.

De lo expresado se pone de manifiesto la gran ventaja que presenta la realización de esta práctica con el sistema descrito, acoplado a una computadora pues posibilita un mejor y más completo estudio, por parte de los alumnos, del fenómeno dado y la obtención de conclusiones por sí mismos incluso de la descripción matemática del proceso de absorción de partículas beta. El sistema de habilidades que se planteó al inicio de este trabajo fue logrado por los estudiantes teniendo en cuenta que se hace de forma independiente, o sea que el propio estudiante, en colaboración con sus compañeros de equipo, diseña su experimento y decide qué procedimientos seguir para la solución de las tareas que tiene ante sí.

La hipótesis planteada al principio de este trabajo se considera cumplida teniendo en cuenta que en el tiempo dedicado a la práctica, de 90 minutos, todos los equipos de estudiantes llegaron a las conclusiones previstas y pudieron responder correctamente a las 2 interrogantes planteadas al inicio de la práctica. Además el trabajo se desarrolló siguiendo los pasos del método científico experimental, lo cual sin duda prepara al alumno

para la realización posterior de trabajos de investigación más complejos.

CONCLUSIONES

La utilización de sistemas acoplados a computadoras para la realización de prácticas de laboratorio de Física resulta muy ventajosa, ya que sobre la base de sus posibilidades de fácil manejo, rapidez, exactitud y elaboración inmediata de los resultados, permite que los alumnos economicen tiempo en estas tareas y puedan dedicarlo al estudio de los aspectos esenciales del fenómeno estudiado, pudiendo así obtener las conclusiones adecuadas del estudio. Se ha comprobado la exactitud que se puede alcanzar con las mediciones realizadas en esta instalación por los datos y gráficos mostrados en el trabajo, lo cual permite que el alumno investigue la esencia del fenómeno sin errores.

Por ello consideramos que está fundamentado didácticamente el uso de estos sistemas en algunas prácticas que lo permitan.

BIBLIOGRAFÍA:

- ¹ GIREP 96, General Talks, *GIREP - ICPE - ICTP International Conference*, 1996.
- ² Nakhleh M.B., "A review of Microcomputer Based Labs: How they have affected science learning?" *Journal of Computers in Mathematics & Science Teaching*, 13, 1994, 368 - 380.
- ³ Redish E.F., "What can a Physics Teacher do with a Computer?" *Invited Talk at Robert Resnick Symposium*, May 1993.
- ⁴ Escalada L.T., Zollman D.A., "An investigation on the effects of using interactive digital video in a Physics Classroom on students learning and attitudes", *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 34, No. 5, 1997, 467 - 489.
- ⁵ Thornton R.K., Sokoloff D.R., "Learning Motion concepts using Real Time Microcomputer Based Laboratory tools", *American Journal of Physics*, 58, 1990, 858 - 867.
- ⁶ Hodson D., "Laboratory work as scientific method: three decades of confusion and distortion", *J. of Curriculum Studies*, Vol. 28, No. 2, 1996, 115 - 135.
- ⁷ Crowther D.T., Editorial, *Electronic Journal of Science Education*, Vol. 2, No. 2, December 1997.