REVISTA CUBANA DE FÍSICA Vol.VI, No.3, 1986

Algunas consideraciones sobre el uso de los medios técnicos de la eseñanza en la asignatura Física de los neutrones.

Ramón Leonardo Soto Morán, Lourdes Aneiros Humpierre, Dpto. Física Nuclear, Facultad de Ciencias y Tecnología Nucleares, Universidad de La Habana.

RESUMEN

Tomando en cuenta la importancia que tiene para el desarrollo exitoso del proceso docente el uso de los medios técnicos de la enseñanza y que su planificación y confección se adecue a normas que optimizan su función dentro de las formas de enseñanza que de ellos se sirven, se analiza en el presente trabajo cómo posibilitar la materialización del principio didáctico de la unidad entre lo concreto y lo abstracto en la consecución de los objetivos instructivo-educativos de la asignatura Física de los Neutrones impartida a la especialidad de Física Nuclear.

ABSTRACT

Taking into account that the use and importance of the means of instruction. Its planing and confection should correspond with rules which permit their best utilization throghout the educational process, the analisis of improving the accomplishment of the didactic principle concerning the unity between the concretenesse and abstractness in the attainment of teaching objetives in Neutron Physics for the speciality of Nuclear Physics has been in this paper.

INTRODUCIÓN

La formación de la personalidad comunista como fin y objetivo cimero del proceso de enseñanza en nuestro país, requiere de cada profesor la más eficaz organización y previsión de su labor, ya que la influencia formativa de este proceso está directamente relacionada tanto con el contenido ideológico de la enseñanza como con la organización y métodos utilizados en el trabajo docente (1).

En concordancia con los requisitos de la clase en la escuela socialista, el docente debe desplegar una profunda labor de revisión y análisis de la materia que imparte, para así lograr, además de un elevado nivel científico, una clara fijación de los objetivos instructivos y educativos, es decir, darle todo su vigor a la unidad instrucción-educación (2); ello requiere en consecuencia, que se establezcan las vías, procedimientos y medios efectivos que garanticen tan importante y multifacética empresa.

Tomando en cuenta pues, la imperiosa responsabilidad que sobre el docente recae al tener que instruir y educar al mismo tiempo, se impone optimizar el uso de las potencialidades que en estos dos sentidos poseen los medios técnicos de la enseñanza, para lo cual ha de realizarse con todo rigor la planificación didáctico-metódica de las asignaturas.

El presente trabajo tiene como objetivo el de abordar la aplicación del principio didáctico de la unidad de lo concreto y lo abstracto a lo largo de la asignatura Física de Neutrones, lo que conlleva al análisis de los medios técnicos empleados en la impartición de dicha asignatura por formas de enseñanza y también hacer patente el importante principio didáctico de la vinculación de la teoría con la práctica.

DESARROLLO

El conocimiento del hombre no es estático, sino que se estructura como proceso continuo de movimiento, de acercamiento a la verdad objetiva. Este proceso parte de la contemplación activa, de allí al pensamiento abstracto y de este a la práctica (3). En ello radica la unidad de lo sensorial y lo racional en el conocimiento, pero esto no es una simple enumeración de pasos cuyo resultado aporta al hombre la posibilidad cada vez mayor de dominar las leyes de la naturaleza, sino que constituye intrínsicamente el camino dialéctico mediante el que es posible establecer la concatenación interna de los fenómenos, tan necesaria para que en la mente del hombre no se forme una representación vacía de los objetos y procesos del universo.

El principio didáctico de la unidad entre lo concreto y lo abstracto, precisamente estipula, la unidad de lo racional y lo sensorial en el desarrollo de la enseñanza, así, para que el proceso de cognición se lleve a cabo óptimamente, los objetivos, contenidos, métodos, medios y evaluaciones no pueden constituir elementos aislados dentro del proceso de enseñanza

aprendizaje, de ellos, los medios de enseñanza, clasificados oportunamente y concebidos de modo tal que no suplanten la actividad del profesor ni bloqueen el acto de cognición de los estudiantes, auxilian exitosamente a profesores y alumnos, apoyando y fomentando la instrucción tanto como el desarrollo de una concepción científica del mundo basada en los postulados del Marxismo-Leninismo.

A continuación se discuten, por formas de enseñanza, las particularidades en la concepción y empleo de los medios, como parte de la preparación metodológica de la asignatura Física de Neutrones.

PROPIEDADES FUNDAMENTALES DE LOS NEUTRONES

No sólo para lograr una concepción científica de los estudiantes, vinculando el desarrollo del pensamiento teórico a la práctica en cualesquiera de sus facetas, es decir, como fuente, fin o criterio de verdad, sino para lograr la necesaria interiorización de la historicidad en el estudio de las ciencias, en particular la Física, debe discutirse este epígrafe sobre un esquema del experimento de los esposos Curie en forma de lámina que permita simultáneamente conocer las generalidades y propósitos, así como seguir el orden de ideas que la interpretación de los resultados obtenidos suscitó por esa época (1932); la figura 1 muestra de manera muy simplificada el montaje experimental mediante el que fue estudiada la emisión neutrónica. Es importante aclarar al estudiante los planteamientos más recientes sobre la compleja estructura de los nucleones y en particular la del neutrón, destacando la vacuidad del concepto de partícula elemental ya que tanto el protón como el neutrón pueden considerarse estados diferentes de una misma partícula: el nucleón, pero que debido a ello y a las interacciones en que participan, no pueden considerarse elementales así como tampoco otras entre las que se encuentran los mesones, bariones, etc. Esto evidencia que las micropartículas son tan "inagotables como el átomo". Esta estructura compleja de los nucleones puede aclararse utilizando dos retroláminas superpuestas donde se comparan las hipótesis primeras sobre la estructura de estos y las actuales. Esta retrolámina (figura 2) tiene además de su carácter instructivo, un profundo contenido educativo pues permite aclarar aspectos gnoseológicos como la validez e importancia metodológica de la ley de transformación y conservación de la energía y la inagotabilidad de la materia dada a través de sus infinitas formas realmente existentes.

CARACTERÍSTICAS DE LAS FUENTES DE NEUTRONES

La imposibilidad de encontrar en la naturaleza neutrones libres, condiciona la búsqueda de procedimientos artificiales que permitan obtener estas partículas para múltiples usos, por ello, al discutir las particularidades de la producción de estos, es necesario dejar claro que las principales vías para obtenerlos son: las reacciones nucleares (α,n), (γ,n) y los aceleradores de partículas.

Con vistas, no sólo a hacer más concreto el conocimiento, sino para salvar el hecho de que no es posible la manipulación en clases de las fuentes reales de neutrones, puede mostrarse una maqueta (figura 3) que confeccionada en poliespuma, representa un corte transversal de una fuente fotoneutrónica. Cada una de sus partes se destacan en colores diferentes; se han exagerado las dimensiones para darle más vigor didáctico a ese medio.

FUENTES ISOTÓPICAS: (interacción de los neutrones)

Los neutrones pueden interactuar con los núcleos de diversas formas atendiendo a la energía que los caracteriza. Estos procesos pueden explicarse gráficamente utilizando una pizarra convencional o una pizarra magnética, analizando las particularidades de los neutrones y los núcleos antes y después de la interacción, con ello, se hace palpable el comportamiento de estos y se resuelve la dificultad de no poder apreciar directamente estos fenómenos por su pequeñez y duración, pero aunque sea a través de una representación, podemos lograr la cadena: contemplación viva-pensamiento abstracto-retorno al objeto comprendiendo sus nexos internos, lo cual determina el grado de asimilación de esos contenidos que constituyen la base para poder discutir el significado físico de la sección eficaz microscópica para cada tipo de interacción, como medida de la probabilidad de que se produzca el proceso sobre un núcleo. (figura 4).

DETECTORES DE ACTIVACIÓN

En múltiples experimentos encaminados a establecer la magnitud del flujo y la distribución energética de un haz de neutrones, suelen ser utilizados los detectores de activación, siendo por supuesto, imprescindible discutir las bases de su funcionamiento para lograr una más amplia caracterización de sus usos y ventajas.

Es recomendable pues, establecer a través de retroláminas superpuestas, los principios físicos del funcionamiento de este detector, una vez que han sido definidas las magnitudes: actividad (absoluta, relativa, de saturación) y velocidad de producción del isótopo radiactivo que a consecuencia de la interacción de los neutrones del haz con el núcleo blanco se produce continuamente en la muestra.

Es importante recalcar que normalmente en la caracterización de los flujos en el interior del reactor se considera la velocidad de producción del isótopo constante, aunque en general, puede variar linealmente con el tiempo. Esta consideración práctica logra entenderse muy bien con el empleo de este medio ya que al estar formado por retroláminas superpuestas la información es progresiva en el tiempo, de la misma manera en que transcurre el fenómeno físico.

No es desacertado llevar a clases algunas láminas de In, Cd, Ag, etcétera, que usualmente se emplean como detectores por activación, con ella, se hace manifiesta su posibilidad de uso en la caracterización de flujos neutrónicos

debido a que el tamaño de las mismas está concebido de manera tal que influye lo menos posible en la distribución espacial de esta magnitud.

DENSIDAD, FLUJO Y DENSIDAD DE CORRIENTE DE NEUTRONES

Una vez que el neutrón surge después de un acto de fisión por ejemplo, comienza su movimiento, a través del medio a consecuencia de lo cual irá disminuyendo su velocidad paulatinamente. Este movimiento tiene la característica de permitir la traslación de estos desde zonas donde su densidad es mayor a zonas de densidad menor, se asemeja con buena aproximación a la difusión de las moléculas gaseosas y teniendo en cuenta que las interacciones entre los neutrones son muy poco frecuentes, el parecido es aún mayor con la difusión de electrones en un metal. El análisis cualitativo de este movimiento puede hacerse más concreto al estudiante, utilizando una maqueta en la que a través del símil mecánico, se discuten aspectos tan importantes como la aleatoriedad del movimiento de los neutrones al chocar con los núcleos y la disminución continua de la energía de los mismos. Esta maqueta puede ser construida en plexiglás para facilitar la observación directa o la toma de películas; el choque entre distintos tipos de bolas metálicas reproduce las colisiones que tienen lugar en el caso de los neutrones y los núcleos del medio moderador.

DISPERSIÓN ELÁSTICA

Este tema requiere un especial cuidado, ya que la deducción de las expresiones para la función densidad de colisión y de moderación se realiza considerando las colisiones en el espacio de las energías y no de las coordenadas esto aunque no es desacostumbrado, tomando en cuenta la formación precedente del alumno, sí constituye una complejidad adicional, por lo que debe aclararse el fenómeno de la moderación en este espacio. También es útil emplear retroláminas superpuestas para mostrar el comportamiento de la densidad de colisión para diferentes medios moderadores en función de los intervalos energéticos estudiados. La importancia de discutir este tema con profundidad se justifica por el hecho de que las funciones asintóticas son ampliamente utilizadas en la caracterización inicial de la moderación de neutrones por diferentes medios en los reactores nucleares, lo cual le concede un interés práctico extraordinario.

El fenómeno de moderación de neutrones al atravesar un medio hidrogenado puede tratarse sin inconsistencias conceptuales según la mecánica clásica, a través del choque elástico entre los neutrones y los núcleos del medio moderador. Esto da la posibilidad de recalcar la validez de las leyes de la conservación de la energía y del momento, además de permitir la ejemplificación del uso de estas en la solución del problema de la moderación desde el punto de vista cinemático y dinámico, por consiguiente, es importante que se analice vectorialmente en el sistema del laboratorio y del centro de masa, así como el paso de uno a otro, utilizando un franelógrafo en el que puede

realizarse un claro análisis de la magnitud y dirección de las velocidades de los neutrones y los núcleos en ambos sistemas de referencias antes y después de las colisiones sucesivas.

SELECTORES Y MONOCROMADORES

Los selectores y monocromadores de neutrones poseen una innegable importancia práctica no sólo en los experimentos recientes dedicados a la espectrometría neutrónica sino también en experimentos relacionados con la comprensión y esclarecimiento de los mecanismos de formación del núcleo compuesto en el transcurso de una reacción nuclear, por ello, debe insistirse en el fundamento físico de su funcionamiento. Esta discusión para el selector mecánico diseñado por Danning puede realizarse por medio de retroláminas superpuestas para ilustrar como en función de la velocidad de rotación del segundo disco de Cd que posee una rendija, se selecciona la zona de trabajo en el espectro energético de los neutrones incidentes. La comparación entre este selector mecánico y el diseñado por Fermi y sus colaboradores en 1947 puede realizarse a través de una lámina que muestra el esquema de funcionamiento, con ello se profundiza en el nivel científico-técnico que debe caracterizar la impartición de la docencia, pero además, posibilita en gran medida discutir aspectos tales como: el desarrollo continuo de la ciencia y la técnica y su relación con el establecimiento de las verdades relativas que conforman el conocimiento progresivo del mundo por el hombre.

En general las clases prácticas dados sus objetivos, están diseñadas de forma tal que el estudiante tiene la posibilidad de adquirir las habilidades requeridas en la solución de los problemas prácticos que puedan presentárseles dentro de la asignatura o como futuro profesional. En gran medida algunas láminas y retroláminas usadas en la impartición de las conferencias pueden llevarse a estas para fijar ideas en la parte introductoria donde se realiza una breve rememoración de los aspectos teóricos esenciales, este es el caso en las clases prácticas destinadas a ejercitar los métodos de registro de neutrones, algunos aspectos de la moderación como son el cálculo de la densidad de colisión y de moderación, así como la ejercitación correspondiente al estudio del espectrómetro de cristal. En las destinadas a analizar la interacción de los neutrones con los núcleos es conveniente mostrar en una lámina el carácter de la interacción de estos neutrones del haz con los núcleos del blanco, en la cual se hacen diferentes consideraciones para obtener el número de reacciones por unidad de tiempo y la sección eficaz de interacción entre otros aspectos. Una oportunidad similar se brinda en la clase práctica dedicada al cálculo del flujo de neutrones según la teoría de la difusión, en la cual con toda intención se calcula el flujo producido por un plano infinito productor de neutrones sólo estableciendo consideraciones derivadas de la geometría del problema y no aplicando condiciones de frontera, lo cual posibilita al estudiante la adquisición de otro método

mediante el que también puede realizarse la evaluación numérica de esta importante magnitud utilizada en la caracterización de las emisiones neutrónicas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Uno de los aspectos de la preparación didáctico-metódica de las asignaturas cuya importancia hace que no pueda relegarse, es el análisis de los medios técnicos de la enseñanza debido a que su influencia es significativa en lo que respecta a la elevación del nivel científico técnico en la impartición de la docencia, en el desarrollo de habilidades y hábitos para el uso de la abstracción y en la consolidación de una concepción materialista dialéctica del mundo, es decir, por su positiva influencia en el desarrollo y consecución de los objetivos y fines instructivos del proceso de eseñanza. Es por ello, que en el presente trabajo se ha abordado el procedimiento a seguir en la elaboración de los medios técnicos de la enseñanza y su utilización, para aquellos temas en que la comprensión e interiorización del proceso físico tratado se realiza por vías indirectas de análisis producto de las características inherentes al mismo.

El diseño y construcción de los medios técnicos de la enseñanza constituye una labor compleja que debe ser meditada profundamente por cada docente, no se trata de hacer más elegante o fluida la exposición de un tema ni tampoco de que un uso indiscriminado de éstos deteriore los resultados de destacar la unidad entre lo concreto y lo abstracto en el proceso de enseñanza, por ello, la planificación y uso de los mismos debe estar encaminada a lograr:

- El cumplimiento de los objetivos instructivos-educativos dentro de una clase, tema o capítulo.
- Que se utilicen integradamente los prerrequisitos teórico-prácticos que el estudiante debe poseer para asimilar activamente la información contenida en el medio técnico de la enseñanza.
- Que se exploten las potencialidades educativas que brindan.
- Que se desarrolle el pensamiento abstracto del estudiante lo cual beneficia en ellos la habilidad para establecer generalizaciones.

Todo lo anterior permite realizar las siguientes recomendaciones:

- Completar el uso de los medios técnicos de la enseñanza, empleando los medios de computación para el procesamiento de datos de laboratorio o de tareas extraclases.

- Elaborar una guía de problemas sobre los temas: métodos de registro de neutrones, selectores y monocromadores y propiedades ondulatorias de los neutrones, teniendo en cuenta la pobre ejercitación que existe en la literatura.

- Comenzar la selección de tópicos con vistas a filmar películas cortas y

montar demostraciones en clases, en la medida que las condiciones materiales lo posibiliten.

- Perfeccionar y establecer con carácter de sistema el uso de los MTE en todas aquellas asignaturas, que por las peculiaridades del trabajo con radiaciones nucleares, limiten el uso de otros medios en los distintos tipos de enseñanza, lo cual facilita la concreción del principio didáctico de la asequibilidad de la enseñanza.

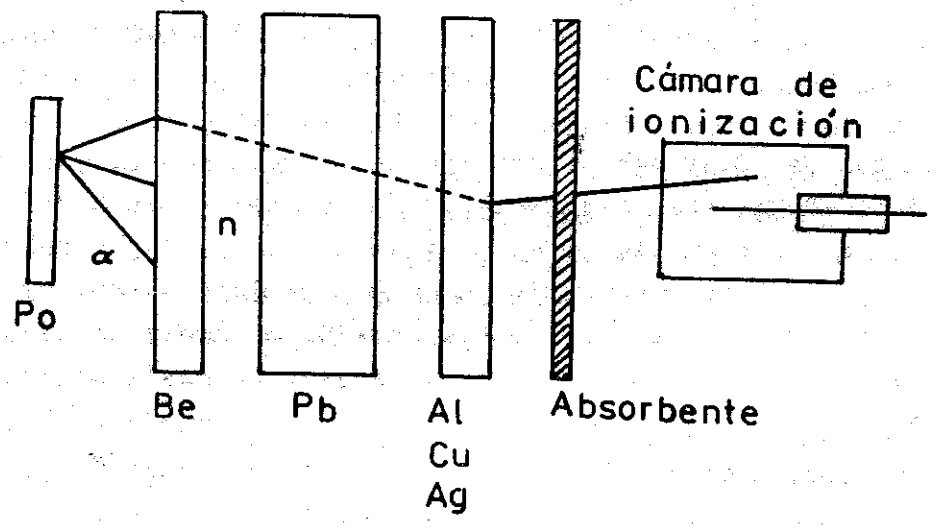

Figura 1. Experimento de los esposos Curie.

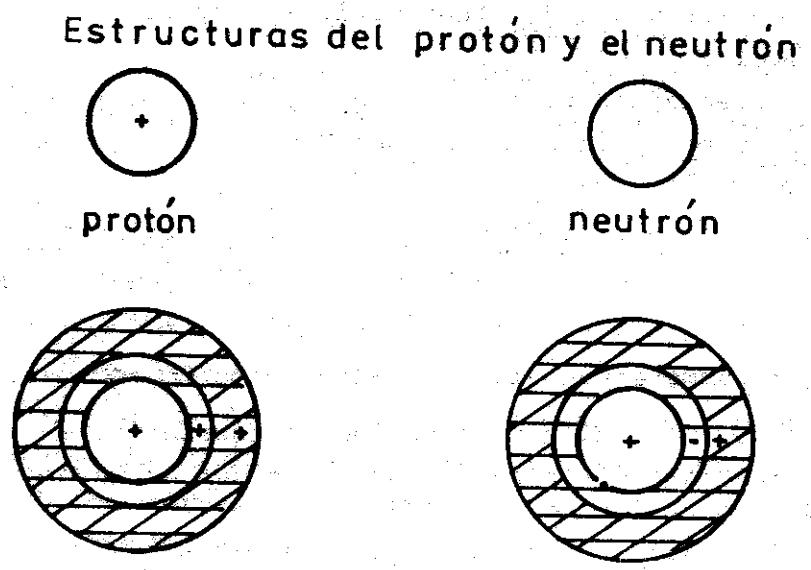

Figura 2.

Comparación de hipótesis sobre la estructura de los nucleones.

Fuente radioisotópica de neutrones

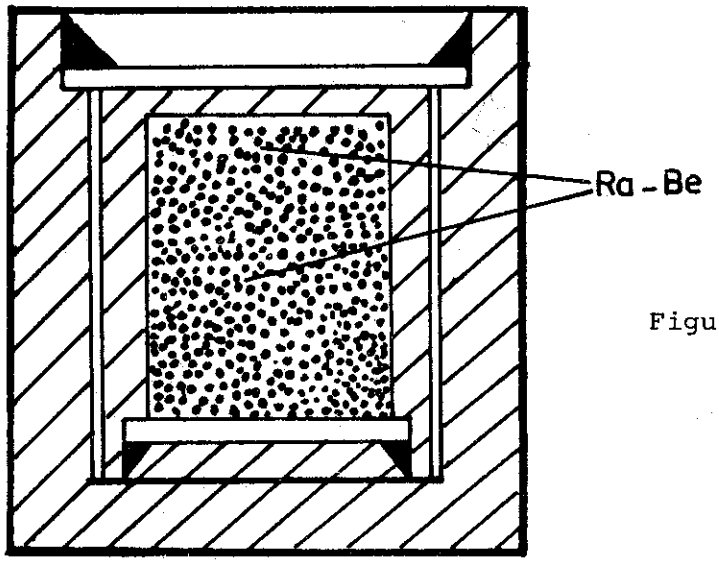

Figura 3. Esquema de una fuente fotoneutrónica.

Fisiòn del núcleo atómico.

(reacciones producidas por neutroes)

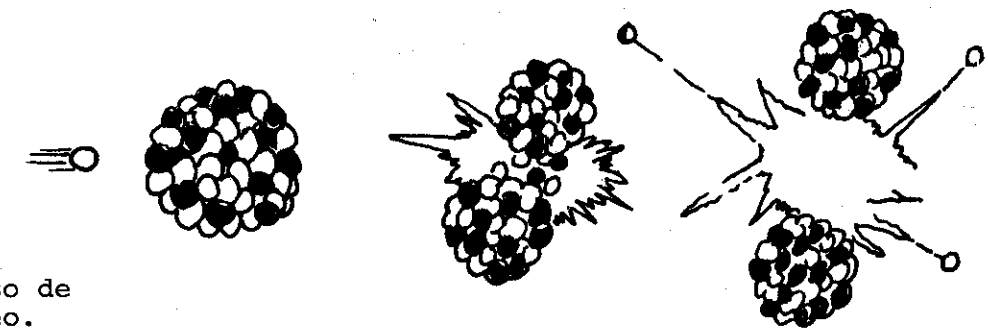

Figura 4.

Esquema del proceso de fisión de un núcleo.

$$n + {}^{235}U \longrightarrow {}^{236}U \longrightarrow {}^{144}Ba + {}^{89}Kr + 3n$$

BIBLIOGRAFÍA

1. Stresikosin, U.
   Sobre la organización del proceso didáctico. Habana. Editorial Pueblo y Educación (1974).

2. Klimberg, L. y otros
   Didáctica General. Separata II. Editorial Pueblo y Educación. (1978).

3. Lenin, V.
   Cuadernos Filosóficos. Moscú. (1963).

4. Andriev, L.
   Fundamentos de la Teoría del Conocimiento. Uruguay. Editorial América Nueva. (1963).

5. Tomaschewski, K.
Didáctica General. México. Editorial Grijalbo. S.A. (1964).

6. Lenin, V.
Materialismo y Empiriocriticismo. Moscú. Editorial Progreso.

7. Skatkin, M.
Perfeccionamiento del proceso de enseñanza. Habana. Editorial Pueblo y Educación. (1974).

8. Konstantinov, P. y otros
Fundamentos de la Filosofía Marxista Leninista. Habana. Editorial Ciencias Sociales. (1980).

9. Utilización y Confección de los Medios Técnicos de la Enseñanza Superior. Conferencia No.5. Concentrado Metodológico, Holguín. C.U.H. (1980).

10. Mukhin, K.
Nuclear Physics, Londres, Editorial MacDonald Technical and Scientific. (1970).

11. Liverhant, S.
Elementary Introduction to Nuclear Reactor Physics. New York. Editorial John Wiley and Sons. Inc. (1960).

12. Richtmyer, P. y otros
Introduction to Modern Physics. Habana. Edición Revolucionaria. (1968).

13. Glasstone, S.
Principles of nuclear Reactor Engineerng. New York. Editorial Van Nostrand Company. Inc. (1955).

Recibido: 31 de enero de 1986.