

Fundamentación del holograma como un medio de enseñanza de la Física



Rolando Serra Toledo, Gilda Vega Cruz, Angel Ferrat Zaldo¹, José Joaquín Lunazzi, Daniel S. F. Magalhães²

¹ *Departamento de Física, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría - CUJAE, Ave. 114, 11901, CP 19390, Ciudad de la Habana, Cuba.*

² *Instituto de Física, P.O.Box 6165, Universidad Estadual de Campinas - UNICAMP, 13083 - 970, Campinas SP, Brasil.*

E-mail: serra@electronica.cujae.edu.cu

(Recibido el 28 de Mayo de 2008; aceptado el 22 de Agosto de 2008)

Resumen

Con el surgimiento de los hologramas reconstruibles con luz blanca y su desarrollo posterior, se abrieron grandes posibilidades para su utilización como medio de enseñanza por la característica de producir una imagen tridimensional que constituye un duplicado óptico de un objeto. En el trabajo se describen las características distintivas del holograma como un medio de enseñanza de la Física y se realiza la fundamentación pedagógica, sociológica y psicológica de su utilización con estos propósitos.

Palabras clave: Holograma, Medio de enseñanza, Física.

Abstract

With the emergence of the holograms viewed with white light and its later development, big possibilities were opened for its utilization as teaching medium by the characteristic of producing a three-dimensional image that constitutes an optical duplicate of an object. In the work the distinctive characteristics of the hologram are described as a Physics teaching medium and was realized the pedagogic, sociological and psychological foundation of its utilization by these purposes.

Keywords: Holography, Teaching medium, Physics.

PACS: 01.40.Ha, 01.40.d, 42.40.My

ISSN 1870-9095

I. INTRODUCCIÓN

La **Holografía** es un método de recuperación integral de la información relativa al campo de irradiación difundido por un objeto real, por lo que permite obtener imágenes ópticas tridimensionales de distintos tipos de objetos [1].

El **Holograma** es el resultado del proceso holográfico, de manera similar a la foto que es el resultado del proceso fotográfico. Para que se pueda comprender con mayor facilidad qué es un holograma, podemos decir que es una foto realizada con el empleo de un láser y que la principal característica que posee es el carácter tridimensional de la imagen.

Al mirar un holograma el espectador tiene la impresión de ver, a través de una placa de vidrio un objeto realmente existente y puede observarlo desde diferentes ángulos. El holograma refleja las zonas de luz y sombra, y la textura del material resulta visible, lo que acrecienta la impresión de relieve. En realidad el objeto no existe en la placa holográfica, pero crea la ilusión óptica de su presencia ya que el holograma envía al espectador ondas luminosas idénticas a las que reflejaría el objeto real. La singular

cualidad que permite al holograma producir un duplicado óptico de un objeto, indujo a estudiar las posibilidades de su utilización como medio de enseñanza de la Física.

En este trabajo se describen las características distintivas del holograma como un medio de enseñanza de la física y se realiza la fundamentación pedagógica, sociológica y psicológica de su utilización con estos propósitos.

II. FUNDAMENTACIÓN PEDAGÓGICA, SOCIOLÓGICA Y PSICOLÓGICA DEL HOLOGRAMA COMO MEDIO DE ENSEÑANZA

En relación con la concepción de utilización del holograma como un medio de enseñanza:

- En algunas clasificaciones de medios consultadas [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8] aparece incluido el holograma pero no se realiza su fundamentación y caracterización teniendo en cuenta sus particularidades y funciones didácticas específicas.

- No se han encontrado referencias a la utilización del holograma como un medio de enseñanza y de educación social como resultado de la integración de los procesos de Investigación - Docencia - Extensión Universitaria.

En relación con la utilización del holograma como medio de enseñanza de la disciplina Física en Ingeniería:

- Después de haber analizado los planes de estudio de ingeniería de varias Universidades de América y Europa [9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17], encontramos que existen muchas Universidades que no incluyen la Holografía como un tema de la Disciplina Física en Ingeniería, a pesar de que la misma permite estudiar varias técnicas ingenieriles de uso generalizado.
- La gran mayoría de las Universidades que incluyen este tema se limitan a analizar los fundamentos físicos en que se sustenta esta técnica y a discutir las aplicaciones en un marco teórico y de forma expositiva.
- No se han encontrado referencias a la utilización de una Exposición Didáctica de Holografía para la enseñanza de la Disciplina Física en Ingeniería que incluya además de las instalaciones, procedimientos de obtención y diferentes tipos de hologramas, las aplicaciones de esta técnica en la especialidad y en la vida cotidiana como contribución a la formación de una cultura general integral en los estudiantes de estas carreras.

A. Fundamentos pedagógicos

Para poder comprender al holograma como medio de enseñanza, es conveniente comenzar por analizar qué entenderemos por medio de enseñanza.

En la amplia literatura del tema encontramos diversas definiciones de medio de enseñanza [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8]. Entre las más completas, a nuestro criterio, están las siguientes:

“Medio es todo aquel componente material o materializado del proceso pedagógico que en función del método sirve para:

- Construir las representaciones de las relaciones esenciales forma – contenido, es decir, el significado y sentido de los conocimientos y habilidades a adquirir que expresa el objetivo.
- Motivar y activar las relaciones sujeto – objeto, sujeto – objeto – sujeto o sujeto – sujeto, así como la internalización y externalización de contenidos y acciones individuales o conjuntas presentes en tal proceso pedagógico.” [18]

“Todo componente material del proceso docente educativo con el que los estudiantes realizan en el plano externo las acciones específicas dirigidas a la apropiación de los conocimientos y habilidades” [19].

“Componentes del proceso pedagógico, que pueden ser utilizados por profesores y estudiantes, con el empleo o no de variados mecanismos y recursos, que partiendo de una relación orgánica con los objetivos y métodos sirven para facilitar el proceso de construcción del conocimiento, su control, el desarrollo de hábitos, habilidades y la formación de valores ” [20].

Fundamentación del holograma como un medio de enseñanza de la física

Consideramos que estas definiciones se complementan entre sí por lo que nos adscribimos a ellas para el desarrollo de este trabajo.

Existen diversas clasificaciones de medios de acuerdo a sus funciones específicas, a su naturaleza física o a su forma de utilización directa o mediante equipamiento técnico [21, 22, 23, 24, 25, 26]. En algunas de las mismas se incluye al holograma como un medio pero no se fundamenta de forma pedagógica y mucho menos se analizan sus particularidades y características peculiares.

Para fundamentar pedagógicamente la concepción de utilización del holograma como un medio de enseñanza, partiremos del análisis de los principios pedagógicos que se derivan de las leyes generales de la pedagogía [27] y que sirven de base a esta investigación.

De las diferentes clasificaciones de principios pedagógicos que aparecen en la literatura, asumiremos la planteada por Addine [28], por estar enfocada a la dirección del proceso pedagógico. Ellos son:

1. Principio de la unidad del carácter científico e ideológico del proceso pedagógico.
2. Principio de la vinculación de la educación con la vida, con el medio social y el trabajo, en el proceso de educación de la personalidad.
3. Principio de la unidad de lo instructivo, lo educativo y desarrollador, en el proceso de educación de la personalidad.
4. Principio de la unidad de lo afectivo y lo cognitivo, en el proceso de educación de la personalidad.
5. Principio del carácter colectivo e individual de la educación y el respeto a la personalidad del educando.
6. Principio de la unidad entre la actividad, la comunicación y la personalidad.

Analicemos a continuación cómo estos principios han servido de sustento y de guía para la concepción del holograma como un medio de enseñanza, así como para la estructuración de las propuestas de utilización de este medio en la docencia universitaria y en la educación social en Cuba. El principio de la unidad del carácter científico e ideológico del proceso pedagógico nos indica que debe ser estructurado teniendo en cuenta los avances continuos de la ciencia y la técnica y en correspondencia con nuestra ideología.

En los últimos años se ha planteado en diversas conferencias, artículos científicos y en reuniones de importantes organismos internacionales la necesidad de implementar nuevas tecnologías en las universidades que incluyen la introducción y utilización de nuevos medios de enseñanza dentro del perfeccionamiento de la Educación Superior en el mundo [29, 30, 31, 32, 33, 34].

Existen numerosos ejemplos de universidades que tienen entre sus objetivos principales de trabajo el desarrollo y empleo de la tecnología educativa que incluye no solo la utilización de las nuevas tecnologías de la informática y las comunicaciones, sino también el uso de modernos medios de enseñanza de todo tipo [35, 36, 37, 38, 39].

Nuestra propuesta de utilización del holograma como medio de enseñanza no descansa en emplear hologramas importados, sino fundamentalmente en la fabricación de hologramas propios para ser utilizados en la enseñanza

universitaria y para la educación de toda la sociedad mediante hologramas que en su mayoría corresponden a objetos cubanos de alto valor patrimonial, histórico y patriótico lo que contribuye a la formación política e ideológica de nuestros estudiantes y de toda la población.

El principio de la vinculación de la educación con la vida, con el medio social y el trabajo en el proceso de educación de la personalidad es muy importante en nuestra concepción, al proporcionar el vínculo de los estudiantes con la realidad económica, política y social del país y además porque apunta a que la sociedad participa en la educación de todos sus ciudadanos.

Este principio sirvió de guía para concebir que la utilización del holograma como medio de enseñanza se realizará mediante la forma de organización Exposición Didáctica, que como analizaremos mas adelante, tiene entre sus principales objetivos el cumplimiento de este principio por las múltiples y crecientes aplicaciones de la holografía en la vida cotidiana.

De igual manera, la concepción de utilizar por sus características al holograma también como un medio de educación social en museología se sustenta en las potencialidades de algunos medios de enseñanza de desempeñar una importante función como un medio educativo en la educación del pueblo.

Este principio también sirve de base a nuestra concepción de lograr la utilización docente y social del holograma a partir de considerar los procesos universitarios de Investigación, Docencia y Extensión Universitaria, tradicionalmente no relacionados, como un único proceso integrado donde la actividad de extensión permite la aplicación de los resultados de la investigación y de la actividad docente a la educación social.

Addine [28], propone en este principio diferentes acciones para su aplicación. A continuación relacionamos las que deben ser consideradas en las formas de utilización docente del holograma:

- Seleccionar contenidos transferibles a situaciones de la vida cotidiana, que favorezcan el aprendizaje colectivo y la interacción grupal.
- Hacer del proceso pedagógico un proceso vinculado a todo lo que rodea al estudiante en lo social, lo económico, lo político, lo familiar, lo productivo y a la naturaleza.
- Desarrollar habilidades en el alumno para trabajar en grupo, para que aprenda con los otros y de los otros, interactuando cooperativa y solidariamente.
- Preparar a los estudiantes para comprender las problemáticas acuciantes del mundo de hoy, a través de actividades que permitan asimilar los conocimientos científico técnicos y desarrollar iniciativas.
- Trazar proyectos de trabajo que permitan la plena participación de la comunidad en el proceso pedagógico en su doble papel: fuente de conocimiento y como beneficio de la labor social de los estudiantes.

El principio de la unidad de lo instructivo, lo educativo y lo desarrollador en el proceso de educación de la personalidad tiene como fundamento la unidad dialéctica existente entre la

instrucción y la educación en el proceso de formación y desarrollo de la personalidad.

En las propuestas de utilización del holograma como medio de enseñanza de la Disciplina Física en carreras de Ingeniería y de su uso como medio educativo social en museología están muy presentes las características peculiares del holograma de mostrar una imagen óptica exacta del objeto original y de que en su construcción se aplican leyes y conceptos físicos, por lo que son objeto de estudio de la propia Física, convirtiéndose así el holograma en objeto y medio de enseñanza en el estudio de la Física General en Ingeniería. Si los objetos holografiados son de importancia patrimonial e histórica entonces son portadores, además de conocimientos físicos, de información cultural, estética, histórica y patriótica que contribuye a la formación integral de la personalidad y de una cultura general integral.

En estas propuestas ha sido un elemento muy importante el potencial instructivo y educativo que poseen los hologramas construidos en el Laboratorio de Holografía del Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría”, tanto en la enseñanza como en otros contextos no académicos como los museos y la comunidad.

El principio de la unidad de lo afectivo y lo cognitivo, en el proceso de educación de la personalidad es básico en la concepción del holograma como medio de enseñanza. Ya discutimos anteriormente cómo en él se daba la unidad de lo instructivo y lo educativo, a lo que podemos agregar que al brindar una imagen tridimensional de un objeto, produce en el observador la sensación y la impresión de que el objeto real está presente, razón por la cuál el holograma es altamente motivador, produciéndose la unidad entre lo afectivo, lo cognitivo y lo educativo que constituye uno de los aspectos fundamentales que lo caracteriza.

Esta influencia positiva en la motivación que brinda el holograma por las características de la imagen y por las variadas e interesantes aplicaciones de la holografía en la vida cotidiana, predisponen favorablemente al estudiante y al público en general para el aprendizaje de esta moderna e importante técnica.

Si partimos de que la motivación es esencialmente un impulso en la actuación del sujeto y que motivar quiere decir crear interés, estimular el deseo, llamar la atención, despertar la curiosidad, contagiar con entusiasmo y suscitar el gusto como impulso activador [40] llegamos a la conclusión de que el holograma está entre los medios de enseñanza y de educación social mas motivantes y propiciadores de la unidad entre lo afectivo y lo cognitivo.

El principio del carácter colectivo e individual de la educación y el respeto a la personalidad del educando está presente en la concepción de la actividad docente a desarrollar en la Exposición Didáctica de Holografía que se analizará en un próximo artículo.

El principio de la unidad entre la actividad, la comunicación y la personalidad considera que ésta se forma y se desarrolla en la actividad y en el proceso de comunicación [40].

Los medios de enseñanza y de educación social favorecen la comunicación que se establece entre el profesor y el alumno, entre los propios alumnos y en general entre todos los participantes de este proceso, influyendo

directamente en el desarrollo y educación de la personalidad. Para lograr este objetivo el proceso pedagógico debe ser estructurado de manera que facilite la mejor y más efectiva comunicación posible.

Este aspecto fue tenido en cuenta en el diseño de las actividades a realizar en una Exposición Didáctica de Holografía construida y utilizada en la enseñanza de la física y en la utilización de la holografía para aplicaciones museables.

B. Funciones didácticas del holograma como medio de enseñanza y de educación social

Si consideramos al holograma como un medio de enseñanza y de educación social, debemos analizar las funciones didácticas que puede desempeñar este medio al ser utilizado en los procesos pedagógicos curriculares o sociales. En la literatura consultada no existen referencias a la determinación de las funciones didácticas de los hologramas al ser considerados como medio de enseñanza y de educación social.

Diversos autores han estudiado las funciones que desde un punto de vista didáctico pueden desempeñar los distintos tipos de medios en los procesos pedagógicos: Klingberg [41], González [23], Fernández [42], Porto [18] y Bravo [20].

En su Tesis Doctoral, Vicente González Castro [23] destaca importantes aspectos pedagógicos y psicológicos relacionados con los medios de enseñanza que sirven de base para el análisis de las funciones didácticas que los mismos pueden desempeñar:

“No sólo para presentar evidencias del mundo material o sus representaciones, que es el uso que más convencionalmente se les atribuye, ellos deben servir de guía a la formación de conceptos, leyes, algoritmos lógicos, permitir la extrapolación de los resultados obtenidos hasta lo posible y permitir derivar generalidades; ayudar a establecer el ciclo de ascensión de lo abstracto a lo concreto. Establecer el nexo entre lo sensorial y lo racional y entre este y sus aplicaciones prácticas, así como permitir la búsqueda de nuevas interrogantes y sus soluciones, son las tareas más importantes de los medios de enseñanza en el marco de la educación superior”.

El papel de los medios de enseñanza y de educación social radica esencialmente en establecer los vínculos entre los niveles sensoriales y racionales del conocimiento, entre lo concreto y el pensamiento abstracto; es así donde pueden ayudar realmente al aprendizaje de los estudiantes, a hacer más comprensible los conceptos, y abstraerse más fácilmente, a representar en su mente con más claridad aquellas cosas que al profesor son sumamente claras e incuestionables.

Por otra parte, analiza las características particulares y la importancia de las reproducciones visuales.

“Las reproducciones visuales son las más complejas de todas las reproducciones, pero además, la más importante en la enseñanza, debido al valor que tiene la percepción visual, tanto para la recepción de información como para su retención.

- Las investigaciones demuestran que se necesita aproximadamente siete veces menos tiempo para captar las cualidades esenciales de un objeto viéndolo directamente que si se describe oralmente.
- Con los medios de enseñanza se aprovechan en mayor grado las potencialidades de nuestros órganos sensoriales. El 83 % de lo que el hombre aprende le llega a través del sentido visual”.

El holograma por sus particularidades, constituye una de las reproducciones visuales más icónica de las existentes, lo que constituye su principal cualidad en su utilización como un medio de enseñanza.

Teniendo en cuenta las características particulares de los hologramas, estos poseen fundamentalmente las siguientes funciones didácticas: cognoscitiva, comunicativa, informativa, motivadora e integradora.

Para el análisis de la **función cognoscitiva** podemos partir del criterio expresado por Klingberg [41] y referido por Bravo [20] cuando señalan que: “Estructurar el proceso de aprendizaje como un proceso del conocimiento requiere el empleo de medios de enseñanza”. El holograma se puede convertir en el medio audiovisual por excelencia para conocer las propiedades y características del objeto original e incluso suplantarlos para múltiples aplicaciones, a través de su imagen tridimensional. Esto se debe a que a través de la holografía se logra el nivel de reproducción completamente icónico, permitiendo la observación de la realidad lo más objetivamente posible. Otra arista de la función cognoscitiva del holograma, atendiendo a como se obtiene, es que mediante él se puede llegar a comprender conceptos y fenómenos de la física y en particular de la óptica que se ponen de manifiesto y se aplican en el proceso de obtención del medio.

La **función comunicativa** de los medios de enseñanza y de educación social se pone de manifiesto en el papel que desempeñan en el proceso de comunicación, como señala Bravo [20] “ocupan el lugar del canal que es a su vez soporte de la información”. El holograma al producir una imagen tridimensional como duplicado óptico de un objeto, comunica la máxima información posible en ausencia del objeto original, en relación con la textura, el color, el brillo, el paralaje o la posibilidad de observación desde diferentes ángulos de visión, o sea, trasmite la misma información que el objeto original. Una muestra de la importancia creciente que están teniendo los hologramas en la comunicación son las investigaciones relacionadas con la televisión y el cine holográfico [43], cuya aplicación no se encuentra aún en nuestro país.

La **función informativa** de los medios está muy relacionada con la comunicativa, ya que es a través de la comunicación que se da el proceso de información. Bravo [20] nos recordaba una idea importante donde se pone de manifiesto el significado de esta función al citar a Fernández [42] cuando expresó que “el empleo de los medios permite brindar una información más amplia, completa y exacta, ampliando los límites de la transmisión de los conocimientos”. Por las características de la reproducción holográfica analizadas anteriormente, es evidente que mediante un holograma se trasmite prácticamente la misma

información que nos llega del objeto original, excepto en lo referido al tacto, lo que no se logra con el empleo de ningún otro medio como la fotografía, la televisión, el vídeo o la computadora.

Para abordar la **función motivadora**, partiremos del criterio de González [23] ratificado por Bravo [20] cuando plantean que: “los medios aumentan la motivación por la enseñanza al presentar estímulos que facilitan la autoactividad del estudiante, la seguridad en el proceso de aprendizaje y el cambio de actividad”. De igual forma Porto, G [18] señalaba: “El medio cumple su función psicológica, si se convierte en factor emocional grato y duradero, en satisfacción por aprender, descubrir y solucionar, y si al contener todos los estímulos e incentivos apropiados alcanza la significación subjetiva necesaria y un clima favorable”. Al permitir el holograma la observación de una imagen tridimensional de un objeto no existente con un grado de realismo tal que da la impresión al observador de que el objeto realmente está presente, se crea un grado de motivación en el estudiante y en los visitantes al museo muy elevado, que se acrecienta cuando el observador comprueba que se conserva el paralaje de visión del objeto original y la sombra proyectada por el mismo. Por otra parte, es extraordinariamente motivador para el estudiante comprobar que mediante las técnicas holográficas se pueden visualizar efectos no apreciables a simple vista como los estados tensionales y deformacionales de los cuerpos del orden de los micrómetros. Esta función motivadora del holograma se completa cuando el estudiante comprueba las múltiples aplicaciones de la holografía en la vida cotidiana a través de las actividades docentes programadas.

Este efecto motivador del holograma es de gran importancia para despertar el interés del estudiante y de los visitantes a los museos por comprender cómo se fabrica y por consiguiente lo predispone favorablemente para entender las leyes y conceptos de la física que se aplican en el proceso de obtención del mismo.

La **función integradora** de este medio es muy importante ya que en un holograma se integran diferentes elementos de gran importancia en la formación integral del estudiante y de la población en general:

- Leyes y conceptos de la física presentes en el proceso de registro y elementos importantes de química que se aplican en las etapas de procesamiento químico y de conservación.
- Conocimiento de una moderna técnica que permite obtener la imagen tridimensional de un objeto y que tiene múltiples y crecientes aplicaciones en la vida cotidiana y en las investigaciones actuales relacionadas con el cine y la televisión holográfica.
- En el caso de hologramas de doble exposición o interferogramas permiten al estudiante el conocimiento de una importante técnica de ensayo óptico no destructivo de gran aplicación en todas las especialidades de ingeniería.
- Constituye un medio de apreciación estética donde están presentes elementos formales del objeto: forma, color, etc.
- Al ser la mayoría de los hologramas construidos en Cuba de objetos de alto valor histórico y patrimonial,

contribuyen significativamente en la formación cultural y patriótica de los estudiantes y de la población en general.

Para lograr el cumplimiento de los principios didácticos y de las funciones didácticas analizadas anteriormente en las propuestas de utilización del holograma como un medio de enseñanza y de educación social, debe estructurarse un proceso pedagógico con un enfoque holístico que logre la integración armónica de todos sus componentes.

Las posiciones teóricas asumidas nos permiten considerar que las propuestas de utilización del holograma como un medio de enseñanza y de educación social están pedagógicamente fundamentadas para el logro de los objetivos propuestos.

C. Fundamentos Sociológicos

La educación como fenómeno social históricamente desarrollado tiene entre sus objetos de estudio la sociología de la educación.

La definición que consideramos más completa sobre la sociología de la educación es la de Baxter [44], al considerar a la educación como: “influencia decisiva en la formación del hombre a lo largo de la vida. Para eso debe prepararlo tanto para el logro de una incorporación personal y social activa, como para el disfrute y plenitud que deriven de la misma”.

La sociología de la educación martiana tiene entre sus principales postulados:

- La igualdad plena de derechos a la educación de todos los ciudadanos.
- La relación entre la educación y la transformación revolucionaria de la sociedad.

Para nuestra concepción sobre la utilización del holograma como un medio de enseñanza, es de mucha importancia un enfoque sociológico que reconozca que el individuo se forma y se desarrolla no solamente bajo la influencia de acciones dirigidas desde el sistema educacional, sino también desde el contexto social donde vive el individuo.

En la propuesta de utilización docente del holograma como medio de enseñanza de la Disciplina Física en Carreras de Ingeniería mediante una Exposición Didáctica de Holografía, presentamos como una idea central la vinculación de los estudiantes con los problemas de la práctica social de las diferentes especialidades mediante el análisis de las aplicaciones de la holografía a las mismas, además de conocer y analizar las diferentes aplicaciones de esta técnica en la vida cotidiana, contribuyendo a la formación de una cultura general integral en los estudiantes de estas carreras universitarias.

Hoy no resulta suficiente pedirle al profesor únicamente estar informado. Al profesor se le pide además fomentar la convivencia, la participación, la cooperación, la autonomía del alumno, la autocrítica y la reflexión. Estos nuevos enfoques necesariamente inciden en la búsqueda de nuevos papeles a desempeñar por los medios audiovisuales en la enseñanza.

Teniendo en cuenta una perspectiva sociológica de la educación, la utilización de hologramas como medio de

enseñanza puede influir en la formación de valores importantes en los estudiantes y en la población mediante:

- Vínculo entre la especialidad y las aplicaciones en la técnica.
- Vínculo con las aplicaciones en la vida cotidiana.
- Necesidad de conservación y preservación de valores culturales y patrimoniales.
- Conocimiento del patrimonio cultural cubano.

D. Fundamentos Psicológicos

En la psicología contemporánea se desarrolló y consolidó en la segunda mitad del siglo pasado un enfoque epistemológico originado a partir de la escuela histórico cultural de Vigotski y seguidores [45, 46, 47, 48, 49] que encontró un campo de aplicación con muchas posibilidades en sociedades como la nuestra que promueven las condiciones sociales que aseguran un desarrollo pleno e integral del hombre.

En la Educación Superior Cubana en los últimos 15 años, se han aplicado algunos de los postulados fundamentales de este enfoque al perfeccionamiento del proceso pedagógico en la creación de condiciones de aprendizaje más favorables en distintas disciplinas de varias carreras universitarias.

Analizaremos a continuación cómo algunos de los postulados fundamentales del enfoque histórico cultural de Vigotski, sirven de basamento teórico a la utilización del holograma como medio de enseñanza.

Comenzaremos por analizar un primer aspecto en la utilización del holograma como medio de enseñanza. Nos referimos a la influencia del holograma en el incremento de la motivación de los estudiantes por el conocimiento y el aprendizaje, no solo por la información que transmiten sino también por los fundamentos físicos relacionados con la construcción del mismo. Un holograma es altamente motivador por las características del mismo de brindar la imagen tridimensional de un objeto que produce en el espectador la sensación de que el objeto real está presente en ese momento en la escena.

Con relación a la importancia de la motivación en el aprendizaje, Vigotski a partir de reconocer el carácter integral del psiquismo humano, analiza las relaciones existentes entre dos esferas tradicionalmente escindidas en las escuelas psicológicas precedentes: la esfera cognoscitiva y la afectiva.

En el primer capítulo de su libro *Pensamiento y Lenguaje* señala [46]:

“La primera cuestión que surge cuando hablamos de la relación del pensamiento y el lenguaje con respecto a los restantes aspectos de la conciencia, es el de la vinculación entre la inteligencia y el afecto. Como se sabe, la separación del aspecto intelectual de nuestra conciencia y del aspecto afectivo, volitivo, es uno de los defectos fundamentales y radicales de toda la psicología tradicional”. Mas adelante señala: “El análisis que divide el todo complejo en unidades... muestra que existe un sistema dinámico de sentido que representa la unidad de los procesos afectivos e intelectuales. Muestra que en toda idea se contiene, reelaborada, una relación afectiva del hombre hacia la realidad, representada en esa idea. Permite descubrir el

Fundamentación del holograma como un medio de enseñanza de la física

movimiento directo que va de la necesidad de los impulsos del hombre a la determinada dirección de su pensamiento, y el movimiento contrario, desde la dinámica del pensamiento a la dinámica del comportamiento y la actividad concreta de la persona”.

Con relación a la utilización curricular del holograma como medio de enseñanza, se fundamentará en un próximo artículo una forma de enseñanza: La Exposición Didáctica de Holografía, aplicada en este caso a la enseñanza de la Disciplina Física en Ingeniería. El objetivo fundamental de este tipo de clase es contribuir al desarrollo de una cultura general integral en los estudiantes abordando un tema o un aspecto específico del contenido de una asignatura de forma integral con la utilización protagónica de los medios de enseñanza adecuados, donde se manifieste en un entorno natural el vínculo Investigación - Docencia - Extensión universitaria y se utilicen los métodos participativos y de elaboración conjunta que garanticen la creación de un ambiente de trabajo colectivo.

En la fundamentación de la metodología propuesta para desarrollar este tipo de actividad docente, planteamos que por su concepción, una de las características fundamentales de esta actividad es el empleo de métodos participativos y de elaboración conjunta que garanticen una participación activa de los estudiantes y la creación de un ambiente de trabajo colectivo de gran importancia para el logro de los objetivos. El desarrollo integral de la personalidad del estudiante es el centro del enfoque histórico cultural al que nos adscribimos. Algunos autores han profundizado en la concepción Vigotskiana de aprendizaje que lo considera como una actividad social, y no solo un proceso de realización individual como se había sostenido [49, 50].

De los postulados del enfoque histórico cultural y de su concepción de aprendizaje se desprenden los siguientes elementos que han servido de base en el diseño de la actividad en la Exposición Didáctica de Holografía:

- La importancia que se adjudica a la actividad conjunta, a la relación de cooperación entre los alumnos y entre estos y el profesor. Lo que las personas puedan hacer con ayuda de otros puede ser en cierto sentido más indicativo de su desarrollo mental que lo que pueden hacer por sí solos.
- Cuando se organiza la enseñanza en actividad conjunta donde interactúan profesor y alumno o alumnos entre sí se fomenta en el estudiante el desarrollo de una serie de cualidades de su personalidad, de formas de relación en las situaciones grupales, de intereses relacionados con el estudio. Además, se genera un clima emocional favorable muy eficaz para el aprendizaje.
- Se coloca el proceso de aprendizaje como centro de atención a partir del cual se debe proyectar el proceso pedagógico. Supone utilizar todo lo que está disponible en el sistema de relaciones más cercano al estudiante para propiciar su interés y un mayor grado de participación e implicación personal.
- En lo relacionado con el estudiante, implica utilizar todos los resortes de que dispone en su personalidad en relación con los que aporta el grupo de clase, involucrando a los propios estudiantes en la

construcción de las condiciones más favorables para el aprendizaje.

- En lo relacionado con el profesor, supone extraer de sí mismo todos los elementos que permitan el despliegue del proceso de redescubrimiento y reconstrucción del conocimiento por parte del estudiante, de sus particularidades personales, la relación de comunicación en sus diferentes tipos de función (informativa, afectiva y reguladora) que permita un ambiente de cooperación, de colaboración, de actividad conjunta dentro del aula.
- Este enfoque trata de utilizar al máximo las posibilidades educativas que brinda cualquier situación de instrucción que sea concebida íntimamente vinculada con la vida de la sociedad y de la profesión, en el contexto socio histórico en que vive el estudiante.

III. EL HOLOGRAMA Y SUS PARTICULARIDADES COMO MEDIO DE ENSEÑANZA

Antes de adentrarnos en el análisis de las particularidades que caracterizan al holograma como un medio de enseñanza, expondremos algunas de las diferencias fundamentales del mismo en comparación con su antecesor más cercano, la fotografía (Ver TABLA I), lo que ayudará en la comprensión de las características particulares y distintivas que posibilitan no solo su utilización en la docencia y en la educación de la población, sino también en múltiples aplicaciones en la técnica y en la vida cotidiana.

TABLA I. Diferencias fundamentales entre la Fotografía y la Holografía

Fotografía	Holografía
1. Resolución del material baja.	1. Resolución del material alta.
2. Se utiliza para iluminar el objeto cualquier fuente de luz normal.	2. Se utiliza para iluminar el objeto un láser.
3. Se usa una lente para formar la imagen en el medio de registro.	3. No usa una lente y no se forma la imagen en el medio de registro. Lo que se forma en el mismo es un patrón de interferencia.
4. Almacena la información relacionada con la intensidad.	4. Almacena la información relacionada con la intensidad y con la fase.
5. Los puntos individuales brillantes y oscuros son la imagen.	5. Las áreas brillantes y oscuras son franjas de interferencia microscópicas que no son la imagen del objeto.
6. Se obtiene un negativo y la foto se hace a partir del negativo.	6. Se obtiene directamente el holograma
7. La foto resultante es una imagen plana o bidimensional del objeto sin paralaje.	7. La imagen resultante en el holograma es tridimensional con paralaje total.

Las **características distintivas** del holograma como un medio de enseñanza y de educación social son las siguientes [50]:

- Brinda una imagen tridimensional exacta del objeto real con paralaje total y visualización de las zonas de luz y sombra, que puede sustituir satisfactoriamente al objeto real para múltiples aplicaciones.
- En la construcción del mismo se aplican leyes y conceptos de la Física, en particular de la Óptica y el Láser, lo que lo convierte además en objeto de enseñanza cuando se utiliza curricularmente.
- Los estudiantes pueden construir el medio de enseñanza en prácticas de laboratorio de la Disciplina Física.
- Permite visualizar efectos no apreciables a simple vista (estados tensionales y deformacionales de los cuerpos del orden de 10^{-6} m). Esto se logra mediante la holografía de doble exposición y constituye una técnica de ensayo óptico no destructivo.
- Permite obtener imágenes tridimensionales de objetos con perspectiva invertida.
- Permite mostrar en el aula la imagen tridimensional de objetos imposibles de mostrar directamente por sus características, medidas excepcionales de seguridad y conservación, etc.
- Permite obtener imágenes con ampliación o reducción del tamaño real del objeto (Hologramas de imagen enfocada) [1]. Especialmente importante para que el estudiante o el público en general pueda apreciar detalles muy pequeños, no perceptibles a simple vista.
- Se puede lograr el cambio de color de la imagen del objeto al cambiar la posición de observación (Hologramas de arcoiris) [1].

Existen algunas limitantes en la utilización de hologramas como medios de enseñanza y de educación social entre las cuales podemos destacar las siguientes:

- Existen algunos objetos que por sus características no son holografiables.
- Existe limitación en la realización de hologramas de objetos con mucha profundidad.
- Para poder ver los hologramas se necesita una fuente de luz blanca puntual o con filamento estrecho.
- Los hologramas poseen un ángulo de visión relativamente restringido por lo que no se pueden ver desde cualquier posición del observador.
- Es un medio relativamente costoso y para su construcción deben crearse las condiciones materiales necesarias.
- Para su elaboración debe existir una experiencia de investigación en los profesores y técnicos del Departamento Docente.

IV. CONCLUSIONES

Se ha realizado la fundamentación pedagógica, sociológica y psicológica del holograma como un medio de enseñanza de la Física, definiéndose las funciones didácticas específicas que lo distinguen.

En la fundamentación pedagógica se analizó cómo los principios pedagógicos que se derivan de las leyes generales de la pedagogía sirven de sustento a la concepción de utilización del holograma como un medio de enseñanza y de educación social, así como para la estructuración de las propuestas de utilización de este medio en la docencia universitaria y en la educación social mediante sus aplicaciones en museología.

Se analizó como en esta concepción es de gran importancia un enfoque sociológico que reconozca que el individuo se forma y se desarrolla no solo bajo la influencia de acciones dirigidas desde el sistema educacional, sino también desde el contexto social donde vive.

Por otra parte, se analizaron las potencialidades de la utilización del holograma como medio de enseñanza tomando como fundamento algunos de los planteamientos fundamentales del enfoque histórico cultural de Vigotski y otros investigadores en relación con la importancia de la motivación en el proceso de aprendizaje y la necesidad de utilización de métodos participativos que permitan la creación de un ambiente de trabajo colectivo.

REFERENCIAS

- [1] Saxby, G., *Practical Holography*, (Prentice Hall, University Press, Cambridge, 1996).
- [2] García, J., *Los medios en el proceso pedagógico*, Curso a distancia, Dirección de Tecnología Educativa, I.S.P. Enrique José Varona, Cuba, (1997).
- [3] González, V., *Teoría y práctica de los medios de enseñanza*, (Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 1986).
- [4] García, A., *Acerca de la capacitación didáctico-metodológica de los estudiantes para el trabajo con los medios de enseñanza en las Universidades Pedagógicas de la República de Cuba*, Tesis doctoral, Cuba, (1989).
- [5] Álvarez de Zayas, C. M., *Hacia una escuela de excelencia*, (Editorial Academia, Cuba, 1996).
- [6] Parra, I., *Acerca de la integración entre los métodos y medios de enseñanza*, Revista electrónica Orbita Científica 1, Cuba, En: < <http://www2.cenaii.inf.cu> >, consultado en diciembre 2007.
- [7] Fernández, B., *Los medios de enseñanza y la tecnología educativa*, Material del curso de postgrado de Pedagogía, (1997).
- [8] Macías, J., *Un software como medio didáctico para la enseñanza de la lectura en la Licenciatura en Lengua Inglesa*, Tesis Doctoral, Capítulo 1, (2000).
- [9] Universidad politécnica de Cataluña, < <http://goliat.upc.es> >, consultado en febrero 2008.
- [10] Universidad Carlos III de Madrid, < www.uc3m.es >, consultado en febrero de 2008.
- [11] Universidad Complutense de Madrid, < www.ucm.es >, consultado en febrero de 2008.
- [12] Universidad de Zaragoza, < www.unizar.es >, tomado en febrero de 2008.
- [13] Universidad Autónoma de México, < www.unam.mx >, consultado en febrero de 2008.
- [14] Pontificia Universidad Católica del Perú, < www.pucp.edu.pe >, consultado en febrero de 2008.

- [15] Unión de Universidades de América Latina (UDUAL), < www.unam.mx/udual >, consultado en febrero de 2008.
- [16] University of Ghent, < www.rug.ac.be >, consultado en febrero de 2008.
- [17] University of Oxford, < www.ox.ac.uk >, consultado en febrero de 2008.
- [18] Porto, A., *Tareas para capacitarse en el trabajo con los medios*, Tesis Doctoral, Cuba, (1995), p. 42.
- [19] Cubero, J., *Psicopedagogía de los medios de enseñanza*. Material inédito, (1997), p. 27.
- [20] Bravo, C., *Un sistema multimedia para la preparación docente en medios de enseñanza, a través de un curso a distancia*, Tesis Doctoral, Cuba, (1999), p. 35.
- [21] Dorrego, E., *Dos modelos para la producción y evaluación de materiales instruccionales*, (Fondo editorial de la Universidad Central de Venezuela, 1991).
- [22] Araujo, B., *Tecnología educativa, Teoría de la instrucción*, (Editora Vozes, Brasil, 1991).
- [23] González, V., *Teoría y metodología del uso de la televisión en circuito cerrado como parte del sistema de medios de enseñanza de la educación superior*, Tesis Doctoral, Cuba, (1984), p. 52.
- [24] González, V., *Diccionario cubano de medios de enseñanza y términos afines*, (Editorial Pueblo y Educación, Cuba, 1993).
- [25] Cabero, J., *Análisis de medios de enseñanza*, (Alianza, Sevilla, España, 1990).
- [26] Norbis, G., *Didáctica y estructura de los medios audiovisuales*, (Editorial Kapeluz, Buenos Aires, 1978).
- [27] Calzado, D., *La Ley de la Unidad de la Instrucción y la Educación*, Didáctica Teórica y Práctica, Capítulo 2, (Cuba, 18-29, 2003).
- [28] Addine, F., *Principios para la dirección del proceso pedagógico*, (Compendio de Pedagogía, Editorial Pueblo y Educación, Cuba, 80-101, 2002).
- [29] Revista Iberoamericana de Educación, < www.campus-oei.org/revista/novedades.htm >, consultado en febrero de 2008.
- [30] EDUTEKA, < www.eduteka.org >, consultado en febrero de 2008.
- [31] Organización de Estados Iberoamericanos, < www.oei.org >, consultado en febrero de 2008.
- [32] UNESCO, < www.unesco.org/education >, consultado en febrero de 2008.
- [33] Comisión Europea, < <http://europa.eu.int/comm/education> >, consultado en febrero de 2008.
- [34] Proyecto EDUTECH de Tecnologías y Educación Superior, < www.edutech.ch/edutech >, consultado en febrero de 2008.
- [35] Universidad de Alicante, < www.ua.es >, consultado en febrero de 2008.
- [36] Instituto Tecnológico de Massachusetts, < www.mit.edu.org >, consultado en febrero de 2008.
- [37] Universidad Nacional a Distancia (España), < www.uned.es >, consultado en febrero de 2008.
- [38] Open University, < www.open.ac.uk >, consultado en febrero de 2008.
- [39] Instituto tecnológico de Monterrey,

< www.tecdemonterrey.edu.mx>, consultado en febrero de 2008.

[40] Delicio, M., *Sistema de Actividades Educativas para promover el interés y la satisfacción de los alumnos de la enseñanza primaria por el Museo de Ciencia y Técnica de la Universidad Federal de Ouro Preto*, Tesis Doctoral, Cuba, (2004).

[41] Klingberg, L., *Introducción a la Didáctica General*, (Editorial Pueblo y Educación, 1978), p. 87.

[42] Fernández, B., *Utilización del sistema de medios de enseñanza en la asignatura: Anatomía, Fisiología e higiene del hombre, de la educación General y Politécnica*, Tesis doctoral, Cuba, (1989), p. 34.

[43] Lunazzi, J. J.; Magalhães, D. S. F.; Rivera, N. I. R.; Rigon, M., *Holo-Television System with a Single Oblique Plane: First Results*, Memorias en CD del XXVIII Encuentro Nacional de Física de la Materia Condensada, SBF, Santos – Sao Paulo, 10-14 de mayo, (2005).

[44] Báxter, E., *La escuela y el problema de la formación del hombre*, (Compendio de Pedagogía, Editorial Pueblo y Educación, Cuba, 143-192, 2002).

[45] Vigotsky, L., *Historia de las funciones psíquicas superiores*, (Editorial Científico-Técnica, La Habana, 1987).

[46] Vigotsky, L., *Pensamiento y Lenguaje*, (Edición Revolucionaria, La Habana, 1966), p. 37.

[47] Galperin, P. Ya, *Sobre el método de formación por etapas de las acciones intelectuales*, (Pueblo y Educación, C. de la Habana, Cuba, 1982).

[48] Talizina, N. F., Conferencia sobre *Los fundamentos de la enseñanza en la Educación Superior*, (Universidad de la Habana, CEPES, 1985).

[49] González, O., *El enfoque histórico-cultural como fundamento de una concepción pedagógica*, Tendencias pedagógicas contemporáneas, (Universidad de la Habana, El Poirá, Editores e impresores, Ibagué, Colombia, 1996).

[50] Serra, R., *La utilización del holograma como medio de enseñanza y de educación social en Cuba a través del vínculo Investigación- Docencia-Extensión Universitaria*, Tesis Doctoral, Cuba, (2004).