

# DIRECCIÓN DEL EMPLEO DE LAS TIC PARA EL DESARROLLO DE LA HABILIDAD INTERPRETAR FENÓMENOS FÍSICOS

## MANAGEMENT OF THE USE OF ICT FOR THE DEVELOPMENT OF THE ABILITY TO INTERPRET PHYSICAL PHENOMENA

*Ernard Lorenzo Martínez*

Instituto Técnico Militar José Martí, Cuba, [ernardlorenzo@gmail.com](mailto:ernardlorenzo@gmail.com)

*Nelson Lorenzo Tizó*

Instituto Técnico Militar José Martí, Cuba, [nlt490126@gmail.com](mailto:nlt490126@gmail.com)

*Thamara Junco Cortés*

Instituto Técnico Militar José Martí, Cuba, [juncothamara@gmail.com](mailto:juncothamara@gmail.com)

**RESUMEN:** *El antecedente radica en una investigación para el diseño y fundamentación de una estrategia de dirección del desarrollo de la habilidad interpretar fenómenos de Física Térmica por estudiantes de Ingeniería Mecánica. El objetivo consiste en socializar una propuesta sobre la dirección del empleo de las TIC y productos informáticos en el desarrollo de la habilidad mencionada. En el trabajo se ofrece la fundamentación psicopedagógica desde la perspectiva del enfoque histórico cultural de L.S. Vygotski. El aporte práctico es un software que simula el Movimiento browniano para permitir que el fenómeno físico estudiado se torne “visible” ante los estudiantes. Se describen las características del producto informático diseñado. Se elabora un sistema de acciones a partir de la identificación, en la investigación, de las acciones invariantes de la habilidad interpretar que se ejecutan según las etapas de la actividad, en las que se manifiestan las funciones de dirección de los profesores.*

**Palabras Clave:** dirección, desarrollo, fenómenos físicos, habilidad interpretar, TIC

**ABSTRACT:** *The background lies in a research for the design and foundation of a management strategy for the development of the ability to interpret Thermal Physics phenomena by Mechanical Engineering students. The objective is to socialize a proposal on the direction of the use of ICT and computer products in the development of the afore mentioned skill. In the paper the psych pedagogical base is offered from the perspective of the cultural historical approach of L. S. Vygotski. The practical contribution is a software that simulates the Brownian Movement to allow the studied physical phenomenon to become “visible” to the students. The characteristics of the designed computer software are described. A system of actions is elaborated from the identification, in the research work, of the invariant actions of the ability. These actions are executed according to the stages of the activity, in which the management functions of the teachers are manifested.*

**KeyWords:** ability- development-ICT-interpret-management-physical phenomena

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo forma parte de una estrategia de dirección, con un carácter sistémico, integrador e interdisciplinar para desarrollar la habilidad *interpretar* fenómenos físicos, sobre la base de fundamentos teóricos de la ciencia relacionada con el área del conocimiento en que se llevó a cabo la investigación: la dirección. De modo particular se inscribe en el tema de la dirección de la actividad cognoscitiva de los estudiantes, por lo tanto, se articula con otras ciencias del desarrollo humano como la psicología y la pedagogía, cuyos fundamentos constituyen el núcleo de procesos estratégicos. (Lorenzo, 2018)

El componente principal de la estrategia son las acciones correspondientes a las invariantes de la habilidad *interpretar* fenómenos físicos, que se enmarcan en la actividad cognoscitiva de los estudiantes e incluyen las acciones de dirección de los profesores quienes las planifican, organizan, ejecutan y controlan. Este componente constituye el núcleo de procesos clave. En ambos casos las acciones transcurren en etapas de orientación, ejecución y control, e involucran la interrelación de los estudiantes de manera individual, en grupo y de los profesores con el objeto de transformación: la dirección del desarrollo de la habilidad *interpretar* fenómenos de la Física Térmica con el apoyo de las TIC.

La manera en que se propone el empleo de las TIC conforma el núcleo de procesos de apoyo de la estrategia original. Se parte, a continuación, de las consideraciones teóricas que lo sustentan.

## **DESARROLLO**

### **El empleo de las TIC como núcleo de procesos de apoyo en la dirección del desarrollo de la habilidad *interpretar* fenómenos físicos**

El núcleo de los procesos de apoyo sirve de soporte a los procesos clave y es, en muchos casos, determinante para que puedan conseguirse sus objetivos. En este caso, se trata de la dirección del empleo de las TIC, el uso de los laboratorios y el software diseñado para propiciar el desarrollo de la habilidad *interpretar* fenómenos de Física Térmica.

Para los dirigentes, docentes y profesores, el uso de las TIC y materiales multimedia como el software propuesto constituye un reto que demanda un enfoque inter y multidisciplinario, al estar involucradas las Ciencias Exactas y Naturales y la Informática, entre otras áreas del conocimiento en la formación inicial de los futuros ingenieros, por un lado, y las Ciencias que rigen los procesos de educación y desarrollo humano. Ante este reto surgen las siguientes interrogantes:

- ¿Cómo lograr una dirección de la actividad cognoscitiva de los estudiantes que propicie el desarrollo y el empleo de productos informáticos?
- ¿Cómo generalizar la integración de las TIC a todo el entorno educativo desde las actividades de las asignaturas afines y al mismo tiempo contribuir al desarrollo humanista de los estudiantes?
- ¿Cómo, la presente propuesta, pudiera estimular la virtualización del sistema de enseñanza de las asignaturas mencionadas?
- ¿Cómo transpolar el empleo del recurso informático propuesto al empleo amplio y masivo de la Internet, la red interna y los dispositivos móviles de los estudiantes en función de la interpretación de otros fenómenos de las ciencias?
- ¿Cómo involucrar a los estudiantes en el diseño y programación de nuevos materiales didácticos virtuales?
- ¿Cómo continuar estimulando la capacitación de profesores y estudiantes en el empleo de las TIC en función de la innovación y el desarrollo humano?

Las preguntas anteriores se ofrecen a manera de posibles problemas científicos cuya solución pudiera demandar la elaboración de futuras estrategias, planes de acciones y el perfeccionamiento de los programas desde la ciencia de la dirección, así como un currículo que pondere un mayor y mejor empleo de las

TIC, desde la comprensión de sus ventajas, sobre todo desde la perspectiva motivacional. Estas y otras preguntas pudieran tener las siguientes alternativas de respuestas, propuesta, entre otras, por Unesco (2006):

- Ayudar a los docentes que están dispuestos a cambiar su estilo de enseñanza a aprender nuevas formas de hacer las cosas, a reducir la cantidad de hechos y datos que los estudiantes deban memorizar y a alentar a los estudiantes a aprender de forma independiente dentro de un entorno de colaboración.
- Incorporar el aprendizaje basado en las TIC a la formación continua de los docentes mediante cursos de actualización y otras formas del posgrado, de un modo relevante para los profesores.
- Crear un sistema de incentivos en el que el uso de las TIC sea considerado como un elemento más para la promoción.
- Construir una comunidad de educadores que comparta una visión y una experiencia común.
- Permitir que los estudiantes participen como una fuerza de trabajo que brinda apoyo técnico e intelectual.(Unesco, 2006, p. 221)

Las TIC pueden propiciar el desarrollo de una revolución científico-cultural, en el ámbito de la dirección de la actividad cognoscitiva de los estudiantes en función de habilidades específicas relacionadas con otros fenómenos pues en ellas se entremezclan la informática -con amplio desarrollo de multimedia y el componente audiovisual, con acentuada fuerza en la imagen y el movimiento-. El empleo de las TIC en los procesos educativos ha quedado plenamente justificada ante los desafíos impuestos por la pandemia de Covid-19.

### **Fundamento psicológico de la dirección del empleo de las TIC para el desarrollo de la habilidad interpretar fenómenos de Física Térmica**

En el fundamento psicológico del presente trabajo se han tenido en cuenta los aportes de L. S. Vygotski (1992, 1984). En particular lo referido al papel del desarrollo de funciones psíquicas como el pensamiento y el lenguaje en el proceso de desarrollo de las acciones invariantes de la habilidad *interpretar*. En las acciones de dirección de carácter pedagógico que realizan los profesores se considera el legado vygotkiano relacionado con el diagnóstico de las potencialidades de los estudiantes, el trabajo en colaboración en la relación entre los sujetos que participan y con el objeto de transformación, en este caso, la actividad cognoscitiva de los estudiantes.

Tanto la idea del diagnóstico como la de la colaboración inducen a otro concepto esencial en Vygotski, el de zona de desarrollo próximo. Significa reconocer el rol de la interacción social, en la apropiación de la experiencia sociocultural y de la riqueza espiritual de las relaciones interpersonales.

Desde el punto de vista psicológico, resulta importante que en la dirección de la aplicación de las herramientas informáticas y materiales didácticos digitalizados se tome en consideración los presupuestos relacionados con el desarrollo de determinadas funciones psíquicas (Junco, Bonet y otros, 2018). Al tratarse de la interpretación de fenómenos complejos no observables, es decir, de carácter microscópico se hace necesaria la simulación para la representación visual,

perceptible del fenómeno. Para este proceso resulta necesario tener en cuenta el papel de la función psíquica *percepción*.

Es conocido que la percepción se analiza como una función primaria del desarrollo psíquico, al igual que las sensaciones y las representaciones y se considera que sus procesos de evolución, generalmente están ocultos a la observación inmediata. Sin embargo, algunas fuentes señalan que la percepción es un proceso cíclico, de carácter activo, constructivo, relacionado con procesos cognitivos superiores y que se desarrolla en el tiempo. Es un proceso complejo que depende tanto de la información que el mundo entrega, como de la fisiología, las vivencias y las experiencias de quien percibe; estas afectan a otros procesos superiores, como son las motivaciones y las expectativas. (Neisser, 1967)

Significa que en la dirección del desarrollo de la habilidad *interpretar* fenómenos físicos se precisa partir de las experiencias cognoscitivas y vivencias de los estudiantes, así como del desarrollo de una cualidad imprescindible: la exploración activa -pensar en lo que se observa, se conoce o se anticipa, con atención e intencionalidad-. Significa que cuando se toma como punto de partida lo concreto sensible se tiene en cuenta una acción que cuenta con un grado de intelectualización.

Lo cierto es que las funciones psíquicas pasan por diferentes etapas. Con el desarrollo, las funciones que en otro momento fueron consideradas elementales, se transforman en funciones psíquicas superiores, y ocurre que cambian las interrelaciones entre dichas funciones. Por ejemplo, es diferente el sistema de relaciones en el que se incluye lo percibido. El niño al percibir, recuerda más. El sistema de relaciones está conformado por la percepción y la memoria. El adolescente y por supuesto el adulto al percibir, piensa más. El sistema estará dado por el vínculo percepción-pensamiento. (Vygotski, 1984, p. 120)

Significa que, en los estudiantes, destinatarios del presente trabajo, para desarrollar la habilidad de *interpretar* el fenómeno dado, no funciona prioritariamente la posibilidad de memorizar una u otra explicación del profesor, sino la posibilidad de “ver” y “pensar lo visto en conceptos”. Así lo fundamenta L.S. Vygotski. Según el afamado psicólogo, pensar significa entenderse con las percepciones propias. Con posterioridad “percibir” significa pensar lo visto en conceptos, sintetizar lo concreto y lo general. La percepción se convierte en función del pensamiento. (Vygotski, 1984, p. 162)

Los estudios ratifican que la percepción es un proceso activo. En el proceso perceptivo, Lomov incluye: valorar la información sensitiva, hacer correcciones de las señales sensoriales, promover y comprobar la hipótesis y tomar la decisión. Esto se manifiesta como un proceso regulado. (Lomov, 1969)

De ese modo, en los antecedentes del presente trabajo, se encuentra la determinación de las acciones invariantes de la habilidad *interpretar*. *Estas son: explorar* de manera sensitiva, *identificar* rasgos distintivos, *razonar* sobre la base de supuestos y argumentos específicos para finalmente *sintetizar* las conclusiones acerca de lo *interpretado*. Quiere decir que la dirección adecuada del empleo de las herramientas informáticas y los materiales didácticos

digitalizados para la interpretación de fenómenos físicos, sobre la base de hacerlos observables, no solo contribuye al desarrollo de la percepción en un estadio superior, sino que debe también contribuir al desarrollo del pensamiento.

### **Características del diseño de software para la simulación del fenómeno físico denominado movimiento browniano**

Antes de incursionar en el tema del epígrafe es necesario hacer referencia a algunos tipos de software que más comúnmente se emplean en la enseñanza estos son: software profesionales como herramientas para elevar la productividad en la clase, los juegos lógicos, motores de búsqueda, es decir, software que permiten obtener información a partir de bases de datos electrónicas (catálogos de bibliotecas, CD-ROM, Internet) mediante la búsqueda de características definidas por el usuario, como patrones de palabras, fechas o formatos de archivos; sistema de software vinculado al ingreso, procesamiento, almacenamiento y presentación de datos espaciales, como planos y esquemas de diferentes lugares; sistemas de software para el control y la administración del aprendizaje y finalmente, entre otros, el llamado software educativo.

El software educativo es el conjunto de recursos informáticos diseñados con la intención de que sean utilizados en el contexto del proceso de enseñanza-aprendizaje. Se caracteriza por ser altamente interactivo, a partir del empleo de recursos multimedia, como videos, sonidos, fotografías, diccionarios especializados, explicaciones de experimentados profesores, ejercicios y juegos instructivos que apoyan las funciones de evaluación y diagnóstico.

Los software educativos recopilan un amplio volumen de información acerca de los conocimientos que se trabajan en las diferentes asignaturas, pero en algunos contenidos la ofrecen de forma acabada o enciclopédica con un modelo o imagen que refleja la esencia del contenido, como si se pasara un texto por la pantalla que concreta las características, las relaciones o nexos esenciales del contenido. Sobre la base de las funciones didácticas de la actividad que simulan, de las teorías de aprendizaje en que se sustentan y por la forma de organización de la enseñanza que modelan, es necesario conocer y estudiar las posibilidades que ofrecen para formar, consolidar y ejercitar conocimientos y habilidades, de modo que se logren niveles superiores en la comprensión de los nuevos contenidos, sobre la plataforma de las concepciones pedagógicas actuales de la educación.

El empleo de software favorece la percepción concreta y asequible de los principales objetos y fenómenos que se estudian, ofreciendo información proveniente de diferentes fuentes: textos, gráficos, audio, animación, video, fotografías, tablas, esquemas, mapas, así como una interacción que propicia la motivación del escolar.

Como aporte práctico se diseñó una versión de software educativo que simula el movimiento browniano. Las características del software son las siguientes. En el programa existe una ventana, para los datos iniciales y el recipiente donde se agrupan partículas en movimiento en un líquido (agua) al cual con posterioridad se añaden las partículas de polen como en el experimento llevado a cabo por Brown, de manera que puede observarse el movimiento térmico de las partículas y el efecto de los choques entre las mismas. El software fue diseñado en lenguaje

de programación orientado a objeto (Cantú, 2008). El mismo muestra una interfaz gráfica que permite la interacción y la comunicación entre el usuario y la máquina, puede ejecutarse en máquinas de computadoras con diferentes características tanto de software como de hardware. Se emplearon modelos matemáticos para programar la simulación del modelo.

El software brinda al usuario una interacción directa dándole la posibilidad de modificar los datos del área donde se van a insertar y a mover la cantidad de partículas. Para insertar las partículas en el panel de entrada de datos el usuario introduce la cantidad de partículas y da aceptar al botón correspondiente. Otra de las opciones que se muestra en el formulario es un panel que contiene los datos del radio, la velocidad en el eje de las  $x$ , y en el eje de las  $y$ , que ofrece la posibilidad de variar los valores (aumentar o disminuir) el radio y las velocidades.

El software presenta un formulario compuesto por diferentes componentes llamados etiquetas, como por ejemplo el texto que se refiere a la etiqueta del área, de cantidad de partículas del líquido y de polen, del radio, y de coordenada  $x$ ,  $y$ . El editor de texto permite la entrada y salida de datos, mediante otros botones (eventos) que generan las acciones dentro del programa, como son los botones de comenzar, parar y cerrar. En el formulario se muestra la opción seleccionar el diámetro de la esfera (partículas). Se visualiza la cantidad de esferas que se están moviendo cuando se da clic en el botón comenzar.

Como salida de datos se va visualizando en pantalla las coordenadas en el eje de las  $x$  y en el eje de las  $y$ , así como las velocidades de ambos ejes en que se mueven las partículas en el instante.

Se observa el movimiento aleatorio de las partículas que se hallan en un medio fluido (líquido o gas), como resultado de choques contra las moléculas de dicho fluido. El origen del fenómeno, como se ha explicado, es la introducción de partículas de polen lo que se simula en el software diseñado.

Las esferas pueden chocar elásticamente entre ellas o con las paredes del recipiente. En el intervalo de tiempo en que no chocan, se mueven con movimiento rectilíneo y uniforme. Según los aspectos físicos del problema, en primer lugar, puesto que aquí se manifiesta el fenómeno de choque eléctrico esto significa lo siguiente:

- En el choque se mantiene constante la cantidad de movimiento ( $mv$ )
- En el choque se mantiene constante la energía cinética ( $\frac{1}{2}mv^2$ )

Esas situaciones sugieren acciones de los estudiantes durante la identificación y fundamentación del fenómeno mostrado. Seguidamente, el software sugiere el estudio de diferentes situaciones y casos y su modelación matemática lo cual se relaciona con las acciones de fundamentación y síntesis del fenómeno.

### **Contextualización del empleo de las TIC y del software diseñado**

El software puede ser activado al abrir el fichero desde una PC o como parte de un sistema de medios interactivos. En este sentido, resultan un referente importante, los trabajos relacionados sobre el empleo de las TIC, en función del área del conocimiento en la dirección de diferentes procesos en instituciones militares, entre los que sobresale la propuesta de Paz (2016, p. 24) sobre el empleo de la pizarra digital interactiva en la dirección de procesos de la actividad cognoscitiva de los estudiantes. Aunque sus posibilidades de aplicación están limitadas por el alto costo que significa su existencia y mantenimiento para las condiciones de un país bloqueado, se coincide con el autor en cuanto a la potencialidad didáctica de este medio ya que permite interactuar en una misma actividad docente para:

- La manipulación fácil y rápida de textos e imágenes.
- Tomar apuntes digitales.
- Utilizar la web y sus recursos ante toda la clase.
- Mostrar videos y facilitar el debate.
- Utilizar y demostrar diferentes tipos de software.
- Guardar notas para la posterior revisión.
- Crear lecciones digitales con imágenes y sonidos.
- Escribir y resaltar los aspectos de interés sobre textos, imágenes o videos.
- Utilizar todas las técnicas y recursos de presentación.
- Facilitar la presentación de trabajos de los alumnos.

La secuencia de las acciones de la invariante de la habilidad interpretar en el ejemplo del movimiento browniano transcurre bajo la dirección del profesor en tres etapas que pueden concretarse del siguiente modo:

#### **Durante la etapa de orientación**

**Invariante *explorar*:** Con la ayuda del editor de texto, el empleo de teclado y mouse inalámbrico los estudiantes proyectarían definiciones, esquemas, gráficos, símbolos, vivencias y experiencias previas sobre el tema de la Teoría Cinético-Molecular como antecedentes del fenómeno nuevo a *interpretar*. El profesor puede realizar una síntesis de la información aportada por los estudiantes mediante la proyección de un material audiovisual que represente la ocurrencia de fenómenos térmicos tomados de la vida cotidiana. El profesor puede proyectar fragmentos del film *Un viaje alucinante*, de R. Fleisher (1966), sobre el cual Asimov (2004), con posterioridad, escribió una novela homónima, cuyo argumento trata sobre integrantes de un equipo de científicos, quienes son miniaturizados a escala bacteriana e introducidos en el torrente sanguíneo de un paciente en un submarino. Se detallan los encuentros con distintos elementos como células, bacterias o virus, peripecia en la que sufren los efectos del movimiento browniano, fenómeno físico estudiado por la Física Molecular. (Matvéev, 1987)

**Invariante *identificar*:** con ayuda del software que es proyectado en la pizarra digital los alumnos visualizan la simulación del movimiento browniano e identifican la secuencia del fenómeno, las etapas en que transcurre, los elementos que intervienen (partículas). El profesor accede a hipervínculos y muestra imágenes (fotos) de Robert Brown, mapas u otros medios que ubican el contexto geográfico

e histórico en torno a dicha personalidad. En este sentido, se hace válido lo expresado por el Comandante en Jefe Fidel Castro Ruz: “Utilizaremos exhaustivamente Internet para la educación y la cultura”. (Castro, 2001)

#### **Durante la etapa de ejecución:**

**Invariante *fundamentar*:** Mediante el trabajo grupal bajo la dirección del profesor los estudiantes de los diferentes equipos, fundamentan el origen, causa, y efecto del fenómeno observado mediante la simulación. El profesor formula o indica a los estudiantes formular preguntas entre los equipos de tipo: ¿qué sucede si se aumenta la temperatura?, ¿qué sucede con el movimiento térmico, si se disminuye la temperatura próxima a un valor de 0 Kelvin?, ¿para ese valor de temperatura las partículas poseen energía?, ¿cómo podría aumentarse la velocidad de las partículas?, ¿qué ocurre en el intervalo de tiempo en que las partículas no chocan? Para lo anterior los estudiantes tienen la posibilidad de manipular los datos de entrada del software. A los estudiantes, además, se les brinda la posibilidad de buscar nueva información a través de la red mediante el empleo de palabras clave. El profesor sugiere ampliar información sobre el fenómeno observado o el posterior desarrollo por otros investigadores del experimento de Brown y navegar mediante los vínculos existentes. Sobre la base de imágenes mostradas los estudiantes argumentan las expresiones que conforman el modelo matemático del fenómeno físico observado.

#### **Durante la etapa de control:**

**Invariante *sintetizar*:** Los estudiantes, bajo la dirección del profesor, elaboran una definición aproximada del fenómeno térmico denominado movimiento browniano. Mediante el empleo del editor de texto y la pizarra digital a partir de la primera definición brindada se va construyendo colectivamente la nueva definición. Durante ese proceso el profesor puede inducir la formulación de las siguientes preguntas, a partir de la reflexión sobre la simulación del fenómeno térmico: ¿el Movimiento browniano se podrá llevar a cabo con cualquier tipo de partícula?, ¿qué ocurre si cambia la viscosidad del fluido (gas, líquido)?, ¿el movimiento browniano representa el movimiento térmico de las partículas?, ¿el movimiento browniano tiene lugar con cualquier tipo de partícula?, ¿qué aplicaciones posee el movimiento térmico para la vida?, ¿en qué esferas se pone de manifiesto?

El profesor puede proyectar en pantalla la secuencia de acciones para la autoevaluación y la co-evaluación del resultado de la actividad. Para la actividad independiente no lectiva el profesor indica tareas de búsqueda de información en redes. Mediante la búsqueda orientada los estudiantes investigarán sobre otros estudios acerca del fenómeno, aplicaciones sociales y en el ámbito de la ingeniería y la profesión militar, lo que puede realizarse en equipos. Igualmente puede sugerirse ver en su totalidad el film *Un viaje alucinante*.

Los resultados de las búsquedas sobre las aplicaciones de los fenómenos estudiados podrán ser presentados por los estudiantes mediante productos informáticos diseñados por ellos, por ejemplo, los que den respuesta a cómo explicar la existencia o el surgimiento de la resistencia óhmica en un conductor por el cual circula una corriente eléctrica, cómo explicar la conductividad eléctrica en los semiconductores al variar las temperaturas, cómo se ven en los fenómenos

de transporte la difusión, la conductividad térmica, las viscosidad, cómo se produce la interacción de la radiación con las sustancias, entre otras.

La búsqueda de aplicaciones por los estudiantes, en las que se pone de manifiesto el movimiento browniano se referirán también a aquellas que conforman las últimas investigaciones, no contenidas, por tanto, en los libros de texto vigentes, como puede ser el fenómeno de la difusión Knudson sobre el movimiento de partículas a través de una membrana, lo cual tiene importante repercusión en la medicina y otras esferas de la sociedad.

Aunque las condiciones expuestas pudiesen ser sometidas a críticas al no existir en todos los casos la infraestructura tecnológica ideal, la labor de los dirigentes docentes debe encaminarse a la búsqueda de otras alternativas en las que pueden involucrarse los dispositivos móviles de los estudiantes y la red docente (intranet). Asimismo, se puede estimular y favorecer el empleo de las salas de internet y la conexión a la red inalámbrica.

Si realmente se desea lograr la dirección del desarrollo de la habilidad interpretar por parte del estudiante, es preciso organizar un proceso de construcción del conocimiento, con el empleo de la informática, para interpretar problemas que tengan sentido para ellos. De ese modo, se contribuiría además a desarrollar habilidades para aprender a aprender; aprender a ser críticos con los resultados obtenidos y aprender a desarrollar estrategias de conexión y de interactividad.

Pero tan importante como propiciar herramientas para comprender los fenómenos del micromundo es convertir a los estudiantes en agentes del cambio en relación con el empleo de las TIC. Es preciso estimularlos a aprender a diseñar y construir sus propias herramientas de software y otros sistemas de apoyo que luego emplearán para aprender otros temas más difíciles de las diferentes materias. Esto no es nada nuevo. El primer proyecto de este tipo se implementó con éxito a mediados de la década de 1970 con estudiantes de cuarto grado de primaria para el aprendizaje de las fracciones, lo cual está documentado en el libro *Desafío a la mente* (1980), según se constata en el *Manual de la Unesco*, 2006.

Si bien se enfrentan serios problemas con el empleo de tecnologías de avanzada por su alto costo y las consecuencias del bloqueo al que está sometido el país, ello no puede limitar la actividad y creatividad de profesores y estudiantes en el diseño de programas informáticos en apoyo a la enseñanza.

## **CONCLUSIONES**

A partir de la sistematización de referentes teóricos llevada a cabo con anterioridad, mediante la cual se identificaron y fundamentaron las invariantes de la habilidad interpretar, bajo la impronta de los temas relacionados con los fenómenos físicos, se logró diseñar y programar, en consecuencia, un software que simula el fenómeno denominado movimiento browniano. Con el empleo de los medios de cómputo y el recurso informático diseñado se ofrecieron las herramientas que propician la dirección de la actividad cognoscitiva de los estudiantes en la adquisición de la habilidad señalada.

La propuesta partió de una relación interdisciplinaria entre la teoría de la dirección, los postulados psicológicos referidos del enfoque histórico cultural, la teoría de la actividad y las ciencias de la informática y la comunicación. El empleo intencionado y dirigido de las TIC en la propuesta del presente trabajo transcurrió en etapas de orientación, ejecución y control de la actividad y siguió la lógica de las acciones invariantes para propiciar el movimiento de ascenso de lo concreto sensorial hasta lo concreto pensado.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Asimov, I. (2004) *Viaje alucinante* (género novela). Madrid, España: Editorial Debolsillo.
- Cantú, M. (2008). *Delphi 2009 Handbook*, Editor: Peter W A Wood.
- Castro, F. (2001). *Discurso en la clausura del tercer Congreso Pioneril*, efectuado en el Palacio de Convenciones, el 9 de julio de 2001. La Habana: Recuperado de <http://www.fidelcastro.cu>> Discursos
- Fleisher, R. (director), Kleiner, H. y Duncan, D. (guionistas) (1966) Filme: *Viaje alucinante*. Estados Unidos: 20th Century Fox .
- Junco, T., Bonet, M. y otros (2018). Concepción psicopedagógica de la enseñanza de lenguas: una propuesta desde el Enfoque Histórico Cultural. En: *Problemas teóricos, metodológicos y de las prácticas profesionales*. Serie Ecos, Volumen 4, Sao Paulo, Brasil: Editorial Terracota.
- Lomov, B.F. (1969). *El problema de la comunicación psicológica*. La Habana, Cuba: Ciencias Sociales.
- Lorenzo, E. (2018). *Una estrategia de dirección para desarrollar la habilidad interpretar fenómenos de Física Térmica con apoyo de las TIC* (Tesis de maestría inédita). La Habana, Cuba: Instituto Técnico Militar José Martí.
- Matvéev, A. (1987). *Física Molecular*. Moscú, URSS: Editorial Mir.
- Neisser, U. (1967) *Psicología cognitiva*. Appleton Century- Croft.
- Paz, D. (2016). *Acciones de dirección para el uso de la pizarra digital interactiva como medio de enseñanza en la educación superior*. (Tesis de maestría inédita) La Habana, Cuba: Instituto Técnico Militar José Martí.
- Unesco (2006). *Las tecnologías de la información y la comunicación en la enseñanza. Manual para docentes*. Montevideo, Uruguay: Ed. TRILCE.
- Vygotski L.S. (1984). *Obras Completas. Tomo 4*. Moscú. URSS: Editora Pedagógica.
- Vygotski L.S. (1992). *Obras completas. Tomo 2*. La Habana, Cuba: Pueblo y Educación.