

N

uevas Tecnologías en la enseñanza de las Matemáticas

Cuba
Pastor Torres Lima

La didáctica de la Matemática a la luz de las tecnologías de la información y la comunicación

La metodología de la enseñanza de la matemática como disciplina científica se plantea el estudio sistemático de las particularidades en que transcurre el proceso de enseñanza aprendizaje y la constante modernización de la clase de matemática a la luz de los avances científico-técnicos, y las ideas pedagógicas de avanzada.

Una de las tendencias en la modernización de la clase en la actualidad lo constituye la utilización de los más variados métodos y medios de enseñanza lo que contribuye, además, a resolver la contradicción entre el volumen siempre creciente de información que se debe transmitir y el constante tiempo escolar para la educación de los individuos. En este contexto la computación tiene un significado especial: su introducción en la escuela determina modificaciones en la forma de enseñar, en los procedimientos que pueden utilizar los estudiantes para aprender, en los contenidos que se estudian, en las habilidades que se deben desarrollar y por ende en los efectos que se pretende lograr en la formación de los escolares; lo que presupone la necesidad de que dicha introducción sea rigurosamente estudiada en sus diversos aspectos.

Son múltiples los proyectos que se han realizado en el mundo y se realizan en la actualidad acerca del uso de la computación en la enseñanza de la matemática, la introducción de los medios de cálculos en la enseñanza de esta asignatura han sido muy discutidos, desde el ábaco hasta la calculadora electrónica, muchas han sido las investigaciones que se

han realizado, los resultados obtenidos en su mayoría apuntan a la conveniencia de su utilización.

La computadora electrónica ha suscitado más expectativas aún, pues no se trata sólo de un medio de cálculo, se trata de un valioso medio para la transmisión interactiva de la información que posibilita elevar a planos superiores el cumplimiento de los objetivos y funciones que tiene la matemática en el currículo escolar, pues permite poner el énfasis en la comprensión teórica y en el desarrollo de capacidades y habilidades, sobre todo en la resolución de problemas, a la vez que facilita nuevas formas de relación con el contenido y permite modificar la forma de enfrentar la enseñanza de esta ciencia,

...la enseñanza de la matemática no puede ser un reflejo de la ciencias matemáticas, ya que ambas son ciencias de naturaleza diferente, regidas por leyes diferentes y que se diferencian en sus objetos, objetivos y tareas. Con lo dicho resulta claro que el contenido y las funciones de la enseñanza de la matemática no están determinados solamente por las ciencias matemáticas, sino que dependen fundamentalmente, del encargo social de la educación y el lugar que corresponde ocupar a los alumnos en la sociedad.⁽¹⁾

Esto ha determinado que la matemática en su desarrollo se haya alejado de su enseñanza, la matemática escolar no puede sustraerse de enseñar en el nivel medio los contenidos que datan de la antigüedad, lo que no debe impedir la formación en los escolares de un pensamiento matemático moderno en correspondencia con las



exigencias actuales del desarrollo de esta ciencia.

Modernizar la enseñanza de la matemática no significa en modo alguno, incorporar los últimos conocimientos matemáticos al currículo escolar, se hace necesario modificar la concepción que se tiene de la clase de matemática en sí.

"... es correcto tratar los conocimientos clásicos desde un punto de vista moderno, con nuevos enfoques metodológicos que permitan sistematizar aun más los conocimientos básicos y posibiliten que los alumnos se apropien de nuevos métodos de trabajo, de frecuente utilización en la matemática de la actualidad. También se deben simplificar aquellos procedimientos que

están destinados a resolver problemas para los cuales el desarrollo de las ciencias matemáticas han puesto de manifiesto que es más correcto y sencillo un enfoque diferente, basado en los aportes matemáticos de las últimas décadas.” (2)

En un reporte nacional sobre el futuro de la enseñanza de la matemática en los Estados Unidos, difundido por la National Academic Press, se revela que las principales dificultades que se afrontan en la asignatura, están dadas por el hecho que las calculadoras y computadoras no han significado un impacto efectivo, pues se han introducido sin modificar los objetivos, contenidos y métodos tradicionales de enseñar y

de evaluar, de esta manera se evalúan habilidades básicas en detrimento de la evaluación de habilidades intelectuales de mayor orden en correspondencia con las potencialidades que estas técnicas tienen para facilitar y desarrollar el aprendizaje en los estudiantes.(3)

Luego, se puede inferir que introducir la computación en la enseñanza de la Matemática no significa de hecho un aporte modernizador, se hace necesario modificar la concepción de la clase de Matemática, para enfrentar el reto que significa lograr un mayor aporte de estas técnicas al conocimiento matemático, al desarrollo de habilidades generales y específicas, a las capacidades y a la formación de un pensamiento matemático acorde con las necesidades actuales.

Modernizar la enseñanza de la matemática significa, entre otros aspectos, destacar su enfoque funcional, su papel de modelo de la realidad, fortalecer las formas del pensamiento matemático, e introducir algunas contemporáneas, que no han estado representadas en la escuela: el pensamiento algorítmico, el probabilístico, el estadístico y los procedimientos de optimización; en este sentido las computadoras pueden significar un aporte importante.

Es por ello que nos propusimos elaborar una concepción didáctica que fundamente la integración de la computación a la clase de Matemática revelando la influencia que ejerce la computación en la enseñanza de esta disciplina.



(3) Change in Everybody counts: a report to the nation on the future of mathematics education national research council. National Academic Press. Washington D.C. 1989 p.6
(2) Ibidem pp. 33 - 34

Concepción didáctica acerca de la Influencia de la Nueva Tecnología en el proceso a enseñanza de la Matemática.

TecnologíaLa introducción de la computación en la enseñanza de la Matemática no puede hacerse como si fuera un instrumento externo desligado del sistema didáctico de esta asignatura. Al introducir la computación en la enseñanza de la Matemática se deben producir cambios en las categorías principales del sistema didáctico: objetivos contenidos métodos, en este caso, la computadora como medio se integra al sistema didáctico con lo que resulta un sistema más complejo: objetivos contenidos métodos - medios. En este sistema las relaciones son mutuas ya que las categorías fundamentales, a su vez, actúan

sobre la utilización de la computación modificando las formas y alcances de la misma.

Es por estas razones que hablamos de concepción didáctica de la computación en la enseñanza de la Matemática, pues elaboramos una concepción para introducir la computación teniendo en cuenta las relaciones y componentes fundamentales del sistema didáctico de la Matemática. Vale aclarar que no se trata de una concepción metodológica para la que se necesitan fases o etapas y la precisión de formas de actuación, esto es un trabajo posterior, sino de concebir cómo actúa la computación sobre las categorías didácticas fundamen-ales

de la matemática y cómo estas actúan sobre la computación.

La influencia de la computación en la enseñanza de la Matemática se revela de muy diversas formas, los resultados obtenidos por el autor en investigaciones realizadas con escolares cubanos referidos a las posibilidades de la computación para el logro de una clase más motivante, activa y desarrolladora precisa que se aborde la motivación y la activación del aprendizaje del aprendizaje y el desarrollo de algunas formas del pensamiento matemático con la introducción de las Nuevas Tecnologías.

La motivación del aprendizaje, papel de la tecnología.

Para analizar el papel de la motivación en la enseñanza es necesario partir de la formación de motivos para el estudio.

La presencia y la formación de adecuados motivos para el estudio garantizan que el alumno desarrolle esta actividad con placer, y manifieste una actitud positiva ante el cumplimiento de las tareas docentes que deben desarrollar.

Se denomina **motivo** a los objetos, las ideas, los sentimientos que impulsan y dirigen la actividad del hombre.⁽⁴⁾

Los motivos para el estudio se van desarrollando durante la vida escolar, en sus inicios la actividad de estudio es motivada en los escolares por circunstancias externas: movido por los padres, el maestro y la exigencia escolar que determina que el niño tiene que ir a la escuela y ejecutar las tareas docentes que se le asignan, la mayoría de los alumnos se esfuerzan por cumplir la tarea con la mayor rapidez posible, pues la ven como una meta que debe ser cumplida o alcanzada, sin detenerse a pensar en el por qué de su realización, ya en la enseñanza media el alumno va

comprendiendo la actividad de estudio como una necesidad y comienzan a manifestarse razones internas o impulsos para asumir el estudio.

De acuerdo con la teoría que hemos seguido un rasgo distintivo de la actividad es la coincidencia del motivo con el objetivo. De ahí que la actividad docente se de como acciones motivadas.

El autor considera que establecer los recursos didácticos necesarios que permitan el logro de la unidad de coincidencia entre el motivo y el objetivo en la actividad docente es motivar la enseñanza.

De ahí que consideremos que las motivaciones pueden estar relacionadas con el contenido de la enseñanza y las características personales de los escolares, a estas le llamaremos intrínsecas; o pueden estar relacionadas con los medios o recursos didácticos que el maestro pone en funcionamiento para motivar el aprendizaje a las que le llamaremos extrínsecas.

En nuestro criterio una asignatura puede resultar más o menos motivante para diferentes estudiantes En dependencia de: las aptitudes personales de los educandos para

cumplir con las exigencias de las actividades docentes correspondientes, el grado de relación que guarde el contenido de la enseñanza con el mundo físico en que se desenvuelve el escolar o de la sencillez de la estructuración lógica de la ciencia de la cual la asignatura es expresión. Dentro de las motivaciones extrínsecas hemos considerado las Sigüientes:

- ✍ Revelar la importancia práctica del conocimiento, o sea, un motivo para el aprendizaje es la utilidad que el conocimiento representa para la actividad laboral o social posterior.
- ✍ El planteamiento de la tarea docente como un reto, o sea, el establecimiento de un problema o situación problémica que debe ser resuelto.
- ✍ Facilitar la labor del alumno en el cumplimiento de las diferentes acciones que conforman la actividad docente, mediante la utilización de instrumentos adecuados.
- ✍ Garantizar una anticipación del logro efectivo de la tarea, este recurso está relacionado con la teoría de "motivo de logro", que plantea que los motivos tienen un

carácter doble que incluyen por un lado una tendencia de aproximación al éxito y por otro una tendencia de evitación del fracaso (Murray, 1936), (D. Mc Clelland y J. Atkinson, 1948).

En la enseñanza de la matemática es posible la realización de motivaciones extrínsecas e intrínsecas. Jungk denomina a estas últimas intramatemáticas y distingue los siguientes aspectos:

- ✍ Necesidad, utilidad, facilidad.
- ✍ Completitud y sistemática.
- ✍ Analogía.
- ✍ Generalización
- ✍ Reversibilidad del planteamiento de un problema
- ✍ Búsqueda de relaciones y depen-

dencias ⁽⁵⁾

Las motivaciones que responden a estos aspectos requieren de un mayor nivel de abstracción del sujeto y de un adecuado dominio del contenido matemático.

No obstante, en el tránsito hacia las formas abstractas que conforman el conocimiento matemático, las motivaciones extrínsecas resultan de gran utilidad, pues la utilización de recursos didácticos y medios de enseñanza posibilitan que el alumno no pierda el interés durante el proceso de construcción del conocimiento, facilitando el tránsito de lo concreto a lo abstracto y viceversa, tanto en la etapa sensorial como en la racional de la adquisición del conocimiento.

Los instrumentos o medios que se utilizan para la motivación del

aprendizaje pueden actuar en un plano externo o interno durante el desempeño de la actividad docente.

El uso de la computadora constituye una fuente de motivación para los estudiantes, pues el ordenador es portador de una novedad técnica para los escolares cubanos, posibilitando movilizar la atención del alumno durante el desarrollo de la actividad docente, aumentando su nivel de concentración, de esta manera actúa en un plano motivacional externo. Ahora bien, cuando se utiliza la computación como instrumento para cumplir con algunos de los recursos didácticos señalados, se está actuando en el plano interno de la motivación y es en este sentido que diseñamos las estrategias didácticas.



(5) Jungk W.: Conferencias sobre metodología de la enseñanza de la matemática 2 (primera parte) Editorial de Libros para la educación. Ciudad de la Habana, 1982. p.48

La activación del aprendizaje y el desarrollo de algunas formas del pensamiento matemático con la introducción de las Nuevas Tecnologías

El proceso de enseñanza-aprendizaje tiene un carácter bilateral, no obstante, de acuerdo con los estudios efectuados, se puede advertir que durante años los pedagogos han centrado su atención más en la enseñanza, perfeccionando los métodos, procedimientos y medios para su realización. En la actualidad hay una tendencia a atender con más interés el otro integrante del binomio, *el aprendizaje*, por lo que la actividad del propio estudiante, su esfuerzo en la búsqueda del conocimiento adquiere una relevancia especial.

Este proceso tiene un carácter dialéctico, regido por leyes y principios. La participación activa y consciente del alumno en la elaboración del conocimiento está considerado un principio didáctico esencial dentro del sistema (Arjanquelski, S.I.).

En la búsqueda y perfeccionamiento de vías de trabajo docente basadas en la actividad del propio sujeto que aprende, hemos suscrito la teoría de la actividad, para fundamentar las concepciones didácticas a las que hemos arribado.

Los fundamentos psicológicos de la teoría de la actividad en la enseñanza se formaron en el enfoque histórico cultural de la escuela soviética de L. S. Vigotski, A. R. Luria y A. N. Leontiev. Se considera que el concepto de actividad obtuvo su expresión más desarrollada y acabada en los trabajos de Leontiev en 1977.

La teoría de la actividad fue desarrollada posteriormente por P. Y. Galperin que distinguió la formación por etapas de las acciones mentales. Este autor considera el estudio como un sistema de determinados tipos de actividad (actividad docente), cuyo cumplimiento conduce al alumno a los nuevos conocimientos y hábitos. Cada tipo de actividad de estudio es, a su vez, un sistema de acciones unidas por un motivo que, en un conjunto, asegura el logro del objetivo de la actividad de la que forma parte.

De esta manera se debe descomponer la actividad docente en acciones y pasar al estudio de cada una de estas acciones, las que tendrán una estructura y funciones determinadas. La célula básica de la actividad docente lo constituye la acción.

La acción puede estar dividida de acuerdo con sus funciones en tres partes:



orientadora, de ejecución y control (Galperin, 1958).

La parte orientadora; es la portadora de toda la información inicial y debe servir de guía al sujeto para el logro del objetivo para el cual se realiza la acción, así como garantizar las premisas o condiciones concretas necesarias para el exitoso cumplimiento de la acción dada.

- ✦ La parte ejecutora asegura las transformaciones dadas en el sujeto de la acción, que pueden ser ideales o materiales.
- ✦ La parte de control de la acción está dirigida a seguir la marcha de la acción, a confrontar los

resultados con los modelos dados. Con su ayuda se hace la corrección necesaria tanto en la parte orientadora como en la ejecutora de la acción.

Le corresponde al maestro determinar que tipo de base orientadora de la acción proporcionará a los alumnos, así como su contenido en función de la ejecución que se pretende que el alumno realice. Los mecanismos de control deben estar disponibles tanto para el profesor como para los alumnos, los que ejercerá una función de autocontrol de su acción.

Una continuadora de los trabajos de Galperin fue N.F. Talizina, esta autora distingue tres formas fundamentales de la acción: la material, la verbal externa y la mental. Además se desatacan la forma materializada, afín a la material, y la perceptiva, que es, en cierto grado, intermedia entre la material (o materializada) y la verbal externa. (Talizina N. F., 1988).

1. Las formas materiales y materializada de la acción son las de partida. Su peculiaridad consiste en que el objeto de la acción se da al estudiante en forma de objetos reales (material) o en forma de modelos, esquemas, dibujos lineales (forma materializada). Son muy útiles en la etapa inicial del conocimiento como puente entre el pensamiento concreto y el abstracto.

Las acciones perceptivas involucran la capacidad de ver y oír, las acciones de este tipo no provocan modificaciones físicas en los objetos, se opera con la representación de ellos a nivel mental. Están relacionadas con la etapa sensorial del razonamiento.

2. La forma verbal externa de la acción, como su nombre lo indica, se caracteriza por el hecho de que el objeto de la acción está representado en forma verbal externa-oral o escrita, el proceso de transformación de este objeto transcurre también en forma verbal externa: en forma de razonamiento en voz alta o descubriendo su marcha, están relacionadas con la capacidad de expresión del escolar y el desarrollo de la relación lógica-lingüística del pensamiento.

3. La forma mental de la acción significa que la acción se realiza para sí, sus elementos estructurales solo representaciones, los conceptos y son expresión de un pensamiento teórico.

Para el diseño de la actividad docente deben preverse acciones de las tres formas para garantizar un aprendizaje activo y efectivo. El camino que es necesario transitar desde las acciones externas debe ser cuidadosamente proyectado, en correspondencia con las características personales de los escolares, de manera que la ejecución de las acciones propicien el cumplimiento de una tarea docente tanto en el plano operacional como en el mental, lo que se garantiza con las acciones mentales.

Galperin logró distinguir seis etapas fundamentales en la formación de las acciones mentales.

Jungk reconoce que estas fases o

etapas tiene una importancia especial para la enseñanza de la Matemática, pues esta asignatura presupone la realización de un gran número de acciones mentales, por parte de los alumnos, se definen conceptos, se elaboran teoremas, se realizan demostraciones, se resuelven problemas, se elaboran procedimientos.

En la actual concepción metodológica para la enseñanza de la Matemática en Cuba, se destaca el papel que debe desempeñar en la enseñanza los métodos activos de trabajo que faciliten que los alumnos puedan descubrir por sí mismo proposiciones y métodos de trabajo matemático, así como que estimulen la resolución independiente de problemas y desarrollen su independencia creadora. ⁽⁶⁾

La independencia cognoscitiva "...se manifiesta ante todo como aspiración al pensamiento independiente, como capacidad de pensamiento, como capacidad de orientarse en situaciones nuevas, como capacidad de hallar un camino propio para nuevas tareas, como necesidad de comprender no sólo el conocimiento asimilado, sino también de dominar las experiencias del logro de ese conocimiento; se manifiesta en la independencia del criterio personal". ⁽⁷⁾

Luego la activación del proceso de enseñanza-aprendizaje no es sólo una condición para la adquisición del conocimiento. La concepción de la actividad docente a partir de la estructu-

ración y orientación del trabajo independiente de los escolares durante el desarrollo de la clase, posibilita el desarrollo de habilidades encaminadas al logro de la independencia cognoscitiva en los alumnos.

En el diseño de las estrategias didácticas, que presuponen el uso de la computación en la enseñanza de la Matemática se tuvo en cuenta la contribución que esta puede significar para el desarrollo de la independencia cognoscitiva en los alumnos, a partir de dotarlos de herramientas efectivas para el trabajo independiente dentro de la asignatura, constituyendo la teoría de la actividad aquí esbozada, su fundamento. En particular lo relacionado con la fase de la orientación, pues frecuentemente se deja de hacer cuando se trabaja con computadoras y el aporte notable que la computadora puede significar durante las fases de estimulación, realización y control.

La influencia de la computación en la activación y motivación del aprendizaje la hemos separado para su análisis, no obstante, en la práctica están íntimamente unidos, pues la participación activa del alumno en la elaboración del conocimiento además de ser un principio esencial, propicia el interés y el gusto por aprender, (Villalón, 1984), luego todo lo que se realice en función de una clase más activa redundará en un aprendizaje más motivado; siendo a la vez lo motivacional una fase indispensable en la formación de la acción mental.

(6) Ministerio de Educación: Matemática: Concepción general de la asignatura en el subsistema de la EGPL. p. 38

(7) Davidov M.A.: Problemas de la educación de la actividad del aprendizaje independiente en los alumnos. Citado por G. Neuner y otros, en Pedagogía, p. 288