



DIDÁCTICA DE LA MATEMÁTICA CON APOYO DE LA COMPUTACIÓN

Yolanda Campos Campos
SEP - SSEDF - DGENAMDF
Centro de Actualización del Magisterio
en el D.F.

RESUMEN

Se apuntan elementos sobre la noción de aprendizaje y enseñanza de la matemática con un enfoque integrador, del papel de apoyo que desempeña la computación y se proporcionan ejemplos de programas computacionales educativos.

1. ANTECEDENTES

Este trabajo forma parte de una propuesta metodológica que los autores han desarrollado durante sus años de servicio como docentes y que en los últimos diez años, se ha complementado con realizaciones en el campo de la computación educativa. Durante el proceso de desarrollo, se ha sintetizado la reflexión - acción realizada sobre los objetivos, las concepciones de la matemática, del aprendizaje, de la enseñanza, del material didáctico y de la evaluación en educación matemática. Hasta ahora, se han analizado esas componentes de la didáctica de la matemática interrelacionados de tal manera que contienen elementos comunes que han permitido generar un modelo de didáctica integradora de la matemática, en la que la conscientización, las tomas de decisiones y la transformación armónica de la realidad del que aprende y enseña, son los ejes integradores sobre los que se ha desarrollado la propuesta.

La computación representa un recurso de apoyo innovador que se vincula con cada una de las componentes del modelo, enriqueciendo las posibilidades del logro de los objetivos y de la práctica docente..

Sin embargo, por cuestiones de espacio y pertinencia, en esta ponencia no se aborda todo el modelo, sino que solamente se anotan algunos elementos que permitan introducir conceptos sobre el aprendizaje, la enseñanza y el papel que desempeña la computación como recurso de apoyo..



2. APRENDIZAJE DE LA MATEMÁTICA CON APOYO DE LA COMPUTACIÓN

Con los estudios de Piaget y Wallon sobre el desarrollo cognoscitivo y la necesaria interacción entre sujeto - objeto de aprendizaje; los de Erikson sobre el desarrollo afectivo, los de Makarenko sobre la proyección de la actividad socialmente consciente y los de Vigotsky y Davidov sobre la enseñanza desarrollante, se deriva la afirmación de que el desarrollo cognoscitivo, en relación con la interacción ejercida en sociedad, la afectividad y las posibilidades psicomotrices, van determinando de una manera dialéctica los cambios en la forma de captar, de interiorizar y de llegar a las tomas de conciencia que implican los aprendizajes dados en la realidad.

Aprender no es un simple cambio de conducta, si bien implica a nivel neurológico un cambio en el estado de las células nerviosas y sus configuraciones; tampoco implica la repetición de un conjunto de operaciones simples. Se considera bajo el supuesto constructivista, que el aprendizaje es un proceso de apropiación y transformación de la realidad. "La transformación es un movimiento hacia un nuevo nivel de conciencia. En un nivel físico, la transformación se refleja a menudo, pero no siempre, como un cambio de conducta y de aspecto; en el nivel emocional, el cambio transformador aporta una percepción e integración duradera, a nivel mental se tiene mayor posibilidad de correlaciones que permiten tomar una nueva decisión de cambio"¹. Aprender es tener la habilidad, capacidad, estar en posibilidad de efectuar transformaciones. Aprender es investigar la realidad, es un sucesivo planteamiento y verificación de hipótesis² que nos conducen a la conscientización.

Al efectuarse los aprendizajes mediante aproximaciones que se dan en una realidad dialéctica, en donde todo está interrelacionado y mediado, se mueve, cambia y se transforma y con las bases del funcionamiento perceptivo y neurológico, que también de una manera dialéctica efectúan sus combinaciones y posibilidades, se desprende que las tomas sucesivas de conciencia y el aprendizaje no se da en aislado, se da en interrelación con otros aprendizajes que hacemos de la realidad o que tenemos en nuestro campo referencial.

¿Cómo se puede relacionar la computación con el proceso de aprendizaje de conceptos matemáticos en la educación básica? Corresponde a la computación un papel de apoyo. En un primer momento, de acuerdo con los objetivos, las motivaciones, los intereses, el niño y el joven tienen que actuar conscientemente en interrelación con su **realidad**. Aquí, la relación se centra en realidad - individuo.

¹ Laskow, 1992, pág 198, 199

² Conceptualización expuesta por Piaget y Chomsky, 1981



Sólo después de la interrelación anterior, la computación puede dar la posibilidad de plantear problemas generados por esa realidad que se intenta conscientizar, de simular algunos fenómenos de la realidad, que serían difíciles de controlar para su experimento y de permitir el control de esa simulación.

En el proceso de **conceptualización**, la computación aporta recursos para que de una manera interactiva se produzca la abstracción siguiendo el paso de las fases objetiva, gráfica y simbólica y para la exploración de relaciones que coadyuvan con el planteo de modelos. La posibilidad de simular y explorar, de hacer evidente el error y manejarlo en los límites acordados, son de las principales aportaciones de la computación al aprendizaje significativo de la matemática.

Quizá en el proceso de **formalización**, el aporte computacional parezca restringido; aunque se sabe, que quien descubrió o redescubrió un teorema, se encuentra en mejores condiciones intelectuales para demostrarlo, que quien no tuvo nada que ver en el planteo y de pronto tiene que encarar la lógica de su demostración. Al ser un gran recurso la computación para apoyar el descubrimiento de relaciones, es de suponerse su valor posterior en la deducción, pero ello, se queda por ahora aparte.

La **verificación, la ejercitación y la aplicación** de modelos a aprender en la educación básica se enriquece enormemente con el uso de lenguajes y de los programas o paquetes computacionales. Por un lado, el aprendizaje de lenguajes de programación pone en juego una serie de habilidades de pensamiento similares a las del matemático y pueden aprovecharse en la construcción de nociones y por otro, se han elaborado algunas lecciones de apoyo didáctico de matemáticas por computadora para la educación básica en las que, al considerar las fases de abstracción de los conceptos, se van ofreciendo situaciones, con un gran valor en la objetivo - computacional, la gráfico - computacional y en la invención y manejo simbólico. Esto además, considerando las características lúdicas del niño y su relación con su medio ambiente.

Algunas de estas lecciones también permiten que la fase de ejercitación cumpla con sus requisitos de ser recreativa, promotora de estrategias y suficiente. Se pueden resolver los ejercicios que sean necesarios, siempre diferentes, con datos aleatorios dentro del rango de permisibilidad del tema a aprender. También apoyan la fase de aplicación gracias a sus facilidades para simular, manejar datos aleatorios, utilizar los datos proporcionados por el usuario en la simulación o en la solución de problemas.

En síntesis, en este enfoque integrador de la matemática con apoyo de la computación, se asume que el aprendizaje se relaciona con las tomas de conciencia que el sujeto hace de la realidad, transformándola. Los aprendizajes se van realizando por la interacción consciente con la REALIDAD, en la que se van construyendo modelos con diverso grado de abstracción, de acuerdo con las actitudes,



la madurez personal y la experiencia histórico - social. En este proceso, pueden utilizarse los recursos computacionales como apoyo.

Por madurez personal se entiende aquí, las diferentes capacidades, características, intereses, que el hombre va logrando y expresando en el curso de su vida y que van variando de acuerdo con los diversos estadios de desarrollo: sensorio - motriz, preoperatorio, de las operaciones concretas y de las operaciones formales.

2 ENSEÑANZA DE LA MATEMÁTICA CON APOYO DE LA COMPUTACIÓN EN UN ENFOQUE INTEGRADOR

La enseñanza involucra la interrelación profesor - alumno, en un medio social y escolar, de ahí que no puede ser vista en aislado como la acción del profesor. La enseñanza implica el papel activo del profesor, la puesta en práctica de sus anhelos, concepciones y la posibilidad de influir en el alumno y en la sociedad.

Objetivos, concepción de la matemática y del aprendizaje, se relacionan dialécticamente con la enseñanza, de manera que entre ellos, existen características comunes y diferencias que les dan sus particularidades. Así, la concepción de la enseñanza se interrelaciona estrechamente con la de aprendizaje, apareciendo indisolublemente ligadas.

El enfoque integrador supondría que el proceso de enseñar, se realiza para lograr los fines de la educación integral de la formación de un hombre feliz, que conscientemente tome decisiones para la transformación armónica de la realidad.

De aquí se derivan tres aspectos importantes:

- a) El profesor es el creador, organizador de situaciones, propiciador y motivador de experiencias de aprendizaje.
- b) El alumno, con sus diferencias individuales, es quien aprende. El aprendizaje implica construcción individual, que se da en una síntesis dialéctica de confrontación social.
- c) En la relación maestro - alumno se establecen nexos de motivación continua entre ambos y entre ellos y la escuela, la familia y la sociedad que son propiciadores de la construcción del aprendizaje y la formación de la personalidad.

En la enseñanza - aprendizaje de la matemática con apoyo de la computación, se hacen más evidentes aun estas consideraciones y llevan a cuestionar los sistemas tradicionales en los que el profesor dicta, el alumno escribe, el maestro pregunta sobre lo apuntado y el alumno contesta de memoria.



De acuerdo con los aspectos mencionados, se deriva que en la enseñanza de la matemática con apoyo de la computación, se ha de delimitar:

- a) El papel y las acciones concretas que el profesor puede desarrollar para crear, organizar, propiciar, motivar el aprendizaje. (Enseñanza)
- b) La manera cómo el alumno aprende. (Aprendizaje)
- c) Elementos de motivación involucrados en la relación maestro - alumno. (Motivación - disciplina)

En relación con lo anterior, se considera que bajo condiciones de relaciones estimulantes profesor - alumno, en el proceso de enseñanza - aprendizaje de la matemática con apoyo de la computación, se deben tener en cuenta:

- a) Planeación de la enseñanza
- b) La estrategia específica a llevarse a cabo para propiciar la construcción del aprendizaje.
- c) Los métodos y técnicas, la dinámica grupal, las actividades y recursos de apoyo para llevar a la práctica la estrategia seleccionada para una clase.
- d) Las actividades y acciones extraclase o tarea que complementen lo realizado en la clase.

3. ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE

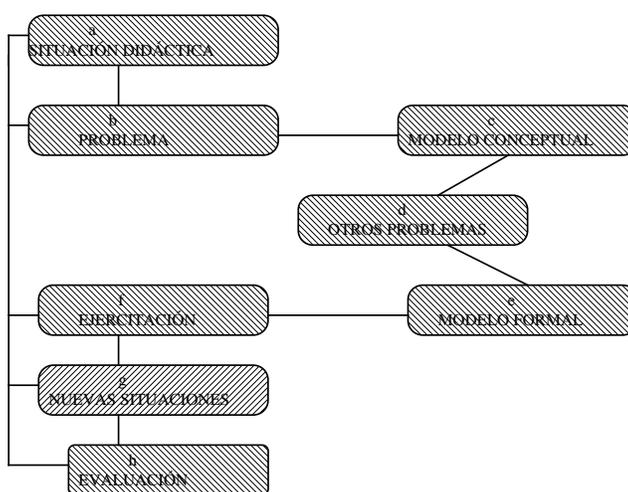
Una vez llevada a cabo la planeación general, lo que significa que se ha efectuado la dosificación de contenidos y se han previsto los antecedentes y los recursos necesarios para la clase, se diseña la estrategia didáctica o estrategia de aprendizaje.

La propuesta consiste en que el diseño de estrategia considere:

- a) Objetivos. Ha de tenerse presente el objetivo relacionado con la educación integral de la conscientización de la REALIDAD, la toma de decisiones para la solución de problemas que ella presenta, así como su transformación armónica.
- b) Concepción de la matemática. Se tiene presente que la matemática como ciencia, describe, explica mediante modelos que verifica y transforma la REALIDAD
- c) Fases del aprendizaje. Se considera que el aprendizaje es un proceso de interacción consciente con la REALIDAD para generar modelos conceptuales y formales de ella, con diverso grado de abstracción, habiendo la necesidad de ejercitar los modelos y de aplicarlos en nuevas situaciones para lograr la permanencia y la transferencia.
- d) Momentos de la enseñanza. El diseño de la estrategia de aprendizaje ha de considerar momentos para la comprensión, la asimilación, la permanencia y la transferencia de los conceptos aprendidos.

De estas interrelaciones se puede derivar un modelo de estrategia de aprendizaje que, de acuerdo con la didáctica específica de cada tema y el plan de clase, puede ser ajustado:

ESQUEMA DE ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA EL APRENDIZAJE DE ALGUNOS CONCEPTOS DE MATEMÁTICAS³



CUADRO: MODELO DE ESTRATEGIA DIDÁCTICA

Por situación didáctica entendemos la parte de la REALIDAD de la cual se derivan los problemas y modelos, que al analizarse llevarán a la comprensión del concepto a estudiar. "Una situación es una porción de la realidad, que está separada de su entorno y que queremos considerar en sí misma. Podemos describirla, sin precisar demasiado, como un dominio particular en el que queremos actuar, y simultáneamente, como la naturaleza de la acción que estamos considerando..."⁴.

En cada fase y de acuerdo con el tema y el nivel, se presenta la necesidad del empleo de material didáctico, de realizar investigaciones, construcciones, de la organización de actividades extraescolares, de utilizar el juego, ya sea como situación didáctica, como generador de problemas, como ejercicio o como propiciador de nuevos problemas. La computación es otro recurso de apoyo importante como se ejemplificará más adelante.

³ Esquema presentado en los trabajos relacionados con didáctica de la matemática, expuestos como antecedentes a esta tesis, desde 1980.

⁴ PIAGET, 1983, pág 292



5. INNOVACIONES TECNOLÓGICAS DE APOYO A LA ENSEÑANZA

El uso de algunas innovaciones tecnológicas están impactando la educación desde las bases mismas de la concepción del aprendizaje. Ellas son: los sistemas multimedia o multimedios, la robótica, el empleo de sistemas expertos, la teleinformática, las realidades artificiales y las grandes bases de datos.

Al igual que los otros apoyos, que brinda la computación, estos medios solamente cobran sentido en el marco del quehacer del maestro que los utiliza, del modelo educativo que sustenta y de los fines que con su empleo quiera lograr. Bajo un modelo integrador de la educación, todas estas innovaciones proporcionan apoyos que enriquecen notoriamente las posibilidades de interrelación entre medio - maestro - máquina - alumno y presentan la oportunidad de la experimentación directa con modelos más cercanos a la realidad.

Robótica

El uso de robots controlados por la computadora permite la observación simultánea del fenómeno real, reproducido por el robot, la gráfica y los modelos simbólicos. Al poder variar de manera controlada las variables a estudiar, la conceptualización y formalización de las nociones cuentan con una base inductiva bastante aceptable y útil. En México, en este sentido se realizan trabajos en relación con el aprendizaje de la matemática, en el CISE de la UNAM entre otras instituciones.

Teleinformática

La posibilidad de la comunicación entre estudiantes que tienen que resolver un problema en común, que están aprendiendo el mismo tema, ya sea entre los diferentes salones de una escuela, de una zona escolar, en un estado, en el país o a nivel internacional, hace que la base social fundamental para el logro de apren-



dizajes significativos se vea favorecida. Ya no es sólo el aprender y guardar en la memoria algunos conceptos, ahora es posible su socialización, la discusión en grupo de su veracidad, el recibir y dar opiniones respecto a posibles soluciones o a maximizar estrategias.

Una mejor manera de llevar a cabo proyectos de colaboración entre grupos de diferentes escuelas, es el uso de las telecomunicaciones, ya sea utilizando computadoras aisladas y logrando la comunicación con medios convencionales desde el correo, el teléfono de voz, el telex, el fax, o en caso posible por medio de redes de computadoras que conecten a las escuelas participantes o por vía Internet.

La motivación que provén estos proyectos es muy importante. No es lo mismo resolver un problema dictado y saber que solamente el maestro lo va a calificar, que tener que descubrir, plantear y resolver conjuntamente problemas, discutirlos con otros, buscando las mejores soluciones. Aunque la comunicación entre dos grupos en diferentes escuelas es estimulante, más lo será si la comunicación tiene un propósito. Por ello es deseable que se haga en el seno de un proyecto de interés común. Las experiencias en telecomunicaciones, si bien aun resultan extrañas en el ámbito de la educación básica, son novedosas y de posibilidades enormes para una adecuada nacionalización e internacionalización de la educación.

Sistemas multimedia o multimedios

Los sistemas multimedia tienen su valor en casi todas las fases del aprendizaje y en una estrategia didáctica se convierten en elementos valiosos para la búsqueda de relaciones y la posibilidad de conexión más cercana con la realidad a modelar. El uso simultáneo de video, audio, hipertexto, bases de fotografías, textos en CD - ROM, controlados por la computadora, ofrece grandes recursos para un autoaprendizaje, por las vías y niveles individuales que cada usuario desee y esté posibilitado.

6. LA COMPUTACIÓN COMO APOYO A LA ENSEÑANZA DE LA MATEMÁTICA EN EL CENTRO DE ACTUALIZACIÓN DEL MAGISTERIO EN EL D.F.

En el Centro de Actualización del Magisterio en el D.F. se han elaborado propuestas sobre la enseñanza de la matemática con apoyo de la computación en la educación preescolar, con base en el método de proyectos; se elaboraron los guiones didácticos de más de 100 Programas Computacionales Educativos para Matemáticas, en colaboración con el equipo interdisciplinario Libro Electrónico y el ILCE, se diseñaron más de 100 juegos educativos por computadora y actualmente



se está realizando a través de multimedios el libro gratuito de 5º grado de matemáticas de primaria.

7. COMENTARIOS FINALES

La variada gama de aplicaciones de la computación como recurso de apoyo al aprendizaje de la matemática, abre nuevas perspectivas desde el punto de vista didáctico y la posibilidad de transformar a la escuela en un lugar al que se vaya a preparar para enfrentar los retos de la vida con más imaginación, calidad y alegría.

Tanto la producción de modelos de didáctica que contemplen rasgos dialécticos, constructivistas y que asuman nuevos paradigmas educativos y concepción de la realidad, como la incorporación de la computación como recurso básico de apoyo, han de promover la realización de amplios programas de actualización del magisterio.

8. BIBLIOGRAFÍA

- ANIEI, SOMECE. *Memoria del III Congreso Nacional sobre informática y computación y del VI Simposio Internacional de la Computación en la educación Infantil y Juvenil*. Xalapa: Facultad de Estadística e Informática de la Universidad Veracruzana, 1990. 487 p.
- BERISTÁIN MÁRQUEZ Eloísa y Yolanda CAMPOS CAMPOS. *Matemática y Realidad con ejercicios de computación y juegos*. Serie de tres libros para la educación secundaria. México: Ediciones Pedagógicas. 1990.
- CAMPOS CAMPOS, Yolanda. *Propuesta de Didáctica Integradora de la Matemática, con Computación para la Educación Básica Mexicana*. Tesis de doctorado. México, SEP- ENSM, 1995
- BOUSSUET, G. *La computadora en la escuela*. Argentina: Paidós, 1985.
- KRUTETSKII, V. A. *Un estudio de la literatura y psicología rusa sobre habilidades matemáticas*. En Antología del Seminario de Investigación en Educación Matemática. México: CAM - DF, 1989
- PIAGET, Jean. *La enseñanza de las matemáticas modernas*. España: Alianza Editorial, 1983. 399 p.
- VERGANAUD, Gérard. *El niño, las matemáticas y la realidad*. México: Trillas, 1991. 275 p.