

El impacto del paradigma constructivista en la enseñanza de matemáticas

*Carmen M. Lara Cotto, candidata a Ph.D.
Profesora Auxiliar
Departamento de ciencias y matemáticas
Universidad Politécnica de Puerto Rico
email: aral@caribe.net*

SINOPSIS

Las teorías constructivistas ofrecen implicaciones importantes a los educadores sobre la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Las reformas en los salones de matemáticas en su mayoría emergen de principios constructivistas. Para la preparación de éste artículo se analizaron estudios realizados sobre la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en salones constructivistas para determinar si las prácticas educativas utilizadas en las clases de matemáticas están fundamentadas en los principios de la teoría constructivista.

Las prácticas educativas que predominaron en estos estudios fueron: aprendizaje cooperativo, uso de manipulativos, utilización de solución de problemas, participación activa, y la construcción de preguntas para que los estudiantes y maestros reflexionaran sobre sus conductas en el salón de clase. Estas estrategias son parte de las técnicas que los educadores constructivistas recomiendan se utilicen para facilitar a los estudiantes la construcción de su propio aprendizaje. Otras estrategias importantes en el desarrollo del conocimiento: metacognición, desarrollo cognitivo, énfasis en el desarrollo de conceptos, no se utilizaron con la misma intensidad. Cabe señalar que la utilización de estas técnicas y estrategias en el proceso de enseñanza y aprendizaje en estos estudios no permitió concluir que el estudiante estuvo involucrado en todas las fases que conlleva la construcción de conocimiento.

ABSTRACT

The constructivist paradigm offers important implications to educators about the teaching and learning of mathematics. The curricular reforms in the mathematics classroom, in its majority, emerge from the constructivism principles. This article reviews the studies done on the teaching and learning of mathematics in constructivist classrooms to determine if the educational

practices used in the mathematics class are fundamented in the principles of the constructivist theory. The educational practices that predominated in these studies were: cooperative learning, use of manipulatives, using problem solving, active participation and the art of making questions, so the students and teachers reflect about their behavior in the classroom. These strategies are part of the techniques that the constructivist educators recommend to be used in order to facilitate in their students the construction of their own learning. Other important strategies in the development of knowledge are: metacognition, cognitive development and emphasis on the development of concepts, which were not used with the same intensity. However, we cannot conclude from these studies that the students were involved in all the phases that requires the construction of knowledge from the usage of these techniques and strategies in the teaching and learning process used during the studies.

I- INTRODUCCIÓN

Las experiencias diarias y la inquietud por el aprendizaje de las matemáticas constituyen una de las grandes preocupaciones entre los educadores. La clase de matemáticas crea ansiedad y anticipa temor al fracaso entre los estudiantes.

En la mente de muchos educadores surgen constantemente preguntas como: ¿por qué se fracasa en matemáticas? ¿Es adecuada y pertinente la enseñanza de esta materia? Las respuestas a estas interrogantes podrán ser explicadas de acuerdo a la visión que tienen los educadores sobre cómo se aprenden y se enseñan las matemáticas. La percepción que tengan sobre cómo se aprende la matemática determinará en gran medida los métodos que utilizará para enseñarla.

Existen diferentes paradigmas para la enseñanza de las matemáticas. El constructivismo promueve que los estudiantes sean participantes activos en la construcción de su conocimiento

matemático. Persigue que los estudiantes sean capaces de formular conjeturas, explorar patrones y buscar soluciones, en lugar de enfocar su aprendizaje a realizar cálculos y memorizar procedimientos. Este enfoque visualiza al estudiante como un investigador del conocimiento, como un individuo reflexivo capaz de apoderarse de las estrategias del maestro para construir su conocimiento. La clave del aprendizaje en matemática descansa en que el estudiante pueda comprender la estructura de la matemática y relacionarla con otras materias o con situaciones de la vida real. Es decir, tiene que haber conexión entre lo aprendido en clase y su realidad inmediata. El conocimiento matemático que tengan los estudiantes será duradero en la medida que ellos sean participantes activos de su construcción y sean capaces de reconocer la aplicabilidad o inaplicabilidad de la idea o el concepto adquirido a nuevas situaciones.

En esta perspectiva constructivista el rol del maestro es proveer experiencias de aprendizaje para fomentar la formación del conocimiento y desarrollar procesos de metacognición para enjuiciar, organizar, y adquirir nueva información. El maestro tiene que enfocar su enseñanza hacia la estructura, los procesos, y la toma de decisiones ante una situación matemática, en lugar de buscar respuestas al problema. En el proceso de enseñanza-aprendizaje el maestro debe presentar situaciones matemáticas que lleven al estudiante a pensar sobre qué métodos puede o no utilizar en esa situación en particular para lograr solucionarlo. Así mismo el maestro debe ser un modelo de este proceso de metacognición; que los estudiantes lo observen realizando la reflexión ante un problema matemático para decidir las estrategias o estructura matemática a utilizar en ese problema o situación en particular. Es responsabilidad del maestro proveer tiempo al estudiante para lograr diferentes tipos de construcción: tiempo para experimentar, intuir aprendizaje y pensamiento reflexivo, entre otros.

Muchos educadores promueven la utilización de la filosofía constructivista en la enseñanza de las matemáticas como la base teórica que ayudará al maestro a crear estrategias de enseñanza-aprendizaje para facilitar el aprendizaje de las matemáticas.

Muchos educadores convergen cuando manifiestan que en un salón constructivista la autonomía es la meta de la educación. Visualizan la autonomía como la experiencia de aprendizaje donde el estudiante pueda determinar lo verdadero de lo falso, lo correcto de lo incorrecto usando un

razonamiento lógico y sentido común. En un salón constructivista el aprendizaje es estructurado a través de conceptos e ideas dentro de un contexto. El maestro constructivista genera interés en los estudiantes presentándole problemas que promuevan disonancia cognitiva según estos problemas surgen del contexto. Problemas que el estudiante visualice como relevantes, que sean bastantes complejos de forma tal que tengan múltiples soluciones, y que su solución demande un esfuerzo de grupo.

Esta investigación tiene como propósito revisar la literatura relacionada con los efectos del paradigma constructivista y la enseñanza de las matemáticas. Este estudio investigará si los supuestos que fundamentan el paradigma constructivista se reflejan en las estrategias de enseñanza que se utilizan en los salones de matemáticas para lograr aprendizaje en los estudiantes. Las preguntas de investigación que dirigieron este estudio fueron las siguientes:

- 1- ¿Cuáles son las prácticas educativas de enseñanza que utilizan los maestros constructivistas en los salones de matemáticas?
- 2- ¿Cómo responden estas prácticas educativas de enseñanza con los principios de la teoría de aprendizaje constructivista?

II- METODOLOGÍA: BÚSQUEDA DE LA LITERATURA Y CRITERIOS DE SELECCIÓN

Las investigaciones revisadas en este estudio fueron recopiladas mediante diferentes métodos de búsqueda de información. La mayoría de los estudios se encontraron a través de la búsqueda manual en las revistas profesionales publicadas del 1987 hasta junio de 1998. Se utilizó la base de datos de "Educational Resources Information Clearinghouse" (ERIC) y "EBSCO Publishing". Algunos artículos fueron obtenidos de la revista *Investigación en Matemática Educativa en Puerto Rico*, 1997.

Se utilizaron dos criterios para seleccionar los artículos revisados en el estudio: investigaciones que han sido publicadas a fines de 1987 a junio de 1998, investigaciones relacionadas con el paradigma constructivista en el aprendizaje y enseñanza de matemáticas. De un total de 15 investigaciones encontradas se finalizó con ocho ya que las restantes presentaban resultados de estudios sin presentar metodología o eran investigaciones de matemáticas con otras materias.

III- METODOLOGÍA DE CLASIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS ESTUDIOS

Estas investigaciones fueron clasificadas en las que estudiaban el rol del estudiante en el salón de clases de matemáticas y en las relacionadas con técnicas de enseñanza en salones constructivistas. Las relacionadas con el rol del estudiante fueron las del estudio de Anthony [1]. Los restantes estudios están relacionados con las prácticas educativas de los maestros en los salones de clases constructivistas.

El análisis del estudio relacionado con el rol del estudiante se hizo evaluando la conducta de estos estudiantes en un salón de matemáticas para determinar si esa conducta está enmarcada en los principios de las teorías constructivistas o en la enseñanza tradicional.

Las investigaciones relacionadas con los maestros se analizaron utilizando dos criterios: 1- identificando las prácticas educativas utilizadas por los maestros en sus salones de clases. 2- correlacionando esas prácticas educativas con las estrategias de aprendizaje que fundamentan las teorías constructivistas.

IV- RESUMEN DE LAS INVESTIGACIONES

El resumen de las investigaciones analizadas en este estudio se organizó utilizando dos criterios. En primer lugar, las investigaciones que trabajan directamente con los estudiantes en término de su rol como estudiantes y el impacto de la teoría constructivista en el aprendizaje en las clases de matemáticas: Anthony [1], Ortiz [2], Morales [3], Santiago J. [4], y Santiago A. [5]. En segundo lugar, los estudios restantes relacionados con las prácticas educativas utilizadas por los maestros constructivistas en sus clases: Owens [6], Etchberger [7], y Edwards [8]. En las tablas 1 y 2 se presentan datos significativos de cada una de las investigaciones analizadas en este artículo.

El estudio de Anthony [1] tenía como propósito evaluar la conducta de dos estudiantes de escuela superior en un salón de matemáticas: estudiante activo y estudiante pasivo. Este estudio descriptivo utilizó la observación en clases, se triangularon los datos con entrevistas formales a los estudiantes y utilizando sus diarios reflexivos. Estos estudiantes estuvieron involucrados activamente en el proceso de enseñanza y aprendizaje; perseguían el aprendizaje de matemáticas. A pesar de las influencias de dominio de conocimiento previo, motivación, interacción con los demás estudiantes y los métodos instruccionales utilizados por los maestros, el

proceso de aprendizaje de ambos estudiantes estaba influenciado por su metacognición del conocimiento y la interpretación de su ambiente de aprendizaje. Para Adams, estudiante activo, su estrategia consistía en una ejecución mental que incluía auto-explicación, imaginación e inquisición. Manejaba su tarea y ambiente de aprendizaje para maximizar su entendimiento y construcción del conocimiento. Parte de sus prioridades de la clase era prestar atención: a información importante, al material conceptual más que a los cálculos, y combinación de monitoreo y entendimiento para atender lo relevante a sus necesidades de aprendizaje.

Para Gareth, estudiante pasivo, su foco de atención en la clase era sobre el procedimiento o los pasos aritméticos del problema que a menudo estaban desligados del material conceptual. Consultaba explicaciones del libro, aceptaba las respuestas de la maestra sin criticar, a menos que estuvieran incorrectas o si no esperaba a entender el tema o que le proveyeran explicación. Su énfasis era completar la tarea más que en el objetivo cognitivo para la cual fue diseñada, mientras que para Adams su meta era la construcción de su conocimiento personal más que la meta de completar la tarea.

Dos de las investigaciones estudiadas estaban bien relacionadas con las matemáticas en contexto: Ortiz [2] y Santiago A. [5]. El estudio de Ortiz consistía en el diseño de un mini curso con conceptos de área, perímetro y volumen el cual fue implantado utilizando las estrategias de la teoría constructivista y matemáticas en contexto. Este estudio cuasi-experimental tenía como propósito determinar si los estudiantes mejoran el aprovechamiento utilizando el enfoque constructivista. La utilización de manipulativos, tecnología y computadoras fueron parte de las estrategias de enseñanza que se usaron con el grupo experimental, mientras que con el grupo control se utilizó enseñanza tradicional (conferencia). Los resultados no reflejaron diferencia significativa en el aprovechamiento matemático de los estudiantes atribuyendo estos resultados a las amenazas de selección (grupos intactos).

Santiago A. [5] tenía como propósito determinar si la enseñanza de las matemáticas en contexto mejora el aprovechamiento de los estudiantes. Se utilizaron actividades de la Universidad de Wisconsin que fueron adaptadas a la realidad puertorriqueña. Estas actividades fueron desarrolladas utilizando un enfoque constructivista: maestro como facilitador de experiencias de aprendizaje y los estudiantes como sujeto construyendo conocimiento. Los resultados

reflejaron un aumento en el aprovechamiento de los estudiantes de quinto grado cuando se compararon las pre y pos pruebas del grupo experimental y de control. Se concluye en el estudio que este tipo de enseñanza utilizando las matemáticas en contexto y de enfoque constructivista convirtió el salón de clases en uno dinámico, las actitudes de los estudiantes mejoraron y el estudiante se convirtió en un investigador.

Santiago J. [4] en su estudio cuasi-experimental con un diseño de investigación-acción utilizó las estrategias de aprendizaje cooperativo como actividad principal en su clase de matemáticas de noveno grado, la cual estaba integrada con ciencia. En este estudio se adiestraron a los estudiantes en el uso de la microcomputadora, la calculadora gráfica y sus sensores de forma tal que luego pudieran desarrollar las destrezas de investigación utilizando esta tecnología como manipulativos en el desarrollo de conceptos matemáticos. Al analizar los resultados de la pre y pos pruebas de ambos grupos, se encontró que hubo un aumento en el aprovechamiento de los estudiantes. Por otro lado, disminuyó el ausentismo en las clases de matemáticas.

El estudio relacionado con las destrezas de álgebra y geometría que vienen en el examen de ingreso a la universidad realizado por Morales [3] fue un minicurso diseñado con un enfoque constructivista. Las prácticas educativas predominantes fueron el uso de manipulativos y la estrategia de aprendizaje cooperativo. No hubo diferencia significativa en el aprovechamiento académico de los estudiantes; el investigador atribuye este resultado al poco dominio de la maestra sobre las técnicas que se estaban utilizando así como a la falta de materiales. Otra de las limitaciones es que los estudiantes no habían trabajado anteriormente con manipulativos. Este dato presentado en la investigación es un aspecto que requiere meditación y análisis. Es recomendable realizar una investigación sobre el manejo y uso de manipulativos en las clases de matemáticas de nuestro sistema educativo. A pesar de estas limitaciones y que no hubo diferencia significativa en el aprovechamiento, el estudio reflejó que los estudiantes que fueron impactados por el minicurso obtuvieron resultados mayor de 600 puntos en el examen de ingreso, contrario al grupo control, ninguno obtuvo esa puntuación.

Las investigaciones relacionadas con las prácticas educativas de los maestros son estudios descriptivos y cualitativos donde el diseño metodológico fue estudio de casos. Owens [6] hizo un estudio con estudiantes preparándose para ser

maestros de kinder a sexto grado. El propósito del estudio fue determinar los procesos de aprendizaje que surgieron en una clase de matemáticas donde se utilizaron métodos compatibles con la teoría de constructivismo social del conocimiento. El foco del estudio fueron los métodos de enseñanza y aprendizaje y sus efectos en las actitudes y respuestas de los maestros hacia el entendimiento de las matemáticas. Este estudio utilizó tres metodologías para contestar las preguntas de investigación.

Los datos recopilados para contestar la pregunta relacionada con las actitudes y creencias de los futuros maestros sobre las matemáticas, su enseñanza y aprendizaje, fueron recogidos a través de un cuestionario. Los resultados reflejaron aumento en las actitudes hacia las matemáticas y su aprendizaje, no así en las creencias sobre qué es matemática y cómo se enseñan.

La segunda pregunta, relacionada con el conocimiento de estos maestros en matemáticas fue contestada utilizando una pre y pos prueba trabajo con problemas similares a los desarrollados en la clase. Estas reflejaron un aumento en el conocimiento de estos estudiantes-maestros. Estos mejoraron sus métodos en la solución de problemas. Mejoraron las actitudes hacia las matemáticas en término de ellos mismos construyendo matemática y en su pensamiento matemático.

La tercera pregunta estaba relacionada con los métodos particulares del constructivismo y cómo éstos asisten el aprendizaje de las matemáticas. Los estudiantes, luego de ser impactados por los métodos constructivistas reflejaron lo siguiente: superaron los retos encontrados en la solución de problemas, cambios en los esquemas matemáticos asociados con empatía de grupo, reconocimiento del grupo como estrategia útil, validación colaborativa de sus ideas, reconocieron que el conocimiento que tienen es útil, entre otras. Hubo cambios en las respuestas en el aprendizaje matemático. Estos cambios fueron en: aceptación de las matemáticas (amor), hacer vínculos de los tópicos, en las técnicas de hacer preguntas, en la metodología para resolver problemas y en el deseo de resolver los problemas.

Etchberger [7] realizó un estudio con el propósito de examinar la relación entre las percepciones de los maestros sobre dónde reside el conocimiento y cómo estas percepciones influyen en sus prácticas educativas. Esta relación se examinó de acuerdo a la siguiente transición: de un maestro como depositador de conocimiento y estudiantes como receptores a un maestro como proveedor de situaciones e información y

estudiantes como procesadores y constructores del conocimiento. Se utilizó un estudio de caso con una maestra de escuela rural pública con tres años de experiencias.

El estudio presenta cómo la maestra fue cambiando sus creencias, percepciones y prácticas educativas en la enseñanza y aprendizaje de matemáticas. Comenzó utilizando una enseñanza tradicional: libro, explicación en la pizarra, clases dirigidas, cotejo de trabajos individuales. Pensaba que la matemática tiene que ser evaluada todos los días y que los estudiantes tienen que conocer los algoritmos de multiplicación para poder dividir y trabajar con fracciones. Fue comparando su enseñanza de matemáticas con la de ciencia donde utilizaba aprendizaje cooperativo y analizó que si en ciencia los estudiantes podían construir conocimiento, también podían lograrlo en matemáticas. Luego fue leyendo libros sobre constructivismo, observando los estudiantes hasta que un día se percató que los estudiantes, en ciencia, estaban construyendo conocimiento sin su dirección y determinó utilizar los métodos que señalan las teorías constructivistas en la clase de matemáticas. Comenzó integrando actividades con enfoque constructivista y evaluando y reflexionando sobre los resultados. Las reflexiones sobre sus prácticas educativas la llevaron a continuar haciendo cambios en sus experiencias de aprendizajes planificadas hasta que comprendió que los estudiantes sí podían construir conocimiento en matemática.

Los resultados de este estudio reflejaron progreso considerable de los estudiantes en la construcción de su propio aprendizaje. En la maestra ocurrieron las fases de cambio que promueve el paradigma constructivista: perturbación, consciencia de la necesidad de cambio, compromiso de cambio, visión, y proyección dentro de la visión. Los estudiantes pudieron encontrarle sentido a la matemática: pudieron hacer el cómo, explicar el por qué y relacionar la matemática con su vida diaria. El estudio demostró cómo un maestro cambió sus conceptos de enseñanza y aprendizaje reflexionando sobre cómo los estudiantes aprenden. Por otro lado, se concluyó que el aprendizaje cooperativo fue el vínculo a través del cual la construcción de conocimiento tomó sentido.

El propósito del estudio de Edwards [8] fue buscar evidencia de los cambios en las prácticas educativas de los maestros e investigar el proceso por el cual el cambio ocurre. Se utilizó un diseño de estudio de caso con tres maestras de matemáticas: una de séptimo grado, una de octavo grado y una maestra de un curso de álgebra de

escuela superior. Los datos fueron recopilados a través de las observaciones hechas en la sala de clases de los maestros utilizando los materiales del modelo USCMP ("University of Chicago School Mathematics Projects") "Transition Mathematics", entrevistas después de cada observación y diarios reflexivos semanales de los maestros.

Este estudio reflejó que las actividades reflexivas fueron las prácticas educativas usadas por las tres maestras. Durante la implantación del currículo innovador, cada maestra en el estudio reflexionó sobre la interacción con sus estudiantes en el salón de clases, sobre los problemas de enseñanza que percibieron y sobre los cambios que conscientemente trataban de hacer. Las maestras conceptualizaron los cambios como un proceso cíclico y la reflexión como el medio por el cual los puntos del modelo USCMP se unían. Dos maestras mostraron un rol menos autoritario en el salón de clases al estar desarrollando en los estudiantes la habilidad para participar en su propio aprendizaje. Preferían sacarle información a través de preguntas apropiadas y fueron eliminando la práctica de proveerle mucha información. Estas dos maestras visualizan la matemática como una creación más que como un descubrimiento. No obstante, la maestra de escuela superior, que no mostró mucho cambio en sus prácticas educativas, visualiza la matemática como estática, como un cuerpo uniforme de conocimiento que consiste de estructuras y verdades interrelacionadas.

V- HALLAZGOS

Los hallazgos de este estudio serán presentados tomando como base las dos preguntas de investigación. El análisis se realizó utilizando los siguientes criterios: las estrategias de enseñanza que se utilizaron en estos estudios por los maestros en la sala de clases y las cuales están clasificadas como estrategias de las teorías constructivistas. Algunas de las prácticas educativas que se esperan encontrar son las siguientes: el uso de manipulativos que ayuden a construir un conocimiento activo, actividades que lleven al estudiante a reflexionar, la utilización del aprendizaje cooperativo, situaciones que permitan al estudiante analizar las respuestas a la solución de un problema en particular y la participación activa de los estudiantes, entre otras.

El segundo criterio de análisis fue revisar si las prácticas educativas que se mencionaron en los estudios responden a los principios que fundamentan las teorías constructivista. Entre ellas: la construcción del conocimiento, el aprendizaje social, la asimilación, la acomodación, el énfasis en

el desarrollo de conceptos, el maestro como proveedor de experiencias de aprendizaje para facilitar el proceso de construcción, la reflexión y el monitoreo del conocimiento.

A- PRÁCTICAS EDUCATIVAS UTILIZADAS EN LOS ESTUDIOS

En términos generales se encontró que las prácticas educativas que más predominaron en los estudios fueron la utilización de manipulativos, la estrategia de aprendizaje cooperativo, la utilización de la solución de problemas durante las clases y la participación activa de los estudiantes en el proceso de enseñanza y aprendizaje en los salones de matemáticas. La Tabla 1 presenta el porcentaje de uso de las prácticas educativas que promueven el paradigma constructivista.

En el 100% de los estudios revisados se utilizó la estrategia de aprendizaje cooperativo en los salones de clases. Esta técnica se utilizó tanto en las clases diseñadas para los estudiantes como para los maestros. La estrategia de aprendizaje cooperativo es una de las técnicas más recomendadas por los constructivistas para la

construcción del conocimiento ya que la misma se fundamenta en que los estudiantes aprenden socialmente.

El 87% de los maestros trabajaron con la solución de problemas en sus clases de matemáticas como una técnica de enseñanza, pero sólo dos estudios: Etchberger [7] y Anthony [1] enfocaron la solución de problemas para que los estudiantes argumentaran sobre las soluciones del mismo, cuestionaran sobre los resultados y contribuyeran como grupo a la construcción del conocimiento.

En el 100% de las investigaciones los estudiantes estuvieron involucrados activamente en la situación de aprendizaje. En uno de los estudios, Anthony [1], se estudió directamente el rol activo del estudiante en la construcción de conocimiento.

En el 50% de los estudios se hizo uso de manipulativos como prácticas educativas para desarrollar las clases. En uno de los estudios, en adición a los manipulativos, se utilizaron otros medios tecnológicos tales como la computadora y la calculadora. En los demás estudios no se menciona el uso de los manipulativos en el desarrollo del conocimiento; pero de acuerdo al tipo de actividades realizadas, las entrevistas y los

Tabla 1: Prácticas educativas de los maestros constructivistas

	<i>Anthony</i> (1996)	<i>Ortiz</i> (1990)	<i>Morales</i> (1994)	<i>Santiago,</i> <i>J.</i> (1996)	<i>Santiago,</i> <i>A.</i> (1996)	<i>Owens</i> (1998)	<i>Etchberger</i> (1990)	<i>Edwards</i> (1996)	Por ciento
Aprendizaje cooperativo	X	X	X	X	X	X	X	X	100%
Solución de problemas	X	X		X	X	X	X	X	88%
Enfasis en conceptos	X	X			X		X	X	63%
Estudiantes activos	X	X	X	X	X	X	X	X	100%
Uso de manipulativos		X	X	X	X				50%
Modelar procesos metacognición	X						X	X	38%
Maestro enfatiza en la discusión reflexiva	X					X	X	X	50%

diarios de los estudiantes, en dos estudios: Anthony [1] y Etchberger [7] se infiere que se utilizaron.

En cuatro de los estudios los maestros utilizan preguntas dirigidas a que el estudiante reflexione. Uno de los principios constructivistas es que el desarrollo de un ambiente de reflexión donde se involucre a los estudiantes en actividades que conduzcan a la metacognición.

Una de las prácticas educativas que menos se utilizó en estas investigaciones fue la relacionada con los procesos de metacognición. Este proceso sólo se visualizó en tres estudios: Anthony [1], Etchberger [7] y Edwards [8]. En el estudio de

Anthony se observó cómo el estudiante activo planifica y selecciona los problemas que le permiten construir su conocimiento. La maestra del estudio de Etchberger [7] reflejó el uso de las estrategias de metacognición a través del estudio cuando reflexiona sobre sus prácticas educativas. Se enfrentó en las clases a la solución de problemas y buscó su solución con sus conocimientos previos, discutiendo con los estudiantes las posibles soluciones hasta llegar a un consenso sobre la solución del mismo. Esta misma dinámica surgió en el estudio de Anthony [1] y el de Edwards [8].

En cinco de los ocho estudios (63%) el fin de

Tabla 2: Relación de prácticas educativas con los principios de la teoría constructivista

Prácticas Educativas relacionadas	Principios de la teoría constructivista
1- Aprendizaje cooperativo	1- Las funciones más altas del ser humano tienen su origen en el ambiente social.
2- Solución de problemas	2- La zona de desarrollo próximo en matemáticas puede hacerse estableciendo un grupo exploratorio de solución de problemas donde el estudiante y el maestro compartan sus estrategias para solucionar el problema.
3- Énfasis en desarrollo de conceptos	3- El aprendizaje es estructurado alrededor de conceptos o grandes ideas dentro de un contexto.
4- Estudiantes activos	4- El conocimiento es el resultado de la construcción e invención, más que en descubrimiento.
5- Uso de manipulativos	5- Uso de modelos físicos para desarrollar el conocimiento.
6- Modelar procesos de metacognición	6- El conocimiento no se adquiere directamente, sino a través del proceso recíproco de apropiación y construcción interpsicológica.
7- Maestro enfatiza en la discusión reflexiva.	7- Los niños revisan sus pensamientos cuando la nueva información crea discrepancia en su forma de ver el mundo.
8- Maestros y estudiantes interactuando (ambos responsables del aprendizaje)	8- Consenso: Es el punto en el cual ocurre la acomodación de los esquemas existentes, enriqueciendo y expandiendo los constructos existentes.
9- Estudiantes relacionan nueva información con conocimiento previo.	9- Asimilación: Cuando el estudiante toma la nueva información de su ambiente y la organiza dentro de sus esquemas existentes.
10- Estudiantes argumentan y sustentan sus ideas con libro y maestro.	10- El rol del maestro es presentar situaciones que provoquen desequilibrio a los estudiantes.

la enseñanza fue el desarrollo de conceptos matemáticos. Los estudios restantes, aunque no olvidaron los conceptos, enmarcaron la enseñanza al desarrollo de las destrezas relacionadas con los conceptos matemáticos.

B- RELACIÓN DE LAS PRÁCTICAS EDUCATIVAS DE LOS MAESTROS CON LOS PRINCIPIOS DEL PARADIGMA CONSTRUCTIVISTA

A través de todos los estudios revisados en este artículo se observó que en cada uno de ellos, por lo menos se utilizó una técnica de enseñanza que está fundamentada con los principios de las teorías constructivistas sobre el desarrollo del conocimiento. A continuación se presenta un resumen de la relación de algunas de las prácticas educativas utilizadas en los estudios con uno de los principios de la teoría constructivista (ver Tabla 2).

Los principios generales que sustentan el paradigma constructivista y que se encontraron en estos estudios se pueden resumir en los siguientes: estudiante activo en el proceso de construcción de su propio aprendizaje, maestro proveedor de experiencias para esa construcción, estudiantes y maestros compartiendo la responsabilidad del aprendizaje, maestros redactando preguntas que provocan reflexión de los estudiantes, promuevan el diálogo y el ánimo de buscar consenso dentro del grupo, y estudiantes colaborando y actuando socialmente como una comunidad de aprendizaje que construye conocimiento compartido.

Uno de los principios que menos se visualizó en estos estudios fue el relacionado con la asimilación y acomodación el cual se refleja en la práctica educativa relacionada con el hecho que los estudiantes relacionan la información nueva con conocimientos previos. Este aspecto ocurre intrínsecamente en los estudiantes y los estudios no proveyeron actividades para evaluar esta fase del desarrollo del conocimiento. Sí se encontró que los estudios que evaluaron directamente el aprovechamiento de estudiantes o maestros-estudiantes [2, 3, 4, 5 y 6] en tres de ellos [4, 5 y 6] hubo mejoría en el aprovechamiento.

VI- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La visión de aprendizaje como construcción activa implica que los estudiantes construyen y modifican sus maneras de conocer su matemática actual [9]. En todas las investigaciones revisadas en este artículo, los estudiantes estuvieron activamente involucrados en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Sin embargo, no

podemos concluir que estaban construyendo su propio aprendizaje ya que el proceso de aprendizaje de los estudiantes está influenciado por su metacognición y la interpretación de su ambiente. Uno de los errores conceptuales que se escuchan a menudo sobre el constructivismo es el relacionar estudiante activo con aprendizaje activo. Sólo en una de las investigaciones [1] se visualizó que la participación activa del estudiante está íntimamente ligada con la construcción de su propio aprendizaje.

El aprendizaje cooperativo no es sinónimo de constructivismo [10]. Muchos maestros pueden utilizar la técnica de grupos cooperativos y esto no necesariamente hace que la enseñanza sea más constructivista, pero sí es parte del proceso de construcción. Los estudios no especifican el proceso utilizado en los grupos cooperativos, por tanto, no podemos concluir que, aunque todos los maestros utilizaron la estrategia, ésta cumplía con el principio del paradigma constructivista relacionado con el aprendizaje social. Consistentemente, los educadores señalan la pertinencia y validez de la estrategia de aprendizaje cooperativo en la enseñanza de las matemáticas. Es recomendable revisar o hacer investigaciones cuyo propósito sea estudiar la estrategia de aprendizaje cooperativo con alguna otra estrategia en particular del paradigma constructivista. Es importante señalar que en los salones constructivistas los estudiantes y maestros socialmente construyen e interactúan con las metas que promueven el aprendizaje.

La revisión de estos estudios reflejó que se utilizaron manipulativos en las actividades de enseñanza y aprendizaje. Esto cumple con la filosofía constructivista la cual promueve que se exponga a los estudiantes al uso de manipulativos. Aunque los constructivistas plantean que no es la única técnica para construir conocimiento, es pertinente proveer experiencias de aprendizaje que permitan a los estudiantes manipular situaciones para construir conocimiento. Por otro lado, es importante que los estudiantes comiencen a pensar y comprender lo que hay en los libros sobre los tópicos trabajados en clase. La unión de estos dos aspectos permite la acomodación del conocimiento en los estudiantes. No obstante, Clements [10] manifiesta que las matemáticas no es sólo libro de texto o manipulativos; las personas crean y recrean matemática.

El análisis de las técnicas utilizadas en los salones de clases reflejó la utilización de la solución de problemas como una práctica educativa utilizada por los maestros. Aunque en los estudios no se especifica los propósitos de la utilización de la solución de problemas, excepto en dos de los

estudios, se puede concluir que los educadores reconocen la importancia que éstos tienen en la construcción de conocimiento y aprendizaje en los estudiantes.

Los estudios revisados en este artículo reflejaron que la actitud de los estudiantes hacia las matemáticas y a su enseñanza mejoró considerablemente. A pesar de que esta variable no se consideró en el estudio, es importante señalar que una de las metas dentro del paradigma constructivista es la de mejorar el aprovechamiento matemático de los estudiantes. Los educadores convergen en que la motivación, las creencias y las percepciones que tengan los estudiantes y maestros sobre las matemáticas, contribuirá en gran medida a la elaboración y la aplicación de experiencias educativas que redunden en la participación proactiva en la construcción del conocimiento matemático.

Un estudiante constructivista autoregula su propio aprendizaje seleccionando y organizando la información relevante y haciendo las conexiones del conocimiento relevante existente. Para lograrlo efectivamente, el estudiante tiene que estar afectivamente, cognitivamente y metacognitivamente activo en el proceso de aprendizaje. Esto lo puede lograr a través de la planificación, la ejecución de un plan, el monitoreo y el uso apropiado de sus recursos y estrategias de aprendizaje. Un maestro constructivista provee las experiencias de aprendizaje que permitan al estudiante lograr la implantación de sus estrategias de aprendizaje para construir su conocimiento.

VII- REFERENCIAS

- 1- Anthony, Glenda. (1996). *Active learning in a constructivist framework*. Educational Studies in Mathematics.
- 2- Ortiz, Juan. (1995). *La matemática en contexto y el enfoque de la teoría constructivista para mejorar el aprovechamiento académico*. Investigaciones Matemáticas Educativas en Puerto Rico.
- 3- Morales, Luz. (1994). *Minicurso constructivista para preparar estudiantes*

rezagados en matemáticas con el propósito de ayudarles a aprobar el examen de ingreso a la universidad. Investigaciones Matemáticas Educativas en Puerto Rico.

- 4- Santiago, Judy. (1996). *Pedagogía constructivista en las matemáticas y las ciencias a través de la tecnología*. Investigaciones Matemáticas Educativas en Puerto Rico.
- 5- Santiago, Andreíta. (1996). *Las matemáticas en contexto como método innovador para mejorar el aprovechamiento*. Investigaciones Matemáticas Educativas en Puerto Rico.
- 6- Owens, Kay. (1998). *Responsiveness and affective process in the interactive construction of understanding in mathematics*. Educational Studies in Mathematics, 35, 105-127.
- 7- Etchberger, Mia. (1992). *Teacher change as a progression on transitional images: a chronology of a developing constructivist teacher*. School Sciences and Mathematics, 92(8), 411-417.
- 8- Edwards, Thomas. (1990). *Implications of a models for conceptualizing change in mathematics teachers' instructional practices*. Action in Teacher Education, 18(2), 19-30.
- 9- Cobb, Paul. (1992). *A constructivist alternative to the representational view of mind in mathematics education*. Journal for Research in Mathematics Education, 23(1), 2.33.
- 10- Clements, Douglas. (1997) (Mis?) *Constructing Constructivism*. Teaching Children Mathematics.

OTRAS REFERENCIAS

- 1- Anderson, Dianne. (1996). *Changing Beliefs: Teaching and Learning Mathematics in Constructivist Preservice Classrooms*. Action in Teacher Education, 18(2), 51-62.
- 2- Hausfather, Samuel. (1996). *Vygotsky and Schooling: Creating a Social Context for Learning*. Action in Teacher Education, 18(2), 1-10.