

Preguntas cognitivas y metacognitivas en el aprendizaje y la generación de estrategias de resolución de problemas matemáticos

Por: Germán Zambrano

Descripción

La investigación busca indagar sobre la relación que tienen las preguntas de orden cognitivo y metacognitivo en la comprensión conceptual y la resolución de problemas de máximos y mínimos en el tema función cuadrática. La pregunta de investigación, se fundamenta desde lo teórico, lo metodológico y lo tecnológico. Los antecedentes se relacionan con la educación, matemática y la pedagogía; las relaciones entre conocimiento y el aprendizaje, la cognición y la metacognición; y la utilización de software educativo. La conceptualización hace referencias a la comprensión del tema tratado en el software relacionado directamente con el problema de investigación: la utilización de la pedagogía de la pregunta en el orden cognitivo y metacognitivo, la comprensión conceptual, la teoría sobre solución de problemas y el dominio de conocimiento. La metodología es de corte cuantitativo: un diseño experimental con dos grupos de estudiantes de primer semestre de la UNIMINUTO. Se hace uso de un software que activa preguntas, para un grupo cognitivas y para otro metacognitivas. Los resultados se someterán a un análisis factorial de varianza para determinar el efecto de las variables independientes sobre cada una de las variables dependientes.

I. Preguntas de Investigación

¿Existe Diferencia significativa en el aprendizaje de la Función Cuadrática en matemática entre dos Grupos uno que es entrenado en un ambiente que activa preguntas cognitivas y el otro que activa preguntas metacognitivas?

Palabras claves

Metacognición
Educación en Matemática
Preguntas cognitivas
Preguntas metacognitivas

II. Hipótesis

Ho: No existen diferencias significativa en el aprendizaje de la Función Cuadrática en matemática entre dos Grupos uno que es entrenado en un ambiente que activa preguntas cognitivas y el otro que activa preguntas metacognitivas.

Hi: Existen diferencias significativa en el aprendizaje de la Función Cuadrática en matemática entre dos Grupos uno que es entrenado en un ambiente que activa preguntas cognitivas y el otro que activa preguntas metacognitivas.

III. Objetivos

Objetivo General:

1 Establecer la incidencia de las preguntas cognitivas y metacognitivas en el aprendizaje de la Función Cuadrática entre dos Grupos, uno que activa preguntas cognitivas y el otro que activa preguntas metacognitivas

2 Determinar las diferentes estrategias que se aplican en resolución de problemas en el tema función cuadrática en Matemática, utilizando dos software uno que activa preguntas cognitivas y el otro que activa preguntas metacognitivas.

3 Caracterizar las estrategias que se aplican en resolución de problemas en el tema función cuadrática en Matemática, utilizando dos software uno que activa preguntas cognitivas y el otro que activa preguntas metacognitivas.

Objetivos específicos:

- Describir las estrategias de aprendizaje que el estudiante aplica en resolución de problemas al utilizar un software con preguntas cognitivas en el tema Función Cuadrática en la asignatura Matemática.
- Describir las estrategias de aprendizaje que el estudiante aplica en resolución de problemas al utilizar un software con preguntas metacognitivas en Matemática en el tema Función Cuadrática en la asignatura Matemática.
- Desarrollar un ambiente de aprendizaje que active preguntas Cognitivas.
- Desarrollar un ambiente de aprendizaje que active preguntas Metacognitivas.

IV. Variables

Independientes: Ambientes que activan preguntas cognitivas o metacognitivas.

Dependiente: Aprendizaje logrado: comprensión de conceptos y capacidad para solucionar problemas.

I. Antecedentes:

Aunque el tema de resolución de problemas tiene una antigüedad de apenas 20 años, existen muchas investigaciones que han hecho uso de éste para comprender la forma como los estudiantes plantean problemas y los resuelven, los siguientes antecedentes, fueron tomados de investigaciones realizadas por Doctores en pedagogía, matemática y filosofía y algunas son de maestría, el proceso de selección se hizo con el fin de desarrollar la tesis que enmarco en las preguntas (Cualitativa y cuantitativa) que busco desarrollar. En el estado se hace un barrido en la última década, sobre las temáticas: resolución de problemas, cognición, metacognición, estrategias, ciencias y matemática como primera parte, en su segunda estructura se hace un barrido sobre los ambientes computarizados para el aprendizaje de la matemática.

Resolución de problemas, cognición, metacognición, estrategias, ciencias y matemática

León Corredor Olga lucia y Correa Media José Ignacio (1996), del grupo de investigación en matemática de la Universidad Externado de Colombia, se ocuparon en primera instancia, del estudio de la relación entre la argumentación como proceso de comunicación en el aula y la argumentación como elemento fundamental en la construcción de saber matemático. Se realizó un proceso de construcción teórica vinculado a la observación de los procesos de aula y se diseñaron como instrumentos metodológicos **Protocolos** donde los parámetros de observación fueron: Observación contextual: actitudes verbales (actos de habla en general), actitudes no verbales (gestos, ademanes, desplazamientos...) y, expresiones que alimenten la construcción de un discurso matemático. La investigación se realizó con dos poblaciones: 12 estudiantes de primer semestre de pregrado y 12 estudiantes de primer semestre de postgrado en Educación Matemática. Las observaciones se realizaron en un curso de pregrado denominado "Estilos de razonamiento en matemáticas" y en un curso de postgrado denominado "Lenguaje y matemáticas". Los procesos desarrollados con las poblaciones evidenciaron que si el proceso argumentativo se realiza en forma escrita, la concepción de problema que emerge es la de enunciado-pregunta, y en consecuencia la concepción de solución

consiste en formular una respuesta a la pregunta del enunciado, ante esto los investigadores concluyen: "...el esfuerzo que hace el estudiante se limite a responder la pregunta, sin que se pueda observar con claridad el proceso de validación desarrollado...". Se observa que en la elaboración de argumentos orales, la naturaleza del problema la conforma la terna: situación-sujeto-contexto; los investigadores concluyen: "...de ahí que la solución no se restrinja a elaborar una respuesta sino a buscar alternativas de solución que garanticen el carácter de claridad, concisión, adecuación y, en consecuencia, de menor ambigüedad...".

Montenegro Aldana Ignacio Abdón (1998), investigación realizada para optar el título de maestría en la universidad Pedagógica Nacional, se preguntó sobre la Influencia de preguntas cognitivas y metacognitivas en el proceso de aprendizaje en ciencias con el apoyo de un sistema inteligente, la pregunta que realizó fue: ¿Existe relación de dependencia entre la presentación de preguntas de orden cognitivo y metacognitivo y estas mismas dimensiones del proceso de aprendizaje de las ciencias en un ambiente apoyado con el computador?

1) El investigador aplica dos enfoques investigativos: los análisis de protocolos y el diseño experimental. En el análisis de protocolos se analizaron los procesos seguidos por cinco estudiantes con el fin de identificar sus estados principales en los procesos de solución del problema planteado por el sistema. Los protocolos fueron automatizados, es decir, el programa registraba de manera directa y continua cada una de las decisiones que toma el estudiante en el conjunto de estados o transiciones en el proceso de solución del problema. Para el diseño experimental se organizaron 4 grupos de 25 estudiantes, conformados mediante una partición cruzada entre la utilización de preguntas de orden cognitivo y metacognitivo.

Como resultados directos se logró:

1) Diseñar un sistema inteligente, el cual quedó validado por los resultados del diseño experimental. Se pudo desarrollar los procesos de las preguntas cognitivas y metacognitivas por los resultados determinados por los cinco estudiantes, de los procesos de solución del problema planteado por el sistema, y se comprobó la hipótesis: "El grupo 1 tendrá mejor desempeño en las dimensiones cognitiva y metacognitiva del aprendizaje que el grupo 2, éste a su vez mejor que el grupo 3 y éste, mejor que el grupo 4".

Rodríguez Campos Dolffi y Zapata Castañeda Pedro Nel (2001), se preguntaron cuáles son las habi-

lidades cognitivas y metacognitivas que poseen los estudiantes que ingresan a cursar bioquímica, y la forma como se podían potenciar estas habilidades a través de estrategias de enseñanza y aprendizaje centradas en la resolución de problemas en la Universidad Pedagógica Nacional. Se empleó un diseño de tipo preexperimental sin grupo control. El grupo experimental estuvo conformado por 12 estudiantes que cursaron bioquímica en el primer semestre del programa de regencia en farmacia en la Corporación Tecnológica de Bogotá, durante el año 2001. El diseño empleó una prueba diagnóstica general cuyos resultados sirvieron para evaluar las habilidades cognitivas y metacognitivas implicadas en la resolución de problemas.

A partir de los resultados de esta prueba, se diseñó un programa de intervención cognitiva orientado a favorecer el desarrollo de aquellas habilidades cognitivas y metacognitivas en las que se observó que los estudiantes tenían dificultades. La eficacia del programa de intervención se evaluó mediante la aplicación de pruebas postest a medida que se avanzaba en el programa.

Los estudiantes de la población objeto de estudio, previo a la implementación del programa de intervención cognitiva, mostraron a través de la prueba diagnóstica, no tener las habilidades cognitivas necesarias para la resolución de problemas, frente a esto, el programa de intervención cognitiva diseñado y aplicado a los estudiantes, influyó en el perfeccionamiento no sólo de las habilidades sino en el conocimiento de dichas habilidades necesarias para la resolución de problemas en el área de la bioquímica.

El investigador concluye: "Los resultados obtenidos en esta investigación mostraron y confirmaron los fundamentos teóricos sobre los que se sustenta, en el sentido de que las habilidades cognitivas implicadas en la resolución de problemas e identificadas por diversos autores, son empleadas en muchas ocasiones de forma no consciente por los estudiantes, y es de suponer lo mismo para las personas en general...".

Martín Herrero, Alfredo (2002), investigador del Departamento de Ciencias de la Educación. Universidad de Oviedo en España, en la investigación se buscó determinar procedimientos frente al aprendizaje de información, lo que implicó diseñar situaciones abiertas que indujeran en el alumno la búsqueda de estrategias para encontrar respuestas a preguntas o problemas planteados, y se esperaba que el alumno aprendiera con un nuevo modelo en la enseñanza de la ciencia y tecnológica.

Esta investigación tuvo la finalidad global de estudiar el proceso relativo a la resolución de problemas en el área de tecnología siendo la sustancia del estudio la incidencia que tiene para un cambio en el método de enseñanza, así como poner a prueba pautas y orientaciones metodológicas en la enseñanza de la resolución de problemas en tecnología. La investigación realizó un estudio de caso con un grupo no homogéneo de estudiantes, ya que se pretende un análisis más intensivo y profundo. Son 32 alumnos del nivel 4º de ESO (Educación Secundaria Obligatoria) y se realizó el estudio de investigación dentro del ámbito del área de tecnología, tres horas semanales durante un curso escolar en el aula-taller. La información se recogió a través de diferentes fuentes e instrumentos. Se optó por combinar los procedimientos interactivos, como la observación participante, entrevistas en el campo y fuera de él, con procedimientos de escasa o nula interacción, como los referidos a diseños de proyectos, memorias del proyecto, recogida de artefactos, grabación audiovisual en el desarrollo de la acción o cuestionarios. Se empleó la entrevista no directiva y de estilo conversacional (no estructurada).

Los resultados mostraron:

- “• Aprender con la manipulación de objetos mediante el método de proyectos es un sistema lento, que requiere especial esfuerzo y preparación por parte del docente pero que tiene unos resultados visibles más satisfactorios.
- El alumnado poco motivado y sin interés por el estudio suele estar abocado al fracaso con el sistema tradicional de enseñanza a través del ejercicio memorístico y expositivo.
- El desarrollo de la autonomía en los grupos se sitúa como categoría en íntima relación con la creatividad y originalidad de los proyectos.
- Entre las capacidades y valores que se logran, sobresalen las de autoestima, autonomía, sociabilidad, colaboración con el grupo, razonamiento, desarrollo de destrezas, técnicas y hábitos motrices.
- Se ha producido una actitud favorable hacia la tarea de resolver problemas tecnológicos, manifestándose en:
- Los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales se han de desarrollar de forma coherente y secuencial, evitando la prioridad de unos sobre otros.”

Gonzalez Fredy (2002), la investigación se elaboró utilizando técnicas de observación participante, es decir, “una observación sistematizada natural de grupos reales o comunidades en su vida cotidiana, y que fundamentalmente emplea la estrategia empí-

rica y las técnicas de registro cualitativas (Anguera, 1989: 128-143, citado por Gutiérrez y Delgado, 1995: 144), enmarcadas en una investigación cualitativa del tipo Estudio de Caso (Merriam, 1988).”

En esta investigación se adoptó una perspectiva cognoscitivista del aprendizaje basada en un modelo del procesamiento humano de información, a partir del cual se construyó una interpretación cognitiva del desempeño académico en Matemática.

La investigación planteó un estudio que busca responder: ¿Cuáles son las posibilidades de utilización didáctica de la resolución de problemas en el contexto del aula de clases de Matemática?; ¿Se puede explicar el desempeño en Matemática de los estudiantes tomando en cuenta la calidad de su funcionamiento cognitivo y metacognitivo?; ¿Cuáles son los procesos superiores de funcionamiento intelectual que utilizan los estudiantes?; ¿Cuál es su repertorio de herramientas de pensamiento formal, cómo lo usan, qué conocen acerca de la cognición humana? y, ¿Cómo manejan sus propios recursos cognitivos y qué grado de conciencia tienen acerca de ellos?. Por la clase de información recabada y por el tratamiento dado a la investigación, se considero una metodología de **estudio de caso cualitativo de orientación etnográfico-interpretativa**.

La investigación se realizó en el Instituto Pedagógico de Maracay, núcleo de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador, la muestra tomada fueron 13 alumnos inscritos en la asignatura “Investigación Individual”, cinco (5) mujeres y ocho (8) hombres, de la especialidad de Matemática, con una edad promedio de 25 años, las técnicas empleadas para la obtención de información fueron: (a) Observación Participante Activa; (b) Entrevistas; (c) Protocolos Verbales del Alumno.

Como resultado de la aplicación de esta técnica se construyeron los protocolos verbales de los alumnos que sirvieron como complemento de las Hojas de Trabajo.

Se dispuso de cinco horas académicas (de 45 minutos cada una) durante un período aproximado de 15 semanas para efectuar las observaciones de las diferentes actividades, las cuales incluyeron la resolución de problemas de Matemática por parte de los alumnos. El uso de la Observación Participante, los Cuadernos de Nota, los protocolos, los grabadores y las entrevistas permitió la obtención de la información relevante.

Los resultados obtenidos, fueron enmarcados en un documento general denominado El Decálogo del Resolvedor Exitoso de Problemas, el cual constituye el aporte teórico que el investigador presenta como herramienta heurística para ayudar a los alumnos en

el enfrentamiento con este tipo de procesos pedagógicos.

Cammaroto Agatina, Martins Feliberto y Palella Santa (2004), investigadores de la *UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR. SEDE LITORAL*. La investigación se enmarcó dentro de la línea Educación-Universidad-Sociedad. Su propósito fundamental fue analizar las estrategias instruccionales empleadas por los profesores del área de Matemática de la Universidad Simón Bolívar, Sede Litoral. Para tal fin, se diagnosticaron las técnicas de enseñanza, las actividades y los medios de aprendizaje utilizados en las clases de matemática. El estudio, desde la perspectiva del proceso de aprendizaje, se orientó en los principios del constructivismo, de la psicología cognitiva y de las estrategias instruccionales. La metodología que se utilizó correspondió a una investigación de campo de carácter descriptivo. La muestra correspondió a los 13 profesores del área de Matemática y 90 estudiantes cursantes de las asignaturas del área. Se aplicaron dos instrumentos, uno dirigido a los estudiantes y otro a los profesores, los cuales fueron validados por un juicio de expertos. La confiabilidad de ambos instrumentos se fundamentó en una prueba piloto, mediante el estadístico Alpha de Cronbach. En virtud de los resultados obtenidos y el contraste de la información, los investigadores concluyeron: "...se evidenció que la estrategia instruccional utilizada por la mayoría de los profesores, es la exposición (clase magistral). Ante esta situación, los estudiantes siguen los esquemas de la educación tradicional: observan y escuchan al profesor; se limitan a tomar apuntes. Los medios instruccionales empleados en las clases son la pizarra y las guías teórico-prácticas".

Estado del arte de los ambientes computarizados para el aprendizaje de la matemática.

Gomez, Pedro (1996), investigador de la universidad de los Andes, se pregunta sobre la forma de identificar los efectos curriculares de la introducción de la calculadora gráfica en la enseñanza y el aprendizaje del álgebra. El proyecto se desarrolló bajo un proceso de estudio de caso, tomando como espacio de observación y análisis una sección del curso 01108 precálculo de la Universidad de los Andes, en Bogotá,. El análisis de la investigación se realizó a través de entrevistas semi-estructuradas, interpretación de la observación realizada al grupo de control y el curso experimental y en el caso del estudio de las creencias del profesor se aplicó la prueba de Ibrahim(1990) desarrollada en la Universidad de Pennsylvania. Se tomaron grupos de estudiantes, uno

con calculadora gráfica y otro sin ella, en ambos grupos se tomó una prueba escrita con ejercicios de respuesta abierta al comienzo y al final del curso. Se trabajó únicamente con los sistemas de representación gráfica y simbólica. Los autores identificaron y clasificaron las estrategias que los estudiantes usaron al resolver los ejercicios de la prueba. En el grupo que utilizó calculadoras, se observó un manejo más estructural de las funciones lineales y más operacional de las funciones polinómicas. También se observó en este grupo mayor evidencia de reconocimiento de atributos de los objetos, que en el grupo que no usó calculadoras. En ambos grupos se observó una tendencia a utilizar más representaciones simbólicas que gráficas. Esta investigación sugiere que la calculadora por sí misma no es un elemento que garantice un manejo más estructural de los conceptos, como sí lo son los cambios en la instrucción, en el diseño curricular y en las visiones que el profesor tiene de su actividad y de las matemáticas.

Villarreal Farra, Gonzalo (2003), la investigación se desarrolló en el marco del Programa de Doctorado de "Multimedia Educativo" de la Universidad de Barcelona, España, en la investigación se preguntó por: ¿Cuál es el actuar del profesor y de los alumnos en un laboratorio de computación haciendo uso de la estrategia de resolución de problemas y la relación de éste actuar con lo señalado por la literatura?, a la vez se busca determinar si ¿Los profesores usan y como usan la estrategia de resolución de problemas?, y ¿Cuáles son los aspectos más y menos valorados para su uso?, con esto se buscaba en la investigación, ¿Saber si los profesores usan los recursos TIC y que aspectos valoran más de su uso, junto con analizar la relación existente con las sugerencias de la literatura?

La investigación, se centró en el levantamiento de información de establecimientos distribuidos en distintas regiones de Chile, pertenecientes al proyecto Enlaces. Adicionalmente, se realizaron observaciones de sesiones de trabajo de un profesor y su curso, el cual se encontraba trabajando en el marco de un proyecto Fondef "Aprender matemática creando soluciones". La metodología usa aspectos cuantitativos y cualitativos, elementos comunes y recomendados en el desarrollo de investigaciones en el área de la educación. Para esto se realizó un cuestionario que fue aplicado a profesores de matemática de enseñanza secundaria, junto con desarrollarse una pauta de observación no cerrada, compuesta por ítems cerrados y espacios para observaciones abiertas. El grupo de profesores participante del estudio, fueron 31 profesores y profesoras de matemática que imparten clases a cursos de enseñanza secundaria

-grados del 9 al 12-, de establecimientos municipalizados o particular subvencionados -reciben aportes del estado-. Adicionalmente, son establecimientos que participan del proyecto Enlaces. El proyecto Enlaces, es una iniciativa del Ministerio de Educación de Chile, la cual asiste con recursos informáticos -laboratorios de computación, conectividad Internet y software de productividad y educativo-, además de un soporte técnico y de un apoyo pedagógico. Los alumnos observados son de segundo nivel de secundaria -grado 10-, un total de 44 alumnos, cuyas edades fluctuaban entre los 15 y 16 años. El curso estaba compuesto por un 34% de estudiantes de sexo femenino y un 66% de estudiantes de sexo masculino.

Los investigadores concluyen: "Se observo que existe un porcentaje interesante y mayoritario de profesores con formación matemática, equivalente al 77,4%, existe un porcentaje alto, -un 23% -, de profesores que no tiene formación en educación, con un 6,5% de este grupo que incluso se puede observar tiene una formación elemental en matemática.

Hay una ausencia de profesores con postítulos o postgrados, existiendo solo dos con diplomados en matemática. Esto nos permite observar que si bien se tiene un grupo de profesores en pleno procesos de ejercicio docente y al mismo tiempo con un periodo de vigencia profesional importante, al no existir profesores con postítulos o postgrados, dificulta el desarrollo profesional del área.

Para poder tener un parámetro de comparación, se puede señalar, que según datos del SIMCE 2003, para el nivel de 2º año de enseñanza media, a nivel nacional, se tiene que un 85,6% son docentes con acreditación Universitaria, un 6,3% sin título (se encuentran estudiando). Respecto al uso de las TIC, la totalidad de profesores tiene alguna formación en su uso, usándola más en su labor, para buscar información, construir material y preparar sus clases, siendo menos valorado el uso directo con sus alumnos. Esto, claramente es contrario a lo observado en la literatura, ya que se contempla como principal uso de los computadores el que apoye en la resolución del problema y principalmente con un uso cognitivo, esto se refiere al trabajo directo con sus alumnos. Sin embargo es coherente con las encuestas y estudios realizados en el país respecto a como los profesores usan las TIC en su labor profesional.

Respecto al apoyo que hacen las TIC al trabajo de los alumnos, valoran Internet para buscar información, la hoja electrónica, la calculadora y graficadores matemáticos. Esto permite observar que el profe-

sor valora más el uso instrumental del recurso, como lo es Internet para buscar información. Si bien la hoja electrónica, calculadora y graficadores, son recursos recomendados por la literatura, en este estudio no se tiene información respecto a como se usan estos".

II. Conceptualización Teórica

Las teorías que se presentan en este marco, buscan relacionar los tópicos que contienen las preguntas de investigación de la tesis y los procesos que se utilizaron para implementar la temática central en matemática Función Cuadrática, en un primer momento se mira la cognición y la metacognición junto con las estrategias cognitivas y metacognitivas, en una segunda parte se habla sobre el tema resolución de problemas, posteriormente se hace un planteamiento sobre tipos de preguntas cognitivas y metacognitivas.

Cognición

El término **cognición**, etimológicamente del latín "cognitivo", se entiende aproximadamente como: Conocimiento alcanzado mediante el ejercicio de las facultades mentales; lo cual implica la existencia de un tipo de habilidad a la cual denominamos como la facultad o **capacidad mental**, según Montenegro (2002) "La cognición es un fenómeno interno del aprendizaje; esto es, el procesamiento de representaciones mentales orientado hacia la elaboración de nuevo conocimiento".

Si se observan los enfoques teóricos sobre la cognición desde Piaget hasta la sinergia entre maquina-mente en el procesamiento de información, se observan dos modelos de estructurara: el análisis y el uso de un sistema simbólico y el conexionismo. Para el primero, "la mente es un tipo especial de computador y el proceso cognitivo es manipulación interna de representaciones simbólicas." (Van Gelder, 1996:421). El modelo estructura el uso de sistemas simbólicos a reglas computacionales. "Un organismo o un ordenador almacena en su interior representaciones del mundo (símbolos) que manipula para construir nuevas representaciones." (Leahey & Harris, 1998:299). El modelo simbólico se estructura en la forma como se opera un computador, periféricos para entrada y salida de información. Leahey & Harris, expresan que todo tipo de representaciones deben hacer uso de símbolos para expresar conceptos. Los ordenadores procesan símbolos. El cerebro humano también procesa símbolos cuando lee o escribe; pero no todo el procesamiento de información se realiza a través de símbolos, la mente, también opera con representaciones no simbólicas.

En el modelo conexionista, cada neurona del cerebro se comporta como una unidad de procesamiento. Las representaciones mentales se originan al procesar información; en la memoria se procesa información en paralelo. "La memoria humana, parece estar organizada, no por direcciones, sino por contenido, como revelan fenómenos del tipo de agrupamiento por categorías, lo que la convierte en algo bastante diferente de la memoria informática tradicional." (Leahy & Harris, 1998:294). El planteamiento de cada uno de los enfoques simbólico y conexionismo, determina la cognición, como un proceso dado por: entrada de información, procesamiento y salida. La diferencia entre ambos planteamientos es la forma como se almacena y se procesa la información: en el simbólico se hace como representaciones simbólicas; mientras que el conexionismo, el procesamiento es de representaciones mentales (esquemas, diseños, imágenes, el uso del lenguaje, etc...).

Metacognición

La Metacognición es la capacidad que tiene toda persona para planificar los procesos que debe llevar a cabo en una situación, estos procesos hacen referencia a los pasos necesarios para su desarrollo y análisis, su aplicación y el proceso de evaluación, ante esto último, la capacidad debe permitir controlar el desarrollo de cada etapa y aplicar correctivos en su desarrollo si es necesario hacerlo. Macias (2002), establece que la capacidad del estudiante para responder interrogantes como: "¿Cómo se combinan procesos mentales para la resolución de tareas?, ¿En qué formas de representación mental actúan estos procesos?", ubicados dentro de la ciencia cognitiva, dan origen a la metacognición.

La metacognición es el conocimiento de los propios procesos cognitivos (flavell, 1978), sin embargo tanto Flavell como Brown, coinciden en 1983 que la metacognición implica el conocimiento de las propias cogniciones y la regulación (control) de la actividad mental (Flavell, Brown, 1983). Se puede observar que los autores enfocan éste planteamiento en la planificación que hace el sujeto antes de poder enfrentarse a una actividad, a la eficacia que observa en los primeros resultados y a la comprobación que haga de los procesos aplicados en pos de realizar una tarea específica. En la actualidad se observa que la metacognición se nombra y se mira desde un enfoque de procesos de aprendizaje, memoria, pensamiento, solución de problemas y toma de decisiones en investigaciones al interior del aula. Frente a estos tópicos la metacognición puede mirar las temáticas desde el ver, juzgar y predecir los procesos de desa-

rollo de actividades tendientes al logro de una tarea específica.

Ante lo anterior, se puede decir que la Metacognición es la cognición sobre cognición, es decir, el análisis que se hace sobre la manera como se aprende y se comprenden los procesos que se necesitan para la solución de un problema, es así que el uso de las estrategias metacognitivas, busca mejorar la comprensión de un problema y ubicarlo en su memoria de largo plazo, con el fin de poder aplicar la estrategia en problemas con iguales condiciones, en este contexto se llega a la recuperación de información y su aplicabilidad en actividades concretas al utilizar las estrategias adecuadas para cada situación de aprendizaje.

La metacognición en la solución de problemas

Si el estudiante puede analizar su propio aprendizaje, la metacognición en la resolución de problemas es la capacidad que tiene el sujeto de encontrar respuestas al problema que observa, frente a esto, las respuestas pueden ser o no ciertas, es así que si la respuesta es cierta, la estrategia perdurara y su uso se hará frecuente en problemas similares, mientras que si la respuesta no sirve, el estudiante debe poder crear nuevas estrategias de solución que satisfagan la solución del problema.

Los procesos metacognitivos en la solución de problemas cumplen una función autorreguladora Macias (2003), que permite al estudiante resolver problemas, donde el aprender a aprender va acompañado del análisis en la memoria de trabajo, el estudiante debe utilizar los conocimientos previos para entender el problema, la planificación de la estrategia a utilizar estructurado en su mente y representado en el papel, la aplicación de la estrategia, en el cual regula su uso, observa su proceso de desarrollo aplicando un procedimiento algorítmico o secuencial, para finalmente elaborar un análisis sobre los resultados, donde la evaluación le permitirá analizar las respuestas y verificar resultados, para afirmar el proceso o modificarlo.

Las estrategias metacognitivas que utiliza el estudiante, pueden ser diferentes o variar dependiendo el sujeto que se enfrenta a solucionar un problema, dos estudiante puede utilizar una solución secuencial, pero uno resolverlo en menos pasos que el otro, la manera como el estudiante representa la información le permite: "determinar las reglas y condiciones inicial y final del problema, generar estrategias de solución, identificar el estado de solución o determinar el punto en el cual se encuentra y evaluar la

acciones o estrategias realizadas en el proceso de solución". A partir de la evaluación se debe tomar una decisión con respecto a la estrategia utilizada hasta el momento.

Estrategias utilizadas en la resolución de problemas

"(Derry y Murphy, 1986), establecen que una estrategia es el conjunto de procedimientos que se instrumentan y se llevan a cabo para lograr un objetivo", cognitivamente se puede establecer como el conjunto de procesos mentales empleados por una estudiante al buscar resolver un problema de tal manera que pueda facilitar la adquisición de conocimiento. Para "(Weinstein y Mayer, 1986), las estrategias son todas las actividades y operaciones mentales", ante lo cual el estudiante en su proceso de aprendizaje, busca como objetivo codificar, aclarar, entender la información que da el problema.

En general, las estrategias de aprendizaje se establecen como "cualquier comportamiento, pensamiento, creencia o emoción que ayude a adquirir información e integrarla al conocimiento ya existente, así como a recuperar la información disponible (Weinstein, 1987; Weinstein, Husman y Dierking, 2000)".

Las estrategias de aprendizaje según, (Rinaudo y Donolo, 2000; Rinaudo y Vélez, 2000), se clasifican como procedimentales (procesos que el estudiante realiza para buscar: que haría, como lo haría y que esperaría obtener en el momento de resolver el problema); intencionales (el estudiante direcciona la estrategia para buscar un fin). Las estrategias procedimentales se asocian en matemática al proceso algorítmico que el estudiante puede aplicar en forma secuencial al resolver un problema. Los procedimientos en matemática están asociados, a una secuencia de procesos que aplica el estudiante, como solucionar de un problema, con el fin de encontrar la solución a un problema, dependiendo el estudiante, el proceso se puede dar en menos o mas pasos. Las estrategias intencionales, están direccionadas a la búsqueda de una solución, sin embargo la forma como el estudiante aplique la estrategia, lo puede llevar a realizar análisis por submetas, donde la solución se da al resolver el problema por partes, de tal manera que al unir sus resultados se puede llegar a la respuesta final.

La estrategia busca aplicar procesos cognitivos y metacognitivos que le ayudan al estudiante a entender el problema, ha aplicar los conocimientos necesarios para resolver los problemas y ha buscar el mejor procedimiento posible para su solución, los conocimientos previos, la memoria a largo plazo y

la memoria de trabajo serán las herramientas cognitivas y metacognitivas que el estudiante utilice para solucionar un problema.

Estrategias cognitivas y metacognitivas

Según la clase de estudiante que se enfrenta a resolver un problema, son variadas las estrategias que se llevan a cabo para buscar la solución a un problema, se observan entre ellas las de repaso, elaboración, organización y de pensamiento crítico, nombradas por Pintrich como estrategias cognitivas y las estrategias de planeación, control y regulación como metacognitivas.

1. Estrategias cognitivas. Entre las estrategias cognitivas, Pintrich et al. (1991) y Pintrich y García (1993) distinguen estrategias de repaso, elaboración, organización y pensamiento crítico.

Repaso: La memoria a largo plazo guarda gran cantidad de información, en esta estrategia el estudiante busca la manera para recordar, proceso que se puede llevar a cabo, si se hace una lectura breve de un tema, si se observa la manera como se ha resuelto un problema, si se hace repetición constante de un planteamiento con el fin de afianzar un proceso.

Elaboración: En esta estrategia, el estudiante utiliza el conocimiento previo que tiene en su memoria de largo plazo y la cruza con nueva información, buscando afianzar su contexto o cambiarlo, si la nueva información le sirve mas que la previa, al realizar esto la información se transforma y se utiliza en la memoria de trabajo.

Organización: Estas estrategias conducen al estudiante a procesar más a fondo los materiales de estudio, "permitiendo construir conexiones internas entre las piezas de información ofrecidas en el material de aprendizaje (Pintrich et al., 1991; Pintrich y García, 1993; Weinstein, Husman y Dierking, 2000)".

Pensamiento crítico: En ésta estrategia, el estudiante intenta pensar de un modo más "profundo, reflexivo y crítico sobre el material de estudio (Pintrich y García, 1993)". Se observa cuando el estudiante entrega los procesos desarrollados en la solución de un problema.

2. Estrategias metacognitivas. En cuanto a las estrategias metacognitivas, Pintrich, P., D. Smith, T. García y W. McKeachie (1991) sugieren que hay tres procesos generales: el planeamiento, el control y la regulación.

Planeación: Esta estrategia permite al estudiante organizar y comprender más fácilmente un material

de estudio, un planteamiento de un problema. Se centra en observar la forma como el estudiante establece el procedimiento de trabajo para resolver el problema.

Control: Esta estrategia se observa, cuando se evalúa la atención y cuestionamiento que el estudiante realiza en la solución de un problema, este procedimiento se mide al observar cuantas veces el estudiante hace uso de retroalimentación para determinar el mejor proceso para solucionar el problema.

Regulación: El estudiante hace ajustes continuos de los procesos cognitivos que realiza al solucionar un problema, se observa cuando al hacer entrega de procesos en la solución de problemas, hay cambios en su estructura, el estudiante debe entregar todo lo que realiza sin realizar borrado o tachado de algún procedimiento hecho.

(Pintrich et al., 1991; Pintrich y García, 1993), establecen en las estrategias metacognitivas la regulación del esfuerzo, la cual alude a la habilidad del estudiante para persistir en las tareas a pesar de las distracciones o falta de interés; tal habilidad es de importancia para el éxito académico en la medida que implica compromiso con las actividades y tareas propuestas.

Estrategias generales en resolución de problemas

Estas estrategias son aquellos procesos de pensamiento que pueden usarse efectivamente para procesar información al margen del contenido o dominio de conocimiento específico de un problema, entre ellas se enunciaran las determinadas por Lisette Poggioli (2001):

- 1 Identificar problema.
- 2 Abstractar la información del problema.
- 3 Identificar la pregunta.
- 4 Definir variables.
- 5 Formalizar las situaciones. (ecuaciones)
- 6 Plantear alternativas de solución.
- 7 Aplicar una de las alternativas.
- 8 Evaluar la solución.

Adicional a éstas estrategias generales, George Polya (1995), en su obra "How to solve it" (1954), plantea un análisis sistemático en etapas para resolver problemas, en el escrito introduce el término "heurística" para describir el arte de la resolución de problemas, concepto que desarrolla luego en "Matemática y razonamiento plausible" (1957) y "Mathematical Discovery" (1981). La conceptualización de Polya (1954) sobre la matemática como una actividad se eviden-

cia en la siguiente cita: "Si el aprendizaje de la matemática tiene algo que ver con el descubrimiento en matemática, a los estudiantes se les debe brindar alguna oportunidad de resolver problemas en los que primero imaginen y luego prueben alguna cuestión matemática adecuada a su nivel." Polya propone tres estrategias para resolver problemas matemáticos: "los métodos heurísticos, los algoritmos y los procesos de pensamiento divergente".

Resolución de problemas

La Resolución de Problemas es considerada en la actualidad la parte más esencial de la educación matemática. Mediante la Resolución de Problemas, los estudiantes experimentan la potencia y utilidad de las Matemáticas en el mundo que les rodea.

¿Qué es la Resolución de Problemas?

Según Dijkstra (1991), la Resolución de Problemas es un proceso cognoscitivo complejo que involucra conocimiento almacenado en la memoria a corto y a largo plazo.

La Resolución de Problemas consiste en un conjunto de actividades mentales y conductuales, a la vez que implica también factores de naturaleza cognoscitiva, afectiva y motivacional. Por ejemplo, si en un problema dado debemos transformar mentalmente metros en centímetros, esta actividad sería de tipo cognoscitivo. Si se nos pregunta cuán seguros estamos de que nuestra solución al problema sea correcta, tal actividad sería de tipo metacognitivo, mientras que resolver el problema, con papel y lápiz, siguiendo un algoritmo hasta alcanzar su solución, podría servir para ilustrar una actividad de tipo estratégico.

El Informe Cockroff (1998) señala "La enseñanza de las Matemáticas debe considerar la Resolución de Problemas, como un factor primordial en todo contexto y mas aún incluyendo la aplicación de diferentes áreas entrelazadas con situaciones de la vida diaria. Es de vital importancia incorporar los procesos en resolución de problemas, como factores que afectan no solo a la educación, sino que se debe fundamentar las estrategias que necesita el estudiante en ella, para que la aplique en el contexto diario.

El NATIONAL COUNCIL OF TEACHERS OF MATHEMATICS (1995) de Estados Unidos, declaraba "el objetivo fundamental de la enseñanza de las Matemáticas no debería ser otro que el de la Resolución de Problemas". Es así que en la actualidad el tema aún es controversial en la ciencia y mirar los procesos de solución de problemas, dentro de ámbitos cognitivos y metacognitivos es fundamental para comprender como actúa el estudiante frente a las situaciones

académicas en éste tópic.

En el libro de Hofstadter (1992), se cita "las capacidades básicas de la inteligencia se favorecen desde las Matemáticas a partir de la Resolución de Problemas, siempre y cuando éstos no sean vistos como situaciones que requieran una respuesta única (conocida previamente por el profesor que encamina hacia ella), sino como un proceso en el que el estudiante estima, hace conjeturas y sugiere explicaciones". Las estrategias que utilizan los estudiantes en la resolución de problemas, dan viabilidad para conocer que hace el estudiante para enfrentarse a los problemas académicos, y la investigación busca tener ésta mirada, en la cual la estrategia es la clave, sea que se llegue a la solución o sea que no se haga.

Según Stanic y Kilpatrick (1988), El termino "resolución de problemas" se ha convertido en un slogan que acompañó diferentes concepciones sobre qué es la educación, qué es la escuela, qué es la matemática y por qué debemos enseñar matemática en general y resolución de problemas en particular." Los autores hacen un esquema sobre Resolución de Problemas sobre tres significados:

Primer significado: resolver problemas como contexto.

Los autores plantear que resolver problemas, es funcional en el currículo si se utiliza su proceso de desarrollo en beneficio de otros objetivo, para esto enmarcan su proceso en cinco roles: Como justificación para enseñar matemática, como motivador para ciertos temas, como recreación, como medio para desarrollar nuevas habilidades, como práctica.

Se puede observar que en la utilización de los roles los problemas son usados como medios. Esto es, la resolución de problemas no es vista como una meta en sí misma, sino como facilitador del logro de otros objetivos y tiene una interpretación mínima: resolver las tareas que han sido propuestas.

Segundo significado: resolver problemas como habilidad.

Al respecto los autores muestran la Resolución de Problemas como una habilidad, las concepciones pedagógicas y epistemológicas se direccionan a las técnicas de resolución de problemas enseñados como un *contenido*, con problemas de práctica relacionados, para que las técnicas puedan ser dominadas.

Tercer significado: resolver problemas es "hacer matemática".

Hay un punto de vista particularmente matemático

acerca del rol que los problemas juegan en la vida académica y ésta consiste en creer que el trabajo de la matemática realmente consiste en problemas y soluciones.

Santaló (1985), gran matemático español y además muy interesado en su didáctica, señala: "enseñar matemáticas debe ser equivalente a enseñar a resolver Problemas. Estudiar matemáticas no debe ser otra cosa que pensar en la solución de Problemas".

M. de Guzmán (1984) comenta: "lo que sobre todo deberíamos proporcionar a nuestros estudiantes a través de las matemáticas es la posibilidad de hacerse con hábitos de pensamiento adecuados para la Resolución de Problemas matemáticos y no matemáticos. ¿De qué les puede servir hacer un hueco en su mente en que quepan unos cuantos teoremas y propiedades relativas a entes con poco significado si luego van a dejarlos allí herméticamente emparedados? A la Resolución de Problemas se le ha llamado, con razón, el corazón de las matemáticas, pues ahí es donde se puede adquirir el verdadero sabor que ha traído y trae a los matemáticos de todas las épocas. Del enfrentamiento con Problemas adecuados es de donde pueden resultar motivaciones, actitudes, hábitos, ideas para el desarrollo de herramientas, en una palabra, la vida propia de las matemáticas".

En una conferencia pronunciada en 1968 George Polya decía: "Está bien justificado que todos los textos de matemáticas, contengan problemas. Los problemas pueden incluso considerarse como la parte más esencial de la educación matemática".

Para Woods (1997, 2001, 2002) la resolución de problemas implica: estar conscientes del proceso utilizado para resolverlo, monitorear y reflexionar sobre el proceso utilizado, saber identificar patrones para decidir con rapidez si la situación es un problema o un ejercicio, aplicar diversas tácticas y heurísticas, poner el énfasis en la precisión de la solución no en la velocidad con la que se resuelve, analizar los datos creando gráficas y diagramas que permitan comprender mejor el problema, ser organizado y sistemático durante el proceso de resolución, ser flexible (dejar abiertas las opciones, analizar la situación desde diferentes perspectivas y puntos de vista), recordar los conocimientos involucrados y determinar su calidad, exactitud y pertinencia así como la de los datos disponibles, estar dispuesto a trabajar con información ambigua, aceptando el cambio y la angustia, estar dispuesto a reunir información para definir adecuadamente el problema (no a pensar que resolver un problema es hacer "algo" sin importar su pertinencia), tener un acercamiento que utilice principios básicos y no tratar de memorizar soluciones simples para después combinarlas.

Los diferentes planteamientos que se hacen sobre resolución de problemas, muestra la importancia que ellos han tenido en las últimas décadas, no se puede hacer un contexto general de cada una de las opiniones que se tienen en los diferentes ámbitos educativos, pero lo anterior muestra que no es indiferente el concepto de resolución de problemas.

Entre los objetivos fundamentales de las instituciones educativas, desde el nivel de preescolar hasta el universitario, está el de impartir conocimientos y desarrollar habilidades de diferente naturaleza que permitan a los estudiantes adquirir herramientas didácticas para aprender mejor lo impartido en el aula, siendo una de las más importantes, la capacidad para resolver Problemas.

“Las actividades realizadas por los individuos cuando resuelven Problemas, pueden analizarse en función de las estrategias cognoscitivas involucradas en el proceso de Resolución de Problemas, especialmente a partir del surgimiento del enfoque de procesamiento de información”. Resolver problemas bien, depende de las estrategias que el estudiante use en su solución, al procesar información, el estudiante hace uso de las estrategias cognitivas y metacognitivas y fundamenta el desarrollo de todo problema bajo el supuesto de estar realizando una buena estrategia, aunque al final dependiendo del resultado obtenido tenga que utilizar otra estrategia si el resultado no es el esperado.

Pedagogía de la pregunta

La pregunta es usada de manera cotidiana por sujetos que aprenden y por los docentes que apoyan el proceso. ¿Cuál es la función de la pregunta en el aprendizaje? Esta pregunta se puede descomponer en otras dos: ¿Qué es una pregunta? ¿En qué consisten los procesos de aprendizaje?

En sentido general, una pregunta es el planteamiento de una incertidumbre, de una duda, del requerimiento de información. En la investigación se busca que las preguntas de corte cognitivo y metacognitivo influyan en el estudiante en la **reflexión** de las temáticas que se estén tratando antes de formular la pregunta, es así que se espera que genere la necesidad de hallar información, conocimiento, encontrar algún estado de certeza. Su forma lingüística se caracteriza por el uso de las palabras interrogativas: qué, cómo, por qué, para qué... En lo más estrecho se encuentran las preguntas cerradas en las cuales existen posibles respuestas bien definidas. Ejemplos de preguntas cerradas son aquellas que se pueden responder con sí o no, falso o verdadero.

Montenegro en su tesis establece la cognición como el procesamiento de representaciones mentales orientado hacia la elaboración de nuevo conocimiento y la metacognición como una dimensión especial de la cognición mediante la cual, el sujeto aprende, controla y regula su propio proceso. Dado que la relación pedagógica busca dirigir los procesos de aprendizaje, en los cuales se manifiestan una dimensión cognitiva y otra metacognitiva; surge la posibilidad de plantearse preguntas para activar cada una de ellas.

Preguntas cognitivas

Las preguntas de orden cognitivo tienen como meta la comprensión del dominio de conocimiento referido a un campo determinado de la realidad. Estas preguntas inducen a la recordación, al análisis, a la síntesis a la comparación y a la generalización. Estas categorías se pueden resumir en una sola, la comprensión.

Dado que el conocimiento es representación de la realidad, la comprensión ocurre cuando se genera una mejor representación de aquello que se conoce. La mejor representación se caracteriza por la incorporación de nuevos elementos y nuevas relaciones en la estructura cognitiva existente. El papel de la pregunta cognitiva es inducir ese proceso para que ocurra la reestructuración, de manera tal que la, nueva estructura cognitiva sea más coherente, completa y estable que la anterior.

Las preguntas cognitivas son de los tipos: ¿Cómo es...? ¿Qué ocurrió...? ¿Cómo ocurrió...? ¿Qué sucedió antes...? ¿Qué sucedió después...? ¿Por qué? ¿Cuál es la explicación de...? ¿En qué se parece...? ¿En qué se diferencia...? ¿Qué pasaría si...? ¿Qué relación existe...? ¿Cuál es la conclusión...? ¿Cómo representar...? ¿Qué factores intervienen para que ocurra...? ¿Cómo demostrar que...? ¿Qué aplicación práctica puede existir para...? ¿Qué preguntas surgen de...? ¿Cómo resolver la contradicción entre...?

También son preguntas cognitivas aquellas proposiciones enunciadas en forma interrogativa para afirmar de ellas que son falsas o verdaderas o para contestar sí o no. Por ejemplo, ¿las algas son organismos autótrofos?, estas serán activadas en diferentes partes del módulo Función Cuadrática del software que sirve de herramienta para la tesis, se pueden hacer en cualquier parte de la temática tratada, no se fundamenta que existen partes importantes dentro de la Función Cuadrática, sino que todo el tema es fundamental en el proceso de resolver problemas aplicados en Administración, Redes y Logística.

Preguntas metacognitivas

Las preguntas de orden metacognitivo son recursos que contribuyen al control del proceso de aprendizaje para optimizarlo. Éstas activan los procesos de planeación de objetivos, de procedimientos, la evaluación de los mismos y en general, la regulación del proceso de aprendizaje por parte del mismo sujeto que aprende.

De acuerdo con el modelo de metacognición propuesto por Nelson & Narens (1990), entre los niveles objeto y meta existen dos flujos de información: monitoreo y control. El monitoreo es un flujo que va desde el nivel objeto al nivel meta, el control va en sentido contrario. Los autores también definen los juicios de metamemoria como valoraciones que el sujeto realiza sobre el estado de su proceso cognitivo para regularlo. Interpretando su modelo, estos juicios ocurren en el nivel meta; es decir, toman como materia prima la información obtenida del monitoreo, analizan esta información y producen una información de salida mediante la cual se ejerce el control. De acuerdo con esta dinámica, las preguntas metacognitivas actúan como inductoras de juicios de metamemoria; facilitando la generación de tales juicios.

Durante el proceso cognitivo, el estudiante realiza juicios sobre sus respuestas, sobre el grado de acercamiento al objetivo, sobre la facilidad o dificultad del aprendizaje, y sobre las condiciones internas que regulan el proceso. Por esta razón, tales juicios se pueden tipificar en estas categorías: Mediante los juicios sobre respuestas previas el estudiante valora qué tan acertado puede estar antes de responder a una pregunta cognitiva, o antes de realizar una tarea específica. Los juicios sobre el grado de acercamiento al objetivo permiten identificar qué tan lejos o tan cerca se encuentra el estudiante, ante el logro de un objetivo, en un momento determinado dentro del proceso de aprendizaje. Los juicios sobre el nivel de facilidad o dificultad permiten valorar qué tan fácil o qué tan difícil es realizar una determinada tarea como resolver un problema. Los juicios sobre los estados internos del sujeto constituyen estimativos de cómo se encuentran los niveles de satisfacción, de confianza, de seguridad y de motivación en determinada etapa del proceso cognitivo.

Dado que las preguntas metacognitivas inducen juicios de metamemoria, se pueden definir prototipos como los siguientes: ¿Qué tan acertada es su respuesta? ¿Ha elegido la ruta acertada? ¿Qué tan fácil es resolverlo? ¿Cuántos intentos empleará? ¿Cuántos intentos lleva? ¿Qué tan difícil es? ¿Qué tan cerca se

encuentra del objetivo? ¿Alcanzó el objetivo? ¿Cuánto tiempo empleará? ¿Está seguro de estar aprendiendo? ¿Se siente satisfecho con los logros?

V. Diseño metodológico

El objeto central de la investigación está centrado en el estudio de la incidencia que tienen las preguntas cognitivas y metacognitivas en la resolución de problemas en matemática. Se utilizará un modelo estadístico (varianzas, medias) y se complementará con un análisis cualitativo, en el cual se persigue caracterizar el tipo de estrategias que el estudiante usa en la solución de problemas al navegar por cada uno de los software que activan las preguntas cognitivas y metacognitivas.

Para lograr lo anterior, se determinó la variable dependiente como el aprendizaje logrado: comprensión de conceptos y capacidad para solucionar problemas. Mientras que la variable independiente será establecida por los dos software que activan preguntas de tipo cognitivo y metacognitivo en forma independiente. El diseño de las preguntas cognitivas se hacen sobre el dominio de conocimiento de la F.C. Las preguntas de corte metacognitivo buscan que el estudiante reflexione sobre el grado de dificultad de los contenidos propuestos en el tema F.C.

Diseño de Grupos

La investigación se desarrollará en la Universidad Minuto de Dios "UNIMINUTO" en su sede principal de Bogotá, y la muestra por grupo consta de por lo menos 20 estudiantes de primer semestre, la investigación trabajará con los dos primeros grupos, mientras que el tercero será el valor agregado de la investigación, el primer grupo trabajará el software que activa las preguntas cognitivas, el segundo grupo trabajará con el software que activa las preguntas metacognitivas y al tercer grupo se le aplicará un software que activa los dos tipos de preguntas como indica la tabla 1.

GRUPO G	SOFTWARE
1	Con preguntas cognitivas
2	Con preguntas metacognitivas
3	Con preguntas MIXTAS

Tabla 1, distribución de las preguntas en los software

Cada grupo interactuara durante tres sesiones:

1. En primera instancia para conocer el estado inicial de cada estudiante, se hará una prueba de conocimiento básico en el cual el software establecerá 15

preguntas y dependiendo de las respuestas le indicara al investigador en que estado % de conocimiento se encuentra cada uno de los estudiantes

2. En segunda instancia cada estudiante navegara por el tema de FUNCIÓN CUADRÁTICA, el cual consta de teoría, ejercicios y problemas que se solucionan aplicando la conceptualización del tema función cuadrática y contestara las preguntas cognitivas y metacognitivas que se activaran, con ésta información se trabajara la variable dependiente comprensión conceptual y se trabajara la relación entre éstas respuestas y el pretest que se aplica en la primera instancia.

3. En última instancia se realiza la aplicación de uno o dos problemas para que el estudiante lo solucione utilizando los conceptos trabajados en segunda instancia, con éste proceso se trabajara la variable capacidad para resolver problema.

El diseño experimental estará determinado por los tres momentos: O1,2, 3 (pretest) y O4, 5, 6 (aplicación de cada software) y O7,8,9 (Planteamiento de problemas a resolver), ver tabla 2.

GRUPO	MOMENTO 1	MOMENTO 2	MOMENTO 3
1	O ₁	O ₄	O ₇
2	O ₂	O ₅	O ₈
3	O ₃	O ₆	O ₉

Tabla 2: Momentos de experimentación con los grupos

Estadísticamente se trabajara el análisis factorial de varianza el cual tiene por objeto, analizar la comprensión conceptual y la capacidad en la resolución de problemas en el tema Función Cuadrática.

De los 2 grupos de análisis para la investigación, se espera que los resultados en comprensión conceptual y en Capacidad para resolver problemas guarden diferencias significativas, es decir que las estrategias que se den en la resolución de problemas, sean diferentes en los grupos que trabajan con los software que activan las diferentes preguntas cognitivas y metacognitivas en cada grupo así:

G1 [¿] **G2**, Y verificar si: $O_4 < O_5$ y $O_7 < O_8$ ó $O_4 > O_5$ y $O_7 > O_8$

Teniendo como parámetro el software que activa preguntas cognitivas y metacognitivas como variables independientes y la determinación de comprensión de conceptos y capacidad para solucionar problemas como las variables dependientes se es-

table el grafico 8, en él se observa que el software al activar la cognición y la metacognición, utiliza preguntas y que ambas preguntas generan un juicio metacognitivo representado en la memoria y el cual genera las estrategias que él utiliza para la resolución de problemas.

Comprensión conceptual

Atendiendo al proceso ontológico para medir el grado de comprensión conceptual se medirá por:

1. Amplitud: Corresponde al numero de descriptores directos que se asignan a un concepto.
2. Profundidad: Al ubicarse en cualquiera de los nodos, el estudiante hace un recorrido utilizando la categoría distancia, subclases o ejemplos.. Véase anexo.

En el tema F.C, las preguntas estarán asociadas a los nodos de la ontología, cada software activara preguntas (cognitivas, metacognitivas y combinadas (mixtas)) y se establece que la comprensión del concepto esta asociado con el nodo o la pagina del hipertexto donde se encuentre el estudiante al activarse la pregunta., en la investigación sobre la F.C, si el estudiante se encuentra al comienzo del tema, las preguntas serán básicas y si el estudiante se ubica mas adelante, la pregunta deberá tener en cuenta todo el tema trabajado hasta el momento, es decir, las preguntas serán construidas de menor a mayor complejidades. Las preguntas cognitivas y metacognitivas se pueden referir a definiciones, contenidos, explicaciones a los procesos llevados en los ejercicios y problemas. La comprensión de un concepto da cuenta del sistema de representación que el estudiante utilice. Así los indicadores que se tendrán en cuenta para medir la comprensión de conceptos están relacionados con los resultados del pretest, y de las respuestas que de el estudiante a los activadores cognitivos y metacognitivos.

Resultados y Conclusiones

Caracterización de las estrategias que el estudiante aplica en la resolución de problemas matemáticos.

La metodología utilizada en la caracterización de estrategias se baso en la información suministrada por el estudiante en los instrumentos 2 y 3 de recolección de información (ver Anexo1).

En el instrumento 2, el estudiante tenía que describir el proceso que llevaría a cabo para resolver un problema planteado sin llegar a dar solución del mismo, mientras que en el instrumento 3, el estudiante tenía

que dar solución al problema, cada instrumento se entregaba por separado.

La tabla 49 (Ver Anexo 11), hace referencia a la información relacionada en los instrumentos 2 y 3 (Ver Anexo1) y que contiene:

En la primera columna se encuentran las muestras de los G1 y G2 que dispararon preguntas en el software.

En la columna dos se transcribieron las estrategias descritas por los estudiantes en el instrumento 2 (Ver anexo1).

En la columna tres se caracterizaron las estrategias descritas por los estudiantes en la columna 2, se utilizó como referente la teoría sobre estrategias cognitivas de repaso, elaboración, organización y pensamiento crítico, descritas por Pintrich et al. (1991) y Pintrich y García (1993)¹, las estrategias metacognitivas de planeación, control y regulación, descritas por Pintrich, P., D. Smith, T. García y W. McKeachie (1991)² y las estrategias planteadas por George Polya para resolver problemas matemáticos: "los métodos heurísticos, los algoritmos y los procesos de pensamiento divergente"³.

La tercera columna hace referencia a la utilización de la estrategia en la solución del problema Instrumento 3 (Ver Anexo1).

Para describir el porcentaje y los eventos utilizados, descrito en la cuarta y quinta columna, se tomó como base la solución del problema planteado en el instrumento 3 (Ver anexo1), cuya solución se describió en 6 eventos así:

Representación gráfica.

Determinación de variables.

Representación algebraica del problema, usando las fórmulas de área y perímetro de un rectángulo.

Relación entre variables para representar las fórmulas en función de una de ellas.

Aplicación de los criterios de maximización por medio de la ecuación del vértice.

Análisis y Conclusión del problema.

Respecto al proceso de solución del problema, se ha establecido que a mayor cantidad de eventos que el estudiante utilice en la solución del problema del Instrumento 3 (Ver anexo1), las estrategias son más finas, en la solución del problema el estudiante hace uso entre 3 y 5 eventos para resolverlo y plantear una solución al mismo.

Software que activa Preguntas Cognitivas

La tabla 49-A, describe la caracterización de las estrategias utilizadas por los estudiantes que utilizaron el software que disparaba preguntas cognitivas, en la descripción se indica la manera como se pudo caracterizar la estrategia del instrumento 2, tomando como referente Pintrich et al. (1991) y Pintrich y García (1993)⁴ y George Polya⁵ páginas 56 y 80 de esta tesis, la tercera columna muestra el porcentaje de estudiantes que describieron la estrategia en la solución del problema (Instrumento 3).

Tabla 49-A: Caracterización de estrategias utilizadas para la solución de problemas matemáticos.

ESTRATEGIA	DESCRIPCIÓN	APLICO
1. Elaboración	Se evidencia, cuando el estudiante explica el problema con sus propias palabras, es decir, utiliza el conocimiento previo que tiene sobre geometría y funciones matemáticas y la cruza con la información del problema. Ejemplo: Estrategia propuesta por el Estudiante 1: "Si entendemos que el área del rectángulo es lado por lado, tomo la tela y mido 20m, me tiene que quedar 20metros, los 20m sobrantes le añado a los lados que me falta (ya que un rectángulo tiene un lado más largo que el otro) pues el lado corto que me falta le añado un pedazo de tela igual al del otro extremo, así solo me falta un lado y pues como me sobra un pedazo de tela cubro el pedazo largo sobrante".	40%

1. Pintrich, P. y García, T. (1993). Intraindividual differences in students' motivation and selfregulated learning. German Journal of Educational Psychology, 7 (3), 99-107.

2. Pintrich, P., D. Smith, T. García y W. McKeachie (1991). A manual for the use of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ). National Center for Research to Improve Postsecondary Teaching and Learning. University of Michigan.

3. Op. Cit. LISETTE POGGIOLI. Serie Enseñando a Aprender, Estrategias de Resolución de Problemas. En: <http://www.fpolar.org.ve/poggioli/poggio1ref.htm>; <http://fpolar.org.ve/poggioli/poggio2ref.htm> p.1 (Chi y Glaser, 1983).

4. Pintrich, P. y García, T. (1993). Intraindividual differences in students' motivation and selfregulated learning. German Journal of Educational Psychology, 7 (3), 99-107.

5. Op. Cit. LISETTE POGGIOLI. Serie Enseñando a Aprender, Estrategias de Resolución de Problemas. En: <http://www.fpolar.org.ve/poggioli/poggio1ref.htm>; <http://fpolar.org.ve/poggioli/poggio2ref.htm> p.1 (Chi y Glaser, 1983).

2. Pensamiento crítico	Se observo que el estudiante profundiza y reflexiona sobre lo que tiene que realizar, reflexiona y describe como ve el problema. Ejemplo: Estrategia descrita por el Estudiante 4: "1. Buscaría las posibles situaciones o casos en los cuales puedo utilizar la cantidad de tela metálica que tengo para obtener la mayor área. 2. Elaboraría algunos rectángulos, colocando varias medidas tanto en la base como en la altura utilizando en todas los 40 m. de la tela metálica. 3. Analizaría cual de los rectángulos que elabore me da como resultado la mayor área. 4. Conclusión: Entre el rectángulo tienda a tener las medidas de cada uno de sus lados mas iguales y tienda a volverse cuadrado, el área de cubrimiento de la tela será mayor".	10%
3. Heurística	El estudiante realizo un análisis de la semántica y se evidencia en la comprensión del lenguaje matemático que se utiliza en problema. Ejemplo: Estrategia descrita por el estudiante 11: "Tener en cuenta: - Un rectángulo es un cuadrilátero que posee un par de lados iguales y obviamente el par restante también es congruente, y un par es mas largo que el otro. - para hallar las dimensiones del rectángulo, debemos saber que la suma de todos sus lados (perímetro) debe ser de 40m. - designar valores al rectángulo para que su perímetro sea de 40m, teniendo en cuenta lo dicho anteriormente. - sabemos que hay varios valores para llegar a la respuesta. - para obtener la mayor área que se puede cercar es mirar las opciones a los que se puede llegar, que la base y la altura sean los números mas cercanos".	60%
4. Planeación	Se observo que el estudiante organizo la temática del problema, y describe los procesos que debe llevar a cabo para resolver el problema planteado. La estrategia descrita por el Estudiante 3: "Dibujamos el rectángulo para tener una representación grafica del problema. Comenzamos a plantear del rectángulo (BxH) base por altura. También tendremos que buscar el perímetro del rectángulo (B + H) base + altura. Tendremos que despejar esos postulados anteriores para hallar los valores necesarios. Ya con esto resultados determinaremos las dimensiones y el área del mayor jardín para llegar a la respuesta y sabremos cuanto podemos cercar con 40 metros de tela".	5%

De la tabla 49, Se observo adicionalmente:

El 5% de los estudiantes utilizan a la vez estrategias de planeación y elaboración, esto lo evidencio uno de los 20 estudiantes al explicar la manera como abordaría el problema y la manera como lo ve él con sus propias palabras.

El 10 % de los estudiantes utilizan a la vez estrategias de elaboración y heurística, esto se evidencia cuando dos estudiantes explican la terminología matemática utilizada, hace uso de formulas y explican el problema con sus palabras.

El 25% de los estudiantes resuelven bien el problema, es decir 5 de los 20 estudiantes llegan a la respuesta esperada en el problema planteado.

En la última columna de la tabla 49, se ha colocado los eventos que utilizaron los estudiantes en la solución del problema, aunque se había establecido que la solución del problema se hacia en 6 eventos, los grupos unificaron en un solo evento la representación grafica y la determinación de las variables a utilizar, se determino que a mayor cantidad de eventos utilizados en la solución del problema (estrategia fina), la estrategia adquiría mas solidez en su planteamiento, esto se observa en los dos grupos G1 y G2, donde los estudiantes que llegaron a resolver el problema hacen uso de 5 eventos en la solución del problema, siendo 5 la mayor cantidad de eventos utilizados por los estudiantes en los dos grupos. En el primer grupo, tres fue la menor cantidad de eventos utilizados en la solución del problema, aunque el resto del grupo no llego a resolver el problema en forma satisfactoria, si hicieron uso de eventos acordes al problema planteado y por esto, se determina el porcentaje de solución en la tabla 49 en la penúltima columna, donde si el estudiante resuelve el problema en un 30%, es por que algunos de los eventos planteados estaban bien direccionados y la no consecución del problema era por algún otro evento mal planteado.

Software que activa Preguntas Metacognitivas

La tabla 50, describe la caracterización de las estrategias utilizadas por los estudiantes que utilizaron el software que disparaba preguntas metacognitivas, en la descripción se indica la manera como se pudo caracterizar la estrategia del instrumento 2, tomando como referente Pintrich et al. (1991) y Pintrich y García (1993)⁶, las estrategias metacognitivas de planeación, control y regulación, descritas por Pintrich, P., D.

6. Pintrich, P. y García, T. (1993). Intraindividual differences in students' motivation and selfregulated learning. German Journal of Educational Psychology, 7 (3), 99-107.

7. Pintrich, P., D. Smith, T. García y W. McKeachie (1991). A manual for the use of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ). National Center for Research to Improve Postsecondary Teaching and Learning. University of Michigan.

Smith, T. García y W. McKeachie (1991)⁷ y las estrategias planteadas por George Polya para resolver problemas matemáticos: “los métodos heurísticos, los algoritmos y los procesos de pensamiento divergente”⁸. Páginas 56-57 y 80 de ésta tesis, en la tercera columna muestra el porcentaje de uso de la estrategia en la solución del problema (Instrumento 3).

ESTRATEGIA	DESCRIPCIÓN	APLICO
1. Planeación	Se observo que el estudiante organizo la temática del problema, y describe los procesos que debe llevar a cabo para resolver el problema planteado. La estrategia descrita por el Estudiante 11: “ Primero haría una grafica en la cual se vea un rectángulo y en el cual elijo que su base es el doble que su altura, luego voy multiplicando la base y la altura, y luego empiezo a despejar las incógnitas para probar la medida, luego si hallo el área mayor”.	80%
2. Elaboración	Se evidencia, cuando el estudiante explica el problema con sus propias palabras, que el estudiante utiliza el conocimiento previo que tiene sobre geometría y funciones matemáticas y la cruza con la información del problema. La estrategia propuesta por el Estudiante 1. “ primero dibujo un rectángulo que se pueda dividir en dos partes iguales, es decir en dos cuadrados. El perímetro de esa división queda repartida en seis segmentos iguales que son los lados de los dos cuadrados que se encuentran. Entonces los 40 metros se dividen entre 6 para obtener la medida de un lado (llamado “a” en la figura). El área del rectángulo se obtiene multiplicando axb , donde el valor de $b = 2a$, lado mayor y lado menor. El perímetro es igual: $2a + 2b$, es decir la suma de los seis lados que se realizaron para este ejercicio. $P = 2a + 2b = 2a + 2(2a) = 6a$ ”.	25%
3. Pensamiento crítico	Se observo que el estudiante profundiza y reflexiona sobre lo que tiene que realizar, reflexiona y describe como ve el problema. La estrategia descrita por el Estudiante 13: “Análisis del problema: Primero observo las dimensiones en las cuales se puede cercar el jardín con los 40 m. Al cercar todo el jardín es saber el perímetro que es igual a 40 m, y el área del jardín es igual a: Área= l.a, despejamos l en la ecuación del perímetro y lo reemplazamos en el área quedando una ecuación cuadrática”.	25%
4. Heurística	El estudiante realizo un análisis de la semántica y se evidencia en la comprensión del lenguaje matemático que se utiliza en problema. La estrategia descrita por el estudiante 8: “1. Dibujar el rectángulo de tal forma que el lado (a) sea dos veces mayor que el lado (b). 2. Sabiendo que $a = 2b$, utilizo la formula para hallar el perímetro ($p = 2(a+b)$). 3. Empiezo a reemplazar la formula, sabiendo que el perímetro son los 40 m. de tela que me dan para cercar el jardín, luego se despeja la formula. 4. Como ya sabemos que el $a=2b$, se reemplaza el valor de a en la formula del perímetro y se despeja b. 5. Se hacen las operaciones y se obtiene el valor de (b). 6. Conociendo el valor de (b) se utiliza nuevamente la formula del perímetro y reemplazamos b y despejamos de la formula (a). 7. Conociendo el valor de (a) y (b), se halla el área del rectángulo por medio de la formula ($A = b.h$)”	35%

5. Regulación	El estudiante hace ajustes continuos de los procesos cognitivas que realiza al solucionar un problema, se observa cuando al hacer entrega de procesos en la solución de problemas, hay cambios en su estructura. La estrategia descrita por el estudiante 9: “ Primero debo hallar la forma en que mas pueda aprovechar la tela metálica., sin desperdiciar y abarcando lo mayor posible. Por lo tanto analizando lo realizaría buscando las medidas del rectángulo en donde comenzaría a descartar medidas que no me aproveche un área del 100% +/- . Para buscar esta forma tomaría una tabla en donde haría una conversión de valore que me indiquen los valores de cada lado que me aproximen +/- a un cuadrado para tener la mayor área”.	10%
6. Repaso	Se evidencia cuando los estudiantes hacen remembranza sobre temas tratados con anterioridad en libros, apunte y problemas que en algún momento resolvieron y que tenían la misma estructura que el problema planteado. La estrategia descrita por el estudiante 17: “ Analizo el problema y lo primero realizaría un dibujo, empiezo a llenar datos, analizo que me esta preguntando el problema, como se solucionaría, o sea como se halla el área y las dimensiones de un rectángulo, busco en libros o pregunto formulas y comienzo a despejar y revisar que puedo resolver, al mismo modo reviso ejemplos de libros y como se solucionaron para tener un idea, al tener esto comienzo a resolverlo, a analizar la figura y de que manera sería la mejor manera de solucionar, ya se que es un problema de función cuadrática, ya se que es un caso de mínimos y máximos, que tengo que sacar el área de un rectángulo. Dependiendo como haya analizado la figura y comienzo a sacar resultados y así obtener una respuesta”.	10%

De la tabla 49, se observo adicionalmente:

El 15% de los estudiantes utilizan las estrategias de Planeación y Elaboración, esto se evidencia en tres estudiantes que describen los procesos a llevar a cabo para solucionar el problema y describen la manera como ven con sus propias palabras el problema.

El 15% de los estudiantes utilizan las estrategias de Planeación y Heurística, esto se evidencia en tres estudiantes que describen los procesos a llevar a cabo para solucionar el problema y describen con sus propias palabras la terminología que se utiliza y hacen uso de formulas para describir estos términos.

El 5% de los estudiantes utilizan las estrategias de Planeación y Pensamiento Crítico, esto se evidencia en un estudiantes que describen los procesos a llevar a cabo para solucionar el problema y realizan un proceso mas a fondo de los eventos a realizar, utilizando información adicional y que esta guardada en su memoria de largo plazo.

El 10% de los estudiantes utilizan las estrategias de

8. Op. Cit . LISETTE POGGIOLI. Serie Enseñando a Aprender, Estrategias de Resolución de Problemas. En: <http://www.fpolar.org.ve/poggioli/poggio1ref.htm>; <http://fpolar.org.ve/poggioli/poggio2ref.htm> p.1 (Chi y Glaser, 1983).

Planeación, Elaboración y Heurística, esto se evidencia en dos estudiantes que describen los procesos a llevar a cabo para solucionar el problema, describiendo con sus propias palabras el problema y haciendo uso de formulas para desarrollarlo.

El 5% de los estudiantes utilizan las estrategias de Planeación, Heurística y Pensamiento Critico, esto se evidencia cuando un estudiantes describe los procesos a llevar a cabo para solucionar el problema haciendo uso de formulas para solucionarlo, realizando procesos adicionales que no están descritos en el problema y que utiliza de su memoria de largo plazo.

El 10% de los estudiantes utilizan las estrategias de Planeación, Repaso y Pensamiento Critico, esto se evidencia en dos estudiantes que describen los procesos a llevar a cabo para solucionar el problema, describiendo la necesidad de utilizar libros, apuntes y procesos que le ayuden a resolver el problema y haciendo uso de conceptos adicionales a los entregados en el problema para su solución.

El 25% de los estudiantes resuelven bien el problema, es decir 5 de los 20 estudiantes llegan a la respuesta esperada en el problema planteado.

La última columna muestra que solo tres estudiantes utilizan como mínimo 3 eventos en la solucionar el problema y la máxima cantidad de eventos utilizados fue de 5, del grupo 2 se pudo observar que 5 estudiantes, es decir el 25% llegan a resolver el problema y lo hacen usando 5 eventos en total, el resto del grupo aunque no llega a resolver bien el problema, si hace uso de algunos eventos bien enfocados en su solución y utiliza otros eventos que lo llevan a direccional mal el problema.

La tabla 50A, muestra las diferencias y semejanzas entre las estrategias utilizadas por los estudiantes que trabajan en los dos ambientes.

ver tabla en la siguiente columna

Interpretación de los resultados

Para interpretar los resultados se parte de los efectos de las variables independientes sobre la comprensión conceptual y después sobre la capacidad para resolver problemas. En cada una de ellas se parte del estudio del comportamiento de las medias, del cuadro general del análisis factorial de varianza. Se hace uso del marco teórico, antecedentes, del diseño del software y del diseño experimental.

Tabla 50A: Diferencias y semejanzas entre las estrategias caracterizadas en los grupos G1 y G2

	DIFERENCIAS	SEMEJANZAS
G1 Y G2	1. El grupo 2 describe adicionalmente estrategias de Regulación y Repaso.2. El grupo 1 hace uso en mayor porcentaje de las estrategias de heurística, y en menor porcentaje de la estrategia de Planeación, mientras que el grupo 2 utiliza en mayor porcentaje planeación y en menor porcentaje las estrategias de regulación y repaso.En el grupo 1, el 45% de estudiantes obtienen un porcentaje de menos de un 50% en la solución del problema, mientras que en el grupo 2, fue del 55%.	1. Con la descripción de estrategias se observe que hacen uso de: Planeación, Elaboración, Pensamiento Critico y heurística.2. El 25% de estudiantes en ambos grupos resuelven el problema bien.3. La cantidad de eventos utilizados en la solución de problemas esta entre 3 y 5 eventos.4. La cantidad de eventos que utilizan los estudiantes que resolvieron el problema en ambos grupos fue de 5.

Influencia de PC y PM sobre la Comprensión Conceptual

Con el fin de interpretar los resultados a la luz de la teoría, se observaron los resultados de las medias y las diferencias entre las mediciones: M1:G1 _ G2, M1:G1 _ G3, M1: G2 _ G3, M2:G1 _ G2, M2:G1 _ G3, M2:G2 _ G3.

Sobre las Medias

En la tabla 51, se observa el afianzamiento del aprendizaje en los resultados de las medias de los 3 grupos en los momentos (M1 y M2).

Tabla51: Afianzamiento del aprendizaje

	M1	M2	M2 - M1
G1	7.15	7.6	0.45
G2	6.6	7.9	1.3
G3	5.65	5.55	- 0.10

La tabla 51 muestra mayor significancia en el momento 2 en el G2, mientras que en el grupo 1 la significación es leve, en el grupo 3 los resultados no son significativos y en el momento 2 se ve que hay desaprendizaje. Los resultados muestran un incremento en los dos momentos, tanto para el G1 (Navego el software que disparo PC), como para el G2 (Navego el software que disparo PM), mientras que en el G3 (Navego por el software que no activo preguntas), se observa una leve disminución en el promedio. El G2 presenta mayor incremento entre los dos momentos, mientras que el incremento en el G1 es moderado.

Ya que la media no es definitiva en el análisis del resultado por ser una medida de posición, se observaron los resultados de las tablas de ANOVA y si las diferencias son o no significativas desde el punto de vista estadístico.

La tabla 39 muestra diferencias significativas en el efecto de preguntas cognitivas sobre la comprensión conceptual. Se manifiesta un efecto moderado de las preguntas metacognitivas sobre la comprensión conceptual sin encontrarse diferencias significativas. El efecto de interacción entre las dos variables independientes sobre la variable dependiente es bajo.

La tabla 52 muestra las diferencias significativas entre los grupos en los momentos 1 y 2 y el efecto que tiene este análisis de significación sobre el aprendizaje.

Tabla 52: Diferencias significativas y efectos entre los grupos en la influencia del aprendizaje en el Momento 1 y Momento 2.

GRUPOS	LAS DIFERENCIAS SON	EL EFECTO ES
(G1-G2)En el Momento: M1	Significativas mayores en el grupo G1 que disparo PC en su software, frente al que disparo PM.	Moderado entre las variables
(G1-G3)En el Momento: M1	Significativas mayores en el grupo G1 que disparo PC en el software, frente al G3 que no disparo preguntas en su software.	El efecto es leve entre las variables.
(G1-G2)En el Momento: M2	Significativas mayores en el grupo G2 que disparo PC en su software, frente al grupo G4 que disparo PM.	Moderado entre las variables
(G1-G3)En el Momento: M2	Significativas altas entre el grupo G2 que disparo PC frente al grupo G6 que no disparo preguntas en el software.	El efecto es leve entre las variables.
(G2-G3)En el Momento: M1	Significativas mayores entre el grupo G3 que disparo PM en su software, frente al grupo G5 que no disparo preguntas en el software.	El efecto es leve entre las variables.
(G2-G3)En el Momento: M2	Significativas medias entre el grupo G4 que dispara PM en su software, frente al grupo G6 que no dispara preguntas en su software.	El efecto es leve moderado entre las variables

En la tabla 52-A se resume el efecto de las preguntas cognitivas y metacognitivas sobre la comprensión conceptual.

MEDICIONES	EFFECTOS DE PC	EFFECTOS DE PM	SIN PREGUNTAS
M1	Positivo significativo	Positivo no significativo	Leve
M2	Positivo significativo	Positivo no significativo	leve

Sobre las diferencias en cada momento

Para el análisis sobre las diferencias, se hace uso de los resultados obtenidos en las tablas de ANOVA: tabla 18, 22, 26, 30, 34, 38 y que se describen los resultados en la tabla 53.

Tabla 53: Análisis de las tablas de ANOVA de los tres grupos en la influencia en el aprendizaje (Momento 1 y Momento 2).

GRUPOS	RESULTADOS	EL EFECTO ES
(G1-G2)En el Momento: M1	No existe diferencia estadísticamente significativa entre los grupos.	Es mayor la varianza en la prueba de comprensión conceptual en el grupo que disparo PM en el software, frente al grupo que disparo PC en el software.
(G1-G2)En el Momento: M2	No existe diferencia estadísticamente significativa entre los grupos.	Hay mayor varianza en el grupo G2. Se observa que la varianza en los que hacen uso de las PC cognitivas se reduce frente al primer momento.
(G1-G3)En el Momento: M1	Existe diferencia estadísticamente significativa entre los grupos.	Se puede observar que la significación es mayor en el segundo momento de aplicación de la prueba de comprensión conceptual.
(G1-G3)En el Momento: M2	Existe diferencia estadísticamente significativa entre los grupos	Se puede observar que la significación es mayor en el segundo momento de aplicación de la prueba de comprensión conceptual.
(G2-G3)En el Momento: M1	No hay diferencias estadísticamente significativas entre los grupos.	La varianza es mayor en el grupo G2.
(G2-G3)En el Momento: M2	Existe diferencia estadísticamente significativa entre los grupos.	Se puede observar que la significación es mayor en el segundo momento de aplicación de la prueba de comprensión conceptual.

En la tabla 53-A se resume el efecto de las preguntas cognitivas y metacognitivas sobre la comprensión conceptual.

Al observar los resultados de los grupos en los dos

momentos se concluye:

G1-G2

Las diferencias no son estadísticamente significativas, y las varianzas son mayores en el grupo 2, se observa que del momento 1 al momento la varianza del grupo 1 se reduce. Se observa que hay mayor comprensión conceptual en el momento 2 en el grupo 2 que en el grupo 1 que es leve.

G1-G3

Se presentan diferencias estadísticamente significativas en los grupos en los dos momentos y es mayor en el segundo momento, se observa que en el segundo momento hay mayor comprensión conceptual en el grupo 1 y que hay desaprendizaje en el grupo 3.

G2 - G3

En el primer momento no se presentan diferencias estadísticamente significativas entre los grupos y en el momento 2 si las hay, se observa que hay comprensión conceptual en el segundo momento del grupo 2 y desaprendizaje en el segundo momento para el grupo 3

Tabla 53-A: Resumen de los resultados de ANOVA para las diferencias

MEDICIONES	EFECTO
M1: G1 _ G2	No hay Diferencias significativas
M2: G1 _ G2	No hay Diferencias significativas
M1: G1 _ G3	Existen Diferencias significativas
M2: G1 _ G3	Existen Diferencias significativas
M1: G2 _ G3	No hay Diferencias significativas
M2: G2 _ G3	Existen Diferencias significativas

Análisis de resultados a la luz de la teoría, sobre el efecto de las preguntas en Comprensión Conceptual

Si en un Dominio de Conocimiento específico se incorporan nuevos elementos como son: nuevas teorías, esquemas, representaciones, modelos, ejercicios y problemas resueltos que ayuden a explicar mejor los temas tratados, se logra que la comprensión conceptual preexistente mejore.

La comprensión conceptual preexistente mejora, cuando el estudiante logra explicar mas claramente el dominio de conocimiento que trabaja, haciendo uso de nuevas teorías y representaciones, las pregun-

tas cognitivas apuntan mas directamente a la comprensión conceptual, sin embargo aunque la entrada es cognitivas, el proceso llevado a cabo en la memoria es metacognitiva ya que antes de dar una respuesta, la memoria hace una revisión del contenido en ella. La mejor representación se caracteriza por la incorporación de nuevos elementos y nuevas relaciones en la estructura cognitiva existente. El papel de la pregunta cognitiva es inducir ese proceso para que ocurra la reestructuración, de tal manera, que la nueva estructura cognitiva sea más coherente, completa y estable que la anterior.

La metacognición se refiere, entre otras cosas, a la observación de procesos en relación con los objetos cognitivos sobre los que se apoyan, generalmente al servicio de alguna meta concreta u objetivo. (Paris, 1983)

Las preguntas de orden metacognitivo son recursos que contribuyen al control del proceso de aprendizaje para optimizarlo. Las preguntas metacognitivas actúan como inductoras de juicios de metamemoria; facilitando la generación de tales juicios. Durante el proceso metacognitivo, el estudiante realiza juicios sobre sus respuestas, sobre el grado de acercamiento al objetivo, sobre la facilidad o dificultad del aprendizaje, y sobre las condiciones internas que regulan el proceso. De acuerdo con el modelo de metacognición propuesto por Nelson & Narens (1990)⁹, entre los niveles objeto y meta existen dos flujos de información: monitoreo y control. El monitoreo es un flujo que va desde el nivel objeto al nivel meta, el control va en sentido contrario, estas activan los procesos de planeación de objetivos, de procedimientos, la evaluación de los mismos y en general, la regulación del proceso de aprendizaje por parte del mismo sujeto que aprende.

Las preguntas de orden metacognitivo son recursos que contribuyen al control, planeación y regulación del proceso de aprendizaje para optimizarlo, es decir, el sujeto reflexiona sobre su propio aprendizaje, donde la planeación, regulación por parte del mismo sujeto que aprende son fundamentales para el análisis de la cognición sobre la cognición. Para Flavell, el ser humano es capaz de someter a estudio y análisis los procesos que él mismo usa para conocer, aprender y resolver problemas, es decir, puede tener conocimiento sobre sus propios procesos cognoscitivos y, además, controlar y regular el uso de estos procesos.

A través de cada una de las sesiones donde los grupos G1, G2 y G3 realizan la prueba de comprensión conceptual en los momentos M1 y M2, se observa

9. Nelson, T.O, y Naren, L. (1990). Metamemory. A theoretical Framework and new findings. Cambridge, MA. The MIT. Press. Preface.

un incremento en la comprensión conceptual en los grupos G1 y G2 del M1 al M2, se puede decir que con el tiempo el aprendizaje de los estudiantes es mejor. El primer momento presenta el máximo incremento de comprensión (Ver tabla 51), y el momento dos determina un incremento en la comprensión conceptual inicial. El G1 logra el mejor grado de comprensión en el momento 1 y el incremento en el momento 2 es leve, se observa que es menor el grado de comprensión en el M1 para el G2, sin embargo la comprensión conceptual mejora sustancialmente en el M2 en comparación con el grupo G1. Por otra parte el grupo G3, presenta pérdida de comprensión conceptual entre el M1 y el M2, es decir existe una tendencia al olvido a través del tiempo. A medida que transcurre el tiempo, la comprensión conceptual se consolida en los grupos G1 y G2. Según Flavell (1997, en Mateos, 2001) la metacognición, se entiende como la capacidad para ser conscientes de procesos y productos internos y cognitivos. Esta capacidad se va desarrollando y adquiere más complejidad a lo largo del tiempo.

Al observar los resultados, las preguntas de orden metacognitivo determinan un efecto moderado sobre la comprensión conceptual, el hecho de que las preguntas disparadas en el software no tuvieran feedback, llevaron al estudiante solo a reflexionar sobre los juicios tipificados del modelo metacognitivo de Nelson & Narens, al no existir la posibilidad de retroalimentación del Dominio de Conocimiento, las estrategias caracterizadas en el instrumento 2 (Ver anexo1), pierden consistencia frente a la teoría expuesta por Pintrich et al. (1991) y Pintrich y García (1993)¹⁰, donde establece que las estrategias metacognitivas son de tres tipos: planeación, control y regulación, para que esto se logre, el estudiante debe tener la posibilidad de realizar no solo reflexión sobre la pregunta, sino tener la posibilidad de realizar retroalimentación del Dominio de Conocimiento tratado en el software educativo.

Al dar respuesta el estudiante a las preguntas cognitivas en el G1, se hace un feedback cuando el software determina que la respuesta dada por el estudiantes es incorrecta, el feedback consta de una pantalla emergente que recomienda al estudiante realizar una visita a una pagina del software educativo, en ésta pagina emergente se le indica al estudiante si quiere ir de una vez o lo hará posteriormente, la tabla 39 muestra la autonomía que tiene el estudiante en decidir si hace o no la visita a la pagina recomendada, en la tabla se observa que no hay incidencia estadísticamente significativa entre la autonomía del estudiante en recibir la retroalimentación y la canti-

dad de preguntas bien contestadas.

En las tablas 40 y 41, se observa que no hay diferencias significativas en las preguntas activadas en cada software. El efecto de interacción entre las dos variables independientes sobre la variable dependiente es bastante bajo.

Influencia de PC y PM sobre la capacidad para resolver problemas

Para describir el porcentaje y los eventos utilizados descrito en la cuarta y quinta columna de la tabla 49, se tomo como base la solución del problema planteado en el instrumento 3 en 6 eventos, descritos así:

Representación grafica.
Determinación de variables.
Representación algebraica del problema, usando las formulas de área y perímetro de un rectángulo.
Relación entre variables para representar las formulas en función de una de ellas.
Aplicación de los criterios de maximización por medio de la ecuación del vértice.
Análisis y Conclusión del problema.

Es así que se pudo establecer del G1:

1. El 25% de los estudiantes resuelven bien el problema, es decir 5 de los 20 estudiantes llegan a la respuesta esperada en el problema planteado.
2. El 75% de los estudiantes resuelven parte del problema planteado, esto se evidencia cuando se analizan los procesos llevados a cabo por los estudiantes en el instrumento 3 (Ver anexo1) y comparado con los 6 eventos de la pagina 179.
3. En la última columna de la tabla 49, se colocan los eventos que utilizaron los estudiantes en la solución del problema, se determino que a mayor cantidad de eventos la estrategia adquiría mas solidez en su planteamiento, las estrategias eran mas finas en su proceso de desarrollo del problema planteado, al respecto se pudo observar la menor cantidad de eventos utilizados en los grupos G1 y G2 fue de 3 y 5 fue la mayor cantidad de eventos utilizados, se observo que el 25% de estudiantes que resolvieron el problema en los dos grupos, utilizaron un total de 5 eventos en la solución del problema.

En el grupo 2:

El 25% de los estudiantes resuelven bien el problema,

10. Pintrich, P y García, T. (1993). Intraindividual differences in students' motivation and selfregulated learning. German Journal of Educational Psychology, 7 (3), 99-107.

es decir 5 de los 20 estudiantes llegan a la respuesta esperada en el problema planteado.

2. Así como en el grupo 1, la menor cantidad de eventos utilizados por los estudiantes fue de 3 y la mayor cantidad de eventos fue de 5, el 25% de los estudiantes resolvieron bien el problema y utilizaron 5 eventos para su solución.

Un problema se define como una situación en la cual un individuo desea hacer algo, pero desconoce el curso de la acción necesaria para lograr lo que quiere (Newell y Simon, 1972), o como una situación en la cual un individuo actúa con el propósito de alcanzar una meta utilizando para ello alguna estrategia en particular¹¹. La meta, hace referencia a determinar una solución, la cual si no es probada, puede ser errónea. La meta o solución está asociada con un estado inicial y la diferencia que existe entre ambos se denomina problema. Las actividades llevadas a cabo por los sujetos tienen por objeto operar sobre el estado inicial para transformarlo en meta, aquí hay que determinar los diferentes tipos de estrategia que el estudiante utiliza. (Mayer, 1983)¹², establece que los problemas tienen cuatro componentes: las metas, los datos, las restricciones y los métodos. Se habla de los problemas matemáticos como: "Una situación aplicada a un contexto específico cuyo curso de acción no es claro, al cual hay que determinarle procesos de análisis, comprensión y estrategias para su solución"¹³.

El problema que se plantea en el software, centra su contexto en la comprensión de los conceptos que lo relacionan, donde solo se observa un valor numérico que sirve como base para el desarrollo del mismo. Las estrategias según Lissette Poggioli, son aquellos procesos de pensamiento que pueden usarse efectivamente para procesar información al margen del contenido o dominio de conocimiento específico de un problema. En la observación de los procesos planteados por cada estudiante, según la clase de estudiante que se enfrenta a resolver un problema, son variadas las estrategias que se llevan a cabo para buscar la solución a un problema, se observan entre ellas las de repaso, elaboración, organización y de pensamiento crítico, nombradas por Pintrich como estrategias cognitivas y las estrategias de planeación, control y regulación como metacognitivas. Adicional a estas estrategias, Polya (1995), plantea un análisis sistemático en etapas para resolver problemas, es así que Polya establece que el estudiante debe poder imaginar el problema y luego hacer procesos de solución adecuadas a su nivel de conocimiento,

es así que propone los métodos heurísticos que es el razonamiento inductivo y analógico que conduce a conclusiones claras al resolver un problema: (graficar, simplificar, observar problemas similares, etc).

George Polya determina que en la solución del problema, se pueden observar diferentes tipos de estrategias y la solución del problema está determinado por el nivel de comprensión conceptual que se tiene de la temática tratada en el software. Al observar los resultados anteriores, la comprensión del problema y las estrategias que cada estudiante describió para la solución del mismo, se ven afectadas por factores no medibles en la investigación y que están asociados al trabajo del estudiante, como pueden ser: atención, concentración, interés en el tema, etc y por factores medibles como fueron las variables independientes y dependientes del trabajo de investigación.

Para entender la incidencia de las preguntas sobre la comprensión medida por medio de la resolución de problemas, es necesario que la comprensión conceptual del dominio de conocimiento sea clara, que la semántica que conforma el problema matemático debe entenderse, que se debe seguir un procedimiento para su solución y que al plantear una estrategia, se debe seguir y verificar su solución.

Al observar los primeros resultados, existe un efecto positivo de las preguntas cognitivas y son significativas, se puede decir que la comprensión conceptual permite entender el problema y elaborar estrategias de solución, el problema se centra en la comprensión y la conceptualización del dominio de conocimiento. La comprensión conceptual influye de manera positiva y significativa sobre la capacidad de resolver problemas. Los resultados mostrados en el anterior análisis, muestran que el G1 tuvo mejores resultados frente al G2 y al G3.

El efecto de las preguntas metacognitivas sobre la capacidad para resolver problema, es positivo pero no significativo, y se cree que se debe a la no existencia de retroalimentación en el G2 y al trabajo autónomo reducido solo al proceso de navegabilidad del software, mientras que en el G1, el estudiante tenía la autonomía de recibir la retroalimentación, o seguir con el proceso de navegabilidad del software.

Correlación entre Comprensión Conceptual y Capacidad para resolver problemas.

Si se correlacionan los resultados obtenidos en la comprensión conceptual, se puede observar que la

11. Op. Cit . LISETTE POGGIOLI. Serie Enseñando a Aprender, Estrategias de Resolución de Problemas. En: <http://www.fpolar.org.ve/poggioli/poggio1ref.htm>; <http://fpolar.org.ve/poggioli/poggio2ref.htm> p.1 (Chi y Glaser, 1983).

12. Mayer, F. (1983). Describing and improving learning. In R. R. Schemek Ed. *Styles and strategies of learning*. New York: Plenum.

13. ZAMBRANO. M. Docente Universidad UNIMINUTO en el Departamento de Ciencias Básicas seccional Bogota.

comprensión conceptual mejora del M1 al M2 entre los grupos que disparan las PC y PM, mientras que el G3 que no hizo uso de preguntas en el software tuvo pérdida de comprensión conceptual, los resultados de obtenidos en el instrumento 1 (Ver anexo 1), muestra que en los grupos G1 y G2 sus medias están por encima del 60% y en el G3 esta por debajo, lo que indica que la incidencia sobre la comprensión conceptual es mayor al hacer uso de Pc y PM, al analizar los resultados del instrumento 3 (Ver anexo1), se pudo observar que el 25% de estudiantes llegaron a resolver el problema, sin embargo solo el 15% de estudiantes no llegaron a cumplir con alguno de los eventos propuestos para la solución del problema, el restante 60% realizaron algunos eventos correctos y otros procesos equivocados, se puede establecer que existe una correlación media y positiva entre las variables dependientes. Los problemas planteados y resueltos en el software, centran su contexto en la comprensión del dominio de conocimiento, resolver un problema implica identificar los elementos que lo constituyen, determinar sus procesos, sus relaciones, requiere comprensión de los conceptos implícitos en él. La comprensión conceptual es un factor que determina la capacidad para resolver problemas, sin dejar de lado las estrategias utilizadas, los tiempos, el interés, la atención y otros.

Aportes Teóricos

La comprensión conceptual se definió como un proceso en el cual el sujeto identifica las partes de un conocimiento específico y determina las relaciones que existen entre ellas. Al comparar los resultados obtenidos por los estudiantes que dispararon los dos tipos de preguntas frente al grupo que no las utilizó, se puede determinar que ésta mejora con el tiempo y es más representativa cuando el activador es metacognitivo, los resultados obtenidos en la prueba de comprensión conceptual, mostraron que la utilización de activadores cognitivos determinan un mayor grado de comprensión conceptual en el primer momento de aplicación de la prueba, sin embargo aunque la entrada es cognitiva, el proceso llevado a cabo antes de dar respuesta a la pregunta es metacognitiva. Las preguntas metacognitivas ejercen en el estudiante mayor incidencia en la determinación de estrategias que lo que hacen las preguntas cognitivas, el G1 caracteriza cuatro tipos de estrategias, frente a 6 caracterizadas en el G2.

En los resultados se observa que la comprensión conceptual, esta asociada a la solución de problemas, la correlación positiva que existe entre ellas lo confirma. Las estrategias con el tiempo mejoran y el proceso que se lleva a cabo en ellas son más claras y específicas.

Las preguntas cognitivas determinan mayores incidencias en la comprensión conceptual ya que facilitan en su proceso la comprensión del dominio de conocimiento.

Las preguntas metacognitivas inducen juicios de metamemoria dados en un proceso de control sobre los procesos que el estudiante realiza en la comprensión del dominio de conocimiento.

Las preguntas cognitivas y metacognitivo permitieron que el estudiante aplicara diferentes tipos de heurísticas (George Polya), entre ellas el uso de conocimiento procedimental (secuencia de eventos), esquemático (uso de gráficos explicativos), semántico (comprensión de la terminología matemática), en un primer momento en la lectura que se hace en el software educativo y posteriormente en las estrategias descritas por los estudiantes.

La tabla 49 (Ver anexo11), muestra la cantidad de eventos asociados a la solución del problema, estos determinan que las estrategias utilizadas por el estudiante son finas.

Aunque en la experimentación los factores que intervinieron fueron pocos, se pudo establecer que el uso de ellos eran indispensables para lograr mejorar la comprensión conceptual y la capacidad para resolver problemas. Posiblemente si se utilizaran otros factores como tiempos, trabajo colaborativo, autonomía de estudio, u otros, favorecerían en mayor medida la comprensión de conceptos, en la teoría se observa que se ha estudiado factores adicionales, sin embargo aun faltan procesos experimentales que conjuguen factores múltiples en la comprensión conceptual y la capacidad de resolver problemas.

Los resultados obtenidos en la experimentación y posteriormente en el análisis de resultados concluyen que es esencial dar posibilidad de hacer uso de factores adicionales a las preguntas para que sea significativo los resultados.

Se puede establecer que el hecho de que las preguntas metacognitivas no tuvo factores externos que apoyaran adicionalmente las preguntas, pudoser ser la no significación de sus resultados en las dos variables dependientes.

Como aporte final, la figura 3 muestra, la influencia que tienen las preguntas en la comprensión conceptual y la capacidad para resolver problemas.

La figura 3, muestra la influencia de las preguntas cognitivas y metacognitivas en el aprendizaje y la ge-

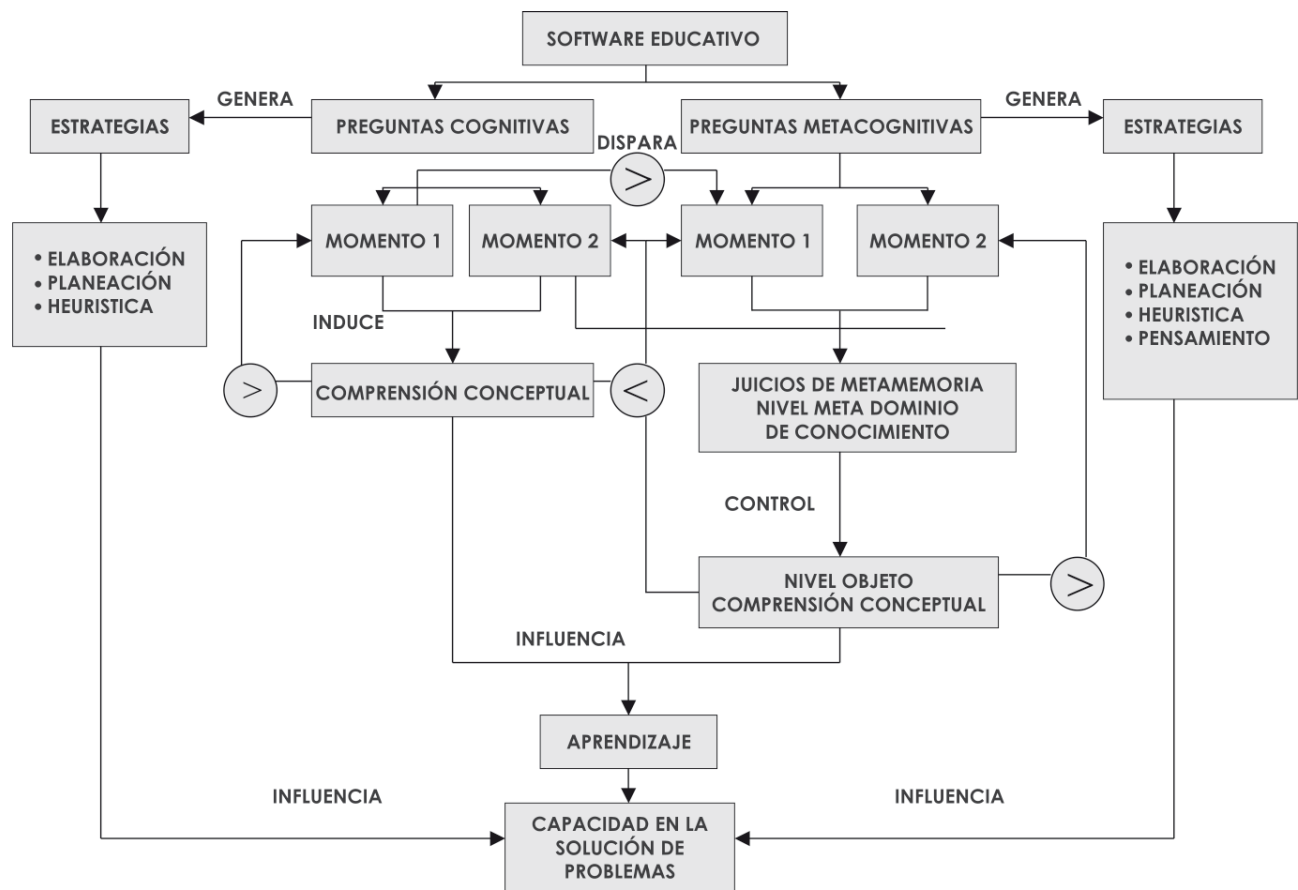


FIGURA 3: INFLUENCIA DE LAS PREGUNTAS COGNITIVAS EN EL APRENDIZAJE Y LA GENERACIÓN DE ESTRATEGIAS EN LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

neración de estrategias en la solución de problemas, en ella se observa que el proceso se llevo a cabo haciendo uso de software educativo que disparaba preguntas cognitivas y metacognitivas, el proceso se llevo a cabo en dos momentos. Las preguntas cognitivas inducen la comprensión conceptual y llevan al estudiante a relacionar las estructuras del software con el dominio de conocimiento, esta comprensión es mayor en el momento 1 frente al momento 2, la comprensión conceptual influye positivamente en el aprendizaje y en la capacidad en la solución de problemas, a la vez generan estrategias de 4 tipos diferentes (elaboración, planeación, Heurística y pensamiento crítico), las cuales influyen en la capacidad en la solución de problemas.

Con el uso del modelo de Nelson y Narens, las preguntas metacognitivas inducen juicios de metamemoria sobre el dominio de conocimiento y realizan un control sobre la comprensión que tiene el estudiante del dominio de conocimiento, la comprensión es mayor en el momento dos frente al momento 1 y esta influye en el aprendizaje y en la capacidad en la solución de problemas del estudiante.

Las preguntas ayudan a generar estrategias de 6 tipos (elaboración, planeación, Heurística, pensamiento crítico, regulación y repaso), las cuales influyen en la capacidad en la solución de problemas. La influencia de las preguntas cognitivas es mayor en el momento 1 que las que determinan las preguntas metacognitivas, mientras que la influencia de las preguntas metacognitivas es mayor en el momento 2 que las que determinan las preguntas cognitivas.

Perspectivas

La investigación uso un software educativo que activaba dos tipos de preguntas, los resultados mostraron que existía una influencia fuerte y significativa en el uso de preguntas cognitivas sobre la comprensión conceptual y la capacidad de resolver problemas, mientras que con el uso de preguntas metacognitivas la influencia era grande mas no significativa, esto puede llevar a pensar que con el solo uso de las preguntas cognitivas se puede dar un mejor aprendizaje, sin embargo se ha mostrado que el software que dispara preguntas cognitivas contaba con algunos factores adicionales, la retroalimentación al contes-

tar mal alguna de las preguntas activadas y el mayor grado de autonomía al decidir si visitaba la página recomendada o no, en el software que dispara preguntas metacognitivas no existe el feedback y el grado de autonomía esta restringido al modo como el estudiante navega por el software, utilizando los botones de cada página, o haciendo uso del mapa de navegación dado.

Se cree que estos factores externos, afectan los resultados obtenidos por los grupos que hicieron uso de los software que disparaban preguntas, es decir no solo se debe hacer uso de preguntas para que exista una influencia alta en el aprendizaje del estudiante.

Es importante que a futuro se realicen investigaciones que activen preguntas cognitivas y metacognitivas en los software educativos, pero acompañados de factores adicionales que muestren si estos influyen o no sobre el aprendizaje, entre los factores externos se pueden utilizar: factores colaborativos, autónomos, trabajo guiado, de tiempo, de interacción y otros que surjan como necesidades del investigador, posiblemente se logren mejores resultados en la comprensión conceptual y en la capacidad de solucionar problemas matemáticos.

Conclusiones

Existen diferencias significativa en el aprendizaje de la función cuadrática en matemática entre dos Grupos uno que es entrenado en un ambiente que activa preguntas cognitivas y el otro que activa preguntas metacognitivas.

Al aplicar la prueba de comprensión conceptual en el segundo momento, el afianzamiento del aprendizaje es mayor en el grupo que dispara preguntas metacognitivas que en el grupo que dispara preguntas cognitivas, esto se puede observar en la tabla 51. En el primer momento el grupo que dispara preguntas cognitivas determina el mayor afianzamiento del aprendizaje.

Los resultados mostraron que los estudiantes que dispararon preguntas cognitivas en el software, presentan mayor grado de incidencia en la capacidad de resolver problemas, frente a los estudiantes que dispararon en el software preguntas metacognitivas,

La tabla 50A, muestra que las preguntas metacognitivas ejercen en el estudiante mayor incidencia en la determinación de estrategias. Las estrategias que se caracterizaron del grupo que disparo preguntas cognitivas fueron: Elaboración, Pensamiento Crítico, Heurística y Planeación, mientras que las estrategias

que se caracterizaron en el grupo que disparo preguntas metacognitivas fueron: Planeación, Elaboración, Pensamiento Crítico, Heurística, Regulación y Repaso.

La correlación positiva entre comprensión conceptual y capacidad en la solución de problemas, muestra que están asociadas entres si, es decir que entre mayor es el grado de comprensión conceptual mayor es la capacidad de solución de un problema.

El hecho de que la comprensión conceptual mejore con el tiempo, determina que las estrategias también lo hacen y la descripción de sus procesos son mas claras y específicas.

El uso del monitoreo y control en las preguntas cognitivas, mejoran la comprensión conceptual, lo que no se dio cuando en las preguntas metacognitivas se hizo uso solamente del control al colocar al estudiante a reflexionar sobre sus procesos de aprendizaje.

La lectura del dominio de conocimiento en el software educativo, permitió al estudiante mejorar los procesos heurísticos, esto se reflejo en la utilización de esta estrategia en los grupos que activaron las preguntas cognitivas y metacognitivas.

Los estudiantes describen estrategias finas y se determina por la cantidad de eventos que compone la estrategia, en los grupos que activaron las preguntas se observo como mínimo utilizaban tres eventos en la solución del problema y máximo cinco eventos, que en su mayoría fueron los estudiantes que llegaron a solucionar el problema.

Los resultados significativos que se obtienen por el grupo que disparo preguntas cognitivas se piensa que es debido a la retroalimentación que da el software cuando el estudiante contesta erradamente a los indicadores de respuesta de cada una de ellas, el proceso permite que el estudiante determine o no el uso de esta retroalimentación en varios momentos del software.

La incidencia en los resultados en comprensión conceptual, es mayor en los grupos que dispararon preguntas en el software, frente al grupo que en el software no se disparo preguntas.

La incidencia en los resultados en la capacidad para resolver problemas Matemáticos, es mayor en los grupos que en el software dispararon preguntas, frente al grupo que en el software no se disparo preguntas.

Referencias Bibliográficas

Chi, M.T.H. (1978). Knowledge structure and memory development. En R. Siegler (Ed.), *Children's thinking. What develops?*. Hillsdale, NJ: L.E.A.

Chi, M.T.H. (1985). Interactive roles of knowledge and strategies in the development of organized sorting and recall. En S.F. Chipman, J.W. Segal y R. Glaser (Eds.), *Thinking and learning skills (Vol. 2). Research and open questions*. Hillsdale, NJ: L.E.A.

Chi, M.T.H. y Glaser, R. (1983). Problem solving abilities. Material mimeografiado.

Chi, M.T.H., Feltovich, P.J. y Glaser, R. (1981). Categorization and representation of physics problems by experts and novices. *Cognitive Science*, 5, 121-152.

Chi, M.T.H., Glaser, R., y Rees, E. (1982). Expertise in problem solving. En R. Sternberg (Ed.), *Advances in the psychology of human intelligence (Vol. 1)*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Flavell, J.H. (1970). Developmental studies of mediated memory. En H.W. Reese y L.P. Lipsitt (Eds.), *Advances in child development and behavior (Vol. 5)*. New York: Academic Press.

Flavell, J.H. (1981). Cognitive monitoring. En W.P. Dickinson (Ed.), *Children's oral communication skills*. New York: Academic Press.

Flavell, J.H. y Wellman, H.M. (1977). Metamemory. En R.V. Kail y W. Hagen (Eds.), *Perspectives on the development of memory and cognition*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Goldstein, I. (1980). Developing a computational representation for problem-solving skills. En D.T. Tuma y F. Reif (Eds.), *Problem solving and education. Issues in teaching and research*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Hayes, J.R. (1981). *The complete problem solver*. Philadelphia: Franklin Institute Press.

Kerlinger, F. (1988). *Investigación del Comportamiento*. México. Mc Graw Hill Interamericana de México S.A. 229-283.

Maldonado, L. F. (1998). Línea de Inteligencia Artificial y Procesos de Razonamiento. En: *Tecné, Episteme y Didaxis*. TED. 3, 19-40. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá

Maldonado, L. F. & Fonseca, O. H. & otros. (1999). El papel de los activadores de juicios de metamemoria y de la sugerencia de estrategias en el aprendizaje autónomo. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá.

Maldonado, L.F. & Fonseca, O. H. & Ibáñez, J. & Macías, D & otros. (2000). Metacognición y razonamiento espacial en juegos de computador. Universidad Pedagógica Nacional e Instituto para la investigación educativa y desarrollo pedagógico IDEP. 1 - 32.

Montenegro, I. A. (1997). *La Construcción de Conocimiento Científico como Proceso Creativo. Apropiación Conceptual en los Niños a través de una Estrategia Basada en Generación de Preguntas*. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá. Tesis para la obtención del título en la maestría: Tecnologías de la Información Aplicadas a la Educación. En el Centro de Documentación de la Universidad, 132, 133.

Mayer, R.E. (1975). Different problem-solving competencies established in learning computer programming with and without meaningful models. *Journal of Educational Psychology*, 67, 725-734.

Mayer, R.E. (1976). Some conditions of meaningful learning for computer programming. *Advance organizers and subject control of frame order*. *Journal of Educational Psychology*, 68, 143-150.

Mayer, R.E. (1980). Elaboration techniques that increase the meaningfulness of technical text. An experimental test of the learning strategy hypothesis. *Journal of Educational Psychology*, 72, 770-784.

Mayer, R.E. (1983). *Thinking, problem solving and cognition*. New York: Freeman.

Montenegro, I. A. (1999). *Función de la Pregunta en los Procesos de Razonamiento en Ciencias. Estudio Etnográfico*. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá. Inédito, 1.

Nelson, T.O & Narens, L. (1990). Metamemory: A theoretical framework and new findings. In Metcalfe, J & Shimamura, A.P.(Eds). *Metacognition*. Cambridge, MA. The MIT Pres. 1-15.

Nelson, T.O & Narens, L. (1996). *Why Investigate Metacognition?*. Edited by Janetth Metcalfe and Arthur P. Shimamura. MIT pres.

Newell, A. & Simon, H. (1961). *GPS. A program that simulates human thought*. In Billing H. Editor, *Lernede Automaten*. Munich. Germany.

Newell, A. & Simon, H. (1972). *Human Problem Solving*. Englewood Kliffts, N .J. Prentice Hall.

Novak, J. D. & Gowin, B. *Aprendiendo a Aprender*. Ediciones Martínez Roca S.A. Barcelona. 1988. Título original: *Learning how to learn*.

Papert, S. (1981). *Desafío a la Mente. Computadores y Educación*. Ediciones Galápagos. Buenos Aires.

Perea, F.A. (1994). *La resolución de problemas por investigación, una estrategia didáctica que posibilita los procesos de construcción de conocimiento*. Tesis para optar el título de Magíster. Medellín.

Poggioli, L. (1989). Estrategias cognoscitivas: Una revisión teórica y empírica. En A. Puente, L. Poggioli y A. Navarro (Eds.), *Psicología Cognoscitiva: Desarrollo y perspectivas*. Caracas: McGraw Hill Interamericana de Venezuela.

Polya, G. (1987). *Cómo plantear y resolver problemas*. Trillas. México. 14 reimpresión. Título original: *How to solve it*. Princenton University. Press. USA.

Russell, S & Norving, P. (1.996) *Inteligencia Artificial. Un Enfoque Moderno*. Prentice Hall. Madrid. Traducido del inglés: *Artificial Intelligence a modern approach*.

Salcedo, L.E. (1.996). Problemas y Perspectivas en la Enseñanza de las Ciencias. En *Actualidad Educativa*, 1, 67-75

Stenberg, R.J. (1.994). *Toward Triarchic Theory of Human Intelligence*. *The Brain and Behavioral Sciences*.

Van Gelder, T. (1.996). *Dynamics and Cognition*. En: *Mind Design II*. Edited by John Haugeland. A Bradford Book. The MIT Pres. Cambridge, Massachusetts. London, England.