

Resultados preliminares de la estrategia de uso de dispositivos robóticos en la enseñanza de las matemáticas

Preliminary results of the strategy for the use of robotic devices in the teaching of mathematics

Resultados preliminares da estrategia de uso de dispositivos robóticos no ensino de matemática.

E. Murcia y J. C. Henao

Recibido: octubre 20 de 2016 - Aceptado: enero 13 de 2017

Resumen—El presente artículo muestra los resultados preliminares de un proceso de intervención cognitivo en el área de matemáticas para diferentes grupos de estudiantes que cursan los grados 7° a 9° en algunas Instituciones Educativas de los municipios de Pereira y Dosquebradas, actividad que atiende el primer objetivo formulado en el proyecto denominado “*Didáctica para potenciar el pensamiento matemático mediante el uso de dispositivos lego*” y que se refiere a “*Realizar un diagnóstico sobre el desarrollo del pensamiento matemático en estudiantes de la educación básica de las IE de los municipios de Dosquebradas y Pereira*”

Palabras clave—aprendizaje, lógica formal, lógica natural.

Abstract- This article presents the preliminary results of the intervention process to different groups of students enrolled from 7th to 9th grades in different educational institutions of the municipalities of Pereira and Dosquebradas, activity that meets the first objective in the project called “Teaching to promote mathematical thinking by using lego devices” and refers to” **conduct an assessment on the development of mathematical thinking in students in basic education IE municipalities of Dosquebradas and Pereira.**

Key words---learning, formal logic, natural logic.

Resumo—O presente artigo mostra os resultados preliminares de um processo de intervenção cognitivo na área de matemática para diferentes grupos de estudantes que cursam de 7° a 9° series em algumas Instituições Educativas dos municípios de Pereira e Dosquebradas, atividade que atende o primeiro objetivo formulado no projeto denominado “*Didática para potencializar o pensamento matemático mediante o uso de dispositivos lego*” e que se refere a “*Realizar um diagnóstico sobre o desenvolvimento do pensamento matemático em estudantes da educação básica das IE dos municípios de Dosquebradas e Pereira*”

Palavras chave—aprendizagem, lógica formal, lógica natural.

I. INTRODUCCIÓN

DEBIDO a la importancia que tiene para el contexto regional, nacional e internacional el hecho de promover estrategias pedagógicas que conlleven a potencializar el pensamiento matemático en los estudiantes que ingresan a cualquiera de los escenarios académicos como son los de la educación básica y media hasta la educación superior, se diseña y desarrolla una estrategia didáctica que promueve al mismo tiempo aspectos pedagógicos y tecnológicos (específicamente desde la robótica) para potenciar en el estudiante la capacidad de razonamiento alrededor de los diferentes principios del pensamiento matemático.

El presente artículo muestra algunos de los resultados alcanzados con la implementación de la estrategia, en la fase de desarrollo en la que se encuentra el proyecto; se tomaron algunos grupos y estudiantes de referencia al igual que datos

¹Producto derivado del proyecto de investigación “*Didáctica para potenciar el pensamiento matemático mediante el uso de dispositivos lego*”. Presentado por los investigadores pertenecientes al grupo de investigación GEMA de la Facultad de ciencias Básicas e Ingeniería de la Universidad Católica de Pereira.

E. Murcia Londoño. Docente del Departamento de Ciencias Básicas, de la Universidad Católica de Pereira, Pereira (Colombia); email: euclides.murcia@ucp.edu.co.

J.C. Henao López, Docente del Departamento de Ciencias Básicas, de la Universidad Católica de Pereira, Pereira (Colombia); email: juan.henao@ucp.edu.co.

provenientes de docentes y de los proyectos educativos institucionales con el fin de mejorar la metodología.

II. METODOLOGIA ESTADÍSTICA

Partiendo de la definición de la importancia del análisis estadístico, realizada en [1] y para dar cumplimiento a uno de los objetivos primarios de la investigación que hace referencia a “Realizar un diagnóstico sobre el desarrollo del pensamiento matemático en estudiantes de la educación básica de las IE de los municipios de Dosquebradas y Pereira”, a fin que se pueda reorientar el proceso investigativo hacia la consecución de mejores aprendizajes en los estudiantes de básica primaria y básica secundaria, se llevó a cabo la siguiente metodología estadística, con la cual se consiguieron resultados que facilitaron plantear una estrategia metodológica, fundamentada en la didáctica de las matemáticas apoyada en el uso de dispositivos robóticos LEGO MINDSTORMS, la cual se describe a su vez en cada una de las fases, tal y como se presenta a continuación:

1. Población

Como actores fundamentales del proceso se involucran estudiantes y docentes de algunas instituciones educativas públicas del municipio de Pereira y Dosquebradas en los niveles de enseñanza básica y media académica.

2. Ficha técnica

Con el propósito de llevar a cabo una labor más eficiente en este proceso, se aplicó una encuesta a docentes y estudiantes como instrumento de recolección de información en las IE que facilitaron el ingreso a sus instalaciones para desarrollar esta actividad, por lo tanto la ficha técnica se ajusta mediante la siguiente disposición:

3. Tamaño de población, muestra de estudiantes y docentes.

La población de estudiantes en la que se intervino, presenta la siguiente distribución:

TABLA I.
POBLACIÓN Y MUESTRA

N	673
z	1,96
p	0,5
q	0,5
B	0,054
n	223,57

Para el cálculo de la muestra de estudiantes, se usó la siguiente formula:

$$n = \frac{Nz^2 / pq}{(N - 1)B^2 + z^2 / pq}$$

N: Tamaño de la población

B: error de tolerancia (5,4%)

Z: Nivel de confianza (95%)

p: Proporción de la característica de interes (50%),

q = 1 - p (50%)

Para la muestra de docentes, no se aplicó una formula debido a que se encuestó sólo a los profesores del área de matemáticas de los grados 7° a 9° y en esta área no son demasiados.

TABLA II
MUESTRAS

Muestras (n)	
Estudiantes de grado 7° a 9°	224
Profesores del área de matemáticas de grado 7° a 9°	21

4. Muestreo

Para el caso de las IE, se usó un muestreo intencional o por conveniencia, ello debido a que en algunas no fue posible acceder por distintas razones. Con respecto a los estudiantes que se encuestaron se realizó un muestreo aleatorio simple.

5. Diseño de Instrumentos

Las encuestas que se aplicaron presentaban la siguiente disposición.

TABLA III
DISTRIBUCIÓN POR CATEGORÍAS DE LOS INSTRUMENTOS

ENCUESTAS	Categorías	Ítems del instrumento
Docentes	3	22
Estudiantes	3	34

Adjunto a estos instrumentos se diseñaron los respectivos consentimientos informados, tanto para estudiantes como para docentes; así mismo con respecto a la distribución estructural de los instrumentos de recolección de información se pueden considerar las respectivas precisiones:

Tabla IV
DISTRIBUCIÓN DE ASPECTOS Y SUBCATEGORÍAS (INSTRUMENTO DOCENTES)

Aspecto / Preguntas	Planeación	Dosificación de contenidos	Evaluación
	1 hasta 8	9 hasta 17	18-22

TABLA V
DISTRIBUCIÓN DE ASPECTOS Y SUBCATEGORÍAS
(INSTRUMENTO ESTUDIANTES)

Aspecto / Preguntas	Planeación	Dosificación de contenidos	Evaluación
	1 hasta 16	17 hasta 26	27-34

Se aclara que cada uno de los aspectos, y subcategorías enmarcan los componentes propuestos inicialmente (Pedagógico, disciplinar y tecnológico).

6. Aplicación de Instrumentos

Antes de aplicar los instrumentos a cada uno de los integrantes de las muestras ya expuestas, se realizó una prueba piloto, con el propósito de poder mejorar los aspectos que pudiesen generar discordancia en cada uno de los instrumentos.

Sobre las bases de las ideas expuestas, las observaciones obtenidas de esta actividad se presentan a continuación:

- La mayor proporción de los estudiantes encuentran interesante la propuesta de usar dispositivos robóticos en las clases de matemáticas y tecnología.
- Un gran número de maestros opinan que es muy importante la implementación de nuevos métodos para que los estudiantes alcancen las competencias necesarias en este ámbito y así llegar a formar un estudiante matemáticamente competente.
- El tiempo de aplicación de la prueba se estima entre 80 y 150 minutos; estos valores permiten redefinir el tiempo que se contempla para contestar el instrumento.

Teniendo en cuenta las observaciones realizadas por los pares evaluadores de la prueba piloto, se realizaron los cambios respectivos a estos instrumentos y de esta manera se procedió la aplicación de estos a los integrantes de las muestras ya descritas.

III. ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN Y ANÁLISIS

Este proceso se lleva a cabo mediante el uso de tablas de contingencia y de distribución de frecuencia que corresponde a la información proveniente de la aplicación de instrumentos con estudiantes y profesores.

Partiendo de los supuestos anteriores se procede a realizar el análisis de la información, proceso del cual se pueden concluir aspectos importantes tales como:

1. Aspecto: planeación

Todo desarrollo curricular parte de un punto de planeación, donde el maestro toma decisiones administrativas y pedagógicas sobre cómo organizar los temas para lograr que los estudiantes desarrollen las competencias esperadas en el tiempo definido para ello y con los recursos que dispone la institución educativa.

Así mismo, en esta etapa de la gestión curricular se

considera importante el hecho de que el estudiante reconozca las formas de objetos sin verlos usando solo el tacto, lo que se justifica debido a que después de trabajar lo concreto, y fomentar la abstracción, también permite desplegar todos los sentidos en pro de percibir la información usando otros medios.

Aunando a la situación, también se considera importante que el estudiante, según la teoría expuesta por George Polya, ejecute los procesos de manera coherente en la resolución de problemas, la cual se refiere a ejecutar los siguientes pasos: Comprensión, Planeación – Ejecución – Verificación de la situación problema planteada.

Con respecto al uso y apropiación de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) para la preparación de clase, se evidencia que la mayoría (76%) de los docentes hace uso de recursos como computadores de escritorio, portátiles, celulares para llevar a cabo esta actividad, tal y como se presenta en la figura I.

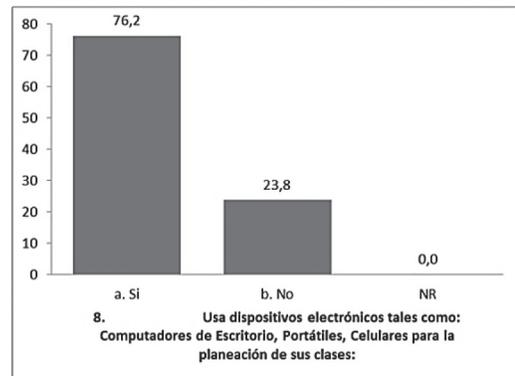


Fig. I. Uso de dispositivos electrónicos (docentes)

Por otra parte, desde la perspectiva estudiantil, y en concordancia con las aseveraciones realizadas por los maestros en la etapa de planeación mencionada en párrafos anteriores, las respuestas dadas por los estudiantes en el momento de la indagación ponen de manifiesto las siguientes consideraciones:

Se logra identificar fácilmente las formas geométricas que se encuentran en la naturaleza y en el entorno, donde el 86% de los estudiantes afirman que sí se evidencia esta competencia, además de ello reconoce las formas de objetos, sin verlos, usando solo el tacto, donde el 77% opina que sí logra hacerlo, y finalmente ante el suceso de saber si realiza continuamente actividades con juegos de armar, el 76% de ellos opina sí hacerlo, entre otras razones porque es algo que ayuda a desarrollar mejor nuestro aprendizaje.

En esta misma línea, desde la perspectiva de los docentes, y partiendo de la premisa de pretender formar un estudiante matemáticamente competente, se obtuvieron los siguientes resultados referentes a entregar un conocimiento fundamentado en el uso de estrategias que promuevan una relación entre la lógica y el pensamiento matemático propiamente dicho.

Refiere el mencionado a cada uno de los aspectos que permiten evidenciar así como en [2], la relación e interacción que existe entre el sujeto y los elementos del espacio.

Dentro de ese marco, el 67% de los maestros dicen realizar continuamente con los estudiantes actividades con juegos de armar (Rompecabezas, armotodo, tangram; etc.), lo que se justifica debido a que, son buenos para la memoria y el razonamiento espacial, de esta forma, no solo se hace una clase más amena, también se contribuye al desarrollo del pensamiento mecánico, manejo de relaciones espaciales y desarrollo del pensamiento lógico, tal y como lo confirma [3].

En efecto, el 91% afirma que no realiza con los estudiantes actividades de descomposición de objetos, tales como desarmar algo para reconocer sus partes y su funcionamiento (desarmar aparatos electrónicos, celulares, radios grabadoras videojuegos, otros elementos o artefactos como licuadoras, planchas, bicicletas; etc.), esto se debe a que los estudiantes lo hacen solo motivados por presentar un proyecto en la semana de la tecnología, pero no existe dicho plan en los contenidos y las dinámicas propias del curso no lo permiten. En este sentido, las percepciones de los estudiantes en el aula de clase con respecto a esta actividad muestran que solo el 51% de ellos opina que sí realizan este tipo de tareas, además que estas actividades ayudan a fortalecer y a preparar el camino para que los estudiantes a lo largo de la travesía por el mundo matemático puedan seguir algoritmos en la solución de problemas.

Este hecho se fundamenta en las siguientes expresiones dadas por los actores del proceso:

- Casi no tengo tiempo de armar algunas cosas
- Colabora con el aprendizaje
- Es bueno para ejercitar la mente
- Las tareas no me lo permiten, y con la jornada única queda imposible
- Me aburren fácilmente y prefiero hacer otras actividades
- Me ayuda a conocer las cosas y a pensar bien.
- A mí me gusta todas esas cosas de desarmar porque soy muy curioso y me gusta mirar que trae las cosas como los controles de televisor.
- A veces no logro saber bien donde va cada cosa y la puedo dañar.
- Algunas veces no me acuerdo donde van las partes.
- Aprendemos a desarrollar y armar.

Por lo tanto y desde la concepción de irse introduciendo al pensamiento lógico, algunas de las respuestas a los cuestionamientos planteados se presentan a continuación: “En la siguiente situación (cepillado de los dientes), cuál de los siguientes conjuntos de elementos no haría parte de esta actividad: a) Agua –Cepillo –Crema b) Seda dental-Cepillo –Crema c) Agua-Pitillo-Jabón”, el 87% de los dicentes logran identificar cuál de las opciones expuestas en el cuestionario es la que permitiría desarrollar efectivamente esta actividad de la vida cotidiana, lo que resulta algo infrecuente es que un 13% hayan elegido otras opciones.

Igualmente ante la pregunta relacionada con “Cual de la siguiente serie de pasos cree usted que es el más adecuado para cargar de energía un artefacto electrónico (En este caso un celular):

- a) Conectar el cargador al Celular y luego a la energía
- b) Conectar el cargador a la energía y luego al Celular”

El 50% de los estudiantes opinan que los pasos más adecuados para cargar de energía un artefacto electrónico como el presentado en este caso, son conectar el cargador al Celular y luego a la energía, lo cual se fundamenta en las siguientes apreciaciones:

- Ahorras más energía
- Al revés puede causar daños en el artefacto
- Así se debe hacer
- De pronto al conectar el cargador a la energía el celular se daña
- De pronto hay un corto o algo así y es mejor asegurarse de eso.
- Es lo más lógico.
- Es lo más normal.

Partiendo de las iniciativas de Polya y de la propuesta de agregar en el currículo aspectos concernientes a la resolución de problemas como se contempla en [4], se indaga a cerca de “Saber si cuando el profesor plantea un problema en la clase de matemáticas, usted sigue un procedimiento propio para llegar a la solución: a) Sí b) No”.

Allí, el 66% de los estudiantes opinan que, cuando el profesor plantea un problema en la clase de matemáticas, ellos sí siguen un procedimiento propio para llegar al subterfugio. A continuación, se presentan las apreciaciones hechas por los estudiantes:

- A menos que yo este seguro el profé sabe más que yo y él me puede enseñar.
- A veces me parece muy largo y yo los hago de manera corta
- A veces no entiendo muy bien así que busco otras soluciones
- Algunas veces es mejor seguir el procedimiento adecuado para poder entender y realizarlo bien.
- Aprendería del profesor primero
- Así es como lo aprendí
- Elaboro el proceso que me sea más cómodo y que dé la respuesta correcta
- No me gusta seguir un orden mejor yo lo creo y no me enredo.
- No quedaría satisfecho si lo hago mal
- Porque prefiero seguir los de la profesora

En torno a estas temáticas, cuando el profesor plantea un problema en la clase de matemáticas, cuáles de los siguientes pasos sigue:

- a) Planeación –Ejecución –Verificación.
- b) Ejecución –Verificación- Planeación
- c) Verificación -Planeación –Ejecución

El 71% de los estudiantes opinan que, cuando el profesor plantea un problema en la clase de matemáticas, sigue los siguientes pasos para llegar a la solución Planeación –Ejecución –Verificación. Además, cuando se consultó acerca de clasificar objetos por su tamaño en orden descendente, buscando la relación de orden por medio del tamaño, el 76% de ellos eligieron la opción correcta, mientras que el otro 24% eligió una opción diferente.

De la misma manera, tal y como se manifiesta en [5], enfocándose en la formación de conceptos geométricos y su léxico, se realizó otra pregunta relacionada con la

correspondencia entre formas de figuras en 2D (superficies) y en 3D (sólidos), para lo cual se encontró que el 95% de los estudiantes opina que de los siguientes objetos (vela, dado, tren), el que más se asemeja a un cuadrado es un dado.

Partiendo de la premisa de generar preguntas esenciales, o problematizadoras que promuevan en el estudiante la motivación por buscar y elegir diferentes herramientas para dar solución a problemas que se le planteen a lo largo de la vida académica y en su contexto, la respuesta al interrogante que textualmente hace referencia a si “la expresión el mundo que los rodea y las diferentes cosas que lo componen y se agrupan, en términos matemáticos”, se podría referir a:

- Los conjuntos
- Las tablas de multiplicar
- Los números primos

El objeto de este interrogante consistía en indagar acerca de una de las funciones principales de la lógica matemática, la cual consiste en servir de fundamento al razonamiento matemático [6], de lo que se pudo evidenciar que el 79% considera que la expresión el mundo que los rodea y las diferentes cosas que lo componen y se agrupan en términos matemáticos, se podría referir a los conjuntos, afirmación que corresponde a la respuesta correcta, sin embargo lo que deja vislumbrar es que hay un 21% de ellos que no pudo identificar desde una pregunta de la vida cotidiana, la relación de elementos matemáticos correspondiente en este caso a la teoría inicial de conjuntos, (ver figura 2).

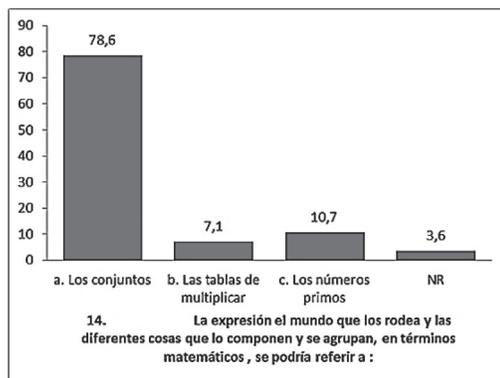


Fig. 2. Respuesta a cerca del mundo que los rodea (estudiantes)

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, también se realizaron preguntas concernientes a identificar la apropiación del pensamiento matemático desde la formulación y resolución de problemas, la comunicación, el razonamiento, la enunciación, comparación y ejercitación de procedimientos, el pensamiento lógico y el pensamiento matemático[7]. Obteniendo como resultados de esta intervención los que se presentan a continuación:

- “En el caso de que una persona tenga 8 años y otro amigo tenga el doble de edad de esta, entonces la segunda persona tendrá...”
- Según la situación anterior, la variable (incógnita de estudio), a la cual se hace referencia es a:

Ante estos cuestionamientos, las respuestas dadas hacen referencia a que el 87% de los estudiantes opinan que la respuesta correcta a la primera pregunta es 16 años, así

mismo de los 224 estudiantes encuestados, el 90% opinan que es la respuesta a la segunda pregunta es: “la edad”.

Con estas dos respuestas se evidencia, que la gran mayoría logra responder de manera adecuada a la situación planteada, además que se logra concebir el hecho de que identifican la variable de estudio en la que se enmarca el problema, lo cual es considerado como una aproximación bastante alentadora con respecto a las habilidades que se deben ir fortaleciendo para resolver problemas de la manera correcta.

Así mismo y aunque en la misma línea de la pregunta anterior, se evidencia que la proporción baja ostensiblemente, y esto se debe a que los principios básicos que conforman los paradigmas en los cuales se enmarca la enseñanza de las matemáticas como son el de medir, contar y ordenar, no se encuentra bien fundamentados en los estudiantes, se habla específicamente en este caso de las técnicas de conteo, nociones, que además conllevan a poder solucionar situaciones bajo incertidumbre como es la permutación tal y como se refiere en [8].

De los 224 estudiantes encuestados, el 67% opina que el valor faltante en la siguiente expresión $x^2=4$, es: 2, también el 63% de ellos opinan que, de la pregunta anterior, 4: se puede obtener como $2*2$ y $2+2$ y $1+1+1+1$.

Desde la concepción del pensamiento numérico con la que se pretende buscar que se puedan evidenciar algunos bloqueos u obstáculos causados por la representación [9], se evidencia que la proporción de respuestas acertadas es ligeramente superior al 60%, lo cual preocupa debido a que esta estructura matemática es una de las más importantes para poder solucionar cualquier tipo de situación problema que se plantee.

A la cuestión sobre identificar cual sería el algoritmo correcto que se usaría para obtener el resultado en: $(2+2) \div 4+3$, al analizar las respuestas dadas por los estudiantes, se evidencia que solo el 34% de ellos entrega una respuesta verdadera, lo cual es algo preocupante debido a que se cometen errores en la aplicación correcta de la jerarquía de las operaciones, allí entonces se pueden identificar los errores frecuentes al operar con expresiones tanto numéricas como algebraicas [10], situación que se presenta ampliamente en las pruebas censales nacionales e internacionales y lo cual se ha convertido en uno de los inconvenientes relevantes para que los estudiantes no respondan de manera adecuada las preguntas formuladas en estas pruebas.

Con respecto al uso y apropiación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación [11], las consultas realizadas a los estudiantes específicamente sobre el hecho de saber acerca del uso de dispositivos electrónicos tales como: computadores de escritorio, portátiles y celulares, se aprecia que el 91% de ellos, opina que, sí usa este tipo de dispositivos. Además el 59% respondió que la frecuencia con que los usan es de todos los días.

Por su parte, y como complemento a las preguntas anteriormente expuestas, se evidencia que la Institución Educativa donde los estudiantes realizan sus estudios cuentan con salas de sistemas para recibir sus clases, la respuesta de los estudiantes encuestados refiere a que el 85%

opina que la IE sí cuenta con salas de sistemas para este tipo de actividad.

Dentro de ese marco, también se preguntó, si la Institución Educativa donde usted realiza sus estudios cuenta con servicio de Internet para uso de los estudiantes, allí se apreció que el 68% opinan que sí. Al respecto se cuestionó sobre la frecuencia con la que reciben clases en las salas de sistemas, a lo que respondió el 50% de ellos que usan la sala de sistemas para sus clases más de una vez por semana.

En cuanto a conocer la percepción a cerca de saber si en las clases de Matemáticas, Estadística o Geometría hacen uso de los computadores de escritorio, portátiles o tablets, el 80% de ellos respondió que en estas clases, no hace uso de este tipo de dispositivos (figura 3).

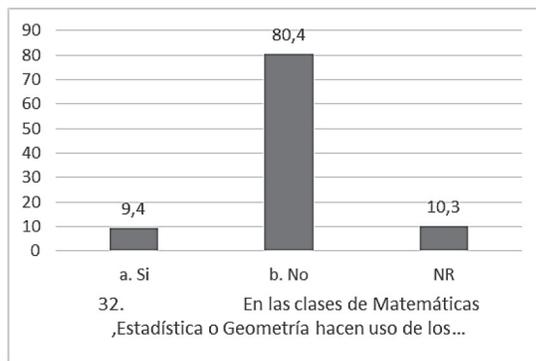


Fig. 3. Uso de los computadores de escritorio, portátiles o tablets (estudiantes)

De estas últimas preguntas se puede concluir que, aunque la gran mayoría de instituciones educativas cuenta con salas de sistemas y conectividad a internet, además de que los estudiantes hacen uso frecuente de los dispositivos computacionales, se puede observar que el uso de TIC para enseñar en el área de matemáticas es reducido.

Por lo tanto, se considera que acorde a esta postrema apreciación, el panorama se ve algo oscuro con respecto a la enseñanza de las matemáticas, ya que uno de los factores que podría ayudar a romper el mito de que estas son muy complicadas es la de llegarle al estudiante por uno de los medios que más está enseñado a dominar como es el de las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC).

2. Aspecto: evaluación

Siendo este uno de los elementos importantes en el proceso de enseñanza aprendizaje, para la intervención se preguntó a los maestros desde la planeación de las clases y la forma de intervenir en ellas.

Cuando el profesor plantea un problema en la clase de matemáticas, los estudiantes siguen un procedimiento propio para llegar a la solución, a esto de los 21 docentes encuestados que enseñan matemáticas, el 57% opinó que los estudiantes en algunas ocasiones generan su propia forma de desarrollar las actividades, lo cual se justifica desde las siguientes apreciaciones:

- Siempre se les da instrucciones u orientaciones
- Se les permite encontrar su propia solución

- Generalmente los estudiantes son muy dados a seguir estrictamente las indicaciones del profesor y no se dan la oportunidad de conocer otros procedimientos.
- Depende la intención de la clase
- Se da libertad de hacer los ejercicios, siempre y cuando lo sustenten de manera individual
- Hay libertad de solución
- A veces, algunos son muy mecánicos o memorísticos

En los procesos de evaluación (formativa o sumativa), se tienen en cuenta los criterios de formular y resolver problemas, comunicación, razonamiento, formulación, comparación y ejercitación de procedimientos, pensamiento lógico y el pensamiento matemático. De los 21 docentes encuestados, el 86% opina que en los procesos de evaluación, sí se tienen en cuenta los criterios formulados en la pregunta.

No obstante, ante la pregunta orientada a saber sobre el uso de sitios web, blogs o plataformas virtuales para llevar a cabo los procesos de seguimiento y evaluación de los contenidos vistos en clase, la respuesta dada por los docentes encuestados muestra que el 57% hacen uso de este tipo de herramientas técnico pedagógicas para llevar a cabo los procesos de seguimiento y evaluación de los contenidos vistos en clase [12].

Esto lo justifican las siguientes apreciaciones:

- Estos procesos de seguimiento y evaluación se hacen de forma física
- Porque así es más continuo y permanente el proceso de construcción del pensamiento matemático.
- Son muy numerosos los grupos para hacer un seguimiento serio y responsable, es engañarlos.
- Ayuda a llevar coherencia y orden con lo desarrollado en clase
- Permiten que el estudiante programe sus momentos de refuerzo, contribuyen con la comunicación tanto con estudiantes como con los acudientes
- Hay muchas ayudas en internet que enriquecen el aprendizaje
- Porque mediante estos puedo contribuir con la gratuidad de la educación, la formación académica y el fomento de la consulta de diferentes fuentes de información en el estudiante, además de diversificar el estilo de trabajo en el proceso de enseñanza y en el proceso de aprendizaje.
- Facilitan al estudiante revisar de nuevo lo visto en clase.

IV. DESARROLLAR LA PROPUESTA DIDÁCTICA TENIENDO CUENTA LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL DIAGNÓSTICO, CON BASE A LAS TEORÍAS PROPUESTAS POR LOS AUTORES.

Esta se encuentra consignada en el libro llamado “Nociones de Matemáticas Asistidas por LEGO MINDSTORMS”, material que se elaboró conjuntamente con el proyecto, el cual a su vez cuenta con una disposición como la que se presenta a continuación:

- Presentación
- Contenidos que involucran a su vez los cinco tipos de pensamiento (Métrico, Numérico, Variacional, Geométrico y Aleatorio), concebidos desde los estándares

propuestos por el Ministerio de Educación Nacional (MEN), además de adaptar ejemplos concernientes que el estudiante apropie las temáticas propuestas desde los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA), propuestas para el área de matemáticas desde el gobierno nacional.

- Actividades propuestas de cada una de las temáticas expuestas, las cuales se distribuyen de la siguiente forma:
 - o En compañía del docente
 - o Trabajo colaborativo: En grupos, realizar ejercicios consignándolos en el cuaderno de actividades.
 - o Resolución de problemas
 - o Consultas adicionales
 - o Laboratorio de apropiación con dispositivos robóticos Mind Storm

V. CONCLUSIONES

El diagnóstico de las estructuras cognitivas y cognoscitivas, como se evidencia en [13], de los estudiantes de las instituciones públicas de Pereira y Dosquebradas deja como resultado que los niveles de desarrollo esperados para el nivel de formación donde se aplicaron los instrumentos están por debajo, con una media entre uno y dos años, en otras palabras, el nivel de desarrollo de las herramientas de pensamiento de los estudiantes de octavo por ejemplo, se asemejan más a las herramientas que tendría un estudiante que estuviera matriculado en grado sexto o séptimo; esto es un indicativo no para las instituciones encuestadas sino para todo el sistema educativo de forma que se haga la reflexión más profunda de la generalidad de esta conclusión, de la pertinencia de los modelos pedagógicos, los principios didácticos y las estrategias metodológicas en la escuela ya que el problema es posible que no sea coyuntural sino sistémico y en ese caso se precisa en [14], acerca de nuevos enfoques para que los estudiantes en edad escolar desarrollen las habilidades y adquieran los conocimientos necesarios que respondan a las necesidades de los contextos académicos o laborales.

Las implicaciones de los resultados en los instrumentos aplicados a los estudiantes en las escuelas e instituciones educativas seleccionadas, lleva a desarrollar una propuesta curricular para la enseñanza de las matemáticas en torno a tres ejes fundamentales, el primero es uno que se ha denominado de soporte técnico o conocimiento de la herramienta mediadora, que en este caso en la robot LEGO [15], este soporte es el que inicialmente cautiva el interés de los docentes y los estudiantes para que trabajen de forma activa y decidida en ellos; es la que permite a todos los usuarios la interacción con la herramienta y su posterior apropiación de conocimiento cuando se instauren las acciones mediadoras, saber cómo funciona el robot, qué instrucciones reconoce y qué información devuelve es parte vital en esta comprensión. El segundo elemento dentro de la propuesta es una reconceptualización teórica ya que el saber debe construirse sobre un conocimiento y este conocimiento aunque lo posea el docente, es posible que tenga dificultades al momento de realizar la trasposición didáctica [16]; aquí es importante aclarar que no consiste en repetir lo que está en los libros sino escoger intencionalmente lo que se quiere

enseñar para que sea significativo y sirva de andamiaje para la construcción de nuevos saberes, más profundos y más complejos. El tercer y último elemento es la combinación del saber técnico aprendido de las máquinas LEGO con el saber disciplinar en matemáticas en los niveles de básica primaria y básica secundaria, en este aspecto la investigación se centra en explorar las mejores formas con las cuales los estudiantes pueden construir su propio saber a partir del conocimiento que es puesto en evidencia por parte del docente.

Existe una inversión considerable por parte del Estado Colombiano en recursos tecnológicos en escuelas y colegios, estos recursos se orientan fundamentalmente para el desarrollo del área de Tecnología en Informática en estas instituciones, pero normalmente recursos informáticos –computadores y tabletas– son subutilizados por las demás áreas de formación y proyectos pedagógicos transversales [17], en este sentido se puede ver una desarticulación entre las áreas de conocimiento con sustento teórico y las áreas de conocimiento con sustento práctico [18], evento que aunque es posible que se dé, es atípico que sea tan marcado en el sector público. Ahora, esta conclusión curiosamente contrasta con el hecho que los estudiantes experimentan con tecnología representada en sus propios celulares, sus propias tabletas pero este contexto no se entrelaza con el contexto escolar, pareciera de hecho que la tecnología informática va con los estudiantes pero en dos caminos independientes.

Se han fijado unos estándares de competencia de referencia que agrupan por lo menos en términos generales, el Proyecto Educativo de cada colegio dentro de lo que el Estado colombiano ha llamado del Derechos Básicos de Aprendizaje [19] –DBA–; esta unificación sirven para trazar las estrategias metodológicas lo suficientemente flexibles para que cualquier actor en el sistema educativo pueda hacer uso de los recursos y efectivamente construya su propio saber, mediado desde luego, por las intencionalidades que los docentes hacen en la programación de su área.

La transformación de un pensamiento lógico natural a un pensamiento lógico estructurado es un ejercicio complejo por naturaleza, no hay garantías de que la metodología aplicada en un grupo de personas sea igualmente funcional en otro grupo, de hecho se encontraron diferencias sustanciales en individuos de un mismo colegio y grupo que aunque tenían modelos explicativos similares al inicio de la experiencia, alcanzan y desarrollan diferentes niveles de pensamiento al momento en que finalmente se recogieron datos para el análisis. Parte de la explicación de esto se puede atribuir a que cada individuo tiene curvas de aprendizaje diferentes y aunque la propuesta metodológica asume este hecho y se enfoca a cada individuo, el tiempo para el desarrollo de las mismas fue muy controlado por parte de los observadores; esto desde luego trae un sesgo en las conclusiones y que podría ser categoría de investigación en esta misma línea o en líneas similares que se fundamenten en la mediación tecnológica.

REFERENCIAS

- [1]. Sánchez, J. J. V., Rodríguez, O. V., & Gallón, J. D. G. (2014). Evaluación mediante técnicas multivariadas de los resultados

de intervenciones de aula en la enseñanza de la estadística. *Entre Ciencia e Ingeniería*, (15), 9-15

- [2]. Salamanca, U. d. (29 de Marzo de 2011). USAL. Obtenido de http://ocw.usal.es/ciencias-sociales-1/desarrollo-del-pensamiento-matematico-y-su-didactica-i/contenidos/2Tema_1.pdf.
- [3]. Ministerio de Educación Nacional, “*Lineamientos curriculares en matemáticas*”. Bogotá: Colombia, 1998.
- [4]. Esteban, V., & Enrique, S. (2012). Uso de material estructurado como herramienta didáctica para el aprendizaje de las matemáticas.
- [5]. Nieto, L. B., & Lizarazo, J. A. C. (2013). La Resolución de Problemas como contenido en el Currículo de Matemáticas de Primaria y Secundaria. *Campo Abierto. Revista de Educación*, 32(1), 137-156.
- [6]. Medici, D., Jiménez, S., Speranza, F., & Vighi, P. (1986). Sobre la formación de los conceptos geométricos y sobre el léxico geométrico. *Enseñanza de las Ciencias*, 4(1), 016-22.
- [7]. Castillo, C. I. (1999). *Lógica y teoría de conjuntos*.
- [8]. Tapia, A. C. J. L. (1995). *Cómo desarrollar el razonamiento lógico matemático*. Editorial Universitaria.
- [9]. Jiménez, L., & Jiménez, J. R. (2015). Enseñar probabilidad en primaria y secundaria?; Para qué y por qué?. *Revista Digital: Matemática, Educación e Internet*, 6(1).
- [10]. Albaladejo, I. R. (2003). Representación y comprensión en pensamiento numérico. In *Cuarto Simposio de la sociedad española de investigación en Educación Matemática* (pp. 35-46). Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática, SEIEM.
- [11]. Mata, L. E., Ramírez Arballo, M. G., Porcel, E., & Siwert, P. (2009). Deficiencias en la transición de la aritmética al álgebra. In *II Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales*.
- [12]. Sunkel, G. (2006). Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la educación en América Latina: una exploración de indicadores (No. 125). United Nations Publications.
- [13]. Juste, M. R. P. (2008). Aplicaciones de herramientas de e-learning a la docencia presencial. *Revista de Formación e Innovación Educativa Universitaria (REFIEDU)*, 1(4), 87-95.
- [14]. Perales Palacios, F. J. (1993). La resolución de problemas. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(2), 170-178.
- [15]. Tedesco, J. C., & Tenti Fanfani, E. (2002). Nuevos tiempos y nuevos docentes. *DOCUMENTO DE DISCUSIÓN*, 57.
- [16]. Ramírez, P. A. L., & Sosa, H. A. (2013). Aprendizaje de y con robótica, algunas experiencias. *Revista Educación*, 37(1), 43-63.
- [17]. Chevallard, Y. (1991). La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado, 3.
- [18]. Colombia Aprende. (s.f.). Colombia Aprende. Recuperado el 1 de 10 de 2015, de <http://www.colombiaprende.edu.co/html/micrositios/1752/w3-propertyname-3099.html>
- [19]. Murcia, M. E., & Henao, J. C. (2015). Educación matemática en Colombia, una perspectiva evolucionaria. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 9(18).
- [20]. Colombia Aprende. (2 de 10 de 2015). Colombia Aprende. Obtenido de http://www.colombiaprende.edu.co/html/micrositios/1752/articles-349446_dba_mate.pdf.



Juan Carlos Henao López. Nació en Pereira, Colombia el 14 de enero de 1977 y estudió su pregrado en Ingeniería Eléctrica en la Universidad Tecnológica de Pereira y una maestría en educación con la Universidad de Santander. Ejerció profesionalmente como docente para la Secretaría de Educación de Pereira, la Universidad de Caldas y la Universidad Católica de Pereira donde actualmente se encuentra vinculado laboralmente y pertenece al grupo de investigación Entreciencia e Ingeniería. Entre sus campos de interés está la didáctica, la robótica, las TIC.



Euclides Murcia Londoño. Nació en Bogotá, Colombia el 1 de Noviembre de 1975 y estudió su pregrado en Matemáticas y Computación en la Universidad del Quindío y una maestría en Enseñanza de las Matemáticas con la Universidad Tecnológica de Pereira. Ejerce profesionalmente como docente para la Secretaría de Educación de Pereira y la Universidad Católica de Pereira donde actualmente se encuentra vinculado laboralmente y pertenece al grupo de investigación Entreciencia e Ingeniería. Entre sus campos de interés está la didáctica, la robótica, las TIC y la Estadística.