

Soto, F.; Naranjo, C. & Lozano, J. (2009). Aprendizaje del Álgebra en grupos con discapacidad auditiva utilizando la Caja de Polinomios. *Revista Sigma*, 9 (1). Pág. 38-60

REVISTA SIGMA

Departamento de Matemáticas

Universidad de Nariño

Volumen IX (2009), páginas 38-60

Aprendizaje del Álgebra en grupos con discapacidad auditiva utilizando la Caja de Polinomios

Learning of Algebra in groups with auditory incapacity using the Box of Polynomials

Fernando Soto Agreda¹ Claudia Stephania Naranjo² Javier Armado Lozano³

Abstract. In this article a experience of didactic character carried out with a group of students is described constituted by young listeners and young people with auditory incapacity severe and referred the learning of algebra, the experience centers his to drive in the Box of Polynomials, tool that a game consolidates type puzzle with own algorithms for each one of the operations with polynomials and the procedure of factorization.

Keywords. Auditory Incapacity, Learning of Algebra, Box of Polynomials

Resumen. En este artículo se describe una experiencia de carácter didáctico llevada a cabo con un grupo de estudiantes constituido por jóvenes oyentes y jóvenes con discapacidad auditiva severa y referida al aprendizaje del álgebra, la experiencia centra su accionar en la Caja de Polinomios, herramienta que consolida un juego tipo rompecabezas con algoritmos propios para cada una de las operaciones con polinomios y para el procedimiento de factorización.

Palabras Claves. Discapacidad auditiva, Aprendizaje del Algebra, Caja de Polinomios

Introducción

En su libro *The Show Learning Child*, Flavell J.S. propone como premisa fundamental que “Las matemáticas son una aventura viva en el mundo de las ideas.” Resulta lamentable que

¹ Profesor Asociado del Departamento de Matemáticas y Estadística de la Universidad de Nariño.
fsoto@udenar.edu.co

² Estudiante de último semestre de la Licenciatura en Matemáticas, Universidad de Nariño.
csng230703@hotmail.com

³ Estudiante de último semestre de la Licenciatura en Matemáticas, Universidad de Nariño.

los estudiantes menos dotados o con deficiencias sensoriales auditivas o visuales o bien, carecen de ideas o ellas florecen en etapas tardías o con mucha lentitud, comparadas con los estudiantes llamados normales. Esta clase de estudiantes van comprendiendo, en su ejercicio cognitivo, que los pasos progresivos del conocimiento suelen ser lentos y dolorosos y la gran mayoría de las veces pueden estar equivocados. Esos pasos lentos suelen acompañarse por el abrumador peso de la incompreensión, la nula tolerancia de sus profesores y por las burlas de sus compañeros.

Pero es posible diseñar estrategias didácticas centradas en rutinas conocidas para abonar un terreno donde la gran mayoría de los estudiantes se sientan pisando un terreno seguro, ellas podrían fundamentarse en el juego, actividad innata a todo humano desde el momento que incursiona en el conocimiento del mundo. En particular, el aprendizaje del álgebra puede centrarse en la *Caja de Polinomios*, rompecabezas que desde lo tangible inspecciona en el establecimiento de algoritmos para las operaciones algebraicas hasta organizar dentro de su propio sistema de representación, modelos procedimentales que dan paso al juego operatorio simbólico.

En este artículo se describe la ejecución de un proyecto que establece unas reglas para enseñar y aprender álgebra con la utilización de un mediador que accionando desde lo lúdico ha permitido facilitar el camino de comunicación con poblaciones que evidencian una deficiencia auditiva importante. En efecto, para la aplicación de las acciones propias de la investigación se han seleccionado a los jóvenes del séptimo y octavo cursos de educación media con discapacidad auditiva y que cursan sus estudios en el Colegio San José Betlehemitas, única institución en la ciudad de Pasto (Nariño, Colombia) que se ha comprometido con la formación integral de esta población.

Generalidades

Las políticas educativas de los países modernos y con ellos, Colombia, centran su accionar en el principio de igualdad y la definición igualitaria de oportunidades para sus ciudadanos; pero por más que se definan términos siempre aparecerán diferencias por el simple prurito de que los sistemas estatales se arriesgan a defender al individuo dentro de sus características de integridad y de respeto por sus diferencias.

Desde el respeto por la individualidad es posible seleccionar individuos más o menos dotados, es decir, supuestamente normales, pero los que no caben dentro de los parámetros de normalidad exigidos por los núcleos sociales se señalan con términos despectivos: anormal, subnormal, minusválido, discapacitado, deficiente, disminuido, distinto, desventajado, ..., términos todos que miran de soslayo a un modelo de hombre perfecto que de existir terminaría por determinarnos a todos como imperfectos, como seres con algunas aberraciones, deficiencias o desviaciones.

Si bien, la vista y el oído son los sentidos de más amplio dominio en las sociedades, ellas no agotan las capacidades sensoriales de las personas. Es relevante recalcar que el gusto, el

olfato y el tacto carecen de una sólida repercusión en los ámbitos educativos y sociales; de allí que las sociedades más o menos aventajadas hayan establecido sociedades o comunidades que buscan como objetivo que quienes se vean afectados por carencias visuales y auditivas subsanen sus desventajas a través de proyectos de integración e inclusión familiar, social, escolar y laboral como son el caso en nuestro país de INSOR (Instituto nacional para Sordos) establecido en 1995 por el Ministerio de Educación Nacional y FENASCOL (Federación Nacional de Sordos de Colombia) fundada en 1984 y que propugnan por establecer programas educativos que privilegien el bilingüismo de las personas sordas. El bilingüismo se define por la competencia que poseen las personas con discapacidad auditiva para comunicarse por medio del castellano y también por el LENGUAJE DE SEÑAS COLOMBIANO como lo denominó Fenascal a partir de 1996.

El proyecto del que emana la experiencia sobre el aprendizaje del álgebra se enmarca dentro de la visión del programa de Licenciatura en Matemáticas de la Universidad de Nariño y su grupo de investigación GESCAS y se sostiene en el Proyecto educativo Institucional del colegio municipal San José Bethlemitas, única institución en la ciudad San Juan de Pasto comprometida con la formación de personas en edad escolar con discapacidad auditiva y cuyo motor de integración es el amor, el amor exigente y precursor del compromiso evidente de todos sus docentes, tanto sordos como oyentes.

1. El lenguaje de señas

En el siglo XVI el sacerdote beneditino, Pedro Ponce de León (1520-1584) fue pionero al prever la posibilidad de educar a las personas sordas, al desarrollar una metodología propia para este fin. La mayoría de sus alumnos eran nobles y aunque su objetivo era el establecimiento de reglas morales y el aprendizaje de la doctrina cristiana, sus esfuerzos satisficieron necesidades básicas terrenales sobre todo los atinentes a la comunicación. Uno de sus alumnos, Francisco Velasco adquirió tal habilidad oral que fue capaz de anular los impedimentos legales que prohibían el manejo de su cuantiosa herencia. Parece que el método seleccionado por Ponce de León era el de la oralidad y que consiste en la utilización del lenguaje hablado y la lectura de labios.

El sacerdote español Juan Pablo Bonet (1560-1620) publica una obra en la que estructura e imprime una metodología propia al método empleado por Ponce de León. La obra inicia con la dactilología o alfabeto digital que es un paso rudimentario, lento pero útil para comunicarse con el sordo y finaliza con la vocalización de fonemas, la integración de sílabas y la construcción de palabras.

Joachim Pash, predicador en Brandemburgo y coetáneo con Bonet, desarrolló un método para comunicarse con su hija sorda y que le permitió llevar una vida digna con alturas importantes. Aunque no se conocen detalles de su método ni de su experiencia, ha pasado a la historia como uno de los primeros padres de familia preocupado por la educación de un hijo sordo.

El siglo XVIII, en Francia y con el sacerdote Charles Michel de l'Épée (1712-1789) inicia la preocupación de los poderes públicos en la educación de los no oyentes. De l'Épée funda en su propia casa una escuela gratuita que al poco tiempo recibe la ayuda privada y enseguida la subvención pública. En su origen, trata de llevar el libro de Bonet pero ante el crecido número de estudiantes y al evidenciar que el método era muy lento se obligó a crear un lenguaje de signos, convencido como estaba que era un lenguaje comparable a la lengua hablada de las personas oyentes. De este modo, sustituyó los principios de oralidad de su escuela con la intención de remplazar, sistematizar y categorizar un sistema de signos capaz de autocontener la lógica inmersa en las lenguas habladas. En realidad, l'Épée estaba construyendo un lenguaje universal para todos los sordos independiente de sus lugares de origen. Muy pronto, el esfuerzo de l'Épée se ve recompensado al divulgarse las noticias de sus éxitos y se fundan en toda Europa, a veces con dineros públicos, a veces con la ayuda privada, instituciones enmarcadas en los ejercicios metodológicos de l'Épée. Por ejemplo, en Madrid, Carlos IV, funda una escuela gratuita para niños no oyentes en el año de 1794.

Si bien, el método de la lengua de señas contraviene al de la oralidad, ha ido ganando aceptación universal puesto que es un método que permite comunicarse sin límites: siempre hay una seña para cada palabra, para cada frase, para cada expresión. Puede asegurarse que el lenguaje de señas ha reinventado de manera lógica el mundo, el hombre y sus sentimientos conteniendo una gramática propia e incluso modismos auténticos y propios de cada país y región. Un testimonio de vida ha aparecido en el artículo “El mundo en mis manos” de Gadenia Mendoza Aguilar, en la revista *Selecciones Reader's Digest* de Febrero de 2007.

2. Matemáticas y Discapacidad Auditiva

R. C. Ablewhite, en su libro *The show Reader*, Heinemann, 1967, señala que el 90% de los estudiantes de un curso, aprenden a leer a pesar del profesor y enfatiza que la habilidad del maestro se mide por los niveles de éxito alcanzados con el 10% restante. El problema puede situarse en que el 10% de los estudiantes con algunas dificultades en su rendimiento académico suelen presentar algún tipo de deficiencia sensorial y en consecuencia, lo único posible, dentro de un estudio de casos, de investigaciones, de experiencias, es el establecimiento de recomendaciones y orientaciones educativas que de ellas se desprenden. Las discapacidades auditivas que presentan escolares ligan las investigaciones en dos frentes: el estudio de las capacidades cognitivas de esta clase de estudiantes y los mecanismos que permiten conformar sus competencias comunicativas.

Fundamentados en teorías piagetianas, Suppes (1974) y Wood, realizaron investigaciones en las que determinaron con pruebas donde la parte lingüística estaba minimizada, que las habilidades lógico-matemáticas entre personas sordas y oyentes no presentaban diferencias marcadas. La única diferencia importante es la edad cronológica de los estudiantes de un mismo nivel educativo pues los escolares sordos evidencian un retraso entre uno y tres años respecto de los estudiantes oyentes; años que se han perdido dentro de los procesos de

integración familiar y escolar y los de inserción social y escolar. Sin embargo, es destacable el hecho de no existir diferencias en el aprendizaje de la lógica y de las matemáticas entre sordos y oyentes pero en los primeros, el camino hacia los logros y las competencias es mucho más arduo y en ocasiones demasiado lento.

Hine (1970), llevó a cabo una investigación con niños entre 7 y 16 años en la que indagaba la forma en que podían llevar los pasos de los procedimientos y algoritmos así mismo por la capacidad de aplicar los conocimientos en la resolución de problemas y encontró diferencias muy consistentes en las competencias del cálculo aritmético y en el abordaje de problemas, diferencias que se iban haciendo más profundas con el tiempo.

Un equipo dirigido por Wood (1984), reconoció que la sordera influye en el aprendizaje de la matemática, influencia que se implica a causa del lenguaje que esta ciencia utiliza y el empleo del lenguaje vernáculo en la proposición de problemas y situaciones. Pero la sordera no es el único factor que acarrea diferencias y entre los que se cuentan incluso, aspectos curriculares, aspectos familiares, aspectos educacionales,..., pero, por increíble que resulte, se detectó que la mayoría de los errores cometidos por estudiantes sordos se presentaban en problemas que requerían de la traducción lingüística hacia las operaciones al igual que ocurre en las dificultades que presentan los estudiantes oyentes.

En fin, son variadas las investigaciones realizadas por psicólogos y profesionales interesados en el movimiento cognitivo en personas con deficiencia auditiva y de ellas se destacan implicaciones de corte didáctico como las siguientes:

- i. Potenciar actividades en las que las representaciones visuales puedan ser imprescindibles.
- ii. Intensificar el aprendizaje del léxico para favorecer la comprensión y utilizar actividades que se centren en la memorización.
- iii. Explicar el significado matemático de muchos términos dentro de contextos enfatizando en lo real y en lo abstracto.
- iv. Interrelacionar las diferentes ramas privilegiando aquellas temáticas que pueden soportarse dentro de los contenidos geométricos.
- v. Permitir la descripción de los objetos que poseen sentido matemático por parte de los estudiantes sordos.
- vi. Insistir en la utilización de recursos didácticos y materiales de apoyo, que permitan la comprensión de las explicaciones elaboradas en clase.
- vii. No eliminar las cuestiones matemáticas de apariencia compleja o de difícil acceso, en este caso se debe animar hacia el estudio y resolución de las situaciones.

viii. Elaborar adaptaciones curriculares para aquellos estudiantes sordos que lo precisen.

3. Sobre el álgebra

El aprendizaje de la matemática se suscita en etapas que culminan en los pasos simbólicos, relaciones, funciones y algoritmos y procedimientos. El álgebra es el paso fundamental hacia la consolidación del lenguaje matemático que permite acudir a la instancia formal.

Pero la distinta significación de las letras, como generalizadoras de la aritmética, como incógnitas en las ecuaciones, como argumentos en las funciones, como entes abstractos,... son de difícil comprensión por todas las personas y peor aún, por los estudiantes sordos pues ellos están acostumbrados a asociar a las palabras significados traídos del mundo real, tangible y concreto.

No resulta fácil ni la utilización ni la comprensión de términos y expresiones recurrentes en el álgebra: elevar a la décima potencia, extraer la raíz quinta, calcular, expandir, simplificar, racionalizar, determinar, buscar, hallar, encontrar, obtener, factorizar, ver si es un trinomio cuadrado perfecto, aplicar una fórmula, sustituir, remplazar, igualar, reducir, convertir en fracciones parciales,..., son algunos de los términos que en los estudiantes sordos pueden causar empobrecimiento de significados y la subsiguiente pereza cognitiva hacia estas temáticas.

Es tácita la explicación de la necesidad bilingüística en el personal docente de las instituciones con estudiantes sordos y en efecto, el proyecto se ha desarrollado con una fase inicial de aprendizaje de la Lengua de Señas Colombiana como requisito básico para implementar el aprendizaje y la enseñanza del álgebra con la incorporación de la Caja de Polinomios al currículo escolar y con el objetivo de suplir las deficiencias comunicativas.

4. La Caja de Polinomios

La *Caja de Polinomios* es una construcción relativamente perfecta, nueva y novedosa que se sustenta en un modelo geométrico ideal, híbrido entre el pensamiento euclideo y el cartesiano; preserva la precisión y exactitud abstracta del Álgebra simbólica de Vietè y garantiza la belleza y solidez de cada una de las operaciones que pueden efectuarse con los polinomios de una y dos variables. Desde este punto de vista pueden redefinirse cada uno de los conceptos algebraicos, por ejemplo, un polinomio es cada arreglo de fichas, el coeficiente es la cantidad de fichas sobre el tablero de una misma clase, un término resulta ser la agrupación de fichas que se corresponden a una misma clase; así mismo, se pueden determinar o definir cada uno de los procedimientos o algoritmos operatorios y técnicas depuradas utilizadas con frecuencia en el trabajo matemático como los de agregación de ceros, la factorización y la sustitución de variables.

En múltiples espacios, profesores de Álgebra preocupados por la mortalidad académica, han tenido acercamientos a la consolidación de un rompecabezas similar al de la *Caja de*

Polinomios cuyo origen aparece en la Universidad de Nariño a partir de los trabajos de algunos docentes adscritos al Departamento de Matemáticas y Estadística quienes se apoyaron en hombros de gigantes: Euclides, quien construye un modelo incorruptible, típico del más alto intelecto humano. La Geometría de Euclides es un monumento de exquisitas cualidades, soportado en la obra de pensadores profundos, recios trabajadores y de gran sensibilidad artística, visible en su gusto por la perfección. Así cada demostración exhibida en *Los Elementos* es un himno a la sencillez. La *Caja de Polinomios* toma del Libro I de *Los Elementos* de Euclides, la proposición 43 que es uno de los resultados que presagian el llamado Teorema de Pitágoras, expresión cumbre del Libro I de los Elementos y del cual el hombre ha presentado cerca de cuatrocientas demostraciones.

No menos importante es el apoyo brindado por Tabit ben Qurra el Harani, este matemático árabe, del siglo X, estudia una dificultad relacionada con la interpretación de los objetos algebraicos en el contexto de la geometría euclideana. La dificultad se identifica en la imposibilidad de sumar áreas con longitudes y con puntos (números) y que se vence proponiendo la idea de *homogeneización* de las expresiones, que inicialmente permiten introducir un nuevo método geométrico para resolver algunos problemas del Álgebra como la multiplicación y la factorización de polinomios con coeficientes enteros positivos y que culmina con la resolución de TODOS los problemas del Álgebra de polinomios al comprometer las ideas cartesianas en el desarrollo material del juego.

El último apoyo encontrado y que derivó en la construcción del mediador del conocimiento llamado *La Caja de Polinomios*, se ubica en la primera mitad del siglo XVII cuando terminaba el Renacimiento y se entraba a la etapa de la historia conocida como Edad Moderna; edad alumbrada por la presencia de Descartes y Fermat, quienes desarrollaron la caracterización del plano cartesiano donde se conjugan los conceptos de espacio y tiempo para los objetos. Descartes publica su *Geometría* en 1637 y Fermat escribe su *Isagoge* el mismo año, pero no la da a conocer. Las dos obras tienen orientaciones distintas pero el mismo contenido técnico, Fermat sigue el esquema de los griegos y particularmente el de Euclides: parte de los axiomas y las proposiciones dándoles mayor elegancia y sencillez, Descartes, toma como punto de partida su conocimiento de la ciencia y tiende hacia el automatismo de la producción matemática. Fermat relega a un segundo lugar las expresiones algebraicas pues en su preferencia están los objetos geométricos: Descartes en cambio, brinda primacía al Álgebra logrando un automatismo formidable en el estudio de los objetos geométricos.

Esta pugna dialéctica: tangible-intangible, abstracto-material, retórico-simbólico,..., prevalece en la *Caja de Polinomios* y es el legado que Fermat y Descartes proponen a la herramienta didáctica y es que con ella, es posible el diálogo que suscita la comunicación, el mejoramiento de la fluidez verbal y la capacidad argumentativa, la fluidez conceptual y algorítmica. La atención a estos tres momentos; Euclides, Tabit ben Qurra y Descartes-Fermat, hicieron posible la construcción efectiva de una herramienta didáctica que viene penetrando el ambiente académico y que altera los procesos de enseñanza y de aprendizaje del Álgebra, que de forma usual se hacen de manera tediosa e incomprensible.

Este material didáctico permite desarrollar toda la operatoria algebraica con polinomios de una variable hasta de grado cuarto y dos variables hasta de grado dos. Los algoritmos disponibles en la *Caja* son los que se enlistan a continuación, amén que se puede escribir más de millón y medio de polinomios de una variable y 22 millones de polinomios de dos variables:

- Sumar polinomios de una o dos variables
- Restar polinomios de una o dos variables
- Multiplicar polinomios de una o dos variables
- Factorizar polinomios de una o dos variables
- Sustituir variables
- Ejecutar la geometría transformacional
- Dividir polinomios
- Resolver problemas de construcción de rectángulos referentes a perímetros y áreas, cuando uno de los dos parámetros es constante.
- Cálculo del máximo común divisor y el mínimo común múltiplo entre polinomios
- Demostrabilidad de la reductibilidad o irreductibilidad de polinomios.
- Diversas competencias relacionadas con los estándares de matemáticas desde el nivel preescolar hasta el de formación media y en concordancia con tipos de pensamiento

La *Caja de Polinomios* está **constituída por 165 fichas divididas en once clases y es un elemento bipersonal**. Pero es algo más; en realidad, La Caja de Polinomios es: a) un rompecabezas que media el juego operatorio algebraico, b) es un mediador del conocimiento, c) es un sistema de representación, d) es una oportunidad docente. Un rompecabezas porque posibilita un juego que se rige por muy pocas reglas, que no sólo incorpora normas sino también nuevos algoritmos y estrategias para cada una de las operaciones entre polinomios. Es un mediador del conocimiento en cuanto su intención es permitir la simbología algebraica corriente, la ejecución evidente de demostraciones de reductibilidad e irreductibilidad de polinomios y es importante recalcar aquí, que la teoría de polinomios alcanza una importancia vital en el desarrollo de varias disciplinas y temáticas como las series de Fourier, series ortogonales, aproximaciones polinomiales y tratamiento de señales, entre otras. Pero, la Caja de Polinomios, también es un sistema de representación novedoso, es un agregado académico que posibilita otras formas de argumentar como se puede observar en la cartilla guía que los investigadores produjeron para ejecutar el presente proyecto. Hasta ahora, las formas de representación de los polinomios eran tres: mediante fórmulas, mediante tablas de valores o mediante curvas o superficies, la caja agrega el de las representaciones rectangulares y el de desencuadres múltiples. Y finalmente, la Caja es una oportunidad que tienen los docentes de abandonar sus desusadas estrategias y recorrer un camino desconocido pero asombroso y fácil que con seguridad los conduce al éxito ya que el conocimiento del Álgebra parte de lo tangible a pesar de que su temática es profundamente abstracta, característica que la hace misteriosa y a veces inaccesible.

A continuación se presentan los estándares curriculares que pueden generar un desarrollo eficiente y elegante con una captación mental correcta si se utiliza como mediador *La Caja de Polinomios*, estándares que fueron determinados por el equipo a cargo de la presente investigación

Nivel Preescolar.

1. Reconocer algunas figuras geométricas como cuadrados y rectángulos.
2. Agrupar objetos de acuerdo con diferentes atributos, tales como el color, la forma,..., y formar figuras más grandes y más pequeñas.
3. Señalar entre dos grupos o colecciones de objetos semejantes, el que contiene más elementos, el que contiene menos, o establecer si en ambos hay la misma cantidad.

Niveles Básica Primaria, Básica Secundaria y Media Vocacional Pensamiento Numérico y Sistemas Numéricos.

1. Clasificar conjuntos de acuerdo con el número de fichas que se encuentren en ellos.
2. Reconocer significados del número en diferentes contextos (medición, conteo, comparación, codificación, localización en zonas).
3. Reconocer el efecto que tienen las operaciones básicas (sumas según las zonas, restas retirando una o varias fichas según las zonas, la multiplicación formando cuadrados o rectángulos con fichas iguales).
4. Resolver y formular problemas aditivos de composición y transformación, comparación e igualación y problemas de multiplicación.
5. Identificar en el contexto de la *Caja de Polinomios*, la necesidad de un cálculo exacto o aproximado y lo razonable de los resultados obtenidos.
6. Comprender y ubicar los números negativos en el plano cartesiano y realizar sumas y restas con ellos.

Pensamiento Espacial y Sistemas Geométricos

1. Describir y argumentar matemáticamente acerca de figuras, formas y patrones que pueden ser vistos o visualizados.
2. Comparar y clasificar figuras bidimensionales de acuerdo con sus componentes y características (cuadrados y rectángulos).
3. Reconocer y aplicar traslaciones y giros de una figura en el plano.
4. Reconocer y justificar congruencias y semejanzas entre figuras (ampliar y reducir).
5. Predecir y comparar los resultados de aplicar transformaciones (traslaciones, rotaciones, reflexiones y homotecias) sobre figuras bidimensionales en situaciones matemáticas.
6. Identificar características de localización de objetos en sistemas de representación cartesiana y geográfica.

Pensamiento Métrico y Sistemas de Medidas

1. Reconocer atributos mensurables de los objetos y eventos (longitud, superficie) en diferentes situaciones.
2. Comparar y ordenar objetos respecto a atributos mensurables.
3. Realizar y describir procesos de medición con patrones arbitrarios y algunos estandarizados de acuerdo al contexto.
4. Analizar y explicar la pertinencia de usar una determinada unidad de medida y un instrumento de medición.
5. Reconocer el uso de las magnitudes y las dimensiones de las unidades respectivas en situaciones aditivas y multiplicativas.
6. Calcular perímetros y áreas de figuras geométricas utilizando dos o más procedimientos equivalentes.
7. Describir y argumentar relaciones entre el perímetro y el área de figuras geométricas, cuando es constante una de las dimensiones.

Pensamiento Aleatorio y Sistemas de Datos

1. Clasificar y organizar la presentación de datos (relativos a objetos reales o eventos escolares) de acuerdo con cualidades o atributos.
2. Representar datos relativos a un entorno usando objetos concretos, usa diagramas de barras.
3. Identificar regularidades y tendencias en un conjunto de datos.
4. Interpretar información presentada en el gráfico de barras.
5. Usar e interpretar la mediana (promedio), la media y la moda en un gráfico para describir el comportamiento de un conjunto de datos.
6. Reconocer la relación entre un conjunto de datos y su representación.
7. Resolver y formular problemas a partir de un conjunto de datos presentados en tablas o diagramas de barras.
8. Predecir y justificar razonamientos y conclusiones usando información estadística.

Pensamiento Variacional y Sistemas Algebraicos y Analíticos

1. Reconocer y describir regularidades y patrones en distintos contextos (numérico y geométrico entre otros).
2. Utilizar letras, figuras u otros símbolos para representar un objeto (fichas).
3. Construir secuencias numéricas y geométricas utilizando propiedades de los números y de las figuras geométricas.
4. Predecir patrones de variación en una secuencia numérica, geométrica o gráfica.
5. Reconocer el conjunto de valores de una variable en situaciones concretas de cambio (variación).
6. Construir expresiones algebraicas equivalentes a una expresión algebraica dada.
7. Modelar situaciones de variación con funciones polinómicas.

8. Desarrollar la operatoria algebraica como adición, sustracción, multiplicación y división de polinomios de una o dos variables de grado dos y hasta cuarto grado en una variable.
9. Desarrollar técnicas para factorizar polinomios, en particular, la diferencia de cuadrados, la suma y diferencia de potencias impares, los trinomios cuadrados perfectos y otros trinomios factorizables de una o dos variables.
10. Demostrar la reductibilidad e irreductibilidad de polinomios.
11. Calcular el máximo común divisor y el mínimo común múltiplo de dos polinomios.
12. Aplicar los productos y cocientes notables.
13. Conocer, comprobar y aplicar el teorema del residuo.

Procesos Matemáticos

1. Planteamiento y resolución de Problemas.
 - Traducir problemas del lenguaje común al algebraico y resolverlos satisfactoriamente.
 - Idear un plan para resolver un problema y lo lleva a cabo con éxito.
2. Razonamiento Matemático
 - Presentar demostraciones directas o indirectas de proposiciones matemáticas significativas.
3. Comunicación Matemática
 - Utilizar el lenguaje, notación y símbolos matemáticos para presentar, modelar y analizar alguna situación problemática.
 - Exponer ante una audiencia, de manera convincente y completa, argumentos matemáticos.

5. El Significado Epistemológico y Didáctico de la Caja de Polinomios

El conocimiento matemático escolar, desde los niveles iniciales, se ha rodeado de conceptos desafortunados y alejados a su propia naturaleza, como un conocimiento excluyente e intimidatorio que solo está al alcance de unos pocos privilegiados y en cambio para muchos significa fracaso, frustración y ansiedad.

Frente a este estado de cosas, los recursos para el trabajo en el aula de clase de matemáticas juegan un papel esencial para despertar sentimientos y actitudes positivas hacia las matemáticas, para desmitificarlas, y propiciar la participación y la integración y vencer los obstáculos emocionales responsables del aburrimiento, permitiendo ver que las matemáticas son una materia viva, llena de interés y muy útil dentro y fuera del aula.

Por otra parte se tiene que las dimensiones del desarrollo humano (corporal, cognitivo, comunicativo, socio-afectiva, estética, espiritual,...) no son independientes sino que se presentan en forma simultánea y complementaria, permitiendo, cada una, el desarrollo del “archivo de habilidades” específicas de las distintas inteligencias del niño y del ser humano en general. De esta manera, acciones y actividades como la manipulación juegan un papel importante en el aprendizaje de las matemáticas. Teniendo en cuenta que lo que “se hace se aprende”, es fundamental para la enseñanza de las matemáticas, el presentar inicialmente los conceptos a través de la manipulación de materiales, tanto por parte del estudiante en actividades debidamente orientadas, como por parte del profesor en demostraciones prácticas. La manipulación de objetos y de manera especial las figuras que conforman la *Caja de Polinomios*, guiada de manera inteligente por el profesor, conduce al estudiante al descubrimiento de muchos conceptos y relaciones, procesos y patrones de acción correspondientes a diversas situaciones matemáticas que pertenecen a la parte constitutiva de la estructura propiamente dicha de estas ciencias y en consecuencia llevan a dominar leyes y principios matemáticos generales.

Así mismo la visualización o experimentación de imágenes visuales en secuencia llevan al estudiante a una comprensión más profunda de los procesos matemáticos involucrados en una operación.

Aquí resulta conveniente precisar que las operaciones constituyen un aspecto fundamental en la construcción y desarrollo de los conceptos matemáticos, y en esta toma de conciencia y en la posibilidad de realizar operaciones el sujeto desempeña un papel activo. Este hecho se constata en muchos episodios de la historia de las matemáticas. Por ejemplo, la creación de los primeros sistemas de numeración marcó los inicios de la aritmética y de esta manera no solo fue posible satisfacer las necesidades fundamentales del recuento, la simbolización de cantidades y acciones, de relaciones y transformaciones cuantitativas que se podrían realizar con los objetos, sino que además fue posible establecer las operaciones.

La toma de conciencia de la operatividad constituye un proceso gradual que cubre un largo período de la historia de las matemáticas y que apenas en el siglo XVI empieza a ponerse en evidencia principalmente con la obra de Simón Stevin. El atractivo y la utilidad del número, por ejemplo, radican en que se trata de un concepto operatorio. Son precisamente las operaciones las que otorgan potencialidad al número.

El trabajo de Nicole Oresme hizo el más efectivo uso de diagramas geométricos, de intuición y de un sistema de coordenadas, para dar a sus demostraciones una convincente simplicidad lo cual marcó una etapa significativa hacia el desarrollo del cálculo, que es el ejemplo clásico de operatividad. En su modelo geométrico el campo operatorio lo constituye la teoría de las proporciones expuesta en los Elementos de Euclides. Dicho modelo al permitir la interpretación por medio de áreas, de ciertos problemas cinemáticos, hace posible el desprenderse de las formulaciones retóricas de los problemas y de esta manera beneficiar el surgimiento de un lenguaje con rasgos simbólicos que llevaría al Álgebra de Vieta. Así mismo Oresme suministró las técnicas por medio de las cuales

Galileo demostró que “la distancia es proporcional al cuadrado del tiempo durante la caída libre de un cuerpo.”

El hecho de que la distancia recorrida pueda representarse mediante un área tiene un significado muy importante porque éste puede ser considerado como un “germen de la desdimensionalización de las variables, lo cual constituye un paso necesario para la creación del lenguaje algebraico”, y se convirtió en el ingrediente fundamental de la construcción física de la Caja de Polinomios.

Esta sumaria y quizá fragmentada reflexión acerca de los distintos temas y aspectos de las matemáticas escolares permite poner en evidencia el fundamento epistemológico de la CAJA DE POLINOMIOS y su valor como recurso didáctico para el aula, desde esta instancia se anota un agregado importante que radica en las pocas reglas de juego y que tan solo son tres para abordar todo el juego operatorio contrario a otros instrumentos similares que se aplican con un exceso de reglas que los hacen impenetrables.

6. Contexto Social del Desarrollo de la Investigación

La IEM San José Bethlemitas cuenta con estudiantes pertenecientes en su gran mayoría a los estratos 1 y 2; además de incluir a poblaciones vulnerables, entre ellas a personas en edad escolar con discapacidades físicas, y ser la única en la ciudad de Pasto en incluir a personas con discapacidad auditiva (52 en bachillerato)⁴ en la educación regular. Estos hechos han influido en el desarrollo de la investigación.

El aspecto económico, aunque no es suficiente para el crecimiento integral de una persona, es esencial para desarrollar algunas actividades, por ejemplo, el transporte desde el hogar hasta el lugar de trabajo (aula, VIPRI, lugar donde se lleva a cabo la investigación) y del lugar de trabajo a la casa, con el agregado de que algunos estudiantes viven en sitios apartados de la misma ciudad y por supuesto de la sede VIPRI de la Universidad de Nariño crea una resistencia en los padres por enviar a sus hijos a una actividad fuera del horario de clases; el gasto económico es grande y además aparecen constantes peligros que acechan en las calles actualmente. En variadas ocasiones, estudiantes sordos inscritos en la investigación han faltado, no por la ausencia de compromiso, sino porque el dinero no es suficiente o porque deben trabajar. De alguna manera la mente de los estudiantes viene cargada directa o indirectamente de un estrés financiero. La asistencia de los participantes durante todas las sesiones fue del 30% al 40% con respecto al total del número de estudiantes del grado 8-1.

Respecto a problemas familiares, los estudiantes no han mostrado ningún signo de alarma; la alegría, la buena disposición y la responsabilidad son características del grupo de trabajo,

⁴ Información proveniente de la primera audiencia pública de rendición de cuentas de la IEM San José Bethlemitas, 29 de enero de 2009

excepto por el caso de una joven que renunció porque sus padres trabajan y debe cuidar a su hermano menor, que es muy pequeño.

Entre tantas, las causas mencionadas abren una gran brecha entre niños y jóvenes, entre ellos quienes sueñan con tener acceso a una mejor educación, sostener la posibilidad de sobresalir o exhibir un mejor aprovechamiento escolar, jóvenes que desean sostener la oportunidad de crecer aprendiendo nuevas cosas y ser parte de algún grupo con intereses comunes y que por sus condiciones socio-económicas saben que las alternativas están a la mano frente a aquellos que por sus dificultades económicas, familiares o por la ausencia de una persona que los cuide, en la mayoría de los casos, no pueden participar de actividades extracurriculares como las realizadas en esta investigación.

Por otro lado, el grupo de trabajo está conformado por estudiantes de dos grupos culturales: oyentes y sordos. De esta manera, los investigadores se han visto en la necesidad de comprender el verdadero significado de la diversidad cultural y tener las condiciones básicas para brindar a cada estudiante la posibilidad de desarrollar sus habilidades matemáticas, sin importar su condición. Además, los estudiantes oyentes son adolescentes entre los 13 a 16 años, despreocupados, con poco sentido de la responsabilidad, divertidos, inquietos, un poco desorientados; en otras palabras, buscan más la diversión que el mismo aprendizaje a diferencia de los estudiantes sordos, quienes son mayores de edad, Jhon de 18 y Deiby de 20 años y quienes tienen un solo objetivo: aprender álgebra. Esta diversidad cultural y grupal ha direccionado el trabajo de los investigadores por un interés particular y primario, animar a los estudiantes por el estudio de las matemáticas y demostrarles que se puede aprender riendo, jugando y compartiendo experiencias. Se pretende disipar sus pensamientos apartándolos de los problemas personales y hacer de cada acción de la investigación una razón para liberarse del estrés y la rutina, conjugar las características de la juventud con el aprendizaje, la responsabilidad, el trabajo y la ayuda mutua.

7. La experiencia

Es inevitable que la vida se conforme de experiencias; lo lógico es que cada una de ellas haga parte del acervo cultural por medio de una evidencia escrita, y en particular esta investigación no puede quedarse en un limbo cognitivo de teoría y resultados. Uno de los postulados de las nuevas teorías y metodologías educativas es *humanizar* al ser humano, tener en cuenta sus pensamientos, vivencias, emociones, actitudes y comportamientos; es vital dejar testimonios del éxito o del fracaso del trabajo que se ha realizado, tanto para estudiantes como para los investigadores buscando en el intento una fuente de inspiración para trabajos similares en el futuro.

Para los investigadores, esta ha sido la oportunidad de ver la vida desde otro punto de vista, de presenciar cómo aquellas personas que aparentemente son vulnerables por su discapacidad auditiva, tienen deseos de progresar y emplean sus habilidades, competencias, experiencias y conocimientos para desarrollarse como personas y mostrar que teniendo las

herramientas adecuadas son tan capaces como cualquiera de hacer y saber hacer y el derecho a la inclusión en los espacios sociales y laborales.

Después de una capacitación en LSC (Lengua de Señas Colombiana) realizada por el equipo de investigación, que en tiempo costó cerca de dos años lectivos, y de las orientaciones hechas por la docente de la IEM (Institución Educativa Municipal) Lucía Sánchez, trabajar con las personas sordas ha resultado una experiencia enriquecedora porque se ha comprendido que ser sordo es una condición que no quita nada, que no es limitante ni sintónica con la carencia de algo. Por el contrario, ser sordo significa pertenecer a un grupo de personas con ideales, pensamientos, lenguaje y formas de vida únicos. Así, se comprende el verdadero significado de la diversidad cultural y personal, de ser diferente en el sentido que una persona de Colombia es diferente a una de Argentina y no que la persona A es más que la persona B.

Lo establecido anteriormente se puede comprobar desde las vivencias, resultado de compartir con los jóvenes sordos que han asistido al desarrollo de la investigación, es decir, caer en la cuenta que la sordera no es sinónimo de incapacidad o minusvalía; es cierto que se presentan dificultades inherentes al espacio comunicativo, a la comprensión y argumentación de conceptos y a las competencias argumentativas, pero no conforman impedimentos u obstáculos insalvables.

Respecto a todo el grupo (estudiantes oyentes y sordos), es importante destacar la imaginación, creatividad, ánimo, voluntad, perseverancia y alegría con que han venido realizando cada actividad, muestran con sus acciones que para ellos el mundo no gira en torno a las banalidades, el dinero o el trabajo; el mundo gira en torno de la curiosidad, la inocencia, la alegría y el conocimiento. Aún no son conscientes de su participación e intervención en el mundo pero saben que cada momento es irrepetible, es único, notan que es posible aprender matemáticas jugando, con sentimientos y acciones positivas rondando en el aula de clase. Este es el contexto que se logra con el rompecabezas denominado *Caja de Polinomios*, el cual incentiva a cada estudiante a estar presto a aprender, con mayor y mejor disposición; es causa de actitudes positivas frente a las matemáticas, permite liberarse de un pensamiento estereotipado sobre lo difícil que es el álgebra, y lo difícil cuando se menciona la palabra problema o en la cantidad de letras o números que tiene una expresión algebraica; permite centrarse en lo fácil y divertido que puede resultar resolver cada nuevo ejercicio y lo interesante de aprender nuevas cosas, en esta empresa es en donde el maestro se convierte en un verdadero orientador del conocimiento y en general en un ser humano.

Los estudiantes, manifiestan su constante alegría cuando asisten a cada sesión de trabajo y argumentan que aunque para ellos representa casi que un gran esfuerzo porque deben llegar a sus hogares, almorzar, tomar un momento de descanso y transportarse hasta la VIPRI, vale la pena compartir esos momentos en los que, como mencionan ellos mismos *se goza aprendiendo* y que a pesar de ser la primera vez que se topan con el álgebra, esta asignatura no resulta tan difícil como la habían imaginado.

Después de un receso en el desarrollo de la investigación, que se tomó entre los meses de Septiembre a Diciembre de 2008, por el cambio de calendario académico y promoción de los estudiantes a noveno grado, en los primeros días de clases del mes de Enero de 2009 ellos solicitaron seguir con el trabajo que se había dejado inconcluso, acordando de nuevo el horario de encuentro. Uno de ellos expresa en sus propias palabras: *“en el colegio la materia de matemáticas está algo difícil y todos los días nos hablan de polinomios y expresiones algebraicas. Es bueno que volvamos a reunirnos para aprender más, aprender álgebra es importante, además se la pasa bacano. A mi, me gustaba mucho cuando íbamos a la VIPRI. ¿Cuándo es que vamos a ir de nuevo?”*

Afortunadamente, tanto para estudiantes como para investigadores, cada encuentro ha ido formando parte de una buena experiencia, llena de aprendizajes y enseñanzas que han permitido el crecimiento personal e intelectual de cada uno de ellos.

8. Descripción de la investigación

Con respecto a los sujetos de investigación en promedio participan 18 estudiantes (noveno grado), distribuidos en dos grupos, de la siguiente manera:

Grupo 1: 10 estudiantes oyentes (hombres). Asisten cada jueves de 4:00 a 5:30 pm.

Grupo2: 6 estudiantes oyentes (mujeres) y 2 estudiantes Sordos (hombres), asisten cada viernes de 3:30 a 5:00 pm.

Lugar: aulas 302 y 308, sede VIPRI Universidad de Nariño.

El desarrollo de la investigación se puede segmentar en dos períodos, el primero comprendido entre los meses de Enero a Junio de 2008 y el segundo comprendido entre los meses de Noviembre a Junio de 2009. Los convenios que se establecieron para evitar contratiempos con los estudiantes fueron:

- Trabajar con dos grupos de estudiantes en horarios extra clase en las tardes de 4:00 a 5:30 los días jueves y de 3:30 a 5:00 pm los días viernes, en las instalaciones de la sede VIPRI de la Universidad de Nariño.
- Autorización de los padres mediante un documento firmado en el que se compromete a enviar a su hijo a cada una de las sesiones. (Anexo 1).
- Llevar un control de asistencia que se presenta al docente encargado del área de matemáticas con el fin de incentivar el compromiso y esfuerzo de aquellos que cumplen (Anexo 2).
- La investigación dota el material básico que permite lograr fluidez durante las sesiones de trabajo, a saber; la caja de polinomios, cuaderno de apuntes y lápices.

- Evaluar permanentemente con ejercicios claves lo que se ha aprendido. Por ejemplo, los algoritmos de suma, resta y multiplicación de polinomios (Anexo 3).

Respecto a las estrategias de trabajo empleadas durante la investigación se tiene:

- Para la realización del trabajo se utilizan, además de las herramientas usuales, la Caja de Polinomios, su cartilla y un libro guía diseñado para el desarrollo de la investigación.
- Se explican algunas reglas básicas del juego, partiendo de algunos ejemplos.
- Se realizan preguntas orientadoras al descubrimiento de nuevas propiedades.
- Se realizan varios ejemplos, jugando con sus representaciones en la caja y sus respectivos tratamientos simbólicos con lápiz y papel.
- Se socializan ideas y procedimientos tanto en el juego como en las expresiones simbólicas.
- Se concluyen los aspectos matemáticos (algebraicos).

Cronograma de actividades realizadas.

- Reconocimiento del material de trabajo como fichas, tablero y cartilla.
- Explicación sobre el principio de vecindad, esto es, fichas vecinas deben coincidir en su lado de vecindad que es clave para el éxito en el manejo de la caja.
- Lectura y escritura de polinomios de una y dos variables, de grado cero, uno, dos y tres.
- Simplificación de expresiones algebraicas que consiste en retirar ceros y que técnicamente se denomina reducción de términos semejantes.
- Adición y sustracción de polinomios.
 - Adición.
 - Inverso aditivo.
 - Sustracción.
- Optimización de uso del plano cartesiano.
- Multiplicación de polinomios de la forma $(ax + b) \cdot (cx + d)$.

Cronograma de actividades por realizar.

- Cálculo de productos de grado tres y cuatro.
- División de polinomios hasta de grado cuatro.
- Factorización de polinomios de grado dos y tres.

- Multiplicación y división de polinomios de grado dos en dos variables.
- Relación entre perímetros y áreas.

En este nuevo año lectivo, que inicia con el periodo académico que va desde septiembre hasta diciembre, se ha vuelto a contactar con la institución y establecido nuevos lazos de cooperación y amistad con el nuevo personal y con la petición de los estudiantes de seguir con el proyecto. Se está iniciando la labor de capacitación a la nueva profesora de matemáticas de los grados octavo y noveno sobre lo que se pretende con el proyecto y sobre el funcionamiento del juego.

9. Avances de la investigación

Para dar cuenta de los avances que se han logrado durante el desarrollo de este estudio, se tienen en cuenta de forma exclusiva los Avances Actitudinales y los Avances Cognitivos.

9.1 Avances Actitudinales

- **Actitud de los estudiantes frente a las matemáticas.** *La caja de polinomios*, tuvo gran acogida entre los chicos, se convirtió en un elemento que concentró su interés en las matemáticas y particularmente en el estudio del álgebra. Estudiantes sordos y oyentes entendieron las reglas del juego así como el paso de las representaciones tangibles a las representaciones simbólicas y el desarrollo procedimental de las mismas. Este hecho se demuestra desde el tipo de anotaciones que hacen los estudiantes en su cuaderno de notas, donde con frecuencia pintaban esbozos y figuras tal y como se opera en la Caja de Polinomios.
- **Disposición e interés.** Generalmente los estudiantes de los grados octavo y noveno no se muestran interesados en el estudio del álgebra ya que la entienden como el estudio de una serie de fórmulas, llenas de letras y números, sin ningún sentido. En realidad, el álgebra es la primera asignatura de alto contenido abstracto y de lo más abstruso que existe dentro de la temática curricular. *La Caja de Polinomios* se ha convertido en la excusa para familiarizarlos con esta rama del conocimiento matemático, despertando su curiosidad y mejorando su disposición.
- **Sentirse parte del proceso.** El hecho de tener que desarrollar la investigación en un horario extra clase, en un lugar diferente de las instalaciones de la IEM, fácilmente habría sido un impedimento, causa de inasistencia o deserción de los participantes. Contrario a esto, los estudiantes han asistido sin ningún contratiempo, mostrando su sentido de pertenencia con la investigación.
- **Confianza.** En las primeras sesiones se notaba la falta seguridad de los estudiantes en su propio trabajo, titubeando al dar una respuesta; posteriormente a la utilización del juego, se ha notado una firme relación entre los estudiantes y conocimiento

matemático. De hecho, entre los valores que se fomentan con el aprendizaje de la matemática, aparecen la confianza en si mismo y el sentido de compañerismo.

9.2 Avances Cognitivos

- **Las matemáticas y el juego.** Con respecto al impacto del juego, en el aspecto matemático, se nota claramente que los estudiantes visualizan, interpretan, analizan y retienen la información en mayor cantidad y utilizan propiedades numéricas, que aunque ya conocían solo le encuentran verdadero sentido al comprobarlas dentro de los algoritmos y procedimientos que se sustentan en la Caja de Polinomios y en la utilización de esta herramienta para solucionar nuevos problemas.
- **Importancia de la variedad de representaciones.** Según algunas teorías cognitivas que afirman que las matemáticas son un lenguaje, las diferentes representaciones de un objeto matemático son fundamentales para acceder a su conocimiento. Con la caja de polinomios se da una nueva clase de representaciones algebraicas que sirven como medio para comprender mejor representaciones simbólicas y algunos tratamientos de estas.
- **Toma de conciencia de los procesos matemáticos.** La facilidad y practicidad de las reglas del juego, hace que los estudiantes descubran nuevas reglas y leyes fácilmente y se animen por practicar con otros ejercicios las temáticas aprendidas en cada sesión. Les brinda la posibilidad de sentirse seguros al realizar diferentes operaciones algebraicas, y el paso del juego- juego al álgebra como juego operatorio simbólico es tan sutil que son ellos quienes en determinado momento dejan de lado el instrumento para desarrollar cálculos valiéndose de manera exclusiva de la simbología que sólo a través de la experiencia van obteniendo.
- **Razonamiento lógico.** El juego es un mediador para estudiar el álgebra a un nivel de comprensión profundo y significativo, descubriendo propiedades algebraicas implícitas en algoritmos (inverso aditivo, multiplicación de polinomios en un contexto geométrico).

El juego les permite comprender el álgebra cargando un nuevo y mejor significado, con interpretaciones visuales, reglas y propiedades que anteriormente no les eran comprensibles. Desde este ángulo, la *Caja de Polinomios* se traduce en un mediador traslúcido que deja comprender de manera evidente lo que no resulta tan trivial dentro de una clase tradicional. Es previsible que los algoritmos, reglas y procedimientos redescubiertos con el uso de este rompecabezas se conviertan en conocimiento de largo plazo.

Por ser el grupo de más alto nivel de escolaridad en la institución, no existe un referente de comparación; sin embargo esta investigación brinda el testimonio en el ritmo y calidad de

aprendizaje que lograron los estudiantes tanto sordos como oyentes; el mismo ritmo, similares promedios en las evaluaciones pero mayor complacencia entre los estudiantes que evidencian deficiencias auditivas resultan ser la demostración del efecto benéfico en la aplicación de las estrategias dentro del proyecto, centradas en el uso de la Caja de Polinomios.

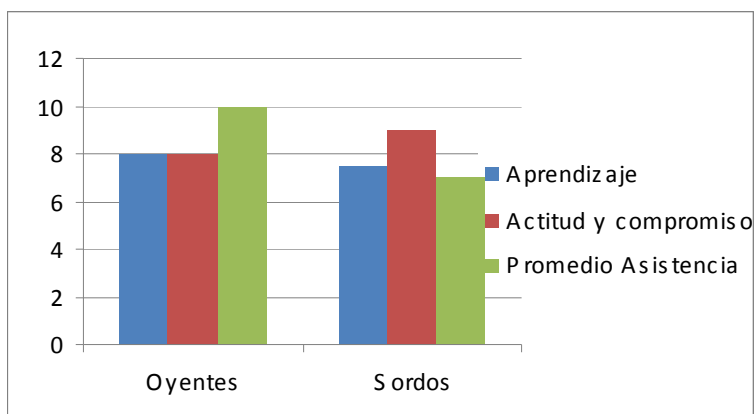
10. Conclusiones

Algunas de las conclusiones que arroja la investigación durante su desarrollo se muestran a continuación.

- **Es posible aprender matemáticas jugando.** Por naturaleza los seres humanos logran muchos aprendizajes durante los primeros años de su vida gracias al juego. Entonces, ¿por qué quitar esta posibilidad en el proceso de aprendizaje de las matemáticas? Esta investigación actúa como un llamado de atención a la comunidad educativa de la ciudad de Pasto, puesto que está mostrando que el ser humano, sin importar la edad que tenga, jamás va a estar apático a jugar, y puede utilizar este gusto para realizar aprendizajes importantes que de otra manera podrían resultar aburridos o un poco rutinarios.
- **Importancia de la ejemplificación.** La clave del éxito de cada sesión de trabajo ha sido utilizar ejemplos para explicar algunas situaciones y permitir a los estudiantes desarrollar otras. Ir construyendo con la solución de cada ejercicio una nueva conclusión que en determinado momento forma parte de un algoritmo o una serie de propiedades algebraicas ha sido en parte el nutriente de la conformidad o satisfacción de los estudiantes. En otras palabras, la ejemplificación, permite a cada estudiante ir tomando consciencia de las cosas que aprende.
- **Desarrollo de valores y habilidades matemáticas.** El juego *Caja de Polinomios*, es un instrumento que ha generado un impacto más allá de ser mediador del conocimiento. Muchas veces un estudiante se encuentra reticente frente a alguna actividad matemática, no porque sea difícil o sus posibilidades sean mínimas, sino porque psicológicamente no se encuentra presto a desarrollarla, sus creencias y mitos son negativas. Este rompecabezas, por su particular forma y fácil reglamento, captura a quien lo usa, cambiando esas creencias en pro del conocimiento algebraico; es un juego con apenas tres reglas para su uso.
- **El juego permite vivir las matemáticas.** *La Caja de Polinomios* es un instrumento que permite volver tangible el conocimiento algebraico, puesto que con este juego el usuario aprende a través de sus sentidos, y de manera extraordinaria logra establecer relaciones entre la dimensión simbólica y la experimental. Por lo tanto, con este rompecabezas, el conocimiento algebraico está a la mano, para ser

manipulado (lejos de aquel nivel de abstracción que es complejo y a veces un poco sombrío), para crear y recrear situaciones con miles, millones de polinomios.

Los resultados, fruto del desarrollo de la investigación, se pueden sintetizar en algunas gráficas obtenidas desde las diferentes pruebas de conocimiento que se aplicaron en el recorrido de la investigación en lo referente al aprendizaje, en sondeos y actas diarias respecto de la actitud y compromiso y en los controles de asistencia que se llevaron en cada sesión.

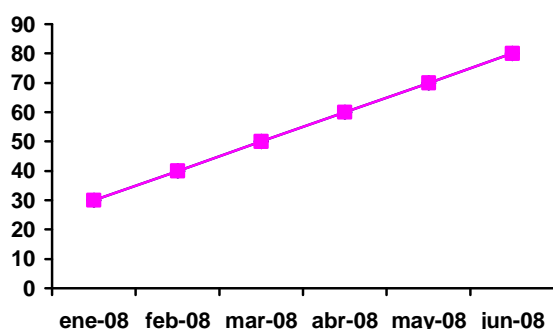


Gráfica 1

Es evidente que existe una mínima diferencia en el promedio de las calificaciones obtenidas en la aplicación de la experiencia. En la práctica se detectó mayor complacencia entre los estudiantes sordos cuando se llegaba de manera correcta a las respuestas y en sus rostros se detectaba gran satisfacción. Todo indica que los individuos de la muestra se encuentran en iguales condiciones para abordar el aprendizaje del álgebra, traen la misma carga de preconcepciones y conocimientos previos que se requieren de la aritmética y llegan con igual prontitud al dominio de las nuevas temáticas.

La predisposición al trabajo, el deseo de sobresalir, los niveles de atención y de satisfacción en los logros fue mayor en los estudiantes sordos aunque su asistencia no fue tan regular, por las dificultades que se mencionan en este trabajo, posee este tipo de población.

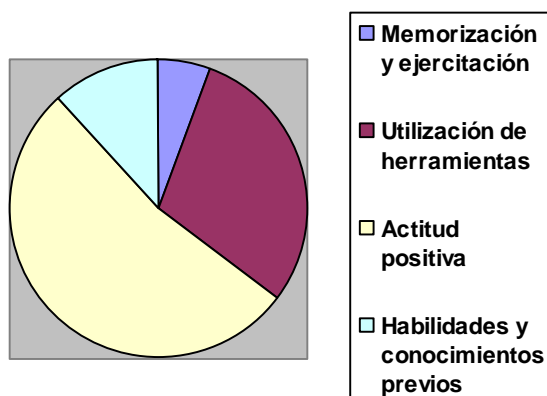
Con respecto al impacto de la investigación en el aprendizaje del álgebra, durante el primer período de trabajo, se asegura desde la Gráfica 2 que fue en aumento. Los niveles de interés



Gráfica 2

fueron creciendo en la medida que los procedimientos operativos se tornaban complejos. Se hizo evidente que el uso de la caja de polinomios ha resultado de total éxito y se ha convertido en un material didáctico beneficioso en pro del desarrollo de pensamiento matemático.

Además, teniendo en cuenta los aspectos registrados como componente didáctica durante el desarrollo de la investigación se han demarcado algunas estrategias particulares con una carga participativa como se distingue en la siguiente gráfica.



Gráfica 3

Se subraya que la actitud positiva frente a las diferentes actividades ha resultado clave para el éxito del desarrollo de la investigación.

11. Nuevas propuestas

La población sorda en el país se viene considerando como una etnia aparte, con un lenguaje propio y aspectos culturales diferentes. Esta actitud que se rodea de un poco de soberbia se convierte en un obstáculo frente a los programas incluyentes que proponen las instituciones de educación formal, particularmente las universitarias. Es necesario ejecutar proyectos que adelanten la inserción escolar del sordo. A este respecto se infiere que la sordera es de fácil

detección en los primeros meses de vida, pero el desconocimiento e la incomprensión de esta deficiencia permite retrasos escolares que promedian los cuatro años en el sistema educativo.

Por fortuna, fundamentados en la constitución política del país e inspirados en este proyecto, han aparecido trabajos de grado en el programa de licenciatura en matemáticas de la Universidad de Nariño que se preocupan de la fenomenología cognitiva en poblaciones con deficiencias auditivas y se está a la espera que aparezcan otros nuevos en carreras como sociología y geografía con aplicación al desarrollo.

No es posible desconocer que la población con deficiencias sensoriales en el país y en el mundo crece en cantidad y porcentualmente, de allí la necesidad de establecer mecanismos, estrategias, didácticas y metodologías particulares que establezcan un adecuado equilibrio en la distribución que del conocimiento se realiza en las instituciones educativas. A este respecto, existe para los sordos una metodología propia pero que es estática y fría, de allí que oportunidades como la que brinda la Caja de Polinomios se torna valiosa e importante, más aún, porque se trata del proceso de aprendizaje de una asignatura que por si misma es volátil, etérea y compleja en sus algoritmos.

La sordera es una condición sin estrato social, ni credo, ni color. Muy a pesar de que resulta fácil y temprana su detección es lento el proceso de comprensión y aceptación familiar y social. Salvo casos extraordinarios, el retraso escolar, por ejemplo, promedia los cuatro años, de allí que sea imperante la obligación de las instituciones en desarrollar proyectos como el que referencia este trabajo, que no solo disminuya el período de inclusión escolar sino que privilegie los ritmos y la calidad de los conocimientos adquiridos en el proceso de aprendizaje.

Referencias

- *Nuria Rosich Sala, José M.A Núñez Espallargas, José Enrique Fernández Del Campo Sánchez; Matemáticas Y Deficiencia Sensorial*
- Rosich, N (2006). “Diseños de formación matemática para alumnado con déficit auditivo”. Universidad de Zaragoza. Barcelona, España. <http://web.udg.edu/tiec/simposifi/simpc1.pdf>. 25 de Octubre de 2007.
- Ramírez, P y Parra, J (2004). “Estudiantes Sordos En La Educación Superior. Equiparación De Oportunidades”. Bogotá, D.C. – Colombia. www.colombiaaprende.edu.co/html/directivos/1598/articles-81728_archivo.pdf. 25 de Octubre de 2007.
- Academy for Educational Development (2003). “La Sordera y la Pérdida de la Capacidad Auditiva”. National Dissemination Center for Children with Disabilities. (NICHCY). Washington, DC 20013.